

SCIENCE & MILITARY

V E D A A V O J E N S T V O

No 2 | Volume 3 | 2008

Vážení čitatelia,

koniec roka 2008 uzatvára tretí ročník vydávania periodika *SCIENCE & MILITARY*, ktoré si získalo pozornosť v akademickej komunite doma a v zahraničí. Autorský tím sa rozrástol o nových prispievateľov z oblasti vedy a techniky. Recenzie odborníkov a zodpovedná práca členov redakčnej rady časopisu prispeli k zvýšeniu kvality prezentovaných výstupov vedecko-výskumnej práce. Uverejnené príspevky odrážajú odborný a ľudský potenciál, ktorý je predpokladom personálnej interoperability v národnej a medzinárodnej dimenzii..

Dynamický vzťah človeka, spoločnosti a prírody determinuje našu činnosť. Hľadanie riešení a odpovedí na pôsobenie v sieťovom prostredí komplexných adaptívnych systémov, efektívne využitie silných a slabých stránok spojenia človeka a techniky v kontexte spoločenských zmien, je veľkou výzvou pre budúcnosť. Prispievatelia periodika *SCIENCE & MILITARY* preto riešia aktuálne témy teórie a praxe, rezortné vedecké úlohy, projekty Severoatlantickej aliancie a verím, že v blízkej budúcnosti aj projekty Európskej obrannej agentúry.

Vedenie Akadémie ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika so sídlom v Liptovskom Mikuláši bude venovať veľkú pozornosť systematickému rozvoju kvalifikácie vysokoškolských učiteľov, trvalej podpore vedecko-výskumnej činnosti, zvyšovaniu kvality výstupov štátnej vojenskej vysokej školy, ako aj vytváraniu priestoru pre realizáciu a využitie ľudského potenciálu. Publikačná činnosť v našom vedecko-odbornom časopise je významnou platformou v procese realizácie dlhodobých zámerov rozvoja vzdelávacej inštitúcie. Novým impulzom môže byť užšia spolupráca univerzít obrany a akadémií v rámci Vyšegrádskej skupiny v nasledujúcom období.

Vážené dámy a vážení páni, prajem Vám príjemný zážitok z čítania nášho časopisu.

Dear readers,

as the end of the year 2008 closes in, the last issue of *SCIENCE & MILITARY* closes the third volume of this periodical, which has aroused an interest of a wide academic community in Slovakia and abroad. New contributors have joined the team of authors to publish their articles focused on particular scientific issues. Precise work of editorial staff and reviews of experts contributed to the high standard of presented research results and findings. The articles reflect the human and scientific potential necessary for personal interoperability in national and international dimension.

Dynamic relations between individual, society and nature determines our activities. Solving the problems of operating in complex adaptive systems network environment and management of weak and strong points of relations between human and technology in the context of social changes is a great challenge. That is why the authors deal with topical issues concerning the theory and practice, departmental scientific and NATO projects, and I am convinced that we will have an opportunity to read about the projects of European Defence Agency soon.

Management of the Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik in Liptovský Mikuláš will invest a great deal of effort in supporting the systematic enhancement of lecturers qualification. Permanent support of science and research will be provided as well. The Academy intends to raise the standard of military academic education and to create the possibilities for a human potential to be used effectively. *Science & Military* is an important platform in process of Academy's long-term plans accomplishment. Close cooperation between the Armed Forces Academy and V4 countries defence universities and academies could be a new impulse for the future as well.

brigádny generál doc. Ing. Miroslav Kelemen, PhD.
rektor

Recenzenti / Reviewers

<i>prof. Ing. Ján BAJTOŠ, CSc., PhD.</i>	<i>UPJŠ Košice (SK)</i>
<i>Ing. Július BARÁTH, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>brig. gen. Ing. Juraj BARÁNEK</i>	<i>Veliteľstvo vzdušných síl Zvolen (SK)</i>
<i>doc. Ing. Pavel BUČKA, CSc.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>prof. Ing. Ladislav BUŘITA, CSc.</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>doc. RNDr. Lubomír DEDERA, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. Ing. Peter DROPPA, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>Ing. Vlastimil GALATÍK, CSc.</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>Ing. Libuša GASIDLOVÁ, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. Ing. Marcel HARAKAL, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. Ing. Róbert JANKOVÝCH, CSc.</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>prof. Ing. Vojtech JURČÁK, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>prof. Ing. Tobiáš LAZAR, CSc.</i>	<i>TU Košice (SK)</i>
<i>doc. RNDr. Milan LEHOTSKÝ, CSc.</i>	<i>KU Ružomberok (SK)</i>
<i>prof. Ing. Dušan LEVICKÝ, CSc.</i>	<i>TU Košice (SK)</i>
<i>prof. Ing. Miroslav LÍŠKA, CSc.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. Ing. Vojtech MÁJEK, CSc..</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>doc. Ing. Jozef MAJTANÍK, CSc.</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>prof. Ing. Stanislav MARCHEVSKÝ, CSc.</i>	<i>TU Košice (SK)</i>
<i>doc. Ing. Martin MARKO, CSc. .</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. Ing. Peter MARKOVIČ, PhD.</i>	<i>EU Bratislava (SK)</i>
<i>doc. RSDr. Jozef MATIS, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>prof. Ing. Igor MOKRIŠ, CSc.</i>	<i>SAV Bratislava (SK)</i>
<i>PaedDr. Renáta OROSOVÁ, PhD.</i>	<i>UPJŠ Košice (SK)</i>
<i>doc. PhDr. Mária PETRUFOVÁ, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>prof. Ing. Milan SOPÓCI, PhD.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>
<i>doc. PhDr. František ŠKVRNDA, CSc.</i>	<i>EU Bratislava (SK)</i>
<i>doc. Ing. Karel URBÁNEK, CSc.</i>	<i>UO Brno (CZ)</i>
<i>doc. Ing. Jaroslav VARECHA, CSc.</i>	<i>AOS Lipt. Mikuláš (SK)</i>

VLASTNOSTI SINGULÁRNYCH HODNÔT MATICE OBRAZU

THE PROPERTIES OF SINGULAR VALUES OF IMAGE MATRIX

Lubomír SEMANČÍK, Alojz BAJČI

Abstract: The image matrix represents digitized and encoded information about an image. A saving of complete information about this image requires a large computer memory for an image processing. The singular values of image matrix represent characteristic information about the image, but they require smaller memory than image matrix. The singular values are sensitive to the changes of image. This paper brings basic information about properties of the singular values.

Keywords: image matrix, singular values, Singular Values Decomposition (SVD).

1. ÚVOD

Matica obrazu predstavuje digitalizovanú a kódovanú informáciu o obrazovej scéne, ktorá je nasnímaná vhodným snímačom (napr. kamerou). S touto maticou obrazu sa vykonávajú rôzne operácie – spracovanie obrazu (napr. kompresia, segmentácia, detekcia zmien, rozpoznávanie objektov). Pre konkrétne kroky spracovania obrazu sa využívajú vlastnosti rôznych metód a algoritmov. Jednou z využívaných metód je aj rozklad matice obrazu na singulárne hodnoty (Singular Value Decomposition – SVD). Vstupom tejto metódy je obrazová matica, výstupom je vektor singulárnych hodnôt a dve s ním súvisiace matice riadkovo resp. stĺpcovo orientovaných ortonormovaných vlastných vektorov [3, 4, 5].

Uvedená metóda a singulárne hodnoty boli použité v súvislosti so spracovaním obrazu v experimentoch kódovania, separácie, rozpoznávania binárnych a kódovania a rozpoznávania viacúrovňových obrazov [1, 5, 6, 7]. I keď sú algoritmy rozkladu matice na singulárne hodnoty náročné na výpočtovú kapacitu použitých systémov, pre účely detekcie a rozpoznávania, keď nie je požadovaná spätná transformácia výstupných matic a vektora singulárnych hodnôt na pôvodný obraz, je možné výpočet urýchliť tým, že sa počíta iba vektor singulárnych hodnôt. Súčasné kapacity výpočtových systémov tak umožňujú získať výsledky v reálnom čase [5].

Z uvedených skutočností vyplýva možnosť využitia singulárnych hodnôt pre účely detekcie a rozpoznávania objektov v zabezpečovacích systémoch (pod objektom tu chápeme časť obrazu podstatnú pre používateľa z hľadiska jeho činnosti). Potvrdením tejto možnosti je analýza singulárnych hodnôt rôznych obrazových matic pri zmenách usporiadania obrazovej scény, príp. pri zmenách jasu (farby), ktorá je uvedená v tomto príspevku.

2. ROZKLAD MATICE OBRAZU NA SINGULÁRNE HODNOTY

Nech je daná matica

$$F = [f(i,j)] \quad (1)$$

pre $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Potom jej rozklad na singulárne hodnoty má tvar [2, 3, 4, 5]

$$F = U S V^T \quad (2)$$

kde:

$U = [u(i,j)]$ je matica ortonormovaných riadkovo orientovaných vlastných vektorov matice $F.F^T$. Pre maticu U platí $U^T U = I$, kde I je jednotková matica;

$V = [v(i,j)]$ je matica ortonormovaných stĺpcovo orientovaných vlastných vektorov matice $F^T.F$. Pre maticu V platí $V^T V = I$, kde I je jednotková matica;

$S = [s(i,j)]$ je diagonálna matica singulárnych hodnôt.

Ak maticu U vyjadríme v tvare $U = [u_1, u_2, u_3, \dots, u_N]$ a maticu V v tvare $V = [v_1, v_2, v_3, \dots, v_N]$, kde u_i a v_i sú stĺpcovo orientované vektory a maticu S vyjadríme pomocou submatic

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & s_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

potom rozklad matice obrazu na singulárne hodnoty môžeme vyjadriť v tvare [4, 5]

$$F = \sum_{i=1}^N u_i s_i v_i^T \quad (4)$$

Prvky s_i sú vlastné hodnoty charakteristickej rovnice

$$\det(\lambda I - F^T.F) = 0 \quad (5)$$

Pre singulárne hodnoty s_{ij} platí

$$s_{ij} = \sqrt{\lambda_i} = s_i \quad (6)$$

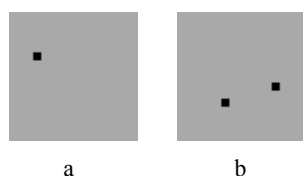
Experimentálne bolo zistené, že singulárne hodnoty obrazovej matice s objektom na homogénnom pozadí vykazujú invariantnosť na transláciu, po normovaní (maximálnou singulárnou hodnotou) aj na dilatáciu a v určitom rozsahu aj na rotáciu [5, 7].

3. VLASTNOSTI SINGULÁRNYCH HODNÔT PRE RÔZNE TYPY OBRAZOVÝCH MATÍC

Rozklad matice obrazu na singulárne hodnoty (SVD – Singular Value Decomposition) je najvhodnejšie aplikovať na štvorcovú maticu. Počet výsledných singulárnych hodnôt sa rovná počtu prvkov na uhlopriečke obrazu.

Jednou z vlastností singulárnych hodnôt je, že už pri malej zmene v obrazovej scéne sa výrazne menia singulárne hodnoty. Keďže ich počet je v štvorcovej matici obrazu rovný maximálne druhej odmocnине počtu prvkov tejto matice, prejavujú sa zmeny v singulárnych hodnotách výraznejšie, ako zmeny v obrazovej scéne (Obr. 1 a Tab. 1).

Pozn.: Skutočné obrazy, z ktorých boli počítané singulárne hodnoty, sú farebné, odtiene šedej sú použité v tlači.



Obr. 1 Zmena v obraze

Tab. 1 Porovnanie zmien obrazu a singulárnych hodnôt

Vlastnosť	a	b	Zmena v %
Priemer farieb	183,28	182,56	0,394
Priemer singulárnych hodnôt	194,14	204,28	5,219

Priemer farieb v tabuľke je vypočítaný podľa vzťahu

$$\bar{f} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} n_i * f_i}{n} \quad (7)$$

kde:

$\bar{f}$ je priemer farieb;

n_i je početnosť výskytu i -tej farby;

f_i je hodnota jasu i -tej farby;

n je počet všetkých bodov obrazu;

N je celkový počet farebných odtieňov.

Priemer singulárnych hodnôt je vypočítaný podľa vzťahu

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^N s_i}{N} \quad (8)$$

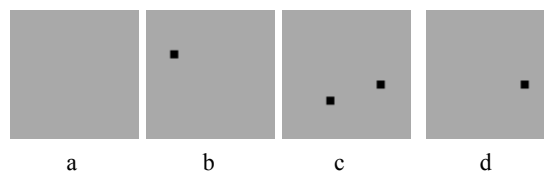
kde:

$\bar{s}$ je priemer singulárnych hodnôt;

s_i je i -ta singulárna hodnota;

N je celkový počet singulárnych hodnôt.

Jednofarebné pozadie (s nenulovou úrovňou jasu) má jednu nenulovú singulárnu hodnotu, s pribúdajúcimi jednofarebnými objektmi na takom pozadí sa počet nenulových singulárnych hodnôt zvyšuje (Obr. 2 a Tab. 2). Tieto výsledky sú podobné výsledkom experimentov vykonaných s binárnymi (čiernobielymi) obrazmi [5, 6]. Zo singulárnych hodnôt v tabuľke (Tab. 2) vidieť, že umiestnenie (poloha) jednofarebného objektu na jednofarebnom pozadí nemá vplyv na ich veľkosť (Obr. 2 b, d).

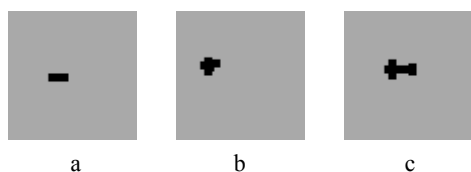


Obr. 2 Obrazy s rôznym počtom a polohou objektov na pozadí

Tab. 2 Singulárne hodnoty obrazov s rôznym počtom a polohou objektov na pozadí

Singulárna hodnota	a	b	c	d
s_1	0	11732,56	11688,80	11732,56
s_2	11776	0	0	0
s_3	0	692,55	648,80	692,56
s_4	0	0	736,00	0
s_5	0	0	0	0

Počet nenulových singulárnych hodnôt zložitých objektov (objekty so zložitými tvarmi) na jednofarebnom pozadí je vyšší v porovnaní s počtom singulárnych hodnôt jednoduchých objektov (objektov v tvare štvoruholníka) (Obr. 3 a Tab. 3).

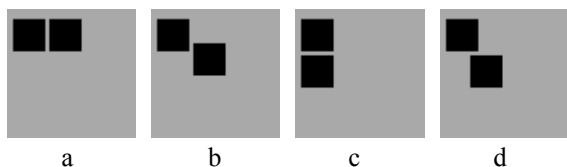


Obr. 3 Obrazy so zložitými objektmi na pozadí

Tab. 3 Singulárne hodnoty obrazov so zložitými objektmi na pozadí

Singulárna hodnota	a	b	c
s_1	11671,74	11614,50	11533,33
s_2	0	1156,61	1357,71
s_3	1044,25	481,59	0
s_4	0	0	656,33
s_5	0	284,11	363,40
s_6	0	167,80	0

Pri neprekrývajúcich sa alebo čiastočne sa prekrývajúcich jednofarebných objektoch na jednofarebnom pozadí je možné určiť počet objektov podľa počtu singulárnych hodnôt. Avšak pri úplnom prekrytí objektov sa prekrývajúce objekty vyhodnotia ako jeden objekt [5, 6] - odľahlosť objektov tu nemá vplyv (Obr. 4 a Tab. 4).

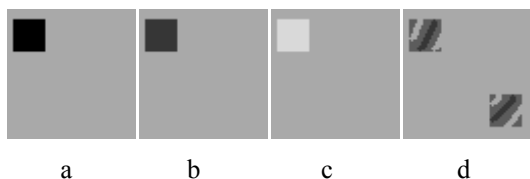


Obr. 4 Prekrývajúce sa objekty

Tab. 4 Singulárne hodnoty obrazov s prekrývajúcimi sa objektmi

Singulárna hodnota	a	b	c	d
s_1	10648,48	10524,76	10648,48	10524,76
s_2	0	0	0	0
s_3	2819,54	2017,15	2819,54	2017,15
s_4	0	2549,58	0	2549,58

Zmena farby má vplyv na veľkosť singulárnych hodnôt a poškodenie tvaru (napr. maskovacím náterom – objekt d) má za dôsledok zmeny všetkých singulárnych hodnôt (Obr. 5 a Tab. 5).



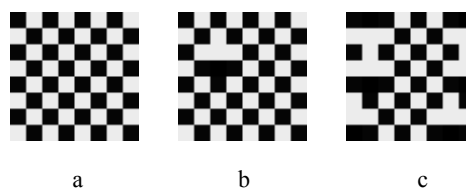
Obr. 5 Obrazy so zmenenou farbou objektu na pozadí

Pozn.: Objekty a, b sú zdanlivo rovnaké, singulárne hodnoty však potvrdzujú, že majú rôznu jas.

Tab. 5 Singulárne hodnoty obrazov s rôznofarebnými objektmi

Singulárna hodnota	a	b	c	d
s_1	11161,55	12053,99	11804,20	11070,56
s_2	0	0	0	1643,63
s_3	2329,55	762,01	83,80	1076,02
s_4	0	0	0	848,59
s_5	0	0	0	912,77

Pri zmene usporiadania objektov na ploche so súčasnou zmenou výslednej textúry obrazu dochádza k zmene singulárnych hodnôt, napriek tomu, že počet objektov (tmavé) na pozadí (svetlé) ostáva nezmenený (Obr. 6 a Tab. 6). Kvôli prehľadnosti sú uvedené iba prvé tri usporiadané singulárne hodnoty.

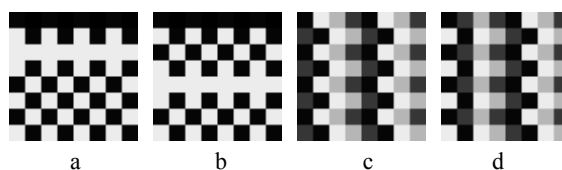


Obr. 6 Zmena usporiadania objektov na pozadí

Tab. 6 Singulárne hodnoty obrazov so zmenou usporiadania objektov na pozadí

Singulárna hodnota	a	b	c
s_1	10080,00	10059,36	10187,63
s_2	5983,99	5656,74	4378,68
s_3	0	1990,73	2908,25

Zmeny v singulárnych hodnotách však nie sú pozorované, ak zmena usporiadania obrazu je realizovaná iba zmenou vzájomnej polohy (posunom) objektov, nie však zmenou celkovej textúry (Obr. 7 a Tab. 7):



Obr. 7 Zmena usporiadania objektov na pozadí bez zmeny textúry

Tab.7 Singulárne hodnoty obrazov so zmeneným usporiadaním objektov na pozadí bez zmeny textúry

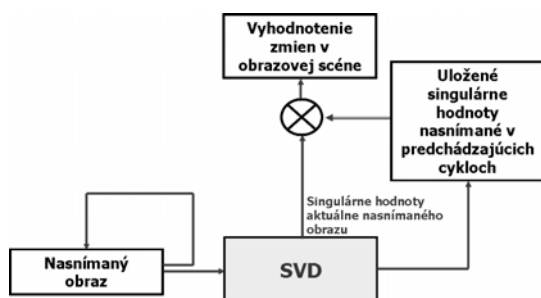
Singulárna hodnota	a	b	c	d
s_1	10576,74	10576,74	13359,72	13359,74
s_2	0	0	0	0
s_3	4949,61	4949,61	4208,82	4208,77

Z uvedených vlastností vyplýva, že citlivosť singulárnych hodnôt na zmeny v obrazovej scéne, pri ktorej dôjde aspoň k minimálnemu narušeniu textúry obrazu, je dostatočná na to, aby sa dala zaregistrovať.

4. VYUŽITIE VLASTNOSTÍ SINGULÁRNYCH HODNÔT

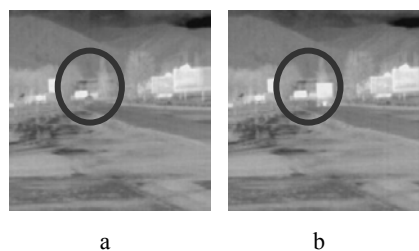
Vyššie uvedené vlastnosti singulárnych hodnôt, najmä ich citlivosť už na malé zmeny v obraze, či už zmenou farby alebo aj prítomnosťou nového objektu v obrazovej scéne, je možné využiť na detekciu zmien v sledovanom priestore s vylúčením vplyvu ľudského činiteľa (monitoring kamerovým systémom bez ďalšieho spracovania nasnímanej scény môže byť neúčinný, pretože ľudská obsluha nemusí drobné zmeny vôbec zaregistrovať).

Pre využitie singulárnych hodnôt na detekciu zmien v sledovanom priestore je potrebné zabezpečiť cyklické snímání obrazovej scény v pravidelných intervaloch, výpočet singulárnych hodnôt nasnímanej scény a ich porovnanie so singulárnymi hodnotami vypočítanými v predchádzajúcom cykle (Obr. 8).



Obr. 8 Detekcia zmien v sledovanom priestore

Obrázok 9 ukazuje termoobraz pozadia (a) a termoobraz objektu na pozadí (b) a Tabuľka 8 obsahuje ich prvých päť singulárnych hodnôt.



Obr. 9 Termoobraz pozadia a objektu na pozadí

Tab. 8 Singulárne hodnoty obrazu pozadia a obrazu s objektom na pozadí

Singulárna hodnota	a	b
s_1	34933,33594	35400,34375
s_2	2740,51245	2857,13403
s_3	2146,22632	2082,41089
s_4	1378,38916	1547,09778
s_5	1153,16528	1205,02966

Uvedené hodnoty opäť potvrdzujú, že už zmena malej časti obrazovej scény spôsobí výraznejšiu zmenu singulárnych hodnôt.

5. ZÁVER

Tento príspevok si kládol za cieľ poukázať na niektoré vlastnosti singulárnych hodnôt ako jedného z výstupov rozkladu matice na singulárne hodnoty (SVD).

Využitie princípov tejto metódy je možné v zabezpečovacích a detekčných systémoch.

V súvislosti s vysokou citlivosťou singulárnych hodnôt obrazovej matice na malé zmeny v snímanej scéne je v súčasnosti metóda SVD testovaná ako možný nástroj na hodnotenie efektivity maskovania objektov (kde sa porovnávajú singulárne hodnoty pre rôzne spôsoby maskovania a na základe ich porovnania sa vyberie najefektívnejší spôsob).

Z výsledkov experimentov vyplýva:

- singulárne hodnoty vykazujú približne o 1 rád vyššiu zmenu, než je zmena jasu v obraze;
- singulárne hodnoty môžu pri potlačení rozdielov v jase pozadia (pri homogénnom pozadí) detekovať počet objektov na takom pozadí, za predpokladu, že objekty sa neprekrývajú, alebo sa prekrývajú iba čiastočne;
- pri zmene jasu objektu maskovaním sa dosiahne zmena singulárnych hodnôt, čím by sa dala posudzovať kvalita maskovania objektu.

Táto metóda prináša dobré výsledky a za predpokladu jej implementácie na súčasných výkonných výpočtových systémoch je možné jej použitie v reálnych podmienkach.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] ANDREWS, H. C., PATTERSON, C. L.: Singular Value Decomposition and Digital Image Processing. IEEE Trans. on ASSP. ASSP-24 No.1 (1976), p. 26-53.
- [2] DEPRETTERE, E. F. (Editor): SVD and Signal Processing: Algorithms, Applications and Architectures, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), The Netherlands, 1988.
- [3] GOLUB, G. H., REINSCH, C.: Singular Value Decomposition and Least Squares Solutions, Numer.Math. 14 (1970), p. 403-420.
- [4] HANSEN, P. C.: SVD – Theory and Applications. Report No. 84-05, Numerisk Institut Danmarks Teknise Højskole, November 1984, 200 p.
- [5] MOKRIŠ, I.: Teória a aplikácia SVD v spracovaní obrazov. VA Liptovský Mikuláš, 1995, 83 s.
- [6] MOKRIŠ, I., SEMANČÍK, L.: Separation of binary images by means of Singular Value Decomposition. Journal of Electrical Engineering (Elektrotechnický časopis), Vol. 47 (1996), No. 9-10, p. 232-236.
- [7] SEMANČÍK, L.: Separácia a rozpoznávanie termovíznych obrazov. Doktorandská dizertačná práca, VA Liptovský Mikuláš, 1997.

Summary: This paper gives a basic information about SVD and a properties of singular values. These properties are illustrated by means of various model situations. Performed analysis of obtained results indicates possible utilization of SVD in military applications. We can use the singular values for a detection of changes in the image and so we can evaluate an effects of camouflage or we can recognize security violation.

Ing. Lubomír SEMANČÍK, PhD.
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: lubomír.semancik@aos.sk

RNDr. Alojz BAJČI, PhD.
MAGIC TRADING CORPORATION, a.s.
Kuzmányho 940/11
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: alojz.bajci@magic.sk

ORTHOGONAL TRANSFORMS FOR DIGITAL MODULATION CLASSIFIERS

Marie RICHTEROVÁ

Abstract: This paper describes the using of Walsh–Hadamard transform (WHT) and Karhunen–Loeve transform (KLT) for the modulation recognition. The method of clustering analysis was chosen by theoretic recommendations for 2-class recognizer of FSK and PSK signals. The input signal is converted to the "phase image". WHT and KLT is provided on this image and itself performs the recognition by a minimum–distance classifier. The algorithm for a modulation recognition was realized in the programme MATLAB. The tests designed algorithm was the implementation on real pattern signals.

Keywords: orthogonal transforms, signal processing, modulation recognition, modulation classifiers, digital signals.

1. INTRODUCTION

Methods of the image recognition found a practical use in a number of diagnostic disciplines. We will recognize modulation type in this case. In recognizing signals, input data of real modulated signal are usually distorted by stochastic noise, therefore, we will seek the best coincidence with some of classes of possible results.

The coincidence will be defined as a the smallest distance of the researched array of characteristic features from an etalon of an classes of training sets. The classifier, which works with the mentioned method, is called the minimum–distance classifier.

2. ORTHOGONAL TRANSFORMS USED FOR MODULATION RECOGNITION

The utilization of orthogonal transforms for the recognition of various types of modulated signals is described in a number of reference sources. Fourier transform [1, 2], Haar transform [1], discrete cosine transform [1, 2], Walsh–Hadamard transform (WHT) [1, 3, 4] and Karhunen–Loeve transform (KLT) [3, 4] belong to the most frequently exploited and recommended orthogonal transforms. In this paper will be described the utilization of the WHT and KLT for the recognition of the frequency shift keying (FSK) signals and phase shift keying (PSK) signals.

2.1 Walsh–Hadamard transform

The Walsh–Hadamard transform (WHT) is perhaps the most well–known of the nonsinusoidal orthogonal transforms. The WHT has gained prominence in various digital signal processing applications, since it can essentially be computed using additions and subtractions only. WHT is used for the Walsh representation of the data sequences. Their basis functions are sampled Walsh functions which can be expressed in terms of the Hadamard matrix. The WHT is defined by relation

$$B(N) = \frac{1}{N} H(N) \cdot X(N), \quad (1)$$

where $B(N)$ are coefficients of WHT,

N is the order of the WHT,

$H(N)$ is N –order Hadamard matrix,

$X(N)$ is the signal vector.

An algorithm for the WHT was realized in the programme Matlab.

2.2 Karhunen–Loeve transform

KLT is an optimal orthogonal transform applicable to the compression of image data according to the criteria of the mean square error [3]. There is a mathematic theorem for the definition of the KLT located e.g. in [3], hence, only resultant mathematic formula for the KLT will be presented.

The one–dimensional direct KLT is defined by relation

$$F = T \cdot f, \quad (2)$$

where T is the transform kernel formed by characteristic vectors of signal matrix C_f ,

f is the column vector of the real pattern of modulated signal.

The transform of covariance matrix C_f from the time areas into the spectral areas is given by means of formula

$$C_F = T \cdot C_f \cdot T', \quad (3)$$

where T is the transform kernel,

C_f is the covariance matrix,

T' is inverse transform kernel.

An algorithm for the KLT was realized in the programme Matlab. The classifier of the FSK and PSK signal will be described in the next text.

3. THE 2-CLASS MINIMUM-DISTANCE CLASSIFIER

The process of the recognition of FSK and PSK signals by means of the 2 – class minimum distance classifier is shown in the Fig.1.

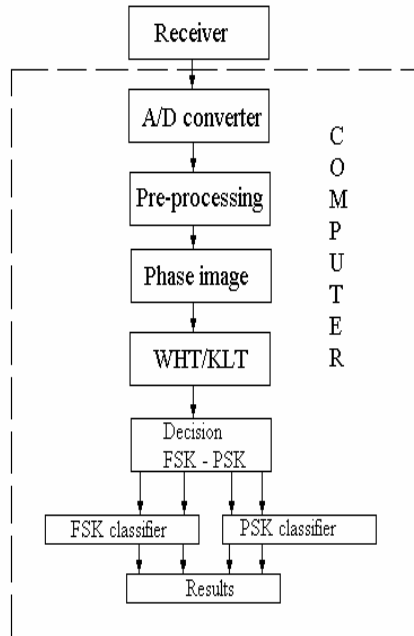


Fig. 1 Simplified block scheme of a recogniser of FSK and PSK signals

Now we briefly describe the block scheme from Fig. 1. A real signal inputs from a receiver via an A/D converter into a computer, where it is processed and stored in the data format WAV.

Then block is pre-processed and used for the filtering and scaling of the input vector of real pattern of FSK or PSK signal. The scaling of real pattern signal is performed in this case and the spectral power density signal is calculated by means of the function PSD, which is in the programme Matlab. According as the vector of the real will processed into classifier for FSK signals or into classifier for PSK signals, it is located by means of testing.

The phase image (see Fig. 2) of the processed pattern of real signal is created by means of algorithms from [3, 4] by way of the application of the WHT or KLT. The feature vector is a result of the pre-processing of the real pattern of signal. The feature vector is classified via a minimum-distance classifier.

Two 2-class minimum-distance classifiers for FSK and PSK signals were designed and realized via the learning process. The learning process and the working principle of these minimum-distance classifiers is described in [1, 3, 4]. The practical

application of 2-class minimum-distance classifiers is presented in [3, 4].

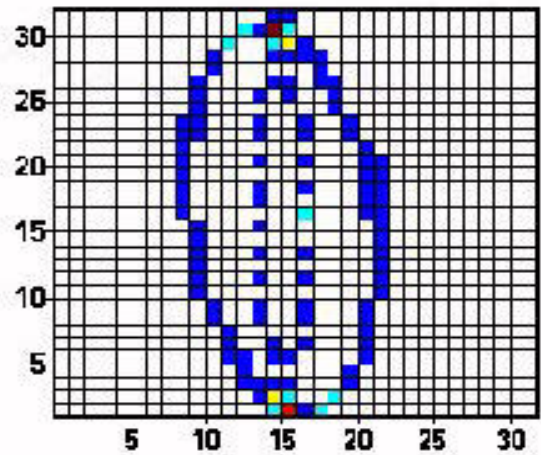


Fig. 2 The phase image of 2-FSK signal

Weights and the threshold of the 2-class minimum-distance classifier were obtained by the numerical solving of appropriate equations for the training sets [1, 3, 4].

The training concept is best introduced by means of simple example (see Fig. 3). Suppose we wish to train a such that it is capable of classifying a pattern Z as belonging to either C_1 or C_2 . Support the training set consists of the following set of patterns Z_{ij} .

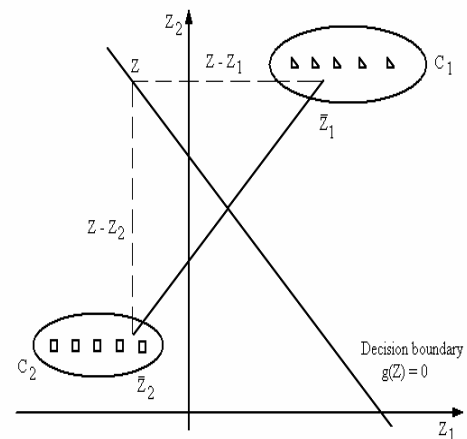


Fig. 3 A 2-dimensional feature space

Let Z_1 and Z_2 denote the mean pattern vectors associate with C_1 and C_2 respectively. Then we have

$$\bar{Z}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Z_{ij}, \quad i=1,2 \quad (4)$$

Inspection of Fig. 3 reveals that a reasonable decision boundary which separates C_1 and C_2 is the

perpendicular bisector of the line joining $\bar{Z}_1$ and $\bar{Z}_2$. Then we must have

$$\|Z - \bar{Z}_1\|^2 = \|Z - \bar{Z}_2\|^2 \quad (5)$$

which simplifies to

$$(\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2)' Z = \frac{1}{2} \{ \|\bar{Z}_1\|^2 - \|\bar{Z}_2\|^2 \} \quad (6)$$

Substituting (4) and (5) in the equation (6) we obtain the equation for the decision boundary as

$$\frac{1}{2} \{ \|\bar{Z}_1\|^2 - \|\bar{Z}_2\|^2 \} = \Theta \quad (7)$$

Θ is called the threshold of the classifier. The basic ingredient used to represent the classifier is a discriminant function $g(Z)$ which is defined as

$$g(Z) = \bar{Z}_i Z - \Theta \quad (8)$$

The decision rule of 2-class minimum-distance classifier is very simple. We specify two discriminant functions which represent the distance of image from two training sets. If the first discriminant function is maximum, then an unknown image pertains into the first training set and vice versa. This is a principle of 2-class minimum-distance classifier.

4. EXPERIMENTAL RESULTS

The performance evaluations of the proposed 2-class minimum-distance classifier (see Fig. 1) are introduced for 2-FSK, 4-FSK, 2-PSK and 4-PSK signals. We have classified 95 real patterns of modulated signals. The results of the performance are summarized in Table 1 for the classifier based on the WHT and in Table 2 for the classifier based on the KLT.

Table 1 Performance of the 2-class minimum-distance classifier based on the WHT

Real signal	Classified modulation type [%]			
	2-FSK	4-FSK	2-PSK	4-PSK
2-FSK	78.0	22.0	–	–
4-FSK	15.0	85.0	–	–
2-PSK	–	–	76.0	14.0
4-PSK	–	–	25.0	75.0

Table 2. Performance of the 2-class minimum-distance classifier based on the KLT

Real signal	Classified modulation type [%]			
	2-FSK	4-FSK	2-PSK	4-PSK
2-FSK	80.0	20.0	–	–
4-FSK	12.0	88.0	–	–
2-PSK	–	–	77.0	13.0
4-PSK	–	–	22.0	78.0

5. CONCLUSION

The operation of the 2-class minimum-distance classifier of FSK and PSK signals has been verified by means of practical programming realized in the programme Matlab. Results of the classification show that the Karhunen–Loeve transform has better properties compared to Walsh–Hadamard transform. The classification efficiency of the 2-class minimum-distance classifier is superior to the linear classifier and quadratic classifier as presented in [3]. Experimental results show that the principal block scheme for the recognition of real pattern of FSK and PSK signals can be used for the special signal analysis in the areas where it is necessary to know or recognize the signal modulation type.

References

- [1] AHMED, N., RAO, K., R.: Orthogonal Transforms for Digital Signal Processing. Germany, Berlin: Springer-Verlag, 1975.
- [2] JONDRAL, F.: Funksignalanalyse. Germany Stuttgart: Teubner, 1991.
- [3] RICHTEROVA, M.: Contribution to Modulation Recognition of Digital Signals. Ph.D. Thesis. Czech Republic, Brno, Military Academy in Brno, 2001 (in Czech).
- [4] RICHTEROVA, M.: Modulation Recognition in Radiocommunication Systems. In Proc. A XXVIII. Sesiune de Comunicari Stiintifice cu Participare Internationala. Bucharest, ATM, 1999.

Ing. Marie RICHTEROVÁ, Ph.D.
University of Defence
Faculty of Military Technology
Department of Communication and Information Systems
Kounicova 65
612 00 Brno
Czech Republic
E-mail: Marie.Richterova@unob.cz

ESTIMATION OF STOCHASTIC COEFFICIENTS OF INERTIAL SENSORS

Miloš SOTÁK

Abstract: The main objective of this paper is to test the Allan variance as a unified method in identifying and modeling noise terms of inertial measurement unit sensors. The estimation accuracy is mostly affected by the time-dependent growth of inertial sensor errors, especially the stochastic errors. In order to eliminate the negative effect of these random errors, they must be accurately modeled. Usually the stochastic models are based on the 1st or 2nd Gauss-Markov models, where the key to successful implementation depends on how well the noise statistics of the inertial sensors are selected [9]. In order to improve the performance of the inertial sensors, the users are keen to know more detail about the noise component for a better modeling of the stochastic part to improve the navigation solution [6], [7].

Keywords: IMU, stochastic modeling, gyroscope, accelerometer.

1. INTRODUCTION

The Inertial Measurement Unit (IMU) typically provides an output of the vehicle's acceleration and angular rate, which are then integrated to obtain the vehicle's position, velocity, and attitude. The three-axis Inertial Measurement Unit (IMU) containing a three-axis accelerometer and a three-axis gyroscope. Basically they have different error characteristics [3], [5]. The requirements for accurate estimation of navigation information necessitate the modeling of the sensors' noise components. Several methods have been devised for stochastic modeling of inertial sensors noise (Adaptive KF, PSD, AC). Variance techniques are basically very similar, and primarily differ only in that various signal processing, by way of weighting functions, window functions, etc. Allan variance is a method of representing root mean square (rms) random drift error as a function of average time [11]. It is simple to compute, much better than having a single rms drift number to apply to a system error analysis, and relatively simple to interpret and understand. Allan variance method can be used to determine the character of the underlying random processes that give rise to the data noise [1]. This technique can be used to characterize various types of noise terms in the inertial sensor data by performing certain operations on the entire length of data. Its most useful application is in the specification and estimation of random drift coefficients in a previously formulated model equation.

2. ALLAN VARIANCE

David Allan proposed a simple variance analysis method for the study of oscillator stability that is the Allan variance method. After its introduction, this method was widely adopted by the time and frequency standards community for the characterization of phase and frequency instability of precision oscillators [1]. It can be used to determine the character of the underlying random processes that give rise to the data noise. As such, it helps identify the source of a given noise term in the data. Because of the close analogies to inertial sensors, the method has been adapted to random

drift characterization of a variety of devices [11]. In the Allan variance method of data analysis, the uncertainty in the data is assumed to be generated by noise sources of specific character. The magnitude of each noise source covariance is then estimated from the data. The key attribute of the method is that it allows for a finer, easier characterization and identification of error sources and their contribution to the overall noise statistics [2].

3. EXPERIMENT

3.1 ANALYSIS OF IMU NOISE TERMS

Allan's definition and results are related to seven noise terms and are expressed in a notation appropriate for inertial sensor data reduction. The five basic noise terms are angle random walk, rate random walk, bias instability, quantization noise, and drift rate ramp. In addition, the sinusoidal noise and exponentially correlated (Markov) noise can also be identified through the Allan variance method. In general, any of the random processes can be present in the data [1]. Thus, a typical Allan variance plot looks like the one shown in Figure 1. Experience shows [1] that, in most cases, different noise terms appear in different regions of τ . This allows easy identification of various random processes that exist in the data. If it can be assumed that the existing random processes are all statistically independent then it can be shown that the Allan variance at any given τ is the sum of Allan variances due to the individual random processes at the same τ .

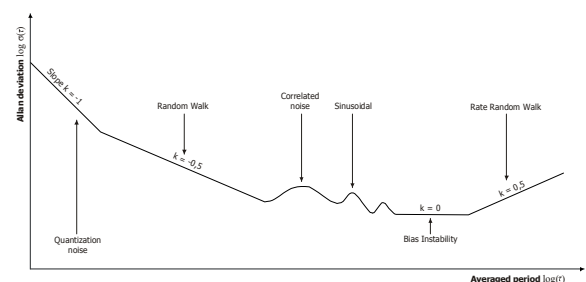


Fig. 1 Sample plot of Allan variance analysis results, like in [11]

For ADIS sensors, the random walks and bias instability are considered as the principal errors, and hence the Allan variance method is used to obtain coefficients of these errors.

ANGLE (VELOCITY) RANDOM WALK

High frequency noise terms that have correlation time much shorter than the sample time can contribute to the gyro angle (or accelerometer velocity) random walk. These noise terms are all characterized by a white noise spectrum on the gyro (or accelerometer) rate output. The associated rate noise PSD is represented by [11]:

$$S_{\Omega}(f) = N^2 \quad (1)$$

where $S_{\Omega}(f)$ is PSD, N is the angle (velocity) random walk coefficient, and f is the frequency. Substituting Equation (1) into the definition of the Allan variance [11]

$$\sigma_{\Omega}^2(\tau) = 4 \int_0^{\infty} S_{\Omega}(f) \frac{\sin^4 \pi f \tau}{(\pi f \tau)^2} df, \quad (2)$$

and performing the integration, yields

$$\sigma_{\Omega}^2(\tau) = \frac{N^2}{\tau}. \quad (3)$$

Figure 1 is a sample log-log plot of $\sigma(\tau)$ versus τ where random walk is represented by second part of curve with a slope of $k = -0.5$. Furthermore, the numerical value of N can be obtained directly by reading the slope line at $\tau = 1$.

BIAS INSTABILITY

The origin of this noise is the electronics, or other components susceptible to random flickering [1], [8]. Because of its low-frequency nature it shows as the bias fluctuations in the data. The rate PSD associated with this noise is [11]:

$$S_{\Omega}(f) = \begin{cases} \left(\frac{B^2}{2\pi}\right) \cdot \frac{1}{f} & f \leq f_0 \\ 0 & f > f_0 \end{cases} \quad (4)$$

where B is the bias instability coefficient and f_0 is the cutoff frequency. Substituting Equation (4) into the definition of the Allan variance Equation (2), and performing the integration, yields:

$$\sigma_N^2(\tau) = \frac{2B^2}{\pi} \left[\ln 2 - \frac{\sin^2 x}{2x^2} (\sin x + 4x \cos x) + Ci(2x) - Ci(4x) \right] \quad (5)$$

In Figure 1 is seen the flat region of Allan standard deviation which represents bias instability. It is the asymptotic value of $0.664B$ for τ much longer than the inverse cut-off frequency.

3.2 TEST AND RESULT

The proposed Allan variance method was applied to a real data collected from the IMU ADIS16354 in static mode. The ADIS16354 iSensor™ is a complete triple axis gyroscope and triple axis

accelerometer inertial sensing system (dimensions $23 \text{ mm} \times 23 \text{ mm} \times 23 \text{ mm}$). This sensor combines the Analog Devices, Inc., iMEMS® and mixed signal processing technology to produce a highly integrated solution that provides calibrated, digital inertial sensing [4], [10]. SPI interface and simple output register structure allow for easy access to data and configuration controls. The specifications of the ADIS16354 IMU are given in Table 1.

Table 1 The Specifications ADIS16354, [4]

ADIS 16354 (2-tap filter)	Gyroscopes	Accelerometers
Range	$\pm 300^\circ \cdot \text{s}^{-1}$	$\pm 1,7 \text{ g}$
Noise (rms)	$0,6^\circ \cdot \text{s}^{-1}$	$4,7 \text{ mg}$
Noise density (rms)	$0,05^\circ \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Hz}^{-1/2}$	$0,24 \text{ mg} \cdot \text{Hz}^{-1/2}$
In Run Bias Stability (1σ)	$0,015^\circ \cdot \text{s}^{-1}$	$0,7 \text{ mg}$
Random walk (25°C)	$4,2^\circ \cdot \text{h}^{-1/2}$	$0,135 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{h}^{-1/2}$

To assess the performance of the ADIS 16354, a static test was conducted. The data sampling rate was 100 Hz and twelve hours of static data was collected. The lab temperature during the test was 25°C . The entire data was then analyzed.

A log-log plot of ADIS16354 three axis gyros' and three axis accelerometers' Allan standard deviation versus averaged time are shown in Figure 2, 3.

ESTIMATED IMU ERRORS PARAMETERS

The magnitude of each IMU noise source covariance is estimated from the data by the Allan deviation analysis.

Figure 2 clearly indicates that the random walk is the dominant noise for short averaged times. There can be shown how to obtain the random walk coefficients from the Allan deviation log-log plot result. A straight line with slope of -0.5 is fitted to the long averaged time part of the plot and meets the $\tau = 1$ second line at a value of $0,06620^\circ \cdot \text{s}^{-1/2}$.

The almost flat part of the curve of long averaged part is indicative of the low frequency noise, which determines the bias variations of the run (bias instability). A zero slope line, which is fitted to the bottom of the curve, determines the upper limit of bias instabilities. Such a line meets the ordinate axis at a value of $0,01269$ and dividing this by $0,664$ yields the maximum bias instability value of $0,019 \text{ deg/s}$. We can determine the same parameters for next gyros and for accelerometers from Figure 3.

Table 2 lists all obtain coefficients from Allan deviation analysis, respectively for each sensor.

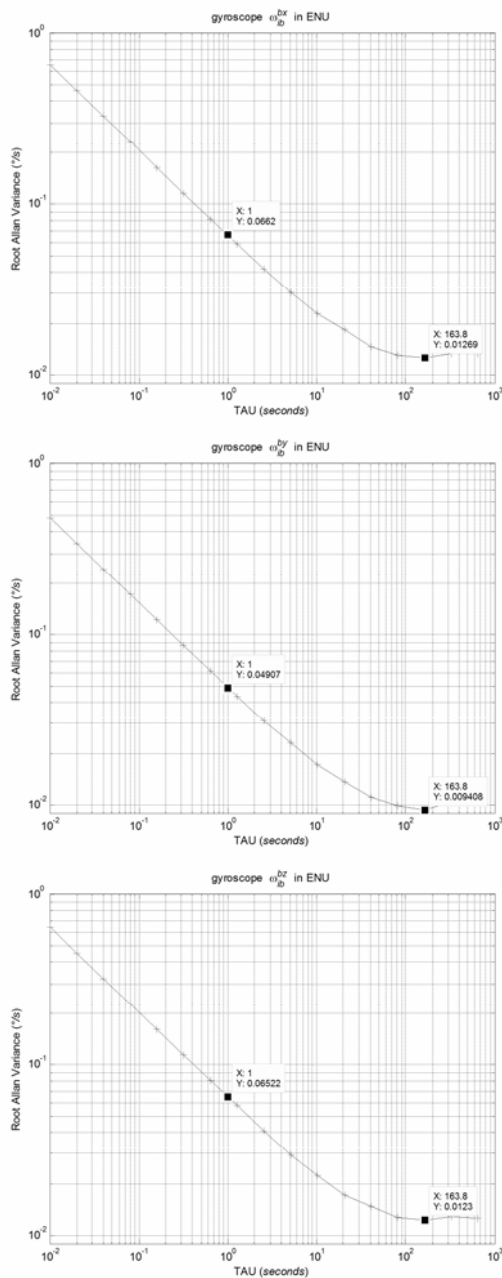


Fig. 2 ADIS16354 gyro Allan deviation results

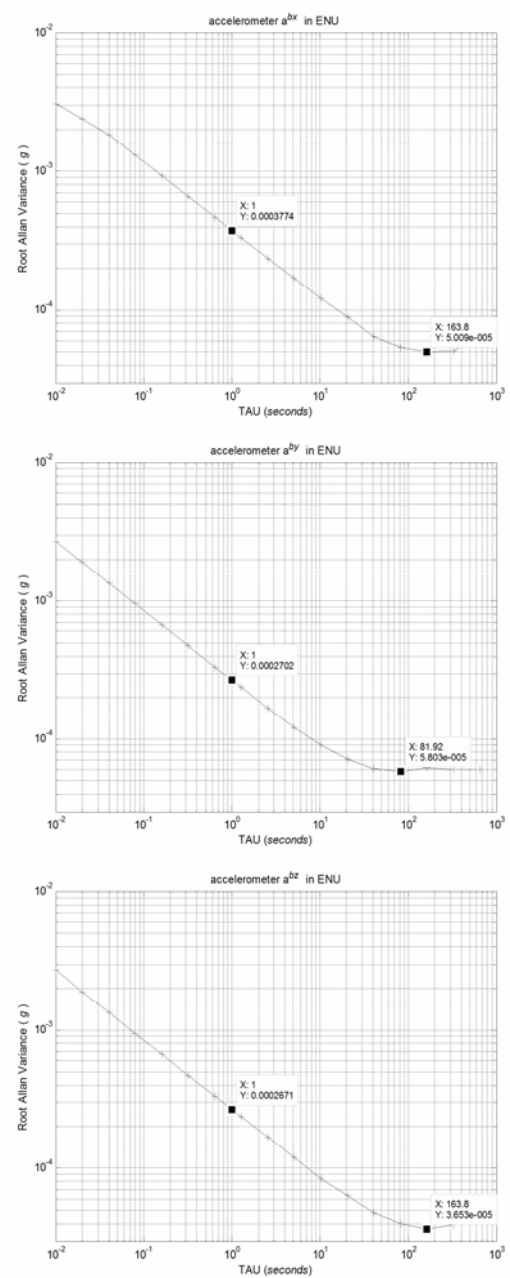


Fig. 3 ADIS16354 accelerometer Allan deviation results

Table 2 Allan deviation analysis results

Random walk	Gyroscopes [$^{\circ}.s^{-1/2}$]	Accelerometers [$mg.s^{-1/2}$]
<i>datasheet</i>	0,05	0,24
x^b	0,06620	0,3774
y^b	0,04907	0,2702
z^b	0,06522	0,2671
Bias instability	Gyroscopes [$^{\circ}.s^{-1}$]	Accelerometers [mg]
<i>datasheet</i>	0,015	none
x^b	0,019111	0,0754
y^b	0,014169	0,0873
z^b	0,018524	0,0550

4. CONCLUSION

By comparing the estimated noise coefficients obtained from datasheet, listed in Table 2 with Allan variance method, the noise coefficient are very similar and different for each sensor. These coefficients are very important for formulated model equation. Based on the above analysis, the Allan variance method is helpful in IMU analysis and modeling for both manufacturers and users. Manufacturers can improve sensor performance based on the identified noise terms. Users can better model sensor performance according to the existing noise terms within the sensor output. Random walk is an important noise term and can be used to

evaluate the sensor noise intensity. In the Kalman filter design, the amplitude of random walk coefficients can be directly used in the process noise covariance matrix with respect to the appropriate sensor [1].

It is known, although computations of the autocorrelation function or the power spectral density distribution do contain a complete description of the error sources, these results are difficult to interpret or extract. For power spectral density method, the frequency averaging technique should be applied first to make the slopes of the curve distinguishable. Then, further calculation is needed to obtain the coefficients. Thus, the procedure of parameter abstraction for Allan variance is much simpler (noise coefficients can be read off directly from the Allan variance result plot) than that for power spectral density [1].

As a conclusion, Allan variance method is more suitable for inertial system performance analysis and prediction and comparing with other methods, such as autocorrelation and power spectral density, Allan variance is much easier to implement and understand. Thus this method can be widely used in inertial sensor stochastic modeling.

References

- [1] HOU, H.: Modeling Inertial Sensors Errors Using Allan Variance, Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Canada, 2004.
- [2] LAWRENCE C. N., DARRYII J. P.: Characterization of Ring Laser Gyro Performance Using the Allan Variance Method, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. 20, No. 1: Engineering Notes, p 211-214. January-February, 1997.
- [3] SOTÁK, M.; SOPATA, M.; BRÉDA, R.; ROHÁČ, J.; VÁCI, L.: Integrácia navigačných systémov. monografia: 1. vyd., Košice, 2006, 344 s., ISBN 80-969619-9-3.
- [4] ADIS16354 Tri Axis Inertial Sensor - Datasheet, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADIS16354.pdf
- [5] LABUN, J.; BEREŽNÝ, Š.; SOPATA, M.: Simulácia polohy pohybujúceho sa objektu u pasívnych sledovacích systémov. In: Rozvoj simulačných technológií v Armáde Slovenskej republiky : Košice, 27. 9. 2001. Košice : VLA GMRŠ, 2001.
- [6] GAO, J.: Development of a Precise GPS/INS/On-Board Vehicle Sensors Integrated Vehicular Positioning System, PhD. Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Canada, 2007.

- [7] CIZMAR, J.: Modelling of Dynamic Features of the Vertical gyros, Cybernetic Letters – Informatics, Cybernetics and Robotics, 2006, ISSN 1802 – 3525.
- [8] STOCKWELL, W., “Bias Stability Measurement: Allan Variance”, Crossbow Technology, Inc. Visited 2008
- [9] LI, D., WANG J., BABU S., XIONG Z. L.: Nonlinear Stochastic Modeling for INS Derived Doppler Estimates in Ultra-Tight GPS/PL/INS Integration
- [10] SOTÁK, M.; KRÁLÍK, V.; KMEC, F.: Cenovo dostupná inerciálna navigácia pre integrované navigačné systémy. In: AT&P Journal 6/2008, ročník XV., Vydavateľ HMN s.r.o., 2008, str. 72 - 74, ISSN 1335-2237
- [11] IEEE Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros. IEEE Std 952-1997

Milos SOTAK, Capt. Ing., PhD.

The Armed Forces Academy

Demanova 393

031 01 Liptovsky Mikulas

Slovakia

E-mail: milos.sotak@gmail.com

Acknowledgments

This research is supported by project “Integrated navigation systems” No.: SPP-852_08-RO02_RU21-240

APPLICATION OF WAVELET ANALYSIS TO INERTIAL MEASUREMENTS

Miloš SOTÁK

Abstract: The paper presents de-noising algorithm development for the inertial measurement unit (IMU). The problem with inertial measurements is that the required signal is buried into a large window of high frequency noise. If such noise component could be removed, the overall inertial navigation accuracy is expected to improve considerably. The paper is focusing on the determination of sensors errors that can be defined as measurement noises. The algorithm was created in simulation environment MATLAB. The results show that the de-noising algorithm is able to obtain accurate data from the raw data. Other errors like scale factor instability, axis misalignment, and non-linearity are not dealt with.

Keywords: wavelet analysis, inertial measurements, gyroscope, accelerometer, inertial measurement unit.

1. INTRODUCTION

The three-axis Inertial Measurement Unit (IMU) containing a three-axis accelerometer and a three-axis gyroscope. Accelerometers and gyroscopes are inertial sensors which provide inertial measurements (acceleration and angular rate). Basically they have different error characteristics [3], [5]. In general, the noise can be split into low frequency components (long-term errors) and high frequency component (short-term errors). Both errors are combined together in the time-domain and affect the measurement accuracy. Separation between the two components in the time-domain may assist in improving the performance characteristics of the accelerometer measurements, thus improving the overall accuracy of the navigation system [7].

2. WAVELET ANALYSIS

Wavelets are mathematical functions that cut up data into different frequency components, and then study each component with a resolution matched to its scale [8]. The main advantage of wavelet analysis is that it allows the use of long-time wavelet intervals where more precise low-frequency information is needed, and shorter intervals where high-frequency information is sought [9]. They have advantages over traditional Fourier methods in analyzing physical situations where the signal contains discontinuities and sharp spikes [1]. Similar to Fourier analysis, wavelet analysis can decompose a signal into low and high frequency components. The main difference between Wavelet and Fourier analyses is that Wavelet analysis uses a wide variety of base functions whereas Fourier analysis uses sine and cosine as its base functions. In general, the wavelet transformation of a time-domain signal is defined in terms of the projections of this signal into a family of functions that are all normalized dilations and translations of a wavelet function.

The fundamental idea of multi-resolution analysis is to represent a function as a limit of successive approximations, each of which is a "smoother" version of the original function. The successive approximations correspond to different

resolutions, which lead to the name multi-resolution analysis as a formal approach to constructing orthogonal wavelet bases using a definite set of rules and procedures [8].

In discrete time domain, the implementation of the wavelet transform is based on a bank of discrete time filters that have essentially half-band Low-pass and High-pass characteristics.

The original signal is basically divided into two parts. The output of the low-pass filter is called the approximation of the original signal. This part includes the Earth's gravity (for accelerometers) and rotation rate (for gyros) components, in addition to the long-term noises and some highly attenuated short-term noise components. The output of the high-pass filter is called the details of the original signal. This process is called the wavelet decomposition. Therefore, if several levels of decomposition are utilized, the white noise component can be separated, thus reducing the measurement uncertainty. The approximation will, therefore, contain the Earth's rotation rate or gravity frequencies, as well as long-term inertial sensor errors. Since both effects are mixed together within very small frequency band at low frequencies. The wavelet decomposition may not be able to separate the Earth's rotation rate or gravity components from the long-term sensor errors. However, such long-term errors have minor effects on the performance of inertial sensors. In addition, these errors can be now accurately modeled using stochastic processes, especially after being separated from the white noise component of relatively high standard deviation.

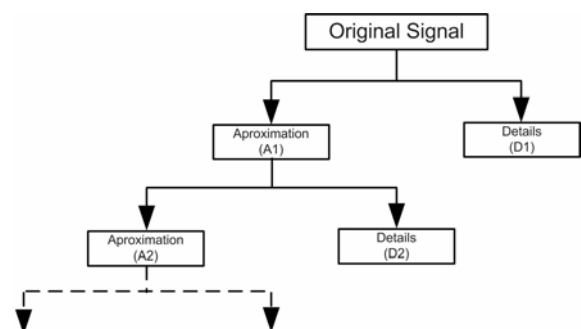


Fig. 1 Two level of decomposition

The decomposition process can be iterated with successive approximation being decomposed, in turn, so that the inertial sensor measurement is broken down into many lower-resolution components. This procedure is known as wavelet multiple-level decomposition. Fig. 1 shows a two level wavelet decomposition tree. Theoretically, the decomposition process is iterative, it can be continued indefinitely. Practically, the decomposition can only proceed until the individual details consist of a single frequency. However, in practice, a suitable number of levels of decomposition are selected based on the nature of the signal or on a suitable criterion.

3. EXPERIMENT

The algorithm for experiment was created in simulation environment MATLAB. The proposed de-noising method was applied to a real data collected from the IMU ADIS16354 in static mode. The ADIS16354 iSensor™ is a complete triple axis gyroscope and triple axis accelerometer inertial sensing system (dimensions 23 mm × 23 mm × 23 mm). This sensor combines the Analog Devices, Inc., iMEMS® and mixed signal processing technology to produce a highly integrated solution that provides calibrated, digital inertial sensing [4], [10]. SPI interface and simple output register structure allow for easy access to data and configuration controls. The specifications of the ADIS16354 IMU are given in Table 1.

Table 1 The Specifications ADIS16354, [4]

ADIS 16354 (2-tap filter)	Gyroscopes	Accelerometers
Range	$\pm 300^\circ \cdot s^{-1}$	$\pm 1,7 \text{ g}$
Noise (rms)	$0,6^\circ \cdot s^{-1}$	$4,7 \text{ mg}$
Noise density (rms)	$0,05^\circ \cdot s^{-1} \cdot \text{Hz}^{-1/2}$	$0,24 \text{ mg} \cdot \text{Hz}^{-1/2}$
In Run Bias Stability (1σ)	$0,015^\circ \cdot s^{-1}$	$0,7 \text{ mg}$
Random walk (25°C)	$4,2^\circ \cdot h^{-1/2}$	$0,135 \text{ m} \cdot s^{-1} \cdot h^{-1/2}$

To assess the performance of the ADIS 16354, a static test was conducted. The data sampling rate was 100 Hz and two hours of static data was collected. The lab temperature during the test was 25°C . The IMU was oriented east-north-up (ENU). Theoretically, in static mode, the gyroscopes measure the Earth's rotation. The etalon values for lab position on the Earth ($\varphi = 48,7^\circ$; $\lambda = 21,2^\circ$; $h = 230 \text{ m}$) are $\omega_{ib}^b = [0; 2,75 \cdot 10^{-3}; 3,14 \cdot 10^{-3}]^T$ %/s for gyros (in ENU). The etalon values of the accelerometers are $a^b = [0; 0; -9,8088]^T \text{ m/s}^2$ (in ENU), assuming that they are highly aligned with the horizontal plane. Practically, the static output of sensors can be used to assess noise level or error variability. The IMU raw data was processed to

evaluate the noise level by a mathematical variance analysis (see Tab. 2), and the wavelet decomposition was used to decompose the raw data into high and low frequency data sets. The low-frequency data was utilized to approximate the error temporal variability as a random walk.

To decompose the raw data is used a Daubechies (db8) mother wavelet, herein [6]. Since the noise has a zero mean, the wavelet decomposition level at which the mean of the high frequency components becomes non-zero is selected. After wavelet decomposition, the high frequency parts can be used to analyze noise, and the low frequency part can be used to analyze slowly varying errors.

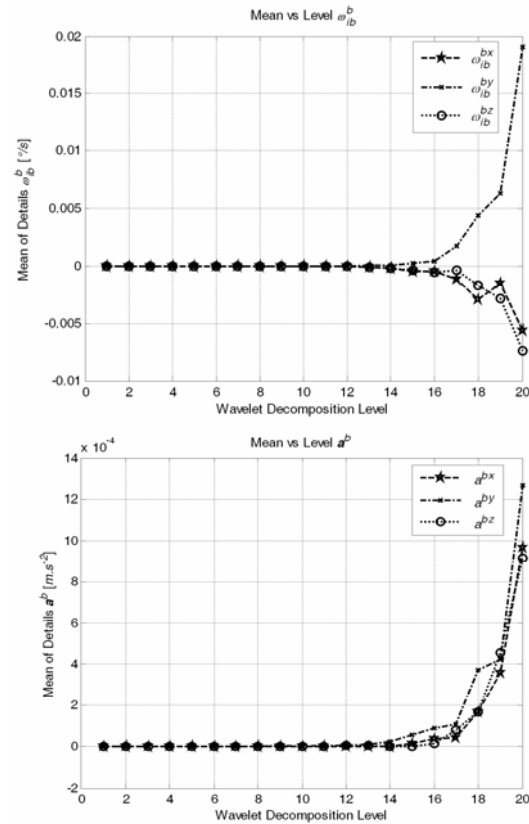


Fig. 2 Means of details (high frequency components) vs. the level of wavelet decomposition

Figure 2 shows the mean of the high frequency components across the levels of wavelet decomposition. It can be seen that the mean value of the high frequency noise starts to be non-zero when the decomposition level is greater than 14. Therefore the decomposition level of 14 is selected. With respect to the decomposition level 14, the raw data, the decomposed high and low frequency data for gyroscopes and accelerometers are shown from Fig. 3 and Fig. 4, respectively. The raw data is a combination of high-frequency noise and slowly varying sensor errors. After wavelet decomposition, the high-frequency noise and slowly varying errors are separated effectively from the raw sensor data, and the slowly varying sensor noise becomes

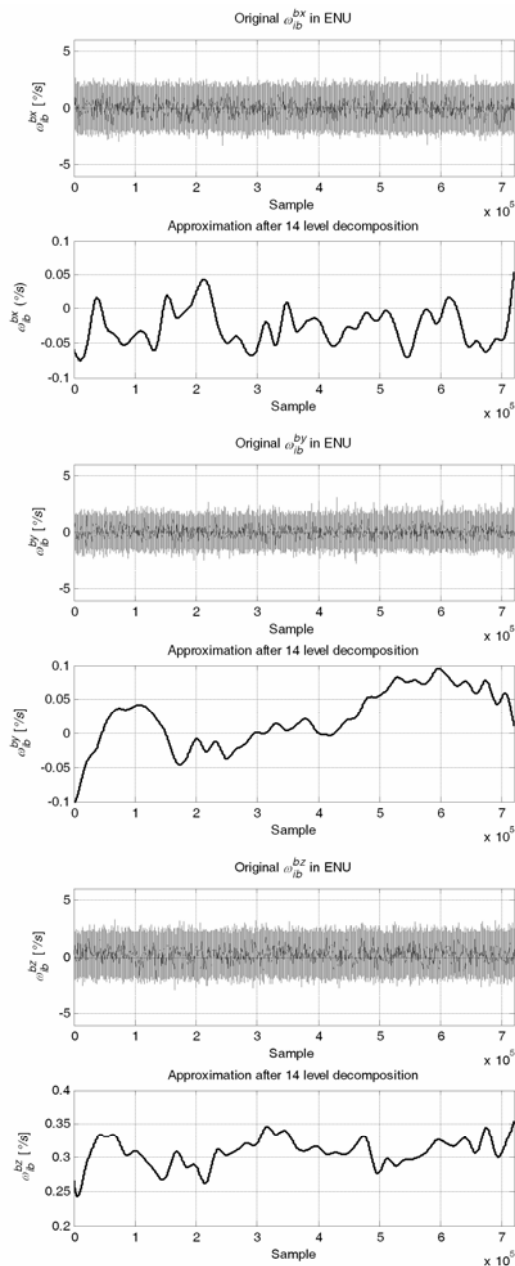


Fig. 3 Gyroscope measurements before (raw data) and after wavelet de-noising

a relatively clean, low frequency signal. It is evident that most of the noise components are removed, thus reducing the measurement uncertainty. The variance of the high-frequency components gives an estimate of the noise power.

Table 2 Mathematical Analysis – Mean and STD of Raw data

Raw data	Gyroscopes [$^{\circ} \cdot s^{-1}$]	Accelerometers [$m \cdot s^{-2}$]
x^b - std	+0.654720	+0.032287
x^b - mean	-0.027421	+0.002727
y^b - std	+0.489285	+0.026292
y^b - mean	+0.022830	-0.044952
z^b - std	+0.643715	+0.026659
z^b - mean	+0.308038	-9.921099

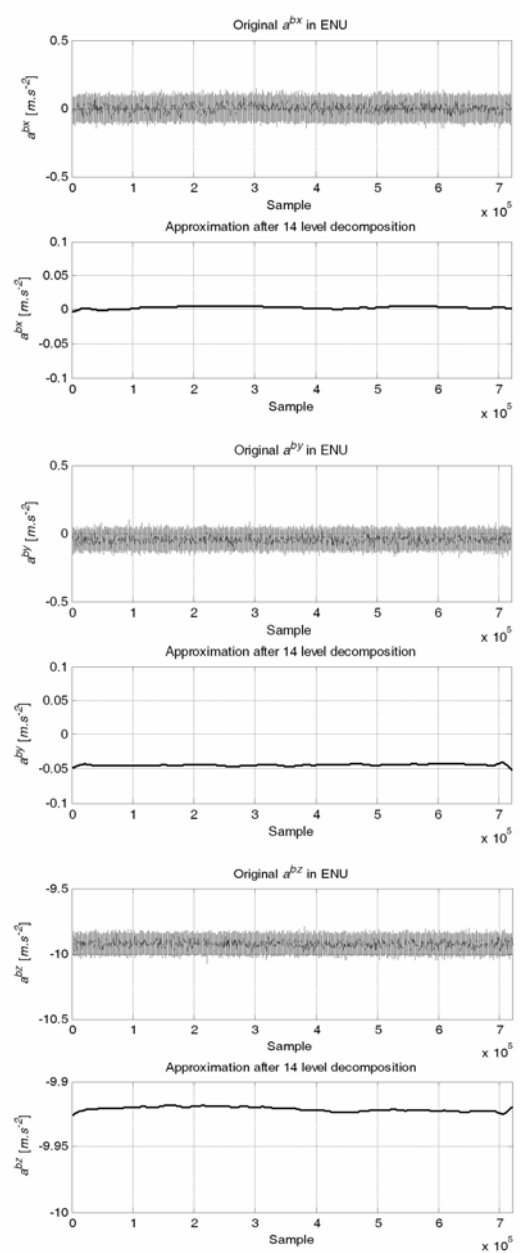


Fig. 4 Specific force measurements before and after wavelet de-noising.

Tables 3, 4, 5 and lists the standard deviation of the measurement noise of each inertial sensor for the original measurement, the corresponding details and approximation at 14th level of wavelet decomposition.

Table 3 Wavelet Analysis – Mean and STD of Details after 14th decomposition

Details 14 th level	Gyroscopes [$^{\circ} \cdot s^{-1}$]	Accelerometers [$m \cdot s^{-2}$]
x^b - std	+0.654221	+0.032241
x^b - mean	-0.000357	+0.000005
y^b - std	+0.487556	+0.026275
y^b - mean	+0.000155	+0.000037
z^b - std	+0.643368	+0.026613
z^b - mean	-0.000384	+0.000004

Table 4 Wavelet Analysis – Mean and STD of Approximation after 14th decomposition

Approx. after 14 th level	Gyroscopes [°·s ⁻¹]	Accelerometers [m·s ⁻²]
x^b - std	+0,026477	+0,001744
x^b - mean	-0,027064	+0,002722
y^b - std	+0,041322	+0,001205
y^b - mean	+0,022675	-0,044989
z^b - std	+0,020235	+0,001681
z^b - mean	+0,308422	-9,921103

Table 5 Wavelet Analysis - Maximum Error of the reconstructed signal after 14th decomposition

Max. error of analysis	Gyroscopes [°·s ⁻¹]	Accelerometers [m·s ⁻²]
x^b	1,8261·10 ⁻¹¹	1,0225·10 ⁻¹²
y^b	1,6550·10 ⁻¹¹	7,9645·10 ⁻¹³
z^b	1,9730·10 ⁻¹¹	9,5746·10 ⁻¹³

The data in table clearly indicates that significant reduction in the measurement noise was achieved.

4. CONCLUSION

For many signals, the low-frequency content is the most important part. Especially, it is significant for output signals from the accelerometers and gyroscopes, which are used for alignment process of the inertial navigation system. This is the reason why the inertial sensor measurements were de-noised. The results have determined that 14 levels of decomposition are enough to provide significant reduction of the inertial sensor high frequency noise components. Further decomposition may lead to cutting off some of the useful frequency components in the inertial sensors measurements. Experimental results clearly demonstrated the capability of the new approach to improve the signal noise ratio. The proposed technique is highly beneficial in providing fast and accurate alignment of inertial measurement units for several navigation applications [1].

References

- [1] EL-SHEIMY, N.; NASSAR, S.; NOURELDIN, A.: Wavelet De-Noising for IMU Alignment, IEEE A&E Systems Magazine, October 2004.
- [2] SLAVÍK, S. a kol.: Aerodynamika, konstrukce a systémy letounů, 10 stran, CERM s.r.o., Brno ISBN 80-7204-367-6.
- [3] SOTÁK, M.; SOPATA, M.; BRÉDA, R.; ROHÁČ, J.; VÁCI, L.: Integrácia navigačných systémov. monografia: 1. vyd., Košice, 2006, 344 s., ISBN 80-969619-9-3.
- [4] ADIS16354 Tri Axis Inertial Sensor - Datasheet, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADIS16354.pdf.
- [5] LABUN, J.; BEREŽNÝ, Š.; SOPATA, M.: Simulácia polohy pohybujúceho sa objektu u pasívnych sledovacích systémov. In: Rozvoj simulačných technológií v armáde Slovenskej republiky : Košice, 27. 9. 2001. Košice : VLA GMRŠ, 2001.
- [6] GAO, J.: Development of a Precise GPS/INS/On-Board Vehicle Sensors Integrated Vehicular Positioning System, PhD. Thesis, Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, Canada, 2007.
- [7] CIZMAR, J.: Modelling of Dynamic Features of the Vertical gyros, Cybernetic Letters – Informatics, Cybernetics and Robotics, 2006, ISSN 1802 – 3525.
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wavelet>
- [9] STRANG, G.; NGUYEN, T.: Wavelets and Filter Banks, Wellesly-Cambridge Press, 1997.
- [10] SOTÁK, M.; KRÁLÍK, V.; KMEC, F.: Cenovo dostupná inerciálna navigácia pre integrované navigačné systémy. In: AT&P Journal 6/2008, ročník XV., Vydavateľ HMN s.r.o., 2008, str. 72-74, ISSN 1335-2237.

Milos SOTAK, Capt., Ing., PhD.
The Armed Forces Academy
Demanova 393
031 01 Liptovsky Mikulas
Slovakia
E-mail: milos.sotak@gmail.com

Acknowledgments

This research is supported by project “Integrated navigation systems” No.: SPP-852_08-RO02_RU21-240.

INCREASED UNCERTAINTY OF PROJECT'S COSTS IN A SEQUENTIAL PROJECT

Štefan LYÓCSA

Abstract: What is the effect of increased uncertainty of project costs, on a project's value? In this paper, we will address this issue by modelling a sequential decision problem. By using a well known model, we will simulate an increase of uncertainty of project's costs and measure their impact on project's value. Two methodologies are used when calculating project's costs: a traditional net present value and a real options methodology. The latter will be analysed in more detail, because as was already shown in numerous papers, this methodology addresses the observed reality much more closely than other methodologies.

Keywords: uncertainty, real options.

1. INTRODUCTION

It is well known truth, that for calculating any investment's value, a discounting of future (expected) cash flow is needed. Around this fact, all concurrent methodologies of calculating investment value are based. One of the most analysed and used is net present value (NPV).

It is a very easy to use methodology, which simply discounts future cash flow by a defined interest rate and subtracts initial capital investments:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I \quad (1)$$

Where, CF_t are future cash flows where the index $t = 1, 2, \dots, T$ denotes time and I are initial investments. The methodology has two assumptions, which are often not understood, or not stressed when using this simple formula to calculate investment's value [1]:

- It assumes that either the investment is reversible, that is, it can somehow be undone and that expenditures (capital investments) recovered should market conditions turn out to be worse than anticipated.
- If the investment is not reversible, than it is a now or never proposition, that is, if the firm does not undertake the investment now ($NPV \leq 0$), it will not be able to in the future.

These two assumptions hold only for a very small portion of investment opportunities. In this paper, we assume that investment projects or internal business project may be regarded as investments. Further on, as it is usual, the decision maker has ability to postpone his investment decision. But this is not an important aspect in our paper. More important is a fact, that NPV methodology basically ignores, that decision makers (manager) have right to abandon the project during its implementation, if the market conditions, or other value drivers change to be worse than anticipated. This is often the case of project's costs, which tend to be higher than planned before starting a project.

In the second section of this paper, we will introduce Huchzermeier – Loch [2] model for valuing investments, with regard to our conditions (we will assume only to option in each stage of the project). In the third section, we will describe the simulation, where we will increase the variability of continuation costs and study their impact on projects value. Finally, we will shortly discuss the implications of this increase in uncertainty.

2. MODELLING THE DECISION PROBLEM

The two assumptions stated in previous section are challenged in the theoretical framework of real options theory. Basically the real options theory tries to calculate a managerial option value, i.e. the option to invest latter, or an option to abandon the project during its implementation, an option to change valid (critical) project parameters etc.

We have used a Huchzermeier – Loch [2] model, which we have slightly changed, by subtracting an option of improvement. The investment project is divided into T stages ($t = 1, 2, \dots, T$). At every stage a manager (decision maker) has a choice to continue with the project or to abandon the project. The continuation is only possible, if he pays continuation costs $c(t)$. If the decision maker decided to abandon the project, he will lose any chance to acquire future pay offs, which are granted only after the last stage of the project, i.e. T . This is very often the case of R&D projects long term investment projects or safety improvement project [3]. Let's assume that project's value is determined by a critical, one dimensional parameter i . For example, if we are selling goods and from a market and sensitivity analysis we acquired important information, that the profit is mostly determined by a market price (which is a random variable, with an expected value). The state of the project may be described by the level of expected critical parameter i and the stage of the project t , that is (i, t) . The expected i represents managers' expectations of where the project will end after the last stage of the project is completed. Expectations over the i are changing over time. It is

common to use a binomial approach to model the changes of parameter i of the stages. If we denote j the level of the parameter i in a next stage $t+1$, then we are able to write the transitional probabilities as follows:

$$P_{i,j} = \begin{cases} \frac{p}{N} & \text{if } j \in \left(t + \frac{1}{2}, \dots, t + \frac{N}{2}\right) \\ \frac{(1-p)}{N} & \text{if } j \in \left(t - \frac{1}{2}, \dots, t - \frac{N}{2}\right) \\ 0 & \text{in any other case} \end{cases} \quad (2)$$

Visually we have described this process using following figure 1. At the end of the last stage, as mentioned before, the string of cash flows is acquired according to the level of the critical parameter. This is often modeled according to a known distribution function. We will not describe this process in further detail (see [2]). When using real options framework, the future cash flows, or capital expenditures are discounted using risk free interest rate (with a corresponding time frame – for example, for a project spanning 10 years a 10 year treasury note's interest rate may be used). This is different in comparison to NPV, where risk factors are incorporated into discounting rate. Here, the risk factors are represented by transition probabilities. This decision problem may be now modelled as a stochastic dynamic program, with recursive solving methodology as follows:

$$V_i(t) = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} \text{abandon, } 0 \\ \text{continue, } -c(t) + \frac{\sum_{j=1}^N [p\pi_{i+\frac{1}{2}}(t+1) + (1-p)\pi_{i-\frac{1}{2}}(t+1)]}{N(1+r)} \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$V_i(T) = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} \text{abandon, } 0 \\ \text{continue, } -c(T) + \frac{\sum_{j=1}^N [p\pi_{i+\frac{1}{2}} + (1-p)\pi_{i-\frac{1}{2}}]}{N(1+r)} \end{array} \right\} \quad (4)$$

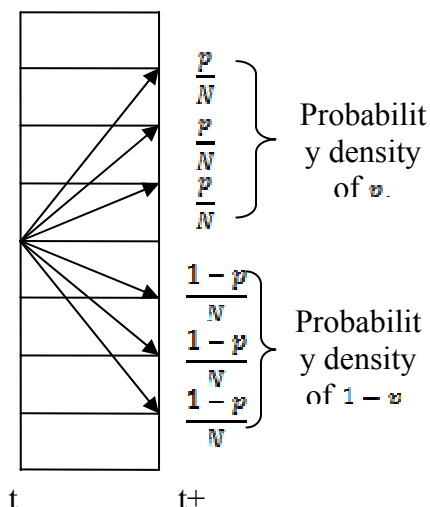


Fig. 1 Transition probabilities [2]

Where, π are representing payoffs, after finishing the project, after stage T , $V_i(t)$ value of the project at stage t . They depend on the level of critical parameter. For this purpose, we only mention, that the higher the achieved level of critical parameter, the higher will these payoffs be.

3. SIMULATIONS

We have run a simulation on a model from (3), (4), with following initial conditions:

1. $T = 6$ stages,
2. $N = 1$ critical parameter variability,
3. $r = 1.08$ risk free discount rate,
4. $p = 0.5$ neutral expectations,
5. $c(1) = 1, c(2) = 2, c(3) = 4, c(4) = 8, c(5) = 20, c(6) = 50$.

The simulation was conducted as follows:

1. A new value for $c(1)$ was calculated so, that the overall project's value was = 0. This new value of $c(1)$ had been regarded as an expected value of a normal distribution, which was used when simulation project costs.
2. Various levels of standard deviations were assumed for the simulation of project's costs for $c(1)$. Together, there were used six standard deviations when generating pseudorandom numbers of a normal distribution: 1, 2, 4, 6, 8, 10.
3. We have conducted 1000 iterations, so the same amount of data for every simulation was acquired.
4. The 1-3 steps were repeated for simulating every continuation costs of the project.

It is very important to note, that we have assumed, that there is no correlation between any pair of continuation costs, nor dependence. The results were evaluated independently of each simulation run, where a run is a string of simulations for every stage of the project.

4. DISCUSSION AND RESULTS

It is clear, that with higher variability of continuation costs, we assume that these costs are under higher uncertainty. This is a common understanding, when discussing uncertainty of economical parameters. Regardless of this issue, we are well aware of the fact, that there are at least two types of variability when it comes to the economical effects. First, when the variability (manifesting itself into the standard deviation) is due to the increase of costs, that is mostly not a desired variability – we may refer to it as a negative variability. Second, when the variability is due to the decrease of costs, that is mostly a desired variability – we may refer to it as a positive variability. Therefore, it is very

important, what kind of a distribution model is used, when simulating economical parameters, like costs. For the purpose of neutrality, we have used a perfectly symmetrical distribution – normal probability distribution, but other models may be justified as well, for example a lognormal distribution would be a fine choice too.

First of all, we have examined the value calculated by real options approach and by an *NPV* approach, which is basically the same, but without the abandon option in equations (3), (4). On the following figure 2, we arranged project values according to the standard deviation, and methodology, which was used. The first box-plot is representing project values (ROT – real options theory) when we have increased the uncertainty of continuation costs in the first stage. The second box plot represents the corresponding project value calculated by using the before mentioned *NPV* method. The first interesting issue is well known to

the academics. ROT has no negative value of < 0 , because when the conditions change, the decision maker will not continue with the project, that means, he will not spend any further money. Second issue concern the fact, that when the uncertainty of costs increases, projects uncertainty increases as well, which is seen not only graphically on box plots, but we have also recorded this result in a form of standard deviations corresponding to the various levels of costs uncertainty. Both conclusions are known and documented and we have observed this phenomenon when increasing the uncertainty of costs for every other stage of the project. The general conclusion is therefore, that the higher the uncertainty of costs, the higher is the underestimation of project's value by *NPV* methodology, or the higher is the value of managerial flexibility (which can be defined as: $ROT - NPV$).

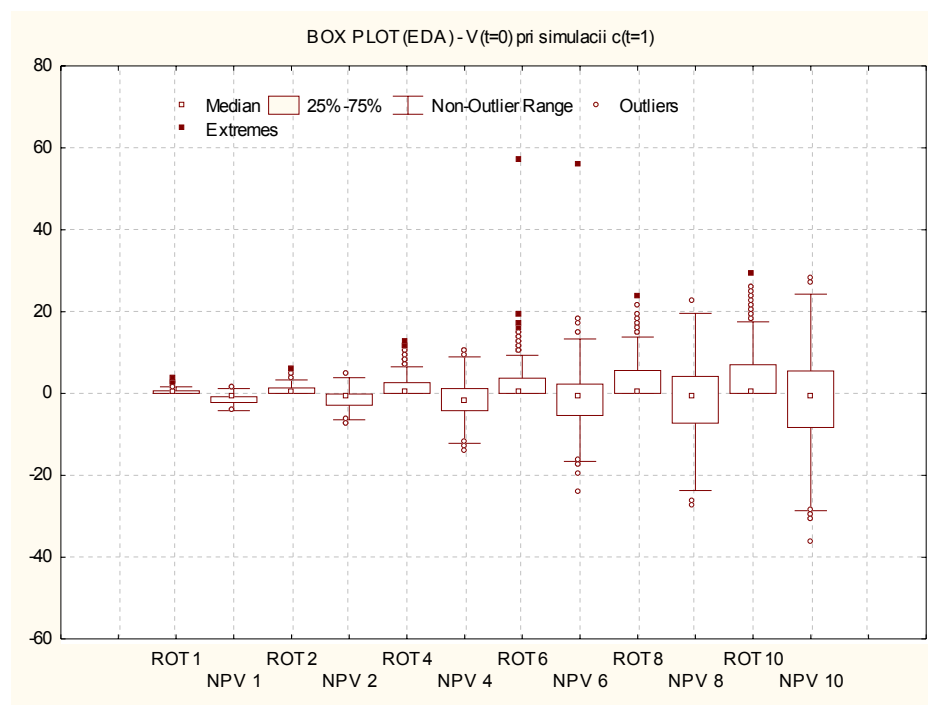


Fig. 2 Investment value, when increasing uncertainty of cost in stage 1

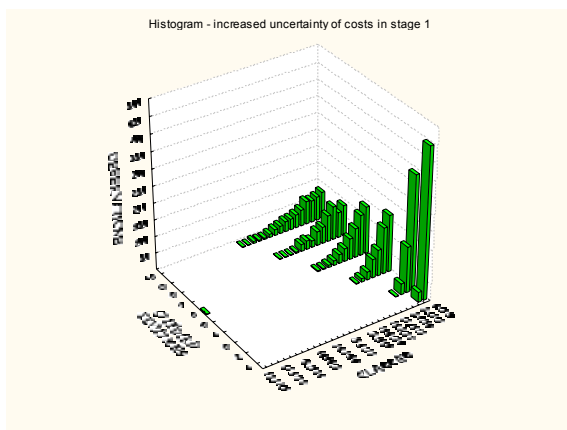


Fig. 3 Investment value (ROT) - histogram, without 0 values

Normal distribution.

Exponential distribution.

Lognormal distribution.

All simulation results (6 stages, 6 standard deviations) have proven not to follow one of these distributions. This was somehow surprising, because a lognormal distribution is regarded as the most appropriate distribution when it comes to model expected returns. One example of a result for the standard deviation of 10 of continuation costs for the first stage is in the figure 4.

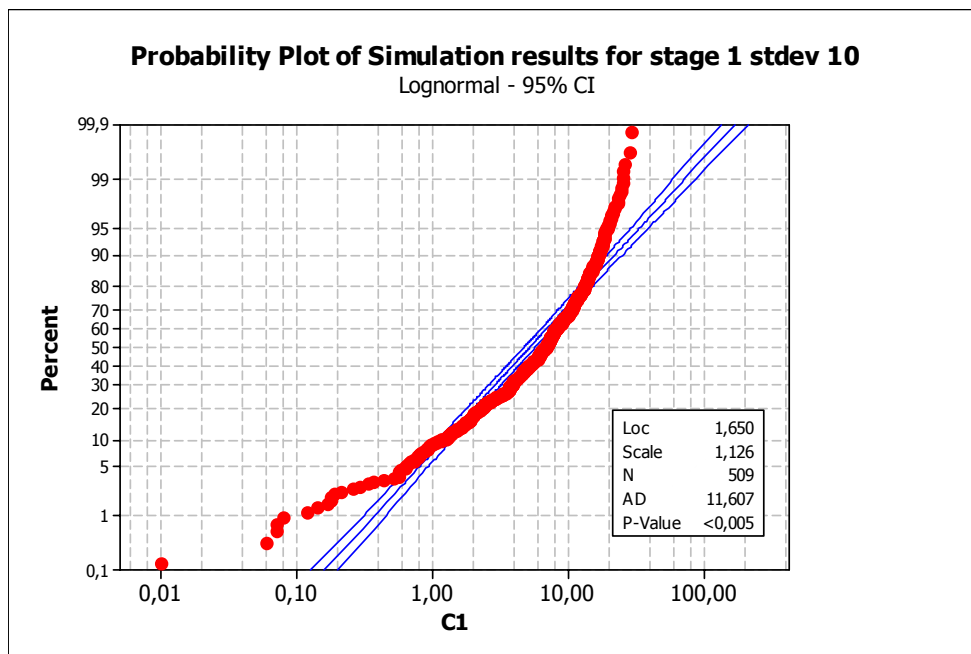


Fig. 4 Typical probability plot for project values

When the uncertainty of project's costs is high, as was specified in our model, where the expected value of a cost's probability distribution function was also the breakeven point, there are many cases where the investment value is equal 0. This contaminates the remaining data and it is difficult to find a suitable probability distribution, which could describe the behaviour of remaining investment values.

On the figure 3, we have subtracted all 0 values from simulations results. The distribution of project values was then tested on three probability distributions at $\alpha = 0.05$:

Finally, we may conclude, that with rising uncertainty of project costs, regardless of the stage, where this uncertainty occurs, a rise in uncertainty of project values is taking place, due to the increased skewness of project values. This was observed at

every stage. A new way of simulating is needed to prove some newly raised questions as whether is it better to have higher uncertainty of project costs in the first stages, or is it better for the later changes. This proved to be a scientific and methodological challenge, which will be addressed in a future, scientific work. When the weights of the edges are specified, as is in problems published in [7, 8], then a similar simulation may be used.

References

- [1] DIXIT, A. K., PINDYCK, R. S.: Investment Under Uncertainty. Princeton University Press 1994. ISBN 9780691034102.

- [2] HUCHZERMEIER, A., LOCH, CH.: 2001. Using the Real Options Approach to Evaluate Flexibility in R&D. *Management Science*. 2001. Vol. 47, Issue 1; p. 85 – 101. ISSN 1526-5501.
- [3] TKÁČ, M., ANDREJKOVIČ, M.: Projekty Six Sigma v oblasti zlepšovania bezpečnosti, *Podniková revue*, Košice: 12/2007, ISSN 13359746.
- [4] TKAC, M., LYÓCSA, S.: 2007. Managing Six Sigma – Actively. In: ENBIS 2007, Dortmund, [offline] Publikované 24.9.2007, [CDROM] 2007.
- [5] HAJDUOVÁ, Z.: Six sigma system implementation in metallurgy. In: *Transactions of the Universities of Košice: Research reports from the Universities of Košice. č. 1 (2007)*, s. 21 - 25. ISSN 1335-2334.
- [6] BEREŽNÝ, Š., LACKO, V.: Balanced problems on graphs with categorization of edges. In: *Discussiones Mathematicae Graph Theory*. vol. 23, (2003), p. 5-21. ISSN 1234-3099.
- [7] BEREŽNÝ, Š.: Further options of transport. In: *MOSATT 2007: Modern Safety Technologies in Transportation: Proceedings of the International Scientific Conference: 25th - 27th September 2007, Zlata Idka. Košice: Robert Breda, 2007.* s. 19 - 21. Internet:<www.mosatt.org> ISBN 978-80-969760-2-7.

Ing. Štefan LYÓCSA
Ekonomická univerzita
Podnikovohospodárska fakulta
Katedra matematiky a hospodárskej informatiky
Tajovského 13
041 30 Košice
Slovenská republika
E-mail: stefan.lyocsa@gmail.com

LOKALIZÁCIA V AD HOC SIEŤACH POMOCOU TECHNOLOGIE BLUETOOTH

BLUETOOTH BASED POSITIONING FOR AD HOC NETWORKS

Peter BRÍDA, Radovan MATUŠÍK, Ján DÚHA

Abstract: Mobile positioning will play very significant role in mobile services in near future. These services will be provided in global geographic environment, i.e. outdoor and also indoor environment. The major utilization of Global Navigation Satellite Systems is only in outdoor environment, because they are not able to work reliable in indoor environment. The alternative positioning systems have to be used in these specific conditions. The alternative positioning system for indoor environment is proposed in this paper. This solution is based on Bluetooth technology and ad hoc networks. This technology is implemented in most of mobile devices and also in printers, etc. That was our motivation to design mentioned Bluetooth localization system. Finally, the positioning system is based on basic proximity localization method and its modifications.

Keywords: positioning, indoor positioning, proximity localization method, Bluetooth, ad hoc network.

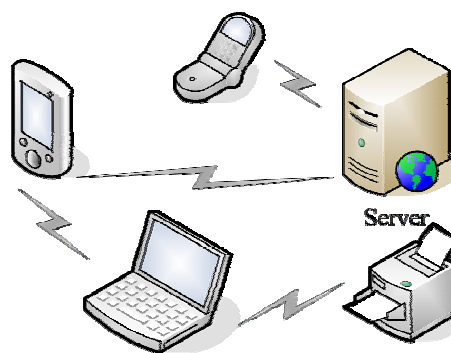
1. ÚVOD

Lokalizovať mobilné objekty v budovách je relatívne náročná úloha. V týchto priestoroch nie je možné použiť globálne navigačné družicové systémy (GNSS - Global Navigation Satellite System), ktoré sú vo všeobecnosti považované za najspoľahlivejšie a najpresnejšie lokalizačné riešenia. Použitie GNSS zlyháva na tom, že signály zo satelitov nedokážu prekonať prekážky akými sú železobetónové steny alebo aj okná. Preto je potrebné využiť alternatívne spôsoby lokalizácie. Medzi tieto spôsoby môžeme zahrnúť lokalizáciu pomocou bunkových alebo ad hoc sietí. V našom príspevku sa budeme venovať práve poslednej skupine. Konkrétne sa venujeme lokalizácii realizovanej na platforme bluetooth (BT), ktorá je ukážková ad hoc sieť. Ma široké aplikačné využitie, k čomu prispieva vysoká obľúba medzi používateľmi. V minulosti bolo navrhnutých viacero rôznych lokalizačných systémov, ktoré využívajú práve technológiu BT [1, 2, 3, 4]. Naše riešenie spočíva v návrhu vlastného lokalizačného systému, ktoré je založené na lokalizácii s asistenciou mobilnej stanice. To znamená, že mobilná stanica uskutoční potrebné merania, ich výsledky pošle do servera na spracovanie. Činnosť systému bola overená v špecifických podmienkach.

Testované riešenie predstavuje jednoduché a cenovo nenáročné riešenie vhodné na lokalizáciu vo vnútri budov.

2. BEZDRÔTOVÉ AD HOC SIETE

V bezdrôtových ad hoc sieťach je komunikácia medzi jednotlivými uzlami realizovaná pomocou rádiového kanála bez použitia pevnej infraštruktúry a centralizovaného riadenia. Ako typický príklad ad hoc siete si môžeme uviesť skupinu zariadení (notebookov, telefónov...), ktoré vzájomne komunikujú napr. prostredníctvom technológie BT. Na obr. 1 je uvedený príklad mobilnej ad hoc siete.



Obr. 1 Mobilná ad hoc sieť

Ak sú uzly medzi ktorými prebieha komunikácia v dosahu, táto komunikácia je realizovaná pomocou jedného skoku. V opačnom prípade, ak je medzi komunikujúcimi uzlami vzdialenosť ktorá neumožňuje jednoskokovú komunikáciu, je vzájomná komunikácia realizovaná pomocou viacerých skokov. Z toho vyplýva, že každý uzol v mobilnej bezdrôtovej ad hoc sieti zároveň plní v prípade potreby funkciu smerovača.

Ďalšou dôležitou vlastnosťou je špecifická infraštruktúra. Tieto siete nezávisia od vopred zavedenej infraštruktúry alebo centralizovaného riadenia. Každý uzol pracuje autonómne, spôsobom spojenia bod-bod. Uzol môže plniť funkciu koncového uzla alebo nezávislého tranzitného smerovača.

Pre topológiu takýchto sietí je charakteristická dynamika, čo je spôsobené pohybom jednotlivých zúčastnených uzlov, a teda komunikácia medzi jednotlivými uzlami sa neustále mení.

Mnohé uzly majú limitovanú kapacitu napájacieho zdroja a nemajú schopnosť generovať svoju vlastnú energiu. Táto vlastnosť má veľký vplyv na životnosť siete aj druhy služieb, ktoré poskytuje [5].

Bezdrôtová ad hoc sieť môže pracovať na báze niekoľkých štandardov, medzi ktoré patria viaceré IEEE štandardy. Je to napr. IEEE 802.11x, primárne

používaný na budovanie WLAN (Wireless Local Area Network) sietí. Ďalším príkladom je IEEE 802.15 Bluetooth. Obe technológie využívajú nelicencované ISM (Industry, Science and Medical) frekvenčné pásmo v oblasti 2,4 GHz.

2.1 Technológia Bluetooth

BT primárne slúži pre domáce a kancelárske aplikácie (napr. prepojenie tlačiarň, počítačov, mobilných telefónov, atď.). Cieľom technológie je náhrada kábového spoja rádiovým spojom. Rádiové vlny v spomínanom ISM pásme dokážu preniknúť cez väčšinu bežných prekážok, ako tehlovú stenu, drevené konštrukcie atď. V dnešnej dobe je BT najčastejšie využívaná vo verzii 1.2, ktorá je implementovaná v prevažnej väčšine moderných zariadení ako sú mobilné telefóny, komunikátory, PDA, notebooky, MP3 prehrávače a iné. Koncom roka 2004 bola špecifikovaná ďalšia verzia 2.0, ktorá je spätne kompatibilná s predchádzajúcimi verziami. Hlavnou zmenou bolo zavedenie technológie EDR (Enhanced Data Rate), zvýšenie maximálnej prenosovej rýchlosti a zníženie spotreby [6]. Očakávané zmeny vo verzii 2.1 sú hlavne: ďalšie zvýšenie prenosovej rýchlosti, možnosť získania viacerých údajov o zariadení na druhej strane spoja ešte pred potvrdením priameho spojenia, ďalšie zníženie spotreby, ktoré sa má údajne najviac prejaviť na BT klávesniciach a myšiach.

Dôležitá je kompatibilita. BT je jedna z mála technológií, ktorú výrobcovia spoločne vyvíjali a spoločne používajú. Z toho dôvodu sú všetky BT zariadenia od akéhokoľvek výrobcu kompatibilné.

Tab. 1 Výkonové triedy BT zariadení

Trieda	Vysielací výkon [mW]	Dosah [m]
Trieda 1	100	~100
Trieda 2	2,5	~10
Trieda 3	1	~1

Hodnoty vysielacieho výkonu definujú jednotlivé triedy a udávajú maximálny dosah pripojenia pri danej úrovni (tab. 1). Uvedené hodnoty dosahu sú iba teoretické, nakoľko ich môže ovplyvňovať množstvo faktorov.

3. LOKALIZÁCIA V AD HOC SIEŤACH

Lokalizácia v bezdrôtových ad hoc sieťach hrá významnú úlohu v súvislosti s vývojom nových smerovacích protokolov používajúcich informácie o známej polohe uzlov v sieti.

Vo všeobecnosti lokalizačný proces pozostáva z troch častí: identifikácie a výmeny dát, merania a zberu dát a výpočtov potrebných na určenie polohy [7]. Spúšťačom procesu je prichádzajúca požiadavka na určenie polohy. Požiadavka je generovaná aplikáciou (službou), ktorá potrebuje pre svoju činnosť poznať polohu danej mobilnej stanice. Na základe prijatej požiadavky lokalizačný systém zozbiera (zmeria) údaje potrebné na určenie polohy. Tieto údaje sú buď priamo alebo nepriamo použité výpočtovým algoritmom na určenie polohy.

Lokalizačné metódy je možné vo všeobecnosti rozdeliť do dvoch základných skupín, a to na základe toho, či daná metóda používa meranie vzdialenosti alebo nie. V prvom prípade sa tieto metódy v cudzojazyčnej literatúre označujú ako „range based“, v opačnom prípade hovoríme o „range free“ metódach. Nepriame určenie vzdialenosti nie je jednoduchá úloha. Väčšina lokalizačných metód používaných v bunkových sieťach je založená práve na určovaní vzdialenosti medzi vysielačom a prijímačom. V bezdrôtových ad hoc sieťach je meranie vzdialenosti náročná úloha. Nakoľko s realizáciou tohto merania sú spojené potrebné investície do zariadení, energetická náročnosť, malý dosah jednotlivých uzlov, odsúva to túto skupinu lokalizačných metód do ústrania, a to aj napriek tomu, že tento typ metód dosahuje presnejšie výsledky.

Z dôvodu prekonania problémov súvisiacich s meraním vzdialeností bolo navrhnutých mnoho metód nepoužívajúcich meranie vzdialenosti. Tieto metódy odhadujú polohu uzla buď pomocou susedných uzlov v dosahu alebo schopností jednotlivých uzlov. Metódy nepoužívajúce meranie vzdialenosti delíme podľa toho, či sa v sieti nachádzajú aj uzly so známou polohou („reference node based methods“), alebo takéto uzly v sieti nie sú („reference node free methods“).

3.1 Lokalizácia pomocou technológie Bluetooth

Základný predpoklad činnosti takéhoto lokalizačného systému je, aby lokalizované zariadenie bolo vybavené technológiou BT. To znamená, že pomocou tohto lokalizačného systému je možné lokalizovať akékoľvek zariadenie používajúce BT.

Návrh architektúry BT lokalizačného systému je znázornený na obr. 2 a pozostáva z troch komponentov:

- lokalizované BT zariadenie (LBTZ), t. j. zariadenie, ktoré nepozná svoju polohu,
- referenčné BT zariadenie (RBTZ), t. j. zariadenie, ktoré v procese lokalizácie pozná svoju polohu. Takýchto zariadení sa v tomto systéme nachádza viac. Toto zariadenie môže byť buď pevné alebo mobilné,

- lokalizačný server (LCS) - riadi lokalizačný proces. Na základe nameraných údajov vypočíta (odhadne) polohu lokalizovaného zariadenia.



Obr. 2 Architektúra BT lokalizačného systému

Jednou z možností ako využiť BT systém pre lokalizáciu, je použitie informácií, ktoré nie sú príliš citlivé na zmeny, ako je to napríklad v prípade úrovne prijímaného signálu (RSSI - Received Signal Strength Indication). V našom prípade sme sa zamerali na monitorovanie okolitých RBTZ z pohľadu konektivity, t.j. či sú zariadenie v dosahu alebo nie. Informácie o úrovni prijímaného signálu sú použité len ako doplnkové.

V rámci experimentov sme zvolili nasledovné lokalizačné metódy [8]:

- „proximity method - PM“,
- „centroid proximity method - CPM“ - „proximity“ s výpočtom ťažiska,
- „weighted proximity method - WPM“ - „proximity“ s výpočtom váhovaného ťažiska.

Metóda „proximity“ (PM) je základná lokalizačná metóda. Princíp tkvie v tom, že lokalizačný server na základe nameraných údajov o aktivnosti referenčných zariadení v dosahu lokalizovaného zariadenia a zmeraných hodnôt úrovne prijímaného signálu v LBTZ od týchto RBTZ zariadení vyberie zariadenie, ktoré je najbližšie k lokalizovanému zariadeniu.

Dve BT zariadenia sú v dosahu, ak dokážu nadviazať spojenie. Najbližšie referenčné zariadenie je to, od ktorého má LBTZ najvyššiu hodnotu RSSI.

Finálny odhad polohy lokalizovaného zariadenia je urobený na základe najbližšieho referenčného zariadenia, t.j. súradnice polohy najbližšieho referenčného zariadenia sú priamo pridelené lokalizovanému zariadeniu

$$[x_{LBTZ}; y_{LBTZ}] = [x_{RBTZ}; y_{RBTZ}], \quad (1)$$

kde $[x_{LBTZ}; y_{LBTZ}]$ sú súradnice finálneho odhadu lokalizovaného BT zariadenia a $[x_{RBTZ}; y_{RBTZ}]$ sú súradnice najbližšieho referenčného BT zariadenia.

Lokalizačnú presnosť tejto metódy ovplyvňujú dva základné faktory: rozmiestnenie a hustota referenčných zariadení a tiež presnosť merania RSSI, ktorá vplyva na výber najbližšieho RBTZ. Detailnejšie informácie sú uvedené medzi výsledkami.

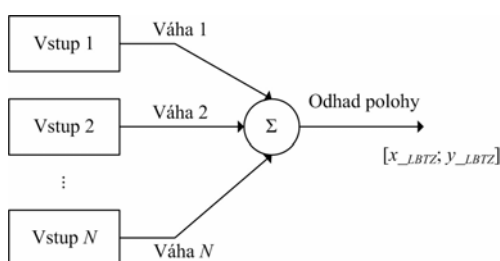
Presnosť metódy by sa mohla zvýšiť na základe výsledkov uvedených v [8], napr. použitím väčšieho počtu referenčných zariadení pri odhade polohy.

Metóda používajúca na odhad polohy viac LBTZ sa nazýva „proximity“ s výpočtom ťažiska (CPM). Jej princíp spočíva v tom, že zo súradníc N najbližších referenčných zariadení sa vypočíta ich priemerná hodnota podľa nasledujúceho vzťahu

$$[x_{LBTZ}; y_{LBTZ}] = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i; \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \right], \quad (2)$$

kde $[x_i; y_i]$ sú súradnice použitých RBTZ a N je počet RBTZ použitých na odhad polohy. V našom prípade $N=3$. Poradie RBTZ je vyhodnotené opäť na základe meraní RSSI. Túto metódu je vhodné použiť najmä v oblastiach s nie príliš veľkou hustotou referenčných zariadení. Nevýhodou metódy môže byť nepravidelné rozmiestnenie RBTZ zariadení, ktoré by mohlo viesť k nepresnému odhadu polohy. Táto skutočnosť môže byť eliminovaná váhovaním príspevkov jednotlivých referenčných zariadení.

Posledná metóda, ktorú sme implementovali do BT lokalizačného systému, je práve založená na použití váhovania pri výpočte priemerných súradníc tzv. ťažiska. V ďalších častiach ju budeme označovať WPM. Princíp činnosti je znázornený na nasledujúcom obrázku.



Obr. 3 Princíp činnosti metódy „proximity“ s výpočtom váhovaného ťažiska - WPM

Na úvod procesu sa opäť vytvorí poradie jednotlivých RBTZ na základe nameranej RSSI. Podľa zostaveného poradia sa jednotlivým RBTZ priradí váha pri výpočte odhadu polohy. Bližšie RBTZ má vyššiu váhu ako vzdialenejšie a výsledný odhad polohy je realizovaný podľa nasledujúceho vzťahu

$$[x_{LBTZ}; y_{LBTZ}] = \left[\sum_{i=1}^N x_i \cdot w_i \cdot \left(\sum_{i=1}^N w_i \right)^{-1}; \sum_{i=1}^N y_i \cdot w_i \cdot \left(\sum_{i=1}^N w_i \right)^{-1} \right] \quad (3)$$

kde $[x_i; y_i]$ sú súradnice použitých RBTZ a $[w_i]^T$ $i=1,2,\dots,N$ sú vstupné váhy. V našom prípade $N=3$. Hodnotu váhovacieho vektora sme zvolili na základe [8] nasledovne $[w_i]^T = [6; 3; 1]^T$. Takýmto spôsobom by sa mal odstrániť vplyv nevhodného

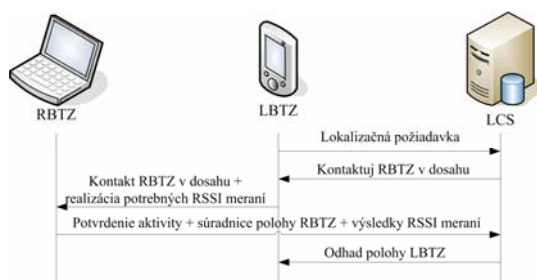
rozmiestnenia RBTZ na lokalizačnú presnosť a použitie systému sa rozšíri aj na nehomogénne siete.

Výkonnosť lokalizačných metód sme hodnotili pomocou strednej kvadratickej chyby RMSE [m], ktorú je možno vypočítať pomocou nasledujúceho vzťahu

$$RMSE = \sqrt{(x_r - x_{LBTZ})^2 + (y_r - y_{LBTZ})^2} \quad (4)$$

kde $[x_r; y_r]$ sú súradnice reálnej (presnej) polohy a $[x_{LBTZ}; y_{LBTZ}]$ sú odhadované súradnice lokalizovaného BT zariadenia.

Na nasledujúcom obrázku je znázornený všeobecný proces lokalizácie BT zariadenia. V prípade, ak sa chce LBTZ lokalizovať, vyšle lokalizačnú požiadavku do lokalizačného servera, a to buď prostredníctvom RBTZ, ktoré má v dosahu, alebo prostredníctvom priameho spojenia s LCS. Odpoveďou LCS na prijatú lokalizačnú požiadavku je vygenerovanie požiadavky zo strany LCS. Táto požiadavka je naopak adresovaná LBTZ. Cieľom požiadavky je zistiť zoznam všetkých RBTZ zariadení v dosahu a zmerať úrovne prijímaných signálov od okolitých RBTZ, ktoré má dané LBTZ v dosahu. Dáta sú zmerané v LBTZ a následne sú poslané do LCS na spracovanie. Spracovaním zmeraných dát pomocou lokalizačných metód sa odhadne poloha LBTZ. Táto informácia je doručená do LBTZ.



Obr. 4 Lokalizačný proces

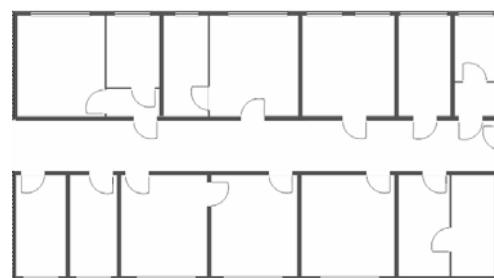
Navrhnutý BT lokalizačný systém v pracuje s tromi lokalizačnými metódami z dôvodu overenia činnosti a výberu najvhodnejšej metódy pre budúcu implementáciu. V budúcnosti systém nebude pracovať so všetkými metódami, ale len s najvhodnejšou metódou.

4. TESTOVACIE PROSTREDIE

Testovacie experimenty boli realizované vo vnútri budovy, konkrétne na Katedre telekomunikácií a multimédií, Elektrotechnickej fakulty Žilinskej univerzity. Zvolené prostredie dostatočne vystihuje reálne podmienky, v ktorých by

sa mohol takýto lokalizačný systém používať (pozri obr. 5).

Rozmiestnenie referenčných zariadení BT nie je znázornené na obrázku, ale dôležité je poznamenať, že RBTZ boli rozmiestnené v miestnostiach. Vzájomná vzdialenosť medzi RBTZ nebola väčšia ako 4 m. Vo väčšine prípadov pripadalo na každú miestnosť jedno zariadenie. Na chodbu sme RBTZ neumiestnili, pretože chodba by pracovala ako vlnovod a podmienky šírenia by sa absolútne líšili od podmienok šírenia v prípade RBTZ umiestnených v miestnostiach.



Obr. 5 Testovacie prostredie

Počas všetkých experimentov bol vždy použitý rovnaký počet RBTZ. Jednotlivé RBTZ boli počas každého experimentu statické, t.j. nemenili svoju polohu, ale pri každom experimente sa menila konfigurácia ich rozmiestnenia. Merania boli realizované pri piatich rôznych konfiguráciách rozmiestnenia RBTZ (A - E). Jednotlivé konfigurácie sa od seba líšili tým, že bola zmenená poloha RBTZ v rámci miestností. Podmienka maximálnej vzdialenosti (4 m) medzi RBTZ bola dodržaná. Pre každú konfiguráciu sme realizovali 100 nezávislých meraní v rôznych častiach testovacieho prostredia. Výsledkom každého merania bola lokalizácia LBTZ podľa každej metódy a následne výpočet lokalizačnej chyby RMSE. Namerané hodnoty boli následne štatisticky spracované.

Dôležité je poznamenať, že meranie na každej pozícii trvalo 10 sekúnd. V rámci tohto časového úseku boli zmerané údaje pre všetky metódy. V rámci merania RSSI bolo zmeraných viacero okamžitých hodnôt RSSI pre konkrétne zariadenie. Z týchto hodnôt bola vypočítaná priemerná hodnota RSSI, ktorá bola ďalej používaná. Týmto spôsobom sme limitovali vplyv odrazov na presnosť merania.

V nasledujúcej kapitole sú uvedené dosiahnuté výsledky.

5. DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Ako bolo vyššie spomenuté, lokalizačný systém používa informácie o úrovni prijímaného signálu ako doplnkové informácie, preto sme na úvod

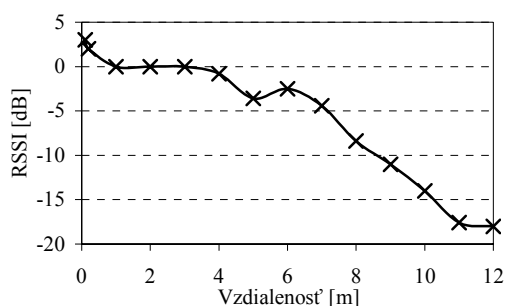
monitorovali zmeny RSSI v závislosti na vzdialenosti medzi dvomi zariadeniami BT (vysielačom a prijímačom).

Na obr. 6 je znázornená závislosť úrovne prijímaného signálu na vzdialenosti. Uvedené hodnoty RSSI sú sprimerované zo 100 nezávislých meraní realizovaných pri tých istých podmienkach,

pretože hodnoty RSSI značne kolísali [9]. Úroveň bola stabilná iba vo vzdialenosti od cca. 1 do 3 m, čo je spôsobené samotným princíp činnosti BT. V tomto prípade sa jedná o riadenie vysielacieho výkonu [6]. Riadenie výkonu je v našom prípade skôr nevýhodou, pretože môže viesť k nepresným informáciám.

Tab. 2 RMSE v závislosti na konfigurácii rozmiestnenia RBTZ

Konfigurácia rozmiestnenia RBTZ	„Proximity“ PM		„Centroid Proximity“ CPM		„Weighted Proximity“ WPM	
	RMSE[m]					
	μ [m]	σ [m]	μ [m]	σ [m]	μ [m]	σ [m]
A	3,1	1,5	2,4	1,1	1,7	1,2
B	3,6	1,7	2,0	1,3	1,6	1,0
C	3,2	1,7	2,5	1,4	1,9	1,5
D	2,9	1,6	1,9	1,2	1,5	1,4
E	3,7	1,8	2,5	1,6	1,7	1,6
Priemerná RMSE	3,3	1,66	2,26	1,32	1,68	1,34



Obr. 6 Úroveň prijímaného výkonu v závislosti na vzdialenosti medzi dvoma BT uzlami

Z uvedených výsledkov vyplýva, že nie je vhodné použiť RSSI ako hlavný parameter na určenie polohy z dôvodu veľkého rozptylu hodnôt. Rovnako použitie týchto informácií ako doplnkových je diskutabilné, ale v tomto prípade sa javí ako vhodný doplnok.

Ďalšie experimenty boli venované priamo testovaniu presnosti BT lokalizačného systému. Získané výsledky sú uvedené v

tab. 2. Parameter μ [m] je priemerná hodnota RMSE vypočítaná zo 100 nezávislých meraní a parameter σ [m] je štandardná odchýlka.

Najmenej presné výsledky boli dosiahnuté pomocou základnej „proximity“ metódy, priemerná lokalizačná chyba sa pohybovala medzi hodnotami 2,9 ÷ 3,7 m. V prípade CPM boli dosiahnuté presnejšie výsledky, ako pri použití základnej metódy. Priemerná lokalizačná chyba sa pohybovala v intervale 1,9 ÷ 2,5 m. Najpresnejšie výsledky boli

dosiahnuté pomocou „najsofistikovanejšieho“ skúmaného riešenia, t. j. pomocou metódy WP. Dosiahnutá lokalizačná chyba bola v intervale 1,5 ÷ 1,9 m. Na základe dosiahnutých výsledkov je možné tvrdiť, že rozmiestnenie referenčných zariadení má vplyv na lokalizačnú presnosť, ale omnoho väčší vplyv má použitá lokalizačná metóda.

Získané výsledky potvrdili predpoklady, že použitie viacerých referenčných zariadení BT pre lokalizáciu zvýši dosahovanú lokalizačnú presnosť. Rovnako sa potvrdili predpoklady aj v prípade váhovania príspevkov od jednotlivých RBTZ použitých pre výpočet polohy.

6. ZÁVER

V príspevku bola navrhnutá architektúra jednoduchého a relatívne presného lokalizačného systému používajúceho technológiu Bluetooth na lokalizáciu. Lokalizačné riešenie je centralizované, t. j. LCS riadi celý proces. Zároveň je dôležité poznamenať, že sa jedná o lokalizáciu s asistenciou lokalizovaného zariadenia. Potrebné údaje sú síce namerané v lokalizovanom zariadení, ale následne sú poslané do lokalizačného servera, kde je z týchto dát vypočítaná poloha zariadenia.

Základná metóda síce dosiahla najmenšiu presnosť, ale na druhej strane má najmenšie nároky na použitý hardvér a ďalšie spracovanie. Z toho vyplýva, že pri výbere najvhodnejšej metódy je potrebné zvážiť dôležitý faktor, ktorým je lokalizačná presnosť, požadovaná danou lokalizačnou službou.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] KEISER, O., SOMMER, P.: BlueLocation II - A Localization infrastructure for Bluetooth Enabled Mobile Devices, Zurich, January 9, 2006.
- [2] KENNETH C. CHEUNG a kol.: An Inexpensive Bluetooth-Based Indoor Positioning Hack, Massachusetts Institute of Technology.
- [3] THAPA, K., CASE, S.: An Indoor Positioning Service for Bluetooth Ad Hoc Networks, Department of Computer & Information Sciences, Minnesota State University, Mankato.
- [4] HALLBERG, J. NILSSON, M. SYNNE, K.: Positioning with Bluetooth, In proc. of 10th International Conference: Telecommunications, 2003. Vol.: 2, pp. 954- 958, 23 Feb.-1 March 2003, ISBN: 0-7803-7661-7.
- [5] BASAGNI, S., CONTI, M., GIORDANO, S., STOJMENOVIC, I.: Mobile Ad Hoc Networking. New Jersey: IEEE Press, 2004. ISBN 0-471-37313-3.
- [6] Oficiálna web stránka Bluetooth, dostupné na internete: <http://www.bluetooth.com> [cit.20.8.2008]
- [7] MOHAMMAD ILYAS, IMAD MAHGOUB: Handbook of sensor networks: compact wireless and wired sensing systems, CRC Press, 672 pages, ISBN 0-8493-1968-4, (2004)
- [8] BRÍDA, P., DÚHA, J., KRASNOVSKÝ, M. „On the Accuracy of Weighted Proximity Based Localization in Wireless Sensor Networks” in IFIP International Federation for Information Processing, Volume 245, Personal Wireless Communications, eds. Simak, B., Bestak, R., Kozłowska, E., (Boston: Springer), pp. 423-432.
- [9] MATUŠÍK, R. Určovanie polohy mobilných staníc vo vnútri budov. Diplomová práca, Katedra telekomunikácií a multimédií, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita, 2008.

Ing. Peter BRÍDA, PhD.
Ing. Radovan MATUŠÍK
doc. Ing. Ján DÚHA, PhD.
Elektrotechnická fakulta
Katedra telekomunikácií a multimédií
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 1
010 26 Žilina
Slovenská republika
E-mail: brida@fel.uniza.sk

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za podpory projektu vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky VEGA 1/4065/07 a inštitucionálneho grantu 28/103150 Elektrotechnickej fakulty, Žilinskej univerzity v Žiline.

Summary: The positioning system based on Bluetooth technology for indoor environment has been proposed in this paper. Basic proximity localization method and its two modifications were implemented to the positioning system. The system capability has been verified in real indoor environment. The best positioning results have been obtained by means of weighted proximity method. The positioning error was 1,68 m in this case.

HOW TO COPE WITH TERRORISM: CALL FOR CHANGES

Pavel NEČAS

Abstract: After 9/11, global terrorism has become one of the major topics of today's political agenda. Reaction to global terrorism led to the US "War on terror" and various actions across the world that rarely seem to be coordinated or even on the same page. No issue has more pointedly divided the West in 21st century war than the perception of terrorism.^[1] As we will see, the global nature of terrorism provides unique challenges to states, organisations and individuals.

The current approach dealing with global terrorism does not appear to be sufficiently effective. Existing and developing threats require different approaches to counter the spread and impact of terrorism, which poses the question: Is a Change Needed in the Approach to "Fighting" Terrorism?

Keywords: terrorism, approach to cope, different instruments of power, comprehensive approach, international cooperation, communication lines, identification of the roots, International Organizations, effect based approach to operations, complementarity, effective impact.

Introduction

There is an old saying that "actions speak louder than words," and actions are the emphasis of this article. A variety of measures are needed to effectively deal with global terrorism in a comprehensive manner. We will propose eight distinct actions in the following areas: international cooperation, developing a common picture, diplomatic measures, law enforcement and justice, communications and the roots of terrorism.

Nations define terrorism differently and have different ways of responding to it: different cultural values, different legal standards and different approaches to human rights. We may never fully agree on who is a terrorist, or how to fight them, but we cannot deal with global terrorism unless we cooperate.

Proposed Actions: International Cooperation

The development of better instruments for global counter-terrorism cooperation, within a legal framework respectful of civil liberties and human rights, is an essential component of an inclusive response to terrorism. No nation, no matter how powerful, can make itself invulnerable to today's threats by its efforts alone. "National defence and response capabilities are critical to counter terrorism but they cannot be enough."^[2] Every nation requires the cooperation of other nations to make itself secure.

Proposal #1: The main International Organizations (IOs) with the common willingness and capacity to combat terrorism are NATO and the EU. The challenge is to increase cooperation between them while avoiding excessive overlap. NATO and the EU have tried to go as far as possible within their field of competencies in the fight against terrorism. NATO, for example, is developing civil emergency planning capacities, and intelligence sharing. At the same time, the involvement of the

EU (ESDP, actions against WMD, intelligence, etc.) should increase in the coming years. Both military and civilian actions are essential to tackle the complex and vital issue of terrorism. But, as both organizations enhance their measures, the chance of overlapping or duplication increases if a better coordination is not conducted. Thus, the development of better information exchange and coordination, on a more permanent and comprehensive basis, must be pursued at all levels of NATO and the EU.

Proposed Actions: Common Picture

Proposal #2: To effectively counter terrorist groups, we must all share the same vision of the enemy, and the picture must be a sharp. More than 2500 years ago, Sun Tzu stated, "If you know the enemy and know yourself, you need not fear the results of 100 battles."^[3] Today it is more valid than ever. Looking at it from an opposite view, it translates that if you cannot properly define your enemy, your actions will be less effective. We cannot afford this in dealing with terrorism. Better defining of, and common agreement on, terrorist organizations and the use of these definitions and insights will allow a more effective approach to the phenomenon.

When we act against terrorism as an enemy, the definition is not intended just to reach "academic" or "multinational consensus," or to encompass the entire terrorist phenomenon. The meaning of "defining" in Sun Tzu's statement refers to identifying the main features of the opponent, deeply explored and exploited in order to come up with the main weak points. These are then transformed into action lines, and an acting strategy. For example, from the Al-Qaeda definition relevant words which might be better used when establishing the approaching strategy to counter it are "a radical Sunni Muslim organization," the "creation of a new Islamic caliphate." "A radical Sunni Muslim

organization” means that it is not, and should not be, specific for all of Islam. The relation between ideology and religious purposes of the terrorist acts carried out by Al-Qaeda perpetrators is also important. We must understand and underline that the Al-Qaeda theory is based on an ideology, and not on the Islam religion. Using religious words and issuing fatwa’s to justify killings Americans, but also Muslims innocents, does not transform either bin Laden or Al-Zawahiri into a religious leader. Neither one possess the traditional Islamic scholarly qualification to issue a fatwa of any kind.^[4] Al-Qaeda’s approach as an ideology will stray from its religious base, causing a loss of support and connection with the common Muslims, followed by a lack of safe havens and recruits, as is happening in Iraq of late.

Proposed Actions: Diplomatic

To effect actions, nations and organizations must use their political means to set and distribute policies and goals. This is necessary both internally and external to the organization. Deterrence is one diplomatic tool that is based on communicating policies.

Proposal #3: Nations must examine the possibility to deter terrorist attack with WMD. Deterrence seems irrelevant against individuals or organizations wanting to inflict the maximum of casualties, and able to use suicide tactics. But, at the same time the access to WMD should require the direct support of a state. Thus, the way to prevent this support should be pursued by developing the technology to find the source of any attack, as well as better international cooperation and intelligence sharing. If properly communicated and credible, this policy could greatly complicate the access and use of any WMD by terrorists.^[5]

Proposal #4: Other diplomatic efforts should be increased among moderate nations and religious organizations as well. The message of moderate religious leaders must be widely disseminated. Several of these leaders purport in “Islamic Statements against Terrorism” that all Muslims should be united against all those who terrorize innocents, and who permit the killing of non-combatants. Islam has declared the spilling of blood and the destruction of property as absolute prohibitions. It is necessary to apprehend the true perpetrators of these crimes, as well as those who aid them through incitement, financing or other support. They must be brought to justice in a court of law and punished appropriately. It is the duty of all Muslims to participate in this effort with all possible means.

Proposed Actions: Law Enforcement/Justice

Proposal #5: We must also consider the cooperation between regional and IOs as well as the integration and cooperation of the various law enforcement and criminal justice agencies. Just as global terrorist acts do not respect state borders, counter terrorism measure must be legitimate and able to answer globally. Actual investigation and operations against terrorism are currently state tasks, and existing IOs, like Interpol or Europol, are limited to organizing cooperation and information sharing between members. They are not internationally legitimate, nor do they have capabilities to act against terrorist groups.

Interpol, an IO with more than 500 employees, has already started to build a network to support state activities against terrorism. Interpol’s “Fusion Task Force” collects, stores, analyses and exchanges information, coordinates the circulation of terrorism alerts and warnings, and assembles reports on other crimes that may be linked to terrorism. These include suspicious financial transactions, weapons trafficking, money laundering and seizure of nuclear, biological or chemical material. It also provides assistance to member countries in case of terrorist attacks.

Interpol has wide experience in the fight against crime and terrorism, and is able to concentrate capabilities and knowledge to build a multinational terrorism task force. The first step in creating a “Task Force” is to provide legitimacy under international law to fight terrorism, in cooperation with state institutions, across national borders. The UN must do this action, as it is the main grantor of international legitimacy. The next step is to support Interpol in building its investigative and operational capabilities.

Building such a Task Force will also strengthen state capabilities, because they are able to use an IO with experience and acceptance. Cross-border operations will be legitimate by international law under the UN Charter. States are then able to accept and support cross-border operations on their own territory, because these operations are in accordance with international law. This will fortify the struggle against terrorism.

Proposed Actions: Communications

Communications inside networks are a precondition of the efficient functioning of an organization. Though it is possible that single cells do not communicate with each other and attack randomly, the best results are achieved if there is coordination on targets and in time (principles of war: objective and mass). There is a need to use

technology mainly for data exchange, especially the exchanging of ideology, training programs and information about the enemy. Communication can be provided via networks or point-to-point, and the means are characterized by transmitting via radios or using physical means like wire or glass fiber. Commercial techniques will probably be used to encrypt transmissions, because the development of individual encryption systems is complicated and costly requiring much expertise.

The use of the Internet is booming, and today more than 1.2 billion users are active.^[6] In 2003, more than 60 states tried to obtain or deny information on the World Wide Web through active or passive measures. The success is not evident, but it is probable that nations have the resources and technological capabilities to intervene if it is in their interests. As a consequence of the 9/11 attacks, the US administration planned to install a broad monitoring of the Internet and, potentially, surveillance of its users.

Proposal #6: Since the Internet is characterized by immense data flow and complex assessments of the relations between users, the analysis of communications using other methods is also necessary. It is technically possible that potential actors can monitor the transmission of data. A major problem is to analyze the data in a way to get timely and accurate results.^[7] To achieve this target, more than hardware and software are necessary; there will always be the need for human intelligence to evaluate the “rest” the data and to provide a “second check”. This huge task can only be achieved if there is cooperation between states on the basis of trust and task sharing. NATO should provide such an organizational framework because of its expertise and capacity to accomplish these tasks with confidence.

Proposal #7: Communication is also needed to reduce the effect of terror. The first aim of the terrorist is to create an indirect impact. Statistically it is not a major threat, as the chance of dying in a terrorist attack is extremely low, nowhere close to the chance of being killed in a car accident. The “real cost” of terrorism is far lower than the fear and consequent reactions it inspires. The situation is not so bad, with just a few major attacks in Western countries compared to what could be; this is no “major threat.”

Nations should focus on the “most important effect” of terrorism, psychological strain, by reducing fear and anxiety as much as possible. They should avoid excessive warnings and overreactions. The most common reaction to terrorism by media and politicians is the stoking of fear and the encouragement of overreaction. As the creation of insecurity, fear and anxiety is central for terrorists, one way to “disarm” them is to not become terrified,

to not overreact and to develop a policy of positive communication.^[8]

Proposed Actions: Roots of Terrorism

Proposal #8: Some pundits proclaim that we make more terrorists with military action than originally existed. To address this concern, we must develop concepts and doctrine to minimize collateral damage (CD) and civilian casualties.

NATO should codify a CD reduction procedure and doctrine. It is a complicated and sensitive issue, since it is very difficult to fight terrorists who hide themselves among the civilians. However, each time NATO forces inflict unexpected civilian casualties it undermines the support of the local population and strengthens the roots of terrorism. As a result, tactical success can lead to an operational defeat, as in several Afghanistan examples. Each nation must try to take CD into account in its rules of engagement. NATO should contribute with the sharing of best practices and the adoption of common procedures in order to reduce and manage these events. Examples are development of rules of engagement especially for air support and an aggressive communication policy for CD events in order to limit the reasons for anyone to become a new terrorist.^[9]

Without clear action in the future, terrorism will continue to have a significant impact on our societies. We recommend swift action by nations and IOs in the areas of international cooperation, developing a common picture, strengthening diplomatic measures, law enforcement and justice, communications, and the cutting of the roots of terrorism. Together, with these wide-ranging efforts we can effect a substantial reduction in the effectiveness of terrorists and their organizations against world civilization.

Conclusions

As we examined in this article, the global nature of terrorism today provides many unique challenges to states, organisations and individuals. A comprehensive look at the baseline information of terrorism, the current situation, and current actions by International Organizations and states against terrorism showed that the current approach to dealing with global terrorism is not sufficiently effective. We must conclude that a change is needed in the approach to fighting global terrorism. Existing and developing threats require a new “set of tools for the toolbox” and a greater degree of international cooperation.

We proposed a comprehensive and complementary set of approaches including international cooperation, building a common picture of terrorism, diplomatic, law enforcement and justice areas, communication efforts, and

methods to deal with the roots of terrorism. It is not a “war on terror,” but an unrelenting struggle to reduce fear within the population. We cannot eradicate terrorism, but we can do our utmost to limit its negative effects. This can be best achieved by increasing international cooperation and undertaking the proposed comprehensive measures.

Without clear action in the future, terrorism will continue to have a significant impact on our societies. We recommend swift and robust action by nations and IOs in the identified areas in order to “take the terror out of terrorism.”

References

- [1] GREER, S.: NATO and 21st Century War. Rome NATO Defense College Occasional Paper, October 2007, p. 39.
- [2] CORDESMAN, A.: The Lessons of International Co-operation in Counter-Terrorism, *Rusi Journal*, February 2006, p. 48
- [3] Sun Tzu, *The Art of War*, p. 15.
- [4] BENJAMIN, D., STEVEN, S.: *The Warrior Prince, The Age of Sacred Terror*, Random House, 2002, p.117.
- [5] MELSE, F.: Deterring terrorists from using WMD“. *Defense and Security Analysis*, 2004, Vol. N 4, December, p. 337-342
- [6] <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [7] ADAMČÍK, F. KELEMEN, M.: „Entity condition change of an asymmetrical opponent.“, *Obrana a strategie. Teoretický časopis Univerzity obrany Brno*. č. 1/2006, ISSN 1214-6463. Available on-line on: http://www.army.cz/mo/obrana_a_strategie/1-2006cz/
- [8] MUELLER, J.: “Is there still a terrorist threat ? The myth of the omnipresent enemy”, *Foreign Affairs*, September / October 2006, vol 85, n°5.
- [9] OLEJNÍK, F., NEČAS, P.: *Wanted More Security: Towards a Better World*, Technical University Press, Kosice, 2007.

Col. (GS) Ass. Prof. Eng. Pavel NECAS, PhD.
Vice-rector for Science
The Armed Forces Academy of general M. R. Štefánik
Demänová 393
Liptovský Mikulas
Slovak republic
E-mail: pavel.necas@aos.sk

METÓDY LOKÁLNEHO PRAHOVANIA

LOCAL THRESHOLDING TECHNIQUES

Ľuboš AUGUSTÍN, Milan LEHOTSÝ, Jozef ŠTULRAJTER

Abstract: Thresholding is one of useful techniques of image segmentation. Its goal is to localize significant parts of image. There are many thresholding algorithms. However we can divide them into six categories: histogram methods, clustering methods, entropy-based methods, object-attribute methods, spatial and local methods. The contribution describes most popular local methods. Also the algorithms are given in image algebra expressions. Finally, the new local technique is presented. The proposed technique is suitable for images which histograms are not bimodal. It's based on searching maximum absolute value of averaged discrete derivations in a small pixel's neighbourhood. Output image is binarized in sense of significant variation of intensity image function.

Keywords: image thresholding, thresholding techniques, edge finding, local properties.

1. ÚVOD

Prahovanie je jedna z najpoužívanějších techník segmentácie obrazu. Jeho účelom je oddeliť nevýznamné časti vstupného obrazu od tých, ktoré sú významné pre ďalšie spracovanie. Vstupom do procesu prahovania je najčastejšie obraz s 256 odtieňmi šedi, ktorý je aplikáciou prahovacej techniky transformovaný na binárny výstup zložený z dvoch disjunktných oblastí – objekt a pozadie.

Mnoho prahovacích algoritmov využíva pre získanie optimálneho prahu štatistické vlastnosti výskytu jasových úrovní vo forme jednorozmerného histogramu (histogramové, entropické a klastringové techniky). Pravdepodobnosť výskytu dvojice jasových úrovní susedných pixelov realizovaná dvojrozmerným histogramom je nosnou ideou pre priestorové metódy. Atribútové techniky sa zameriavajú na porovnávanie kompaktnosti vstupného a výstupného obrazu, vyšetrovanie korelácie hrán originálneho a binarizovaného obrazu... Nevýhodou je, že optimálny prah je určovaný globálne pre celý obraz, čo často vedie k nesprávnemu určeniu výstupného atribútu „pozadie/objekt“.

Riešením je použitie tzv. lokálnych metód prahovania.

2. LOKÁLNE PRAHOVANIE

Lokálne metódy prahovania sú charakteristické tým, že optimálny prah je determinovaný lokálne pre každý obrazový bod (*angl. picture element - pixel*) v závislosti od vlastností jeho okolia. Výhodou použitia niektorej z lokálnych metód je, že sú úspešné i pri značne zašumených obrazoch. Uspokojivé výsledky sú dosahované aj pri variabilnosti a zložitosti súčasných obrazov. Ich histogramy sú zložené a použitie nelokálnych metód predpokladajúcich bimodalitu vedie často k nesprávnemu určeniu optimálneho prahu

a k zlyhaniu segmentačného procesu. Lokálne metódy eliminujú influenciu štatistických vlastností obrazu a binarizácia je závislá na jasovej funkcii pixelov okolia.

Problémom pri použití uvažovaných metód je správna voľba parametrov, ako je najmä veľkosť okolia uvažovaného bodu, ale i korektné nastavenie parametrov vyžadovaných zvolenou metódou. Tieto parametre sú určované empiricky – na základe predchádzajúcich skúseností, alebo automaticky – využitím *a priori* štatistických vlastností vstupného obrazu (priemerná hodnota jasovej funkcie, štandardná odchýlka...).

Je nutné poznamenať spojitost' charakterizovaných metód s metódami detekcie hrán a vyhľadávania obrysov objektov (*angl. edge detection and boundary finding*). Marr[1] vo svojej teórii objasnil, že z hľadiska klasifikácie a porozumenia scény nie je dôležitý vlastný priebeh jasovej funkcie, ale jej smerové derivácie. Ak je zmena jasovej funkcie v okolí uvažovaného pixelu významná, jeho výstupný atribút sa nastaví na „objekt“, inak na „pozadie“.

Použitie lokálneho prístupu pri separovaní podstatných častí v obraze (*angl. significant features*) má za následok odlišný význam pojmu „objekt“, ako je to u nelokálnych metód. Cieľom nelokálnych techník je nájsť jedinou hodnotu – optimálny prah, ktorá diferencuje obraz na dve oblasti. Pixely, ktorých hodnota jas je menšia ako vypočítaný prah, tvoria „objekt“. Uvažovanie lokálneho výpočtu prahových hodnôt a naznačená spojitost' s hranicami a obrysmi významných častí implikujú pod pojmom „objekt“ rozumiť dôležité časti obrazu v zmysle Marrovej teórie. Dosiahnutá redundancia dát pri zachovaní vierohodnosti obrazu má veľký význam pre ďalšie automatické spracovanie obrazu metódami počítačového videnia. Invariantná klasifikácia a plná trojdimenzionálna reprezentácia scény sú úlohy, ktorých riešenie môže vhodne využívať obrazy získané lokálnym prahovaním.

Obrázky 1 – 6 ilustrujú význam lokálnych metód.



Obr. 1 Vstupný obraz



Obr. 4 Aplikácia
Whiteovej metódy



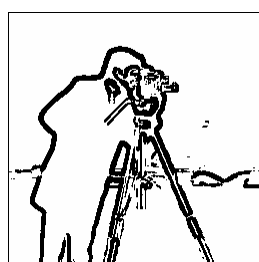
Obr. 2 Aplikácia
Rameshovej metódy



Obr. 5 Aplikácia
Kamelovej metódy



Obr. 3 Aplikácia
Lloydovej metódy



Obr. 6 Aplikácia
navrhovanej metódy

Obrázok 1 znázorňuje vstupný obraz. Obrázky 2 a 3 zobrazujú aplikáciu Rameshovej[2], resp. Lloydovej[3] metódy na vstupný obraz. Obrázky 4, 5 a 6 znázorňujú obrazy, ktoré sú výsledkom transformácie použitím lokálnych metód prahovania. Porovnaním výsledkov prezentovaných techník je možné usudzovať, že na uvažovaný obraz je vhodné použiť lokálne prahovanie. Whiteova a Kamelova technika zvýrazňuje detaily obrazu. Navrhovaná technika eliminuje nevýznamné časti v obraze a zvýrazňuje obrysy objektov.

2.1 Kamelova metóda

Hlavnou myšlienkou metódy navrhutej Kamelom[4] je porovnávať priemernú hodnotu jasovej funkcie oblasti predom určenej veľkosti (šírka znaku, očakávaná veľkosť objektu...) s hodnotou jasovej funkcie uvažovaného bodu. Ak je tento rozdiel väčší ako vstupný prah $T0$, obrazový bod sa stáva vhodným kandidátom na priradenie atribútu „objekt“. Nech:

- $a(i,j)$ je vstupný obraz,
- $ave_w(i,j)$ obraz priemerov cez okolie w ,
- $b(i,j)$ výstupný binárny obraz,

- w šírka okolia, $w=2b+1$,
- $T0$ vstupný prah,
- $L(a(i,j))$ funkcia definovaná predpisom

$$L(a(i,j)) = 1, \text{ ak } [ave_w(i,j) - a(i,j)] > T0, \\ = 0 \text{ v ostatných prípadoch.}$$

Výstupný obraz je konštruovaný na základe rovnice

$$b(i,j) = 1 \text{ práve vtedy, keď}$$

$$[L(a(i+b,j)) \& L(a(i-b,j))] \parallel [L(a(i,j+b)) \& L(a(i,j-b))] \\ \& \\ [L(a(i+b,j+b)) \& L(a(i-b,j-b))] \parallel [L(a(i-b,j+b)) \& L(a(i+b,j-b))].$$

Kamelova metóda využíva pre získanie lokálneho prahu tzv. vyhladené smerové derivácie jasovej funkcie (*angl. smoothed directional derivations*). Pôvodne bola navrhnutá predovšetkým pre segmentáciu textových dokumentov. Použitím vhodných parametrov $T0$ a w je možné dosiahnuť vynikajúce výsledky i pre značne zložitejšie obrazy.

2.2 Whiteova metóda

Výpočtovo jednoduchšou, no nemenej účinnou metódou je Whiteova metóda[5]. Je založená opäť na porovnaní hodnoty jasovej funkcie v obrazovom bode s priemernou intenzitou jasu jeho okolia. Ak je bod významne tmavší od svojho okolia, bude klasifikovaný ako „objekt“. Metóda využíva dva parametre – šírku okolia bodu a tzv. *bias* hodnotu, ktorá má rozhodujúci význam pri binarizácii. Binarizačné pravidlo možno popísať rovnicou:

$$b(i,j) = 1, \text{ ak } ave_w(i,j) < a(i,j) * bias. \\ = 0 \text{ v ostatných prípadoch.}$$

Význam použitých symbolov je identický so symbolmi v časti 2.1.

2.3 Navrhovaná metóda

V navrhovanej metóde je lokálny prah determinovaný na základe dvoch parametrov:

1. šírka okolia bodu w ,
2. prah $T0$.

Technika je realizovaná v 3 fázach:

- 1.fáza – pre každý obrazový bod je vypočítaná priemerná hodnota jasovej funkcie z jeho okolia,
- 2.fáza – pre takto upravený obraz je počítané maximum absolútnej hodnoty diskkrétnej derivácie a' :

$$a' = \max(v1, v2, v3, v4), \text{ kde}$$

$$v1 = \text{abs}(ave_w(i-1,j) - ave_w(i+1,j)), \\ v2 = \text{abs}(ave_w(i,j-1) - ave_w(i,j+1)), \\ v3 = \text{abs}(ave_w(i+1,j+1) - ave_w(i-1,j-1)),$$

$$v4 = \text{abs}(\text{ave}_w(i-1, j+1) - \text{ave}_w(i+1, j-1)).$$

- 3.fáza – výstupný obraz **b** je determinovaný z obrazu **a** pomocou parametra *T0* podľa pravidla:

$$b = 1, \text{ ak } a'(i, j) > T0, \\ = 0 \text{ v ostatných prípadoch.}$$

3. POROVNANIE LOKÁLNYCH METÓD

Vhodnosť použitia navrhovanej techniky bola realizovaná pre 3 druhy obrazov – dokumenty, portréty a obrazy vojenskej techniky.

Stateflow® lets you quickly develop graphical models of event-driven systems using finite state machine concepts, statechart formalisms, and flow diagram notation. New features in Stateflow 4 include:

- Temporal logic to simplify event scheduling
- Subcharts to create layers within your Stateflow diagrams
- Graphical functions to make defining functions easier
- Optimized standalone code with Stateflow Coder 4

Obrázok 7 Vstupný text

Stateflow® lets you quickly develop graphical models of event-driven systems using finite state machine concepts, statechart formalisms, and flow diagram notation. New features in Stateflow 4 include:

- Temporal logic to simplify event scheduling
- Subcharts to create layers within your Stateflow diagrams
- Graphical functions to make defining functions easier
- Optimized standalone code with Stateflow Coder 4

Obrázok 8..Aplikácia Whiteovej metódy

Stateflow® lets you quickly develop graphical models of event-driven systems using finite state machine concepts, statechart formalisms, and flow diagram notation. New features in Stateflow 4 include:

- Temporal logic to simplify event scheduling
- Subcharts to create layers within your Stateflow diagrams
- Graphical functions to make defining functions easier
- Optimized standalone code with Stateflow Coder 4

Obrázok 9 Aplikácia Kamelovej metódy

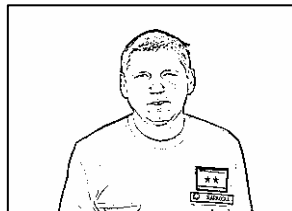
Stateflow® lets you quickly develop graphical models of event-driven systems using finite state machine concepts, statechart formalisms, and flow diagram notation. New features in Stateflow 4 include:

- Temporal logic to simplify event scheduling
- Subcharts to create layers within your Stateflow diagrams
- Graphical functions to make defining functions easier
- Optimized standalone code with Stateflow Coder 4

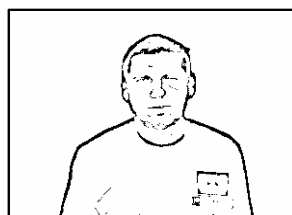
Obrázok 10 Aplikácia vlastnej metódy

Z obrázkov 7 – 10 je zrejmé, že pre prahovanie textových dokumentov je vhodné použiť Whiteovu metódu. Navrhovaná metóda nedosahuje dostatočné výsledky a výstupný obraz nie je vhodný pre ďalšie spracovanie, napr. rozpoznávanie a klasifikáciu.

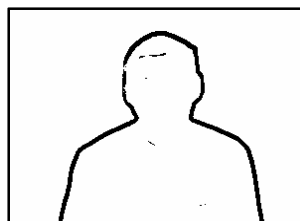
Vhodnosť použitia prahovacích techník na portréty ilustruje séria obrázkov 11 – 13.



Obrázok 11 Aplikácia Whiteovej metódy



Obrázok 12 Aplikácia Kamelovej metódy



Obrázok 13 Aplikácia vlastnej metódy

Whiteova a Kamelova metóda korektne detekovali hranice objektu v obraze, ako aj vnútorné detaily objektu. Navrhovaná metóda podstatne zvýraznila obrys objektu a eliminovala vnútorné časti – oči, ústa, hodnotné označenie apod.



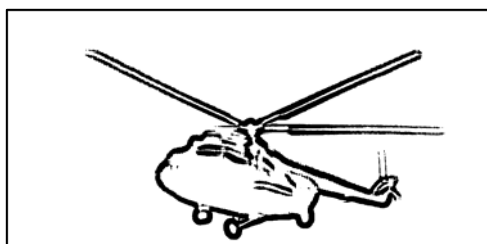
Obrázok 14 Vstupný obraz



Obrázok 15 Aplikácia Whiteovej metódy



Obrázok 16 Aplikácia Kamelovej metódy



Obrázok 17 Aplikácia vlastnej metódy

Obrázky 14 – 17 ilustrujú aplikáciu opísaných metód na jeden z prostriedkov vzdušnej vojenskej techniky.

Whiteova a Kamelova metóda nie sú vhodné pre segmentáciu obrazov so zašumeným pozadím. Navrhovaná metóda je značne odolná voči šumu. Korektne detekovala objekt v obraze a zvýraznením jeho podstatných črt ho transformovala do podoby vhodnej na ďalšie spracovanie.

4. ZÁVER

Lokálne metódy prahovania tvoria i v súčasnej dobe silný nástroj pre detekciu a extrakciu významných častí objektov obsiahnutých v scéne. Ich podstatou je lokálne vyšetrenie daného obrazového bodu a jeho okolia a následné priradenie atribútu „pozadie/objekt“. Následkom lokálneho prístupu je, že i pixely s nízkou hodnotou jasovej funkcie (tmavé body) sú správne klasifikované ako pozadie. Použitím globálneho prahovania často dochádza k nesprávnemu priradeniu, čo je zrejmé z obrázku 2, kde Rameshova a Lloydova technika zlyhala. Zložitosť lokálnej techniky intuitívne spočíva najmä v nastavení šírky okolia, cez ktoré sa určuje výstupný atribút. Ďalším problémom, ktorému sa pri použití lokálnej metódy nevyhneme, je nastavenie ďalších premenných relevantných pre použitú techniku. Tieto parametre je možné účinne definovať využitím *a priori* znalostí o obraze.

Prínosom navrhovanej techniky je možnosť použitia prahovaného obrazu vo vyšších úrovniach automatického spracovania obrazov. Prezentovaná odolnosť voči zašumeným obrazom a zachovanie izomorfizmu vstupného a výstupného obrazu sú významnými faktami, ktoré je možné v ďalšom procese vhodne využívať.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] MARR, D., HILDRETH, E.: Theory of edge detection, Proceedings of the Royal Society, B 207, 1980, 187 – 217.
- [2] RAMESH, N., YOO, J. H., SETHI, I. K.: Thresholding Based on Histogram Approximation, IEE Proc. Vis. Image, Signal Proc., 142(5) (1995) 271-279.
- [3] LLOYD, D. E.: Automatic Target Classification Using Moment Invariant of Image Shapes, Technical Report, RAE IDN AW126, Farnborough-UK, December 1985.
- [4] KAMEL, M., ZHAO, A.: Extraction of Binary Character/Graphics Images From Grayscale Document Images, Graphical Models and Image Processing, 55, No.3 (1993) 203-217.
- [5] WHITE, J. M., ROHRER, G. D.: Image Thresholding for Optical Character Recognition and Other Applications Requiring Character Image Extraction, IBM J. Res. Develop., 27 No. 4 (1983) 400-411.
- [6] RITTER, G. X., Wilson, J. N.: Image algebra, CRC Press, 1996.

Summary: Thresholding techniques belong to part of digital image processing where the input is usually grayscale and output is binarized. The binarization rules are typical for each method. The contribution was focused on local thresholding. Two popular algorithms were described and formulated in image algebra expressions[6]. New technique was presented in part 2.3. As one can see the proposed methods also reaches good results comparable with others. Local thresholding has important advantage. Since these methods extract significant image features output image is suitable for classification. Others algorithms can eliminate binary object size and rotation. The unified image is sent into a classifier.

Ing. Ľuboš AUGUSTÍN

Ústav špeciálneho zdravotníctva a výcviku MO SR Lešň
962 63 Pliešovce
Slovenská republika
E-mail: lubos.augustin@mil.sk

doc. RNDr. Milan LEHOTSKÝ, CSc.

Katedra informatiky
Pedagogická fakulta
Katolícka univerzita
Námestie A. Hlinku 56
034 01 Ružomberok
Slovenská republika
E-mail: milan.lehotsky@fedu.ku.sk

prof. Ing. Jozef ŠTULRAJTER, CSc.

Katedra informatiky
Akadémia ozbrojených síl
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: stulrajter@aoslm.sk

NOVÉ PRÍSTUPY V HODNOTENÍ SYSTÉMOV RIADENIA A VELENIA V PROSTREDÍ NNEC

NEW APPROACHES TO EVALUATING COMMAND AND CONTROL SYSTEMS IN NNEC ENVIRONMENT

Július BARÁTH, Marcel HARAKAL

Abstract: Today's military conflicts and other security threats require rapid and efficient reaction from NATO and other government, non-government and humanitarian organizations. To evaluate maturity levels of Networking Information Infrastructure and C2 systems, theoretical maturity models for NEC were created. The models can be used for definition of milestones of C2 development with goal to improve effectiveness and military power of units using effective Networking Information Infrastructure, and as a framework for evaluation of cooperating units in future operations. The paper describes two possible approaches to evaluate C2 systems. The paper is based on actual work of SAS-065 „NATO Network Enabled Capability (NNEC) C2 Maturity Model“ working group and presents its achievements.

Keywords: NEC, NATO NEC, Command and control systems, Maturity model

1. ÚVOD

NEC (Network Enabled Capability) predstavuje kvalitatívne nový model budovania infraštruktúry ozbrojených síl (OS) ako aj vnútorných a vonkajších vzťahov v takomto systéme. Vo svojej podstate sa usiluje o skvalitnenie predovšetkým informačných procesov, z ktorých sa potom odvíjajú ďalšie súvislosti. Informačná nadvláda dosiahnutá pomocou prístupov NEC znamená pre príslušné OS veľkú výhodu a záruku úspešného využitia plného potenciálu ozbrojených síl na riešenie danej úlohy z hľadiska času a prostriedkov.

NATO schválilo nasledujúcu definíciu NATO Sieťových spôsobilostí (NATO Networked Enabled Capability (NNEC)): „NATO sieťové spôsobilosti sú kognitívne a technické spôsobilosti aliancie spájajúce rozličné súčasti operačného prostredia od strategickej úrovne (zahŕňajúc veliteľstvo NATO) až po taktickú úroveň využitím sieťovej a informačnej infraštruktúry“ (1). Aby bolo možné splniť tieto ciele a zefektívniť činnosť jednotiek pri budúcich operáciách, je potrebné, aby členské štáty NATO modernizovali technické vybavenie a rovnakou mierou aj doktríny a systém výcviku a vzdelávania ľudských zdrojov. Príspevok sa zaoberá fundamentálnymi východiskami hodnotenia súčasných a budúcich systémov velenia a riadenia (C2). Ukazuje, ako je možné hodnotiť systémy velenia a riadenia jednotiek a porovnávať ich úrovne vyspelosti podľa modelu vyspelosti systémov C2.

2. MODEL VYSPELOSTI SYSTÉMOV C2

Zvyšovanie úrovne vyspelosti systémov C2 je nutnou súčasťou zabezpečenia menovaných stupňov zvyšovania operačných schopností.

Model vyspelosti systémov C2 poskytuje koncepciu použiteľnú pre hodnotenie schopností ná-

rodných C2, systémov ale i multinárodných (a iných koalíčných) C2 systémov. Zvyšovanie schopností velenia a riadenia nie je ako také konečným cieľom, a preto pokračovanie smerom k NEC vyžaduje vytvorenie vzťahu medzi úrovňami vyspelosti systémov C2 a úrovňami NNEC. Model vyspelosti pripravovaný pracovnou skupinou SAS-065 umožní definovať tieto výkonnostne orientované vzťahy. Poznanie východiskového stavu pre dosiahnutie cieľa nestačí. Je potrebné tiež poznať cestu, ktorá ukazuje, ako sa dostať k ďalšiemu bodu smerom k cieľu. Model vyspelosti tomu napomáha definovaním potrebných krokov, ktoré organizáciu, národ alebo koalíciu pretransformujú z jednej úrovne do druhej. Znamená to, že model vyspelosti definuje súbor míľnikov pre plánovanie použiteľných v NATO aj národných systémoch C2 a NEC.

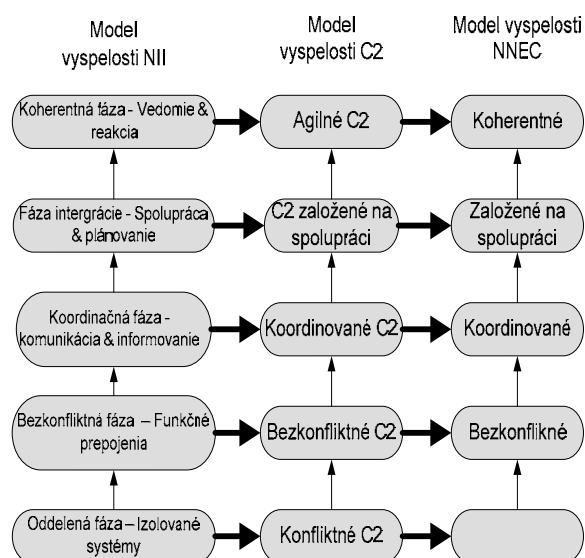
NATO NEC C2 Maturity Model (MM) - model vyspelosti pre sieťovo orientované operácie a bude slúžiť členským krajinám NATO na:

- definovanie míľnikov využívajúc úrovne vyspelosti systémov C2 (C2 Maturity levels),
- definovanie detailných plánov postupu a porozumenia vzťahov medzi a vo vnútri NATO „požadovaných schopností“ používajúc prístup „čo je potrebné“ na prechod k vyšším úrovňam vyspelosti systémov C2,
- návrh testov / experimentov mapujúcich C2 prístupy na úrovne vyspelosti systémov C2,
- určenie priorít NII (Networking Information Infrastructure) investícií na základe mapovania úrovni vyspelosti NII na C2 prístupy, ktoré sa tým dosiahnu.

NNEC spolu so schopnosťami velenia a riadenia musia byť analyzované a hodnotené v reálnych kontextoch. NNEC C2 MM rovnako poskytuje súbor metrík pre hodnotenie účinnosti krokov smerom k požadovanej úrovni vyspelosti NNEC.

Model vyspelosti má nasledujúce hlavné vlastnosti:

1. Model vyspelosti definuje jednotlivé úrovne schopností, ktoré je možné dosiahnuť.
2. Zvyčajne sa predpokladá, že organizácie, postupne ako vyspievajú, budú schopné dosiahnuť vyššie úrovne schopností.
3. Niektoré modely vyspelosti mapujú úrovne na stupeň výkonnosti a/alebo na špecifické charakteristiky niekoľkých kľúčových premenných.
4. Úrovne vyspelosti musia byť merateľné.



Obrázok 1 Vzťah medzi úrovňami vyspelosti NII, C2 a NNEC

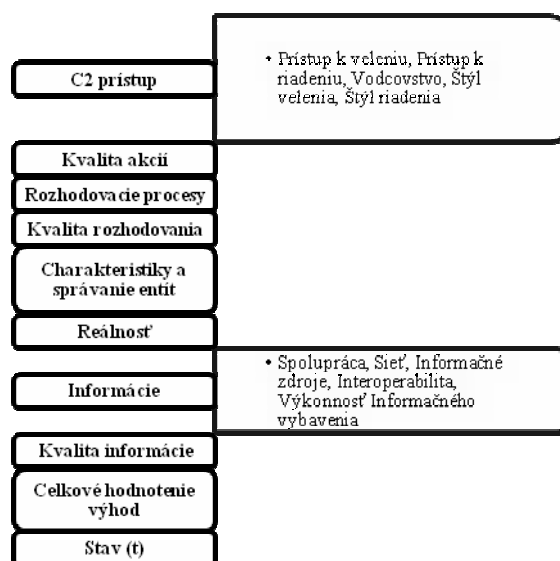
Pre definovanie jednotlivých úrovni vyspelosti a požiadavky na prechod medzi nimi pozri (2) (3) (4).

3. PRÍSTUPY K HODNOTENIU SYSTÉMOV C2

Pracovná skupina NATO RTO pod označením SAS-050 skúmala nové prístupy k systémom velenia a riadenia a jej cieľom bolo (5):

- vypracovať konceptuálny model a vybrať kľúčové premenné a ich vzájomné vzťahy,
- určiť nástroje na preskúvanie povahy a vzťahov medzi týmito premennými,
- aplikovať model a nástroje na príklade.

Referenčný model obsahuje vyše 300 premenných s viac ako 3000 vzájomnými vzťahmi a je dostupný v elektronickej forme (6). Premenné sú hierarchicky rozčlenené do desiatich hlavných skupín, každá skupina má potom podskupiny a v nich sa nachádzajú premenné – pozri Obrázok 2.



Obrázok 2 Skupiny a vybrané podskupiny referenčného modelu

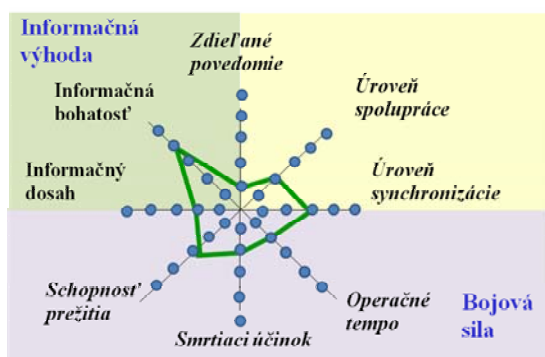
Prvý z overovaných prístupov k hodnoteniu vyspelosti systémov C2 rozdelil skúmaný systém C2 na oblasti. Oblasti (na rozdiel od fyzickej, informačnej, kognitívnej a sociálnej domény) sú vybrané podľa charakteru operácie, kde sa systém C2 používa. Príkladom je humanitárna operácia na odstraňovanie následkov záplav alebo zemetrasení, operácia na udržiavanie mieru alebo bojová operácia. Možnými oblasťami hodnotenia pre humanitárnu operáciu sú:

- infraštruktúra,
- zdieľanie dát/informácií,
- zdieľaný zámer,
- zdieľaná informácia,
- zdieľané povedomie/porozumenie,
- proces rozhodovania,
- akcie a pod.

Na základe definovaných oblastí sa vyberú kľúčové premenné pre každú oblasť a tie slúžia na hodnotenie systému C2, pričom pre každú oblasť dosiahneme hodnotenie vyspelosti podľa uvedenej stupnice (konfliktný – agilný C2) – Obrázok 1. Pri takomto prístupe je nutné riešiť niekoľko problémov:

- premenné v referenčnom modeli sú vzájomne prepojené a ovplyvňujú sa, je teda potrebné vybrať vhodné nezávislé premenné,
- dôležitosť/ významnosť premenných sa počas trvania operácie môže meniť, čo treba zohľadniť,
- nie je definovaná funkcia na určenie výslednej úrovne vyspelosti systému C2 na základe úrovni vyspelosti oblastí.

Praktické využitie takéhoto prístupu v pracovnej skupine SAS-065 ukázalo, že rôzne organizácie hodnotiace systémy C2 delia problémovú oblasť na iný počet oblastí a výber premenných sa od prípadu k prípadu nezhoduje a tak hodnotenia rôznych systémov C2 nie je možné porovnávať. Veľmi dôležitým faktorom pri takomto hodnotení je aj fakt, či sú kritériá hodnotenia (výber hodnotiacich premenných) známe pred nasadením systému C2 a je možné zbierať dáta počas jeho činnosti, alebo sa systém hodnotí spätne na základe dostupných informácií. Pri druhom z uvedených prístupov ostávajú niektoré premenné nepoužiteľné z dôvodu nedostupnosti dát, čo celkové hodnotenie skresľuje. Typickým výstupom hodnotenia úrovne vyspelosti systému C2 je radarový graf – Obrázok 3.



Obrázok 3 Hodnotenie úrovne vyspelosti podľa oblastí

Body na osiach znázorňujú úroveň vyspelosti, pričom prvý bod od stredu reprezentuje konfliktnú a posledný bod agilnú úroveň.

Druhý z overovaných prístupov je založený na úrovniach vyspelosti C2 a z toho vyplývajúcich dôsledkov. Vychádza sa z trojrozmerného C2 postupového priestoru definovaného pomocou alokácie rozhodovacích práv, distribúcie informácie a mechanizmov interakcií, na základe ktorého je určená úroveň vyspelosti systému C2 s priamymi dôsledkami na:

- zdieľanie zdrojov a informácií,
- informácie,
- povedomie a porozumenie,
- rozhodovací proces,
- akcie a ich realizáciu.

Vyhodnocovanie úrovni vyspelosti sa realizuje formou tabuliek a možným príkladom je definovanie kľúčových oblastí s podskupinami hodnotených v rozsahu hodnôt konfliktný až agilný. Pre hodnotenie systémov C2 nasadených pri odstraňovaní živelných katastrof boli v modelovom prípade použité oblasti:

- premenné definujúce kolektívne C2 úrovne vyspelosti,

- požadované vzory interakcií,
- očakávané hodnoty C2 efektívnosti,
- meranie efektívnosti (celkového) úsilia.

Uvedené oblasti je možné použiť univerzálne aj pre iné typy operácií, čo by prispelo k zjednoteniu kritérií na hodnotenie vyspelosti systémov C2.

Tabuľka 1 Očakávané hodnoty efektívnosti C2

Agilné C2	rozsiahla, hlboká, prispôbená a dynamická	rozsiahla, hlboká, prispôbená a dynamická	...
C2 založené na spolupráci	významná	významná	...
Koordinované C2	obmedzená	obmedzená	...
Bezkonfliktné C2	zameraná na hranice	žiadna (podľa plánu)	...
Konfliktné C2	žiadna	žiadna	...
	Miera zdieľaného povedomia	Miera zdieľaného porozumenia	...

Tabuľka 1 znázorňuje výber podskupín pre oblasť očakávaných hodnôt C2 efektívnosti, pričom pre každú z podskupín je definovaný zoznam premenných z referenčného modelu, ktoré prispievajú k celkovému hodnoteniu. Pre jednoduché porozumenie je každá úroveň podskupiny slovné charakterizovaná priamo v tabuľke. Pretože hodnotenia systémov C2 podľa úrovni vyspelosti sú zatiaľ ojedinelé, tabuľky a grafy sú doplnené slovným hodnotením a odporúčaniami pre prechod k vyšším úrovniom vyspelosti.

4. ZÁVER

Pretože velenie a riadenie je srdcom transformácie smerom k informačnému veku, porozumenie dôsledkom existujúcich a nových prístupov k C2 tvorí kritickú cestu transformácie a tento progres je závislý na jeho pochopení. Je to preto, lebo schopnosť reprezentácie C2 vo všeobecnosti, a nového konceptu sieťovo orientovaného prístupu k C2 obzvlášť, je nutným predpokladom pre naše schopnosti porozumieť, skúmať a overovať nové koncepty operácií a transformačných schopností.

Referenčný model a model vyspelosti C2 vypracované pracovnými skupinami SAS-050 a SAS-065 si kladú za cieľ vytvoriť nástroje na meranie úrovne vyspelosti C2 a poskytnúť odporúčania na ich vylepšenia. Pretože sa jedná o novú a vyvíjajúcu sa oblasť, uvedené poznatky zodpovedajú aktuálnemu stavu riešenia problematiky a v najbližšom období sa budú upresňovať a rozvíjať.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] NNEC Vision and Concept MCM-0032-2006. Transnet NNEC Information Portal. [Online] Allied transformation command NATO, 19. april 2006. [Dátum: 12. september 2008.] <http://transnet.act.nato.int/WISE/Informatio>.
- [2] Description of Maturity Levels for NNEC C2. The Command and Control research program. [Online] 2007. [Dátum: 15. september 2008.] http://www.dodccrp.org/sas_files/SAS065_C2_maturity_levels.pdf.
- [3] NATO C3 Board. NATO Network Enabled Capability Feasibility Study. s.l. : NATO, 2007. EAPC(AC/322)N(2006)0002.
- [4] NATO NEC C2 Maturity Model Overview. The Command and Control research program. [Online] 18. september 2007. [Dátum: 15. september 2008.] http://www.dodccrp.org/sas_files/SAS065_NNEC_C2_Maturity_Model_overview.pdf.
- [5] SAS-050. SAS-050 Final report. The Command and Control research program. [Online] january 2006. [Dátum: 15. september 2008.] http://www.dodccrp.org/html4/research_nato.html.
- [6] SAS-050 System. [Online] 2007. [Dátum: 15. september 2008.] <http://216.214.97.41/abr/sas050/login>.

Obsah príspevku čerpá z pracovných materiálov „SAS-065 NATO Network Enabled Capability (NNEC) C2 Maturity Model“. Hlavným cieľom SAS-065 pod vedením Dr. Davida Albertsa je vytvoriť NNEC C2 MM a použiť ho na skúmanie procesov velenia a riadenia, na skúmanie sieťovo orientovaných konceptov ako je napríklad spoločné plánovanie a samo synchronizácia v kontexte NNEC.

Summary: The paper provides overview of NEC concept principles applied to C2. Theoretically describes C2 maturity levels and discusses two approaches to evaluate C2 systems. First approach is based on creating dimensions of interest, choosing independent variables from reference model and assigning maturity level for each dimension. Second approach is based on C2 maturity levels and their consequences.

Ing. Július BARÁTH, PhD.
doc. Ing. Marcel HARAKAI, PhD.
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Katedra informatiky
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: Julius.Barath@aos.sk
Marcel.Harakai@aos.sk

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná projektom MO SR ŠPP 118_06-RO02_RU21-240 „NATO Network Enabled Capability a implementácia v Ozbrojených silách Slovenskej Republiky“.

VSTUPNÁ CHARAKTERISTIKA ŠTUDENTOV PRIJATÝCH NA AOS Z POHĽADU UČITEĽOV FYZIKY

THE PHYSICS LECTURERS' ENTRY CHARACTERISTICS OF STUDENTS AT THE ACADEMY OF THE ARMED FORCES

Eva BAJČIOVÁ JUREČKOVÁ

Abstract: The Academy of the Armed Forces of General Milan Rastislav Štefánik in Liptovský Mikuláš offers also a 4-year course of bachelor studies in the fields "Electronic Systems" and "Transport Machinery and Devices". These two fields of study include also an obligatory subject Physics. This paper presents the results from the questionnaires distributed by the physics lecturers at the Department of Natural Sciences. These results helped the lecturers get the characteristics of students who entered the academy to study the above-mentioned courses. The information they obtained will be necessary for their future pedagogical work.

Keywords: physics, teaching, evaluating, students' attitudes, questionnaire.

1. ÚVOD

Na Akadémii ozbrojených síl generála M. R. Štefánika (ďalej len AOS) v Liptovskom Mikuláši medzi povinné vyučovacie predmety 4-ročného denného bakalárskeho štúdia v študijných odboroch Elektronické systémy (ďalej ES) a Dopravné stroje a zariadenia (DSZ) patrí aj predmet Fyzika. Fyzika sa učí v 3. semestri štúdia a je na ňu vyčlenených 84 hodín (48 hodín prednášok, 36 hodín cvičení). Za úspešné ukončenie predmetu môžu študenti získať 7 kreditov.

V minulom období bola súčasťou prijímacieho konania na štúdium aj skúška z fyziky. Z jej výsledkov získali učitelia isté informácie ohľadom fyzikálnych vedomostí študentov. V súčasnosti záujemcovia o štúdium v bakalárskych študijných odboroch prijímaciu skúšku z fyziky nerobia. Učitelia Katedry prírodných vied, ktorí učia na AOS fyziku, použili dotazníkovú metódu, aby získali informácie potrebné pre ich následnú pedagogickú prácu so študentmi.

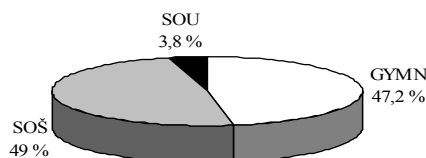
Článok prináša výsledky dotazníkov, z ktorých sa podarilo získať vstupnú charakteristiku študentov študijných odborov ES a DSZ prijatých na AOS z pohľadu učiteľov fyziky. Poznanie študentov z hľadiska konkrétneho vyučovacieho predmetu pomáha učiteľovi urobiť vyučovanie kvalitnejším a pre študentov motivujúcejším.

2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O RESPONDENTOCH

Na zistenie základných údajov o respondentoch bol použitý neanonymný dotazník zostavený zo 6 diagnostických položiek. Prieskumu boli podrobení študenti 2. ročníka študijných odborov ES a DSZ na začiatku zimného semestra akademického roka 2007/2008, kedy u nich začalo vyučovanie predmetu Fyzika. Dotazník vyplnilo spolu 53 študentov, z toho

bolo 26 študentov 2 študijných skupín odboru ES a 27 študentov 2 študijných skupín odboru DSZ. 81,1 % z celkového počtu respondentov boli chlapci a 18,9 % boli dievčatá.

Z Grafu 1 je zrejmé percentuálne zastúpenie študentov z hľadiska typu strednej školy (SŠ) absolvovanej pred príchodom na vysokú školu (VŠ) (GYMN – gymnázium, SOŠ – stredná odborná škola, SOU – stredné odborné učilište s maturitou).



Graf 1 Percentuálne zastúpenie študentov podľa typu strednej školy absolvovanej pred VŠ

Dlhoročné skúsenosti pedagógov Katedry prírodných vied ukazujú, že na úspešné zvládnutie vysokoškolskej fyziky sú najlepšie pripravení absolventi gymnázií. Dôležitú úlohu tiež zohráva počet rokov fyziky na SŠ (Tab. 1).

Tab. 1 Percentuálne zastúpenie študentov podľa počtu rokov fyziky na SŠ

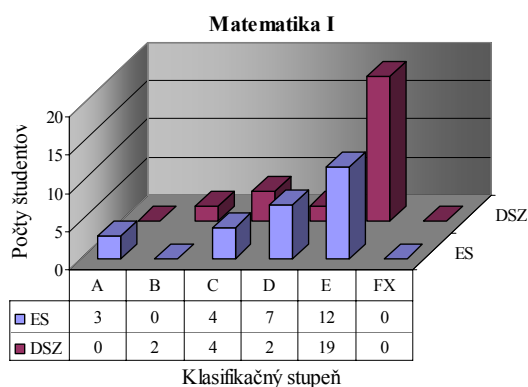
Počet rokov fyziky na SŠ	Percentuálne zastúpenie študentov [%]
0	7,5
1	17,0
2	30,2
3	20,8
4	24,5

Jedna štvrtina respondentov mala na SŠ 4 roky fyziku, polovica respondentov 2 alebo 3 roky a najmenej resp. vôbec nie je na fyziku pripravená tá štvrtina respondentov, ktorá mala na SŠ 1 rok fyziku, prípadne ju vôbec nemala.

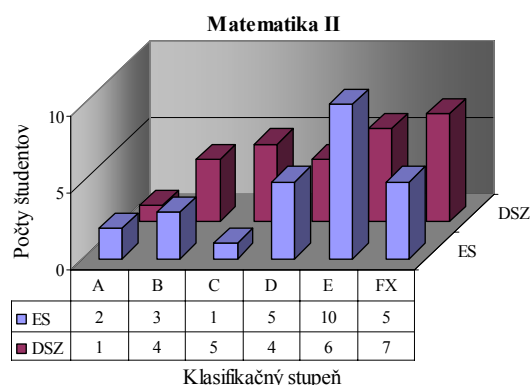
Keďže uchádzači o vysokoškolské štúdium na našej škole nerobia prijímaciu skúšku z fyziky, zaujímalo nás, akí študenti - čo sa týka stredoškolských výsledkov z fyziky - sa k nám hlásia. Ako poslednú známku z predmetu fyzika na vysvedčení uviedlo 20,4 % respondentov známku „1“; 42,8 % známku „2“; 32,7 % známku „3“ a 4,1 % známku „4“. Pre nás ako učiteľov fyziky nie je potešiteľný fakt, že viac ako jedna tretina študentov mala poslednú známku z fyziky na vysvedčení „trojku alebo štvorku“.

Kým 47,2 % opýtaných respondentov uviedlo, že z matematiky maturovalo (priemerná známka z matematiky na maturite bola 1,4) a zvyšných 52,8 % nematurovalo, čo sa týka maturovania z fyziky je skóre oveľa horšie – len 24,5 % respondentov z fyziky maturovalo (priemerná známka bola 1,88) a až 75,5 % (tri štvrtiny študentov) nematurovalo.

Keďže sa vo vysokoškolskom predmete Fyzika využívajú poznatky získané v predmetoch Matematika I a Matematika II, ktoré respondenti absolvovali v predchádzajúcom akademickom roku 2006/2007, v poslednej položke dotazníka mali uviesť klasifikačný stupeň, ktorým boli ohodnotení na semestrálnej skúške zo spomínaných predmetov. Absolvovanie predmetu sa hodnotí známkou podľa klasifikačnej stupnice, ktorú tvorí šesť klasifikačných stupňov: A (známka 1), B (známka 1,5), C (2), D (2,5), E (3), FX (4). Výsledky sú spracované v dvoch grafoch: v Grafe 2 je uvedená klasifikácia študentov v predmete Matematika I (študenti predmet absolvovali v zimnom semestri akademického roka 2006/2007), v Grafe 3 je klasifikácia v predmete Matematika II (študenti predmet absolvovali v letnom semestri akad. roka 2006/2007).



Graf 2 Klasifikácia v predmete Matematika I



Graf 3 Klasifikácia v predmete Matematika II

V Tab. 2 a Tab. 3 sú uvedené výsledné priemerné známky študentov z predmetov Matematika I a Matematika II.

Tab. 2 Priemerné známky z predmetu Matematika I

Študijný odbor	Matematika I	
	Počet študentov	Priemerná známka
ES	26	2,48
DSZ	27	2,70
ES + DSZ	53	2,59

Tab. 3 Priemerné známky z predmetu Matematika II

Študijný odbor	Matematika II	
	Počet študentov	Priemerná známka
ES	26	2,73
DSZ	27	2,70
ES + DSZ	53	2,72

Vzhľadom na dosiaľ uvedené informácie v tomto článku a na to, že vstupnými predpokladmi pre úspešné zvládnutie vysokoškolského predmetu Fyzika sú matematické vedomosti z oblasti maticového počtu, vektorovej a tenzorovej algebry, vektorovej analýzy, diferenciálneho a integrálneho počtu funkcie reálnej premennej, komplexných čísel, obyčajných a parciálnych diferenciálnych rovníc a fyzikálne vedomosti na úrovni Vzdelávacieho štandardu z fyziky pre gymnáziá vypracovaného Štátnym pedagogickým ústavom, pohľad učiteľov fyziky pred nastávajúcim semestrom, v ktorom študenti absolvovali predmet Fyzika, nemohol byť príliš optimistický.

3. NÁZORY ŠTUDENTOV NA VYUČOVANIE FYZIKY NA STREDNEJ ŠKOLE

Pre učiteľov Katedry prírodných vied je pre ich pedagogickú prácu dôležité poznať aj postoje študentov k fyzike. Fyzika a fyzikálne poznávanie sa

zameriava na študovanie a vysvetľovanie javov okolo nás. Z viacerých prieskumov názorov študentov vyplýva, že fyzika ako vyučovací predmet patrí medzi nie veľmi obľúbené predmety [1]. Problémy študentov so získavaním vedomostí a nových poznatkov vo fyzike súvisia jednak s matematickým aparátom, ktorý fyzika používa a taktiež s abstraktným myslením v myšlienkových experimentoch, ktoré sa vo fyzike využívajú na modelovanie reálnych javov.

Na zistenie názorov študentov na vyučovanie fyziky na strednej škole sme použili anonymný dotazník zostavený z 21 položiek (tvorili ich 3 typy položiek – zatvorené, otvorené, polootvorené) [2]. Časť položiek bola koncipovaná širšie so zámerom celkového hodnotenia vyučovania fyziky, iné položky boli určené na bližšie skúmanie špecifických aspektov vo vzťahu študentov k vyučovaniu – na skúmanie motivácie študentov pri učení, na hodnotenie náročnosti, zaujímavosti, pragmatičnosti vyučovania a pod.

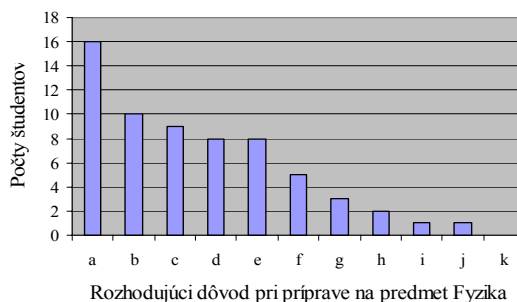
Z 53 respondentov prieskumu 2 študenti odboru ES a 2 študenti odboru DSZ fyziku na strednej škole nemali, takže dotazník vyplnilo spolu 49 študentov (24 študentov odboru ES a 25 študentov odboru DSZ).

Učivo, ktoré sa preberalo v predmete Fyzika na SŠ považovalo 10,2 % študentov za mimoriadne zaujímavé a veľmi zaujímavé, 51 % za zaujímavé a 38,8 % za málo a absolútne nezaujímavé. 65,3 % študentov sa domnieva, že veci, javy a zákonitosti, o ktorých sa učili vo fyzike, budú pre ich ďalšie štúdium veľmi užitočné a užitočné, 26,5 % ich považuje za málo užitočné, 2,1 % za zbytočné a 6,1 % to nevedelo posúdiť.

Ďalšia položka skúmala oblasť motivácie študentov. Z Grafu 4 je zrejme poradie odpovedí na otázku „Ktorý dôvod bol pri príprave na predmet Fyzika pre Vás rozhodujúci?“ počnúc odpoveďou s najväčšou frekvenciou [3].

Rozhodujúci dôvod pri príprave na predmet Fyzika:

- a – aby som mal z predmetu dobrú známku
- b – lebo ma fyzika zaujíma
- c – aby som získal nové vedomosti
- d – bolo mi ľahostajné, akú budem mať z predmetu známku, len aby som z neho neprepadol
- e – vedel som, že fyziku budem potrebovať na VŠ
- f – lebo fyzika je pre život potrebná
- g – aby mal učiteľ ku mne dobrý vzťah
- h – neučil som sa, lebo fyzika ma nezaujíma
- i – hanbil by som sa pred spolužiakmi za nevedomosti
- j – iný dôvod
- k – aby som dokázal, že som šikovný

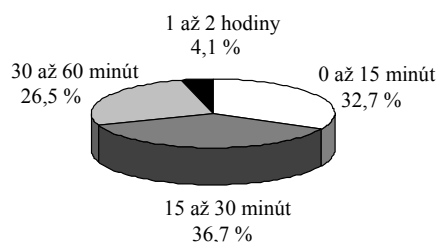


Graf 4 Výsledky prieskumu zameraného na zistenie motivácie študentov k príprave na predmet Fyzika

Z odpovedí študentov je zrejme, že pri príprave na predmet Fyzika zohrávala úlohu tak vonkajšia motivácia (učím sa, aby som mal z fyziky dobrú známku; ...), ako aj motivácia vnútorná (učím sa, lebo ma fyzika zaujíma; aby som získal nové vedomosti; ...). Položky skúmajúce prežívanie študentov ukázali, že strach alebo trému pred hodinou fyziky nikdy nemalo 34,7 % študentov, len ojedinelo 49,0 %, často 12,2 %, stále 4,1 % študentov [3]. Pocit úspechu na hodinách fyziky (úspešne vyriešený príklad, úspešná odpoveď, pochvala, uznanie) malo veľmi často 4,1 % respondentov, často 34,7 %, zriedkakedy 57,1 % a nikdy 4,1 % respondentov.

Preberané učivo z fyziky väčšinou už na vyučovacej hodine pochopilo 55,1 % študentov, po nasledujúcom samoštúdiu doma 40,8 % a vôbec nepochopilo 4,1 %. Pri samostatnom štúdiu doma 60,4 % študentov používalo len poznámky z hodiny, 2,1 % len učebnicu fyziky a 37,5 % používalo poznámky z hodiny aj učebnicu.

V položke dotazníka, v ktorej sa mali študenti vyjadriť, koľko času venovali priemerne príprave na fyziku, je frekvencia odpovedí vyjadrená Grafom 5.



Graf 5 Percentuálne zastúpenie odpovedí študentov týkajúcich sa času priemerne venovaného príprave na fyziku

Ďalšie položky dotazníka sa týkali riešenia príkladov z fyziky. Kým pri výklade učiva študenti získavajú teoretické vedomosti o fyzikálnych javoch a zákonitostiach, riešením príkladov si overujú

porozumenie preberaných skutočností. Študenti riešili príklady jednak na hodinách fyziky a jednak ich dostávali na domáce úlohy. 26,5 % respondentov sa vyjadrilo, že na hodinách fyziky riešili len tzv. „učebnicové“ príklady, 44,9 % respondentov uviedlo, že riešili len aplikačné príklady, 26,5 % príklady „učebnicové“ aj aplikačné a 2,1 % študentov príklady vôbec neriešili.

Počítanie príkladov na domácu úlohu umožňuje študentom preukázať jednak špecifický transfer, kedy riešia podobné príklady ako už riešili, teda podľa predloženého vzoru a jednak nešpecifický transfer, kedy riešia príklady pre nich nové, bez poznania algoritmu riešenia. Ťažko predpokladať, že študenti preukážu transfer (špecifický i nešpecifický), keďže len približne štvrtina z nich počíta príklady na domácu úlohu samostatne, ďalšia štvrtina domáce úlohy odpisuje a polovica študentov ich počíta s pomocou spolužiakov, prípadne ich nepočíta vôbec.

Niektorí študenti považovali počet riešených príkladov za príliš veľký, iní za primeraný a ďalší za nedostatočný. Aké je percentuálne zastúpenie odpovedí v prípade príkladov, ktoré študenti riešili na hodinách fyziky a aké v prípade príkladov na domácu úlohu ukazuje Tab. 4.

Tab. 4 Percentuálne zastúpenie odpovedí študentov, ktorými vyjadrili svoj názor na počet príkladov riešených na hodinách fyziky a zadaných na domácu úlohu

	Počet príkladov	
	riešených na hodinách fyziky	zadaných na domácu úlohu
príliš veľký	6,1 %	10,2 %
primeraný	71,4 %	67,4 %
nedostatočný	20,4 %	16,3 %
žiadny	2,1 %	6,1 %

Čo sa týka prístupu učiteľa fyziky ku študentom, 63,3 % respondentov ho považovalo za kolegiálny, 12,2 % za povýšenecký, 0 % za arogantný a 24,5 % si vybralo možnosť iný prístup (ľahostajný, zaujatý voči istým jednotlivcom, ...).

V ďalších položkách dotazníka sa respondenti vyjadrovali ku hodnoteniu fyziky na strednej škole. Ústnou aj písomnou formou overoval vedomosti z fyziky učiteľ u 85,7 % študentov, len písomnou formou u 14,3 % študentov a výlučne ústnou formou sa neoverovali vedomosti u žiadneho z opýtaných. Keďže v súčasnosti sa na našej vysokej škole overujú vedomosti študentov výlučne v písomnej podobe, opýtali sme sa študentov, či im takýto spôsob overovania vedomostí z fyziky vyhovuje. 55 % študentom takýto spôsob vyhovuje, 30,7 % študentov by uvítalo kombináciu písomného a ústneho skúšania, 2,1 % by vyhovovalo ústne skúšanie a 12,2 % študentov to nevedelo posúdiť.

Tab. 5 ukazuje, ako sa v poslednej položke dotazníka študenti vyjadrili ku hodnoteniu učiteľa pri ústnom a písomnom skúšaní na strednej škole.

Tab. 5 Percentuálne zastúpenie odpovedí študentov, ktorými vyjadrili svoj názor na hodnotenie učiteľa pri ústnom a písomnom skúšaní

	Hodnotenie učiteľa	
	pri ústnom skúšaní	pri písomnom skúšaní
spravodlivé	59,2 %	69,4 %
nespravodlivé	14,3 %	12,2 %
neviem posúdiť	26,5 %	18,4 %

4. ZÁVER

Cieľom tohto príspevku bolo zhrnúť výsledky dotazníkov, z ktorých mali učelia fyziky získať vstupnú charakteristiku študentov bakalárskych študijných odborov ES a DSZ prijatých na AOS. Študenti prichádzajúci študovať na AOS majú veľmi rôznorodé a veľakrát nedostatočné vedomosti z fyziky. Napomáha tomu neustála redukcia hodín fyziky na strednej škole. Zvoliť primerané tempo a formy vysokoškolského štúdia fyziky je veľmi náročné. Nie je zriedkavosťou, že medzi študentmi, ktorí nedokončia štúdium na AOS sú aj takí, ktorí nevládnu skúšku z fyziky.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~bendikova/metodika/index.htm>
- [2] DARÁK, M., KRAJČOVÁ, N.: Empirický výskum v pedagogike. 1. vyd. Prešov: Manacon, 1995. 167 s. ISBN 80-85668-22-X
- [3] TUREK, I.: Učiteľ a pedagogický výskum. 1. vyd. Bratislava: Metodické centrum mesta Bratislavy, 1996. 137 s. ISBN 80-7164-173-1

Summary: This paper focuses on summarizing the results from the questionnaires which the physics lecturers distributed in order to get the characteristics of students who entered the Academy of the Armed Forces to study "Electronic Systems" and "Transport Machinery and Devices" fields of study. The students coming to study at the academy have heterogeneous and often insufficient knowledge of physics. This is also due to the fact that the number of physics lessons at secondary schools is decreasing. It is very difficult to choose appropriate pace and forms of physics studies at the academy. It happens sometimes that students who do not complete the studies at the academy have to leave because they have failed the physics exam.

RNDr. Eva BAJČIOVÁ JUREČKOVÁ, PhD.
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Katedra prírodných vied
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: eva.bajciova@aos.sk

DETEKCIA NEBEZPEČNÝCH OBJEKTOV S VYUŽITÍM INFRAČERVENÝCH SYSTÉMOV

DETECTION OF DANGER OBJECTS BY INFRARED SYSTEMS

Róbert BRÉDA

Abstract: The problem of locating the position of mines plays a very important role both military and humanitarian points of view. Lots of people, on a daily basis, get hurt or even killed – by remnants of military conflicts. Consequently, detection of mines is becoming the central issue of a much effort in research. Detection of dangerous objects – antitank and antipersonnel mines can be resolved also by the method of processing of the scanned visual information. The standard methods of locating anti-tank or anti-personnel mines are increasingly demanding in terms of time, the level of proficiency of mine-sweepers or engineers. The possibility of remote detection of mines from aircraft, helicopters or unmanned aerial vehicles reduces time demandingness of mine-sweeping actions, and costs and enables automation of the process thereby reducing the influence of human factor. The contribution is about a proposal of an algorithm of mine detection in via visual information in the infrared spectrum. It also contains a description of the procedures used by thermal image processing and that of the Hough's transformation used in the algorithm for detection mine in the image. The results of proposed algorithm designed to detect dangerous objects were used on real image of a minefield.

Keywords: mine detection, image processing, segmentation, Hough's transformation.

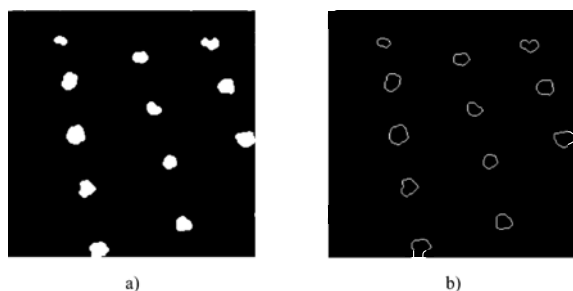
1. ÚVOD

Míny predstavujú okrem bezprostredného nebezpečenstva pre obyvateľov aj veľkú ekonomickú záťaž, kde na odstránenie jednej míny sú potrebné vysoké náklady a nákladná je aj starostlivosť o obeť mín. Detekcia v zemi uložených objektov pomocou infračerveného žiarenia sa môže zdať prekvapujúca, pretože infračervené žiarenie nepreniká pôdou a preto je nemožné merať priamo teplotu v zemi uloženej míny. Pretože míny majú rozdielnu tepelnú kapacitu ako ich okolie, môžu byť zistené pri dynamických podmienkach, kedy sa otepľuje alebo naopak ochladzuje prostredie. Takéto teplotné zmeny nastávajú napríklad ráno pri svitaní, alebo večer pri stmievaní. Maximálna hĺbka uloženia míny, pri ktorej je ešte možná detekcia je 10-15 cm. Výsledky získané s pasívnym infračerveným zobrazovacím systémom závisia aj na environmentálnych podmienkach, kde ďalší problém môže predstavovať nerovný povrch, odrazy od rušivých cieľov a vegetácia. Možné zlepšenie detekčnej schopnosti prinášajú metódy analýzy sekvencie infračervených obrazov, alebo využitie polarizácie infračerveného žiarenia odrážaného sa a emitovaného umelo vyrobenými predmetmi. Obe metódy umožňujú zvýšiť kontrast medzi prirodzeným prostredím a umelo vytvoreným objektom analýzou postupnosti obrazov a ich kombináciou do jedného, alebo viacerých parametrických obrazov. Priame meranie môže byť kombinované s termodynamickými modelmi pôdy, ktoré popisujú prechod tepla v míne a v pôde, ako aj výmenu tepla medzi pôdou a atmosférou. V závislosti na úrovni prepracovanosti modelu sa môže simulovať nie len tok tepla zemou, ale aj tok vlhkosti pôdou. V prospech infračervených

systémov hovorí ich schopnosť zobrazovať situáciu a súčasný stav technológií umožňuje vyrábať väčšie a citlivejšie senzorové polia s cenou a kvalitou obrazu približujúcou sa k súčasným komerčným digitálnym zobrazovacím systémom, ktoré pracujú vo viditeľnom spektre. Keďže prichádzajúce tepelné žiarenie zo slnka sa cyklicky mení, aj tepelné signatúry podzemných objektov nasledujú túto cyklickú zmenu. Tepelná signatúra mín nezávisí iba na dennej dobe, počasi a na vlhkosti pôdy, ale aj na druhu pôdy. Pri snímaní obrazu pre detekciu mín je preto potrebné brať do úvahy všetky tieto faktory, ktoré majú vplyv na tepelnú signatúru tak, aby bol dosiahnutý potrebný kontrast pre rozlíšenie mín. Vlastnú detekciu mín na základe ich tepelných signatúr si môžeme predstaviť ako detekciu kružníc a častí kružníc v snímanom obraze. Často používanou metódou detekcie kružníc v obraze je Houghova transformácia, ktorá bola použitá pre detekciu mín. Bol vytvorený algoritmus v programovacom prostredí MATLAB, ktorý využíva knižnicu Image Processing Toolbox s funkciami pre spracovanie obrazu.

2. SPRACOVANIE SNÍMANÉHO OBRAZU

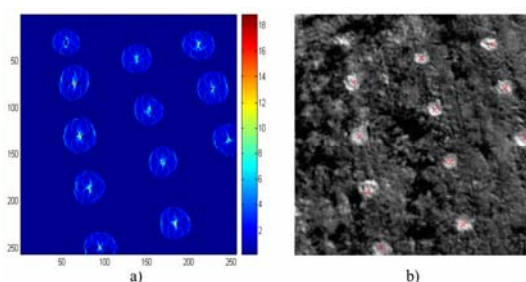
Algoritmus detekcie mín môžeme rozdeliť do niekoľkých hlavných krokov. Prvým krokom pri detekcii mín touto metódou je snímanie, digitalizácia a uloženie obrazu mínového poľa v číselnej podobe. Objekty nášho záujmu sú pomerne veľké a naopak šumu zodpovedajú malé oblasti, ktoré sú v algoritme odstránené pomocou morfologickej operácie otvorenia a uzavretia obrazu. Následne je prevedená detekcia hrán snímaného obrazu pomocou vybraných operátorov, v algoritme bol použitý Sobelov operátor, ktorý dáva dobré výsledky pri detekcii hrán v použitých obrazoch.



Obr. 1 Detekcia hrán pomocou vybraných operátorov

2.1 DETEKCIA MÍN POMOCOU HOUGHOVEJ TRANSFORMÁCIE

Pre následnú detekciu mín v obraze je v navrhnutom algoritme použitá Houghova transformácia. Houghova transformácia je všeobecná metóda slúžiaca k vyhľadaniu definovaných objektov v obraze. Houghov priestor je v našom prípade trojrozmerné pole, pričom dva rozmery sú zhodné s rozmermi pôvodného obrázku a tretí rozmer predstavuje jednotlivé polomery. Tento rozmer sa môže meniť podľa očakávaného polomeru mín v obraze, aby sa nezadávali veľké polomery a šetril sa tak čas potrebný na výpočet. Polomer je možné ohraničiť zdola, keďže môžeme očakávať aj určitý minimálny polomer mín v obraze. Minimálny a maximálny polomer mín v obraze závisí od skutočných rozmerov mín, od výšky, z ktorej bol obraz snímaný, od rozlíšenia snímaného obrazu a od ohniskovej vzdialenosti objektívu snímača. Na základe týchto hodnôt je možné algoritmus rozšíriť o kroky, ktoré by nastavili hraničné hodnoty transformácie a skrátili tak čas potrebný na výpočet. Vyhľadanie lokálnych maxím prebieha tak, že sa vyhľadá maximálna hodnota v Houghovom priestore. Prvé dve súradnice tejto hodnoty predstavujú stred detegovanej míny tretia súradnica predstavuje polomer. Ak je hodnota maxima vyššia ako určitá prahová hodnota, červeným krížom sa označí poloha míny. Potom sa odstráni maximum a jeho okolie z Houghovho priestoru a znova sa vyhľadá maximum.



Obr. 2 Výsledok hľadania mín v simulačnom prostredí

3. ZÁVER

Najvyššia dosiahnutá úspešnosť detekcie mín pomocou navrhnutého algoritmu je 94,44 %. Táto úspešnosť je približne na úrovni ostatných používaných metód. Zvýšiť úspešnosť detekcie je možné kombináciou viacerých metód. Vhodné by bolo spojiť také metódy detekcie, ktoré by sa navzájom dopĺňali. Napríklad infračervený systém v spojení s georadarom by mohol úspešne detegovať míny tak v suchom, ako aj vo vlhkom prostredí. Pri použití detekcie mín z obrazovej informácie získanej pomocou infračervených systémov je nutné brať ohľad na aktuálne vonkajšie podmienky. Čas pre snímanie obrazovej informácie je potrebné zvoliť s ohľadom na typ pôdy tak, aby sa dosiahol čo najvyšší kontrast tepelných signatúr mín oproti pozadiu. Vietor, rozvírené listie, piesok alebo prach môžu spôsobiť silné zašumenie obrazu, čo môže viesť k tomu, že tepelné signatúry mín budú algoritmom ťažko rozpoznateľné. Vlhkosť pôdy tiež vplýva na tepelný kontrast medzi mínou a pozadím. Dlhotrvajúce obdobie bez zrážok, ale aj nedávny dážď spôsobia zníženie tepelného kontrastu a teda sťaženie podmienok pre detekciu. Navrhnutý algoritmus je možné rozšíriť o detekciu nastražených drôtov trieštivých mín, prípadne o detekciu nevybuchutej munície. Ďalšou možnosťou vylepšenia algoritmu je spracovanie sekvencie obrazov jedného miesta, získaných v rôznom čase.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] NOHA, J., BALKO, K.: Preparing Transparencies for a Presentation (Príprava priesvitiek na prezentáciu), metodologický časopis 14 No. 9 (1994), s. 211-243.
- [2] ASHBROOK, A., THACKER, N. A.: Tutorial: Algorithms For 2-Dimensional Object Recognition. [online] University of Manchester. 1998.
- [3] SOPATA, M., SOTÁK, M., BRÉDA, R.: Modelovanie a simulácia z pohľadu verifikácie a validácie. In: Nové trendy v rozvoji letectva: Zborník 6. medzinárodnej konferencie: 2004. Košice: Vojenská letecká akadémia generála M. R. Štefánika, 2004. s. 28 - 33. ISBN 80-7166-050-7.
- [4] HLAVÁČ, V., SEDLÁČEK, M.: Zpracování signálu a obrazů, ČVUT, 2002.
- [5] HLAVÁČ, V., ŠONKA, M.: Počítačové vidění. Grada Praha, 1992.
- [6] SOTÁK, M.: Navigation sensors in simulation environment. In: Modern Technologies in the XXI Century: the 31st Internationally Attended

Scientific Conference: Bucharest, 3-4 November 2005. – Bucharest: Military Technical Academy, 2005, str. 3.185-3.190, ISBN 973-640-074-3.

- [7] KEELEY, R.: Understanding Landmines and Mine Action.
- [8] SOTÁK, M., SOPATA, M., BRÉDA, R., ROHÁČ, J., VÁCI, Ľ.: Integrácia navigačných systémov. monografia: 1. vyd. - Košice: Vydané nákladom vlastným: Róbert BRÉDA: 2006, Košice. - 344 s. ISBN 80-969619-9-3.

Ing. Róbert BRÉDA, PhD.
Technická univerzita Košice
Letecká fakulta
Rampová 7
041 21 Košice
E-mail: robert.breda@tuke.sk

Summary: The success in detection of mines in the tested image, using the algorithm proposed by us, has reached 94,44%. This rate is roughly at the level of other methods currently in use. Efficiency of detection can be improved by way of combining several methods. It would be suitable to join such methods of detection which would be complementary. For example, an infrared system linked with a georadar could successfully detect mines both in dry and humid environment. When using mine detection on the basis of image information acquired by means of infrared systems, it is necessary to take into account the actual ambient conditions. Time of scanning of thermal image information is to be chosen in view of the type of the soil so as to achieve the highest possible contrast of thermal signatures of objects against the background. Wind, whirling litter or dust may result in strong noise in the image making it difficult for the algorithm to discern thermal signatures of mines. Humidity of the soil also affects thermal contrast between the mine and the background. Long-lasting periods without rain, but also a recent rain may be causes to lower thermal contrasts, i.e. degradations in the conditions of detection. The proposed algorithm proposed can be extended to detect cables laid as traps for fragmentation mines, or to detect unexploded ammunition. Further potentials of improvements in the algorithms consist in its processing sequences of images of the same site scanned at different seasons of the year.

TYPES AND FUNCTIONS OF INFORMATION IN AIR DEFENSE

Zdzisław MAŚLAK

Abstract: The system of air defense is extremely complex. This complexity results from a large number of elements, the multiplied relations among them and also forms the variety of states that particular elements can be found separately and as a whole with high frequency and speed. The number of object classes, classes of relations in the distinguished objects are relatively small. That's why most of messages in the system of air defense can be reduced to relatively small number of message types with well-defined patterns.

Keywords: message types, air defense, information, types, functions

INTRODUCTION

The air defense is a special complex system. Such complexity results from a large number of elements, multitude of relations between them and also from the variety of situational states possible to appear in the air defense components as well as in the whole air defense system. It happens very quickly and frequently when processing the incredible quantity of information. The number of class objects and states of the distinguished objects is relatively small. Due to this fact most of information in the air defense system can be expressed through a relatively small number of information types (kinds) based on the well-defined structures. Some of these structures introduced through administrative decisions - order, agreement or other ones become finally the *information standards* of air defense. This elaboration is an attempt of attaining the clarity of theoretical bases for the air defense information. It is also an expression of the basic trends in the theory of information of civilized world at the beginning of XXI century including the future character of wars and conflicts. Simultaneously, the elaboration is a guide in the field of theoretical basis for managing the information in the air defense system.

1. DEFINITION OF AIR DEFENSE INFORMATION

Technological advance causes that automatic systems of command and fire assets of air defense are based on the continuous and rapid access to the currently updated information. The military theoreticians predict that the future war may look like the present screenplays of fantastic movies. In such circumstances the opinion that information will become (if it has not happened yet) the most important factor of the battlefield. Regardless the future character of war, the prompt and efficient gathering information will dominantly influence the course of war. To a large extent this process will depend on a precise structural determination of the enemy, own forces and conditions for battle. In case of the attempt to define the term information in every field of human activity the literature on theory of information and information systems are full of

examples from the economy. But it is not possible to find the classic definitions on economic information that would be commonly respected and applied. Instead of that one can find many brief descriptions concerning the various aspects of information and information systems. They can be easily arranged to such a specific human activity like the air defense. For instance, this is the following set of definitions below:

- information is the observer's knowledge on air defense system and its environment
- information is the content of quantitative and qualitative characteristics of components constituting the air defense system
- information is such content of message on the air defense essential for solving the task of shielding the military troops and objects
- information is such a content of message that diminish the uncertainty of situation in air defense system

Normally, the sense of these expressions can be various to reflect a certain situation and context of using them became the term of information is very fluctual and open to many different interpretations.

The expression *information in air defense* is not frequently used in economy, politics and daily life. The sense of this expression used to be different depending on situational and informational context of its user. It does not appear in colloquial speech like in the ethnic language used for communication as a universal language in an ethnic group. It appears in a special language of air defense used in the following meanings:

- Information in the air defense deals mainly with systems, processes and events in the air defense as the system (criterion on subjective spectrum of information)
- Information in air defense deals mainly with information actively serving the decision-makers of air defense (commanders, intelligence officer analysts, navigators, pilots, etc) to make a decision (criterion of the information user).
- Information in the air defense is any kind of knowledge used for steering processes or guiding the defense forces (criterion of the information user).
- Information in the air defense is the knowledge circulates in the air defense system and its

- environment essential for functioning of air defense (criterion on function in the air defense system)
- Information in the air defense is the knowledge causing the results in decreasing the own losses and increasing the number of hostile aerial vehicles (criterion on informational effect in the air defense)

The above meanings of information in the air defense are supported with some examples below.

1.1 Information on systems, processes and events in air defense

Examples of information about air defense are the data on components of the system and their mutual relations. It also includes the data on parameters of cooperating technical devices, rules of functioning the command posts and their duties etc. The information mostly concerns the phenomena and external systems in relation to recipient or user of information. For instance information about the threat of air attacks mainly in the interest of a decision-maker responsible for protection of the object and people working there. The operator of air detection component who can stay in other area beyond the threat is not interested in such information.

1.2 Information for air defense decision-makers used to make a decision

Air defense information used to make a decision about the method of using the armed force may be understood as any knowledge disregarding its content and form. - For instance it can be information on air attack, composition of the offensive groups, direction of attack, meteorological and terrain conditions in the region of combat operations. Each of the above mentioned items of information causes making a decision at the proper level of responsibility. Such decision must follow the adequate situation expressed by this information.

1.3 Information guiding the air defense system

This kind of information of air defense used for guiding or controlling the process in this system guiding air defense systems covers all made up the directives, orders, requests influencing the phenomena and processes in the air defense. It also refers to people and combat units like AOD ACO ATO OPTASK¹ with the regulations on the use of airspace, requests of supervisors given to

subordinates, procedures for activity in certain situations etc. This information is intentionally prepared by commanders, staffs or officers to cause proper behavior of measures or persons to gain the expected results of air cover.

1.4 Information constituting a part of air defense system

The information circulating in air defense system vital to for its proper development include all instructions on joint operations of armed forces, compatibility of devices, roles of command posts as well as the codes and rules for transferring the information, forms of reports etc. This information is usually works in a framework of subsystems functioning as the integral parts of the particular systems of air defense. The information generated and circulating in these systems is usually a result of previously made decisions as well as a tool for implementing decisions or a result of gathering information process. For instance the decision on covering an important object causes the process of circulating information that means achievement of tasks displacement of the selected forces of fighter aviation.

1.5 Information causing results

The information causing results in air defense can be any information disregarding the content and form whose appearance or lack in air defense system causes the measurable results. For instance an improper message on the air attack - delayed or misled direction of attack- may cause the situation when more targets (airports, command posts) will be efficiently destroyed. But the well-acquired and properly reinterpreted defense intelligence notice (AiN) about the enemy will cause deliberate damage of attacking aircraft. The criterion adopted for distinguishing these five kinds (types) of information is strictly functional. The content of information has the secondary importance. The same information can play one or some different roles. It means that -for instance- that the same information may cause results in number of damaged aerial vehicles of enemy and to constitute a part of the information system. Multifunctional aspect of information in the air defense is a complex issue. For instance the difference between information on system and the decisive message is based of the fact that the first one creates possibilities of guiding effect and the second one cause the real effects. It is an essential difference in functioning of information in air defense system.

¹ AOD - Air Operation Directive, ACO - Airspace Control Order, ATO - Air Task Order, OPTASK - Operational Tasking.

2. TYPES OF INFORMATION OF AIR DEFENSE

2.1 Fact-based information

Fact-based information in the air defense is the only information that distinct states of objects, processes or events. The message on such a state is called 'fact'². Fact as a message containing a certain information on the distinct state of object can be presented by the sequence of three elements³

(O, F, V)

where

O name of object

F feature of object

V value of object

For instance let object be a fighter F-16c, its feature is time of detection and value of feature V is C-17.15

The term of an object is used in a general meaning: object, process, and event. Such object can be real: technical (aircraft, device), biological (a man, flock of birds), informational (text, database, system of gathering, acquiring, processing and distributing the information). An object can be perceived as a simple, complex or big system. A feature F of object O is a distinct state of O. A feature can be attributed to certain values from the set of the distinct states of O. A value V is a measure of such a distinct state.

Each object can have many features

$$C = C(A) = (a_1, a_2, \dots, a_R)$$

These features can be constant in a certain time interval

$$C(T) = C(A, T)$$

The above equation means a *static fact* in time interval T. We can present it as a graph (semantic pattern)

$$F(T) = [O(T), F(T), V(T)]$$

According to many researchers the quantity, value and utility of information can be determined only in relation to certain users. In the air defense there are messages not connected with certain users. It refers to vast majority of messages constituting the information data in subsystems. It means that most of air defense information stored in the information databases will not be the basis for assessment of the

quantity, value and quality of information in connection with info-users. It happens even then when certain information is not directly used for making a decision (through inserting it into the decision-making algorithm) but in the way that decision-maker gained for many years. His knowledge is possessed, processed, modified and constitutes the base upon which the decisions are made.

2.2 Technical information

Technical information is the fact-based information that refers to technical objects. The object for this information is a technical device - computer, coding device, TV transmitters. In a device the features based on technical parameters are distinguished: carried frequency, working frequency, number of impulses and their shape, possibilities of generating and absorbing energy, inter-emergency time, technical functions, energy consumption number of working hours between the inspections etc. Many of these features are strictly the technical norms. These features can be quantitative (weight, capacity, transmission capabilities, capability of energy consumption observing), qualitative (type, construction, quality class, adaptation to work under certain conditions, time between repairs, unmanned service). Nomenclature (composition of element or system) and organizational (designation of objects, determining if an object is an effect of decisive process) features are also in the set of the above features.

A *fact-based technical information* is referred to particular technical objects that means certain devices or technological processes. Practically, for most of classes and types of technical objects in the air defense the *models of fact* are determined. A model of fact is usually tailored to the needs of information recipients. Its semantic structure fits the semantic pattern of fact or a part of such a pattern. A model of fact for technical information is a structure of technical documentation of any device, its description, manual, conservation specifications etc. Some models of fact become *information standards* also as the international branch norms that are very important in case of the integrated NATO air defense.

Technical information concerns systems of different sizes. There could be small systems e.g. in the local computer and global system like integrated system of information on the NATO aerial vehicles.

² Z. Mądrzycki

³ J. Olesiński

2.3 Technical-to-decisive information

Technical-to-decisive fact-based information is any fact-based information. Its objects are technical but features and attributes are decision characteristics e.g. number of aircraft in the region responsibility, number of firing aircraft necessary to hit the selected target, number of marine tenders for COMAO⁴ service. There are so called indicators of combat efficiency as examples for technical-to-decision information among others. Technical-to-decisive information includes also characteristics of technical objects.

Assuming the above it is possible to divide the technical-to-decisive information into the following way:

- *Technical-to-decision norms* most frequently occurring as normative indicators based upon the upgraded capabilities of object e.g. aircraft fuel consumption, number and types of payloads
- *Statistic technical-to-decisive indicators* are referred not to a certain technical object but to elements of air defense as a type of subject squadron of aircraft, devices of electronic warfare echelons, technical system of air defense reconnaissance etc. Statistic technical-to-decision indicators inform about factual, result technical-to-decision parameters connected with the certain effects that these objects can ensure.
- For instance they are capable of shielding a certain area, shooting down a certain number of aircraft, detecting a certain data on aerial target and then processing them to achieve information from these data. The examples for such indicators are accepted as result patterns. These are statistic data obtained in certain situations under some conditions.

Statistic technical-to-decisive data means statistic technical-to-decisive information referred to the air defense element as the objects of fact-based information. For instance a predicted number of damaged targets basing upon the pervious attacks with the same number of aircraft reflect this issue.

Technical-to-decisive information concerns the technical objects, machines and devices, technological processes as the integral components of the subject. This information is very important for the air defense system because objects, events and technological processes are strictly the basis for decisive processes. Technical-to decisive is the primary characteristics of objects, processes and events. They are the basis for the rest of other information. Technical-to-decisive information plays an important role in the internal informational systems of air defense components. Elaboration and application of the uniform rules and methods of

reproducing (expressing, transforming) this information is the condition for informational clarity in air defense.

3. INFORMATION SERVICE IN AIR DEFENSE

As described earlier the information is a limited set of data existing in a certain system, language at adequate material carriers referring to the air defense system information perform three basic functions

- Informative
- Decision making
- Guiding

Each of these functions requires from the information to be different according to:

- Content
- Language
- Form (structure)
- Material carrier
- Organizing the information system

3.1 Informational function

Informational function of message in the air defense system is based upon reproducing the real situation on the land, sea and air in the form of information and creating knowledge resources. This function is performed through distributing the information to all objects and elements of air defense - people (decision makers), teams (staffs, commands, crews) to provide them with information essential for these objects of knowledge. It means the information resources essential to these objects existence, functioning and performance of ordered tasks.

This knowledge is the gathered and stored information. The informational function of message is based upon changing knowledge resources of system or its part. A message received by the system that does not change the resource of knowledge does not perform informational function. J Czerniak claims in his considerations that if information does not change the store of knowledge it does not include any information because it is nothing but data. He introduces discriminations between the information and the data-signs that may [but do not have to] include information increasing the knowledge resources belonging to the signs recipients. In the system of air defense the gross of message is only databases without any information.

The assessment if any message includes the information changing the user's resources of knowledge is possible only in case when the informational and informational processes are

⁴ COMAO – Composite Air Operations

well-defined where the message is received by user. It is worth assuming that such occasion happens in the air defense system and ongoing processes. In such hierarchic information system each read message is received by user that can assess if the information included in this message changes his resource of knowledge or not. We deal with such processes in simple decisive situations. But it happens that a recipient (user of information in air defense) is not aware at this moment whether the information in that message enriches the resource of his knowledge. It refers to the users in staffs and commands. For instance, the CRC⁵ commander receiving information on a single aerial object is not able to state if this information changes his spectrum of knowledge on the hypothetical enemy's COMAO groupings.

Such events take place because in the air defense system it is often impossible to assess univocally if any message received by user increases the stock of his knowledge. It is extremely difficult to assess in case of those elements constituting the system that include many information subsystems. Each member of the staff section command etc. is an information system. Transfer of any message to the staff X or section Y does not mean that all information systems in the range of subject (e. g. all employees of CAOC⁶) immediately verify the resources of their knowledge the chief of defense received any report from division on using the missile weapon. On the contrary we can be sure that the message will be stopped in the information system of the subject. Among others it results from the fact that in the air defense we deal with an excess of information and disseminating many similar messages - concerning their lexical and semantic expression.

The informational function of message in the air defense system is performed through information processes of gathering, processing, storing and distributing the information. These processes or some of their stages are usually performed by the information systems. Good and effective performance of informational function through the message in air defense system requires fulfilling the below-described conditions.

CONDITION I *professional diagnosis of the user-recipient's resources of knowledge* Proper identification, good recognition of information needs of users-recipients is usually difficult but in case of air defense it does not make much trouble due to clear division of competencies of its particular elements.

But to define accurately the demand for information of users -recipients it is necessary to

identify properly the users, their decision-making situations, to describe models of these occasions and to get familiar with their information resources. It is extremely difficult to assess resources of the *knowledge remembered by people* and resources of knowledge left in technical devices including overall computer systems and knowledge stored in the normative documents, handbooks guides etc. The resources of knowledge are often insufficiently described.

A term of *useful knowledge* may be helpful when identifying the needs of users-recipients. A useful knowledge is such knowledge that user needs right now or in the future. Hence, an important parameter is a time. We may talk about the knowledge that in a certain time interval is useful. This utility can be expressed by the probability rate higher than zero and connected with the knowledge used for making a decision, guiding activity etc. by a certain user in one moment or time interval. Conditions for assessment of knowledge are good systems of meta-information describing the information archives or technical devices with memory. Such good meta-information systems are rare, anyway. In most cases the statement that any information is in the commander's (pilot', navigator' chief of staff stock memory etc) or in the system is proceeded with review of resources or a precise question if such information exists in the system.

Practically, many messages are distributed among the elements of air defense because it is not sure if any user of information has already got the latest message. It is extremely difficult to assess the knowledge memorized in human minds and in the systems employing technical devices including computer equipment because these knowledge resources are not sufficiently described.

CONDITION II *Adequate defining of the informational needs of user-recipient.*

When defining the needs of user-recipient is necessary to distinguish:

- Information needs that impose an active demand for information
- Information needs that manifests with demand for enrichment of knowledge resources
- Information needs that support the storage of information in resources (memory devices)
- Information needs that support searching for information in the memory devices or in user's memory

The fact that a real user does not need any information right now does not mean that this information won't be necessary for him in the future. By the way it is necessary to realize personal needs

⁵ CRC - Control and Reporting Center

⁶ CAOC - Combined Air Operations Centre

of information that means auto-identification of information needs. A part of users-recipients information in the air defense -excluding simple technical systems and decisive situation- is not able to identify precisely personal needs of information and then to define them and express in adequate meta-language. That's why auto-identification of information needs is often not full, imprecise and valid only in relatively short time since the statement if any information is needed or not takes place after its reception and inserting into memory of information system. For instance: To what region of duty we should introduce the fighters after receiving the first messages on detection of aerial vehicles? We can state after analysis of the entire tactical situation. Due to the analysis of situation we can assess the importance of the received information and to make adequate decisions. So in the information system in the air defense - as in information systems in general- it is necessary to take into account that messages can include the invalid information and such information can be multiplied that information gaps are possible or lack of information is not excluded.

A good information system should be equipped with tools identifying the redundancy, information gaps, not full relevance of processes of searching information and based on methods of these tools application. These methods and tools should make possible the control and minimize the discrepancies between the user's knowledge together with his information needs and the information he receives.

CONDITION III Proper *identification of user-recipient language.*

To perform relatively well the informative function a user-recipient should receive possibly complete information about language in which the message was expressed. This condition is fulfilled in the air defense. But specificity of particular languages constituting the language of air defense and high level of information systems variety lead to possibility that user-recipient can misunderstand or just not understand messages he receives. It is due to his insufficient knowledge on languages, in which these messages were expressed. In turn the systems generating messages eagerly reserve the rights not only for creating and distributing messages but also to the language of their expression. Such situation results from a large spectrum of instructions, tables, guidelines etc. Finally, an ordinary user-recipient is not able to interpret univocally the information that leads to rapid growth of internal information systems of staffs, organizational cells and command posts when using the modern information technologies requiring the highly qualified specialists to operate them.

3.2. Decisive function

A decisive function of message is based upon supplying the decision-maker of air defense with information essential for taking his decision. To perform such function with assessment to what extent any message performs decisive function there is a need of descriptive information:

- current decisive situation of user - decision maker's information
- decision-making procedure chosen by this decision maker
- his resources of knowledge relevant to the ongoing decisive situation and decisive procedure.
- a resource of knowledge relevant to decisive situation within the framework of a certain system.

It is important to perceive difference among the types of information. I(S) is an information describing the decisive situation I(S). I(D) is a description of decisive procedure. I(K) information as the resource of knowledge relevant for decision maker of the air defense and I(T) means the information constituting the knowledge on decisive situation relevant for the framework a certain system. A decision maker defining his decisive situation should have the knowledge I(T). It is information about the system in which the decision is made. The decisions concern this system. Both resources of knowledge I(K) and i(T) should be similar. It means that a decision maker as an element of air defense system knows all what is necessary to define a decisive situation. Practically, a real source of the decision maker's knowledge I(K) does not cover the whole information from I(T) that means the knowledge relevant to him to make an adequate decision. Usually the knowledge he has is poorer than information about the systems to which the decisive situation is referred to.

Usually, the set of information I(S) describing the decisive procedure is made basing upon the decision maker's knowledge I(W). When this knowledge includes irrelevant or false information, the procedure can be misleading. It happens that a decision maker has the knowledge I(W) covering only a part of information I(T) - therefore that is an incomplete knowledge. We often meet such knowledge in the system of air defense. Decision-making process in such circumstances takes place under the condition of incomplete information. A determination to what extent information and information processes are incomplete when making a decision is one of the crucial problems in air defense.

Information gaps, lack of complete information in making-decision process cause the situation when the incomplete information is regarded as sufficient or the information gaps are filled with irrelevant information that a decision making treated as

relevant ones (e.g. not verified information, subjective estimations on weak bases). It is one of most frequent reasons for mistakes when making a decision in air defense.

In the modern air defense system the specialized systems of information are upgraded to offer information that from the theory of information viewpoint belongs to J(K) and I(T). For instance: system of data identification, consultations on different types of databases. A decision-maker should selectively use these information or share information services. In order to do that he needs the knowledge on information and its systems. In the modern air defense the knowledge on information, its systems and processes belongs to basic spectrum of knowledge obtained by every decision-maker.

3.3. Guiding function

Guiding function of message in the system of air defense is based upon the fact that a message given to a recipient causes a certain behavior of the subject. A sender of message determines recipients and information channel through which he sends the message. In the guiding function the user of a message is either its sender or recipient. It is the specific feature of guiding function in the air defense system. In other function someone else is its user and different persons generate information. For a sender the message is a tool for guiding a recipient; for recipient a message can be perceived different ways. For instance as tool for guiding, enriching knowledge resources and as the information supporting decision-making act. Depending on the senders intentions the messages are given to individual users in a certain environment of users not individually identified.

When taking into account the criterion on the method of perceiving the guiding message by its users- recipients we can distinguish the following situations:

- recipient of message identifies it univocally as an instruction including the guiding information
- recipient of message knows that it was sent to him in order to make a decision following a decisive procedure after completion of his knowledge but basing upon exactly the above message.
- A recipient of message is convinced that it is to change the spectrum of his knowledge while the objective of sender is to guide a recipient.

When pondering the range of affecting a message including guiding information we distinguish two situations.

- Messages addressed to certain recipients.
- Messages of common range.

Messages of common range may perform an informative or guiding function. The guiding effect

of common range message may be very strong but it is difficult to control.

References

- [1] MAŁDRZYCKI, Z.: Problemy budowy języka informacyjnego dla systemów informatycznych, „Aktualne Problemy Informatyki i Dokumentacji” 1981, nr 4.
- [2] OLEŃSKI, J.: *Ekonomika informacji*, PWE, Warszawa 2001.
- [3] SIENKIEWICZ, P.: *Podstawy teorii systemów*, AON, Warszawa 1993.
- [4] STEFANOWICZ, B.: *Informacyjne systemy zarządzania*, Wyd. SGH, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 1997.
- [5] *Filozofia a nauka, Zarys encyklopedyczny*, PAN, Ossolineum 1987.
- [6] GOBAN, T., KLAS, P., SIENKIEWICZ, P.: *Społeczeństwo informacyjne: szanse, zagrożenia, wyzwania*. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999.
- [7] GRZYBOWSKI, M.: *Doskonalenie zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej w systemie rozpoznania radiolokacyjnego*, AON, Warszawa, 1996.

Summary: The system of air defense is extremely complex. This complexity results from a large number of elements, the multiplied relations among them and also forms the variety of states that particular elements can be found separately and as a whole with high frequency and speed. The number of object classes, classes of relations in the distinguished objects are relatively small. That's why most of messages in the system of air defense can be reduced to relatively small number of message types with well-defined patterns. Some structures of these patterns introduced with administration decisions - order, instruction, agreement or others applied for different reasons become information standards.

Ph D. Zdzisław MAŚLAK, Col.
National Defense University
Air Force and Air Defence Institute
Air Defence Branch
Warsaw, Poland
Al. gen. Chruściela 103
00-910 Warszawa
Polska
E-mail: z.maslak@aon.edu.pl

NEC EDUCATION - FROM THE NATIONAL TO THE COALITION POINT OF VIEW

Miroslav HRUBÝ, Robert DRMOLA

Abstract: The paper deals with the NEC education support by the LMS Moodle at the Communication and Information Systems (CIS) Department of the University of Defence (UoD) in Brno. The experience in usage of the CIS Department Moodle is described. The proposal of the possible coalition approach can create a discussion about this important and current topic.

Keywords: education, LMS, Moodle, NATO, NEC, university.

1. INTRODUCTION

The contribution is oriented on the NEC education importance, the possibility of its support by the means of modern information and communication technologies (ICT) and the necessity to overcome the national points of view with the aim to see these problems from the coalition point of view. The authors mean that the discussion about this topic can bring valuable ideas for the work of all teachers who are responsible for teaching not only NEC topic, but many other subjects.

The main goal of the paper is to introduce the proposal of the NEC education ICT support at the University of Defence in Brno, Czech Republic. The necessity of moving to the coalition solution is included. The authors emphasize some methods and tools which are based on IT and, from the authors' point of view, could shift educational process oriented on NEC to the higher level.

2. UNIVERSITY OF DEFENCE AND ITS PARTICIPATION IN NEC EDUCATION

In accordance with University Law of the Czech Republic, the University of Defence (UoD) in Brno [1], Czech Republic is a state university. It was established on September 1st, 2004 and included three former Czech military colleges – Military Academy in Brno, Military University of the Ground Forces in Vyskov and Jan Evangelista Purkyně Military Medical Academy in Hradec Kralove. Nowadays the UoD is the only military university in the Czech Republic and it consists of three faculties. These are: Faculty of Economics and Management, Faculty of Military Technology and Faculty of Military Health Sciences. The authors of the paper work at the Faculty of Military Technology (FMT), Department of Communication and Information Systems (CIS).

The main goal of the UoD is the dissemination of learning, development of reasoning and independent scientific research in the areas vital for the security of the Czech Republic and accomplishment of its commitments to the NATO Allies. The spheres of activities at the UoD are aimed at education and

training of military professionals for the needs of the Czech Armed Forces (CAF) and scientific activities in favour of the Ministry of Defence (MoD).

Educational and training processes at the UoD are primarily focused on military problems. Students are trained to be independent, creative, persevering, devoted, and well-disciplined. The humanitarian subjects are taught with respect to their military applications. Nevertheless, the graduate study programmes are versatile and offer broad lifelong use in military professional as well as civilian life.

The UoD provides education in accredited study programmes and in branches which are structured to ensure academic education in accordance with the needs of the CAF requirements as well as civilian institutions, research and industry. The university offers accredited education in bachelor and following master programmes, master programmes, and Ph.D. study programmes (doctoral studies). The UoD also provides many types of staff courses. It should be emphasized that, compared to civilian schools, military education at the UoD has a few important differences. First of all, the UoD is relatively small. The number of its graduates in every specialization is lower than their number at civilian schools. This situation is caused by "customers' demands" – i. e. by the MoD which sticks to the CAF figures planned. Bearing in mind future graduates' positions, the subjects are partially tailored for the future commitment.

The NEC education is an important task of the UoD. Two main directions were selected. These are: NEC education for the students of UoD and NEC education for the academic staff of UoD. The students have a new special NEC oriented subject now and some NEC topics are integrated into subjects of every study branch according to the decisions of appropriate departments. The academic staff has a special NEC oriented course prepared and realised.

3. CIS DEPARTMENT APPROACH

The Department of Communication and Information Systems (CIS) was established at the Faculty of Military Technology on September 1st,

2005 and has included two former departments – “Department of Special Communication Systems” and “Automated Command Systems and Informatics Department”. The Department of CIS is divided into five groups of specialists. These groups are oriented on “radiocommunication systems”, “telecommunication systems”, “information systems and programming”, “computer networks and operating systems” and “security of information”. Department experts are members of NATO working groups in the field of information systems, distance education and computer modelling. The Department of CIS is also involved in the educational project – Cisco Networking Academy (CNA) – for network specialists. Establishing a Cisco regional training centre at the UoD, Department of CIS has enabled to furnish department laboratories with needful technical equipment. The project facilitates data communication topics to be incorporated into regular education. This education has a practical orientation and, therefore, it enhances theoretical knowledge.

The CIS Department takes care of the continuous development in communication technology (CT) and information technology (IT) for all students with regard to the requests of Network Enabled Capability (NEC) which includes an integrated network interface and security of troops on a battlefield.

Graduates of CIS Department are posted both in the field of CIS administration of the MoD and permanent networks on the country’s territory as well as in foreign missions. It is of vital importance to prepare them so that they are able to tackle challenging situations independently and improvise if necessary.

Nowadays the CIS Department also takes care of the NEC education [2] in two following directions. They are: UoD students’ NEC education and UoD academic staff’s education. Appropriate content of education and modern methods of teaching have to be upgraded regularly with respect to NEC development. One of the main base stones of the NEC education at the UoD could be the LMS Moodle [3] using as the NEC education support tool.

3.1 Moodle Package

Moodle is a software package for producing internet-based courses. It’s an ongoing development project designed to support a social constructivist framework of education. Moodle is provided freely as Open Source software (under the GNU Public License). This is one of the advantages of Moodle, because initial expenses are only in hardware devices for system running. But this feature doesn’t say that Moodle is only for small organizations and small groups of students. The word Moodle was

originally an acronym for Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. The design and development of Moodle is guided by a particular philosophy of learning, a way of thinking that you may see referred to in shorthand as a “social constructivist pedagogy”.

Hardware requirements are very low. Moodle can be installed on any computer that can run PHP, and can support a SQL type database. It can be run on Windows and Mac operating systems and many flavors of linux (for example Red Hat or Debian GNU). This is a typical Moodle installation:

- Software web-server (administrators usually use Apache, but Moodle can run on every web-server with PHP),
- PHP 4.1.0 or higher,
- Database-server (MySQL or PostgreSQL is recommended),
- LAN or internet connectivity.

Due to this fact, Moodle is a very powerful and dynamic tool for education activities. It is based on internet standards. As a client you only need a computer, laptop or PDA with internet connectivity. Moodle can operate on closed intranet university sites as well as on open internet.

Figure 1 shows a typical Moodle installation. Web-server with PHP support and database-server is usually only one physical device with the connectivity to a local network area or to the internet. Separate web and database servers are also supported (see Figure 2).

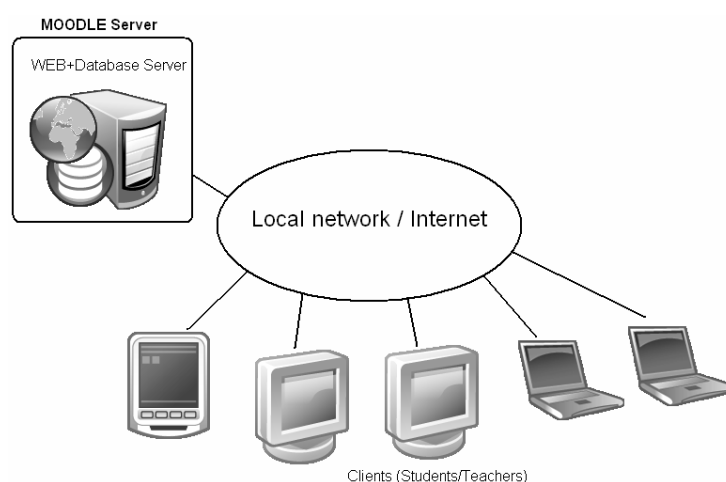


Figure 1 Typical Moodle configuration

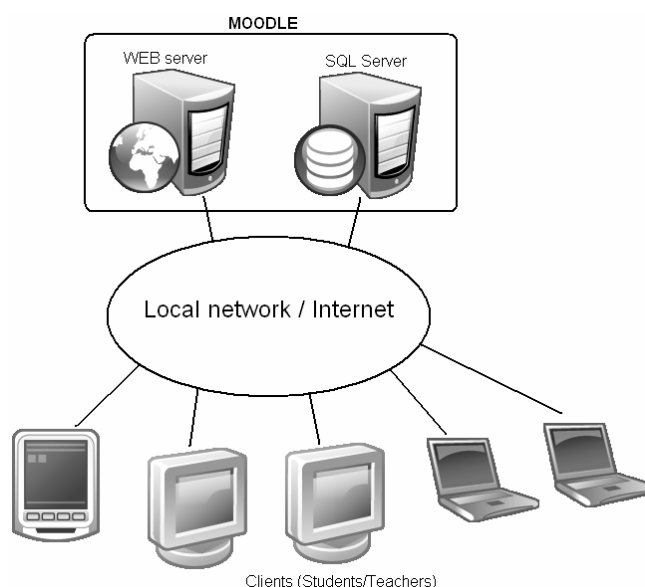


Figure 2 Possible Moodle configuration

3.2 Moodle at the CIS Department

At the UoD, FMT, Department of CIS, we decided to install and test the world-wide known and recognised application Moodle in 2007. The complete installation pack was downloaded from the official web pages moodle.org. It was version 1.8 for OS Microsoft Windows. A trial computer with configuration Intel Pentium 1,8 GHz, 2048 MB RAM, SATA hard drive 350 GB was selected for installation of this software pack. The computer was equipped with pre-installed OS Microsoft Windows XP Professional. Unfortunately our institution doesn't allow a simple legal change of OS, that is why this version was selected, rather than

a prevailing version for OS Linux. The whole installation took about half an hour. During the installation a web server Apache supporting PHP 5 was installed on the computer, as well as the complete MySQL database. The installation process also created a complete structure of tables necessary for basic initialization and the run of the application. For our installation we chose a mode where the web server Apache and MySQL database would run on one computer only. The possibility of running these two subsystems separately is also available.

After the installation it was necessary to perform a basic configuration of the whole system. One of the first actions was setting up the administrator's account. This is a user who has supreme powers in

the application and is allowed to change all kinds of settings. One of the major requirements was setting up the administrator's password. Great attention was paid by the faculty's department to the security of the system. As a result, the whole system was tested against real kinds of attacks and network abuse. The thorough, in deed detailed, set up of administrator's account took about 3 hrs.

The next step was a detailed set up of the graphic interface of the application. The whole system had to be adjusted to match the orientation of the faculty

and at the same time to appear balanced and compact. We chose light and dark shades of green in combination with blue color. Also the logo of the application was re-designed. The logos of the UoD, FMT, Department of CIS were placed on the initial screen. This part of system configuration was most time demanding out of the whole process. The creation of the graphic layout and the designs of the initial and log-in pages consumed three more days of intensive work.



Figure 3 Main screen of the CIS Department Moodle



Figure 4 Login screen of the CIS Department Moodle

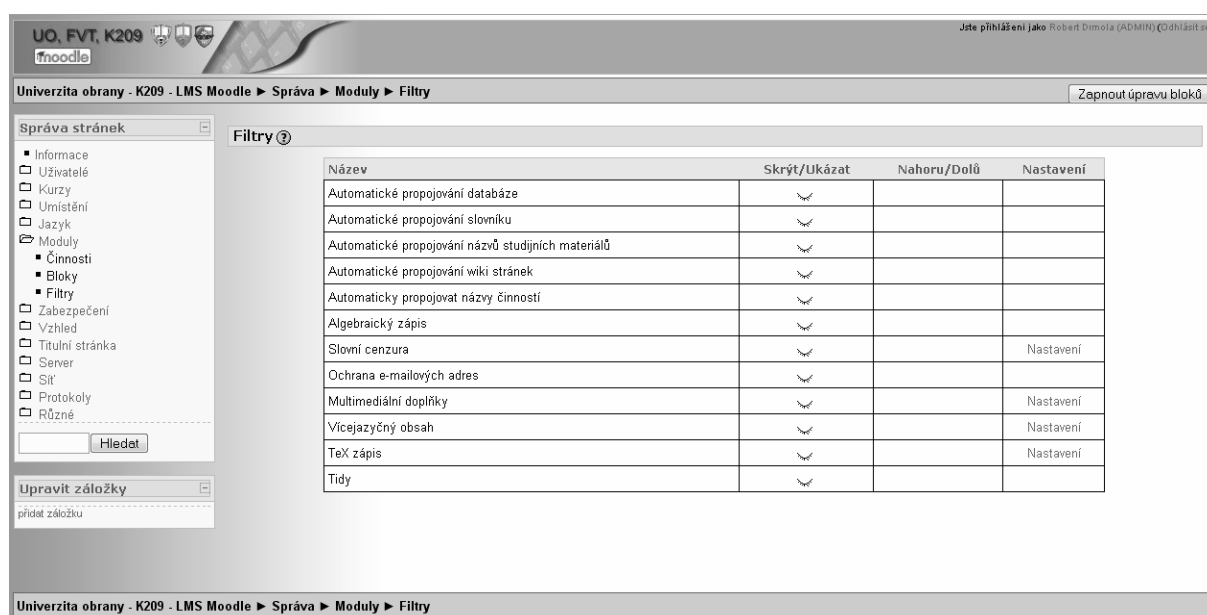


Figure 5 Administrator's pages of the CIS Department Moodle

As the next step it was necessary to make the so called Heart of Moodle beat. This is a PHP script cron.php which needs to be launched in regular intervals. This script performs a routine maintenance of the application and ensures the above mentioned heart beat. Typically, it controls discussion forums, distributes regular emails and reports, erases inactive user accounts etc. It is recommended to run this script every 5-10 minutes. In OS Linux a feature called "cron" is used to run this script. Unfortunately, OS Windows is not equipped with such a feature. Although a function "Task scheduler" can be used, but its capabilities and reliability are quite limited. As a substitute for cron feature in OS Windows an application MoodleCron has been developed specially for Moodle. Installation of this feature lasts only about 5 minutes. The only thing left to configure is the interval between running the cron.php script and the path where the script is located. This feature is very reliable and indifferent to the user logged in the system and its requirements to the processor are minimal.

Since Moodle is currently only in the testing period when we are getting acquainted with it, the option of manual creation of user's accounts was selected. Presently we are considering only minimal operation of this application and only trial courses for a limited number of students and teachers of University of defence. The possibilities of this application are, however, much wider. For verification and logging of users almost any database or commonly used and also more elaborate systems like LDAP servers can be used. User accounts can also be created using emails and POP3

or IMAP protocols, including their safer variants based on SSL/TSL. All these methods are more practical for a bigger group of users. For safety's reasons we chose an option where even teachers can't create users accounts for their students, only request their set up. The creation is then realized by the Moodle administrator. This part of Moodle configuration lasts about 2-3 hrs.

So far Moodle has been successfully running in the University scale for a limited group of students and teachers. Some basic types of courses are being offered. Also the teachers themselves are only getting acquainted with the application and with what this software pack offers and what are the possibilities of a real life with Moodle.

CIS Department would like to support the NEC education by its LMS Moodle [4]. This task is solved in the frame of the specific research project of the CIS Department in 2008. The main goal is to offer the study materials for the NEC education online. The next goal is to give the possibility to discuss these problems with the LMS Moodle of the CIS Department support.

By the authors' idea, it is necessary to solve these problems:

- all participants should have own login and password to connect to the central source of information support for NEC (CSIS NEC),
- CSIS NEC should be divided into preparation of students and preparation of employees of UoD,
- CSIS NEC should support the usage of various study materials (texts, images, audio files, video files, etc),
- CSIS NEC should be ready for all non secret materials,

- CSIS NEC should provide discussion forum for students and teachers (asynchronous communication).

Because of the great experience with LMS Moodle at various Czech universities and, of course, at the CIS Department of UoD, the authors recommend to use Moodle as the primary system for the NEC support at the UoD in Brno.

4. FROM THE NATIONAL TO THE COALITION FRAMEWORK

From the authors' point of view the NEC education calls for a coalition approach to this problem. What base stones could the coalition approach have? Some ideas are as follows:

- nowadays national approaches forming and national strategy implementation should be harmonized inside the NATO,
- education should be based on long time effects orientation,
- coalition framework definition should be exactly formulated,
- multinational educational concept [5], which should be based on the multilanguage environment, the respect to the various social and cultural NATO members specifics, the help for bridging the possible gaps in this field,
- some aspect of the European Net-Trainers course [6] concept of education could be used,
- modern methods and tools based on computer networks should be implemented.

5. CONCLUSION

The NEC education calls especially for close cooperation of the NATO member states, proper content selection, information sharing with respect to social and cultural specifics of various nations, modern educational methods using. Coalition NEC education base stones should be discussed and stated more precisely step by step.

References

- [1] Web pages of the University of Defence in Brno. [online]. [cit. 2. 9. 2008]. URL: <http://www.unob.cz/en/>.
- [2] MALÝ, V., HRUBÝ, M.: Katedra komunikačních a informačních systémů Univerzity obrany a její participace při přípravě lidského faktoru pro NEC. In: Sborník z mezinárodní vojensko-odborné konference Velení a řízení v prostředí NEC-IV. Brno:

Univerzita obrany, 2007, s. 324-331. ISBN 978-80-7231-491-1.

- [3] Web pages of the LMS Moodle. [online]. [cit. 2. 9. 2008]. URL: <http://moodle.org/>.
- [4] HRUBÝ, M., DRMOLA, R.: Možnosti využití LMS Moodle při vzdělávání pro NEC. In: Sborník 10. mezinárodní konference ITTE 2008. Služby v integrovaném prostředí NEC. [CD-ROM]. Praha: Ministerstvo obrany ČR - AVIS, 2008, 7 s. ISBN 978-80-7278-471-4.
- [5] VEJVODOVÁ, J.: Developing European Online Courses. In: Online Educa Berlin 2007. 13th International Conference on Technology Supported Learning & Training. Berlin: ICWE, 2007, s. 214-217. ISBN 3-9810562-7-2.
- [6] Web pages of the European Net-Trainers Association (ENTA) about the Net-Trainers course. [online]. [cit. 2. 9. 2008]. URL: <http://www.nettrainers.org/cz/applicationForm.asp?p=6-4>.

Ing. Miroslav HRUBÝ, CSc.

Lt. Ing. Robert DRMOLA

Department of Communication and Information Systems
University of Defence

Kounicova 65

612 00 Brno

Czech Republic

E-mail: miroslav.hruby@unob.cz

robert.drmola@unob.cz

COMPUTE UNIFIED DEVICE ARCHITECTURE (CUDA) GPU PROGRAMMING MODEL AND POSSIBLE INTEGRATION TO THE PARALLEL ENVIRONMENT

Miloš OČKAY, Marcel HARAĀAL, Miroslav LÍŠKA

Abstract: CUDA (Compute Unified Device Architecture) is a successful and promising implementation of unified architecture. CUDA simplified the development of parallel, general purpose applications on graphics accelerators and expanded possibilities of parallel processing. We are presenting a brief description of fundamental elements of this architecture.

Keywords: Compute Unified Device Architecture, CUDA, Graphics Processing Unit, GPU, Parallel computing, Stream processor, Application Programming Interface, API.

1. INTRODUCTION

GPU (Graphics Processing Unit) is a parallel computing tool for general purpose computing. A programmer does not need to use graphics APIs (Application Programming Interface). Graphics APIs make general purpose computing possible on GPUs, but it is a difficult way full of constraint rules. CUDA is a new architecture for general purpose computing that can achieve results with reasonable amount of effort [1]. CUDA has been developed by nVidia to support general purpose computing on the graphics hardware. CUDA can be used on graphics accelerators which include the G80, G92 and other future chips based on the unified architecture. Some of GeForce and Quadro products belong to this category. Tesla products have been developed especially for the general purpose computing [10]. This new approach has significantly simplified the development of general purpose applications on GPUs. Price of this solution makes graphics accelerators available on desktop PCs and we can assume a wide spread adaptation of CUDA architecture among the developers.

2. G80 ARCHITECTURE

G80 is a chip developed by nVidia and it is an implementation of the unified architecture. Unified architecture is an architecture standardized by DirectX 10 [6]. Unified architecture has integrated processing of the elements in computer graphics. In addition, it brings possibility to use graphics hardware for the wide variety of applications, not just for computer graphics. The chip can be divided in to two main sections. The first, the main part, is the core of the chip and the second part is called Lumex Engine. Lumex Engine is responsible for texture filtering, antialiasing, HDR and other processing. Chip G80 is trying to fulfill the concept of unified architecture as close as possible [4]. The core of the chip (Fig. 1), consists of 128 independent stream processors (SP). These stream processors run at an astounding 1.35GHz. Stream processors are

grouped in 8 blocks and each block consists of 16 processors. Each block can use its own four texture addressing units (TA), eight filtering units (TF) and shared cache memory (L1). Each main block includes two shader processors (SHP) (one shader processor = eight stream processors). Each block has an access to any shared cache memory (L2) and to the six general purpose registers (GPR) [5].

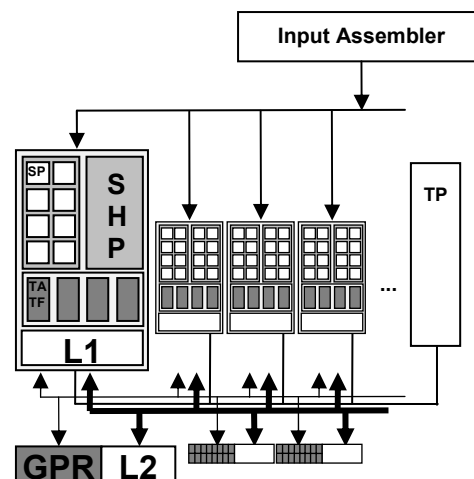


Fig. 1. G80 architecture

Shared memory model is useful for parallel processing of data with shader processors. Different versions of graphics accelerators have different number of stream processors. The number of processors described here belongs to the Tesla category. Stream processors are independent and they can be turned off (graphics accelerator will stay functional) in case of malfunction or manufacturing of the chipper model.

Data are converted to the 32 bit floating point format in input assembler. Thread processor (TP) sorts processing threads and also optimizing the payload.

Each stream processor can process two scalar operations within every clock cycle. The overall performance is around 520 gigaflops according to nVidia. G80 is a fully scalar processor. Each stream

processor is a classical ALU (Arithmetic Logic Unit) capable of processing floating point data. In fact, it means that processor is suitable for general purpose calculations. Processing of one processor is independent of the others. One part of G80 may process results and the other can take care of visualization. The output of one processor can be the input of the other.

Memory subsystem has a new management circuit. Memory bandwidth is 348 bits. Memory is implemented as the GDDR3 modules.

New graphics chip produced by nVidia introduced a lot of innovations which significantly raised the chip's complexity. The chip consists of the 681 million transistors, in contrast to modern desktop PU Central Processing Unit) (154 million transistors in AMD Athlon 64 X2 or 589 million in Intel Kentsfield).

3. CUDA ARCHITECTURE

CUDA can be integrated in to the existing IT environments. CUDA comprises a software development kit and a C compiler. The C compiler is integrated in to the well known environment. This solution is compatible with x86 and x64 microprocessors produced by AMD/INTEL under Linux and Windows operating systems. Graphics accelerator (DEVICE) is interconnected with a host system (host) over PCI EXPRES x16 (Fig. 2). The speed of this interconnection is 8 GB per second (4GB/s upstream and 4GB/s downstream).

CUDA expands usage possibilities of general purpose computing on GPU. GPU is, in this case parallel coprocessor. GPU processes large sets of

parallel data. CPU is taking care of management, presentation and organization of computational process. Complex datasets are divided into smaller independent parts and they are processed with the same instructions. In other words, data can be processed simultaneously. CUDA consist a few basic components. These components are taking care of parallel processing of data. These components are: CUDA driver, CUDA API and CUDA mathematical libraries (CUBLAS and CUFFT) (Fig. 3). C compiler significantly simplifies the process of development of parallel applications. A developer can be fully focused on the development of an application. He does not need to adapt a problem to be realized on graphics API. Developer can build CPU and GPU code as one consistent entity. Expansion directives show to the compiler which part will be processed on the GPU and witch part on the CPU. First, code is compiled with CUDA compiler for GPU and than with standard C compiler. This programming model allows us to use the code on different versions of graphics accelerator. Programmer does not need to know how many stream processors are engaged. Realization of the GPU program looks like this. Program is executed on the host system. CUDA driver automatically executes code on GPU. The CPU partf program communicates with the GPU part through high-speed interface. Communication between CPU and GPU is realized with special operations in a driver. The management of computational resources is not in care of a programmer. CUDA combined with massively parallel GPU brings the acceleration to applications which need parallel computational power.

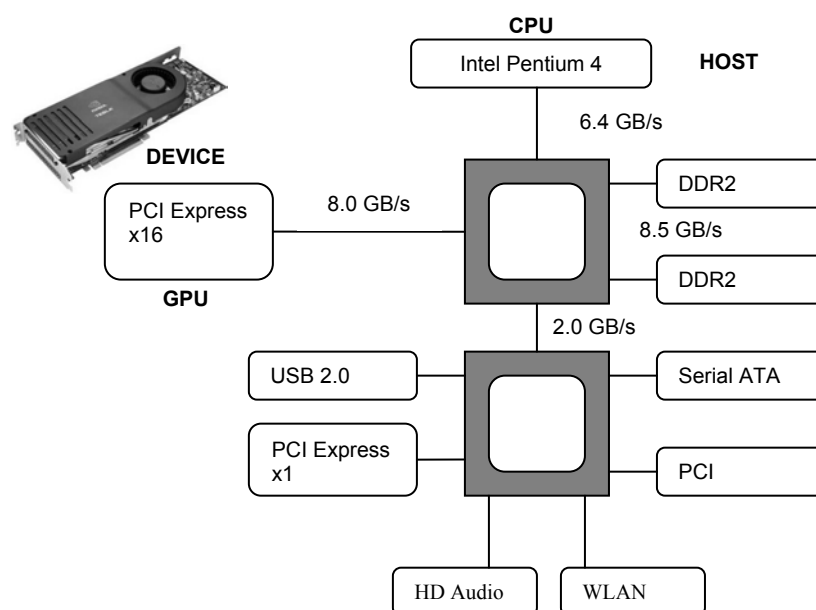


Fig. 2 Graphics accelerator and host system

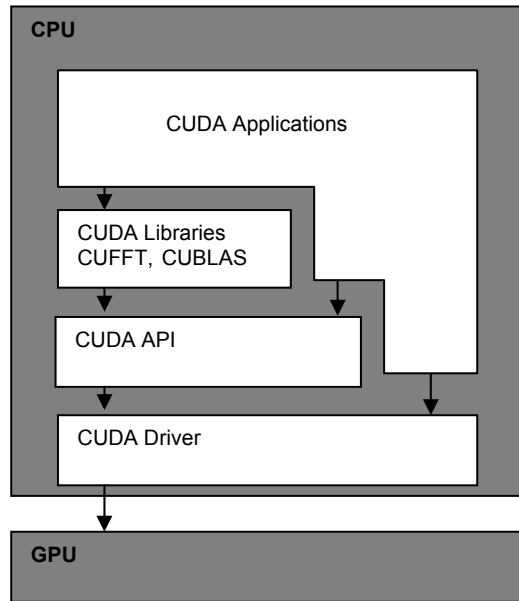


Fig. 3. Layered model of CUDA

3.1 COMPOSITION OF PARALLEL COMPUTATION WITH CUDA

Thread is a basic element of parallel processing of data. Overall dataset is divided to threads. Threads are grouped and the parallel program (kernel) is applied to the groups and process results. We can obtain an efficient acceleration with thousands of threads in process. Block is a group of threads which can effectively cooperate and share data through the shared cache memory. Threads in the same block are processed with one kernel. Each thread in the block has its own ID. In other words, ID specifies location of thread in the block. In case of thread location is the block considered as 2D or 3D array. $(x+D_x)$ is ID of the thread which is on (x,y) position in 2D array. $(x+yD_x+zD_xD_y)$ is ID of the thread which is on (x,y,z) position in 3D array. The count of threads in block is limited, but it is possible to group blocks which have the same dimension and are processed by the same kernel. This group of blocks is called grid. Thanks to grid we are not limited with the block capacity. Each block in the grid has its own ID. The indexation of blocks within the grid is alike to thread indexation in block (Fig. 4).

3.3 MEMORY MODEL OF CUDA ARCHITECTURE

CUDA architecture uses shared memory model. Expansion directives allow memory transfers between the HOST and the DEVICE. Local shared memory and registers help to keep memory operations on the chip. The memory of the graphics accelerator is divided to different parts. The local

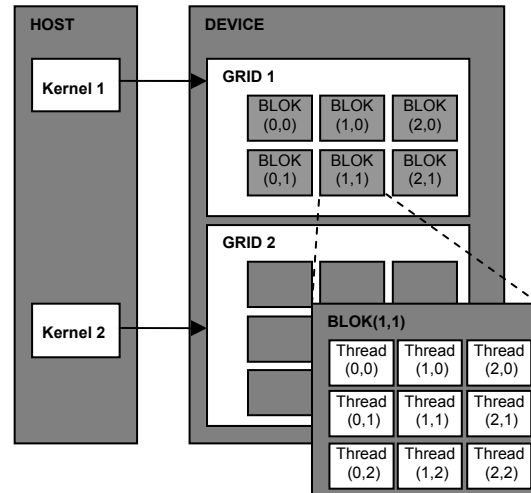


Fig. 4. Batching of threads and blocks

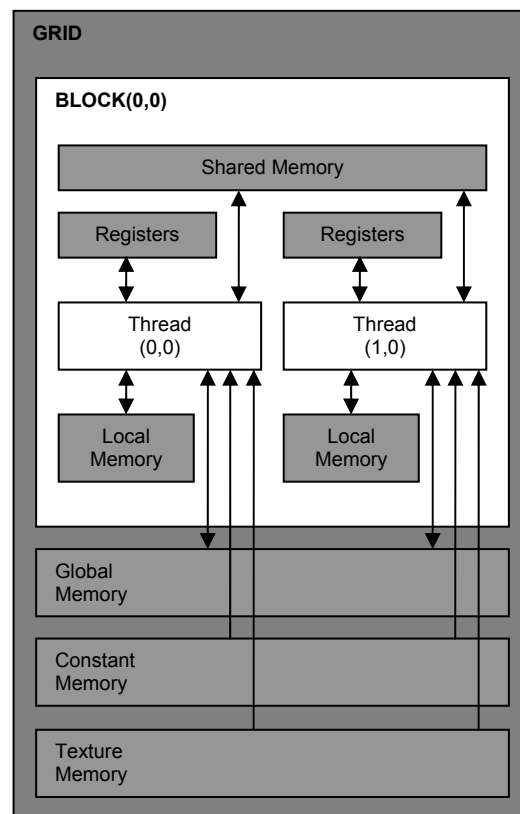


Fig. 5. Memory model of CUDA architecture

memory and registers are used for the local thread operations. The shared memory is used for communication among the threads. The global memory is used for the communication among the blocks and grids. Threads have an access only to the DRAM memory of DEVICE through the following mechanisms (Fig. 5) [2]:

- Read-write per-thread registers,
- Read-write per-thread local memory,

- Read-write per-block shared memory,
- Read-write per-grid global memory,
- Read-only per-grid constant memory,
- Read-only per-grid texture memory.

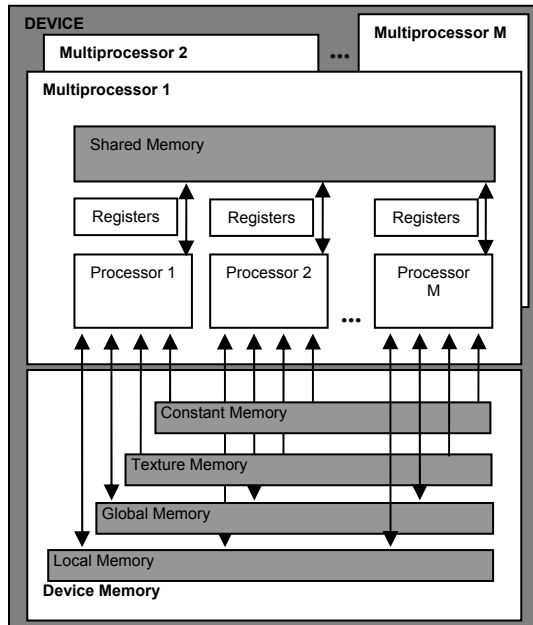


Fig. 6. Hardware Implementation of CUDA architecture

Thread does not have an access to the HOST memory. If we need to access this part of the memory, data are copied to the global memory of DEVICE. The opposite transfer is also possible. CUDA offers the common memory model. Read and write memory operations on DEVICE are alike on the HOST. The shared memory model brings acceleration of memory operations and it makes thread communication more efficient. According to that, the application becomes less dependent on DRAM bandwidth.

3.3 HARDWARE IMPLEMENTATION OF CUDA ARCHITECTURE

DEVICE is implemented as the group of multiprocessors (Fig. 6). Each multiprocessor is SIMD (Single Instruction Multi Data) architecture. The multiprocessor processes the same instruction every clock cycle, but on the different data. Each processor has few different kinds of memory spaces:

- Local 32bit registers for each processor.
- Shared parallel cache shared by all processors. It implements shared memory space.
- Constant memory shared by all processors. It implements read only memory space.
- Texture cache shared by all processors. It implements read only memory space.

3.4 EXECUTION MODEL OF CUDA ARCHITECTURE

Grid is processed by the DEVICE. Each multiprocessor processes batches of blocks one batch after another. A block is processed by only one multiprocessor. Memory operations stay local and that fact accelerates whole process. The number of blocks which multiprocessor can process depends on the number of registers and shared memory required. If there is not enough memory, kernel will fail to launch. The blocks that are processed in one batch by one multiprocessor are called active. Each active block is split to two SIMD warps. Each warp contains the same number of threads. The order of warps is not set, but their execution can be synchronized. The order of blocks within a grid is undefined. There is no synchronization between the blocks. Threads from different blocks of the same grid cannot safely communicate with each other [3] [2].

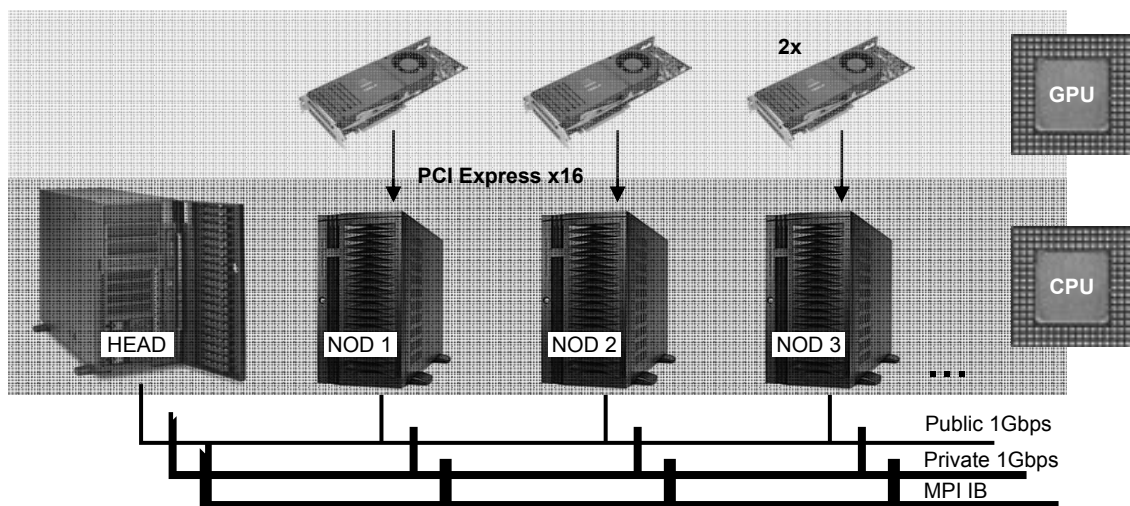


Fig. 7. Possible integration of graphics accelerators to the cluster environment

4. GRAPHICS ACCELERATOR INTEGRATION TO THE PARALLEL ENVIRONMENT

Massively parallel power of graphics accelerators is not their one and only advantage. For example, integration to the parallel environment like computer cluster is also possible. Integration of these accelerators adds another level of parallelism to the cluster.

CUDA programming model simplifies the process of management and synchronization in parallel computation. Each cluster node would be a HOST for graphics accelerator. Overall computation can be divided into several parallel levels. We can possibly face several problems such as the platform unification for all included hardware, finding the proper algorithms for computation on this hardware platform and others. The bottleneck of this acceleration is memory operations (between GPU and CPU) latency. During the process of searching for proper algorithms we need to consider the time of realization and communication that the computation consumes and then decide which part will be realized on GPU instead of CPU (Fig. 7). In this environment we have to consider multi-paradigm approach [8]. A multi-paradigm language provides an opportunity to a user for exploiting more programming methodologies. It simplifies the language syntax, and extends the application areas by the extended semantics. That is why multi-paradigm languages can align a problem in wider application areas and more flexibly than that based on a single paradigm [9].

5. CONCLUSION

Unified architecture brought significant innovations to the High Performance Computing world. Graphics accelerators are not just graphics processing tools anymore. G80 and CUDA are one of the promising implementations of unified architecture. CUDA simplified process of development of general purpose parallel applications. These applications have now enough computational power to get proper results in a short time. In the future we can expect progress in the field of standardization in this area and growth of power of graphics accelerators. In addition, we can expect progress in applications that use graphics accelerators as a computational tool [7].

References

- [1] GPGPU, 2007. General-purpose computation using graphics hardware homepage.
<http://www.gpgpu.org>
- [2] nVidia: nVidia CUDA, Programming Guide. version 1.1, 2007.
- [3] nVidia: nVidia TESLA, GPU Computing Technical Brief. version 1.1.0, 2007.
- [4] nVidia, 2007. nVidia G80 architecture reviews and specification.
http://www.nvidia.com/page/8800_reviews.html
http://www.nvidia.com/page/8800_tech_specs.html
- [5] Beyond3D, 2006. nVidia G80: Architecture and GPU Analysis
<http://www.beyond3d.com/content/reviews/1>
- [6] Microsoft, 2007. DirectX resource center.
<http://msdn2.microsoft.com/en-us/xna/aa937781.aspx>
- [7] OWENS, D. J., LUEBKE, D., GOVINDARAJU, N., HARRIS M., KRÜGER J., LEFOHN E. A., PURCELL T.: A Survey of General-Purpose Computation on Graphics Hardware. In The Eurographics, 2005.
- [8] KOLLÁR, J., PORUBÁN, J., VÁCLAVÍK, P., TÓTH, M., BANDÁKOVÁ, J., FORGÁČ, M.: Multi-paradigm Approaches to Systems Evolution, Computer Science and Technology Research Survey, Košice, Elfa s.r.o., 2007, 1, pp. 6-10, 978-80-8086-046-2
- [9] KOLLÁR, J., PORUBÁN, J., VÁCLAVÍK, P.: Separating Concerns in Programming: Data, Control and Actions, Computing and Informatics, 24, 5, 2005, pp. 441-462, ISSN 1335-9150
- [10] nVidia: Graphics adapters supporting CUDA
http://www.nvidia.com/object/cuda_learn_products.html

Summary: The goal of our contribution was to show new possibilities of accelerating non-graphical, general-purpose computations by using CUDA architecture. We described promising implementation of unified architecture and we showed the possible course of development.

Ing. Miloš OČKAY
doc. Ing. Marcel HARAKAL, PhD.,
prof. Ing. Miroslav LÍŠKA, CSc.,
Department of Informatics
The Armed Forces Academy
of General M. R. Štefánik
Demánová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovak Republic
E-mail: milos.ockay@aos.sk, marcel.harakal@aos.sk,
liska.miroslav@aos.sk,

ROZHODOVANIE A SYSTÉMY NA PODPORU ROZHODOVANIA VO VOJENSTVE

DECISION MAKING AND DECISION SUPPORT SYSTEMS IN MILITARY ENVIRONMENT

Milan SOPÓCI

Abstrakt: The contribution speaks about decision – taking and decision – making process in military environment. In the concrete cases presents decision support systems which were created on the base computer's software, by teachers and students of Air Defence Faculty.

Keywords: decision, decision making, decision-support systems, military environment.

Rozhodovanie možno definovať, ako výber určitej alternatívy. Rozhodovanie je jadrom plánovania, bez neho nie je možné zostaviť plán o rozdelení zdrojov, či o spôsobe určitého postupu alebo činnosti. Manažéri považujú rozhodovanie za svoju hlavnú prácu, pretože musia nepretržite rozhodovať o tom, čo je potrebné urobiť, kto, kedy a kde to má urobiť. Rozhodovanie sa stáva súčasťou každodenného života človeka [1].

Pravdepodobne ani v jednej oblasti nie je rozhodovanie také náročné, zložité a s dôsledkami, ako rozhodovanie v špecifickom – vojenskom prostredí. Chybné rozhodnutie vrcholového manažéra – veliteľa môže znamenať obrovské materiálne i ľudské straty a v konečnom dôsledku zmarenie operácie, či prehru v ozbrojenom konflikte. Práve v ozbrojenom konflikte rozhodnutie ovplyvňujú také faktory akými sú :

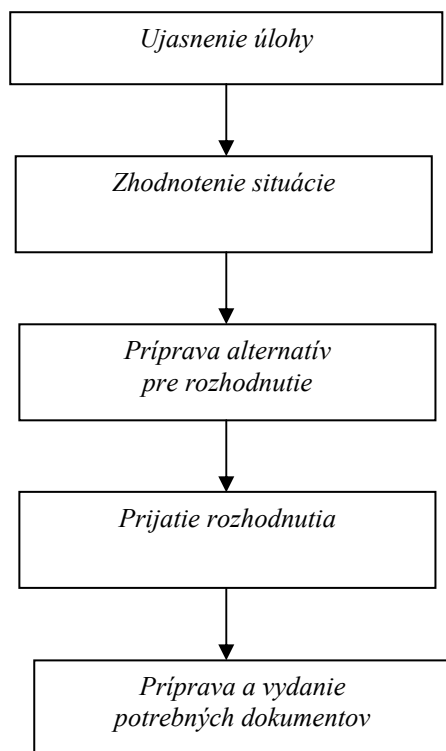
- časový faktor – rozhodnutia v boji sa mnohokrát nemerajú v dňoch a hodinách, ale minútach a v sekundách, pod časovým tlakom,
- informačný faktor – veliteľ často nemá dostatok podkladov a informácií k rozhodnutiu a môže len predpokladať veľkosť a rozmiestnenie síl protivníka, jeho zámysel a spôsob činnosti,
- faktor prostredia – veliteľ si nemôže vybrať miesto bojovej činnosti, ale toto je dané na základe výsledkov predchádzajúcich bojov alebo operácií,
- animačný faktor – niektoré postupy a rozhodnutia sa nedajú namodelovať a overiť simuláciou, ich platnosť je možné preveriť len v boji.

Uvedené faktory znamenajú, že manažér – veliteľ sa musí zmieriť s obmedzením, respektíve s hranicami racionality. To znamená, že napriek snahy manažérov – veliteľov je racionalita ich rozhodovania ohraničená obmedzenými informáciami, časom a neurčitou budúcnosťou

situácií [2]. Veliteľ preto musí viac než ktorýkoľvek iný manažér brať na seba zodpovednosť a riskovať. Hovoríme, že racionalita ich rozhodovania zahŕňa v sebe aj určitú mieru rizika.

Samotný rozhodovací proces, či už v armádach NATO, alebo v armádach bývalej Varšavskej zmluvy je približne rovnaký [Obr. 1].

Najdôležitejšou a zároveň najzložitejšou časťou rozhodovacieho procesu je príprava alternatív pre rozhodnutie. Spravidla zahŕňa prípravu dvoch až troch alternatív použitia vlastných síl a podobne dvoch až troch alternatív použitia síl protivníka. Porovnanie každej alternatívy použitia vlastných síl s každou alternatívou použitia síl protivníka umožňuje vybrať veliteľovi optimálnu alternatívu, ktorá umožní dosiahnuť daný cieľ. Táto voľba predstavuje konečný bod rozhodovania. Pri posudzovaní jednotlivých alternatív používajú manažéri – velitelia kvantitatívne a kvalitatívne kritériá. Medzi kvantitatívne kritériá patrí napríklad pomer vlastných síl a síl protivníka vyjadrený počtom vojakov, lietadiel, raketových kompletov, tankov, diel a podobne, obidvoch strán. Kvalitatívne kritériá sú také, ktoré je ťažké alebo dokonca nemožné vyjadriť numericky, ale ktoré môžu výrazne ovplyvniť výsledok ozbrojeného zápasu. Medzi takéto kritériá možno zaradiť napr. morálnu silu vojsk, teoretickú pripravenosť a vycvičenosť vojsk (pre určité kvantitatívne vyjadrenie tohto kritéria napr. Napoleon hodnotil pluk Starej gardy za tri bežné pluky).



Obr. 1 Schéma rozhodovacieho procesu

Samotný výber optimálnej alternatívy sa spravidla uskutočňuje na základe [1]:

- skúseností,
- experimentov,
- výskumu a analýzy.

1. Skúsenosť – pri rozhodovaní často skúsenosť hrá pravdepodobne ďaleko väčšiu úlohu než si zaslúži. Čím väčšiu skúsenosť manažér – veliteľ má a čím vyššiu funkciu zastáva, tým je tento postoj výraznejší. Tento prístup, ako história dokazuje môže byť ale veľmi nebezpečný a v prípade použitia nových bojových systémov a metód vedenia boja úplne nepoužiteľný (napr. nasadenie jazdeckých zväzov a zväzkov maršála Bud'oného proti tankovým zväzkom generála Guderiana na začiatku 2. svetovej vojny). Na druhej strane pri použití moderných vedeckých metód môžu byť skúsenosti vhodným a užitočným prvkom rozhodovania.
2. Experiment – experimentálne techniky patria medzi najnákladnejšie a vo vojenskom prostredí ich využívali napr. veľmoci na overenie účinnosti nových bojových systémov a spôsobov ich bojového použitia (napr. vo vojne Izraela proti arabským štátom v r. 1967 – 1973, ZSSR na strane arabských štátov testoval proti izraelským lietadlám F - 4 Phantom a Skyhawk, nové protiletadlové

raketové komplety SA – 6, Gainfull – 2K12 Kub). V podmienkach bežného rozhodovania na taktickej alebo operačnej úrovni je experiment prakticky nemožný.

3. Výskum a analýza – patria medzi najefektívnejšie techniky používané čoraz častejšie nielen pri významných rozhodnutiach, ale aj pri bežnom rozhodovaní na taktickej úrovni. Práve tu nachádzajú uplatnenie metódy, ktoré sa výraznou mierou zaslúžili o skvalitnenie rozhodovacieho procesu. Medzi najznámejšie patria operačný výskum a systémy na podporu rozhodovania založené na modelovaní a simulácii s využitím počítačov.

Operačný výskum kladie dôraz na definovanie problémov a cieľov, zber a vyhodnocovanie údajov, vývoj a testovanie hypotéz, určovanie závislosti medzi určitými činnosťami a na určenie predpokladov a záverov vychádzajúcich z hypotéz [1]. Operačný výskum aplikovaný v oblasti rozhodovania možno charakterizovať nasledovne :

- kladie dôraz na modely – logické vyjadrenie reality alebo problému,
- kladie dôraz na ciele v danej oblasti a určenie kritérií efektívnosti pre určenie toho, či je určité riešenie na dosiahnutie týchto cieľov výhodné,
- každý model zahrňuje minimálne tie premenné, ktoré sú dôležité z hľadiska riešenia problému,
- mení model a jeho premenné, obmedzenia a ciele do matematickej formy tak, aby to bolo možné riešiť kvantitatívne, hodnotami jednotlivých veličín,
- kvantifikuje premenné v rozsahu rešpektujúcom reálne podmienky,
- v prípade, že nie sú k dispozícii determinované údaje, využíva matematické alebo štatistické prostriedky, ako je pravdepodobnosť, ktoré umožňujú riešenie s dostatočnou spoľahlivosťou.

Z uvedených charakteristík má najväčší význam matematické modelovanie.

Systémy na podporu rozhodovania používajúce počítače uľahčujú manažérom – veliteľom pri rozhodovaní na všetkých úrovniach riadenia, strategickom, operačnom i taktickom. Uvedené systémy neboli vyvinuté preto, aby nahradili názor veliteľa, ale aby ho podporili a urobili tak proces rozhodovania efektívnejším. Umožňujú tiež veliteľom rýchlo reagovať na meniacu sa situáciu. Je jasné, že tvorba uvedených systémov vyžaduje dôkladné poznanie procesov i objektov riadenia. Široké spektrum textových editorov, tabuľkových procesorov, grafických systémov a databáz umožňuje odborníkom vytvárať software – programy, ktoré sú dnes samozrejmu

a neoddeliteľnou súčasťou rozhodovania v armádach NATO i ďalších vyspelých krajín.

Pri pohľade späť možno dnes smelo konštatovať, že v tejto oblasti medzi priekopnícke krajiny a armády patrilo Československo a v rámci vzdelávacieho systému v bývalej Československej ľudovej armáde to bola Vysoká vojenská technická škola v Liptovskom Mikuláši (VVTŠ). Už koncom 70. a začiatkom 80. rokov prof. Žák vytvoril projekt umožňujúci hodnotiť efektívnosť protivzdušnej obrany hlavného mesta Prahy protiletadlovými raketovými komplexami S-75 Volchov, S-125 Neva a S-200 VEGA, pri variabilnom použití prostriedkov vzdušného napadnutia protivníkom [3]. Prelom v tvorbe programov zameraných na podporu rozhodovania znamenal masové zavedenie osobných počítačov na pracoviskách VVTŠ v druhej polovici 80. rokov. V tejto dobe vzniká program doc. Lepóta Rádiolokačné pole pre potreby Rádiotechnického vojska [4]. Projekt umožňoval na základe digitalizovaného modelu terénu hodnotiť dosahy všetkých typov rádiolokátorov, ktoré boli vo výzbroji RTV z postavení rádiolokačných hlások, možnosť prekrytia dosahov rádiolokátorov metrového, decimetrového a centimetrového pásma, určenie priestorov bez rádiolokačnej viditeľnosti a možnosti ich vykrytia použitím mobilných rádiolokátorových prostriedkov.

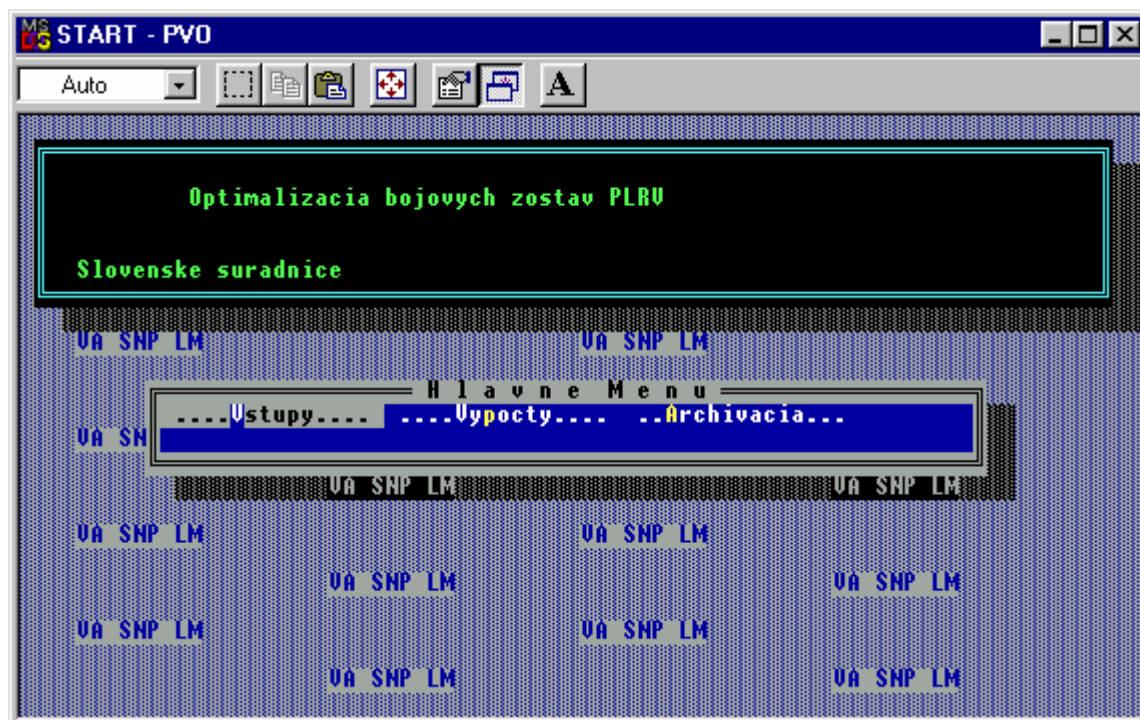
Prakticky v rovnakom období vznikol projekt prof. Sopóciho Optimalizácia PVO pre potreby vojska

protivzdušnej obrany pozemných vojsk (PVO PV) [5]. Opäť na základe digitalizovaného modelu terénu umožňoval zobrazovať bránené vojská a objekty, na základe zvolených kritérií umožňoval optimalizáciu výberu palebných postavení a bojových zostáv jednotiek, útvarov a zväzkov PVO PV, výpočet a zobrazenie priestorov ničenia pre rôzne výšky, rýchlosti a odrazové plochy cieľov, možnosti centralizovaného riadenia palby podriadených jednotiek a možnosti vytvárania zmiešaných zoskupení z rôznych typov protiletadlových raketových kompletov. Obidva uvedené programy boli v prvej polovici 90. rokov inovované z dôvodu organizačných zmien, modernizácie výzbroje a predovšetkým nového hardwaru a operačných systémov v počítačoch.

Na uvedené programy v druhej polovici 90. rokoch nadväzuje projekt kpt. Gereca, ktorý umožňoval hodnotiť výsledok stretu letectva protivníka s prostriedkami PVO [6]. Graficky i numericky vyjadroval postavenia prostriedkov PVO, priestory zistenia a ničenia cieľov palebných jednotiek, zoskupenie lietadiel v nálete, trasy cieľov, bojové charakteristiky prostriedkov letectva i PVO a výsledok stretu (počty zničených lietadiel a prostriedkov PVO).

Pri projekte Optimalizácia PVO sa zastavím podrobnejšie.

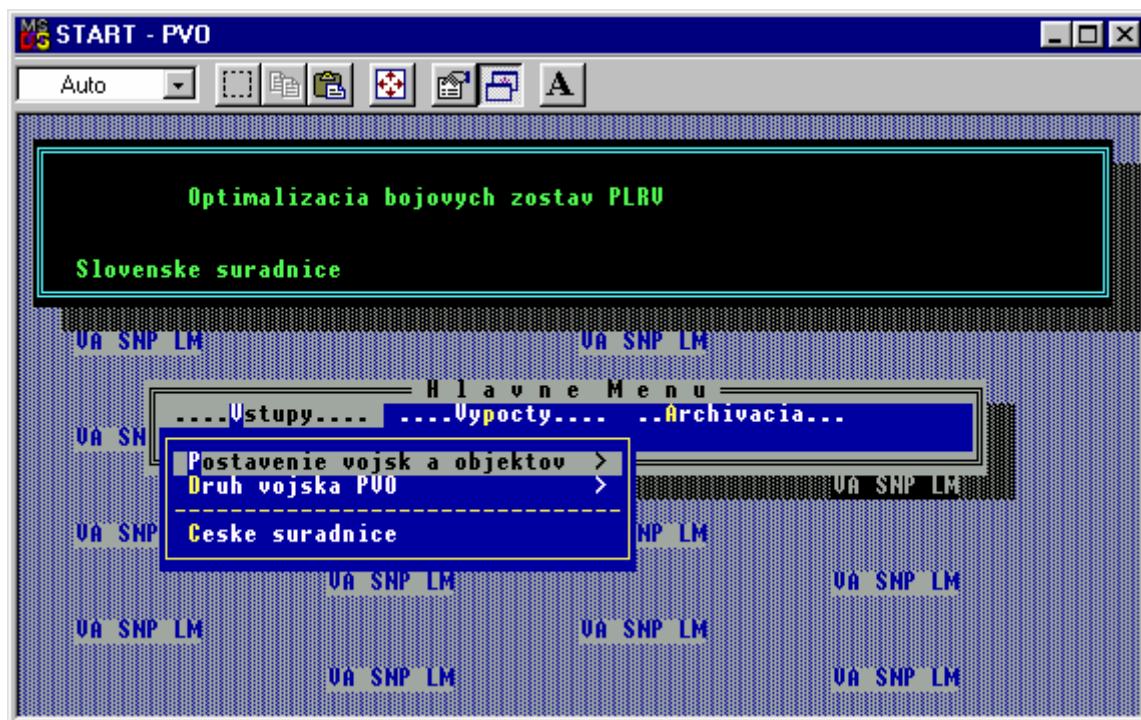
Samotný projekt má 3 hlavné časti: vstupy, výpočty a archiváciu.



Obr. 2 Optimalizácia bojových zostáv PLRV

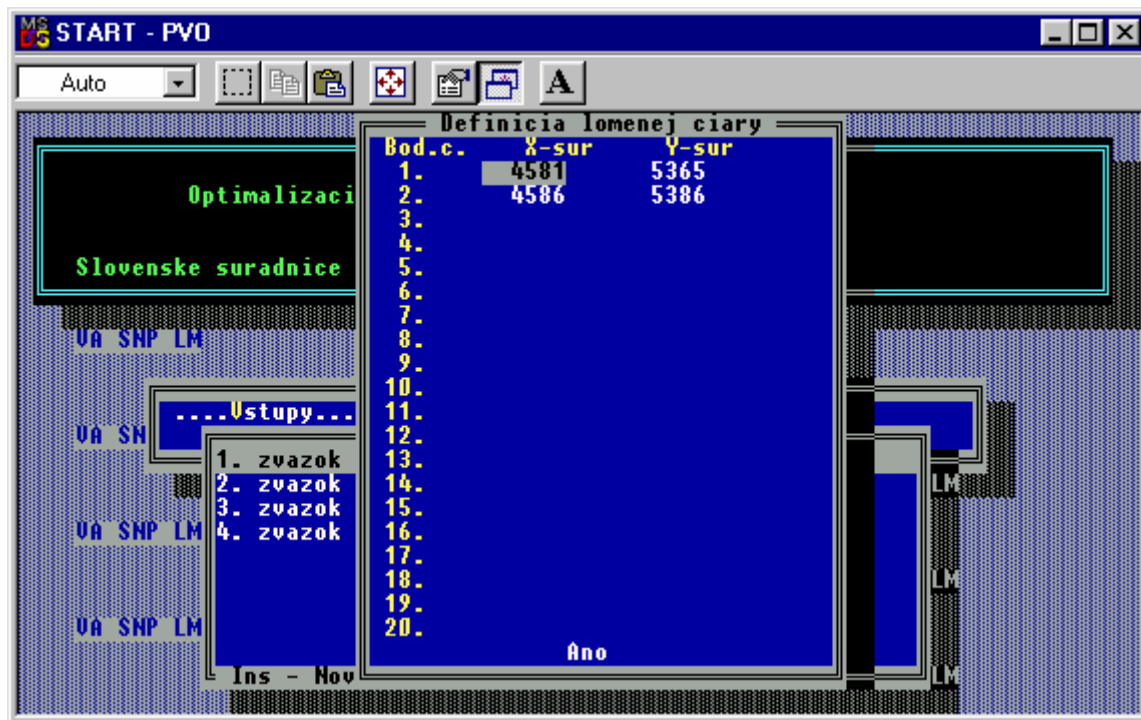
Vstupy znamenajú zadanie vstupných informácií o:

- postavení bránených vojsk a objektov;
- druhu PLRK určeného na PVO vojsk a objektov.



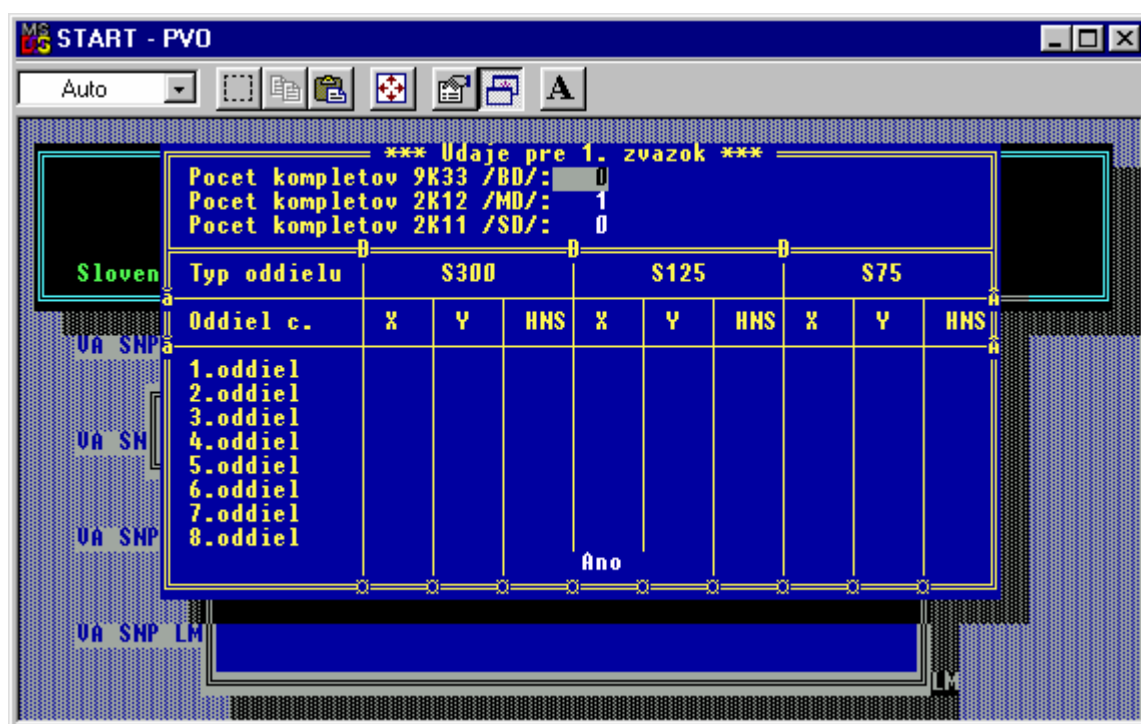
Obr. 3 Postavenie vojsk a objektov

Postavenie bránených vojsk a objektov vyžaduje zadanie súradníc X, Y začiatkových a koncových bodoch charakterizujúcich postavenie vojsk v teréne.



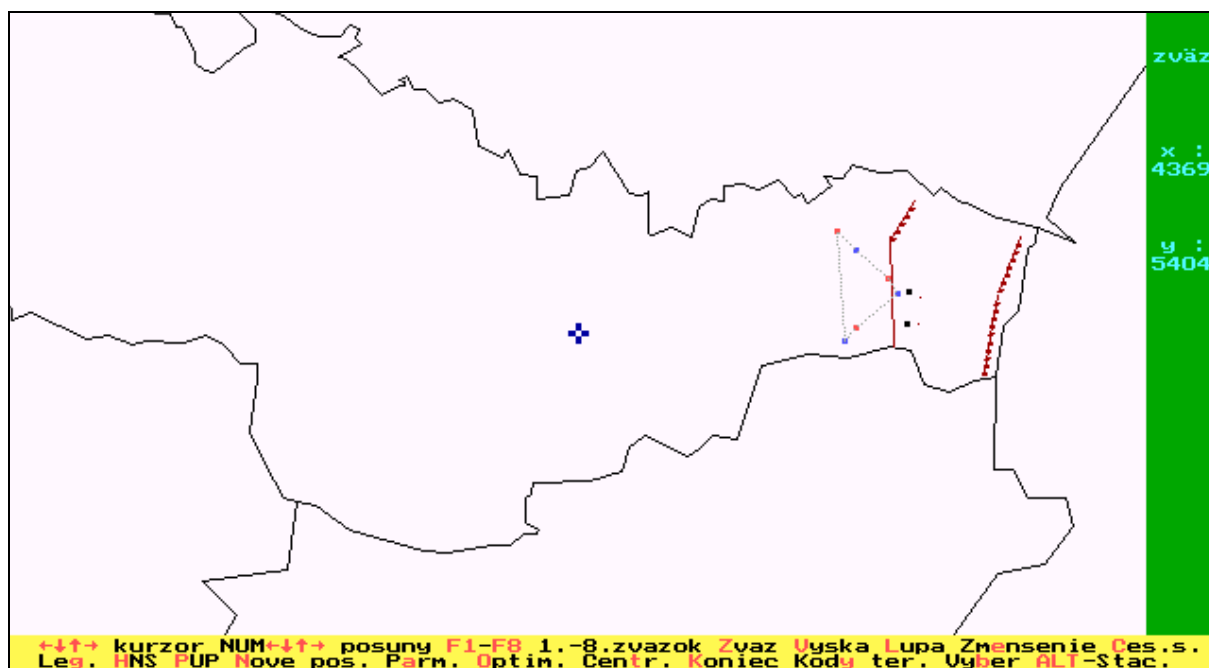
Obr. 4 Určenie súradníc predného okraja vojsk

Výber PLRK pre obranu vojsk a objektov vyžaduje určenie počtu PLRK pre mobilné PLRK (2K12) alebo určenie súradníc X, Y pre stacionárne PLRK (S-300PMU).

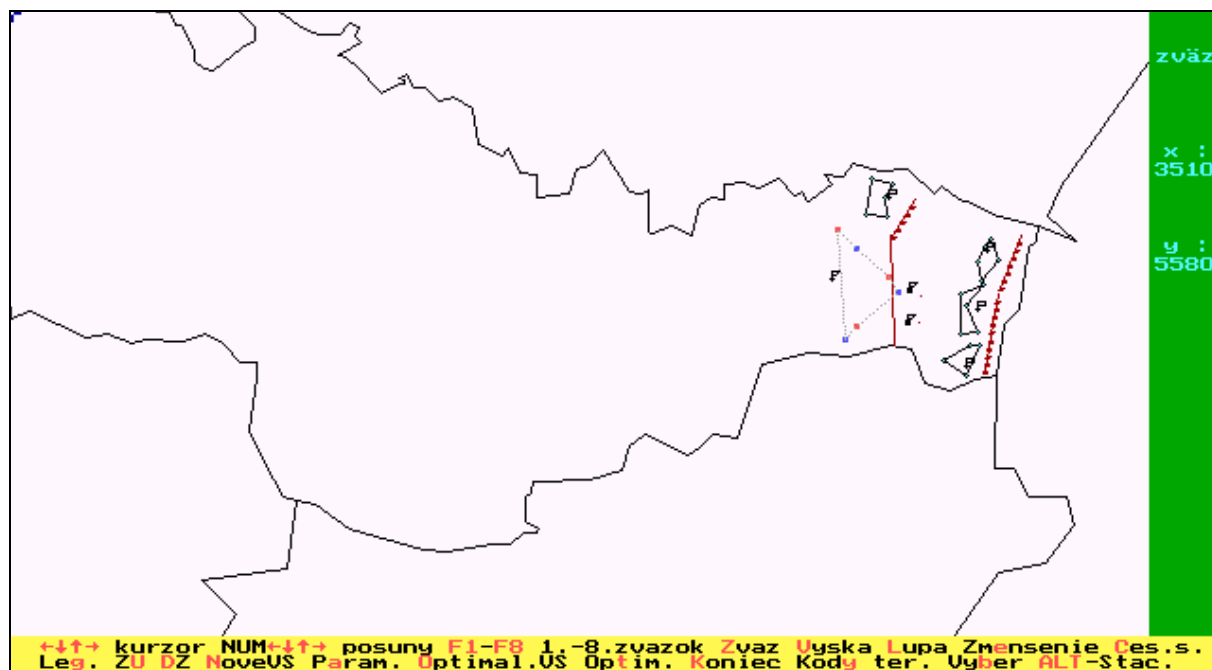


Obr. 5 Výber prostriedkov PVO k obrane vojsk a objektov

Výpočty umožňujú využiť časť „Optimalizácia“, ktorá rieši výber palebných postavení a tvorbu bojových zostáv jednotiek a útvarov PVO, alebo časť „Centralizácia“, ktorá rieši výber postavení pre veliteľské stanovišťa z hľadiska max. dosahu RL prostriedkov a využitia ASV pre centralizované RP.



Obr. 6 Zobrazenie postavenia vojsk a bojových zostáv PVO



Obr. 7 Zobrazenie zostáv útvarov PVO po optimalizácii veliteľských stanovišť

Pre realizáciu výpočtov bola vytvorená digitálna mapa terénu špeciálne pre vojsko PVO, ktorá okrem súradníc X, Y, H zahŕňa aj informácie o 10 druhoch terénu.

Kodová tabuľka kodov terenu:	
Kody: terenu:	POPIS:
0	Nepopisany teren
1	Nespecifikovany popis
2	Rovina
3	Ciastocne zalesnenny teren
4	Zalesnenny teren
5	Udolie
6	Horsky nasiv
7	Ciastocne zastavany teren
8	Zastavany teren
9	Zanokreny teren
10	Vodna plocha

Obr. 8 Jednotlivé kódy digitalizovaného modelu terénu

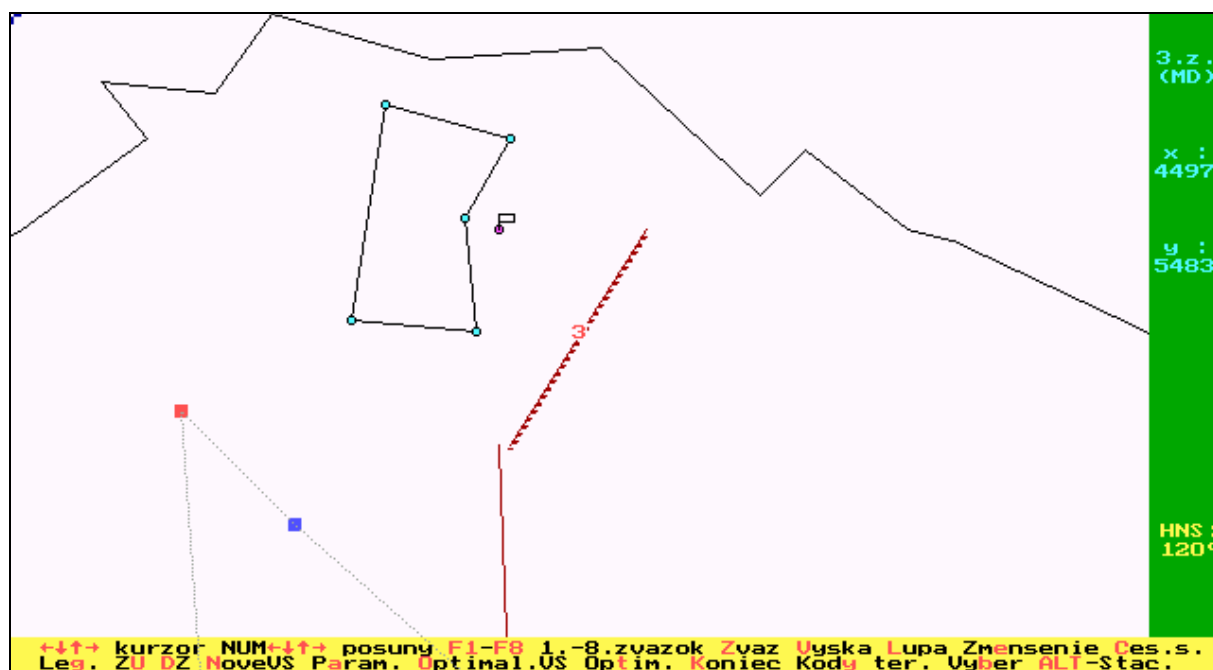
Samotný výpočet sa realizuje vždy pre určitý náletový smer, výšku, rýchlosť a efektívnu odrazovú plochu cieľov.

Hodnotenie - optimalizácia výberu postavení sa deje na základe zvolených kritérií, ktorých je 5 pre palebné postavenia a 3 pre veliteľské stanovišťa.

VYBER OPTIMALNEHO POSTAVENIA 2.BATERIE PRE 3. ZVÄZOK (MD) PODLA KRITERII:									
SURADNICE :			KRITERIUM :						
x :	y :		vyska:	Dz _{str} :	Dz _{HNS} :	N _{str} :	\$ _{pup} :	\$ _{br} :	suhrn. krit.:
U3	4548	5468	562	39.47	31.42	1.37	376.37	117.53	4.
U3	4540	5468	559	39.82	49.30	2.34	370.09	114.04	2.
U3	4546	5472	515	31.65	33.02	2.18	310.75	82.25	4.
U3	4545	5463	503	41.82	49.38	2.34	441.14	154.86	1.
U3	4545	5464	494	39.94	49.25	2.17	435.58	151.58	3.
H N S : 120			hc : 500 m		vc : 300 m/s		Sef : 1		
ENTER - ulozenie baterie ine \$uradnice Tlac Nuholnikova metoda ESC - koniec									

Obr. 9 Návrh optimálnych postavení jednotiek PVO

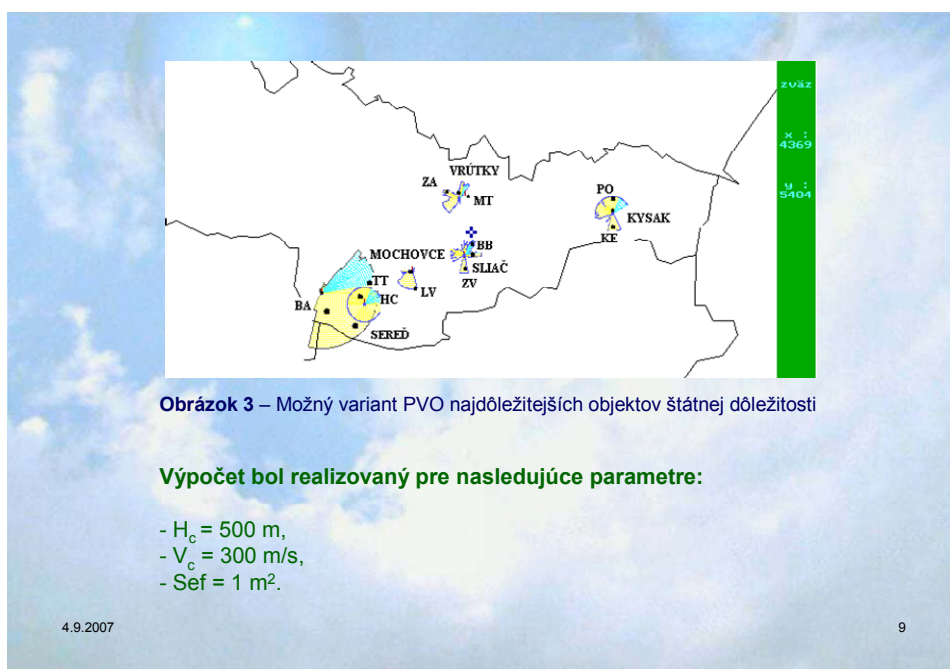
Výsledkom je návrh jednotlivých postavení a bojových zostáv aj s vypočítanými parametrami.



Obr. 10 Optimalizovaná zostava útvaru PVO

UYBRANE OPTIMALNE POSTAVENIE 3. ZVÄZKU (MD) :								
SURADNICE :		KRITERIUM :						
x :	y :	vyska:	Dz _{str} :	Dz _{HNS} :	N _{str} :	M _c :	S _{pup} :	S _{br} :
4536	5462	590	14.44	22.30	1.35	0.16	100.13	20.32
4540	5468	559	15.30	21.46	1.69	0.16	106.02	23.02
4536	5452	430	15.45	22.13	1.57	0.16	99.45	20.01
4529	5472	647	19.23	22.30	1.50	0.16	215.39	84.22
4525	5454	550	17.04	22.30	2.17	0.32	152.98	47.19
zvazok :		16.29	22.10	8.28	0.96	673.97	194.75	
US :								
3975	5481	492	15.82	28.33	CRP od hc:		150 m	
H N S : 120		hc : 150 m		vc : 250 m/s		Sef : 1		
Tlaciaren iny klaves = navrat Nuholnikova metoda								

Obr. 11 Parametre optimálnych postavení jednotiek útvaru PVO



Obr. 12 Priestory účinnej pôsobnosti jednotiek PVO po optimalizácii

Samotný výpočet je rýchly a zabezpečuje výsledky potrebné pre rozhodnutie veliteľov v priebehu niekoľkých sekúnd, max. minút. Je paradoxom, že najväčšie problémy má daný projekt s výberom vhodného počítača, resp. procesoru, ktorý je v ňom použitý. Šancu nemajú PC poslednej generácie s extrémne rýchlymi procesormi, a tak uplatnenia majú staršie typy PC.

Väčšina uvedených programov našla uplatnenie nielen v školských podmienkach, ale aj u vojsk. V rámci cvičení 3. z L a PVO a neskôr veliteľstva Vzdušných síl sa využívali programy RL pole a Optimalizácia PVO. V priebehu medzinárodných cvičení „Spoločná sila“ sa na hodnotenie efektívnosti PVO používal program „Hodnotenie výsledkov ...“. Do podkladových materiálov veliteľa

Vzdušných síl pre audit Vzdušných síl výborom NATO pre PVO (NADC), boli použité výpočty programov RL pole a Optimalizácia PVO. Všetky programy vznikli na Fakulte PVO, ktorá bola novátorom v tejto oblasti a ako jediná sa dokázala svojimi produktmi presadiť aj u vojsk. Navyše uvedené programy zniesli aj najprísnejšie kritérium pri porovnaní s podobnými projektmi používanými v armádach NATO.

Na záver by bolo možné postaviť otázku ako ďalej. Ak pri predstavení programov nezostalo miesto pre niektoré druhy síl, tak len preto lebo v tejto oblasti nebolo nič vytvorené. V budúcnosti by bolo potrebné nadviazať na úspešnú spoluprácu VVTŠ s letectvom a PVO a velením jednotlivých druhov síl, jasne definovať ciele a požiadavky v tejto oblasti. Pre Akadémiu ozbrojených síl by to v budúcnosti mala byť jedna z prioritných úloh, podobne ako je to v ostatných armádach vyspelých krajín.

Summary: The contribution speaks about decision-taking and decision-making process in military environment. In the concrete case presents decision support systems which were created on the base computer's software, by teachers and students of Air Defence Faculty.

prof. Ing. Milan SOPÓCI, PhD.
Katedra manažmentu
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: milan.sopoci@aos.sk

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] KOONTZ, H., WEIRICH, H.: Management. Praha: Victoria Publishing, 1993, 659 s. ISBN 80-85605-45-7.
- [2] NOLKE, M.: Rozhodovanie. Praha : GRADA Publishing a. s., 2003, 108 s. ISBN 80-247-0411-0.
- [3] ŽÁK, M.: Optimalizácia protiletadlovej raketovej obrany západnej časti ČSFR pri ničení riadených striel s plochou dráhou letu. (Doktorská dizertačná práca). Liptovský Mikuláš: Vydavateľstvo VVTŠ v Liptovskom Mikuláši, 1985. 175 s.
- [4] LEPÓT, S.: Možnosti zefektívnenia rádiolokačného zabezpečenia bojovej činnosti prvosledového zväzku PVOS. (Kandidátska dizertačná práca). Liptovský Mikuláš, Vydavateľstvo VVTŠ v Liptovskom Mikuláši, 1989. 127 s.
- [5] SOPÓCI, M.: Možnosti tvorby a velenia zmiešaným uskupeniam vojska PVO v operáciách vševojskových zväzov (Kandidátska dizertačná práca). Liptovský Mikuláš: Vydavateľstvo VVTŠ v Liptovskom Mikuláši, 1991. 123 s.
- [6] GEREC, P.: Optimalizácia systémov velenia pri plánovaní protivzdušného boja. (Doktorandská dizertačná práca). Liptovský Mikuláš, 2003. 117 s.