

Анализ на човешкия фактор при виртуални компютърно подпомагани учения за извънредни ситуации

Златогор Минчев, Георги Дуков, Ирена Николова

Резюме: *Провеждането на компютърно подпомагани учения (КПУ) е важен елемент от валидирането на бъдещи, потенциални критични, ситуации във военни и невоенни операции. При осъществяването на симулации, чрез КПУ е добре да бъде измервано и участието на човешкия фактор, като, по този начин, се реализира независимо количествено измерване на качествените показатели на участниците. В статията е предложена експериментална методология за анализ на човешкия фактор чрез виртуални КПУ, използващи технологията „сериозни игри” и спектрален анализ на поредица отвеждания за повърхностната електрическа корова мозъчна активност на тестова пилотна група участници.*

Ключови думи: *компютърно подпомагани учения, извънредни ситуации, анализ на човешкия фактор*

Въведение

Използването на модели и компютърни симулации чрез компютърно подпомагани учения (КПУ) за извънредни и кризисни ситуации от сферата на сигурността е област, в която у нас за последните няколко години, бе направено немалко [18]. Принципно, компютърните симулации позволяват аprobацията на определен концептуален (идеен) модел, който не отразява напълно цялото многообразие от възможни състояния на действителния процес, предмет или обект от изследваната реалност. Това, от своя страна, поставя редица въпроси, като: „Защо?” и „Как?” да изследваме обективната реалност, така че да получаваме полезни, приложими и измерими резултати. Когато използването на моделирането и симулациите е в сферата на сигурността, тяхната стойност е особено висока, тъй като е свързана с предотвратяването/намалването на човешки жертви. Тук ще отбележим класификацията на симулациите, като: „живи”, „конструктивни” и „виртуални” [17]; тяхното информационно определяне, като: „затворени”/„отворени” и не на последно място: „разпределени” и „централизирани” [1].

Днес, трябва да отбележим, че използването на „жива”, „конструктивна” и „виртуална” класификация на симулациите, която е на повече от двадесет години, създава редица непълноти, свързани с частичното припокриване на „конструктивната” и „виртуалната”, произтичащо от развитието на съвременните технологии и въвеждането на „интелект” в машините, и, в частност, използването на софтуерни агенти и механични работи, позволяващи относително автономно вземане на решения за определени ситуации, свързани със сигурността. Решения в тази област вече се търсят активно в Изследователската и технологична агенция на НАТО, но тук е мястото да се отбележи и фактът, че провеждането на симулации на реални, извънредни ситуации и военни/невоенни операции от сферата на сигурността трябва да бъде оценявано, за да бъде подобряван, както процеса и средата на обучение, така и резултатите на обучаемите, а оттук и намалване на загубите на човешки животи.

Едно от възможните решения, позволяващо най-близко до реалността симулиране, свързано с „виртуалните” симулации, е компютърната версия на понятието „сериозни игри”, която ще бъде разгледана накратко в следващия параграф.

„Сериозни игри”

Принципно, понятието „сериозни игри” разглежда игри, създаващи обучителен контекст в различни области на човешкото познание, използващ процеса на забавление чрез игра за образователни цели [21].

За разлика от лотарийните игри и игрите на късмета, изобщо, където всичко зависи от шанса, участниците в „сериозни игри” трябва да използват своите знания, умения, инициативност, а понякога и способности за стратегическо планиране и мислене, като резултатите им зависят от техните действия и не са предварително програмирани.

Едни от първите „сериозни игри” се играят върху земя, пясък, карта, дъска и датират своята поява още от дълбока древност, далеч преди появата на компютърните технологии.

Голямото многообразие от компютърни игри днес и иновационното използване на понятието „сериозни игри” все повече разширява тяхната роля в процеса на обучение чрез модерни технологии [14]. В наши дни персоналните компютри, конзолите (e.g. Xbox, Play Station и Gamecube) и глобалната интернет мрежа предлагат редица решения за самостоятелна и групов игра, като започнем от цялостни виртуални светове (като Second Life), преминаем през ролевите игри (като World of Warcraft) и завършим с игри от типа „first-person shooter” (като: Project I.G.I. - I’m Going In, Counter-strike, Call of Duty, HALO 3 или Virtual Battle Space 1,2).

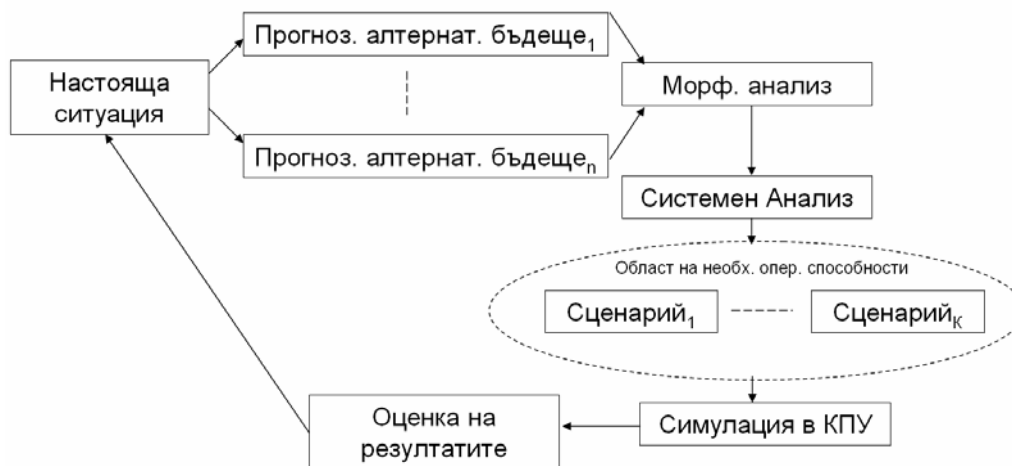
Тласък в изследванията на технологията, използваща „сериозни игри”, беше даден и от „Инициативата сериозни игри” на Международния научен център „Удроу Уилсън” - САЩ в сферата на политиките и мениджмънта [25].

Интересна е ролята на „сериозните игри” и тяхното приложение във виртуалните симулации за КПУ в сферата на сигурността и множеството техни полезни приложения за обучение, които, като цяло, водят до намаляване на икономическите разходи по внедряване и поддръжка на технологията и, същевременно, запазват качеството на резултатите от обучението [22].

Тук трябва да се отбележи, че използването на симулации и КПУ не могат да бъдат правени, по принцип и изобщо, особено когато говорим за извънредни ситуации и сектора за сигурност. Ето защо, е необходимо експертно създаване на работен контекст, което може да бъде основано на разработката и оценката на пакет от сценарии за отбранително планиране. Предвид сложността на този процес по създаване на работния контекст в следващия параграф ще представим само неговата методологична рамка.

Разработка и оценка на сценарии

Общата методологична рамка на процеса по разработване на сценарии за отбранително планиране и управление при кризи е показана на Фиг.1 [3]:



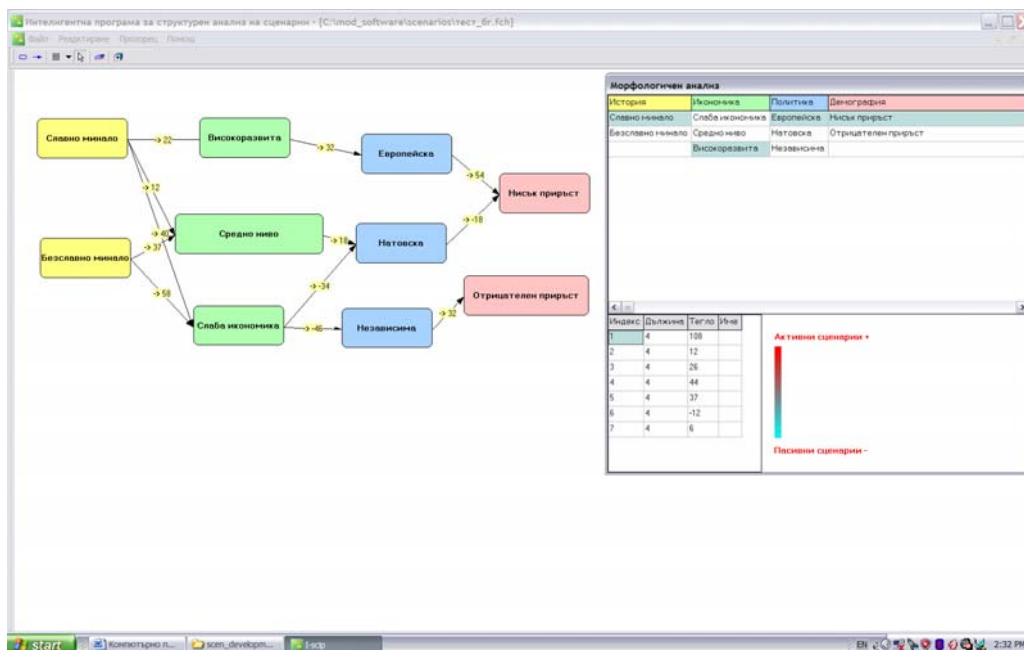
Фиг.1. Обща методологична рамка на процеса по разработване на сценарии за отбранително планиране и управление при кризи.

Както става ясно от Фиг.1, идеята на процеса по разработване на сценарии е свързана с правенето на прогнози за бъдещето (генериране на n прогнозни алтернативни бъдеща), които, след детайлен, структурен (морфологичен) и системен анализ, да бъдат трансформирани в сценарии (където: за n на брой прогнозни алтернативни бъдеща и k на брой сценарии, $k > n$, $k, n \in N$), дефиниращи необходимите оперативни способности за отбрана.

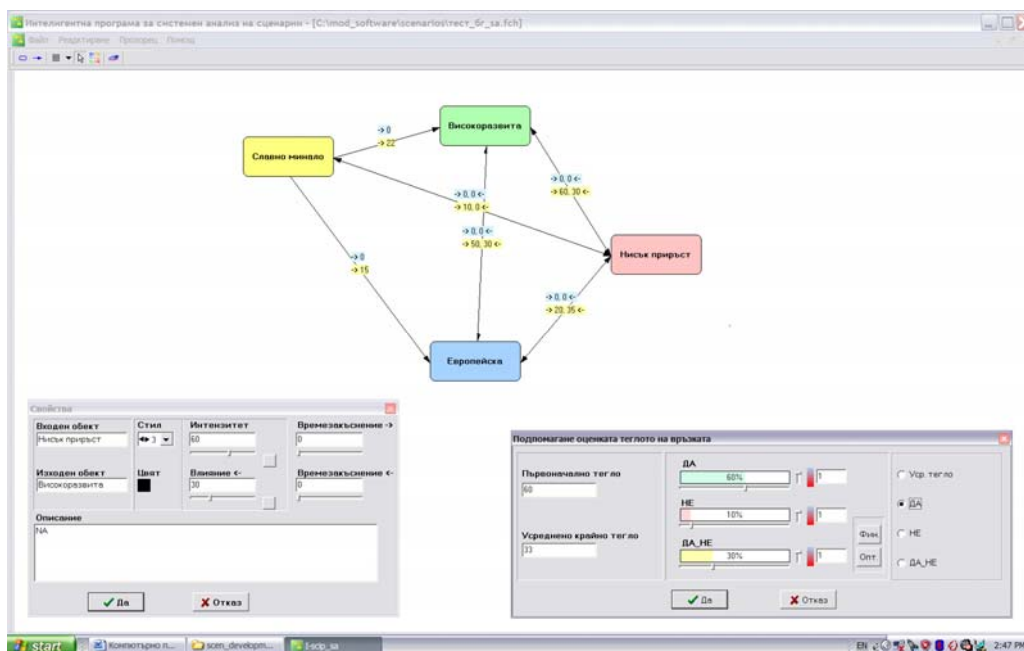
Ще отбележим, че тъй като разглеждаме прогнозни алтернативи за бъдещето с времеви хоризонт 10-15 години (подобен на този в проекти ESRIF [7] и FORESEC [8]), използваме експертни знания, извличането на които е комплексен итеративен процес, използващ методи като „мозъчна атака”, „Делфи”, „BOGSAT” и др. [2].

Прогнози на основата на предложената методологична рамка за по-дългосрочно планиране, например: 25 години или дори 50 години е напълно възможно, но това изисква много широка експертна група, по-сложен процес на извличане на знанията и, като цяло, получените прогнози са изключително трудни за валидация чрез симулации, тъй като изискват огромен изчислителен, икономически и времеви ресурс [6].

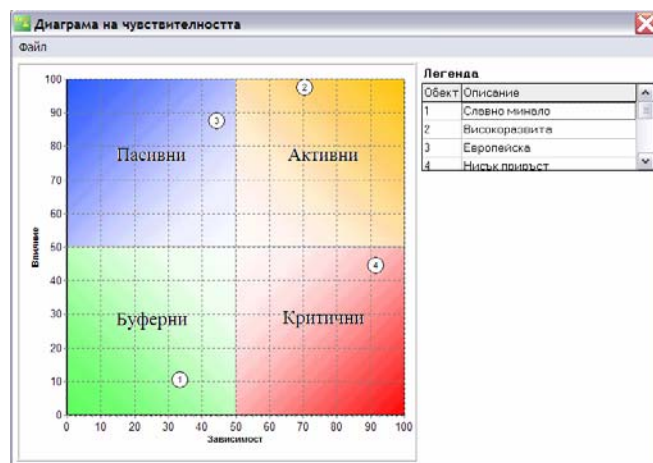
В края на този параграф ще отбележим, че методологичната рамка от Фиг.1. е софтуерно подпомогната от авторската среда I-SCIP [15], [3], която позволява класифициране на разработените сценарии на: „активни” (оцветени в червен цвят; положителни и директно управляеми) и „пасивни” (оцветени в син цвят; отрицателни и индиректно управляеми) при извършване на структурен (морфологичен/Morphological Analysis) анализ (вж. Фиг.2), а при извършване на системен анализ (System Analysis) на: „активни”, „пасивни”, „буферни” и „критични”, разположени в обща Диаграма на чувствителността (вж. Фиг.3 и Фиг.4).



Фиг.2. Общ вид на програмата I-SCIP-MA в режим на морфологичен анализ.



Фиг.3. Общ вид на програмата I-SCIP в режим на системен анализ (SA).



Фиг.4. Диаграма на чувствителността от програмата I-SCIP-SA.

Така разгледаната методологична рамка за разработване и анализ на сценарии бе успешно използвана в разработването на контекстни и ситуационни сценарии за отбранително планиране в План 2015 на МО, Р. България [3], като за експериментален анализ в настоящата статия е избран контекстният сценарий „Новият изток” и участието на страната в експедиционни операции зад граница [19].

Симулационна среда

Както беше вече отбелязано в предишната точка избраните сценарии са за хипотетични алтернативни бъдещи ситуации и за тяхна своеобразна валидация може да бъде използвана компютърна симулация. Тази валидация се извършва на три нива: стратегическо, оперативно и тактическо. Едно подходящо за случая решение е използването на компютърно подпомогани учения (КПУ), които, освен компютри, позволяват и участието на хора от интегрирания сектор сигурност. Получените резултати от симулациите позволяват аргументирано коригиране на избраните сценарии и по-надежно прогнозиране на бъдещи сценарии за отбранително планиране. Прилагането на КПУ дава цялостно интегрирано решение, позволяващо „живо”, „конструктивно” и „виртуално” симулиране. В настоящата работа ще поставим акцент само върху „виртуалната” симулация, осъществена посредством технологията „сериозни игри” и подходяща за използване на оперативно и тактическо ниво на валидация.

Играта, която използваме, е свързана с добре известния проект „I.G.I. -2 Covert Strike” - „I’m Going In” (вж. Фиг.5) и представлява виртуална 3D среда от тип „first-person shooter”, разработена в Innerloop Studios® и пусната на пазара от Codemasters®. I.G.I. - 2 предлага реалистична среда за симулации на оръжия и тактически бойни действия [10].



Фиг.5. Екранна снимка от средата „I.G.I. - 2”.

Предвид оперативно-тактическия характер на изследването, бяха избрани две базови ситуации (вж. Фиг.6) от средата „I.G.I. - 2”, епизод VIII, свързани с „успех” (унищожение на противников, вражески играч) и „загуба” (раняване от противников, вражески играч, съпроводена с цялостно оцветяване на екрана на играча в червено), определени с проста класификация на играчите в два отбора: приятели и врагове.



Фиг.6. Екранни снимки на изследваните ситуации на „успех” (ляво) и загуба (дясно).

Анализ на човешкия фактор

Главната слабост на днешните симулации с участие на човека в процеса на симулация е липсата на възможност за измерване и анализ на психо-физиологичните показатели на обучаемите, т.е. количествено измерване на качеството на процеса на обучение. Интересен е и фактът, че подобни изследвания се срещат в литературата отпреди повече от десетилетие, като природата на емоциите и поведението на играещи компютърни игри, които могат да се разглеждат като „сериозни игри”, се изследват от психо-физиологична перспектива [4], [5], [9], [11], [13], [20], [24].

Според нивото за обучение, към което е ориентирано едно КПУ, могат да бъдат използвани въпросници (на стратегическо и оперативно ниво) [12] и психо-физиологични измервания (на тактическо ниво).

В настоящата статия ще бъде показана методика за анализ на човешкия фактор при КПУ, осъществявано чрез виртуални симулации в средата „I.G.I. - 2”, позволяваща извършването на психо-физиологични измервания на параметри на участниците на тактическо ниво.

Експериментите бяха проведени върху портативна машина HP 6730s с Intel Pentium Dual-Core Processor T4200, 3072 MB RAM, 320 GB SATA HDD, ATI Radeon HD 3430 видео карта с 256 MB памет и WXGA BrightView 15.4” екран. По време на експериментите за валидация на избран сценарий чрез виртуална симулация, посредством технологията „сериозни игри” и средата „I.G.I. - 2”, беше следена повърхностната електрическа корова мозъчна активност (ЕЕГ) на участващите 15 десноръки доброволци на възраст: 21-33 години).

За удобство на играещите, беше добавена и допълнителна USB клавиатура и мишка, а действията им, по време на симулацията, бяха записвани с програмата за екранен запис VB FlashBack[®], като за синхронизация на събитията от играта и действията на играчите, със записа на техните ЕЕГ, беше разработен и специализиран софтуер в среда Borland Delphi Enterprise[®] 2007.

Всички ЕЕГ записи (направени от Fz, Cz, Pz, C3 и C4 отвеждания, посредством Ag/AgCl електроди с референтни processi mastoidei, по международно призната система на Джаспер „10-20” и полифизиографска апаратура Nihon-Kohden[®]) бяха дигитализирани, посредством 12 bit АЦП с 1000 Hz честота на дискретизация и филтрирани с лентов филтър на Чебишев с честотна лента [0.3 – 70] Hz. Доброволците бяха поставени в шумоизолиран Фарадеев кафез, като по време на експерименталните симулации, беше използвана само визуалната част от „I.G.I. - 2” средата.

Общият вид на описаната експериментална постановка е показан на Фиг.7:



Фиг.7. Общ вид на експерименталната постановка за анализ на човешкия фактор чрез виртуални КПУ, реализирани с технологията „сериозни игри” и средата „I.G.I. - 2”.

При анализа на направените EEG записи беше възприета методиката, описана в [16], която използва комплексна уейвлет трансформация с базова функция на Морлет и S - трансформация. Така избраният математически апарат дава едновременно, коректни резултати, както във времевата, така и в честотната област и, следователно, позволява точен анализ на спектралните характеристики на записаните EEG в съответствие със следените събития на „успех” и „загуба”.

Получените експериментални резултати показаха повишение на спектралната мощност, в диапазона на алфа2 честотите, при „успех”. При „загуба”, бе регистрирано едновременно повишаване на алфа1 и тета2 честотните диапазони, като същевременно бе подтиснат алфа2 ритъма. Ще отбележим, че появата на повишена спектрална мощност в тета диапазона е принципно свързано и с негативните емоции при човека [23].

Заклучение

Представената експериментална методология за анализ на човешкия фактор при виртуални КПУ за извънредни ситуации, чрез използване на технологията „сериозни игри”, дава възможност за симулационна валидация на прогнозите за бъдещето, основани на сценарии и пряко свързани с планирането в отбраната в хоризонт от 10-15 години. Това, от своя страна, увеличава възможностите за адекватна и навременна реакция при различен тип военни/невоенни извънредни и кризисни ситуации, свързани със сигурността на гражданите и участващите сили.

По този начин се осигурява и възможност за количествено измерване на качеството на обучение, на тактическо ниво, чрез виртуални КПУ, а, следователно, се предоставя и възможност за намаляване на загубите на човешки животи при реални операции.

В тази връзка ще отбележим, че авторският колектив от Съвместния център за обучение, симулации и анализ към ИПОИ-БАН, разработва в последните три години ниско бюджетна среда за провеждане на КПУ - BEST (Basic low-cost Environment for Simulation and Training), интегрираща „конструктивни” и „живи” симулации, към които, представената „виртуална” среда за симулации и анализ на човешкия фактор, чрез измерване на резултатите на физиологично ниво, е ценно допълнение.

Като бъдещо развитие на предложеното решение, авторите виждат използването на по-гъвкави среди за симулация от типа VBS1,2, въвеждането на психологични метрики, измервания на параметри на периферната нервна система на играещите, както и практическото участие на представители от интегрирания сектор за сигурност в реални КПУ, използващи предложената експериментална методика. Това, от своя страна, ще позволи апробация в по-широк мащаб и прилагане на биологична обратна връзка, с цел подобряване показателите на обучаемите.

Благодарност

Авторите изказват благодарност за оказаната подкрепа на: ст. н.с. д-р Велизар Шаламанов, г-н Клаус Нимайер, акад. Кирил Боянов, акад. Петър Кендеров, акад. Стефан Додунеков, д-р Жан-Пиер Файе, ст. н.с. д-р Пламен Гатев, НАТО MSG-049, МО, Р. България, ИПОИ-БАН, ИМИ-БАН, ИНБ-БАН, ЦИНСО-БАН и ръководството на БАН. Те благодарят специално и на н.с. Стилиян Георгиев за оказаното съдействие при експерименталните физиологични изследвания и анализи, като и на всички техни колеги и колаборатори за оказаната подкрепа и съдействие.

Литература

- [1]. Минчев, З. *Използване на моделирането и симулациите в компютърно подпомагани учения за подобряване на гражданската сигурност*, Първа национална конференция под патронажа на Министър-председателя на Република България, МИИО АБ, БАН, 18 Май, 32-36, 2007.
- [2]. Минчев, З. *Компютърно подпомагано разработване на сценарии за отбранително планиране и управление при кризи*, Втора национална конференция под патронажа на Министър-председателя на Република България, „Младежта на България, европейската ни идентичност и иновативни постижения”, София, Експопринт, 308-316, 2008.
- [3]. Рачев, В., Минчев, З., Тагарев, Т. и к-в. *Методология и сценарии за отбранително планиране*, МО, Дирекция „Отбранителна политика”, Р. България, ВИ, София, 2007.
- [4]. Andrade, E., Ariely, D. *The Enduring Impact of Transient Emotions on Decision Making*, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 109, 1-8, 2009.
- [5]. Barlett, Ch., Vowels, Ch., Shanteau, J., Crow, J., Miller, T. *The Effect of Violent and Non-violent Computer Games on Cognitive Performance*, Computers in Human Behavior, 25, 96-102, 2009.
- [6]. *Big Bang Resources*, <http://bigbangonline.org/>
- [7]. *ESRIF Project*, <http://www.esrif.eu/>
- [8]. *FORESEC Project*, <http://www.foresec.eu/>
- [9]. Green, C. S., Bavelier, D. *Action Video Game Modifies Visual Selective Attention*, NATURE, 29 MAY, 423, 534-537, 2003.
- [10]. *I.G.I.-2: Covert Strike*, http://en.wikipedia.org/wiki/I.G.I.-2:_Covert_Strike
- [11]. Koeppe, M., Gunn, R., Lawrence, A., Cunningham, V., Dagher, A., Jones, T., Brooks, D., Bench, C., Grasby, P. *Evidence for Striatal Dopamine Release During a Video Game*, NATURE, 21 May, 393, 266-268, 1998.
- [12]. *Lessons Learned, EU TACOM SEE 2006*, NOA, TR-25, 18.09.2006.
- [13]. Lindley, C. A., Sennersten, C. *A Cognitive Framework for the Analysis of Game Play: Tasks, Schemas and Attention Theory*, Workshop on the Cognitive Science of Games and Game Play, The 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Vancouver, Canada, July 26-29, 2006.
- [14]. Michael, D., Chen, S. *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*, Boston, MA: Thompson Publishing, 2005.

- [15]. Minchev, Z. *Intelligent Scenario Development for CAX*, NATO ARW: “Scientific Support for the Decision Making in the Security Sector”, Velingrad, Bulgaria, October 21-25, 2006, Published by IOS Press, NATO Science for Peace Security Series, D: Information and Communication Security, vol.12, 6-24, 2007.
- [16]. Minchev, Z., Dukov, G., and Georgiev, S. *EEG Spectral Analysis in Serious Gaming: An Ad Hoc Experimental Application*, International Journal BIOUTOMATION, vol.13, no.4, 79-88, 2009.
- [17]. *NATO Modelling and Simulation Master Plan*, North Atlantic Council, AC/323 (SGMS) D/2, Version 1.0, 7 August, 1998.
- [18]. Niemeyer, K., Shalamanov, V., Tagarev, T., Tsachev, Ts., Rademaker, J.G.M. *Operations Research Support to Force and Operations Planning in the New Security Environment*, NATO SfP 981149, Final Report (2005-2008), Artgraf, Sofia, April, 2008.
- [19]. Ratchev, V. *Context Scenarios in Long-Term Defense Planning*, Information & Security: An International Journal, vol. 23, no.1, 62-73, 2009.
- [20]. Ravaja, N., Kivikangas, J. *Psychophysiology of Digital Game Playing: The Relationship of Selfreported Emotions with Phasic Physiological Responses*, In Proceedings of Measuring Behavior 2008, (Eds. A.J. Spink, M.R. Ballintijn, N.D. Bogers, F. Grieco, L.W.S.Loijens, L.P.J.J. Noldus, G. Smit, and P.H. Zimmerman), Maastricht, The Netherlands, August 26-29, 2008.
- [21]. *Serious Games*, <http://seriousgames.ning.com/>
- [22]. Stone, R. *Serious Gaming*, Defense Management Journal, December, Issue 31, 2005.
- [23]. Strelets, V, Danilova, N., Kornilova, I. *The EEG Rhythms and Psychological Indices of Emotions in Reactive Depression*, Zhurnal vyssheĭ nervnoĭ deiatelnosti imeni I. P. Pavlova, Jan-Feb, vol. 47, no. 1, 11-21, 1997.
- [24]. Szameitat, A., Rummel, J., Szameitat, D., Sterr, A. *Behavioral and Emotional Consequences of Brief Delays in Human - Computer Interaction*, International Journal of Human - Computer Studies, vol. 67, 561-570, 2009.
- [25]. *The Serious Games Initiative*, <http://www.seriousgames.org/>

Автори:

Д-р Златогор Минчев, н.с. I ст., Съвместен център за обучение, симулации и анализ, Институт по паралелна обработка на информацията/Институт по математика и информатика - БАН, София 1113, ул. „Акад. Георги Бончев”, Бл. 25А, стая 116, тел. +3592 979 6631, e-mail: zlatogor@bas.bg

Маг. инж. Георги Дуков, Съвместен център за обучение, симулации и анализ, Институт по паралелна обработка на информацията - БАН, София 1113, ул. „Акад. Георги Бончев”, Бл. 25А, стая 116, тел. +3592 979 6631, e-mail: gddukov@abv.bg

Маг. Ирена Николова, н.с. II ст., Съвместен център за обучение, симулации и анализ, Институт по паралелна обработка на информацията/Институт по космически изследвания - БАН, София 1113, ул. „Акад. Георги Бончев”, Бл. 25А, стая 116, тел. +3592 979 6374, e-mail: itnikolova@abv.bg