

IT 4 Sec Reports

*Анализ на кибер заплахите в
интернет социални мрежи с
изследване на потребителския отговор*

Златогор Минчев

*Cyber Threats Analysis In On-Line Social Networks
With A Study On User Response*

Zlatogor Minchev

***Анализ на кибер заплахите в
интернет социални мрежи с
изследване на
потребителския отговор***

Златогор Минчев

Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН
секция “Информационни технологии в сигурността”
www.IT4Sec.org

София, ноември 2014 г.

Златогор Минчев, Анализ на кибер заплахите в интернет социални мрежи с изследване на потребителския отговор, IT4Sec Reports 115 (София, Институт по информационни и комуникационни технологии, ноември 2014 г.), <http://dx.doi.org/10.11610/it4sec.0115>.

IT4SecReports 115 „Анализ на кибер заплахите в интернет социални мрежи с изследване на потребителския отговор“ Разгледано е създаването на системен модел за анализ на кибер заплахи в социалните мрежи от Интернет пространството при различни сценарии за тяхното използване. Приложено е експертно и потребителско анкетиране, в съчетание с експериментално валидиране, чрез биомониторинг върху фокус групи от потребители. Наблюдавана е корелация между експертно идентифицираните и потребителски валидирани явни и скрити заплахи в съвременните социални мрежи, предоставящи достъп до множество услуги чрез смарт устройства и уеб технологии. Получените резултати показват необходимост от разработването на нови методи за повишаване сигурността на потребителите в съвременния дигитален свят.

IT4Sec Reports 115 “Cyber Threats Analysis In On-Line Social Networks With A Study On User Response“ The report presents a system model towards cyber threats analysis in on-line social networks, with consideration of multiple scenarios. An implementation of experts' and users' q-based surveys is made, together with experimental validation through biomonitoring of focus groups.

A correlation is observed between the experts' identified and users' validated obvious and hidden cyber threats in modern social networks that provide access to multiple services via smart devices and technologies. The study results demonstrate the need for developing new methods for improvement of user security in the modern digital world.

Благодарност

Настоящата работа е финансирана по проект „Изследване на информационните заплахи и поведенческа динамика на потребителите в социални мрежи от Интернет пространството“, ДМУ 03/22, Фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието, младежта и науката, Проектно финансиране „Млади учени“, 2011-2014 (www.snfactor.com). Авторът изказва благодарност за експертната и методологична подкрепа на: Европейската мрежа от центрове за върхови постижения в управлението на рисковете и заплахите за Интернетта на бъдещето – SySSec (www.syssec-project.eu), консултантите на ДМУ 03/22 акад. Кирил Боянов и доц. д-р Пламен Гатев, дм, членовете на работния колектив на проекта, както и на колегите от секция „Информационни технологии в сигурността“ с ръководител проф. д-р Тодор Тагарев за оказаната подкрепа и съдействие.

Редакционен съвет

Председател: акад. Кирил Боянов

Редактори: д-р Стоян Аврамов, доц. Венелин Георгиев, доц. Величка Милина, доц. Златогор Минчев, доц. Георги Павлов, проф. Тодор Тагарев, доц. Велизар Шаламанов

Отговорен редактор: Наталия Иванова

© Златогор Минчев, 2014 г.

ISSN 1314-5614

СЪДЪРЖАНИЕ

1. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИТЕ АКТИВНОСТИ В СОЦИАЛНИТЕ МРЕЖИ.....	5
2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ВАЛИДИРАНЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ	10
A) Изследване на ефекта от популярна игра в социалните мрежи при 2D/3D визуализация	10
B) Изследване на ефекта от аудио стимулация чрез популярни мелодии.....	14
B) Изследване на ефекта от прилагането на аудиовизуален ентрейнмънт в различни ситуации	17
Дискусия.....	22
Литература	22

Списък на фигурите

Фигура 1. Обобщения на мултикритериални анкетни проучвания на тенденциите във влиянието на уеб технологиите върху различни социални направления от развитието на дигиталното общество за 2013 г. (а) и кибер заплахите в социалните мрежи за 2014 г. (б).....	6
Фигура 2. Обобщени резултати, в проценти, от анкетно проучване за типа и предпочитанията на потребителска фокус-група и избрани популярни игри в социалната мрежа Facebook.).....	7
Фигура 3. Системен модел (а) за оценка на въздействието на мултимедийното съдържание в социалните мрежи и диаграма на чувствителността (б) в средата I-SICIP-SA (Minchev & Feimova, 2014, Minchev et al, 2014).....	8
Фигура 4. Обща експериментална рамка за изследване ЕЕГ динамиката при игри в социалните мрежи.....	10
Фигура 5. Общо представяне на експеримента за изследване ЕЕГ динамиката при игра в социалните мрежи в реални условия.....	11
Фигура 6. Резултати от изследването на играта Angry Birds при 2D (а) и 3D (б) визуализации за ЕЕГ спектъра и отвеждания: F3, F4, C3, C4, P3, P4.	13
Фигура 7. Експерименталната рамка за изследване на музикални стимули чрез потребителски мониторинг на кожно-галваничната реакция.....	14
Фигура 8. Общо представяне на експеримента за изследване на музикални стимули чрез потребителски мониторинг на КГР в реални условия.....	15
Фигура 9. Усреднени резултати за динамиката на фракталната размерност F_D по Хигучи на сигнали от КГР за „радост“ (а) и „страх“ (б) в оригинален (зелено и синьо) и стимулиран вариант (червено).	16

Фигура 10.	Използване на лента за потребителски мултимодален биомониторинг в смарт средата на обитание.....	17
Фигура 11.	Експериментална рамка за изследване на ефекта от прилагането на аудиовизуален ентрейнмънт с измерване динамиката на ОЦН и ЕЕГ.....	18
Фигура 12.	Общо представяне на експеримента от сесия по прилагане на аудиовизуален ентрейнмънт (ляво) и измерване динамиката на ЕЕГ и екскурзиите на ОЦН в реални условия (дясно).....	19
Фигура 13.	Промени в динамиката на ЕЕГ за отвеждания С3 и С4, преди (А), 10 мин. (Б) и 30 мин. (В) след 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.....	20
Фигура 14.	S-трансформация (панел I) и F_D по Хигучи (панел II) за промените в anteriorno-постериорната динамиката на екскурзиите на ОЦН, преди (А) и 10 мин. (Б) след 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.....	21
Фигура 15.	Промени в динамиката на ЕЕГ за отвеждания С3 и С4, преди (А), 10 мин. (Б) и 30 мин. (В) след 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.....	20

1. МОДЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИТЕ АКТИВНОСТИ В СОЦИАЛНИТЕ МРЕЖИ

Реализирането на настоящото изследване е съчетание от експертни мнения с моделно представяне в подходяща среда за анализ. Използвани бяха три анкетни проучвания, на основата, на които бе създаден системен модел в средата I-SCIP-SA (Minchev & Petkova, 2010), детайлизирани по-долу.

Най-общо, потребителските активности (дейности) в социалните мрежи могат да се групирани около сценарии за: регулярно сърфиране, забавления и социален инженеринг (Минчев, 2012).

В тази връзка ще отбележим и устойчиви тенденции в прогнозите за важноста в дигиталното общество на социалните мрежи, социалния инженеринг и личното пространство за потребителите, които се потвърждават в редица публикации по темата (Balzarotti, Markatos, Minchev, et al, 2013, Minchev & Boyanov, 2014, Balzarotti, 2014).

Предвид факта, че за съвкупното изследване на трите дейности е необходим обединяващ системен модел, за негов управляващ фактор бе избрано „мултимедийното съдържание“ (Боянов, Минчев, Боянов, 2013). То е богат източник на информация в съвременните социални мрежи, използващи Web 3.0 технологии и ще запази тази тенденция с въвеждането на 4G решения в мобилните смарт устройства (Боянов, 2014). От друга страна неговото влияние се оценява от някои автори и като „дигитална дрога“ влияеща на подрастващите (Singel, 2010), което го прави значим, потенциален източник на кибер заплахи за потребителите.

Допълнително, през 2013 г. и 2014 г., Съвместният център за обучение симулации и анализ, организира две анкетни проучвания свързани с темата.

Първото изследване (изготвено в подкрепа на проекта за Национална стратегия по кибернетична сигурност на Р България, 2013), се отнасяше до тенденциите във влиянието на уеб технологиите върху различни социални направления на дигиталното общество и обхващаше 150 национални и международни експерти. Второто изследване от 2014 г. бе за мултикритериална оценка на кибер заплахите в социалните мрежи и обхващаше 75 експерти. Обобщения от изследванията, публикувани накратко в (Минчев, 2013, Minchev, 2013, Minchev & Kelevedjiev, 2014) са показани на Фиг. 1.

Резултатите, показани на Фиг. 1 (а), използват цветова скала от зелено към червено, през жълто, показваща засилване на дадено направление в посока към червения цвят и съответно – отслабване, в посока към зеления цвят. Използването на син цвят, отразява наличието на неопределеност. Времевият хоризонт на изследването е пет години - до 2018 г.

Технология/Направление	Гражданско общество	Банкиране и финанси	Държавно управление	Критична инфраструктура	Нови технологии	Образование
Web 1.0	High	High	High	High	High	High
Web 2.0 / Web 3.0	Medium	High	Medium	High	Medium	High
Web 4.0	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	High
Web 5.0	Medium	Medium	High	High	Medium	High

(а)

Threat/Area	Human Factor	Digital Society	Governance	Economy	New Technologies	Environment of Living
Social Engineering	High	High	Medium	Medium	Medium	Medium
Malware	High	Medium	Medium	Medium	High	Medium
Spam & Scam	High	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
Multimedia Influences	High	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
Espionage & Privacy	High	High	High	High	Medium	High

(б)

Фиг. 1. Обобщения на мултикритериални анкетни проучвания на тенденциите във влиянието на уеб технологиите върху различни социални направления от развитието на дигиталното общество за 2013 г. (а) и кибер заплахите в социалните мрежи за 2014 г. (б).

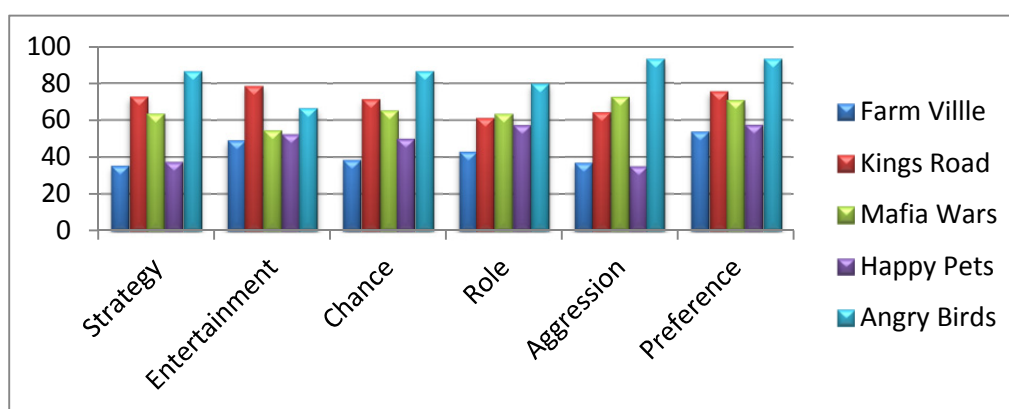
За Web 2.0/Web 3.0 технологиите, използвани в съвременните социални мрежи, прогнозите са критични по отношение и на шестте изследвани направления („Гражданско общество“, „Банкиране и финанси“, „Държавно управление“, „Критична инфраструктура“, „Нови технологии“, „Образование“). Очакваните бъдещи заплахи от Web 4.0/Web 5.0, фокусират в неопределеност: „Банкиране и финанси“ и „Нови технологии“. Тези прогнози отчитат факта, че се очаква новите уеб технологии да навлязат в дигиталното общество на 21 век, след не по-малко от десет години (A Digital Agenda for Europe, 2010).

Тук е важно да акцентираме върху „Критичната инфраструктура“, като елемент от комуникационната и информационната инфраструктура, която запазва своята оценка за целия прогнозен период. В тази връзка ще споменем и моделното изследване на проблема в средата I-SCIP-SA (Minchev & Petkova, 2010), по отношение на използването на новите ИКТ за подобряване на съвременната среда за гранична кибер сигурност, което потвърждава направената класификация за „Критичната инфраструктура“ от системна гледна точка и нейното значение като източник на скрити кибер заплахи (Minchev, 2013).

Оценяването на кибер заплахите в социалните мрежи (вж. Фиг. 1 (б)) бе извършено в шест направления („Human Factor“ – „Човешки фактор“, „Digital Society“ – „Дигитално общество“, „Governance“ – „Държавно управление“, „Economy“ – „Икономика“, „New Technologies“ – „Нови технологии“ и „Environment of Living“ – „Среда на обитание“), като са идентифицирани пет области като източник на заплахи („Social Engineering“ – „Социален инженеринг“, „Malware“ – „Зловреден софтуер“, „Spam & Scam“ – „Спам/Скам“, „Multimedia Influence“ – „Влияние на мултимедията“, „Espionage & Privacy“ – „Шпионаж и лично пространство“). Използвана е тристепенна цветна скала (*жълто* – „високо“, *червено* – „много високо“, *синьо* – „неопределено“).

Като обобщение от двете изследвания за „Влияние на мултимедията“, „Социалния инженеринг“ и „Шпионаж и лично пространство“, можем да отчетем, че се запазва тенденция за „висока“ и „много висока“ значимост за всичките шест направления на оценка за следващите пет години до 2018 г. за всички изследвани области на развитие в дигиталното общество. За някои от направленията, оценяваните кибер заплахите са класифицирани като неопределени от участващите експерти.

Друго изследване, включващо фокус-група от общо 37 анкетирани лица (28 момчета и 9 момичета на средна възраст 15,6 години, ученици - геймъри от гимназиалната форма на обучение), допълва изложеното по отношение на значението на мултимедията. То се фокусира върху мултикритериална оценка на избрани популярни игри, като елемент на мултимедията, в социалната мрежа Facebook (Фиг. 2). Тя бе избрана, предвид изключителната си популярност (Top 15 Most Popular Social Networking Sites, 2014), в т.ч. и сред 250 българските потребители (Minchev & Feimova, 2014).



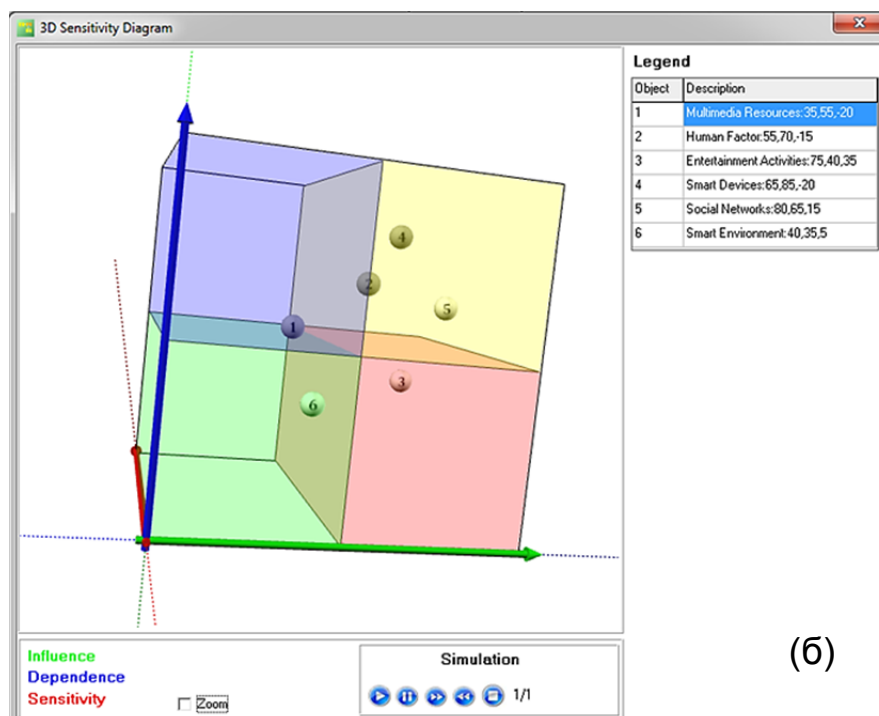
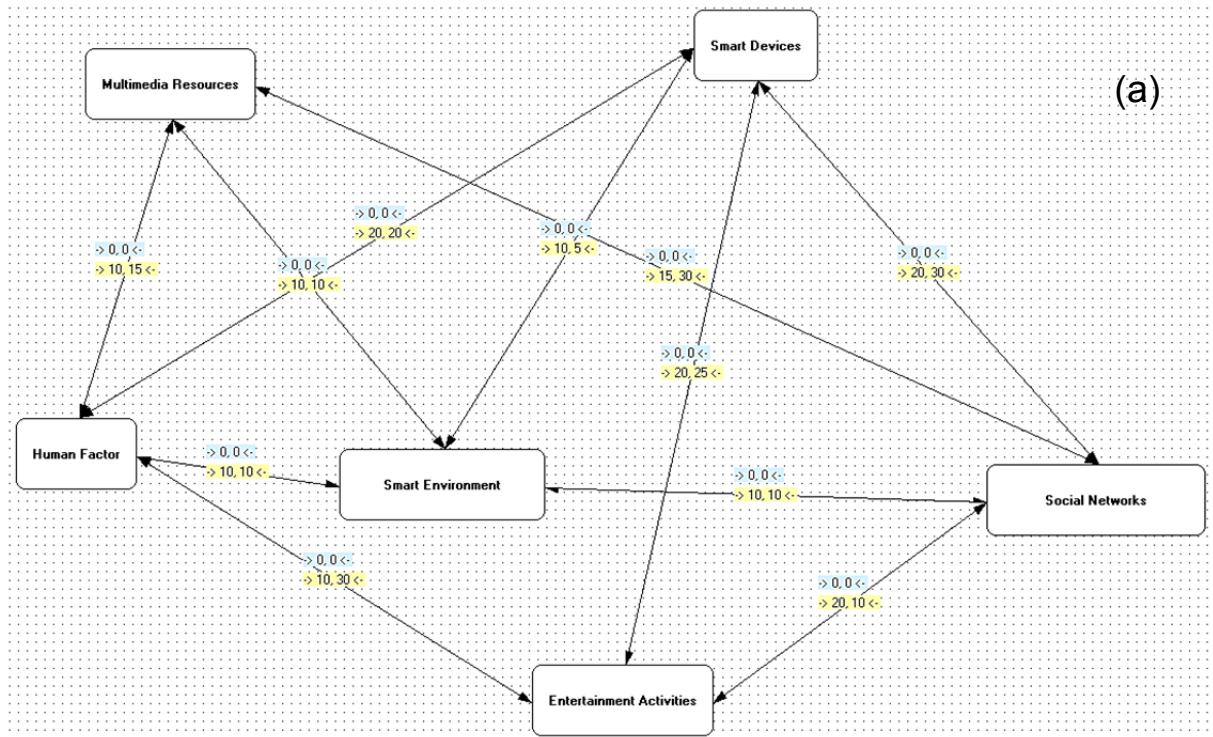
Фиг.2. Обобщени резултати, в проценти, от анкетно проучване за типа и предпочитанията на потребителска фокус-група и избрани популярни игри в социалната мрежа Facebook.

От представените резултати става видна засилената популярност на игрите за забавление свързани с насилие. Безспорно, отличени са Angry Birds, Mafia Wars и Kings Road. Избраните оценъчни направления са свързани с типовете на играта („Стратегия“ – “Strategy”, „Забавление – “Entertainment”, „Късмет“ – “Chance”, „Полева“ – “Role”) и оценките за „Предпочитания“ (“Preference”) и „Агресивност“ (“Aggression”). Тази тревожна тенденция по отношение на агресията, като предпочитан тип игри при подрастващите, се потвърждава и от други изследвания в областта (Bavelier et al, 2011).

Предвид изложеното дотук, с използване на данните от тези изследвания бе създаден системен модел (Фиг. 3) в средата I-SCIP-SA (Minchev & Petkova, 2010) за оценка на въздействието на мултимедийното съдържание в социалните мрежи (Minchev & Feimova, 2014, Minchev et al, 2014).

Всички обекти в системата са свързани претеглено (обектите са означени със заоблени, именувани правоъгълници, връзките с едно- и дву- посочни стрелки, а техните атрибути – с етикет в жълто, за теглото на връзката и в синьо за времетраенето на разглеждането на връзката, за настоящия случай; в предложения модел, то е „0“, защото е разгледан статично, за оценка, като този въпрос ще бъде дискутиран по-долу). Избрани бяха шест агрегирани обекта: „Мултимедийни ресурси“ – “Multimedia Resources”, „Смарт устройства“ – “Smart Devices”, „Социални мрежи“ - “Social Networks”, „Човешки фактор“ –

„Human Factor“, „Смарт среда“ – „Smart Environment“, потребителски „Активности свързани със забавления“ – „Entertainment Activities“.



Фиг.3. Системен модел (а) за оценка на въздействието на мултимедийното съдържание в социалните мрежи и диаграма на чувствителността (б) в средата I-SICIP-SA (Minchev & Feitova, 2014, Minchev et al, 2014).

Разпределението на обектите в модела е представено графично, в 3D Декартова координатна система, наречена диаграма на чувствителността (отчасти основана на тази,

публикувана в (Vester, 2002, вж. Фиг. 3б), на базата на нормализираните стойности за интервала $[0,1]$, изразени в проценти на правата („Влияние” (Influence) – x) и обратната връзка („Зависимост” (Dependence) – y) между обектите.

Абсолютната разлика между тези две стойности се дефинира като „Чувствителност” и е представена, като z -координата оцветена в червено. Тя също подразделя обектите на активни (оцветени в светло сиво, $>50\%$ от интервала $[0,1]$) и пасивни ($< 50\%$ от интервала $[0,1]$, оцветени в тъмно сиво), по зададен граничен праг за всеки от секторите на диаграмата.

Според оцветяването на секторите в Диаграмата на чувствителност и съотношението „влияние/зависимост” са определени следните класове обекти: зелен – буферни; жълт – критични; син – пасивни; червен – активни. Като под „активни” и „пасивни” обекти се има предвид тяхното класифициране от гл. т. на управлението, т.е. активните са директно управляеми, докато при пасивните - управлението е косвено.

Както става видно от Фиг. 3б, като активни и пряко управляеми са класифицирани обектите „Активности, свързани със забавления” (Entertainment Activities, $z=35$) – 3; пасивни и косвено управляеми, т.е. криещи скрити опасности са: „Мултимедийни ресурси” (Multimedia Resources, $z=-20$) – 1.

Обектите „Човешки фактор” (Human Factor, $z=-15$) – 2 и „Смарт устройства” (Smart Devices, $z=-20$) – 4 са критични и косвено управляеми, а „Социални мрежи” (Social Networks, $z=15$) – 15 – критични и пряко управляеми.

Обектът „Смарт среда” (Smart Environment, $z=5$) – 6 в модела е определен като буферен.

Предвид експертния характер на полученото разпределение на обектите в модела за оценка на въздействието на мултимедийното съдържание в социалните мрежи, ще отбележим, че средата I-SCIP-SA позволява и задаване на стойностите за „Влияние” и „Зависимост” и като масив от данни и неговото динамично симулиране. Преходите между отделните стойности, елементи на масива могат да бъдат апроксимирани с различни функции (например: линейна, експоненциална, s -образна и т.н.) и представени дискретно (Naim & Towill, 1994).

Тъй като подобно симулиране дава доста субективна оценка за значимостта на идентифицираните кибер заплахи в социалните мрежи, използвахме само неговата базова класификация за значимостта на мултимедията, като източник на скрити кибер заплахи. Потребителско валидиране, по отношение на реално влияние на мултимедията върху човешкия фактор, бе извършено чрез серия физиологични експерименти за мониторинг на централната и периферната нервна система, вкл. и с допълнителна стимулация.

В следващия параграф тази част от изследването ще бъде по-детайлно представена.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ВАЛИДИРАНЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Реализирането на експериментално валидиране на получените моделни резултати се извърши на базата на физиологичен мониторинг на фокус групи от участници-доброволци.

Те попълват задължително информирано съгласие за участие в изследванията. Подбрани са системни потребители (в т.ч. и геймъри) в социалните мрежи, за период от над две години, по техни данни.

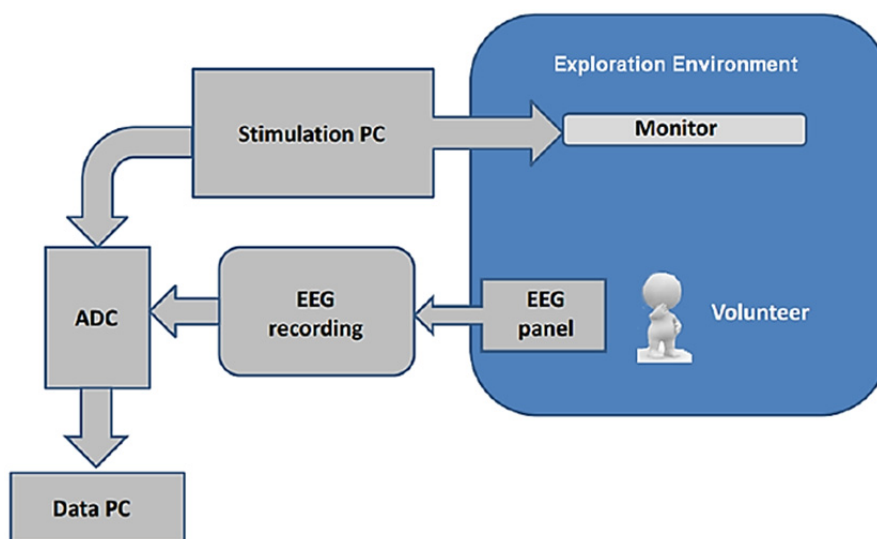
Самите експерименти се провеждаха в организирана мобилна лаборатория (изградена по проект ДМУ 03/22 (DMU_03_22 Project Web Page, 2011)) за полифизиографски мониторинг на мозъчна активност, сърдечен ритъм, кожно-гальваничната реакция, температура на тялото, динамика на стоежа и с възможност за различни типове аудио-визуална стимулация, в т.ч. и ентрейнмънт.

А) ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА ОТ ПОПУЛЯРНА ИГРА В СОЦИАЛНИТЕ МРЕЖИ ПРИ 2D/3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Все по-мащабното навлизане на 3D визуализацията в съвременния мултимедиен и геймърски свят (Trends in Video Games and Gaming, 2011), ни накара да изследваме въздействието ѝ върху потребителите и в социалните мрежи (Minchev, 2013).

Използвана беше фокус група от 25 лица - доброволци (23 мъже и 2 жени, на възраст от 36 години \pm 3) и запис на спонтанна ЕЕГ по време на забавление с играта Angry Birds в социалната мрежа Facebook.

Общата експериментална рамка (Минчев, 2012), е представена на Фиг. 4:



Фиг. 4. Обща експериментална рамка за изследване ЕЕГ динамиката при игри в социалните мрежи.

Както е показано на Фиг. 4, експерименталната рамка включва:

- (i) Монитор - Monitor (използван бе IPS LG D2343P с 3D функция, оборудван с пасивни очила);
- (ii) Симулационен компютър - Simulation PC (използвана е работна станция Intel® Core i5, 6 GB 1600 Mhz RAM с NVIDIA 2 GB DDR3 карта, свързана с LG монитора, посредством HDMI интерфейс за максимално качество на изображението);
- (iii) ЕЕГ записваща система – EEG recording (Nation 7128W – C20, Китай, която позволява безжична работа, т.е. предоставя относителна свобода на движенията на изследваните лица). Записите от изследването бяха мониторирани в реално време и съхранени в лаптоп HP8220 с Windows XP (изискван от специализирания софтуер на производителя Nation). Използвано бе 16 битово АЦП (ADC) с честота на семплиране – $f_s = 512$ Hz.

За провеждане на експериментите използвахме работна маса, удобен ергономичен офис-стол (за поставяне на подопитните лица в седяща позиция), към които беше добавено оборудването от мобилната лаборатория.

Мониторирани и записвани бяха шест отвеждания (F3, F4, C3, C4, P3, P4 по системата на Джаспер (Niedermeyer & Silva, 2005)) посредством електроди Ag/AgCl, пластична монтажна каска и специализирана електропроводима паста Ten20 Conductive. Референтните електроди A1, A2 бяха поставени стандартно – на „processi mastoidei“ на лицата, на които се извършват експериментите, а заземяващия електрод - на техните чела (вж. Фиг. 5).



Фиг. 5. Общо представяне на експеримента за изследване ЕЕГ динамиката при игра в социалните мрежи в реални условия.

Експерименталните серии бяха с времетраене от по три минутни за 2D и 3D модалностите на визуализация. По време на тези серии, доброволците играят on-line три нива на популярната Angry Birds Star Wars на Rovio® (Angry Birds Web Page, 2013) през своя Facebook потребителски профил. Всички записи бяха направени при изключен аудио сигнал в нормални работни условия и седяща позиция. Интерфейсът за управление бе ограничен до двубутонна оптична мишка Creative® със скролер.

ЕЕГ записите бяха селектирани, и само тези, без значими артефакти, бяха избрани за по-нататъшна обработка, посредством цифрова филтрация. Използван беше лентов

филтър на Бътъруърд със стръмност 12 dB/oct и нулеви измествания на фазата за следните четири честотни диапазона (Niedermeyer & Silva, 2005): тета (4-8 Hz), алфа (8-13 Hz), бета (13-30 Hz) и гама (30-70 Hz). Допълнително мрежовите пулсации бяха подтиснати с нощ филтър на Чебишев със стръмност от 18 dB/oct и честотна лента на потискане 45-55 Hz.

Поради високата стръмност на двата филтъра (12dB/oct и 18 dB/oct), те бяха приложени поетапно, чрез филтри със стръмност 3 dB/oct.

Получените ЕЕГ записи (сигнали) бяха подложени на последващ спектрален анализ за определяне на Относителния спектър на Фурие (Mina, 2009) за четири избрани честотни диапазона: тета, алафа, бета и гама, съответно при 2D и 3D зрителни визуализации (модалности). Резултатите бяха усреднени за всичките 25 участници. Всички обработки бяха извършени, посредством специализиран софтуер в средата Matlab R2011b.

На Фиг.6 са представени обобщените резултати от изследването на играта Angry Birds, при използване на 2D (а) и 3D (б) визуализации за ЕЕГ отвежданията: F3, F4, C3, C4, P3, P4.

Както се вижда от Фиг. 6, при използването на стандартна 2D визуализация, се наблюдава преобладаващо наличие, в относителния спектър, на гама диапазона, в сравнение с този при 3D.

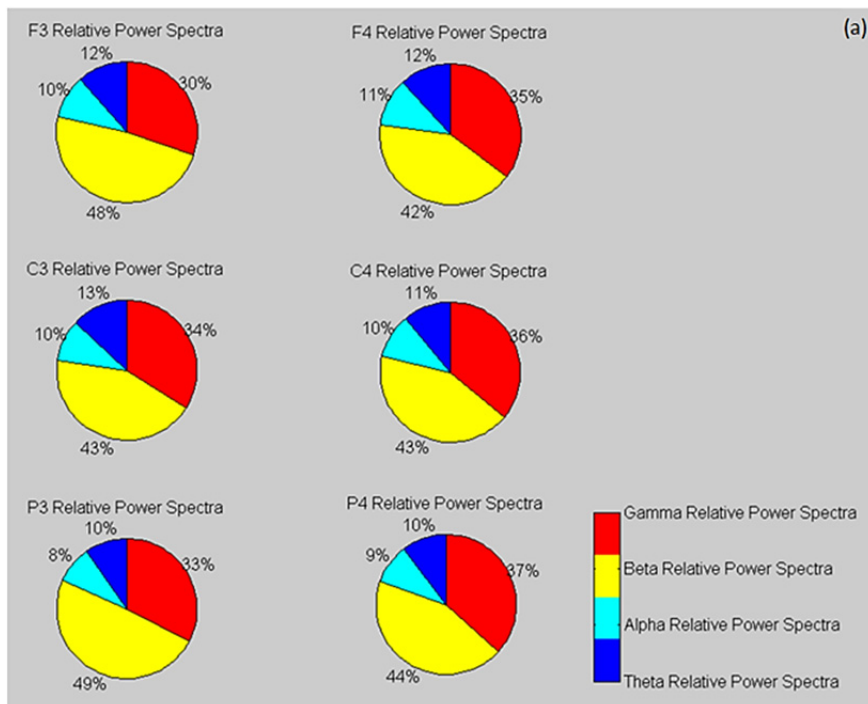
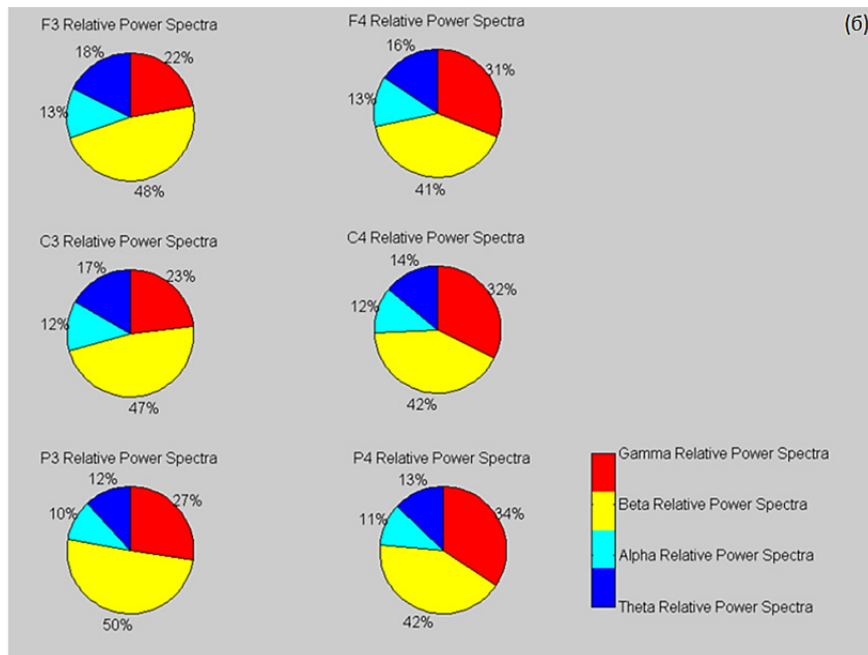
Принципно ще отбележим, че тези 8-10 % различия в гама диапазона, са ясно отличими на фона на 1-2 % в останалите, изследвани честотни диапазони на ЕЕГ спектъра.

Получените резултати за ЕЕГ спектъра, по отношение на гама диапазона, са принципно свързани с изпълнението на моторни задачи (Niedermeyer & Silva, 2005), но повишена гама активност се наблюдава и при употребата на някои видове наркотични вещества (Gunkelman, 2009). Предишни експерименти върху други популярни игри от социалните мрежи (Pets и FarmVille), по същата методика за 2D визуализация, не показват повишена енергия за спектъра на гама диапазона (Минчев, 2012). Те обаче не са определяни от потребителите като особено харесвани и в тях няма дейности, свързани с агресия.

Това ни позволява да изкажем хипотезата, че е установена количествена мярка, показваща причината за своеобразно пристрастяване към изследваната игра, която е изключително популярна (към момента с над десет милиона потребители – The Top 25 Facebook games Page, 2013) и е достъпна за множество и различни смарт устройства и платформи (Windows, Android, OS). Ще отбележим, че някои автори отнасят подобни твърдения към сферата на „дигиталните наркотици“ (Guta, 2013). От друга страна прилагането на 3D очила премахва този ефект, но е свързано с появата на главоболие при по-продължително носене (над 30 минути, според устните доклади на изследваните доброволци).

По отношение на източниците на кибер заплахи, за потребителите се потвърждават емпирично данните от модела за изследване влиянието на мултимедията (и в частност за някои игри като неин елемент), определящ я като скрит източник на заплахи (вж. Фиг. 3).

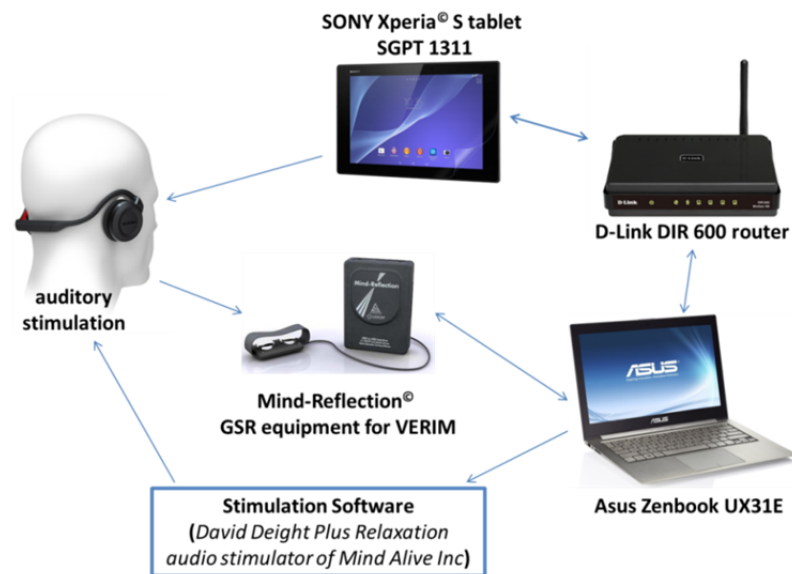
С оглед на вече експериментално установеното негативно въздействие от страна на игровата визуална стимулация върху мозъчната активност в гама диапазона при потребителите в социалните мрежи, решихме да изследваме и ефекта от прилагането на регулярни и модифицирани аудио стимули върху лица-доброволци.



Фиг. 6. Резултати от изследването на играта Angry Birds при 2D (а) и 3D (б) визуализации за ЕЕГ спектъра и отвращения: F3, F4, C3, C4, P3, P4.

Б) ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА ОТ АУДИО СТИМУЛАЦИЯ ЧРЕЗ ПОПУЛЯРНИ МЕЛОДИИ

Изследвани бяха 15 здрави лица-доброволци (средна възраст 30 години \pm 3; 10 мъже и 5 жени). Приложен бе мониторинг на кожно-гальваничната реакция (КГР) чрез стандартно двуелектродно решение на Mind-Reflection[®], позволяващо еластично закрепване в областта на проксималните фаланги на ръката. Общата идея на експерименталната рамка и обобщени резултати е представена в (Minchev et al, 2014) и е показана на Фиг.7.



Фиг. 7. Експерименталната рамка за изследване на музикални стимули чрез потребителски мониторинг на кожно-гальваничната реакция.

Както е видно от Фиг. 7 експерименталната рамка, включва:

- Специализирана апаратура за измерване, мониторинг и запис на кожно-гальваничната реакция, производство на Mind-Reflection[®] GSR, EC;
- Ултрабук Asus Zenbook[®] UX31E за връзка с апаратурата през USB и софтуер VERIM[®] Lab Light;
- Таблет SONY Xperia[®] SGPT 1311 за потребителски достъп до музикалните стимули;
- Стимуляционен софтуер, инсталиран в David Deight Plus[®] аудио-визуален биофийдбек сесиен стимулатор;
- Рутер D-Link DIR 600 за осигуряване на защитен безжичен достъп до Интернет пространството и синхронизация за начало и край на експеримента по време.

Експериментът обхващаше звукова стимулация в удобна седяща позиция с подпреди, почиващи ръце върху работната маса (вж. Фиг. 8). Подобно на (Liu et al, 2011) бяха подбрани две популярни мелодии със средна продължителност от 180 секунди. Изследваните емоционални отговори, ограничихме до „страх“ със стимул *Ghost in the Machine* от албума Dark Water на Анджело Бадаламенти и „радост“ – *Увертюрата от операта Вилхем Тел* на Джоакино Росини.



Фиг. 8. Общо представяне на експеримента за изследване на музикални стимули чрез потребителски мониторинг на КГР в реални условия.

Допълнително, с цел потвърждение класификацията с надеждна статистическа значимост, мелодиите за „страх“ и „радост“ бяха сравнени с аудио стимулите „жужене на пчели“ („страх, неприятно усещане“) и „чуруликащи пойни птички“ („радост, приятно усещане“, възпроизвеждани в цикъл с обща продължителност 180 секунди) от International Affective Digitized Sounds (Bradley & Lang, 2007) на Центъра за изследване на емоциите и вниманието, САЩ. Данните ни бяха предоставени, официално, за нашата научно-изследователска работа, от страна на колегите от САЩ. Получените резултати ни дадоха над 95 % съвпадение на двете класификации за изследваните лица-доброволци.

Използваните мелодии бяха възпроизвеждани в стимулационна серия от две сесии (оригинална и манипулирана), последователно с 60 секунди пауза с тишина между всяко от възпроизвежданията.

С цел постигане на реализъм в експеримента използвахме мултимедиен уеб достъп чрез вграденото приложение на YouTube от таблета и комплект стерео Hi-Fi слушалки.

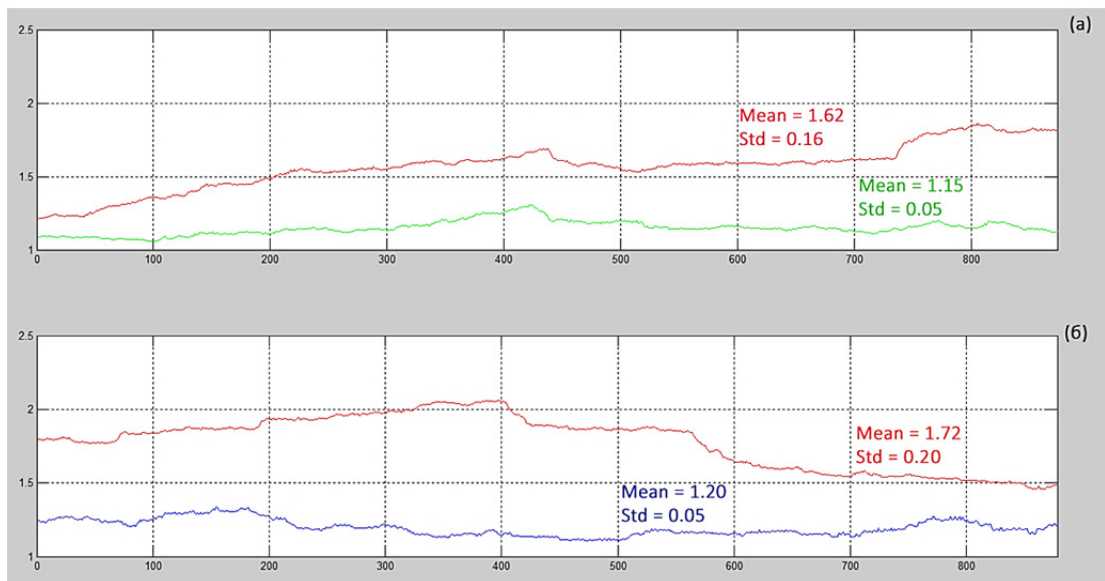
Манипулацията за всяка от мелодиите бе осъществена чрез Brain Booster бинаурална стимулация (David Delight Plus Manual, 2014), както следва: за лявото ухо - 14-10 Hz, и за дясното 19-10 Hz, насложен върху хармоничен носещ аудио сигнал чрез David Deight Plus® Relaxation аудио-визуален стимулатор на Mind Alive Inc., Канада, свързан с таблета. Използвана бе само 1/4 от изходната мощност на аудиоканала, с цел частично маскиране на стимулацията с оригиналната мелодия.

Стартирането на стимулатора и възпроизвеждането на мелодиите бе задача на потребителя, а синхронизацията по време извършвахме на база на данните от рутера D-Link DIR 600 за достъп до социалната мрежа YouTube.

Получените записи (сигнали) на КГР бяха подложени на последващ фрактален анализ за определяне на динамиката на фракталната размерност F_D по метода на Хигучи за биосигнали, използван в други подобни изследвания за ЕЕГ сигнали (Georgiev, Minchev et al, 2009).

Резултатите бяха усреднени за всичките 15 участника. Всички обработки бяха направени посредством специализиран софтуер в средата Matlab R2011b.

На Фиг. 9 са представени усреднените резултати от изследването.



Фиг. 9. Усреднени резултати за динамиката на фракталната размерност F_D по Хигучи на сигнали от КГР за „радост“ (а) и „страх“ (б) в оригинален (зелено и синьо) и стимулиран вариант (червено).

Както се вижда от Фиг. 9, при използването на допълнителна Brain Booster аудио стимулация (отбелязана в червено, (а), (б)) се наблюдава ясна разлика и при двете мелодии („радост“ – (а), зелено; „страх“ – (б), синьо) за целия експеримент с предложената мярка – динамична фрактална размерност F_D , измерена по метода на Хигучи (Georgiev, Minchev et al, 2009).

Като цяло ще отбележим, че относителните разлики в динамиката на фракталната размерност за КГР в оригиналния и стимулирания вариант на мелодиите за „радост“ и „страх“, по отношение на техните средни, са доста малки - 5 - 8 %.

Принципно използването на КГР, като биометричен показател, зависи от условията на експеримента и моментното състояние на изследваните лица-доброволци. Класическият метод за неговото прилагане при изследването на емоции, чрез поредица от въпроси и отговори и сравнение на тонична с хабитуционна кожна проводимост (Braithwaite et al, 2013) е практически трудно приложим за представената експериментална рамка и задача за идентификация на манипулации в изследваното мултимедийно съдържание.

Предложеният модифициран метод и анализ на КГР е полезен тъй като демонстрира устойчива разлика за целия период на експерименталните сесии.

Ще отбележим, че подобни нелинейни изследвания се срещат в литературата за биометрични мултисензорни системи в различни ситуации (Prati & Batista, 2012, Kaveh-Yazdy et al, 2012), вкл. и за музикални стимули (Makeig et al, 2011).

Получените резултати дават основание да приемем, че използването на динамична фрактална размерност в КГР сигнали също е полезен показател за количествена оценка на въздействието на мултимедията върху потребителите в социалните мрежи.

Предвид факта, че мултимедийното съдържание въздейства на съвременните потребители в значително по-дълги периоди и различни ситуации, в следващия параграф ще бъдат показани някои пилотни резултати и насоки за развитие на предложената идея.

В) ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА ОТ ПРИЛАГАНЕТО НА АУДИОВИЗУАЛЕН ЕНТРЕЙНМЪНТ В РАЗЛИЧНИ СИТУАЦИИ

Изследвани бяха 7 здрави лица-доброволци (средна възраст 37 години \pm 8; 4 мъже и 3 жени). Приложен бе аудиовизуален ентрейнмънт (Siever, 2014, Huang & Charyton, 2008) чрез специализирана апаратура и софтуер – David Delight Plus[®] аудио-визуален биофийдбек сесиен стимулатор. Мониторирани и записвани бяха динамиката на ЕЕГ (чрез Nation 7128W – C20) и екскурзиите на Общия център на налягането – ОЦН (чрез нископрофилна педобарографска платформа Tekscan Evolution[®], използваща резистивна технология, в сътрудничество с ТК 02/60 (TK_02_60 Project Web Page, 2010)) в изправено положение на лицата доброволци.

Изследването на екскурзиите на ОЦН поставя въпроса за необходимостта от разглеждане на проблема динамично в различни условия. Темата е предмет на проучване от водещи технологични компании, с акцент - нискобюджетен мониторинг на спортни поведенчески дейности (CES Fitness Tech Trends, 2014), както и въвеждане на мултимедийна интерактивност с добавена и виртуална реалност от типа Google Glasses и Oculus VR.

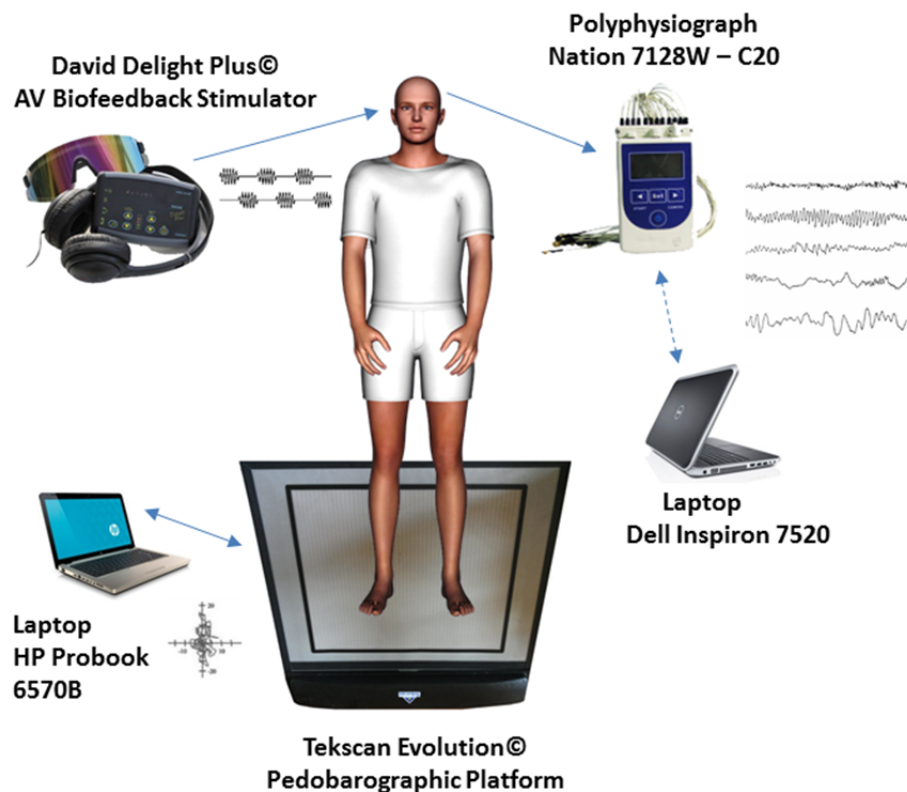
В рамките на сътрудничество с ДФНИ Т01/4 (DFNI_T01_4 Project Web Page, 2012), бе разработен и изпробван прототип на лента за мултимодален биомониторинг (вж. Фиг. 10) и профилиране на обитателите на смарт средата (Georgiev & Minchev, 2013, Ioannidis, Stamatogiannakis & Petsas, 2013).



Фиг.10. Използване на лента за потребителски мултимодален биомониторинг в смарт средата на обитание.

Прилагането на преносими експериментални решения изисква създаването на предварителна лабораторна методологична рамка и база данни за сравнение на получените резултати, което е посочено в последващата ни работа от настоящата точка, с използване на фабрични технологични решения.

Общата идея на експерименталната рамка за изследване на влиянието на мултимедийния (аудио-визуален) ентрейнмънт (стимулация) чрез динамиката на ЕЕГ и ОЦН е показана на Фиг.11 (Минчев и Гатев, 2014).



Фиг. 11. Експериментална рамка за изследване на ефекта от прилагането на аудиовизуален ентрейнмънт с измерване динамиката на ОЦН и ЕЕГ.

Както е видно от Фиг. 11, експерименталната рамка, включва:

- Полифизиограф Nation[®] 7128W – C20, Китай, който позволява безжична работа, т.е. предоставя относителна свобода на движенията на изследваните лица). Записите от изследването бяха мониторирани в реално време и съхранени в лаптоп Dell Inspiron 7520 с Windows XP (изискван от специализирания софтуер на производителя Nation). Използвано бе 16 битово АЦП с честота на семплиране – $f_s = 512 \text{ Hz}$ за ЕЕГ сигналите от шест отвеждания по системата на Джаспер 10/20 (Niedermeyer & Silva, 2005).
- Педобарографска нископрофилна резистивна платформа Tekscan[®] Evolution, позволяваща мониторинг, анализ и запис на екскурзиите на Общия център на налягането и наляганията на ходилата, посредством специализиран софтуер на Tekscan и лаптоп HP Probook 6570B с Windows 7, свързан през USB порта към платформата.

- David Delight Plus[®] аудио-визуален биофийдбек сесиен стимулатор в комплект със стимулационни LED очила, Hi-Fi слушалки и специализиран софтуер за възпроизвеждане и програмиране на стимулационни сесии за ентрейнмънт.

Експериментът обхващаше измерване, в изправен стоеж (спокоен и сетивно затруднен, чрез затваряне на очите, вж. Фиг. 12), на динамиката на ЕЕГ (от отвеждания: Fp1, Fp2, C3, C4, O1, O2 и по методиката, предложена в 2.A) и екскурзиите в ОЦН, което се извърши на три етапа: преди и след (10 и 30 минути) аудиовизуален Brain Booster ентрейнмънт, с продължителност от 20 минути (David Delight Plus, Operator's Manual, 2014).

Продължителността и на шестте измервания за ЕЕГ и ОЦН е по 60 секунди (като екскурзиите на ОЦН се измерват в 2 x 30 секунди) за всяко, а сесиите се редуват последователно за отворени и затворени очи, с цел опростяване на експеримента.



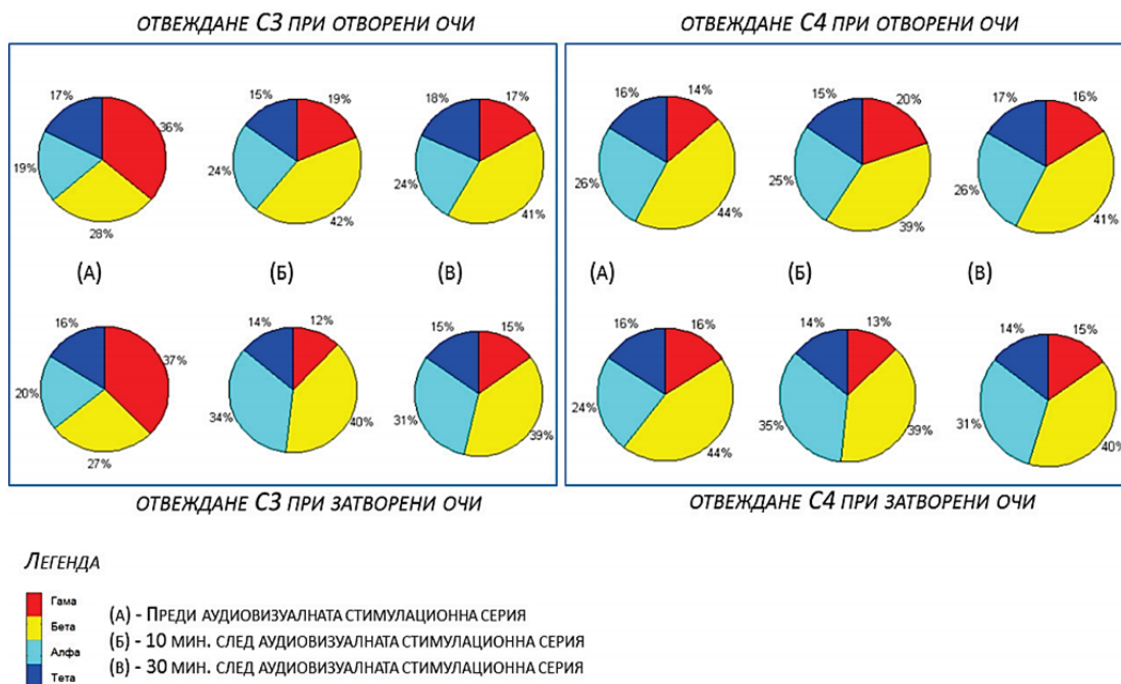
Фиг.12. Общо представяне на експеримента от сесия по прилагане на аудиовизуален ентрейнмънт (ляво) и измерване динамиката на ЕЕГ и екскурзиите на ОЦН в реални условия (дясно).

Предвид дължината на ентрейнмънт сесията (20 минути), тя се осъществява отделно в удобно седнало положение.

Получените записи (сигнали) на ЕЕГ бяха филтрирани, анализирани и оценени, подобно на 2.A с относителен спектър на мощността по Фурие за четири честотни диапазона: тета, алфа, бета и гама. Антериорно/постериорните промени в екскурзиите на ОЦН бяха подложени на анализ по метода на Хигучи за динамична, приближена оценка на фракталната размерност F_D (подобно на 2.B и Doyle et al, 2004) и изследвани с време-честотна S-трансформация (Stockwell, 1996), използвана успешно за ЕЕГ сигнали (Minchev & Gatev, 2012).

Резултатите бяха усреднени за всичките 7 участника. Всички обработки бяха направени, посредством специализиран софтуер в средата Matlab R2011b.

На Фиг. 13 са представени усреднените резултати от изследването, преди, 10 и 30 минути след прилагането на 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт сесията за ЕЕГ динамиката в C3 и C4 отвеждания.



Фиг.13. Промени в динамиката на ЕЕГ за отвеждания С3 и С4, преди (А), 10 мин. (Б) и 30 мин. (В) след 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.

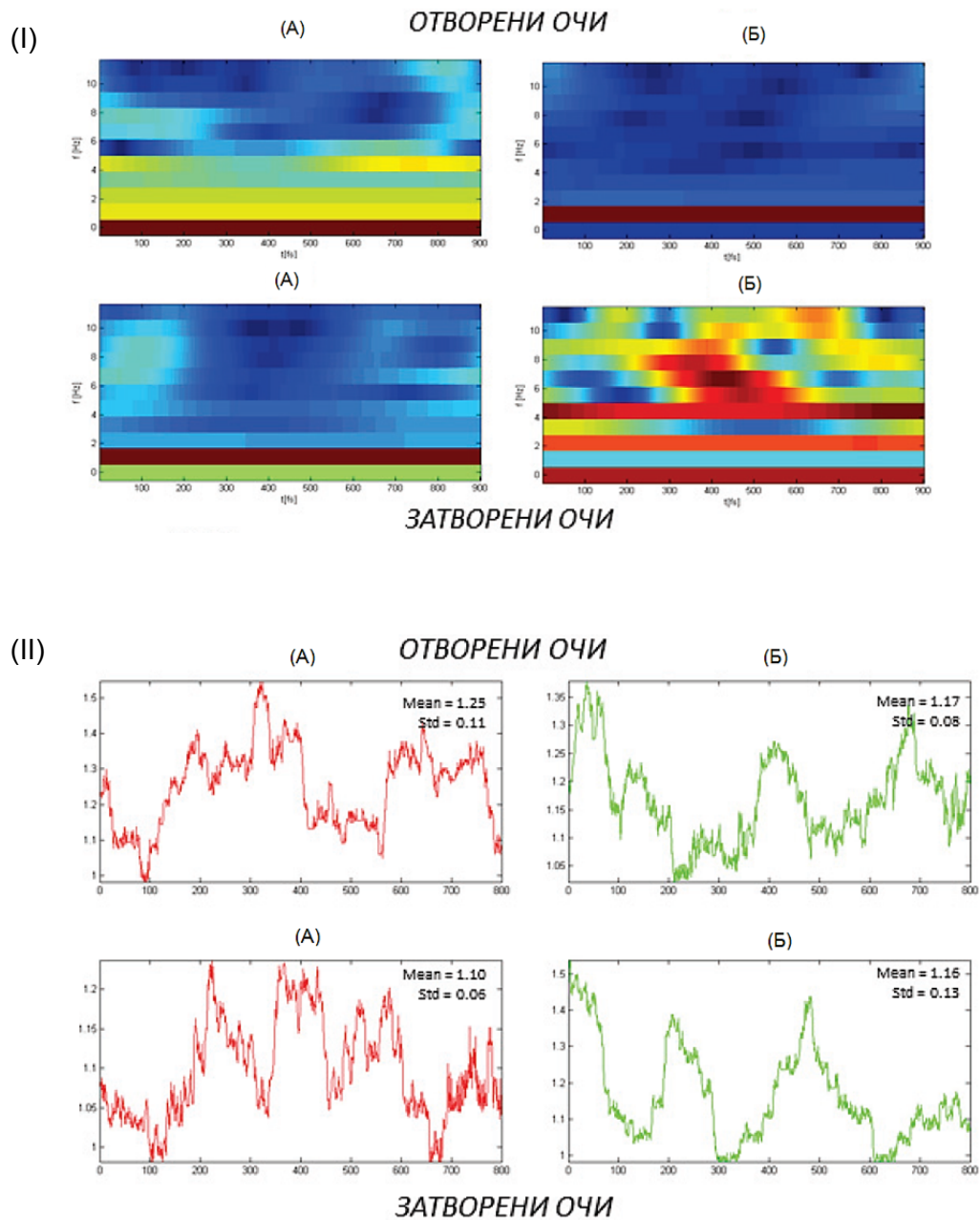
На Фиг. 14 са представени S-трансформация и F_D по Хигучи за промените в anteriorno-постериорната динамика на екскурзиите на ОЦН, преди и 10 мин. след 20 минутен Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.

Както е видно от Фиг. 13, в избраните за представяне моменти (преди, 10 и 30 минути след Brain Booster ентрейнмънта) и отвеждания, за ЕЕГ динамиката се наблюдава устойчиво увеличение на енергията на спектъра в бета диапазона (отбелязан в жълто) от ляво – С3 с 10-12 % при отворени очи; алфа диапазона (отбелязан в светло синьо) от дясно – С4 се увеличава с 10-15 % при затворени очи след ентрейнмънт сесията.

Избраните отвеждания отчитат както аудио, така и визуалните стимулационни влияния (Niedermeyer & Silva, 2005). Ще отбележим, че използваната Brain Booster стимулация бе избрана на основата на Serman-Kaiser Imaging Lab (SKIL 3) ЕЕГ количествена база данни за невротренинг (SKIL 3, 2014) и като цяло се стреми към стимулирано повишаване вниманието на участниците по време на експеримента.

Антериорно-постериорните промени в динамиката на екскурзиите на ОЦН показват ясно намаляване на фракталната размерност F_D при отворени очи, 10 мин. след ентрейнмънт сесията (с около 7-8%). Това става видимо и от спектъра на S-трансформацията. Обратната тенденция се наблюдава при измервания със затворени очи, преди и след сесията.

Получените резултати за ЕЕГ спектъра показват ясно изразено стимулационно въздействие на аудиовизуалния ентрейнмънт. От друга страна, промяната в динамиката на стоежа, представена чрез екскурзиите в ОЦН след стимулацията, представлява оригинален резултат, който предоставя инструмент за идентифициране на динамични промени в позата, които не са явно откриваеми при мониторинг на обхвата на екскурзиите на ОЦН.



Фиг.14. S-трансформация (панел I) и F_D по Хигучи (панел II) за промените в антериорно-постериорната динамиката на екскурзиите на ОЦН, преди (A) и 10 мин. (Б) след 20 минути Brain Booster ентрейнмънт при отворени и затворени очи.

ДИСКУСИЯ

Като обобщение на постигнатите резултати за валидиране на анкетно идентифицираните кибер заплахи, в съчетание с моделното изследване на проблема ще отбележим, че идентифицираните явни и скрити кибер заплахи в Web 3.0 технологичното пространство, корелират с промените в динамиката на емоциите и поведението на изследваните фокус групи потребители при използване на социалните мрежи и смарт устройства в сценарии за: регулярно сърфиране, забавления и социален инженеринг.

В подкрепа на получените резултати, ще отбележим, че в резултат на технологичния прогрес на смарт устройствата в посока „интернет на нещата“ (“Internet of Things”) се увеличава продължителността на въздействие от страна на мултимедията в социалните мрежи за множество и различни услуги и ситуации от ежедневието. Предвид иновативния си характер, това потвърждава наличието на неявно, скрито негативно въздействие върху емоциите и поведението на потребителите и необходимостта от създаването на нови методи за повишаване на сигурността в съвременното дигитално общество.

ЛИТЕРАТУРА

Боянов, Л., З. Минчев, К. Боянов. "Някои киберзаплахи в дигиталното общество", *Автоматика и информатика* (2012): 43-48.

Боянов, Л. "Съвременното дигитално общество." *ЛИК* (2014).

Минчев, З. Кибер заплахи в социалните мрежи и динамика на потребителските реакции, *IT4Sec Reports*, София: Институт по информационни и комуникационни технологии, БАН, 2012, http://it4sec.org/bg/system/files/it4sec_reports_105_0.pdf

Минчев, З. Сигурност в дигиталното общество. Технологични перспективи и предизвикателства. *Юбилейна международна научна конференция "Десет години образование по сигурност в НБУ: състояние и перспективи пред обучението в условия на динамична и труднопредвидима среда"*. София: „Планета-3“, 2013, стр. 438-444.

Минчев, З., П. Гатев. "Влияние на аудиовизуалната стимулация върху поддържането на равновесието при спокоен и сетивно-затруднен изправен стоеж." *Българска неврология* 15, no. 1 (2014): 135.

A Digital Agenda for Europe. Brussels: EC, 2010, [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245R(01)&from=EN).

Angry Birds Web Page., 2014, <http://www.rovio.com/en/our-work/games/view/1/angrybirds>.

Balzarotti, D., E. Markatos, and Z. Minchev. "A Roadmap in the area of Systems Security." In *The Red Book*. SysSec Consortium, 2013, <http://www.red-book.eu/>.

Balzarotti, D. *Final Report on Threats on the Future Internet: A Research Outlook*. SysSec Consortium, 2014, <http://www.syssec-project.eu/m/page-media/3/syssec-d4.4.pdf>

- Bavelier, D., C. S. Green, D. H. Han, P. F. Renshaw, M. M. Merzenich, and D. A. Gentile. "Brains on Video Games." *Nature Reviews - Neuroscience* 12 (2011): 763-768.
- Bradley, M., and P. Lang. *The International Affective Digitized Sounds: Affective Ratings of Sounds and Instruction Manual* In IADS-2. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.
- Braithwaite, J., D. Watson, R. Jones, and M. A. Rowe. *Guide for Analysing Electrodermal Activity & Skin Conductance Responses for Psychological Experiments* In *Technical Report*. Birmingham, UK: Selective Attention & Awareness Laboratory Behavioural Brain Sciences Centre, University of Birmingham, 2013.
- CES Fitness Tech Trends. Moor Insights & Strategy, 2014, <http://www.moorinsightsstrategy.com/wp-content/uploads/2014/01/CES-2014-Wearable-Sports-Fitness-Tech-Trends-FINAL.pdf>.
- David Delight Plus In Operator's Manual. Canada: Mind Alive Inc., 2014, http://www.mindalive.com/manuals/delight_plus_manual.pdf.
- DFNI_T01_4 Project Web Page., 2012, www.smarthomesbg.com.
- DMU_03_22 Project Web Page., 2011, www.snfactor.com.
- Doyle, T., E. Dugan, B. Humphries, and R. U. Newton. "Discriminating between elderly and young using a fractal dimension analysis of centre of pressure." *Int J Med Sci* 1, no. 1 (2004): 11-20.
- Georgiev, S., Z. Minchev, Ch. Christova, and D. Philipova. "EEG Fractal Dimension Measurement before and after Human Auditory Stimulation." *BIO AUTOMATION* (2009): 70-81.
- Georgiev, S., and Z. Minchev. *An Evolutionary Prototyping for Smart Home Inhabitants Wearable Biomonitoring* In *Conjoint Scientific Seminar 'Modelling & Control of Information Processes'*. Vol. 12. Sofia: Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences, 2013, pp. 21-30.
- Guma, G. "Messing with Our Minds: Psychiatric Drugs, Cyberspace and "Digital Indoctrination".
Global Research (2013), <http://www.globalresearch.ca/messing-with-our-minds-psychiatric-drugs-cyberspace-and-digital-indoctrination/5357710>.
- Gunkelman, J. *Drug exposure and EEG/qEEG findings*. Quantitative Electroencephalography (qEEG): Information & Discussion, 2009, <http://qeegsupport.com/drug-exposure-and-eeqqeg-findings/>.
- Huang, T., and Ch. A. Charyton. "Comprehensive Review of the Psychological Effects of Brainwave Entrainment." *Alternative Therapies* 14, no. 5 (2008): 38-49.
- Ioannidis, S., M. Stamatogiannakis, and Th. Petsas. *Deliverable D7.3: Advanced Report on Cyberattacks on Lightweight Devices*. SysSec, 2013, <http://www.syssec-project.eu/m/page-media/3/syssec-d7.3-CyberattacksLightweightDevices.pdf>.
- Kaveh-Yazdy, F., M. Zare-Mirakabad, and F. Xia. *A novel neighbor selection approach for KNN: a physiological status prediction case study* In *1st International Workshop on Context Discovery and Data Mining (ContextDD '12)*. New York, NY, USA: ACM, 2012.
- Liu, Y., O. Sourina, and M. K. Nguyen. *Real-time EEG-based Emotion Recognition and its Applications* In *Transactions on Computational Science XII, Lecture Notes in Computer Science.*, 2011, pp. 256-277

- Mina, M. *Real Time Emotion Detection Using EEG*. The American University in Cairo, 2009, <http://www.cse.aucegypt.edu/~rafea/CSCE590/Spring09/Mina/Mina.pdf>
- Minchev, Z. and M. Petkova. *Information Processes and Threats in Social Networks: A Case Study*. In *Proceedings of Conjoint Scientific Seminar Modelling and Control of Information Processes*. Sofia, Bulgaria, College of Telecommunications & Post, 2010, pp. 85-93.
- Minchev, Z., and P. Gatev. "Psychophysiological Evaluation of Emotions due to the Communication in Social Networks." *Scripta Scientifica Medica* 44 (2012): 125-128
- Minchev, Z. *Integrated Border Security Aspects: Bulgarian Academic Experience and Development Perspectives In International Conference "The Eastern Partnership: Assessment of Past Achievements and Future Trends"*. Bucharest, Romania: Military Publishing House, 2012, pp. 346-355.
- Minchev, Z. "2D vs 3D Visualization & Social Networks Entertainment Games. A Human Factor Response Case Study", In *Proceedings of 12th International Conference, ICEC 2013, São Paulo, Brazil, October 16-18, 2013* (Editors: Junia C. Anacleto, Esteban W. G. Clua, Flavio S. Correa da Silva, Sidney Fels, Hyun S. Yang), *Lecture Notes in Computer Science* 8215: 107-113.
- Minchev, Z., and S. Feimova. *Modern Social Networks Emerging Cyber Threats Identification: A Practical Methodological Framework with Examples In 6th AFCEA Sixth Young Scientists Conference 'Future of ICT', at NATO C4ISR Industry Conference*. Bucharest, Romania, 2014, pp. 72-74.
- Minchev, Z., and L. Boyanov. *Smart Homes Cyberthreats Identification Based on Interactive Training In 3rd International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education (ICAICTSEE)*, Sofia, Bulgaria, 2013, pp. 72-82.
- Minchev, Z., and E. Kelevedjiev. *Multicriteria Assessment Scale of Future Cyber threats Identification In International Conference "Mathematics Days in Sofia"*, July 7-10, 2014, pp. 93-94.
- Minchev, Z., V. Dimitrov, M. Tulechka, and L. Boyanov. *Multimedia as an Emerging Cyberthreat in Modern Social Networks In International Conference "Automatics & Informatics"*, Sofia, October 1-3, 2014, pp. 1-179 - 1-182.
- Naim, M., and D. Towill. *System Dynamics and Learning Curves In International System Dynamics Conference.*, 1994, pp. 164-173.
- Niedermeyer, E., and F.L. da Silva. *Electroencephalography*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- Prati, R., and G. Batista. "A complexity-invariant measure based on fractal dimension for time series classification." *IJNCR* 3, no. 3 (2012): 59-73.
- Makeig, S., G. Leslie, T. Mullen, D. Sarma, N. Bigdely-Shamlo, and Ch. Kothe. *First Demonstration of a Musical Emotion BCI.*, S. D'Mello et al. (Eds.), *ACII 2011, Part II, LNCS 6975*, 2011, pp. 487-496.
- Siever, D. *Research Articles*. Mind Alive Inc., Canada, 2014, <http://www.mindalive.com/PDFArticles.htm>.

-
- Singel, R. *Report: Teens Using Digital Drugs to Get High.*, 2010, <http://www.wired.com/threatlevel/2010/07/digital-drugs/>.
- SKIL 3. Stermann-Kaiser Imaging Lab Data Base 3, 2014, <http://www.skiltopo.com/Analysis/index.php>.
- Stockwell, R. G., L. Mansinha, and R. P. Lowe. "Localization of the complex spectrum: The S Transform." *IEEE Trans. Signal Processing* 44, no. 4 (1996): 998-1001.
- The Top 25 Facebook games Page.*, 2013, <http://www.insidesocialgames.com/2013/02/01/the-top-25-facebook-games-of-february-2013/>.
- TK_02_60 Project Web Page.*, 2010, www.cleverstance.com.
- Top 15 Most Popular Social Networking Sites.*, 2014, <http://www.ebizmba.com/articles/social-networking-websites>.
- Trends in Video Games and Gaming In ITU-T Technology Watch Report.*, 2011, http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/10647/mod_resource/content/1/T23010000140002PDFE.pdf.
- Vester, F. *The Art of Interconnected Thinking In Report to the Club of Rome.*, 2002.