

*International Conference
FROM DELC TO VELSPACE
Plovdiv, 26–28 March 2014*

Plenary talk

DeLC – МИНАЛО, НАСТОЯЩЕ, БЪДЕЩЕ

Станимир Стоянов, Иван Попчев

***Резюме.** В публикацията са обобщени основните резултати от десетгодишната реализация на проекта Distributed eLearning Center (DeLC). Мотивира се трансформирането на DeLC във виртуално образователно пространство. Накратко са представени основните етапи за изграждане на пространството.*

Ключови думи: DeLC, Virtual Education Space, eLearning, MyDeLC, Education Portal, Agent Village.

Mathematics Subject Classification 2010: 68-06, 68T05.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на Интернет, за подпомагане образователния процес, се превърна в трайна тенденция в съвременните висши учебни заведения. Електронното обучение става съществен елемент в образователните стратегии на университетите. В световен мащаб експлозивно нараства търсенето на ефективно работещи платформи за електронно обучение. През последните години се обособиха се два типа системи. Първият, така наречени Learning Management Systems (LMSs): доставят online курсове или online обучение, като следят напредъка на обучаемите във всички видове учебна дейност. Не се използват за създаване на съдържание. Вторият тип системи, наречени Learning Content Management Systems (LCMSs), които доставят кореспондираща софтуерна технология, осигуряваща многопотребителска среда, където разработчици, автори, различни видове експерти могат да създават, съхраняват, многократно използват, управляват и доставят електронно учебно съдържание в централизирани дигитални хранилища. Тези системи се фокусират върху създаване, управление и публикуване на съдържание, обикновено чрез LMS.

Съществуващите среди и платформи за електронно обучение могат да бъдат обобщени в три големи групи:

- Системи с отворен код – едни от най-популярните са Moodle [51], ILIAS [52], Sakai [53], aTutor [54], Canvas [55], LAMS [56], WeBWorK [57], Claroline [58], OLAT [59], eFront [60];
- Професионални системи – примери за такива системи са Blackboard Learning System [61], Desire2Learn [62], Saba Software [63], eCollege [64];
- Софтуер като услуга и облачни системи (SAAS/CLOUD) – например, DigitalChalk [65], DoceboLMS [66], Expertus [67].

В българските университети основно се използва системата с отворен код Moodle [68, 69, 70, 71]. В много университети се реализираха собствени проекти, но с течение на времето само малка част от останата за използване в реалния учебен процес [72, 73, 74].

Преди десет години, в отговор на потребности за подпомагане на обучението посредством използване на съвременни информационни и комуникационни технологии, във ФМИ на Пловдивския университет стартира проектът Distributed eLearning Center (DeLC). Идеята за изграждане на DeLC е представена на 1st International Workshop “New Education Technologies”, 16–17 май, София (първата публикация за DeLC [1]). Целта на проекта беше изграждане на инфраструктура за контекстно-зависима, адаптивна и персонализирана доставка на електронни образователни услуги и електронно учебно съдържание, разположени върху физически разделени сървъри [2].

В публикацията се прави преглед на десетгодишната история на проекта, като се обобщават основните резултатите и се представят идеи за неговото бъдещо разширение.

2. ОБОБЩЕНИЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОЕКТА DELC

Цялостната концепция, теоретичният модел и референтните архитектури на DeLC са представени в [3]. Концептуално DeLC е динамична мрежова инфраструктура (Фигура 1), състояща се от възли, върху тях могат да бъдат разполагани електронни образователни услуги и хранилища за електронно съдържание, и релации, които специфицират определени зависимости между възлите. Прямо предназначението си възлите могат да бъдат от различен тип:

- *образователни възли* – предоставящи електронни образователни услуги и електронно учебно съдържание посредством подходящ потребителски интерфейс;
- *помощни възли* – прозрачни за потребителя възли, задачата на които е да подпомагат функционирането на образователните възли;
- *специализирани възли* – предоставят специфични услуги за потребители със специален статус.

Прямо достъпа до предлаганите информационни ресурси в модела на DeLC различаваме два вида образователни възли:

- *възли с фиксиран достъп* – предназначени за доставка на услуги и учебно съдържание предимно през фиксирани комуникационни мрежи, без специална поддръжка на мобилен достъп. Потребителският интерфейс на тези възли се разработва под формата на образователен сайт или портал;
- *възли с мобилен достъп* – предназначени за мобилна доставка на услуги и съдържание през InfoStation-базирани комуникационни мрежи посредством посредничеството на специализиран софтуер (мидълуер).

Възлите могат да оперират самостоятелно или динамично да се свързват помежду си, образувайки комплексни виртуални структури, наречени **образователни кълъстери**.

Основният образователен кълъстер на инфраструктурата е MyDeLC [4], които се използват за организация и провеждане на електронно обучение във ФМИ. Ядрото на кълъстера е възелът DeLC Portal, предоставящ фиксиран достъп до услугите и електронно учебно съдържание. Доставката на електронни услуги и учебно съдържание се осигурява от три стандартизирани софтуерни модула - SCORM 2004 Engine, eTest Engine и Event Engine. Вторият възел на кълъстера е помощен - реализира интерфейс между образователния портал и информационната система на университета. В кълъстера са включени също два специализирани възела:

- *e-Learning in Software Engineering (eLSE)* [5] – предоставя средства, предназначени за подпомагане на обучението по дисциплината „Софтуерни технологии“;
- *Agent Village (AV)* [6] – доставя специализирана помощ на услугите, предоставяни от образователния портал на DeLC, под формата на „асистенти“. Асистентите са реализирани като интелигентни агенти. Разширяване на инфраструктурата на Центъра с този възел цели усилване нейната проактивност, т.е. действие от „от името на потребителя“, „поемане на самоинициатива“ и „самоактивиране“, когато асистентите „преценят“, че е необходима тяхната намеса. Агентите не са интегрирани директно в портална архитектура, а „населяват“ агентно-ориентирания възел AV.

Вторият кълъстер, наречен InfoStation кълъстер, предоставя трислойна архитектура, осигуряваща мобилен достъп до услуги и информационни ресурси посредством интелигентни безжични точки на достъп (наричани Information Stations), разположени около сградата на университета. Като комуникационна мрежа за този кълъстер се използва InfoStation архитектура, състояща се от три нива – InfoStation Center, InfoStations и мобилни устройства. Върху InfoStation Center са разположени образователни услуги и необходимите за тяхната обработка информационни ресурси. Различен брой InfoStation се използват като посредници между InfoStation Center и мобилните устройства на потребителите. В концепцията на DeLC ролята на InfoStations е разширена, като върху тях се разполагат също образователни услуги, които се

изпълняват и управляват локално (за разлика от тях, разположените върху InfoStation Center стават глобални). Софтуерното осигуряване на мобилния клъстер се разработва като контекстно-зависим и адаптивен агентно-ориентиран мидълуер, който е в състояние да открива промените в средата и в зависимост от тях да се адаптира за ефективно изпълнение на заявките на потребителите. За подпомагане на тестването на мидълуера е разработена симулационна среда, където неговото поведение може да се анализира в рамките на отделни експерименти [23].

Разширената концепция за използване на InfoStation мрежата поражда нови проблеми, свързани с идентификация и локализиране на събитията, предизвикващи промени в средата. Така напр., случващите се локални събития върху (вече) активните и интелигентни отделни InfoStations влияят върху средата, в която се изпълняват и управляват потребителските заявки. В тази ситуация особено съществени стават идентификацията на събитията и синхронизацията на необходимите адаптивни активности във времето, т.е. отчитане и управление на темпоралните аспекти на случващото се в мобилния клъстер. Контекстно-ориентирано управление на електронните услуги, доставяни чрез този клъстер, е представено в [7]. За оптимално разполагане на информационни ресурси върху образователни възли на InfoStation клъстера е разработен модел, използващ еволюционна стратегия [20].

Използвайки инфраструктурата на DeLC са изградени две външни приложения:

- *DeLC Test Center (DeTC)* [8] – клъстер с отворена инфраструктура, която предлага услуги за електронно тестване, локализиране върху различни възли, с възможност за частична и автоматично контролирана интеграция, в рамките на предварително дефинирани виртуални структури. DeTC може да се разглежда като един нов подход за мрежово базирано електронно тестване, където взаимодействат физически разпределени интерактивни и кооперативни единици, помощни средства, обучаеми, обучаващи и администратори;
- *Education Portal for Secondary School* [9] – образователен портал за използване в средното училище.

В [10] InfoStation клъстерът е използван като реален пример за демонстриране възможностите на средата за моделиране на контекстно-зависими приложения Calculus of Context-aware Ambients (CCA). Представената в [11] система е еволюционна стъпка на проекта DeLC, фокусираща се върху детайлизиране и имплементиране на мобилните образователни услуги.

В таблицата на Фигура 1 са обобщени основните резултати на проекта. За успешното реализиране на проекта основно роля имат докторантите и младите учени, като в десетгодишния период бяха защитени 9 доктората (3 в чужди университети), в процес на завършване са 4 и в процес на разработване са 5, засягащи различни аспекти на DeLC.

Резултатите от научните изследвания по проекта са обобщени в повече от 130 публикации, като:

- 7 са глави от книги, издадени в издателства като Springer [12, 13], In-Tech [14, 15], M-Library [16, 17];
- повече от 20 публикации са в различни списания, например, Journal of Computers [18], Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci [19, 20, 21, 22], International Journal of Computer Information Systems [23], Cybernetics and Information Technologies [24, 25, 26, 27];
- повече от 100 публикации в материалите на международни конференции, например, AACE E-Learn [28], WebTech [29], COGNITIVE [30], IEEE Int. Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning [31], IEEE DEST [32], IEEE Int. Conference on Intelligent Systems [33], WORLDCOMP [34], COMPSAC [35];
- реферирани в БД на IEEE са 28 публикации, а реферираните публикации в БД на ACM са 23.

№	Дейност	Брой
1.	Публикации	130+
2.	Докторати	9+(4)+5
3.	Конференции	35+
4.	Проекти	11
5.	Партньори	5
6.	Цитирания	300+

Фигура 1. Обобщение на резултатите

В рамките на проекта установихме дългосрочни партньорски отношения със следните изследователски центрове:

- STRL De Montfort University UK, Applied Science University, Bahrain (Prof. H. Zedan);
- Telecommunications Research Centre, University of Limerick (Prof. M. O'Droma, д-р Иван Ганчев);
- Institute of Informatics, Humboldt University, Germany (Prof. K. Bothe, Prof. H.D. Burkhard)‘
- ИИКТ – БАН;
- Център по информатика и технически науки, БСУ (проф. д-р Д. Орозова).

В последните четири години образователният портал DeLC се използва за подпомагане на обучението на студенти във ФМИ.

3. ВИРТУАЛНО ОБРАЗОВАТЕЛНО ПРОСТРАНСТВО

Как ще бъде бъдещето на проекта DeLC? Ще бъде трансформиран във виртуално образователно пространство. Първите идеи за виртуалното образователно пространство (ВОП) са представени в [26]. Детайлна характеристика на пространството е дадена в [37].

Всеобхватното използване на Интернет и нейната постепенна трансформация в мрежа на предмети [38], както и глобализирането на киберпространството, са предпоставка за бързото развитие на кибер-физически социални системи, които ще предизвикат значими технологични, икономически и социални последици през следващите години. Понятието кибер-физически системи се използва за специфициране на все по-тясното интегриране и координация между изчислителни и материални ресурси, където съществува тясна интеграция между изчисление, комуникация и контрол, както и с взаимодействие със средата, в която те са разположени [39]. За много приложни области е целесъобразно отчитане присъствието на човешкото и социалното измерения в тези пространства. Достигнали ли сме точката, където социалната и човешката динамика става неразделна част от кибер-физическото пространство, така че включване на понятието „социално” е напълно оправдано. Като логическо следствие възниква понятието за проникващи интелигентни пространства (Pervasive Intelligent Spaces), където хората и обектите взаимодействат интелигентно помежду си по начин, познат като „отсякъде, по всяко време и по всякакъв начин” (anywhere-anytime-anyhow). Пространствата стават интелигентни, когато те са в състояние да наблюдават какво се случва вътре в тях, могат да моделират поведението си и да оперират въз основа на собствените си решения, както и да общуват с населяващите ги общности. Очевидно, освен жители, тези пространства изискват изграждане на подходяща информационна инфраструктура.

Интелигентните пространства имат широк спектър от приложения (текущи и потенциални), като напр. те могат да включват здравни грижи [40], контрол на трафика и безопасността [41], роботика [42], контрол на процеси, спестяване на енергия, контрол на околната среда [43], защита на критични инфраструктури [44].

Този вид пространства могат да въведат нови подходи и сценарии за решаване на комплексни проблеми и в областта на електронното обучение. Съществена тенденция в електронното обучение е то да се опира върху интегрирания характер на високо технологичния свят, в който хората живеят и учат. Основен приоритет е разработване на образователни пространства посредством интегриране на различни технологии, които ангажират учащите се и повишават интереса им към учебния процес по начини, невъзможни преди това, създават нови възможности за обучение и преподаване, родობряват и разширяват взаимодействието с локални и глобални общности [45]. Образователни пространства, както физически, така и виртуални, са планиращи среди, в които се осъществяват различни форми на интегрирано обучение. Те свързват училище, дом и образователна общност, като повишават и подпомагат гъвкаво обучение извън границите на училищните сгради и извън нормалните учебни дни. Тези пространства могат да направляват също вземането на стратегически решения в училищата, правителствените и образователните институции.

Втора съществена тенденция, която се отчита при идеята за трансформиране на DeLC във виртуално образователно пространство е възникването на семантичния уеб. Семантичният уеб е разширение на сегашния синтактичен уеб, където инфраструктурата доставя модел на машинно-разбираеми данни. Данните се съхраняват разпределено и при необходимост могат лесно да бъдат интегрирани. Идеята за семантичен уеб е представена за първи път от Тим Бърнърс-Лий и др. в [46, 47]. Идеи за използване на семантичния уеб в електронното обучение са представени в [48]. В настоящия момент използването на възможностите на семантичния уеб в електронното обучение е обект на засилен научен интерес.

Подходът за изграждане на виртуалното образователно пространство включва три етапа, които ще бъдат представени накратко.

Първи етап: изграждане на „входни точки“ на пространството. Виртуалното образователно пространство е контролирана инфраструктура, където достъпът до информационните ресурси се осъществява посредством персонални асистенти (ПА). През този етап трябва да бъде разработена генетична архитектура на персонален асистент, която да се използва за генериране на конкретни ПА за всеки потребител на пространството. Два основни типа ПА се разработват – за студенти и за преподаватели.

Втори етап: реструктуриране на съществуващата инфраструктура на DeLC. Образователният портал ще се трансформира като една специална „входна точка“ на пространството. В пространството ще оперират само интерактивни, реактивни и проактивни компоненти. По тази причина, извън портала, предоставяните от DeLC услуги не могат да се използват директно. Към тях трябва да се разработят кореспондиращи специални асистенти (ще ги наричаме специалисти).

Трети етап: създаване на околната среда на асистентите. За осигуряване на контекстно-зависимост и интелигентно поведение на ниво данни във ВОП се предлага подходящ структурен модел на данни. Този модел ще бъде основа за изграждане на околната среда, в която ще оперират асистентите. За интелигентно поведение са необходими не само интелигентни агенти, но също така интелигентно структурирани данни. Под „интелигентни“ разбираме подходящо структурирани данни, които могат да бъдат разпределено съхранявани и при необходимост лесно интегрирани [49]. Моделът на данните предвижда разработване на две комплексни структурни хранилища на данни – дигитални библиотеки и административни база данни. *Дигиталните библиотеки* се използват за съхраняване на учебно съдържание. Ще се поддържат два стандарта – SCORM 2004 [75] е за структуриране на учебното съдържание и QTI 2.1 [76] е за структуриране на електронните тестове. В *административните бази данни* се съхранява цялата необходима помощна информация за планиране, организиране, протоколиране и документиране на учебния процес, като напр. учебни планове, програми и разписания, протоколи от изпити, дневници, ученически и учителски бележници. В модела ще се поддържа също механизъм за споделено разбиране, използващ онтологии. При

електронното обучение е целесъобразно изграждане на онтологии, като например, онтологии на учебно съдържание, педагогически онтологии, структурни онтологии [50].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщавайки резултатите от десетгодишната реализация на проекта DeLC, можем да отбележим, че сме още далече от намиране на интелигентни и ефективно работещи решения на проблемите на електронното обучение. Същевременно трябва да отчитаме съвременното развитие на информационните и комуникационните технологии, по-специално съвременните тенденции в развитието на Интернет и уеб пространството. Като резултат от всичко това предлагаме създаване на виртуално образователно пространство като естествено развитие на проекта DeLC.

БЛАГОДАРНОСТ

Изследването частично е подкрепено от проект НИ13 ФМИ-02, финансиран от НПД на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски”.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Stoyanov, S., I. Popchev and R. Venkov, Development of Distributed eLearning Center (DeLC), *1st International Workshop “New Education Technologies”*, 16–17 May, 2003, Sofia, 49–59.
- [2] Stoyanov, S., I. Ganchev, I. Popchev and M. O’Droma, An Approach for the Development of a Context-Aware and Adaptive eLearning Middleware, *Intelligent Systems: From Theory to Practice*, V. Sgurev et al., Ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, 519–535, ISBN: 978-3-642-13427-2.
- [3] Stoyanov, S., *Context-Aware and Adaptable eLearning Systems*, PhD Thesis, STRL, De Montfort University, Leicester, UK, 2012.
- [4] Дойчев, Е., *Среда за електронни образователни услуги*, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2013.
- [5] Стоянова-Дойчева, А., *Дефиниране на процес и средства за рефакторинг в обучението по софтуерни технологии*, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2011.
- [6] Чолаков, Г., *Хибридна архитектура за изграждане на Разпределен център за електронно обучение (DeLC)*, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2013.
- [7] Вълканов, В., *Контекстно-ориентирано управление на електронни услуги*. София, България: Академично издателство „Проф. Марин Дринов“, 2013, ISBN: 978-954-322-701-3.
- [8] Рахнева, О., *Разпределен клъстер за електронно тестване*, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2006.

- [9] Глушкова, Т., Адаптивна среда за електронно обучение в средните училища, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив, 2011.
- [10] Mohammed H. Al-Sammaraie, Policy-based Approach For Context-aware Systems, PhD Thesis, Software Technology Research Laboratory, De Montfort University, Leicester - United Kingdom, July 2011.
- [11] Meere, D., *An InfoStation-Based Multi-Agent System Supporting Contextualized and Personalized mLearning Service Delivery*, PhD Thesis, University of Limerick, Ireland, July 2012.
- [12] Stoyanov, S., I. Ganchev, M. O’Droma, H. Zedan, D. Meere and V. Valkanova, Semantic Multi-Agent mLearning System, *A. Elci, M. T. Kone, M. A. Orgun (Eds.): Semantic Agent Systems: Foundations and Applications*, Book Series: Studies in Computational Intelligence, Vol. 344, Springer Verlag, 2011, ISBN: 978-3-642-18307-2
- [13] Stoyanov, S., I. Ganchev, I. Popchev and M. O’Droma, An Approach for the Development of a Context-Aware and Adaptive eLearning Middleware, *V. Sgurev et al. (Eds.): Intelligent Systems: From Theory to Practice*, SCI 299, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 519–535, ISBN: 978-3-642-13427-2. DOI: 10.1007/978-3-642-13428-9_26.
- [14] Stoyanov, S., H. Zedan, E. Doychev, V. Valkanov, I. Popchev, G. Cholakov and M. Sandalski, Intelligent Distributed eLearning Architecture, *V. M. Koleshko (Ed.), Intelligent Systems*, InTech, March, 2012, Hard cover, 366 pages, 185–218, ISBN: 978-953-51-0054-6.
- [15] Ganchev I., S. Stojanov, M. O’Droma, D. Meere, Development of InfoStation-based and Context-aware mLearning System Architectures, In: *Advanced Learning*. Raquel Hijón-Neira, editor. In-Tech. ISBN: 978-953-307-010-0, 2009 Pp. 115-139.
- [16] D. Meere, I. Ganchev, M. O’Droma, M. O’hAodha, S. Stojanov, “Evolution of Modern Library Services: The Progression into the Mobile Domain”, In *M-Libraries 2: A virtual library in everyone’s pocket*, M. Ally and G. Needham, Eds.: Facet Publishing, May 2010. ISBN: 978-1-85604-696-1. Pp. 61-72.
- [17] I.Ganchev, M. O’Droma, D. Meere, M. Ó hAodha, S. Stojanov, “M-learning and m-teaching architectures and the integration of evolving multi-campus educational support e-services.” In “M-libraries.” Gill Needham and Mohamed Ally, editors. September 2008; 352pp ISBN: 978-1-85604-648-0, pp.159-172.
- [18] Ganchev I., S. Stojanov, M. O’Droma and D. Meere, An InfoStation-Based University Campus System Supporting Intelligent Mobile Services, *Journal of Computers (JCP, ISSN1796-203X)*, Vol. 2, No. 3, Academy Publisher, May 2007, 21–33.
- [19] Stoyanov, S., I. Ganchev, I. Popchev and M. O’Droma, An Approach for the Development of InfoStation-Based eLearning Architectures, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, 61, No. 9, 2008, 1189–1198.
- [20] Stoyanov, S., I. Ganchev, I. Popchev and I. Dimitrov, Request Globalization in an InfoStation Network, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, 63, No. 6, 2010, 901–908.
- [21] Stoyanov, S., A. Stoyanova-Doycheva, I. Popchev and M. Sandalski, ReLE – A Refactoring Supporting Tool, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, Vol. 64, No. 7, 2011, 1017–1026.

- [22] Stoyanov, S., V. Valkanov, I. Popchev, A. Stoyanova-Doycheva and E. Doychev, A Model of Context-Aware Agent Architecture, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, Vol. 67, No. 4, 2014.
- [23] Stoyanov, S., I. Ganchev, D. Mitev, V. Valkanov and M. O'Droma, Service-oriented and Agent-based Architecture Supporting Adaptable, Scenario-based and Context-aware Provision of Mobile e-Learning Services, *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, Volume 3, Dynamic Publishers, Inc., USA, 2011, ISSN: 2150-7988, 771–779.
- [24] Stoyanov, S., I. Popchev, E. Doychev, D. Mitev, V. Valkanov, A. Stoyanova-Doycheva, V. Valkanova and I. Minov, DeLC Educational Portal, *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, Vol. 10, No. 3., *Bulgarian Academy of Sciences*, 2010, 49–69.
- [25] Mitev, D., S. Stoyanov and I. Popchev, Selbo2 – An Environment for Creating Electronic Content in Software Engineering, *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, *Bulgarian Academy of Sciences*, Vol. 9, No. 3, 2009, 96–105.
- [26] Stoyanov, S., V. Valkanova, I. Popchev and I. Minov, A Scenario-Based Approach to Creating a Virtual Environment for Secondary School Instruction, *CIT 3*, 2008, 86–96.
- [27] Sandalski, M., A. Stoyanova-Doycheva, I. Popchev and S. Stoyanov, Development of a Refactoring Learning Environment, *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, Vol. 11, No. 2, *Bulgarian Academy of Sciences*, 2011, 46–64.
- [28] Stoyanov, S., G. Cholakov, V. Valkanova and M. Sandalski, Personalized, Reactive and Proactive Providing of e-Learning Services, *EdiLib Conference, AACE E-Learn 2011 – World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education*, Honolulu, Hawaii, USA, 17–21 October, 2011, 2527–2534.
- [29] Stoyanov, S., E. Doychev, A. Stoyanova-Doycheva, V. Valkanova and V. Valkanov, Education Cluster Supporting eTesting and eLearning in Software Engineering, *2nd Annual International Conference on Web Technologies & Internet Applications (WebTech 2012)*, 7–8 May 2012, Bali, Indonesia, 23–28.
- [30] Stoyanov, S., V. Valkanova, G. Cholakov and M. Sandalski, Education Portal for Reactive and Proactive Service Provision, *COGNITIVE 2011: The Third International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications*, 25–30 September, 2011, Rome, 99–103, ISBN: 978-1-61208-155-7, 99–103.
- [31] Stoyanov, S., V. Valkanova, I. Ganchev and M. O'Droma, An Approach and Architecture Supporting Context-Aware Provision of mLearning Services, *IEEE Second International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning*, 10–16 February 2010, St. Maarten, 11–16.
- [32] Meere, D., I. Ganchev, M. O'Droma, S. Stojanov and V. Valkanova, An Enhanced Context-Sensitive InfoStation-Based mLearning Architecture, *4th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (IEEE DEST '10)*, 13–16 April 2010, Dubai, UAE.
- [33] Stoyanov, S., I. Ganchev, I. Popchev, M. O'Droma and V. Valkanova, Agent-Oriented Middleware for InfoStation-based mLearning Intelligent Systems, *5th IEEE International Conference on Intelligent Systems IS'10*, 07.07.–09.07.2010,

- London, IEEE Catalog Number: CFP10802-CDR, Library of Congress:2009934065, 91–95, ISBN: 978-1-4244-5164-7.
- [34] Ganchev, I., D. Meere, M. O’Droma and S. Stoyanov, Approaches to the Development of an InfoStation-based mLearning System, *Proc. of the 2009 International Conference on E-Learning, E-Business, Enterprise Information Systems, & E-Government (EEE’09), WORLDCOMP’09*, July 13–16, 2009, Las Vegas Nevada, USA, 10–15.
- [35] Stoyanov, S., I.Ganchev, M. O’Droma, H. Zedan and V. Valkanova, Agent-Oriented Middleware for Mobile eLearning Services, *Proc. of the 2009 33rd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2009)*, Seattle Washington USA, 20–24 July, 2009, 62–66.
- [36] Орозова, Д., С. Стоянов и И. Попчев, Виртуално образователно пространство, *Научна конференция с международно участие „Знанието – източник на иновации“*, БСУ, 14–15 юни, 2013, 153–159, ISBN: 978-954-9370-99-7.
- [37] Вълканова, В., Виртуално образователно пространство за средното училище, *Международна конференция “From DeLC to VelSpace”*, 26–28 март, Пловдив, 2014, (приета за печат).
- [38] Kevin, A., That “Internet of things”, in the real world things matter than ideas, *RFID Journal*, June, 2009.
- [39] Wang, F., The Emergence of Intelligent Enterprises, From CPS to CPSS, *IEEE Intelligent Systems*, July/August 2010, 85–88.
- [40] Stanford, V., Using Pervasive Computing to Deliver Elder Care, *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 1, 2002, 10–13.
- [41] Li, L and F. Wang, Cooperative driving at blind crossings using intervehicle communication, *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, Vol. 55, No. 6, 2006, 1712–1724.
- [42] Coradeschi, S. and A. Saffiotti, Symbolic Robotic Systems: Humans, Robots and Smart Environments, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 21, No. 3, 2006, 82–84.
- [43] Gehrke, J. and L Liu, Sensor Network Application, *IEEE Internet Computing*, Vol. 10, No. 2, 2006, 16–17.
- [44] Lorincz, K., D. Malan and Fuford-Jones, Sensor Networks for Emergency Response: Challenges and Opportunities, *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 3, No. 4, 2004, 16–23.
- [45] Consortium, MCEETYA, Learning Spaces Framework. Australia – New Zealand: MCEETYA Consortium, 2008.
- [46] Berners Lee T., J. Handler, O. Lassila, The Semantic Web, *Scientific American*, Vol. 284, May 2001, 34–43.
- [47] Berners-Lee, T., *What the semantic web can represent*, W3 org., Scientific report, 2000.
- [48] Stojanovic, L., S. Staab and S. Rudi, *eLearning based on the Sematic Web*, WebNet, 2001.
- [49] Allemang, D. and J. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist*, Elsevier, 2011, ISBN: 978-0-12-385965-5.
- [50] Antoniou, G. and F. van Harmelen, *Semantic Web Primer*, Cambridge: MIT Press, 2004.
- [51] <https://moodle.org/>.

- [52] http://www.ilias.de/docu/ilias.php?baseClass=ilrepositorygui&reloadpublic=1&cmd=frameset&ref_id=1.
- [53] <https://sakaiproject.org/>.
- [54] <http://www.atutor.ca/>.
- [55] <http://www.turnkeylinux.org/canvas>.
- [56] <http://www.lamsinternational.com/>.
- [57] <http://webwork.maa.org/>.
- [58] <http://www.siteground.com/tutorials/claroline/>.
- [59] <http://www.olat.org/>.
- [60] <http://www.efrontlearning.net/>.
- [61] <http://uki.blackboard.com/sites/international/globalmaster/>.
- [62] <http://www.desire2learn.com/>.
- [63] <http://www.saba.com/us/>.
- [64] <http://www.ecollege.ie/site/home.html>.
- [65] <http://www.digitalchalk.com/>.
- [66] <http://www.docebo.com/>.
- [67] <http://www.expertus.com/>.
- [68] <http://students.bfu.bg/moodle/>.
- [69] <http://e-edu.nbu.bg/>.
- [70] <http://moodle.unwe.bg/>.
- [71] <http://elearn.uni-sofia.bg/>.
- [72] http://e-learning.uni-ruse.bg/index.php?site_step=1.
- [73] <http://dis.mu-sofia.bg/>.
- [74] <http://eschool.vfu.bg/>.
- [75] SCORM 2004 Specification, <http://www.adlnet.gov/scorm/scorm-2004-4th/>.
- [76] IMS Question & Test Interoperability Specification, <http://www.imsglobal.org/question/>.

Faculty of Mathematics and Informatics
 Paisii Hilendarski University of Plovdiv
 236, Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria
stani@uni-plovdiv.bg, ipopchev@iit.bas.bg

DeLC – PAST, RESENT, FUTURE

Stanimir Stoyanov, Ivan Popchev

***Abstract.** In this paper, the results of the project Distributed eLearning Center (DeLC) are summarized. The running transformation of DeLC into a virtual education space is motivated as well. The intended activities of space creating are presented briefly.*