

**ИНТЕЛИГЕНТНА ОБРАЗОВАТЕЛНА СРЕДА ЗА СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ**

Ирина Красиминова Кръстева, Йордан Георгиев Тодоров, Станимир Недялков Стоянов  
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив

**INTELLIGENT SCHOOL EDUCATION SPACE**

Irina Krasimirova Krasteva, Yordan Georgiev Todorov, Stanimir Nedyalkov Stoyanov  
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“, Plovdiv

\* Авторите изказват благодарност към научен проект ДО1-221/03.12.2018 „Национален център за високопроизводителни и разпределени пресмятания (НЦВРП) – част от национална пътна карта на България“, за частичното финансиране на настоящата работа.

**Abstract:** Modern Internet development and synergy between physical and virtual space determine the need to develop Cyber-Physical Spaces (CPS) systems. They enable the physical world to merge with the virtual world. The Virtual Physical Space (ViPS) is an ecosystem of the Internet of Things that is being developed at the DELC Laboratory of the University of Paisii Hilendarski. *The Space* is the successor to the e-learning environment DeLC, providing electronic learning materials and e-services. ViPS is being developed as a reference architecture that can be adapted to various Cyber-Physical-Social-Space (CPSS) applications.

The article will present an intelligent educational multi-agent system called BLISS built on *base of ViPS architecture*. As part of this system, we will present an electronic school diary based on Blockchain technology, which will limit the ability to manipulate data sensitive to change.

The goal of the system is to assist all participants in the learning process with the help of intelligent agents and at the same time to ensure reliability while preserving content that is sensitive to change.

**Keywords:** IoT, Cyber-Physical Space, Virtual Physical Space, Blockchain technology, CCA

**1. Въведение**

Четвъртата индустриална революция се основава на бурния напредък на цифровите технологии. Те стават все по-сложни и интегрирани и дават началото на един свят, в който виртуални и физически системи си сътрудничат по гъвкав начин и в глобален мащаб. Експертите смятат, че до 2025 година изкуственият интелект ще бъде навсякъде около нас, от самоуправляващи се автомобили и безпилотни летателни апарати до виртуални асистенти и софтуер за езиков превод. Изкуственият интелект постига впечатляващ напредък, задвижван от растящите с все по-бързи темпове изчислителни мощности. Съвременните смартфони и таблети притежават повече изчислителна мощ, отколкото някогашните „суперкомпютри“. Предполага се, че в бъдеще всеки физически продукт ще може да бъде свързан към повсеместно налична комуникационна инфраструктура, а поставени навсякъде сензори ще позволят на хората напълно да възприемат заобикалящата ги среда. Тези промени ще обхванат всички аспекти в нашия живот, включително и образованието [1].

Очаква се, тясно свързаните технологии Интернет на нещата (IoT), кибер-физичните пространства (CPS) и кибер-физичните социални пространства (CPSS) да имат съществена роля в Четвъртата индустриална революция. Едно „нещо“ трябва да притежава сензорни, изчислителни и обработващи възможности, които го определят като самостоятелна, проактивна идентичност, която може да споделя знания и информация с други околни „неща“, с цел планиране и вземане на решения за постигане на лични и общи цели.

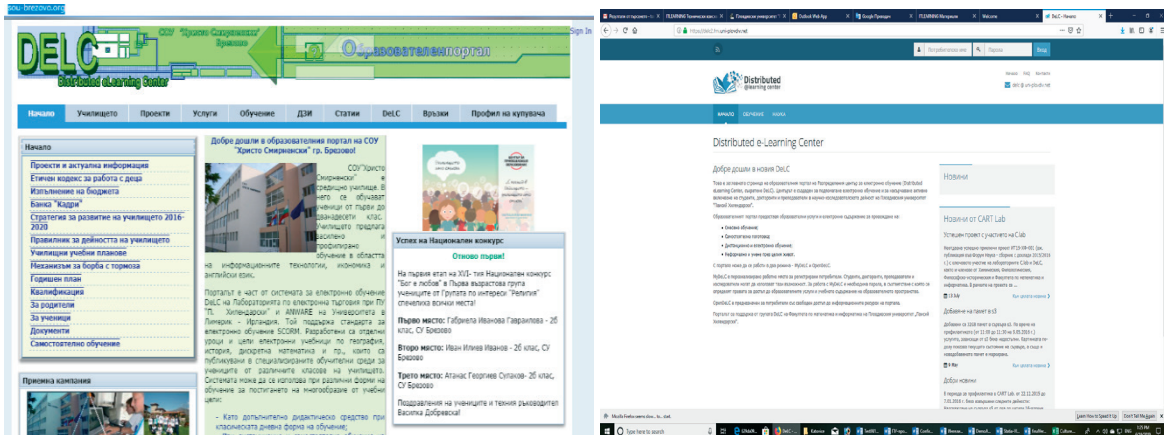
В настоящата статия е представена интелигентна среда за средното училище. Накратко се разглежда нейната еволюция – възникнала първоначално като разпределена среда за електронно обучение, разширена с възможности за отчитане на физическия свят, в който се осъществява учебния процес (съществено за учащи се в неравностойно положение), до среда от CPSS тип.

Виртуалното физическо пространство (ViPS) е екосистема на Интернет на нещата, която се разработва в лабораторията на „Разпределен център за електронно обучение (DeLC)“ на ПУ „Паисий Хилендарски“. Поради гъвкавостта си референтната архитектура на пространството дава възможност да се прило-

жи в различни приложения области – интелигентно земеделие, туризъм, умни градове, но също така и в образованието. В този аспект развитието на средата във времето премина през няколко надграждащи се системи.

## 2. DeLC

Първата образователна система DeLC (Distributed e-Learning Center) има за цел да предоставя електронни учебни ресурси и електронни услуги за различни групи потребители [2]. Както е видно в [3] в системата се изгради мрежа от образователни и специализирани портали, които обменяха своите услуги и ресурси. DeLC поддържа стандартите SCORM 2004 за създаване, споделяне и използване на електронни учебни ресурси и QT1 2.1 за комбинирано обучение с електронно тестване [4]. В рамките на системата DeLC е разработен и училищен образователен портал в СУ „Христо Смирненски“ гр. Брезово<sup>1</sup>. Тази среда продължава да се използва във висшето образование на студентите във Факултета по математика и информатика на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“<sup>2</sup>. (Фигура 1)



Фигура 1. Образователни портали в системата DeLC

Поради нарастването на изискванията към DeLC и поради необходимостта от по-гъвкава система, която да добави още повече функционалности, се създаде Виртуалното образователно пространство (ВОП). ВОП интегрира функционалностите на DeLC като се добавиха и голям брой допълнителни услуги. Това стана възможно благодарение на разработката на система от интелигентни компоненти, върху които е изградено ВОП. Особено значение за подпомагане на учебния процес играят личните асистенти, които осигуряват лесен достъп на потребителите до пространството и услугите, които системата осигурява, без значение от местоположението на потребителя. С развитие на пространството (ВОП), то прерасна в кибер-физично социално пространство с име ViPS. Една адаптация на ViPS се разработва за средното училище. Текущият прототип на средата BLISS (Brezovo Learning Intelligent School Space) се апробира в СУ „Христо Смирненски“ гр. Брезово.

## 3. ViPS

ViPS архитектурата се изгражда като референтна архитектура, която може да бъде адаптирана за различни CPSS приложения. Съществените аспекти на ViPS са следните:

- Потребителите са във фокуса на вниманието
- Физическите „неща“ са виртуализирани
- Интеграция на виртуалния и физическия светове.

ViPS архитектурата отразява и представя в дигиталния свят по същество идентичен модел на реалния физически свят, в който процеси, потребители и познания за интересуващата ни област, както и взаимодействието между тях, се реализират в динамичен, персонализиран и контекстно-съобразен начин. ViPS архитектурата е разделена на две подпространства. Първото е аналитичното подпространство, което осигурява средства за подготовка на специфични за дадена област анализи, поддържани от три компонента за моделиране:

- AmbiNet, чрез който се представят пространствените аспекти на „нещата“ и събитията, които се моделирани като AMBIENTI.
- TNet предоставя възможност за представяне и работа с времевите аспекти на „нещата“. Основана се на официалната спецификация Interval Temporal Logics.

- ENet – моделира различни видове събития и техните аргументи като идентификация, условия за възникване и завършване. От съществено значение за нашия модел е да разграничим три вида събития – базисни, системни и специфични за дадена област. Специфичните за домейна събития се реализират като интелигентни агенти и те има проактивно поведение, т.е когато се случи дадено събитие, агентът се генерира динамично, за да го представлява и изпраща съобщение до съответните интелигентни помощници.

Второто подпространство на ViPS са дигиталните библиотеки. Те са реализирани като отворени цифрови хранилища. Компонентът OntoNet е йерархия от онтологии, която представлява съществените характеристики и отношения на интересуващите ни „неща“.

Основни компоненти във ViPS са асистентите, реализирани като рационални BDI агенти. Реализирахме три типа помощници:

- Лични асистенти (ПА), които помагат на потребителите да работят с конкретното приложение.
- Оперативни асистенти (ОА) – типични интелигентни агенти, разположени на системния сървър. Те поддържат достъп до хранилищата и услугите, разположени на сървъра.
- Guard Assistants (GA) – те осигуряват интерфейс между физическия и виртуалния свят.

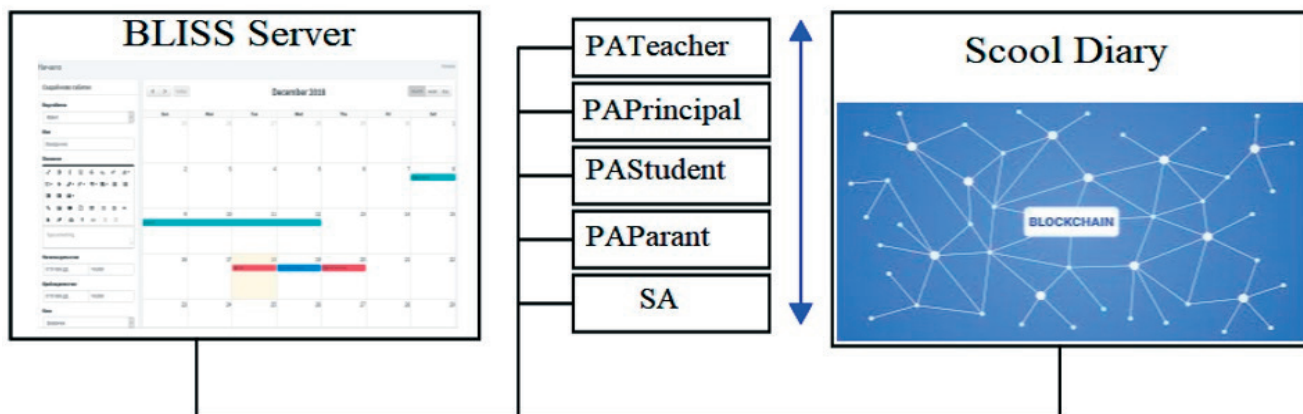
Поради естеството на ViPS, потребителите да са в центъра на вниманието, а също така и поради очакваната комплексност и сложност на една CPSS екосистема, е разработен генетичен личен асистент (GPA) с цел създаване на специфични лични асистенти за нови потребители на пространството, при поискване. GPA също управлява, съхранява и възстановява версиите на личните асистенти, които е създал в миналото.

Обикновено за създаването на CPSS- приложения не се прави адаптация на целият ViPS, а само на отделни негови компоненти. Така след всяко ново приложение референтната архитектура се разширява и обогатява с нови функционалности.

Компонентите, които са адаптирани за разработване на BLISS от ViPS са: генетичния персонален асистент, ENet, TNet и AmbiNet. Разработени са нови видове конкретни персонални асистенти.

#### 4. BLISS

BLISS (Brezovo`s Learning School System). BLISS е адаптация на референтната архитектура ViPS за подпомагане на учебния процес в средното училище. Системата се апробира за работа с ученици на свободна форма на обучение в СОУ „Христо Смирненски“, град Брезово (от където и името ѝ). BLISS (Фиг.2.), реализирана като мулти-агентна система, включва два базови компонента. Първият, образуващ нейното ядро, са персонални асистенти (ПА), предназначението на които е да подпомагат потребителите при работата им със системата.

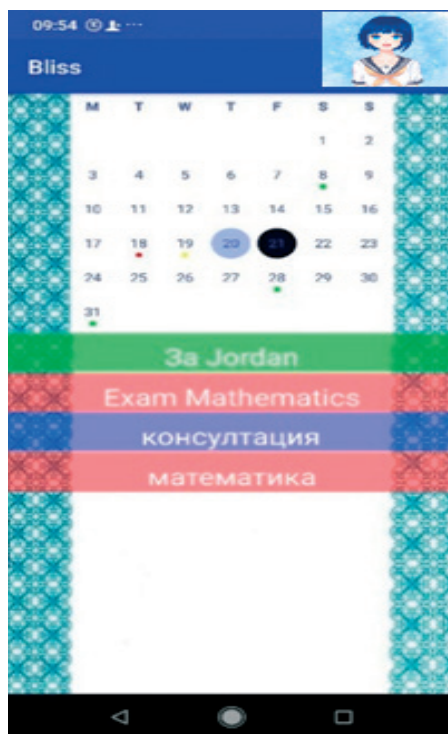


Фигура 2. Архитектура на BLISS

##### 4.1. Персонални асистенти

**PAStudent.** Персонален асистент, подпомагащ учениците за изпълнение на техните ежедневни задължения в съответствие с утвърден учебен план. ПА информира за всички предстоящи събития, които го засягат като изпити, уроци, учебни сесии, консултации и др. Асистентът следи и напомня на ученика какво трябва да подготви преди приближаването на събитие. Напр., при приближаване дата на изпит, агентът започва да подканва потребителя да започне подготовка, като едновременно с това може да предостави необходимото учебно съдържание под формата на електронни учебници или линкове към външни източ-

ници. ПА е в състояние да подготвя анализи за резултатите от участието на ученика в учебния процес. На Фиг. 3 е показан главния екран на разработения прототип на PASTudent. Той информира ученика за всички предстоящите касаещите го събития. Дните със събития са маркирани с различен цвят. Различните цветове индикират различни типове събития.



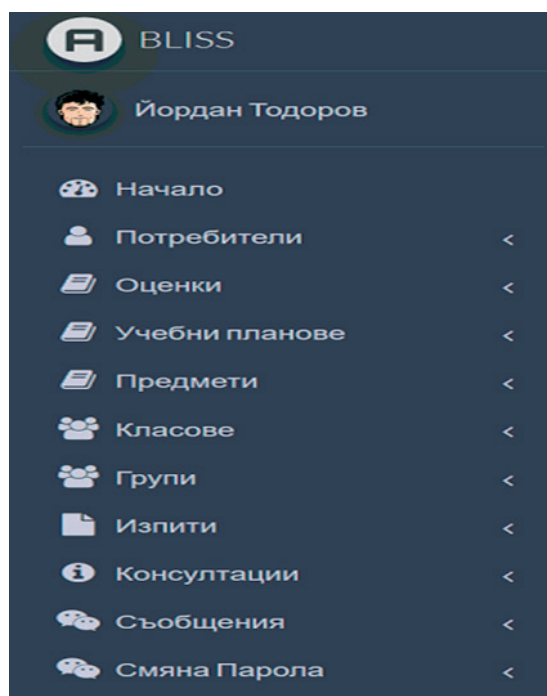
Фигура 3. Заглавна страница на PASTudent

**PATeacher.** Този асистент е предназначен за учители. По аналогичен на ученическия асистент начин, също може да напомня за предстоящи събития и необходимата подготовка. Основната му функция обаче, е подпомагане на учителите да проследяват и анализират участието и напредъка в учебния процес, както и резултатите на своите ученици. Анализите могат да се използват за различни подобрения. Така напр., ако учителят забележи, че голям брой от учениците са се провалили в определена част от изпита, но в същото време са отделили значително време за самоподготовка по тази тема, тогава той може да заключи, че трябва да направи някои корекции в материала, за да гарантира, че ще бъде по-лесно усвоим от учениците.

**PAPrincipal.** Целта на този асистент е да подпомага директора на училището за ефективно управление. Основно асистентът е предназначен за помощ при планиране, провеждане и контролиране на учебния процес. Това е най-трудният за реализиране персонален асистент.

**PAParent.** Асистентът предоставя информация на родителите за участието и напредъка на тяхното дете в училище. Родителят може да види информация за оценките, събитията, които детето им трябва да посещава, и бележки, направени от учителите. Благодарение на постоянната вътрешна комуникация между агентите и анализ на информацията, получена от персоналния асистент на ученикът, то родителят може да бъде предупреден за опасно поведение или промяна в държанието на ученика. Напр., ако едно дете е било отличен ученик и започне да получава по-ниски оценки, родителят ще бъде предупреден за това. Ако детето започне да игнорира препоръките, които получава от своя асистент, тогава той ще изпрати известие до родителския асистент и родителят да може да реагира съответно.

Прототипът на BLISS Server позволява управление на цялата информация в сървъра, на фиг. 4 е показано менюто на сървърната апликация със всичките му функционалности.



Фигура 4. BLISS server меню

В околната среда на асистентите е разположен също и училищния дневник (School Diary), реализиран с помощта на Blockchain технологии. По своята същност, електронният дневник представлява мулти-агентна система, в която асистенти с различни права и роли комуникират и координират дейността си<sup>3</sup>.

#### 4.2. Blockchain технологиите

Blockchain технологиите успяват да постигнат почтеност и доверие в чиста peer-to-peer (P2P) система, която се състои от неизвестен брой peers с неизвестна благонадеждност. P2P архитектурата е разпределена софтуерна система, която се състои от възли, като всички те имат едва функционална способност и отговорност. Участниците (възлите) обменят информация и активи помежду си. Те си сътрудничат заедно с помощта на комуникационна среда за постигане на определена цел, без да имат централен елемент за координация и контрол. Ключова роля за изграждане и поддържане на веригата от блокове е използването на криптографски технологии и технологии за сигурност, за да се постигне интегритет, който представлява, способността да се правят верни твърдения за собственост. Blockchain технологията се базира върху разпределена система от регистри (ledgers), чрез които се поддържа информацията за собственост и съхраняват цялата история от данни за трансакции във веригата. Всеки възел притежава собствено копие от регистъра, като чрез blockchain-алгоритъма се позволява на отделните възли колективно и последователно да установят собствеността [5].

Блоквата верига използва широко публично-частен подход на асиметричната криптография, която е в основата за идентифициране на потребителите, прехвърляне на собственост, а и за тяхната защита от неоторизиран достъп до системата. Целта на блоквата верига е да се съхраняват огромно количество данни и те да останат непроменени след създаването си или при опит за манипулация тези промени да бъдат открити много бързо и лесно [6].

Всички тези характеристики на Blockchain технологията дават възможност за нейното приложение в различни сфери на обществения живот [7], включително във финансовия сектор, IoT [8] и в образованието. Гарантирането на сигурност и бързото установяване на опити за манипулация на данните могат успешно да се прилагат при разработката на електронен дневник [9].

Блоквите вериги могат да бъдат класифицирани, според собствеността върху тях, на публични и частни. Публичните блокови вериги са „отворени“: те са с отворен код и не се изискват права за включване. Частните блокови вериги са собственост на отделна организация. Както е видно от [10] те са „затворени“ и не всеки потребител на Интернет може да се включи в тях и да добавя трансакции.



### 4.3 Електронен училищен дневник

За разработката на „Електронен училищен дневник“ ние използваме частна блокова верига (затворена). Възли в системата ще бъдат всички учители и директор на съответното училище. Всеки учител изпраща заявка до директора на училището, да стане възел в системата. След като достъпът е разрешен, системата предоставя публичен и частен ключ на съответния учител, чрез които той може да проверява и подписва трансакциите в електронния дневник. На края на всеки ден ще се валидира по един блок, в блоковата верига, в който ще се окомплектоват всички трансакции за съответния ден. Блоковете ще бъдат различна големина всеки ден, в зависимост от броя трансакции.

За нуждите на настоящата разработка, ние дефинираме четири вида роли на участниците в системата, които са описани в BLISS модула. На всяка една роля, съответстват група потребители, които имат еднакви функционалности и права. За всяка от ролите се разработват генетични персонални асистенти, които да подпомагат работата на потребителите със системата.

Целта, която сме си поставили е да записваме чувствителното към промяна съдържание, което да остане непроменено във времето, използвайки блокова верига, а същевременно с това да използваме всички предимства и на модула за данни (DM). Ще използваме и двата подхода за изграждането на електронен дневник. За връзка между блок-веригата и DM ще поставим специалист асистент (SA), който е интелигентен агент и има за цел да реагира на промяната в околната среда на електронния дневник. При настъпване на промяна в блоковата верига, като валидиране на нов блок с трансакции, SA реагира и информира всички асистенти, които ги касае тази промяна и едновременно с това записва информацията в модула за данни на сървъра.

Всеки учител въвежда оценките на съответните ученици като отделни трансакции в блоковата верига, като ги подписва със съответния му частен ключ. Учениците не са възли в системата и за това получател на трансакциите ще бъдат директорът на училището.

След като дадени трансакции са подписани, блоковата верига ги проверя за формална и семантична коректност и оторизация. Само коректните трансакции се окомплектоват в блок в края на деня и валидират в блоковата верига, като се актуализират всички регистри в системата.

След като даден блок е добавен към блоковата верига, SA реагира на промяната на околната му среда, като изпраща информацията до съответните PASTudent и PAParent, за настъпилата промяна. След като персоналните асистенти информират потребителите, те записват оценката в ученическия бележник на ученика. Всеки персонален асистент помни като какъв е създаден. Той съхранява получената информация в своята база знания и следи напредъка на ученика.

## 5. Заключение

Към момента на писане на статията, първият прототип на BLISS се тества в СУ „Христо Смирненски“ град Брезово. Напълно реализиран е PASTudent, а останалите помощници са в процес на разработка. Повече от 40 ученици, които се обучават по индивидуални планове, използват и тестват своя личен персонален асистент.

Успешно имплементирахме блокова верига, използвайки технологията с отворен код на Ethereum, която на този етап се тества.

### References:

1. Klaus Schwab, The Fourth Industrial Revolution, publ. Crown Business, USA, 192 pages, ISBN-10: 9781524758868, ISBN-13: 978-1524758868, 2017
2. Glushkova, T. Personalization and User Modeling in Adaptive E-Learning Systems for Schools, E-Learning – Instructional Design, Organizational Strategy and Management, Dr. Boyka Gradinarova (Ed.), ISBN: 978-953-51-2188-6, InTech, DOI: 10.5772/61084.
3. Glushkova, T.; Stojanova, A.(2008) Interaction and adaptation to the specificity of the subject domains in the system for e-Learning and distance training DeLC, Proceedings of International Conference „Informatics in the Scientific Knowledge“, pp.295-307, ISSN 1313-4345, ISBN-13:978-954-715-303-526-28, Varna, Bulgaria, June 17-19, 2008
4. Glushkova, T. Standartiziran obrazovaten portal na SOU „Hristo Smirnenki“ gr.Brezovo, V sb. „Inovativni metodi i praktiki v balgarskoto uchilishte“, Sofia, 52-57, ISBN 978-954-92045-7-8, 2009
5. Drescher D., Blockchain basics a non-technical introduction in 25 steps, Frankfurt am Main, Germany ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-2603-2 ISBN-13 (electronic): 978-1-4842-2604-9 DOI 10.1007/978-1-4842-2604-9, Apress, (2017).

6. Guy Zyskind, Oz Nathan, Alex 'Sandy' Pentland, Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data, DOI: 10.1109/SPW.2015.27 , ISBN: 978-1-4799-9933-0, 2015 IEEE Security and Privacy, pp.180-184, 2015.
7. Pilkington M., Blockchain technology: principles and application, Research Handbook on Digital Transformations, Editors: Xavier Olleros, F., Majlinda Zhegu, Edward Elgar Publishing, pp. 225-264 (2016)
8. Seyoung Huh, Sangrae Cho, Soohyung Kim, Managing IoT devices using blockchain platform, IEEE, 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), Bongpyeong, South Korea (2017)
9. Irina Krasteva, Jordan Todorov, Blockchain – базиран модел за разработка на електронен училищен дневник, Сборник статии от научна конференция „TechCo-Lovech 2019“, 9-10 май 2019, ISSN 2535-079X.
10. Nadezhda Filipova , BLOKCHEYN: VAZMOZHNOT ZA NOVI BIZNES MODELI, Business Management, 2018, issue 2 Year 2018, 75-92

**(Endnotes)**

1. DeLC SCORM-based School learning portal -<http://sou-brezovo.org/>
2. DeLC Learning Portal -<https://delc2.fmi.uni-plovdiv.net/>
3. Agent Communication Language Specifications, <http://www.fipa.org/repository/aclspecs.html>