

АНАЛИТИЧНО НИВО НА ВОП – СТРУКТУРА И ВРЪЗКИ

Пенчо Малинов, Ирена Кехайова

Резюме. В статията се разглежда подробно Аналитичното ниво на (ВОП), неговата структура и връзки с останалите компоненти, структурирани в три различни нива на абстракция – аналитично, семантично и сензорно. Разглежда се семантичното представяне на знанията в системата посредством онтологии, които агентите използват за околния свят и вътрешните им убеждения.

Ключови думи: ВОП, електронно обучение, интелигентен агент, QTP

1. Въведение

Бурното развитие на информационните технологии през последните години налага все повече изисквания и предизвикателства към създаването на софтуерни приложения във всяка една сфера на живот. Това неизменно засяга и системите за електронно обучение. Потребителите очакват по-голяма динамика, интерактивност и персонализация при използването на приложения за доставяне на електронни образователни услуги. Някои от най-големите софтуерни корпорации се ориентираха в тази посока, като създадоха търговски системи за предоставяне на електронни образователни услуги. Такива системи са Pulse Classroom на Microsoft [1], IBM Learner Portal на IBM [2] и HP Learning Center на HP [3]. Има и системи с отворен код като Moodle [4].

В същото време се утвърдиха различни стандарти, включващи различни аспекти на образователния процес. Някои от тях са Sharable Content Object Reference Model 2004 (SCORM 2004, създаден от ADL [5]) и Question and Test

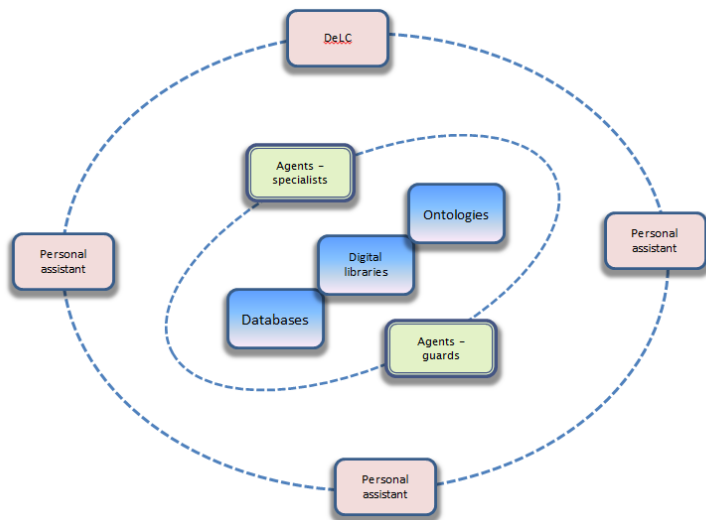
Interoperability Standard (QTI 2.1, създаден от IMS Global Learning Consortium [6]).

Отчитайки това развитие, Центърът за Електронно Обучение – Distributed e-Learning Center (DeLC) [7, 8, 9, 10] се променя концептуално и от динамична разпределена мрежова структура, състояща се от възли и връзки между тях, преминава във Виртуално образователно пространство(ВОП). ВОП е изградено от автономни интелигентни компоненти, чието поведение:

- от една страна е контекстно-зависимо – всеки компонент може да адаптира своето поведение в зависимост от околната му среда;
- и от друга страна компонентите имат интерактивно, реактивно и проактивно поведение [12, 13] – всеки компонент отговаря на потребителските заявки и при необходимост е способен да поеме лична инициатива и да взаимодейства с потребителите или с други подобни компоненти.

2. ВОП

Виртуалното образователно пространство (ВОП) се състои от различни видове софтуерни компоненти за планиране, подготовка, организиране и доставяне на споделяеми, контекстно-зависими и персонализирани електронни образователни услуги и електронно учебно съдържание. Базовата архитектура на пространството е показана на фигура 1.



Фигура 1. Базова архитектура на ВОП

VeLSpace е система, която се състои от три логически нива. Първото ниво е разделено на две подпространства – А-подпространство и D-подпространство.

D-подпространството съдържа целият учебен материал, който се използва в системата и представлява съвкупност от различни информационни ресурси като бази данни, дигитални библиотеки и онтологии [13]. Учебният материал е структуриран в съответствие със SCORM 2004 [5]. D-подпространството съдържа в себе си и всички електронни тестове за различните дисциплини, които са базирани на стандарт QTI 2.1. MS Question & Test Interoperability спецификацията описва модел за структуриране на тестове, съдържащи различни типове въпроси и техните резултати [6].

В А-подпространството са разположени множество активни компоненти, опериращи в информационната среда, предоставяна от D-подпространството. Към настоящият момент се разработват два компонента – Преподавателски бележник (Teacher's Notebook) и Студентска книжка (Grade Book). В бъдеще могат да бъдат добавяни и други компоненти, ако е необходимо. В това пространство оперират агенти-специалисти – това са сървърни агенти, чиято основна роля е да подпомагат изпълнението на образователните услуги.

На второто логическо ниво оперират т.нар. агенти-гардове. Това са агенти, които наблюдават университета чрез различни сензори за влажност, температура, пожар и т.н. Те се активират само при изключителни обстоятелства. Например, в случай на пожар, те ще се активират и ще информират останалите агенти (например, персоналните асистенти на потребителите), които от своя страна ще предприемат необходимите действия.

На третото ниво са разположени Персоналните асистенти. Това са интелигентни агенти, отговорни за връзката с потребителите. Целта е структурата на пространството да стане напълно прозрачна за потребителите, като връзката е единствено през подходящи „входни точки”, реализирани като ПА. Персоналните асистенти могат да оперират върху различни видове устройства, включително и мобилни [14].

Компонентите на виртуалното пространство формално са структурирани в три различни нива на абстракция – аналитично, семантично и сензорно. Аналитичното ниво е изградено от интелигентни агенти, чиято основна роля е чрез анализ и самообучение да намира и предоставя адекватни решения в динамично променяща се среда. Семантичното ниво представя знанията в системата посредством онтологии, които агентите използват за околния свят и вътрешните им убеждения. Сензорното ниво засяга средствата и начините, по които може да се използва информацията, която постъпва в системата от

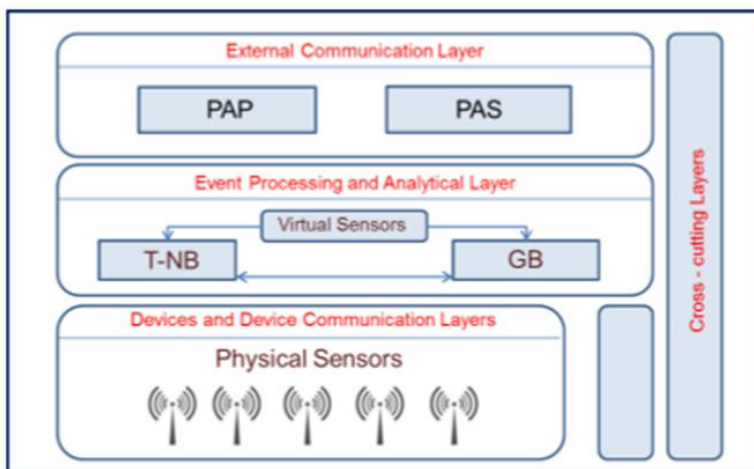
физическото ниво, базирано на мрежа от сензори, изграждаща се в рамките на концепцията за Интернет на нещата.

3. Аналитично ниво на ВОП

Аналитичното ниво заема централно място в архитектурата на ВОП. Това е компонент, който осъществява връзка между образователния процес, личната сигурност на обучаемите в университета и персонализацията на услугите за всеки конкретен потребител. Основната му роля е осигуряването на интелигентното поведение на ВОП. На това ниво оперират агентите-специалисти. Това са рационални агенти с ограничена отговорност, базирани на BDI (Belief – Desire – Intention) [16, 17] концепцията.

В изкуствения интелект, под интелигентен агент се разбира автономна единица (компютърна програма), която наблюдава околната среда чрез сензори и реагира спрямо промените в нея. Тази единица е способна да взема решения за своето поведение, за да постига определени цели. Интелигентните агенти могат да се самообучават и да развиват способностите си с течение на времето. Или казано на кратко – един интелигентен софтуерен агент може да мисли и да действа по подобие на човешко същество[18].

Според [13] се предвижда ВОП да работи като приложение в Интернет на нещата (IoT). На фигура 2 е представен модел на ВОП, следващ референтната архитектура на едно IoT приложение [19].



Фигура 2. ВОП като IoT приложение

Според референтната архитектура едно приложение, опериращо в Интернет на нещата може да съдържа следните слоеве:

- слой за външна комуникация – различни Уеб портали, АПИ-та, библиотеки и други;
- аналитичен слой – обработване на различни събития, включително работа с база данни;
- транспортен слой – съдържа различни протоколи за комуникация и пренос на съобщения;
- хардуерен слой – съдържа различни устройства, сензори и други.

Тези слоеве са разположени хоризонтално. Съществуват и т.нар. cross-cutting слоеве, разположени вертикално, които са отговорни както за администриране на приложенията, така и за сигурността на приложенията и удостоверяването на потребителите.

За сега аналитичното ниво се състои от два компонента – Преподавателски бележник (Т-NB) и Студентска книжка (GB), както и от няколко сървърни агента, които са част от персоналните асистенти на студент и преподавател.

Основната роля на преподавателският бележник е да подпомага преподавателите в ежедневните им дейности. Някои от основните му отговорности са да анализира резултатите от изпити[19] за дадена дисциплина и да обобщава данните с цел да се разбере къде студентите срещат трудности при усвояването на учебния материал. За целта той анализира информацията от Скорм плеъра, от където може да се проследи дали студентите преминават през целия материал, дали решават контролните тестове (т.е. прави се оценка на личната им самоподготовка за даден изпит) и не на последно място как и по какъв начин са предоставени учебните единици от страна на преподавателя. Накрая са прави оценка на успеваемостта на студентите и респективно на целият образователен процес.

Студентската книжка е друго приложение, което предоставя различни услуги на студентите с цел да се повиши качеството на тяхното образование.

Тези два компонента си взаимодействат с други две приложения – ПАС и ПАП, които се явяват входни точки към пространството съответно за студент и преподавател. Това са приложения с високо ниво на персонализация, чиято цел е директна комуникация с потребителите. Те се явяват като интерфейси за Преподавателският бележник и Студентската книжка съответно и предоставят някои допълнителни услуги на потребителите като лични календари, управление на графици и т.н.

Всички компоненти представляват мултиагентни системи, работещи независимо една от друга. Заедно те изграждат Аналитичното ниво на ВОП, като резултатът е една голяма и сложна мултиагентна система. Формално тя може да се раздели на няколко нива на абстракция: аналитично, сензорно и семантично.

Аналитично ниво на абстракция

В основата на аналитичното ниво стоят БДИ агенти разделени в четири мултиагентни системи.

От една страна това са ПАП и ПАС, които осъществяват връзка между различните потребители и останалата част от пространството и от друга страна T-NB и GB, които осъществяват самата аналитична част и предоставят индивидуалност и динамичност на пространството.

Всяка една от изброените мултиагенти системи и изграждащите я самостоятелни агенти реагират на промяна в околната среда – при настъпване на дадено събитие. Информация за тези събития се получават от сензорното ниво на абстракция. В резултат на настъпилото събитие агентът решава по кой сценарий(план) да действа, за да изпълни целите си.

Сензорно ниво на абстракция

Сензорното ниво е изградено от различни:

- виртуални сензори – това са календара на ВОП, разписанията на часовете и изпитите, различни графици и др.
- реални сензори – това са сензори за определяне на местоположение, за дим и др. Тези сензори са свързани най – вече с гардовете на ВОП.

Аналитичното ниво следи данните от сензорите и при настъпване на промяна, респективно събитие, се задейства агент, група от агенти или целите системи. Пример за подобно събитие е край на изпит. При настъпването му се задейства T-NB, като се прави анализ на резултатите от изпита. На база на този анализ могат да се активират и ПАП, ПАС и Студентската книжка. ПАП уведомява преподавателя за резултатите от анализа на изпита, ПАС уведомява студентите за индивидуалните им постижения, а Студентската книжка предоставя различни решения на студентите за да подобрят техните знания.

Семантично ниво на абстракция

Семантично ниво на абстракция се изгражда от различни компоненти, предоставящи учебно и информативно съдържание. Служи като източник на

ресурси за Студентската книжка и Преподавателският бележник, които ги използват, за да предоставят оптимални решения за подобряване на учебния процес, както за преподавателите, така и за студентите. Във ВОП това са различни онтологии и СКОРМ, които предоставят динамично учебни и информативни единици.

Аналитичното ниво координира работата на всички изграждащи го компоненти и индивидуални агенти като резултатът е многослойна мрежа от взаимоотношения между сензори (предоставящи информация за настъпили събития), агенти – оценяващи събитието според вярванията си за околната среда и предприемащи различни действия, черпещи ресурси от Скорм и различни онтологии (семантичното ниво), като целта е постоянното подобряване на учебния процес. В Аналитичното ниво процеса на анализ не е еднопосочен. От резултатите може да се стигне до препоръка, както към определен студент да подобри знанията си по дадена дисциплина, така и да се даде препоръка за промяна на дадено учебно съдържание за подобряване на усвояването му от студентите. Също така и до промяна на сценариите(планове), по които работят агентите. Например, една от задачите на ПАС е да информира студентите кога най-късно да започнат да учат за даден изпит. На база на натрупан опит(информация) от предходни изпити и резултати това може да е индивидуално за всеки студент и съответно за всеки ПАС.

За комуникация между агентите се ползва стандартът FIPA[], като един агент може да изпраща информация за настъпили промени в средата както на един определен агент, така и на група агенти и на всички, които се интересуват от информацията в съобщението.

4. Изводи/заключение

Използването на интелигентни агенти в съвременния софтуер предоставя различни възможности за подобряване на системите в различни аспекти, както и позволява повишаване на интерактивността им с потребителите. Проучванията ни в тази сфера целят Виртуалното образователно пространство да се превърне в една цялостна завършена система, която чрез самообучение, адаптация и персонализация да предоставя висококачествени интелигентни образователни услуги на широк кръг потребители. Нещо повече архитектурата на пространството е отворена и може да се адаптира в различни практически области посредством своето разширение. Индивидуалните приложения могат да работят като независими подпространства. Това отваря нови перспективи

като интелигентно доставяне на различни комплексни услуги и разширяване на групата на потенциалните потребители.

Благодарности

Тази разработка е подкрепена от проект ИТ15-ФМИИТ-004 към НПД на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Литература

- [1] Pulse Classroom, <<https://www.microsoft.com/pulse/classroom>> (последно посетен: 09.09.2016)
- [2] The IBM Learner Portal, <https://www-356.ibm.com/partnerworld/wps/servlet/ContentHandler/swg_ben_tac_im_learner_portal> (последно посетен: 09.09.2016)
- [3] HP Learning Center, <https://certification-learning.hpe.com/tr/learning_center.html> (последно посетен: 09.09.2016)
- [4] Moodle, <<http://moodle.org>> (последно посетен: 09.09.2016)
- [5] SCORM 2004 Specifications, <<http://www.adlnet.gov/scorm/scorm-2004-4th>> (последно посетен: 09.09.2016)
- [6] IMS Question and Test Interoperability Specification, достъпно на <<http://www.imsglobal.org/question/>> (последно посетен: 09.09.2016)
- [7] Stoyanov, S., Popchev I., Ganchev S., O’Droma M., From CBT to e-Learning, *Information Technologies and Control*, Vol. 4, 2005, pp. 2–10.
- [8] Stoyanov, S., Ganchev I., Popchev I., O’Droma M., An approach for the development of InfoStation-Based eLearning architecture, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, Vol. 62, No. 9, 2008, pp. 1189–1198.
- [9] Stoyanov, S., Popchev I., Doychev E., Mitev D., Valkanova V., Stoyanova-Doycheva A., Valkanov V., Minov I., Educational portal, *Cybernetics and Information Technologies (CIT)*, Vol. 10, No. 3, 2010, pp. 49–69.
- [10] Stoyanov, S., Ganchev I., Popchev I., O’Droma M., Venkov R., DeLC – Distributed eLearning Center, *1st Balkan Conference in Informatics*, Thessaloniki, Greece, ISBN: 960-287-045-1, 2003, pp. 327–336.
- [11] Doychev, E., *An environment for electronic educational services*, PhD Thesis, Plovdiv, Bulgaria: University of Plovdiv, 2013.

- [12] Orozova, D., Stoyanov S., Popchev I., Virtual education space, *International Conference “Knowledge – tradition, innovation, perspectives”*, Burgas, Bulgaria, ISBN: 978-954-9370-99-7, Vol. 4, 2013, pp. 153–159.
- [13] Stoyanov, S., A formal model of virtual education space, *International Conference “From DeLC to VelSpace”*, ISBN: 0-9545660-2-5.
- [14] Kehayova, I., Malinov, P., Stoyanov S., Intelligent personal assistants in a virtual learning space, *International Conference “From DeLC to VelSpace”*, Plovdiv, Bulgaria, ISBN: 0-9545660-2-5, 2014, pp. 175–182.
- [15] Pascoe, J., Adding Generic Contextual Capabilities to Wearable Computers, *2nd International Symposium on Wearable Computers*, 1998, 92–99.
- [16] Rao, S., Georgeff M., Modeling Rational Agents within a BDI Architecture, *Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, 1991, pp. 473–484.
Rao, S., Georgeff M., BDI Agents: from theory to practice, *First International Conference on Multi-Agent Systems ICMAS-95*, 1995, pp. 312–319.
- [17] Russell, S. J.; Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.)*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003, ISBN 0-13-790395-2, chpt. 2
- [18] Kehayova I., Malinov P., Valkanov V., Doychev E., “Module for Analyzing Electronic Test Results”, *International Conference “IEEE Intelligent Systems IS’16”*, Sofia, Bulgaria, ISBN 978-1-5090-1353-1, 2016, pp. 784–788.

Факултет по математика и информатика

Пловдивски университет

Бул. „България“ 236,

4003 Пловдив, България

e-mail: pero.malinov@gmail.com, irena.kehayova@gmail.com

ANALYTICAL LEVEL OF VELSPACE – STRUCTURE AND RELATIONSHIPS

Pencho Malinov, Irena Kehayova

Abstract. The article presents in detail the Analytical level of the Virtual Learning Space, its structure and relations with other components of the system, which are structured in three different levels of abstraction - analytical, semantic and sensory. Semantic level refers knowledge's representation in the system that agents use for the outside world and their inner beliefs. The knowledge is presented through ontologies.