ВИРТУАЛНО ОБРАЗОВАТЕЛНО ПРОСТРАНСТВО – НАСТОЯЩЕ И БЪДЕЩЕ

Станимир Недялков Стоянов[1]
Даниела Ананиева Орозова[2]
Иван Петков Попчев[1]
[1]*Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“*
[2]*Бургаски свободен университет*

VIRTUAL EDUCATION SPACE – PRESENT AND FUTURE

Stanimir Stoyanov
Daniela Orozova
Ivan Popchev

Abstract: *This paper provides briefly the current state-of-the-art of the Virtual Educational Space developing as an Internet of Things (IoT) ecosystem. The various types of components inhabiting the space are examined as well. In particular, the guards' architecture is presented in more detail. The challenges of the space' creating are also summarized in the paper.*

Key words: *eLearning, Virtual Education Space, IoT ecosystem, Intelligent Assistants, Guards.*

1. Въведение

Виртуалното Образователно Пространство (ВОП) се разработва в Лабораторията „Център за електронно обучение DeLC (Distributed eLearning Center)“ на Пловдивския университет, съвместно с Центъра по информатика и технически науки на Бургаския свободен университет. Пространството се изгражда наследник на средата за електронно обучение DeLC [1,2], предоставяща електронно учебно съдържание и електронни образователни услуги за планиране, организация и провеждане на учебен процес в университет [3]. Някои характеристики на средата са следните:

- Поддържат се международно приети стандарта за две от най-съществените дейности в един учебен процес – SCORM 2004 за самоподготовка и QTI 2.1. за електронно тестване на студентите [4];
- Специализиран образователен портал предоставя достъп до информационните ресурси на средата [5];
- В средата е интегрирана система за работа със събития;
- Предлага се инфраструктура [6,7] и поддържащ мидълуер за мобилни образователни услуги [8].

DeLC се използва от години във Факултета по математика и информатика на Пловдивския университет и в последно време в Центъра по информатика и технически науки на Бургаския свободен университет.

Въпреки, че DeLC е успешен проект за използване на информационни и комуникационни технологии в образованието, той има и съществени недостатъци, един от които е липсата на тясна и естествена интеграция на неговата виртуална среда с физическия свят, в който се провежда реалния учебен процес [9]. По наши предварителни проучвания, Интернет на нещата (Internet of Things, IoT) и Семантичния уеб (Semantic Web) – две възникващи технологии в Интернет пространството – могат да подпомогнат решаването на този съществен недостатък DeLC. В допълнение към това, тези технологии могат да способстват за повишаване степента на интелигентност на средата. Така се роди идеята не за усъвършенстване, а за трансформация на средата DeLC в нова инфарструктура, наречена Виртуално Образователно Пространство (ВОП) [10,11].

Развивайки първоначалните идеи, във времето възникна цялостна концепция, която предвижда от една страна, ВОП да продължава да се развива и усъвършенства като интелигентна среда за електронно обучение, а от друга – да се изгражда като експериментална среда за решения и прототипни реализация, свързани с управлението на комплексни интелигентни системи, предимно в областта на IoT и роботиката [12,13]. За подпомагане обучението ще се поддържат предимно две форми на електронното обучение – смесено обучение и учене през целия живот.

Настоящата публикация цели да представи актуалното състояние на виртуалното образователно пространство и да обобщи съществените проблеми и предизвикателства, свързани с бъдещето на проекта.

2. Актуално състояние на ВОП

В редица публикации [14,15] са описани детайлно общите характеристики и архитектура на ВОП. В някои по-скорошни публикации [16,17] пространството се представя като IoT екосистема. Тук ще бъде представено накратко актуалното състояние на проекта.

В съответствие с базовите принципи на IoT [18], ВОП се изгражда като екосистема на следните три логически (условни) нива:

- Ниво на достъп до ресурсите на пространството;
- Оперативно и аналитично ниво;
- Сензорно ниво.

2.1. Ниво на достъп

Достъпът до информационните ресурси и услугите на пространството се осъществява основно посредством персонални асистенти (ПА). Допълнителна възможност предоставя специализираният образователен портал DeLC 2.0.

Персонални асистенти. Основното предназначение на ПА е да подпомагат потребителите (в случая студенти и преподаватели) при работата им в пространството. Те оперират като своеобразни персонализирани входни точки на ВОП. При първоначална регистрация в пространството потребителите се снабдяват със собствен ПА. За целта се поддържа генетичен ПА, който взаимодействайки с образователния портал и модулът за регистрация генерира конкретен за дадения потребител ПА. Персоналните асистенти се разработват като BDI рационални агенти. В актуалната версия на ВОП е създаден прототип на ПА за студенти, наречен LISSA [19]. В LISSA е интегриран опростен интерфейс, с възможности за разбиране и генериране фрази на естествен език (английски).

Образователен портал DeLC 2.0. Актуалната версия на образователния портал поддържа две форми за електронно обучение – смесено обучение (blended learning) и учене през целия живот (lifelong learning). За смесената форма на обучение се предлагат 20 електронни лекционни курсове. В процес на разработка е учебно съдържание по две нови дисциплини – „Интернет на нещата“ и „Когнитивна роботика“. Изпитването на студенти се извършва чрез система за електронно тестване, интегрирана в портала [20]. Провеждането на магистърската програма по софтуерно инженерство във Факултета по математика и информатика на Пловдивския университет напълно и в Бургаския свободен университет частично се осигурява от портала.

За учене през целия живот се разработват информационни ресурси в четири направления:

- *Когнитивна роботика* – разработва се на основата на университетския курс в съответствие с особеностите на учене през целия живот [21]. Предназначен е предимно за млади хора, интересуващи се от проблемите на роботиката;
- *Правила за движение* – изборът на тази тематика се мотивира с това, че на този съществен проблем не се отделят достатъчно часове в учебните програми. Целта е децата да изучават правилата за движение по един интересен и креативен начин в среда, близка до реалната. От изследователски аспект интерес за нас представлява изграждане на интелигентни агентно-ориентирани среди за игрово-базирано обучение, предназначено за средното училище [22];
- *Културно-историческо наследство* – разработване на електронно съдържание и средства за представяне на богатото културно-историческо наследство на България. Изследване възможностите на семантичното моделиране (онтологии) за интелигентно търсене и доставка на учебно съдържание в пространството представлява за нас определен научен интерес [23]. Предвиждат се две форми на предоставяне на електронното съдържание – като динамично генерирани контекстно-зависими и персонализирани културно-исторически маршрути и като интелигентен персонален екскурзовод;
- *(Английско) Езиково обучение* – проект, предоставящ интересни възможности, който е в процес на първоначално експериментиране и концептуална разработка [24]. Обмислят се две форми на поддръжка. Първата, предназначена за деца, комбинира езиковото с игрово-базираното обучение. Втората е езиково обучение, специализирано в терминологията на области като напр., софтуерни технологии, изкуствен интелект, роботика, Интернет на нещата, мехатроника.

2.2. Оперативно и аналитично ниво

Това е нивото с изключително значение за степента на интелигентност на пространството поради това, че тук се представя цялостната сензорна информация, което позволява реализиране на модели за вземане на решения, свързани с оперирането и управлението на ВОП. В актуалната версия се разработват два модела:

- Студентска книжка – решения за подобряване успеваемостта на студентите;
- Преподавателски бележник – решения за подпомагане на студентската книжка и за повишаване резултатността на преподавателската дейност [25].

2.3. Сензорно ниво

Основната функция на сензорното ниво е събиране, регистриране, трансформиране и пренасяне на различни данни, съществени за оперирането и управлението на пространството. Най-общо, във ВОП се поддържат три типа сензори – виртуални, физически и логически. Физическата сензорна информация се получава и предварително обработва чрез гардовете на пространството. За пространството физическият свят представлява множество от физически сензори, достъпни за гардовете.

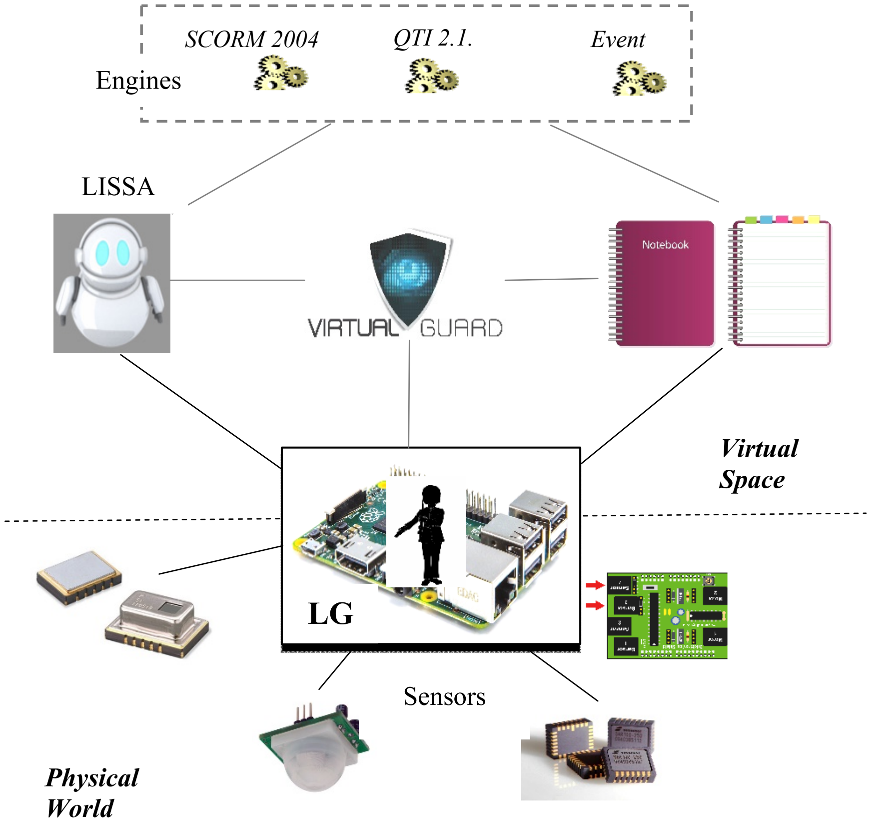
За разлика от физическите, виртуалните сензори са абстракции. Типични източници на виртуални сензорни данни в пространството са трите машини:

- SCORM 2004 Engine – сензорна информация за самоподготовката на студентите;
- QTI 2.1. Engine – сензорна информация за изпитването на студентите;
- Event Engine – сензорна информация за възникнали в пространството събития.

Логическите сензори са комбинация от двата горепосочени типа.

2.4. Гардовете във ВОП

Характерна особеност за гардовете е, че те могат да оперират навсякъде в пространството. Отчитайки това обстоятелство различаваме различни видове гардове (Фиг. 1.). Изключително съществена е ролята на така наречените *логически гардове* (LGs), задачата на които е да събират сурови (първични) данни от единични или групи физически сензори. Тези данни могат да бъдат първоначално обработени, трансформирани и транспортирани към останалите компоненти на пространството. В този смисъл, логическите гардове оперират като своеобразен интерфейс между физическия и виртуалния свят във ВОП.



Фиг. 1. Гардове

Вторият вид, виртуалните гардове (VGs), напълно оперират във виртуалното пространство. Двата вида гардове могат да взаимодействат както помежду си, така също и с други компоненти на пространството.

2.5. Моделиране на пространството

Както беше подчертано, ВОП се разработва като комплексна IoT екосистема, изградена от различни типове интелигентни компоненти, между които съществуват сложни връзки и трудно за управление и синхронизиране взаимодействие. Използването на модели за анализ на архитектурата и поведението на бъдещите прототипи е от огромно значение за успеха на проекта. Особено полезно може да се окаже използването на формални средства за моделиране на ВОП. Идеи за използване на такива са представени в [26].

Проведени са първоначални експерименти за моделирането на пространството посредством CCA (Calculus of Context-aware Ambients) [27]. CCA е формална система, предоставя подходяща математическа нотация и средства за моделиране на мобилни и контекстно-информирани системи, отделните елементи на които се представят като амбиенти (от ambient – околен, заобикалящ, обкръжаващ). В [28] детайлно е представен контекстно-информиран модел на DeLC. В три дипломни работи се демонстрират възможности за амбиентно-ориентирано моделиране на ВОП, като са представени модели на персонален асистент на студент и на физически учебни пространства.

3. Технологии на ВОП

Целта ни е да специфицираме единна технологична развойна среда за програмно-техническата реализация на пространството. Като хардуер и софтуер пространството е система с висока степен на сложност, където се използват различни типове софтуерни и хардуерни компоненти. За подпомагане на ефективен развой е необходима единна интегрирана технология, която да осигурява:

- Хомогенност – по възможност единна програмна основа и run-time среда;
- Свързаност – възможности за използване на подходящи интерфейси, протоколи и стандарти, които да осигуряват оперативна съвместимост на различните типове софтуерни и хардуерни компоненти.

Ниво	**Компонент**	**Технология**
Достъп		
	Образователен портал	Grails, Groovy, Grails(Groovy)-JADE
	Персонален асистент	Jadex, JADE, LADE-LEAP, Android Studio, WS-*, RESTful Services
Аналитично ниво		
	Студентска книжка	Jadex, JADE, WS-*, RESTful Services
	Преподавателски бележник	Jadex, JADE, WS-*, RESTful Services
	Онтологии	Protégé, OWL 2
	Образователни игри	HTML5, JavaScript, HTML5/JavaScript-JADE
Сензорно ниво		
	Гардове	OSGi, JADE-OSGi
Моделиране		EC (Event Calculus), ITL (Interval Temporal Logics), CCA (Calculus of Context-aware Ambients)

Фиг. 2. Стандартни технологии на ВОП

На Фиг. 2. са обобщени използваните технологии за актуалната прототипна реализация на отделните нива и включените в тях компоненти. Интерфейсите Grails (Groovy)-JADE и HTML5/JavaScript-JADE са собствена разработка.

4. Предизвикателства

Предизвикателствата, съпътстващи изграждането на пространството, са свързани предимно с осигуряване желаната степен на неговата интелигентност. Някои от тях ще бъдат дискутирани накратко в този раздел.

Изграждане на единна интегрирана технология. Интегрираната технология предоставя възможности и средства за синтактично и комуникационно взаимодействие между различните типове компоненти, използвани в пространството и разположени в различните архитектурни нива. Основа на интегрираната технология са Java базираните стандартни технологии, представени в таблицата на Фиг.2. Основни компоненти на пространството са асистентите, реализирани като интелигентни агенти – автономен софтуер със сравнително сложна вътрешна архитектура. Сам по себе си един агент е софтуерен компонент, опериращ отчитайки динамиката на околната среда и неподходящ за доставка на бизнес-функционалност. Услугите са добро решение за реализация на функционалност, но те са статични, не са проактивни и не могат да бъдат самостоятелни компоненти в пространството. По тази причина агенти включват във вътрешната си архитектура подходящи интерфейси към услуги. Така пространството оперира като екосистема за електронно обучение, отворена за разширяване с нови образователни услуги. Освен това, асистентите трябва да могат да комуникират с физическия свят. За целта се използват подходящи агентно-сензорни интерфейси.

Осигуряване на пълна интероперативност във ВОП. Интегрираната технология е ядро на интероперативността на ВОП, но недостатъчна за осигуряване на условия за интелигентно взаимодействие. Необходимо е да се допълва с подходи, методи и средства подпомагащи семантични аспекти на взаимодействието. Такива подходи, използвани в пространството са следните:

- Агентно-ориентиран подход – мощен подход за разработване на автономни интелигентни софтуерни компоненти с менталност, включващ също език за взаимодействие (ACL);
- Използване на стандарти – двата стандарта за електронно обучение SCORM 2004 и QTI 2.1. използват и специфицират структури (напр. LOM) с еднозначни синтаксис и семантика, което позволява унифицирана интерпретация от различните видове компоненти на пространството;
- Семантично моделиране – съществен аспект на интелигентността е степента на формализация и автоматизирана интерпретация на използваните данни. Агентно-ориентираният подход и използването на стандарти решават частично и ограничено решават този проблем. Допълнително използваме семантично моделиране на информацията (под формата на онтологии);
- Единен унифициран за пространството модел на събитията.

Проактивни и самообучаващи се асистенти. Съществено изискване за осигуряване на задоволителна интелигентност на ВОП е наличието на интелигентни асистенти. Под „интелигентност“ в случая разбираме асистенти, показващи контекстно-информирано реактивно, проактивно и социално поведение в зависимост от състоянието на пространството [29]. В този смисъл, основополагащо е изграждане на проактивни и самообучаващи се агенти. Съществуват различни подходи и теоретични модели. Големият проблем е провеждане на изследвания и експерименти за създаване на конкретни, подходящи за целите на ВОП модели. Възможен ли е генетичен модел, общ за всички или групи асистенти или за всеки отделен асистент е необходим конкретен модел?

5. Заключение

Работата по прототипната имплементация на ВОП започна през последните две години. Обобщавайки актуалното състояние може да се направи извода, че е възможно бъдещо използване на пространството в следните насоки:

- Електронно обучение – утвърждаване и разширяване поддръжката на смесена форма на обучение и обучение през целия живот. Съществено е въвеждането на две нови тематики и във двете форми – „Интернет на нещата“ и „Роботика“;
- Научни експерименти – средата да се използва за търсене на интелигентни решения, разработване на и експериментиране с прототипи на комплексни IoT и роботизирани приложения;
- Виртуална екипност – пространството да предоставя възможности за съвместна научно-изследователска работа на физически разделени екипи.

Решаващо за постигане на това е съсредоточаване на усилията за справяне с представените по-горе предизвикателства.

Благодарност. Изследванията са частично финансирани от НПД на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ по проект НИ15-ФМИ-004, „Иновативни фундаментални и приложни научни изследвания по компютърни науки, математика и педагогика на обучението”.

Литература

1. S.Stoyanov, I.Ganchev, I.Popchev, M.O’Droma, From CBT to e-Learning, Journal „Information Technologies and Control”, No. 4/2005, Year III, Pp. 2-10, ISSN 1312-2622
2. S.Stoyanov, I.Ganchev, I.Popchev, M.O’Droma, An Approach for the Development of InfoStation-Based eLearning Architectures, Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci., 61, No 9, 2008, Pp.1189-1198.
3. С. Стоянов, И. Попчев, DeLC – минало, настояще, бъдеще, пленарен доклад, Международна конференция „From DeLC to VelSpace”, 26-28 март 2014, Пловдив, ISBN: 0-9545660-2-5.
4. S. Stoyanov, I. Popchev, E. Doychev, D. Mitev, V. Valkanov, A. Stoyanova-Doycheva, V. Valkanova , I. Minov, DeLC Educational Portal, Cybernetics and Information Technologies (CIT), Vol.10, No 3., Bulgarian Academy of Sciences, 2010, pp. 49-69
5. Дойчев, Е. , Среда за електронни образователни услуги, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”, Пловдив, 2013
6. 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-Teh. ISBN: 978-953-307-010-0, 2009 Pp. 115-139.

7. S.Stoyanov, V. Valkanov, I. Popchev, A. Stoyanova-Doycheva, E. Doychev, A Model of Context-Aware Agent Architecture, Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci., Tome 67, № 4, 2014, pp. 487-496.
8. S. Stoyanov, I. Ganchev, M. O’Droma, H. Zedan, D. Meere, 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
9. С. Стоянов, И. Попчев, Инфраструктури за електронно обучение, списание „Техносфера“, БАН, 4(30)/2015, ISSN 1313-38612015, 38-45.
10. Stoyanov, S., Context-Aware and Adaptable eLearning Systems, PhD Thesis, STRL, De Montfort University, Leicester, UK, 2012.
11. Д. Орозова, С. Стоянов, И. Попчев, Виртуално образователно пространство, Научна конференция с международно участие „Знанието – източник на иновации“, БСУ, 14-15 юни, 2013, ISBN 978-954-9370-99-7, 153-159.
12. С. Стоянов, Д.Орозова, И. Попчев, Е. Дойчев, Виртуално пространство за продължаващо обучение, Научна конференция с международно участие „Хоризонти в развитието на човешките ресурси и знанието”, 12-14 юни 2015 г., БСУ, ISBN 978-619-7126-11-2, 419-425
13. А. Тоскова, Б. Тосков, С. Стоянов, Д. Орозова, А. Стоянова-Дойчева, „Когнитивна роботика“ за продължаващо обучение, Научна конференция с международно участие „Хоризонти в развитието на човешките ресурси и знанието", 12-14 юни 2015 г., БСУ, ISBN 978-619-7126-11-2, 426-433
14. С. Стоянов, И. Попчев, DeLC – минало, настояще, бъдеще, пленарен доклад, Международна конференция „From DeLC to VelSpace”, пленарен доклад, 26-28 март 2014, Пловдив, ISBN: 0-9545660-2-5, 29-40.
15. Вълканова, В., Изследвания на виртуално образователно пространство в средното училище, ИИКТ-БАН, дисертация, Академично издателство „Проф. Марин Дринов”, 2014, София.
16. S. Stoyanov, A Virtual Space Supporting eLearning, Proceedings of the Forty Fifth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians Pleven, April 6–10, 2016, 72-82
17. С. Стоянов, В. Вълканов, В. Вълканова, Виртуално образователно пространство като IoT екосистема, 6-та Национална конференция по електронно обучение във висшите училища, 2-5 юни, 2016, Китен
18. M. A. Razzaque, M. Milojevic-Jevric, A. Palade, Siobhán Clarke, Middleware for Internet of Things: A Survey, IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 3, NO. 1, FEBRUARY 2016, 70-95.
19. J. Todorov, B. Daskalov, S. Stoyanov, I. Popchev, V. Valkanov, Learning Intelligent System for Student Assistance – LISSA, 2016 IEEE 8 th International Conference on Intelligent Systems, 4-6 September, Sofia, 748-753
20. K. Gramatova, S. Stoyanov, E. Doychev, V. Valkanov, Integration of eTesting in an IoT eLearning ecosystem - Virtual eLearning Space, BCI '15, September 02-04, 2015, Craiova, Romania, © 2015 ACM, ISBN 978-1-4503-3335-1/15/09, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2801081.2801086, Art. 14.
21. А. Тоскова, Б. Тосков, С. Стоянов, Д. Орозова, А. Стоянова-Дойчева, „Когнитивна роботика“ за продължаващо обучение, Научна конференция с международно участие „Хоризонти в развитието на човешките ресурси и знанието”, 12-14 юни 2015 г., БСУ, ISBN 978-619-7126-11-2, 426-433

22. А. Петров, А. Петров, В. Вълканова, И. Димитров, Игриво-базирано обучение във Виртуално Образователно Пространство, Юбилейна научна конференция с международно участие „Новата идея в образованието", 20-21 септември 2016 г., БСУ.
23. M. Miteva, A. Stoyanova-Doycheva, N. Stancheva, Development Intelligent Environment for Generating eLearning Lessons about Cultural-Historical Heritage of Bulgaria, Юбилейна научна конференция с международно участие „Новата идея в образованието", 20-21 септември 2016 г., БСУ
24. A. Stoyanova-Doycheva, V. Ivanova, S. Stoyanov, E. Doychev, An Intelligent System in Support of English language Learning and Teaching, Юбилейна научна конференция с международно участие „Новата идея в образованието", 20-21 септември 2016 г., БСУ.
25. I. Kehayova, V. Valkanov, P. Malinov, E. Doychev, Architecture of a Module for Analyzing Electronic Test Results, 2016 IEEE 8 th International Conference on Intelligent Systems, 4-6 September, Sofia, 779-784.
26. S. Stoyanov, 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, 978-953-51-0054-6, Hard cover, 366 pages, pp. 185-218.
27. F. Siewe, H. Zedan, A. Cau, The Calculus of Context-aware Ambients, Journal of Computer and System Sciences 77 (2011) 597–620.
28. M. H. Al-Sammarraie, Policy-based Approach For Context-aware Systems, PhD Thesis, Software Technology Research Laboratory De Montfort University,July 2011, Leicester, United Kingdom.
29. M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, Wiley, 2009.