



Технически университет София



Факултет по електронна техника и технологии

Катедра „Микроелектроника“

Славка Славчева Цанова

**ВИРТУАЛНИ СИСТЕМИ ЗА ОБУЧЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНОТО
ОБРАЗОВАНИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертацията
за присъждане на научна степен *„доктор на науките“*

Научно направление: 5.2 „Електротехника, електроника и
автоматика“, научна специалност: „Автоматизация на
непроизводствената сфера“

София, 2018 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Микроелектроника“ към Факултет по електронна техника и технологии на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 23.04.2018 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 01.10.2018 г. от 15:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-133 / 26.04.2018 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. Проф. д-р Марин Христов – председател
2. Проф. д.т.н. Тихомир Таков – научен секретар
3. Проф. д-р Емил Манолов
4. Доц. д-р Георги Ангелов
5. Проф. д-р Румен Николов
6. Проф. д-р Красен Стефанов
7. Проф. д-р Стефан Табаков

Рецензенти:

1. Проф. д.т.н. Тихомир Таков
2. Проф. д-р Румен Николов
3. Доц. д-р Георги Ангелов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултет по електронна техника и технологии на ТУ-София, блок №1, кабинет № 1332А.

Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора и всички изследвания са извършвани и внедрени в международни научноизследователски и образователни проекти.

Автор: проф. д-р инж. Славка Цанова

Заглавие: Виртуални системи за обучение в инженерното образование

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София.

Увод

Обучението през интернет е актуално! До него се достига лесно от целия свят, то предлага интегрирани средства за представяне и комуникация, осигурява по-добри възможности за актуализиране и повторно използване на учебните материали и така нататък. Всичко това е вярно, поради което някои автори твърдят, че то дава „технологичен тласък“ за подобряване качеството на образованието. „Но медиите никога няма да повлияят на ученето“ (Clark, 1994). Единствено методите на преподаване могат да подобрят качеството на образованието, като остава отворен въпросът дали днешната Web технология поддържа използването на методи на обучение, необходими за получаване на комплексни познавателни способности. За да стимулира развитието на компетенциите или на сложните познавателни умения, Web базираното обучение не трябва да се състои в представяне на съдържание, а в комплексни задачи за обучение, представени в една интелигентна (често симулационна) среда. Актуалността на проблема е подчертана и в препоръките от доклада "Инвестиране в бъдещето на професиите и сценарии на уменията" на Европейската комисия, които са насочени към нуждите от образование и обучение в сектора (компютърни, електронни и оптични продукти): "Повишаване на гъвкавостта в образованието и обучението чрез насърчаване на модулното обучение; стимулиране и улесняване на целенасоченото обучение през целия живот; подобряване на гъвкавостта във формите на обучение – разработване на електронно обучение и смесено обучение; предлагане на специализирани курсове в областта на сектора (компютърни, електронни и оптични продукти): проектиране, наноелектроника и нано-оптика. "

Изследванията ни през последните 22 години бяха насочени към разработване, тестване и внедряване на системи за електронно обучение, използващи принципа на системите за фирмено обучение насочени към подпомагане изпълнението на професионални задачи. Целта беше Web-базираното инженерно обучение да бъде по-ефективно чрез прилагане на подхода на фирменото обучение и най-важното чрез решаване на реални задачи, т.е. обучение като на работното място (work-based education). По-нататък необходимостта от сътрудничество между

университетите за преподаване на най-бързо развиващата се мулти-дисциплинарна наука, нуждаеща се от много ресурси и компетентности –микроелектрониката - доведе до разработване на разпределени системи за обучение, на следващ етап – и с виртуални лаборатории и днес – до облачно-базирани системи 33съвместно с много европейски страни.

Глава I представя литературен обзор на системите за подпомагане изпълнението на задачи (performance support systems PSS), техните компоненти и принципи на работа. До началото на нашите изследвания и експерименти PSS бяха използвани единствено за фирмено обучение, а не за образователни цели. Следващите две глави описват изследването и разработването на PSS за инженерно образование. Глава II представя реализациите на системите за образователни цели в различни области. Разработването на разпределени PSS е описано в глава III. В глава IV е представено създаването на виртуални лаборатории, вградени в разпределените PSS. Последната глава е посветена на последното ни научно изследване относно разработването на образователна облачно-базирана система, в която участват осемнайсет университета и фирми от девет европейски държави.

Представените в дисертацията изследвания и разработените виртуални системи за обучение са успешно реализирани в инженерното образование, но и в медицината, спорта, математиката, физиката и химията в 27 европейски и азиатски страни.

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 88 научни статии, от които 10 самостоятелни в списания и международни конференции в чужбина. За процедурата са представени само 47 публикации след 2012 г., т.е. след конкурса за професор на автора.

Дисертационният труд е в обем от 161 страници, като включва увод, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 114 литературни източници, като 113 са на латиница и 1 на кирилица. Работата включва общо 25 фигури. Номерата на фигурите в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

Цели на дисертацията

Дисертацията е насочена към проектирането и разработването на виртуална автоматизирана система за инженерно обучение с прилагане на иновативни педагогически подходи за изпълнение на реални задачи от проектирането до производството, с преподаване за подготовка за работното място.

Цели

1. Да се изследват системите за подпомагане изпълнението на задачи (performance support systems PSS) и да се проектират и реализират автоматизирани електронни PSS в инженерното образование.

2. Да се разработят разпределени системи за обучение, които да позволяват взаимодействие/интерактивност с учебни ресурси, състуденти, преподаватели и външни експерти, намиращи се на различни места и в различни държави, без ограничение във времето; да се усъвършенстват тези системи с разработване на виртуални лаборатории и да се реализират в няколко европейски страни.

3. Да се изследва, проектира и реализира между-университетска облачно-базирана инфраструктура и организация за обучение по микро- и наноелектроника (mClouds), която предоставя набор от отворени образователни ресурси, отдалечен достъп и споделяне на образователен и професионален софтуер, дистанционно и лабораторно обучение, базирано на практиката и реализиране на споделена сървърна инфраструктура, споделени ресурси за електронно обучение и отдалечен достъп до системите за автоматизирано проектиране във всеки университет.

Глава I Система за подпомагане изпълнението на задачи. Основни термини и принципи на проектиране

PSS е система, която предоставя на потребителя информация, напътствия и опит, където и когато потребителят се нуждае от това, за да изпълнява своята работа. **Преди да започнем изследването и разработването на PSS за образователни цели, тези системи са били разработени и използвани само за фирмено обучение.**

Повечето PSS се състоят от четири компонента: а) адвайзор или консултативен компонент, б) информационен компонент, в) компонент за обучение и г) компонент на потребителския интерфейс.

Puterbaugh (1990) предлага няколко препоръки как обучението в PSS да бъде различно от традиционното компютърно-базирано обучение. Условието за предварителни знания не трябва да присъстват в PSS. В PSS обучаемите трябва сами да решат дали трябва да прегледат тези условия.

Учебните резултати/записи не трябва да се съхраняват, ако изобщо е възможно. Една от основните цели за водене на тези записи е да се следва определената последователност на обучението. Тъй като обучаемият избира своя собствена последователност в PSS, няма нужда да се пазят записите на обучаемите.

Сегментите на уроците трябва да са възможно най-къси. В PSS обучаемите обикновено влизат в учебния компонент, за да научат за изпълнението на конкретна задача. Сегментът на урока трябва да обхваща само конкретната задача.

Учебните сегменти трябва да бъдат самостоятелни. Дизайнерът на PSS трябва да се опита да ограничи връзката на съдържанието с други секции на урока, защото няма гаранция, че обучаемият е гледал другите секции. Дизайнерът трябва да се опита да минимизира всички неопределени акроними и обратни препратки.

Дизайнерът не трябва да повтаря информация в информационния компонент по време на представянето на материала. Вместо това трябва да се използва връзка към тази информация. Избягването на дублирането на информация значително намалява разходите за разработване и поддръжка на PSS.

Обучаемите трябва да са максимално улеснени да използват компонента за обучение. Не трябва да се принуждава обучаемият да влиза в учебния компонент и трябва да може да "избяга" от обучението във всеки един момент.

PSS е набор от интегрирани компоненти, които предоставят на потребителя информация, насоки и опит в обучението навсякъде и всякога, когато потребителят се нуждае от него. Ключът към тази нова парадигма е да осигури безпроблемен потребителски интерфейс, който интегрира компонентите, които съставят PSS. PSS използват в своите компоненти широк спектър от технологии. Комбинацията от тези технологии дава предимствата на PSS пред всяка от използваните технологии. В PSS ограниченията на една технология обикновено се преодоляват от друга технология.

За нашето изследване приемаме определението "Електронната система за подпомагане на изпълнението на задачи е компютърно базирана система, която подобрява производителността на работещите чрез осигуряване на достъп на работното място до интегрирана информация, консултации и опит в обучението". Както обяснихме по-горе, PSS е разработен и използван само за корпоративно обучение. От 1996 г. ние изучаваме и развиваме PSS за образователни цели. Започнахме с инженерното образование и по-точно с микроелектрониката и въведохме системата в образователните системи в различни области. Резултатите от това изследване са представени в следващите глави.

Глава II Интернет-базирана PSS за инженерно образование

В тази глава обсъждаме подробно методологията за проектиране на PSS за образователни цели, архитектурата на системата и структурирането на съдържанието. Представено е реализирането на първите две образователни PSS системи и се описва създаденият Design Workflow модел. Накрая е направен преглед на приложенията на разработения модел и система в различни образователни контексти.

Методология за проектиране на PSS за образование

Дизайн, ориентиран към изпълнителите. Основната разлика между системите за подпомагане изпълнението на задачи и системите за обучение е фокусът на контрол. В системите за обучение авторът поема ролята на експерт и определя правилата за работа и критериите за успех. В PSS трябва да признаем експертния опит на изпълнителя в неговата среда и факта, че изпълнителят може да има допълнителна информация, която не се съдържа в системата или не се разглежда от нея.

Учене чрез правене. Голяма част от онова, което знаем, че можем да направим в работата, сме научили в процеса на работата. Затова обучителите трябва да осигурят обучение точно навреме или обучение при поискване, така че обучението да е част от работната среда и то само при нужда. Тази тенденция е много иновативна без съмнение е от полза за развитието на трудовите компетенции, но най-голямото ограничение на обучението е неговата абстрактност. Простото променяне на времето и мястото няма да го направи контекстуално подходящо. Нашите системи за обучение и подкрепа трябва все повече да моделират “учене на занаят”, а не просто да служат като системи за разпространение на информация.

“Чиракуването” вражда придобиването на умения в неговия социален и функционален контекст и прави “онова, което се научава,” по-смислено и ценно. Системата за подпомагане на изпълнението трябва да насърчава обучаемите да изпробват неща, които разширяват знанията и уменията си.

Организационна памет. Организационната памет се отнася до знанието, което една организация има или би могла да има за своя бизнес и до процеса, който използва, за да придобие и припомня това знание. Включва това, което се архивира в електронни и хартиени документи, но още по-важното е онова, което са научили хората в работата си. Колко често сме били в ситуация, в която трябва да научим нещо и вместо да го търсим в книги или други архиви се обаждаме на някого?

Нашите системи PSS трябва да се стремят да имитират базата от знания и процеса за придобиване на опит, който се използва от практикуващите. По този начин процесът трябва да бъде непрекъснат, вкоренен в практиката и опита и постоянно коригиран с нови входящи ресурси. Трябва да намерим начини за събиране и споделяне на опит.

Използване на технологиите. PSS е естествено продължение на съвременните технологии, които трансформират начина, по който хората работят и учат. Технологиите в PSS помагат на хората да бъдат във връзка, когато са мобилни, да бъдат компетентни, когато са неопитни, да бъдат разсъдливи, когато бързат, и да бъдат находчиви, когато са предизвикани.

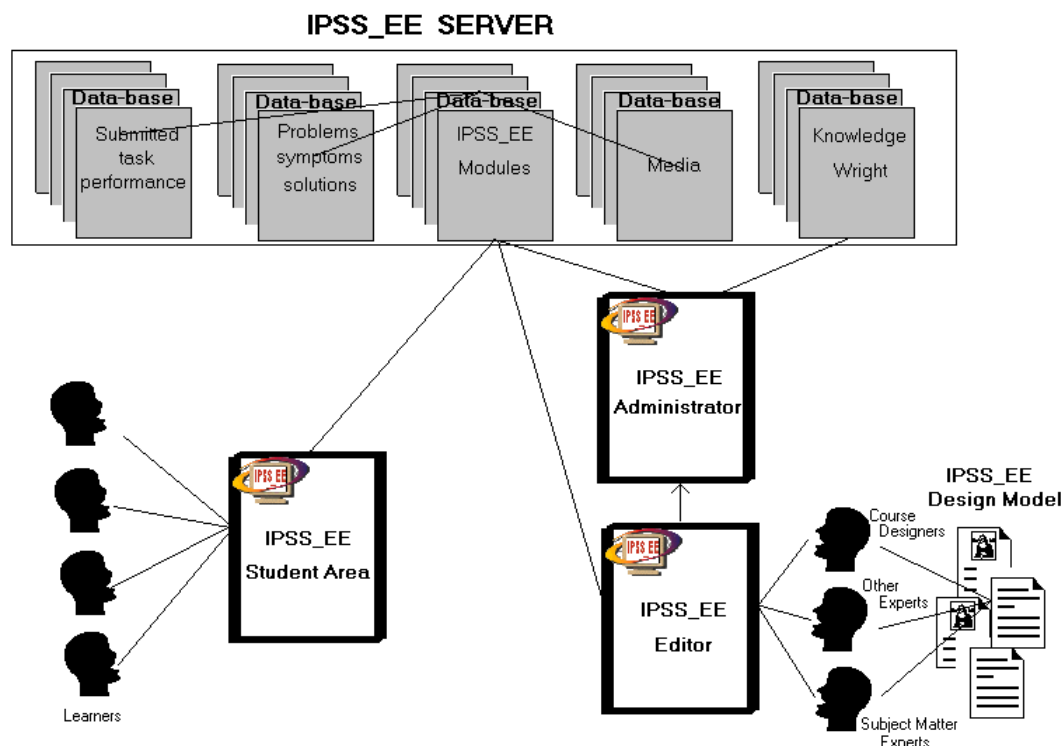
Първата образователна PSS

Първата разработена система беше през 2001 г. - интернет базирана PSS с образователни елементи (IPSS_EE). Разработената среда IPSS_EE съдържа три интегрирани уеб базирани системи (фиг.1):

1. IPSS_EE редактор за разработване на всички материали за обучение и изпълнение - за въвеждане на текст и обекти в текстови полета или за преглеждане на файлове в различни формати като елементи на IPSS_EE. Функция "Запазване" в редактора IPSS_EE автоматично попълва IPSS_EE база данни на сървъра.

2. Студентска зона IPSS_EE, съдържаща информационна зона с основното съдържание на курса, представено с хипервръзки и / или в база данни; област за компютърно-базирано обучение с примери, уроци, упражнения, тестове, проекти и консултативен компонент с експертна система.

3. Администратор на IPSS_EE, който позволява на администратора да чете информацията за проблеми, симптоми и решения за конкретен модул в системата и да създаде модела на експертната система (цел, въпроси, правила за настройка и диагностика) и след това да въведе този модел в Knowledge Wright Workshop. Резултатът е файл с експертни съвети, които могат да бъдат вградени в приложението IPSS_EE Student Area.



Фигура 1 Функционален модел на IPSS_EE [A65]

Обучаемите работят в IPSS_EE Student Area - IPSS_EE по конкретен предмет, с предварително дефинирани структурата с IPSS_EE Editor. Основната област в тази част е свързана със средата за изпълнение на задачите, където обучаемият може да изпълнява задачата, като използва приложения / файлове или симулационни програми. Други линкове осигуряват достъп до другите компоненти на IPSS_EE, които помагат на обучаемия да изпълни задачата - специфично за задачите обучение, инструкции как да се изпълнят задачите, референтна информация, софтуер за изпълнение на задачите и експертни съвети за проблеми и

неизправности. Всяка от тези части е представена в нов прозорец, отворен за работната среда. Основната причина за това беше:

- да се даде възможност на студентите да имат лесен и бърз достъп до елементите на IPSS_EE;
- студентите да се чувстват на работно място, а не в класната стая;
- студентите знаят, че основната цел е да се изпълни задачата и линковете са използвани за повишаване на качеството на това изпълнение.

Архитектура на IPCI

През 2002 г. бе разработена нова система за електронно обучение по проекта Леонардо да Винчи "Професионално обучение, базирано на ефективността - връзката между работа и образование" с акроним IPCI. Днес в търговската мрежа има редица системи за електронно обучение като Moodle, които имат всички тези функции и характеристики на IPCI, но през 2002 г. създадохме системата от нулата.

Системата IPCI е комплексна уеб базирана система за създаване и предоставяне на онлайн образователни курсове. Тя се основаваше на PHP / MySQL сървърния модел и беше изцяло платформено независима, позволявайки работа на операционни системи Linux / Apache или Windows / IIS сървър.

Структурата на студентския клиентски сайт е съвместима с уеб браузърите на Windows, Linux и Macintosh, поддържащи JavaScript. Структурата на тюторския клиентски сайт е също така съвместима с тогавашните уеб браузъри за Windows, Linux и Macintosh поддържащи JavaScript, но вграденият HTML редактор поддържаше само комбинация от Windows OS / Internet Explorer 5.5 или по-нова версия. Системата използваше комуникационна област, поддържаща системи за чат и форум. Имаше и система за съобщения по електронна поща и с пощенски списък, за изпращане на уведомления за различните събития в системата.

Системата IPCI се състоеше от четири нива на достъп – публична, студентска област, преподавателска област и административна.

Съдържание на основните PSS компоненти

PSS за целите на образованието е интегрирана електронна среда, достъпна през Интернет, и е структурирана така, че да предоставя индивидуален онлайн достъп до пълния набор от информация, насоки, съвети, данни, изображения, инструменти и софтуер, за да позволи на потребителя да изпълни задачите с минимална помощ и намеса от други източници и хора. Системата има две специфични характеристики: учебното съдържание се представя като "задачи за изпълнение", които са насочени към предварително зададени учебни резултати. Нямаме лекции, упражнения и изпит, вместо това имаме задачи за изпълнение, а студентите изпълняват задачи през семестъра, събират кредити за всяка задача и получават крайна оценка в края на семестъра. Трябва да отбележим, че тогава ECTS не беше въведена още.

Всяка задача се състои от:

- референтна информация за дадена задача или тясно свързани задачи;
- специфично за задачите обучение;
- експертни съвети относно задачата;
- инструкции за изпълняване на задачата с допълнителни материали и примери.

Потребителите на IPCI бяха и инженери, и студенти. Така че инструкциите в модулите за обучение бяха разработени в съответствие с технологията за PSS. IPCI съдържа: информационна област с основното съдържание на курса, представено с хипервръзки и / или в база данни; компютърно базирано обучение с примери, уроци, упражнения, тестове, проекти и консултантска област с експертна система.

Модел на интерфейса

Повечето автори (Kessels, 2001) се съгласяват, че най-важният аспект на PSS е потребителският интерфейс. Това е интерфейсът между компонентите и връзките към потребителя, които осигуряват на служителите инструментите за показване на информация, съвети и т.н.

В обучението по CAD в микроелектрониката е много трудно да се осигури съвместим, последователен външен вид и усещане за всички компоненти на PSS поради използването на професионален CAD софтуер, чийто интерфейс не може да бъде променен. Това, което можехме да направим, бе да осигурим съвместим външен вид на всички компоненти на PSS "около" CAD системата, т.е. за съветите, обучението и информационните компоненти.

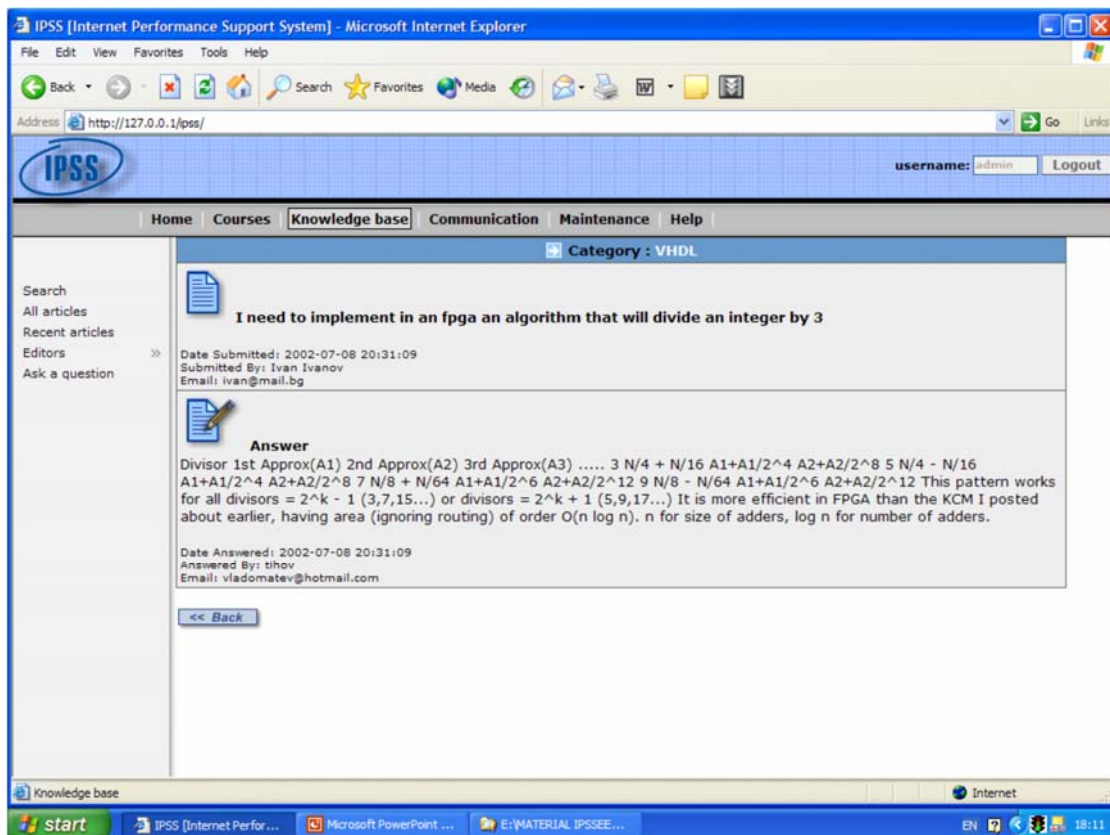
Консултативен компонент

Целта на консултативния компонент е да предоставя помощ, когато потребителят се нуждае от нея. Консултативният компонент обикновено се състои от помагало за работа в електронна форма. Потребителят не трябва да има дълбоко разбиране за задачата, за да използва съветите. Ако потребителят желае по-задълбочено разбиране на задачата, той може да потърси нужната информация в информационния компонент или да бъде обучен в компонента за обучение. В нашата система, освен мощното "помагало за работа" - базата от знания, експертната система от типа "решаване на проблеми" представляваше консултативния компонент.

База знания

Нашата PSS трябваше да се стреми да имитира базата от знания и процеса за придобиване на опит, който се използва от практикуващите инженери. По този начин процесът трябва да бъде непрекъснат, вкоренен в практиката и опита и постоянно коригиран с нови входящи ресурси. Трябва да намерим начини за събиране и споделяне на опит.

И така, в проектираната IPCI базата от знания, което съдържание и принцип на проектиране беше описана в предишните глави, е основният компонент (Фигура 6).



Фигура 6. Екран на базата от знания на системата IPCI

Информационен компонент

Информационният компонент на IPCI предоставя информацията, която обучаваните изискват, за да изпълняват своите задачи / работа. Информационният компонент се състои от данни и инструменти, които потребителите биха могли да използват за достъп до данните. Данните могат да бъдат процедури, спецификации, снимки, филми, анимация и рисунки. Има много технологии, които могат да бъдат използвани от информационния компонент, включително бази данни, хипертекст и онлайн помощни системи. В IPCI е база данни и хипервръзки към външни за системата ресурси.

Компонент на обучението

Компонентът за обучение е създаден така, че потребителят да може да се обучава при поискване. Този компонент обикновено използва традиционната технология за компютърно обучение.

IPLECS модел на работния поток

Благодарение на осемгодишния опит в изследването, проектирането и внедряването на PSS в образованието изработихме модел за проектиране на учебната програма, ориентиран към изпълнението на задачи, наречен модел на работния поток. Той бе разработен в рамките на проекта IPLECS (P11). Моделът на работния поток на IPLECS представлява методология за проектиране на учебни материали на три различни нива на абстракция: нивото на съдържание за многократна употреба, където съдържанието на ученето е дефинирано по начин, приложим за различен контекст; дидактическото ниво, където ресурсите за учене се разглеждат в контекста на конкретна дидактическа употреба, напр. дадена университетска учебна програма; и нивото на използване, където се дефинира виртуалният клас, като се опише методологията на обучение, обучаемите и техните роли. Този модел на работния поток служи като помагало за работа на дизайнерите, като им помага да разработят учебна програма за PSS.

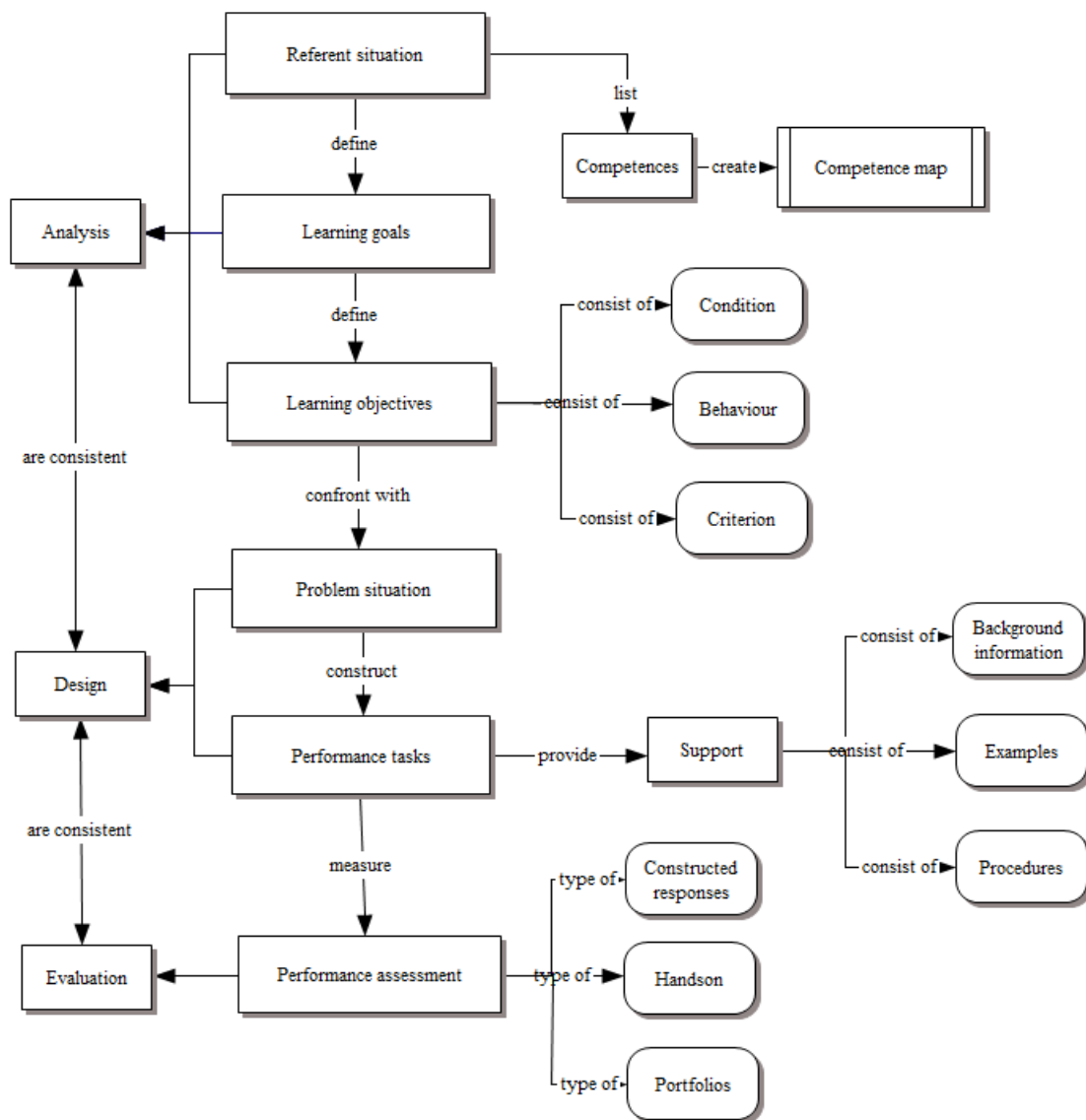
Работният модел на PSS се състои от няколко стъпаловидни градивни блока (фигура 11):

- Референтна ситуация
- Цели на обучението
- Учебна стратегия за поддръжка на ефективността
- Оценка на изпълнението
- Информация за курсове и графици.

Референтната ситуация е (работна) ситуацията, в която студентите, които са записани в учебната програма, ще прилагат своите знания, умения и нагласи след дипломирането, напр. "Информационна архитектура в компания за софтуерно инженерство".

Компетентност е способността да се прилагат или използват набор от свързани знания, умения и способности, необходими за успешното изпълнение на "критични работни функции", например "Прилагане на методологията за инженерно проектиране на

контекстуален дизайн". За всяка от основните референтни ситуации трябва да се определи набор от компетенции.



Фигура 15. Модел на работния поток на PSS

Внедряване на IPSS в различни среди за обучение

В рамките на няколко европейски проекта разработената система беше внедрена в различни среди за инженерно образование, но също и в медицината, математиката и точните науки, спорта.

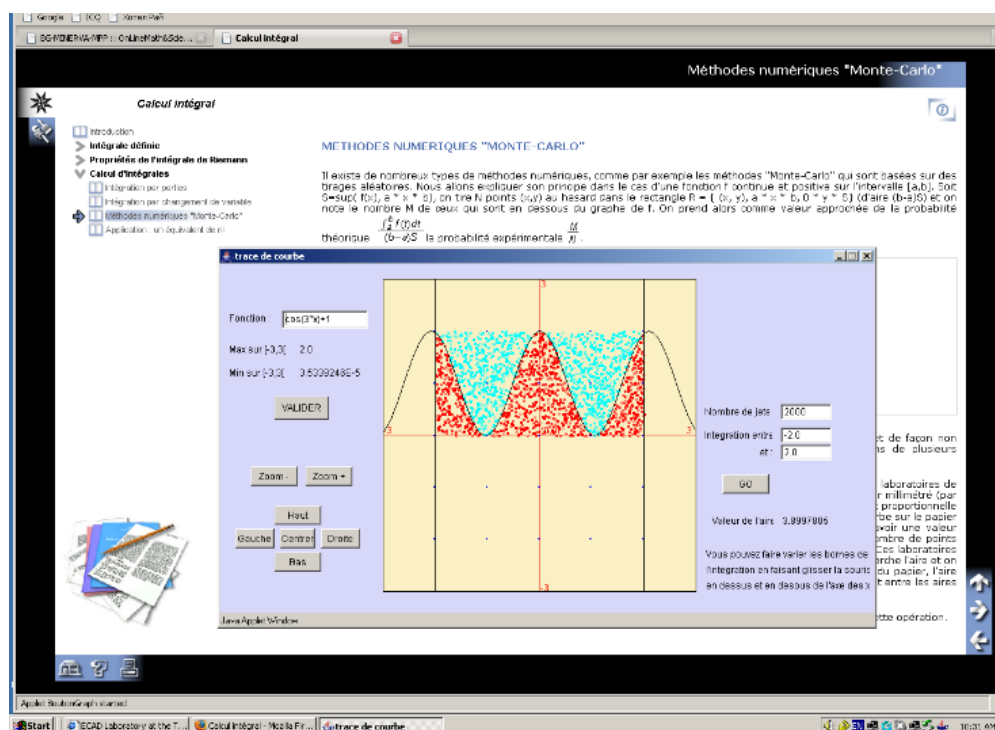
Math&Science

Проектът "Онлайн обучение по математика и точни науки" (P6) бе насочен към внедряването и оценката на иновативни подходи за активно и самостоятелно електронно обучение по математика и науки. Учебните материали и организацията на курсовете бяха разработени за хибриден начин на доставяне с а) уеб базирани модули с уроци в асинхронен (чрез електронна поща и пренос на файлове) и синхронен режим (online контакт с преподаватели и други обучаеми, компютърна конферентна връзка за цялата група) и б) някои форми на присъствено обучение, например семинари и практическа работа, групови дискусии, изучаване на казуси.

В рамките на проекта бяха проведени проучвания за ролята на ИКТ в учебните процеси. Основните аспекти на изследването бяха свързани с: педагогическата ефективност на обучението, ориентирано към студентите, на база на изпълнение на задачи; промяната на образователната мисия от преподаване до предоставянето на методи за персонално обучение; преходът от обективно към конструктивно знание (A50 Tzanova et al., 2006). **Беше тествана и ефективността на груповата работа по математика. Този подход беше използван преди само в международните олимпиади по математика и е доказано ефективен за много талантивите ученици. В проекта Math & Sciences го тествахме със студенти.**

На студентите се дават спецификациите на устройство, процес или математически проблем, който трябва да бъде решен, и са обяснени принципите за разработване и управление на проекти. Учещите работят в групи от най-малко трима души, ръководени от мениджър на проекта. Акцентът е върху съвместната отговорност, обмен на информация и обсъждането. Студентите планират организацията на екипа, решават кой ще

играе ролята на мениджър и планират дейностите, които да бъдат изпълнени за разработването на проекта и техниките и инструментите, които ще бъдат използвани. Ръководителят на екипа координира работата и следи развитието на проекта.



Фигура 12. Курс по математика с Java аплет за симулиране на случаите с използване на метода Монте Карло

Резултатите от проекта бяха:

- среда за електронно обучение OnLineMath & Science с модули за обучение по математика, физика и химия със:
 - стая за самообучение, в която се предлагат модули за самостоятелно обучение;
 - групов работна стая, осигуряваща възможности за съвместно обучение с комуникационни инструменти "форум" и споделяне на файлове;
 - библиотека, включително електронни ръководства, тюториали, филми;
 - симулация и проектиране на виртуална лаборатория, изградена върху три вида учебни обекти за симулация:

демонстрация (в реално време), задачи (мимични или проблемни задачи) и изследване (хипотеза, експеримент, независимо или ръководено проучване)

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://telearn.tu-sofia.bg:8080> and the page title "ForEva - examen en cours - Mozilla Firefox". The page content is titled "Calcul d'intégrales" and presents the following problem:

On se propose de calculer les intégrales suivantes :

$$A = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} ; B = \int_0^1 \frac{x^2}{\sqrt{1+x^2}} dx \text{ et } C = \int_0^1 \sqrt{1+x^2}.$$

Question 1. -- Trouver une relation entre A , B et C puis, grâce à une intégration par partie (IPP) portant sur C , trouver une relation entre B et C .

Question 2. -- On considère la fonction f définie pour tout $x \in [0; 1]$ par

Below the problem, there is a toolbar with mathematical symbols and functions: $0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, \sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \ln(), \frac{x}{x^2}, \sqrt{1+x^2}, +, /$.

The answer area shows the following text:

Comme $\sqrt{1+x^2} = \frac{\sqrt{1+x^2}}{\sqrt{1+x^2}}$,
on en déduit que $C = A \cdot B$. (*)

La dérivée du produit donne : $u'(x)v(x) = (u(x)v(x))' - u(x)v'(x)$;
pour $u(x) = \frac{1}{\sqrt{1+x^2}}$ et $v(x) = \sqrt{1+x^2}$ on a $u'(x)v(x) = \sqrt{1+x^2}$

At the bottom, there are buttons for "delete item", "clear answer", "add answer", "del answer", "up", "down", "student", "note", and "author".

Фигура 13. Оценяваща система ForEva с пример за решаване на задача за интегриране

- Курсове, адаптирани и адаптивни към нуждите на всяка партньорска институция:
 - в математиката (фиг.12): логическа алгебра, реални числа, множества и функции, функции на клас C_n , интегриране, диференциални уравнения, аритметика, полиноми, геометрично въвеждане в линейна алгебра, векторни пространства, линейна алгебра (матрици)
 - във физиката: статика, механика, електростатика, магнитостатика, електричество, оптика
 - в химията: термодинамика в химията, кинематика в химията, микроскопска структура на веществото,

стереоизомери, водни разтвори (A40, Марчева, Цанова, Радонов, 2008).

- Иновативна система за тестване (Фигура 13), базирана на решаване на проблеми в математиката, физиката и химията с услуги за PSS: решаване на ситуации - проблеми, проекти за груповата работа.

DECOM

PSS беше приложена и в обучението на експерти с различна специализация, участващи в извеждането от експлоатация на българските електроцентрали в Козлодуй [P4] и [P8].

Проектът DECOM [P5] беше координиран от учебния център на АЕЦ "Козлодуй". Партньорите бяха: CORYS TESS, Франция, CryoSnow GmbHG, Германия, VUJE, Inc., Словацка република, Център за ядрена безопасност в страните от Централна и Източна Европа (CENS), Словакия, Агенцията за ядрено регулиране и Техническият университет в София, България (A52, Цанова и Пиронков 2005).

Задачите за контролиране на функционирането и извеждането от експлоатация на атомни електроцентрали са от решаващо значение за безопасността на човека и околната среда и включват използването и прилагането на умения за намиране на решения, вземане на решения и мислене ефективно, т.е. умения на по-високо ниво. Според Keen (1992) компетентностите се отнасят до способността: да се справят с нерутинни и абстрактни работни процеси; да се справят с решенията и отговорностите; работят в неправилно дефинирани и постоянно променящи се среди; да работят в разширяващи се географски и времеви хоризонти; разбиране на динамичните системи; работа в екип.

Всички тези компетенции са необходими при извеждането от експлоатация на електроцентралите. По тази причина учебните стратегии и тактики за обучение на компетентности бяха използвани при разработването на системата за подпомагане на изпълнението (A53, Цанова и Пиронков 2005). PSS системата все още съществува в тренировъчния център на електроцентралите в

Козлодуй и много хора са обучени, но електроцентралите все още не са изведени от експлоатация поради различни причини, но не и липса на обучение.

EvEnEf

Проектът "Оценка на енергийната ефективност в строителния сектор" (EvEnEf) имаше за цел да подпомогне развитието на иновативни и конкурентоспособни професионални подходи в областта на енергийната ефективност в строителния сектор. Новите подходи в проектирането на сгради изискват нови умения, нови технологии и нови практики. Дори ако някои от тези специалисти са наясно с предизвикателството, свързано с енергийната ефективност и могат да бъдат считани за лидери в този сектор, обучението не винаги е приоритет за мнозинството от тях поради икономически ограничения. Остават значителни усилия за привлекателността и достъпността на модулите за продължаващо обучение в строителния сектор. Целта на проект EvEnEf беше да адаптира и интегрира в PSS иновативни курсове за обучение за подобряване на енергийната ефективност в строителната индустрия (A20, Tzanova et al., 2015).

Платформата за електронно обучение бе обогатена с визуални елементи и симулации, които позволяват на предприемачите да съблюдават различни практики в строителната индустрия в различните страни и също така да позволяват симулации на интервенции. Симулациите и триизмерните виртуални представяния за обучение позволяват на участниците да наблюдават различни практики в строителната индустрия с различно потребление на енергия в различните страни. Тези технологии включват Web3D стандарти като VRML / X3D, спецификацията U3D, Java3D, персонализирани разработки, използващи 3D двигатели в реално време и физически симулатори (A16, Tzanova et al., 2015).

On-lineOrtho

В проект On-lineOrtho [P13] приложихме подхода PSS в медицинското обучение и разработихме интелигентна медицинска среда за ортопедичната хирургия (A41, Tzanova et al., 2009).

Един от основните принципи на електронното здравеопазване е доказателствената медицина (evidence-based) и онлайн обучението на лекарите. Доказано-базираната медицина намалява ролята на интуицията, несистематичния клиничен опит и патофизиологичната обосновка като достатъчно основание за вземане на клинични решения и подчертава изследването на доказателствата от клиничните изследвания. Липсата на достъп до информация остава една от основните бариери пред базираната на доказателства медицина.

За да се намали бариерата до базираната на доказателства медицинска информация и да се тренират уменията на медицинските лекари от по-висша степен, On-lineOrtho трансферира положителните резултати от използването на PSS в обучението по информатика, микроелектроника, математика, науки и спорт в медицината.

Новите разработки в приложенията, вариращи от обработка на изображения до роботика, водят до нови подходи към диагностиката (обработка и анализ на изображения) и минимално инвазивна хирургия (артроскопия). В PSS средата за хирургическа подготовка бе включена многоезична система от курсове за дистанционно обучение, изпълнявани с усъвършенствани технологии за виртуална реалност (A34, Tzanova & Mileva 2010). Внедrixме идеята за виртуалната хирургия. В системата беше предавана операция на живо от хирург, работещ в една болница в България, и видеоконферентна връзка с останалите експерти от Гърция, Ирландия и България.

OrthoBioMed

С новите разработки в областта на биомедицинското инженерство и информационните и комуникационните технологии се породиха нуждите от обучение за компютърно-асистирана хирургия и нови хирургически техники и модели на импланти. В проекта OrthoBioMed [P20] приложихме подхода с PSS за курсове за обучение на медицински специалисти (специализанти и хирурзи), както и на инженери, участващи в разработването и производството на импланти за разпространение на новите подходи за диагностика и в ортопедична хирургия (A19, Tzanova et al., 2015).

OrthoBioMed представлява PSS платформа за електронно обучение с курсове за обучение, специализирани в областта на костните фрактури и остеосинтеза, както и постоянен достъп до практически модули. OrthoBioMed също така поддържа база данни с анонимни случаи, която непрекъснато се актуализира с предупредителна и постоперативна информация за пациентите (A21, Tokmakova et al., 2014).

Системата предлага (A17, Tzanova et al., 2015):

- Специализирани курсове за обучение;
- База данни с анонимни клинични случаи;
- Виртуална общност от квалифицирани специалисти (дискуссионни табла, чатове, въпроси, блогове и т.н.);
- Използване на симулационните услуги с генерични импланти;
- Инструмент за анализ на фрактурите на костите.

Така че, с двата проекта On-lineOrtho и OrthoBioMed, бяхме един от пионерите в областта на електронното здравеопазване в България през 2008 г. За съжаление досега националната система за електронно здравеопазване все още не е достъпна.

Заклучение

В тази глава са описани резултатите от дългогодишното изследване на разработването на системи за подпомагане на изпълнението на задачи за целите на образованието, новата методология, моделът на работния поток за проектиране на системата и редица внедрени системи в много европейски страни и в различни сфери на образованието.

Иновативната методология на IPSS бе разработена, тествана и приложена в редица европейски университети, политехники, институции за професионално обучение в рамките на четири пилотни проекта. Опитът ни връщаше много позитивни резултати - доказано бе, че подходът с PSS е по-ефективен от традиционния подход с лекции и следващи упражнения (откривателно-индуктивен подход) при обучението на умения от по-високо ниво, за подготовката на студентите за самообучение, самоусъвършенстване, адаптиране към новите професии. Като нова технология, IPSS променя традиционните учебни системи в тясно свързани с обучението на работното място. В тази връзка тези системи имат силен потенциал да помогнат на студентите да усвоят умения, свързани с бъдещата работа.

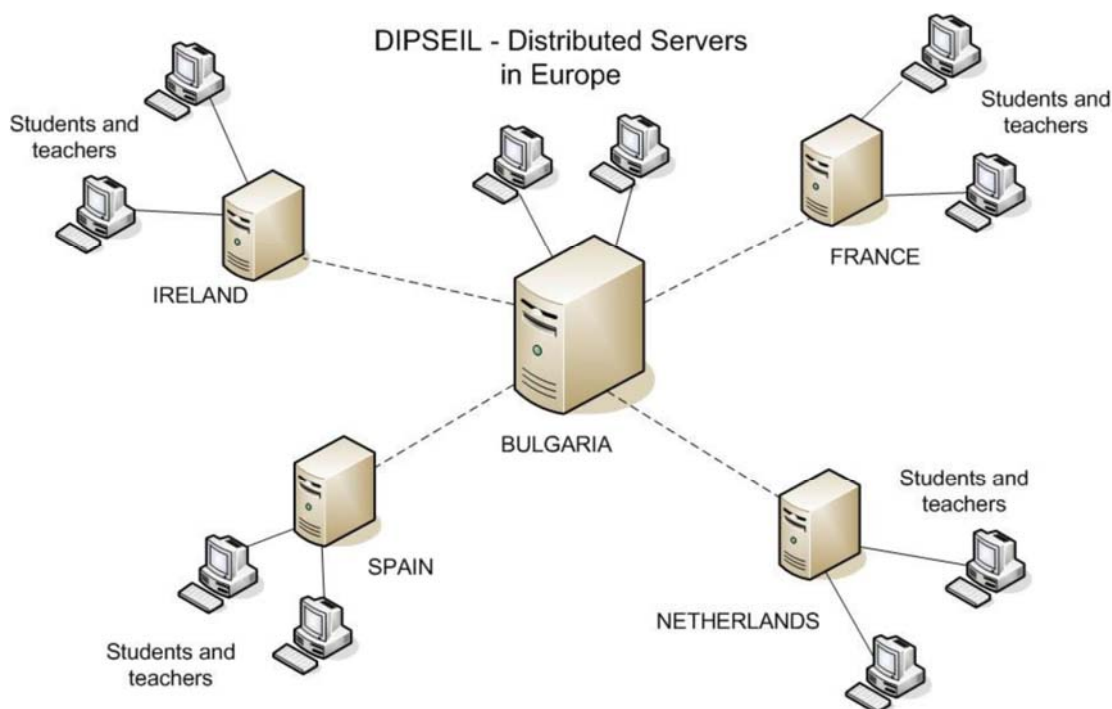
Глава III Системи за разпределено обучение

Нашият опит в проектирането, разработването, оценяването и прилагането на IPSS във висшите инженерни училища и институции за професионално обучение в цяла Европа беше много успешен като цяло, но ние идентифицирахме следните специфични технологични проблеми, дължащи са на централизирана база данни: недостъпна база данни в случай на лоша или липсваща интернет връзка със сървъра; директен информационния поток поради липса на алтернативи; проблеми при вкарване на многоезично съдържание в базата данни от компютър без специфичната кодираща таблица; огромно количество информация и необходимост от спецификация на сървъра според езика и учебния предмет; проблеми със сигурността.

За да се решат тези проблеми, беше проектирана, разработена и внедрена разпределена система за обучение по информатика, телекомуникации и микроелектроника DIPSEIL и пет сървъра бяха инсталирани в четири страни в Европа (фиг.15). Освен това беше осигурен набор от учебни ресурси в базата данни DIPSEIL на четири различни езика. Следващата стъпка беше разработването на разпределени системи за обучение в наноелектрониката в рамките на проект Train_Nanoelectronics.

Изследването и внедряването на системите за разпределено обучение е представено в тази глава.

Първата идея за разпространена учебна програма публикувахме през 2000 г. (A80, Shoikova & Tzanova). Разпределеното обучение, което се основава на идеята за разпределено познание, осигурява нова перспектива и измерения на концепцията за класическо дистанционно обучение. Разпределеното обучение в контекста на IPSS не пренебрегва значението на организирането на учебното съдържание и последователността му, но подчертава създаването на среда за учене, която позволява взаимодействие с учебни ресурси, връстници, инструктори и външни експерти, разположени на различни места, без време ограничения. Учещите получават по-голям контрол в изграждането на своето обучение.



Фигура 15. Система за разпределено обучение [A46]

DIPSEIL [P8] беше проект за определяне, разработване и тестване на разпределена система за индивидуално обучение и основните педагогически процедури за прилагане, улесняване и насърчаване на преподавателски опит в контекста на международното университетско образование.

Модел на разпределена интернет-базирана PSS

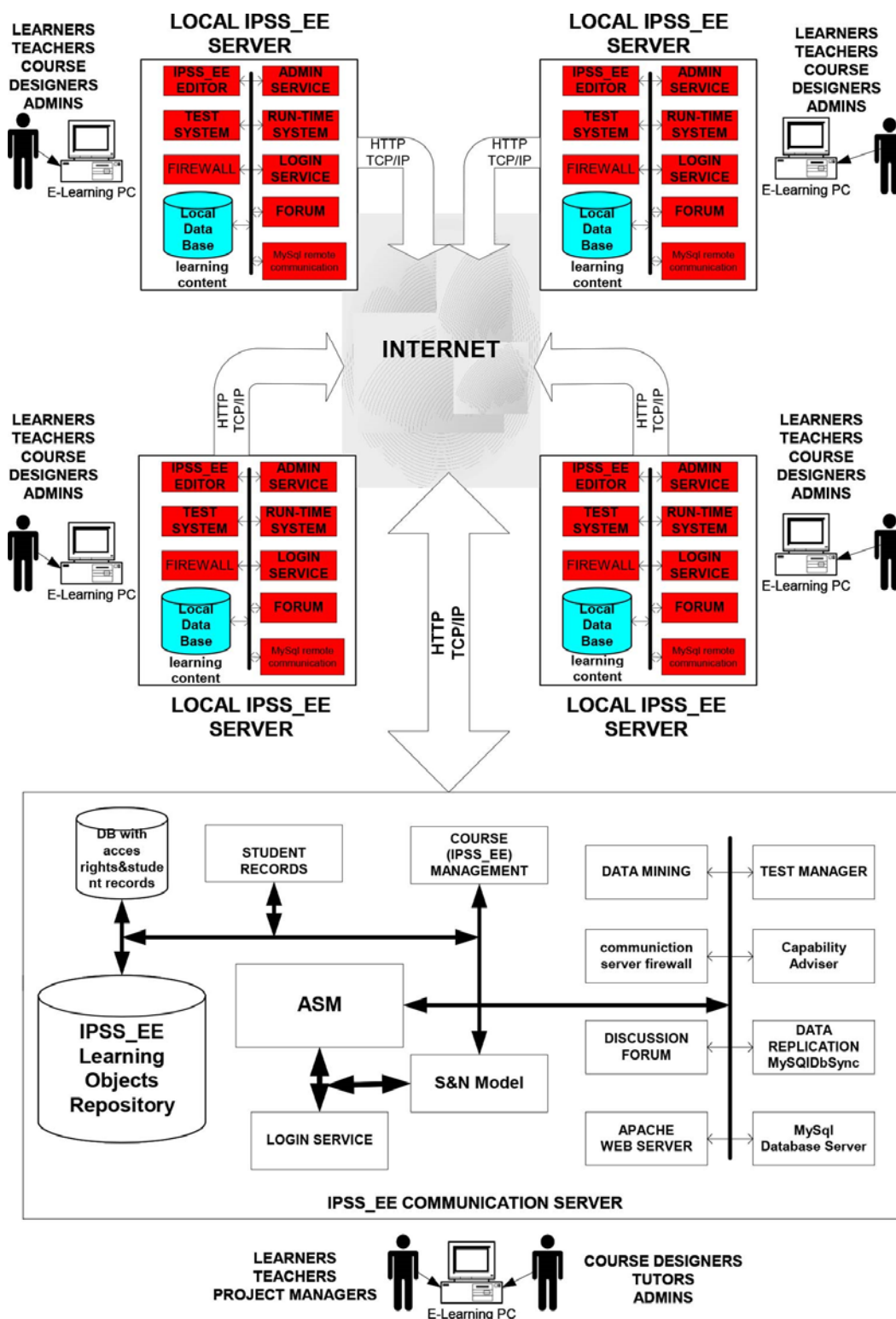
Моделът представлява техническите основа на разпределената среда за индивидуално обучение чрез PSS - DIPSEIL. Това е модел, който е свързан с набор от взаимосвързани части, спецификации и насоки, предназначени да отговарят на изискванията за разпределени обекти за обучение IPSS_EE_LOs и индивидуализация. Моделът DIPSS обобщава IPSS_EE_LO модела и IPSS_EE средата за подпомагане на адаптивното обучение в зависимост от целите на обучаемия, предпочитанията, ефективността и други фактори (като педагогически техники за поддръжка изпълнението на задачи). Моделът също така описва секвенционния и навигационния модел за динамично представяне

и редактиране на учебното съдържание въз основа на нуждите на потребителите (Martinez et al., 2008).

Обобщението на IPSS_EE_LO Модел и IPSS_EE Environment представя процеса на стартиране на съдържанието, комуникацията между съдържанието и IPSS_EE Student Area и стандартизираните елементи на модела на данни, използвани за предаване на информация за обучаемия.

Моделът описва как IPSS_EE_LOs могат да бъдат подредени чрез набор от навигационни събития, стартирани от обучаемите или инициирани от системата. Разклоняването и потокът на това съдържание представляват предварително определен набор от дейности. Той описва разклоняването и потока на учебните дейности по отношение на диаграмата на дейността на учещия (Learner's Activity Flowchart (LAF)), въз основа на резултатите от взаимодействията на обучаемия с обектите на съдържанието и стратегията за последователност. LAF е концептуална структура на учебните дейности, управлявани от DIPSEIL за всеки обучаем, както е показано на фиг. 16.

LAF показва как навигационните събития, стартирани от обучаемите и инициирани от системата навигационни събития могат да бъдат задействани и обработени, което води до идентифициране на учебните дейности за задаване. Навигационните събития, стартирани от обучаемите, са насочвани от преподавателите, когато IPSS_EE е предмет на сертифициране или насочвани от обучаемите, когато IPSS_EE е създаден според предпочитанията на студента. Всяка учебна дейност, идентифицирана за доставка, ще има свързан обект със съдържание. LAF описва как се откриват идентифицираните обекти на съдържанието. Последователността на стартиралите обекти със съдържания за конкретния обучаем и структура на съдържанието осигурява учебна практика (взаимодействие на учещия с обектите със съдържание). Студентската зона IPSS_EE управлява последващата учебна практика (IPSS на учещия).



Фигура 16. Архитектура на IPSS_EE

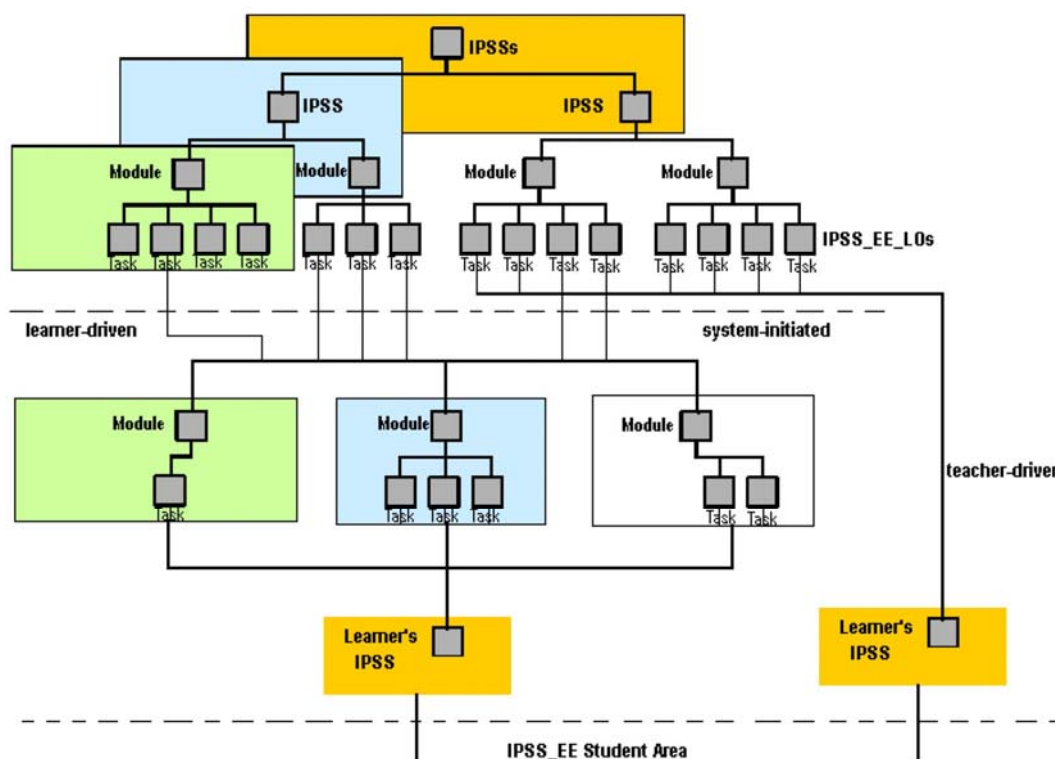
Софтуерът за комуникационен сървър осигуряваше услуги за разпределяне на образователни ресурси, създаване на хранилище

на бази данни и управление на курсовете. Основните характеристики на структурата на DIPSEIL са (фиг.16):

- Локалните IPSS_EE сървъри са независими един от друг.
- Локалните сървъри IPSS_EE са географски разпределени и езикът е дефиниран.
- Устройството за съхранение на учебни обекти и базата данни на IPSS_EE се поддържат на комуникационния сървър чрез репликация на базите данни и файловете с учебно съдържание на локалните сървъри.
- Дистрибуторската среда за репликацията на бази данни и съдържателните файлове е Интернет.
- Операционните системи на локалните IPSS_EE сървъри са хетероорганични (Linux, Solaris, Windows и други).
- Техниките за индивидуализация на DIPSEIL се основават на адаптиране на навигацията, избора на съдържание и представянето в зависимост от избора и резултатите на потребителя в дадена област. Всеки потребител работи върху IPSS_EE Learning objects по различен начин според неговата / нейната роля в системата: създава и редактира учебни предмети в ролята на учител или изпълнява задачи в ролята на обучаем. Студентите могат да създадат свои собствени IPSS_EE, тъй като те избират Learning objects от базата данни IPSS_EE, представена като структурно дърво.

Препоръките и изборът на IPSS_EE Learning objects в зависимост от нивото на знания и умения се основават на съпоставяне на наличната информация за обучаемия от средата за оценка на уменията - Capability Adviser с наличната информация за метаданните на ресурсите.

IPSS_EE LOs могат да се подреждат чрез набор от навигационни събития, стартирани от обучаемия или от системата. Схемата на фигура 17 представя разклоняването и потока на учебните дейности въз основа на резултата от взаимодействията на обучаемия с обектите на съдържанието и стратегията за подреждане.



Фигура 17. Студентската IPSS_EE

Нашите изследвания в областта на разпределените системи за интернет базирани PSS продължиха със създаването на среда Train_Nanoelectronics в България, Франция и Италия.

Виртуална PSS среда за обучение по наноелектроника

Проектът Train_Nanoelectronics (2006-2009 г.) [P9] също беше продължение на работата от предишните проекти, базиран на съществуващ модел, разработен работен прототип, проведен емпиричен анализ и анализ на експериментални данни, направени в IPCI проект - за връзката между работата и образованието [P3].

Добавената стойност на проекта Train_Nanoelectronics беше:

- пре-проектиране на средата за обучение във виртуална среда с разпределена база данни на сървърите в различни страни,

- разработване на софтуерни инструменти за онлайн съвместно обучение и проектиране, т.е. за разпределено обучение и тъй нар. електронна работа (eWork),
- разработване на система за подпомагане на изпълнението на задачи за разработване на курсове по интернет,
- разработване на разпределени учебни програми, т.е. курсовете са разработени в режим на сътрудничество между университетите. Всяка част от учебната програма е проектирана от най-добрата лаборатория в областта, например френските партньори са най-добри в дизайна и работят по проектирането в наноелектроника, холандските партньори - в технологиите и т.н.
- база данни за улесняване на достъпа до обучение и професионална реализация на жените в сектора на микро- и наноелектрониката и осигуряване на равни възможности за жените и мъжете,
- и последната, но най-важната добавена стойност бе, че бяха разработени курсове в новата мултидисциплинарна наука - в областта на наноелектрониката.

Иновация

- Нови процеси: *разпределено обучение*

Разпределеното обучение по-скоро дава нова перспектива и измерения на концепцията за класическо дистанционно обучение. Разпределеното обучение в контекста на PSS не пренебрегва значението на организирането на учебното съдържание и последователността му, но набляга на създаването на среда за учене, която позволява взаимодействие с учебни ресурси, връстници, инструктори и външни експерти, разположени на различни места, без времеви ограничения. Учещите получават по-голям контрол върху изграждането на своето обучение. Разпределеното обучение променя ролята на преподавателя в инструктор или фасилитатор.

- Нов подход към използването на съществуващи методи: *разпределена PSS система*

Проектът разглежда концепцията за PSS от нова теоретична перспектива, в която разпределеното познание и разпределеното

обучение са основни понятия. Обучаемите имат възможност да взаимодействат не само със специално съдържание, но и с колеги, инструктори и други експерти.

- Нови форми на сътрудничество между партньорските организации: *разпределена учебна програма*.

В нашия проект ние приложихме същия подход при разработването и внедряването на разпределената учебна програма по наноелектроника, с изключение на това, че включвахме не само обучителни институции, а и малки и средни предприятия като разработчици на системата. Понятието за разпределени PSS въвежда и концепцията за *разпределено обучение*. Тя прилага вградени средства за управление на съдържанието с инструменти, шаблони и насоки за проектиране на курсове от повторно използвани учебни обекти в общо хранилище.

Заклучение

В тази глава представихме резултатите от нашето изследване в прилагането на PSS подхода в разпределена интернет базирана среда с ключови елементи: модел на многоезична, мултимедийна и адаптивна система за преподаватели и студенти в широки образователни аспекти:

- Новата система разглежда концепцията за PSS от нова теоретична перспектива, в която разпределеното познание и разпределеното обучение са основни концепции. Обучаемите имат възможност да взаимодействат не само със специализирано съдържание, но и с колеги, преподаватели и други експерти;

- Това е първият опит за реализиране на адаптивно разпределено обучение в класа на PSS системите;

- Системата адаптира съдържанието не само на нивото на предишно знание, както повечето адаптивни системи, но включва и стилове на учене, когнитивни модалности и когнитивни усилия;

- Двата проекта DIPSEIL и Train_Nanoelectronics валидираха процедурата за определяне на ефективността на разпределена система за подпомагане на изпълнението на задачи за индивидуално обучение.

Глава IV Разпределени PSS с виртуални лаборатории

Експерименталната работа е жизненоважен елемент от научното и инженерно обучение на всички нива. Нарастващото използване на мултимедийни пакети или "виртуална наука" има какво да предложи по отношение на преподаването на научни факти и принципи, но по принцип не се фокусира върху процеса на научно изследване или инженерна практика. Реалният и практически опит обаче не може да бъде изключен от този процес, тъй като това би имало отрицателно въздействие в учебния процес. Също така, съвместната дистанционна работа над проекти започва да има все по-голямо значение в инженерния свят. С интегрирането на телекомуникационните технологии и компютърните науки с виртуални инструменти, в реално време могат да се разработят системи за достъп до реални отдалечени лаборатории, като се осигури по-богато сътрудничество между студентите, като се избягват някои от ограниченията на традиционните лаборатории като липса на достатъчно работна площ, скъпоструващо оборудване, липса на персонал, време и достъп до лабораториите в неработно време.

Тази глава представя следващата стъпка в нашето изследване, насочено към реализиране на виртуални лаборатории и дистанционен достъп до реални лаборатории в пет европейски университета за изпълнение на практическите задачи и интегриране на "отдалечеността" като нов инструмент в IPSS за образование.

Концепция за разпределена система с виртуални лаборатории

Дистанционните лаборатории подпомагат отдалеченото обучение и осигуряват центрирано върху студента, ефективно и ефикасно обучение. Те дават възможност на студентите да си сътрудничат в интернет с колеги от други университети и дори други страни. Колкото и да е полезно студентите да участват в реалните лабораторни практики, виртуалните лаборатории дават възможност на хората да имат достъп до лабораторията в свое

собствено време и да работят със свое собствено темпо и най-вече – до лаборатории на други университети.

С дистанционните лаборатории има увеличена възможност за постигане на стандартите на ЕС за определени курсове или учебни програми. Те намаляват натиска върху ресурсите в участващите институти, например, когато броят на преподавателите е по-малък, софтуерът е твърде скъп или има проблеми с разписанието, студентите могат да получат достъп до тези отдалечени лаборатории. Пасивните участници могат да бъдат активни по отношение на комуникацията и сътрудничеството с преподавателя и с други студенти.

Отдалечен достъп до лаборатории в PSS учебна среда

За да разработим и приложим IPCI с виртуални лаборатории през 2011 г., ние създадохме проекта RIPLECS [P18]. Целта беше да се разработи и изгради телематична европейска инфраструктура и организация за учебна програма по наноелектроника, която да предостави набор от приложения за съвместно създаване на курсове, съвместно обучение, включващо симулации и лабораторни практики и така да надгради системата DIPSEIL, за да се интегрират реални експерименти с отдалечен достъп в контекста на електронното обучение.

По време на пилотния тест студентите успяха да взаимодействат с отдалечения експеримент, да променят параметрите на устройствата и в някои случаи да променят или проектират нови експерименти. Мрежовата архитектура на платформата RIPLECS даде възможност за разпространение на ресурси в европейски мащаб по отношение на лабораторните експерименти чрез използване на множество уеб сървъри в една топология на мрежата. По този начин преподавателите от различни европейски страни можеха да извлекат ползи от използването на работещ лабораторен експеримент и да го представят на родния си език със собствен преподавателски подход. Очевидно всеки супервайзор имаше възможност да прегледа резултатите от работата на своите потребители по свои собствени критерии,

съгласно правилата за оценяване за всеки експеримент, определени в сървъра на приложения RIPLECS.

Архитектура на системата за отдалечен достъп до лаборатории

Целта на това изследване беше да се осъществи отдалечен достъп до лабораториите в пет различни европейски университети за изпълнение на практическите задачи и да се интегрира "Отдалечеността" като нов инструмент в системите IPSS за образователни цели, разработени преди това и налични в партньорските университети.

Разработването и внедряването на RIPLECS се основава на три основни компонента (с изключение на потребителския компютър и мрежата, т.е. Интернет): Web сървър, лабораторен сървър и отдалечената лабораторна инфраструктура [39].

1. Уеб сървърът хоства софтуера за администриране и доставка на курсовете - DIPSEIL, обработва всички действия / заявки на потребителя и установява връзката с лабораторния сървър, който отговаря за управлението на отдалечената лабораторна инфраструктура. Разработването и поддръжката на лабораторен клас бяха обединени в базата данни, вградена в DIPSEIL платформата. Тя съдържа всички необходими данни за практическото изпълнение на дадена задача в IPSS, лабораторната работа е еквивалентна на практическото изпълнение на задачи (PTP). Един PTP се състоеше от няколко активни образа, които съответстват на реалните лабораторни схеми. За всяка лабораторна верига бяха определени тестови точки и активни елементи (ключове и променливи компоненти). Характеристиките на хардуера, необходими за задаването на тестовите точки и активните елементи, бяха зададени на персонализирания абстрактен език. От друга страна, към PTP бяха възложени различни инструменти - информация за теоретичните и практическите аспекти, инструкции, експертни съвети, справки. Комуникацията между приложението на потребителя и уеб сървъра използва HTTP протокол.

2. Лабораторен сървър хостваше хардуерните и софтуерни инструменти, необходими за провеждане на практически експерименти и контрол на лабораторното оборудване. Хардуерните компоненти на лабораторен сървър включват тестови уреди и експериментални платки. Тестовите инструменти бяха конфигурирани и контролирани от сървъра, използвайки протокола GPIB (General Purpose Interface Bus), докато достъпът до експерименталните платки се осъществяваше от работната станция, като се използва RS232 или GPIB връзка, съответно.

3. Хардуерът за проекта се състоеше от експериментални платки и лабораторни инструменти с GPIB. За да може да се осъществи отдалечената връзка с истинския експеримент, се използваха карти за събиране на данни. Имаше много възможности за избор на софтуер, който да бъде използван за хардуера за събиране на данни. NI LabVIEW SignalExpress, например не изисква специално програмиране и лесно се правят основни измервания и анализи. При изграждането на собствено персонализирано приложение можехме да избираме от няколко интерфейса за програмиране на приложения за езици като LabVIEW, ANSI C / C ++, C # и Visual Basic.

Очевидно беше, че едновременно достъп на много потребители до “инструменталния” сървър беше безсмислен, защото различните настройки от отделните студенти до един инструмент не могат да се обработят. Следователно беше необходимо да се правят последователни експерименти. Беше създадена система за определяне на графика. Потребителят заявява потребителски акаунт, който се валидира от администратора на лабораторията, след което на Web страницата за достъп се регистрира и избира до един или до два часа работа в автоматизираната система.

4. Следващата стъпка в изграждането на отдалечената лаборатория беше създаването на графичен потребителски интерфейс, който позволява контрол на аксесоарите, както и събиране и генериране на данни. Потребителският интерфейс се състоеше от три раздела, включващи конфигурация, изпращане на данни и получаване на данни. Интерфейсът към потребителя на отдалечен компютър беше ActiveX-controls. ComponentWorks

(National Instruments) предлага няколко ActiveX компонента, които имат подобен външен вид като контролите и индикаторите в LabVIEW-front panels. Тези компоненти бяха обединени в контролите на ActiveX, които бяха вградени в HTML. Тези файлове трябваше да бъдат интегрирани в DIPSEIL. Потребителят има нужда само от уеб браузър и plug-in софтуер, за да извърши експериментите. Вътре в интерфейса потребителят бе представен с различни контроли и дисплеи, в зависимост от наличната практика и наличните схеми.

5. Накрая, дистанционната лаборатория трябва да включва цифрова камера за наблюдение на експеримента. Уеб камерата позволява на потребителите да виждат оборудването и да наблюдават изпълнението на командите си.

Първите реализирани лаборатории с отдалечен достъп бяха:

- **Лаборатория с отдалечен достъп за измерване и окабеляване на електронни схеми на виртуална тестова платка**

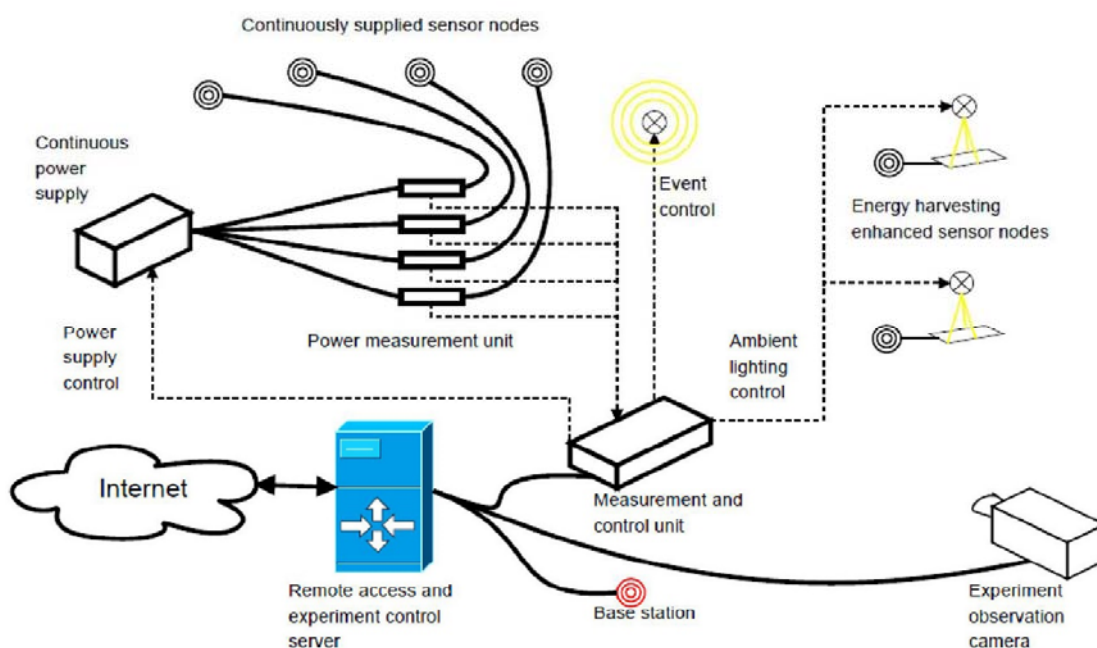
VISIR е дистанционна лаборатория за измерване и окабеляване на електронни схеми на виртуална тестова платка (breadboard), която имитира истинската. Механизмът на окабеляването е разработен чрез матрица за превключване на релета, свързана към платформата за измерване PXI (PCI eXtensions for Instrumentation). Цялото оборудване се контролира от сървърния софтуер LabVIEW в допълнение към софтуера за измервателен сървър, който защитава оборудването чрез проверка на схемите на входните кръгове, изпратени от студентите, преди да бъдат изпълнени. Потребителят проектира и конструира своята верига с компютърна мишка на безпроблемно симулирана работна маса, която прилича на реалните лабораторни елементи и компоненти. След като проектираната схема бъде подадена, тя се изпраща, за да бъде проверена след това да бъде свързана и измервана с реални инструменти и накрая, да бъде получена от потребителя на неговия компютър-екран в реално време. VISIR е инсталиран в DIEEC-UNED, Испания и до днес успешно се използва в електронните практики на няколко теми в катедрата като индустриална електроника и комуникации в реално време, както и захранвания за ИКТ оборудване.

- **Дистанционна лаборатория за безжични сензорни възли**

Безжичните сензорни мрежи (WSNs) свързват малки електронни устройства един с друг и представляват компютърни архитектури в малкия свят. Тези мрежи се състоят от високо интегрирани безжични сензорни възли, които могат да измерват специфични стойности на околната среда, да обработват измерените данни и да комуникират с други безжични сензорни възли. Практическата част се състои от няколко задачи, свързани с конфигурирането и програмирането на WSN чрез отдалечена лаборатория, предоставена от TU-Грац, Австрия.

Системата за отдалечен достъп до лабораторията е показана на фиг. 19 и се състои от шест основни компонента:

- Сървър за отдалечен достъп и експеримент. Той е директно свързан с оборудването и хоства приложението за потребителски интерфейс и контролния софтуер на експеримента.
- Базова станция. Обменя съобщения за данни и състояния, контроли и съобщения за актуализиране на програми между WSN и сървъра за отдалечен достъп и експериментален контрол.



Фигура 19. Отдалечена лаборатория за безжични сензори [A23]

- Непрекъснато захранени сензорни възли. Те са програмирани и конфигурирани, за да извършват основната функция на WSN. Те се захранват от непрекъснато превключваемо захранване и по този начин могат да се изключват и включват дистанционно. Това е необходимо, за да се тества толерантността към грешки на WSN и текущият софтуер върху него (особено протоколите за маршрутизация).

- Сензорни възли с енергийна независимост. Те са програмируеми възли, които са оборудвани със слънчеви клетки и са свързани безжично с мрежата.

- Блок за измерване и управление. Блокът за измерване и управление позволява: измерване на консумираната мощност на постоянно захранваните сензорни възли; осветление от околната среда чрез симулиране на осветление в продължение на целия ден, включително светлина при изгрев, дневна светлина, залез и нощна светлина; превключване на захранванията; и задействане на генератора на събития, който се използва за генериране на събития, които трябва да бъдат открити от сензорните възли.

- Камера за наблюдение на експеримента. Използва се за преглед на настройките на отдалечената лаборатория в реално време.

- **Отдалечен достъп до CADENCE**

ECAD лабораторията на Техническия университет София (ТУС) въведе отдалечен достъп до CADENCE - професионален софтуер за проектиране в микроелектроника, който се използва от студентите от магистърската степен за работа по техните проекти, В RIPLECS предоставяме дистанционно достъп до CADENCE за лабораторната практика на студентите от магистърските програми в два курса, които се предлагат от TUS: Микроелектроника и Електроника за информационни и комуникационни технологии.

Техниката е следната (A28, Radonov et al., 2013). Под Windows OS отдалеченият достъп до CADENCE се изпълнява, като се използват две приложения - Secure SHell (SSH) и Xming. Първата осигурява сигурна връзка със сървъра, където CADENCE е

инсталиран и ще работи. Втората е X Window емулатор (X Window Server за Microsoft XP / 2008 / Windows7), който получава графичната информация от сървъра и го показва на екрана на компютъра на потребителя. От съображения за сигурност тунелиране на дисплея може да бъде осигурено от SSH над порта, който SSH използва.

Иновация

Разработването на PSS с дистанционен достъп до лабораториите беше базирано на положителните резултати и опита от предишните европейски проекти - четири емпирични изследвания, реализиращи строго експериментален дизайн, доказаха, че IPSS има полезен принос за класическото висше образование в областта на инженерството (A38, Gil et al., 2009). Проект RIPLECS бе създаден, за да тества способността на PSS да поддържа практическа работа и реално изпълнение на инженерни проекти в цялостна многоезична учебна програма със споделени образователни ресурси.

В проекта RIPLECS реализирахме следните иновации:

1. Внедрихме практически задачи в курсовете, за които беше абсолютно необходима работа в реална лаборатория, чрез отдалечен достъп до лабораториите. В този смисъл отдалечеността може да се разглежда като допълнителен нов инструмент за иновативните IPSS с образователни елементи.

2. Това беше първият опит за прилагане и тестване на идеята за IPSS за подкрепа на цялостна учебна програма, използваща отдалечен достъп до лабораториите на различни места в Европа.

3. Тази нова технология чрез системата, базирана на изпълнението на задачи и отдалечени експерименти, беше първият опит да се вгради образователният процес в контекста на "предполаганото работно място".

Глава V Облачно-базирана система за обучение по микроелектроника

Тази глава е посветена на последните изследванията, започнали през 2016-та година в разработването на образователни облаци за обучението по микро-наноелектроника в европейските университети.

Използването на инфраструктурата на информационните технологии (ИТ) в учебната среда е трудно предизвикателство. Нарастващата сложност на системата изисква създаването на мощни компютърни системи, използването на високопроизводителни мрежи и придобиването на обучен ИТ персонал за управление на тези хардуерни и софтуерни платформи. Освен това изискванията за изчислителна мощност, обединени в сложността на учебния инструмент, принуждават академичните институции да изграждат центрове за частни данни, за да приемат приложения и да предоставят услугата на студенти и академичен състав. Традиционните изчислителни архитектури са по същество неефективни от гледна точка както на загубата на енергия, така и на ефективността на използване. Статистиката показва, че средният коефициент на използване на сървър в традиционен център за данни е по-малък от 10% и намалява с намаляването на сложността на ИТ инфраструктурата. Хардуерната виртуализация може да подобри ефективността, но не решава проблеми, свързани с разходите за управление, тъй като поддържането на местен център за данни е задължително.

В рамките на проект MECA (Microelectronics Cloud Alliance) разработваме три различни схеми.

Първата е: всяка академична институция с частен облак, базиран на прост модел IaaS (инфраструктура като услуга), върху който се създава един виртуален сървър за всеки възможен курс. Потребителите имат достъп до сървъра си и изпълняват стандартни настолни приложения, като използват клиентски софтуер, нечувствителен към латентност. В този проект реализираме разширяване на това решение с някакъв вид "отдаване под наем" на инфраструктурата на други институции. И тъй като оперативната съвместимост е една от основните цели на проекта, може да се приложи някакъв вид хибридизация или

обединяване на няколко облака, за да се подкрепят временните пикови изисквания, премахване на необходимостта от пренасищане на частната инфраструктура и по този начин да се намали недостатъчното използване на хардуер. Организираното използване на споделена инфраструктура значително увеличава наличната мощност на всеки институт, като разширява потенциала и предлаганите възможности за обучение.

Втората: хранилището на знания за преподаване/учене на микро-наноелектрониката е моделирано в облачните услуги. Общите WEB-базирани приложения за електронно обучение се намират в частни, обществени или хибридни облаци, но трябва да бъдат разработени подходящи инструменти за автоматично увеличаване на инфраструктурата според нуждите на потребителите. Този сценарий е преобразуван в модела PaaS (Платформа като услуга), допълнен с инструменти за автоматичен мониторинг и оразмеряване.

Третата е отдалечен достъп до CAD лабораториите на партньорите и I-V характеризирание на отдалечени софтуерни инструменти. Архитектурите за изчислителни облаци се използват, за да изложат специализирани интерфейси на стандартните настолни CAD инструменти, снабдени с необходимите персонализирани интерфейси за скриптове. По този начин скъп софтуер може да бъде споделен между академичните институции, а инфраструктурните разходи могат да бъдат съответно споделени. Този подход е насочен към парадигмата SaaS (Софтуер като услуга). Всеки институт поддържа свои собствени лицензи, поради разбираеми правни причини, не е възможно да се споделят CAD лицензите. Но изискването за лиценз е незначително в сравнение с изчислителната мощност, необходима за управлението на самата CAD система. Така че сценарият е, че клиентът поддържа локално лиценз, но разполага с изчислителната мощност, предоставена от инфраструктурата на облака. В конкретния случай в mClouds ние споделяме софтуер, разработен от партньорите в проекта и предоставен безплатно за използване от всички в облака, например MicroWind на INSA-Тулуза за проектиране на интегрални схеми и TamTams на политехниката на Торино за симулиране на различните технологични процеси.

Модел на техническото решение

Публичен и частен облак

Понятието cloud computing включва 3 модела на доставка на услуги (SaaS, PaaS, IaaS) и 4 модела на реализация (частен, публичен, общностен и хибриден облак).

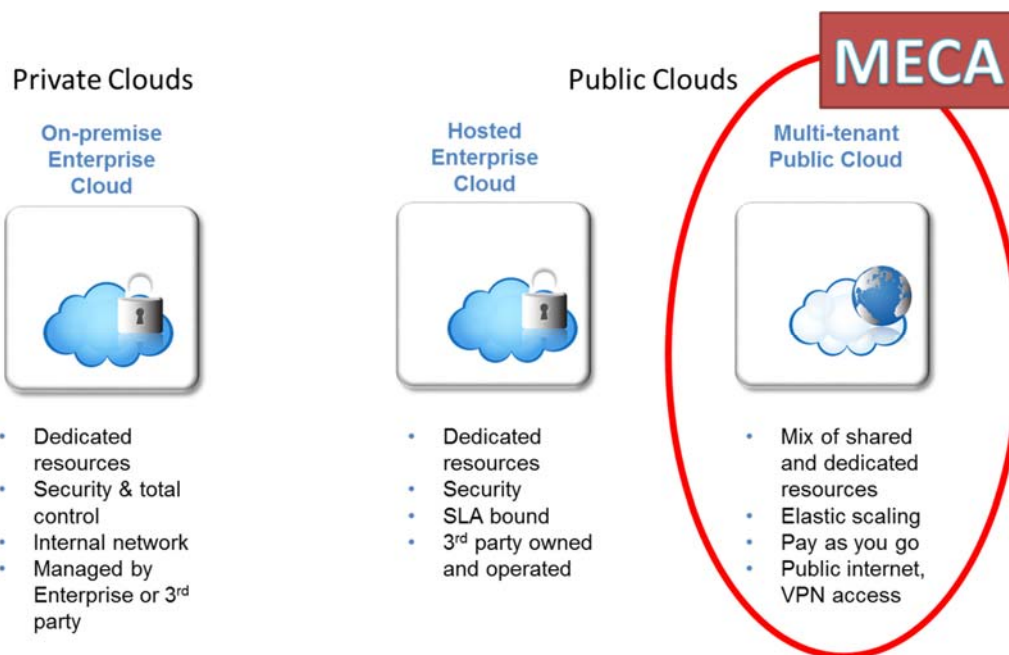
Възможните модели на доставка са три:

- софтуер като услуга (SaaS): при този модел наемателите на облака плащат използването на определено софтуерно приложение, хоствано в облака.
- инфраструктура като услуга (IaaS): при този модел обект на заемане са изчислителни ресурси: процесорно време, компютърна памет, изчисления в мрежа.
- платформа като услуга (PaaS): при този модел ползвателите на облака наемат както инфраструктура, така и софтуерни приложения, хоствани в облака, за да произвеждат на свой ред собствени.

Идентифицирани са четири проявления на облаците:

- Частен облак: инфраструктурата на облака се притежава или наема от една организация и се използва само и единствено от нея.
- Общностен облак: инфраструктурата на облака се споделя от няколко организации и служи за поддържането на специфична общност от потребители, които споделят обща мисия, обща политика, общи изисквания към информационната сигурност и др.
- Публичен облак: инфраструктурата на облака се притежава от една организация, която продава „облачни“ услуги на широката аудитория като Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com>), Microsoft Azure (<https://azure.microsoft.com>) и Google (<https://cloud.google.com>) на един сайт.
- Хибриден облак: инфраструктурата на облака е съчетание на два или повече облака (частен, общностен, публичен), които остават разграничени, въпреки че са свързани

посредством стандартизирана или собствена технология. Тази комбинация може да се използва, когато има пикови изисквания за ползване за кратък период от време, например, лятна школа в университет, за която не си струва да се купуват нови компютри или пикови месеци за разработка на проекти от студентите (фиг. 20).



Фигура 20. CloudStack поддържа различни облачни стратегии [14]

В mClouds реализирахме следните решения по възходящ път:

- Инфраструктура като услуга (IaaS), където се осъществява пълен достъп до виртуални компютри;

Частен облак на всяка партньорска институция въз основа на прост модел IaaS (инфраструктура като услуга), върху който се създава един виртуален сървър за всеки възможен курс. Потребителите имат достъп до сървъра си и изпълняват стандартни настолни приложения, като използват клиентски софтуер, нечувствителен към латентност. След това се прилага хибридизация или обединяване на няколко Облака, за да се поддържат временните изисквания към пиковите, премахвайки необходимостта от пренасищане на частната инфраструктура и по

този начин да се намали недостатъчното използване на компютърен хардуер.

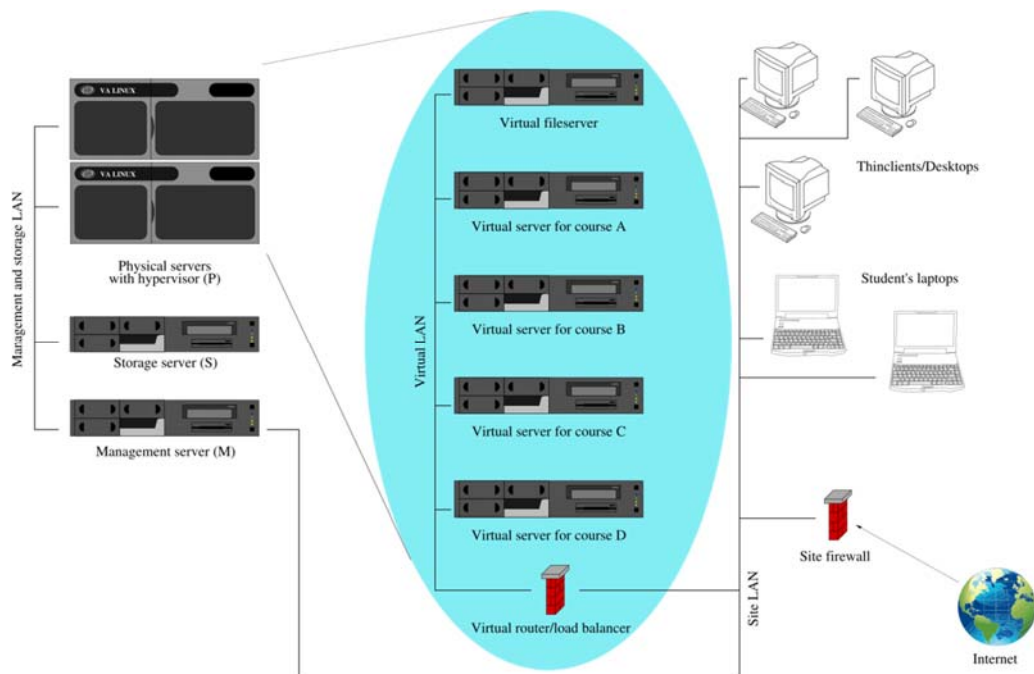
- Платформа като услуга (PaaS), където слой за разработка на софтуер е напълно администриран от доставчика на Cloud, напр. гр. PHP / MySQL уеб сървър;

Облачни WEB базирани приложения за електронно обучение в областта на микро-наноелектрониката за споделяне на съдържанието на европейско ниво, свързани с внедряването на WEB базирани приложения за електронно обучение. Те са естествено хоствани на частни, обществени или хибридни облаци, но трябва да бъдат разработени подходящи инструменти за автоматично увеличаване на инфраструктурата според нуждите на потребителите. Уеб базираните курсове, помощните учебни средства, учебните материали, разработени в предишните европейски и национални или институционални проекти, се споделят в mCloud.

- Софтуерът като услуга (SaaS), където пълното приложение е напълно администрирано от доставчика на облака като уебсайт на WordPress или инсталация за електронно обучение на Moodle.

Отдалечен достъп до CAD лабораториите на партньорите. Скъпият софтуер се споделя между академичните институции, а инфраструктурните разходи могат да бъдат споделени.

Всеки институт поддържа свои собствени лицензии, поради разбираеми правни причини, не е възможно да се споделят лицензите. Но искането за лиценз е незначително искане за мощност в сравнение с изчисленията, необходими за управлението на самия CAD. Така че сценарият е, че клиентът поиска локално лиценз, но веднага след като е разполагал с изчислителната мощност, предоставена от инфраструктурата на облака.

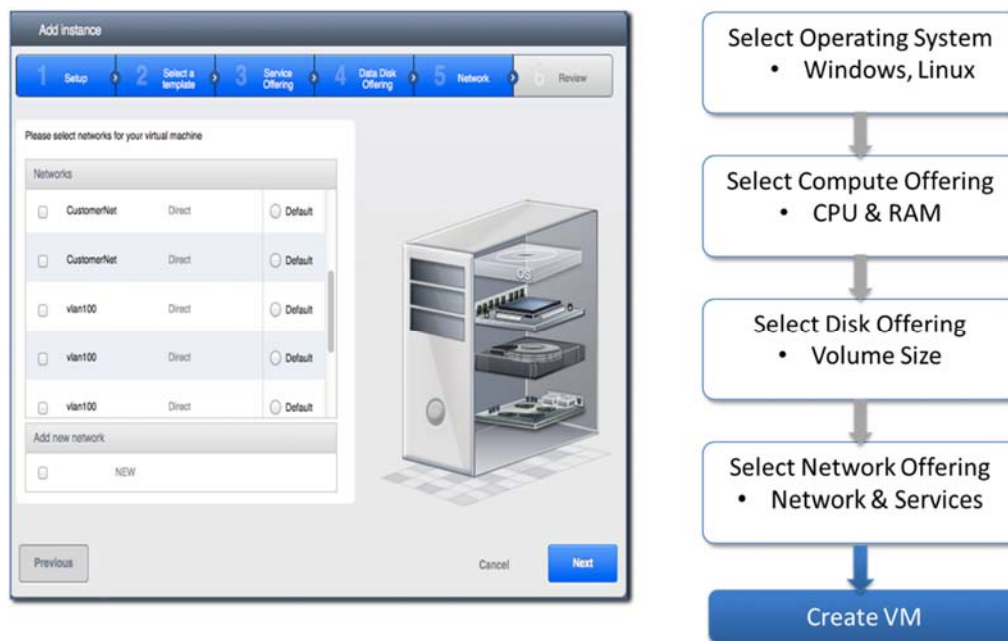


Фигура 22. Инфраструктура на МЕСА [14]

В МЕСА се използват всички различни нива в зависимост от нуждите на приложението. Основният стълб на инфраструктурата е Open Source Solution на фондация Apache, наречена CloudStack. За настройка на системата:

- бе направена карта на участващите висши учебни заведения с техните сървъри;
- беше обособено най-доброто място за контролера на CloudStack;
- първата инсталирана услуга е Moodle Web Application;
- общите инсталации на CAD софтуер са споделени между партньорите;
- реализиране е системата за мониторинг.

Като първа стъпка, всеки университет изгради собствена техническа инфраструктура, без да превръща цялото съществуващо университетско оборудване под контрола на CloudStack.



Фигура 23. Създаване на потребителски виртуални машини чрез предлагане на услуги

Техническата структура на всеки сайт е показана на фигура 22. Изпълнен е пълен IaaS базиран частен облак със следните компоненти:

- една или повече физически машини, хостващи виртуалните единици (виртуални машини, VMs) (фиг. 23) и виртуални машини за системни услуги (балансьори на натоварването, рутери, доставчици на мрежови услуги);
- един или повече сървъри за съхранение, които разполагат с VM дискови изображения и шаблони, използвани за генериране на нови;
- един или повече сървъри за управление, хостващи конфигурационната база данни MySQL и потребителския интерфейс на SysOp, базиран на Web приложения;
- виртуална LAN, използвана за свързване на виртуални единици;
- изолирана локална мрежа за съхранение и управление, за да поддържа вътрешно-облачния трафик.

След това облакът е свързан към локалната мрежа на сайта чрез граничния рутер на института. Достъпът до компютърни услуги може да се получи или чрез вътрешната локална мрежа или дори директно от Интернет в зависимост от стратегията за сигурност.

Следващата стъпка е свързването на различните обекти, за да се даде възможност за споделяне на глобални ресурси. Наличните ресурси са възможностите за изчисления и съхранение на данни, както и предварително създадени шаблони на виртуални машини за специфични нужди.

Реализирани са два модела за осъществяване на връзката:

а) Слабо свързан модел, основан на концепцията за региони, естествено налична в средата на CloudStack. Всеки сайт представлява независим регион със собствена база данни и сървър за управление, но всичко може да се администрира глобално чрез споделяне на данни;

б) Здраво свързан модел е изграден с повтарящи се реплики на бази данни и сървъри за управление, разположени на няколко места. Тук системата действа като едно цяло, но трябва да има налична VPN мрежа с висока ширина на честотната лента, за да се свърже всяка локална мрежа за управление и съхранение в една единствена мрежа.

Проектът продължава в момента и през декември 2017 г. девет ядра са активни в mClouds, разположени физически в девет европейски страни, както е показано на фигура 24:

- eWorks и ТУ-Берлин, Германия;
- ТУ-София, България;
- ВМЕ, Унгария;
- UKIM Скопие, Македония;
- Politecnico di Torino, Италия;
- CETTI, Румъния;
- UNED, Испания;
- OUN, Холандия;
- INSA Тулуза, Франция.

Заклучение

Авторът, съвместно с партньорите в различните проекти посвети повече от двадесет години на прилагането на системата PSS в университетското образование, обучение и професионално образование. Започна с проекта IPSS_EE [P1], след което продължи с IPCI [P3], DECOM [P5], Math & Science [6], DIPSEIL [P8] и IPLECS [P11].

В DIPSEIL създадохме модел, разработихме и тествахме разпределена в няколко европейски страни IPSS_EE система за обучение. В хода на дефиниране и проектиране на разпределената среда за обучение бе създаден разпределеният модел като агрегация от концептуален модел адресиращ изискванията на IEEE LTSA и физическото и географско разпределение на образователното съдържание плюс функционален модел, чиито услуги са вградени в средните слоеве на предложената архитектура. В DIPSEIL разработихме разпределена система на базата на адаптивни LMS решения - имаме 5 сървъра DIPSEIL в четири страни в Европа.

В IPLECS доказахме, че разработените учебни материали за многократно използване и отворени курсове, чието съдържание, организация и настройки са насочени към подпомагане изпълнението на задачи, могат да бъдат използвани за подпомагане на университетските учебни програми в областта на инженерното образование. Накрая в PSS имаме близо 50 курса на пет езика в областта на информационните технологии, телекомуникациите, микроелектрониката и електрониката. Реализирахме успешно техническата платформа, отворени и леснодостъпни учебни ресурси в база данни на DIPSEIL на пет езика.

Обратната връзка от работодателите на завършилите студенти и от редица предприятия в сектора беше, че от новите служители се очакват по-практични умения и е необходима повече лабораторна практика. За да отговорим на нуждите на пазара на труда и на европейската стратегия "Нови умения за нови работни места", ние разработихме проекта RIPLECS с отдалечен достъп до лаборатории в множество дисциплини.

В настоящата ни изследователска работа Cloud подходът, създаден основно за нуждите на интернет приложенията, бе адаптиран към информационни архитектури за електронно обучение, но не само. Проектирането на ефективна инфраструктура за обучение, основаващо се на подход с облачна структура, също е ключово решение за традиционното обучение в класната стая чрез споделяне на сървърни ресурси. Студентите могат да си взаимодействат с отдалечените експерименти, включително и на реалното работно място, да променят параметрите и в някои случаи да променят и проектират експерименти. Архитектурата mClouds дава възможност за общоевропейско разпространение на ресурсите по лабораторни експерименти чрез използване на множество уеб сървъри в една топология на мрежата. По този начин инструкторите от различни европейски страни могат да се възползват от предимствата на работещ лабораторен експеримент и да го представят на родния си език и лична образователна гледна точка.

За да обобщим, резултатите от представените в дисертацията изследвания и разработените системи са успешно реализирани в инженерното образование, но и в медицината, спорта, математиката, физиката и химията в следните страни: Австрия, Белгия, България, Германия, Гърция, Ирландия, Испания, Италия, Македония, Нидерландия, Норвегия, Полша, Румъния, Словакия, Словения, Унгария, Франция, Швеция и Швейцария в Европа. От 2013 г. авторът е разработил успешни проекти за реализиране на тези резултати в Израел [P22 и P25], Китай, Малайзия и Индия [P25], Армения и Казахстан [P24], Монголия [P26].

Приноси в дисертационния труд

В дисертационния труд се съдържат следните научно-приложни приноси, които имат характер на доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и създаване на нови автоматизирани системи за електронно обучение:

- Изследвани са PSS системите, използвани във фирменото обучение, основните им свойства и принципи на проектиране и е създадена нова система за академично образование на принципа на PSS. Системата е апробирана в рамките на седем европейски проекта и внедрена в университети в България, Франция, Белгия, Австрия, Холандия, Словакия, Ирландия, Швейцария и Гърция за обучение на студенти, специализанти и докторанти по микроелектроника, информатика, комуникации, ядрена енергетика, математика, физика, химия и медицина.

- Изследвани са основните методи и средства за проектиране на разпределени информационни системи, и са дефинирани основните характеристики на една разпределена електронна система за обучение на базата на PSS. Концепцията за система за подпомагане изпълнението на задачи е разгледана от нова теоретична перспектива, в която разпределеното познание и разпределеното обучение са основни понятия.

- Разработени са разпределени системи за обучение, които да позволяват взаимодействие/интерактивност с учебни ресурси, студенти, преподаватели и външни експерти, намиращи се на различни места и в различни държави, без ограничение във времето.

- Виртуални лаборатории – създадена е система, позволяваща дистанционно експериментиране в реални лаборатории в контекста на електронното обучение чрез разпределени учебни програми. Студентите имат възможност да взаимодействат с отдалечения експеримент, да променят параметрите и в някои случаи да променят и проектират експерименти. Мрежовата архитектура на платформата RIPLECS даде възможност за разпространение на ресурси в европейски

мащаб по отношение на лабораторните експерименти чрез използване на множество уеб сървъри в една мрежова топология.

- Виртуална групова работа. Разработени са инструменти за синхронна комуникация и дистанционна групова работа – напълно нови за методите на преподаване по математика (с изключение на световните олимпиади по математика) и нови за инженерното обучение, но практикувани от фирмите за проектиране на сложни схеми и системи.

- Изследвана, проектирана и реализирана е между-университетска облачно-базирана инфраструктура и организация за обучение по микро- и наноелектроника (mClouds), която предоставя набор от отворени образователни ресурси, отдалечен достъп и споделяне на образователен и професионален софтуер, дистанционно и лабораторно обучение, базирано на практиката и реализиране на споделена сървърна инфраструктура, споделени ресурси за електронно обучение и отдалечен достъп до системите за автоматизирано проектиране във всеки университет.

Благодарности

Представените в тази дисертация подходи, системи и успешни проекти са резултат от моето сътрудничество с екипите на INPG, INSA-Toulouse и INES от Франция, UNED университета на Кадис от Испания, eWorks и TU-Berlin от Германия, BME от Унгария, OUN и Университета в Туенте от Холандия, ETH-Цюрих, Университета в Цюрих и HEIG-VD от Швейцария, Политехниката на Букурещ от Румъния, Университет Кирил и Методий от Македония, Университет на Лариса от Гърция, Политехниката на Торино от Италия и всички партньори от проектите ми CBHE: шестте наноцентъра от Израел, университетите от Индия, Китай, Малайзия и Монголия в рамките на редица проекти, финансирани от Европейската комисия и Швейцарската национална научна фондация.

Преди двадесет години, през 1995 г., започнах да се занимавам с образователни науки. Благодарна съм на проф. Елена Шойкова, която в рамките на проект по програма "Темпус" ми даде възможност да уча в международната магистърска програма по проектиране на образователни и учебни системи във Факултета по образователни науки и технологии към Университета в Туенте. Благодарение на всички мои преподаватели там високо оцених и се вдъхнових от образователните науки и завърших с *sum laude*. Тази магистърска степен и образованието ми на инженер по автоматика бяха теоретичната основа на изследователската дейност и разработването на редица автоматизирани системи за инженерно образование в следващите 22 години.

Бих искала да изкажа моя голяма благодарност и възхищение от Йерун ван Мериенбьоер (Jeroen van Merriënboer), известен учен в областта на образователните технологии и създател на четири-компонентния дизайн модел за обучение, който беше ръководител на моя дипломен проект "Оценяване на среда за обучение по микроелектроника създадена на базата на телематиката" в рамките на голям европейски проект MODEM. След като завърших магистърската степен, продължих изследванията си върху проектирането на виртуални системи за преподаване на сложни когнитивни умения в области като микроелектроника, информационни и комуникационни технологии, медицина,

математика и науки, както и извеждането от експлоатация на атомни електроцентрали.

Бих искала да благодаря на колегите от Пловдивския университет Невена Милева и Димитър Токмаков, които ми помогнаха да реализирам първите проекти IPSS_EE и DIPSEIL, когато имах административни проблеми при координирането на проектите в ТУ-София и не на последно място, всички мои колеги от катедра "Микроелектроника" в ТУС, които работиха и работят с мен за развитието на тези системи и предимно на Росен Радонов, който внедри и поддържаеше системите.

**Списък на проектите, в които са приложени PSS за
образователни цели с участието на автора или
координирани от нея**

- P1. SOCRATES (2001-2003) 90213-CP-1-2001-1-BG-MINERVA-M, Internet-based Performance Support Systems with Educational Elements, IPSS_EE.
- P2. SCOPES/7IP669 (2001-2003) Cooperation of Swiss university with the universities of Eastern Europe.
- P3. Leonardo da Vinci (2002–2005) F/02/B/P/PP-118074, Performance Centred Vocational Education - the Link Between Work and Education, IPCI.
- P4. FP6 (2004-2005) FI60-CT-2003-508835, Co-ordination Action on Education and Training in Radiation Protection and Radioactive Waste Management, CETRAD.
- P5. Leonardo da Vinci (2004 – 2006) BG/04/B/F/PP-166005, Specialised Training Courses for Personnel Involved in Decommissioning of Nuclear Power Plants, DECOM.
- P6. SOCRATES (2005-2007) 225679 - CP -1-2005-1- BG – MINERVA-MP, On-Line Learning Mathematics and Sciences.
- P7. SCOPES (2005-2008) IB7420-110851, Swiss-Bulgarian Network in Education and Research in Packaging in Microelectronics
- P8. SOCRATES (2005-2008) 225692-CP-1-2005-1-BG-MINERVA-M, Distributed Internet-based Performance Support Environment for Individualized Learning, DIPSEIL.
- P9. Leonardo da Vinci (2006-2008) FR/06/B/P/PP-152507, Virtual Performance Centred Environment for Training in Nanoelectronics, NANO.
- P10. Leonardo da Vinci (2008-2010) 142788-LLP-1-2008-1-BG-LEONARDO-LMP, Mobile Performance Support System for Vocational Education and Training, MPSS.
- P11. ERASMUS (2008-2010) 141944-LLP-2008-1-ES-ERASMUS-ECDSP, Internet-based Performance-centered Learning Environment for Curriculum Support, IPLECS.
- P12. Leonardo da Vinci (2008-2010) LLP-2008-1-RO1-LEO05-00694, e-Training Microsystems Technologies, mSysTech.
- P13. Leonardo da Vinci (2008-2010) 2008-1-BG1-LEO05-00454, On-line Performance Support Environment for Minimally Invasive Orthopaedic Surgery, On-lineOrthro.
- P14. Leonardo da Vinci (2009-2011) 2009-1-BG1-LEO05-01602, Vocational Training for Sports Centres Employees with European Certificate, EuroSport.

- P15. ERASMUS (2010-2013) 510196-LLP-1-2010-1-IT-ERASMUS-ECDCE, Master Degree Modules in Nanotechnologies for Electronics (Polito – beneficiary, TUS – coordinator), NanoEI
- P16. Leonardo da Vinci (2010-2013) 510591-2010-LLP-FR-LEONARDO-LMP, Training New Skills for the New Jobs in Nanotechnology, NanoSkills.
- P17. Leonardo da Vinci (2010-2012) 509960-LLP-1-2010-1-BG-LEONARDO-LMP, m-Learning Manager.
- P18. Erasmus 517836-LLP-1-2011-1-ES-ERASMUS-ESMO (2011-2013), Remote-labs access in Internet-based Performance-centred Learning Environment for Curriculum Support, RIPLECS.
- P19. SCOPES IZ74Z0_137353 (2011-2014), Skills Development for Young Researchers and Educational Personal in Nano and Microelectronics Curricula: Implementation of Methods for Bilateral Knowledge Transfer between Universities and SMEs.
- P20. Leonardo da Vinci (2013-2015), 2013-1-BG1-LEO05-08711, Osteosynthesis for Surgical Management of Fractures for Orthopedic Surgeons and Biomedical Engineers, Ortho-Bio-Med.
- P21. Leonardo da Vinci (2013-2015), 2013-1-FR1-LEO05-48182, Evaluation of the Energy Efficiency in the Building Sector, EvEnEf.
- P22. Tempus (2013–2016), 543861-TEMPUS-1-2013-BG-TEMPUS-JPCR, Education in Nanotechnologies, EduNano.
- P23. Erasmus+, Knowledge Alliance (2016 – 2018), 562206-EPP-1-2015-1-BG-EPPKA2-KA, MicroElectronics Cloud Alliance, MECA.
- P24. Erasmus+, Capacity Building in Higher Education (2016 – 2018), 561627-EPP-1-2015-1-PL-EPPKA2-CBHE-JP-ERASMUS+ CBHE, Development of two cycle innovative curricula in microelectronic engineering, DOCMEN.
- P25. Erasmus+, Capacity Building in Higher Education (2016 – 2019), 573828-EPP-1-2016-1-BG-EPPKA2-CBHE-JP, Internationalised Master Degree Education in Nanoelectronics in Asian Universities, NanoEI-Asia.
- P26. Erasmus+, Capacity Building in Higher Education (2017 – 2020), 585336-EPP-1-2017-1-BG-EPPKA2-CBHE-JP, Euro-Mongolian Cooperation for Modernisation of Engineering Education, EUMong.

Проектите, чиито координатор е авторът са с номера: 2, 6, 7, 15, 19, 20, 22, 23, 25, 26

**Публикации на автора, които са извън
докторската дисертация, хабилитирането и
конкурса за професор**

НАУЧНИ СТАТИИ В РЕЦЕНЗИРАНИ СПИСАНИЯ

1. Tzanova S., Demarchi D. Work-in-Progress: MicroElectronics Cloud Alliance in series "Advances in Intelligent Systems and Computing", Springer International Publishing, 2017, pp.344-351.
2. Gil-Ortego R., Losada de Dios P., Albert Gómez M.-P., Ruiz E.-S., Tzanova, S., Castro-Gil M., Work in Progress: Microelectronics Courses: Needs and Training in the MicroElectronics Cloud Alliance, in "Teaching and Learning in a Digital World", Advances in Intelligent Systems and Computing book series (AISC, volume 716), Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-73203-9, pp. 513-516.
3. Kurtev N., Tzanova S., Schintke, Photodetector based on electrochemically deposited ZnO and inkjet printed PEDOT:PSS heterojunction, Electrotechnica & Electronica, 2016, pp. 14-18.
4. Kurtev N., Tzanova S., Schintke, Characterisation of inkjet printed PEDOT:PSS nanostructures: dimensions, conductivity and UV degeneration of single and multiple line tracings, CAx Technologies Journal, vol. 3, Dec. 2015, pp. 22-27.
5. Aleksandrova M., Kurtev N., Videkov V., Tzanova S., Schintke S., Material alternative to ITO for transparent conductive electrode in flexible display and photovoltaic devices, Microelectronic Engineering, vol. 145, Sept. 2015, pp. 112-116.
6. Tzanova S., Guiavarch A., Cemesova A., Schaeffer C., Marinov M., European Project for Development of Continuous Education in Energy Efficiency, Energy Forum, vol. 15/16, book 4, 2015, ISSN 1313-2962, pp. 90-98.
7. Cemesova A., Guiavarch A., Tzanova S., Ameliorating the Awareness of SMEs to Energy Efficient Building Design, Energy Forum, vol. 15/16, book 4, 2015, ISSN 1313-2962, pp. 99-109.
8. Dzhenkov Y., Tzanova S., Main Schematic Blocks of Image Intensifier Power Supply Used for Generation 2 Plus Image Intensifier Tubes, Научни трудове на Русенския университет, том 52, серия 3.1, 2013, стр. 92-96.
9. Dzhenkov, Y., Tzanova, S., Characteristics and Design of Night Vision Power Supply, Електротехника и електроника, бр. 3-4, 2013, стр. 24-27.

10. Tzanova S., Wearable Computer as an Embedded System-in-a-Package, *Електротехника и електроника*, бр. 3-4, 2012, стр. 32-36.
11. Tzanova S., Master Degree Modules in Nanotechnologies for Electronics, *Education Research International*, vol. 8, no. 2, 2012, pp. 28-32.
12. Tawfik M., Sancristobal E., Diaz G., Tzanova S., Cronin S., Kreiner C., Milev M., Mileva N., Castro M., European online master degree program for addressing labor market demands, *International Journal of Online Engineering*, 2012, pp. 9-15.

ПУБЛИКАЦИИ НА РЕФЕРИРАНИ МЕЖДУНАРОДНИ КОНФЕРЕНЦИИ В ЧУЖБИНА

13. Tzanova S., Development of Two Cycle Innovative Curricula in Microelectronic Engineering, *Proc. of 10th IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON2018*, April 17-20, 2018 Santa Cruz de Tenerife, Spain, pp.1444-1447.
14. Demarchi D., Ruoch M., Tzanova S., Klossek M., MECA, the MicroElectronics Cloud Alliance, *Proc. of 10th IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON2018*, April 17-20, 2018 Santa Cruz de Tenerife, Spain, pp.1425-1429.
15. Tzanova S., Gil-Ortego R., Stankovski M., Castro-Gil M., Microelectronics Education in Europe in 21st Century, *Proc. of 10th IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON2018*, April 17-20, 2018 Santa Cruz de Tenerife, Spain, pp. 2031-2036.
16. Tzanova S., International Co-operation for Development of Innovative Curricula in Microelectronic Engineering, *Proc. of World Scientific and Engineering Congress*, 19-21 June, 2017, Astana, Kazakhstan, book 4, pp.78-82.
17. Gil-Ortego, R., Castro-Gil, M., Tzanova, S., Sicard, E., Work in progress: MicroElectronics Cloud Alliance: The design of new open educational resources for an educational cloud, 2017 IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education, MSE 2017, pp. 43-47.
18. Tzanova S., Euro-Asian Cooperation for Education in Nanoelectronics. Need Analysis, *Proc. of 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE 2017)*, 10-14 May 2017, DOI: 10.1109/ISSE.2017.7563245.

19. Martinek P., Illyefalvi-Vitez Z., Krammer O., Geczy A., Villanyi B., Illes B., Kaman J., Tzanova S., Building a cloud platform for education in microelectronics, Proc. of 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE 2017), 10-14 May 2017, <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8001003/>
20. Tzanova S., Demarchi D., Ruo Roch M., Work-in-Progress: MicroElectronics Cloud Alliance, Proc. of 9th IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON2017, 25-28 April 2017, Athens, Greece, pp. 346-403
21. Tzanova S., Demarchi D., Knowledge Alliance in Microelectronics, Proc. of 9th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI, Sevilla, Spain, 14th-16th November, 2016, pp. 6366-6370.
22. Tzanova S., Barokas J., Demarchi D., Tempus Project "Education in Nanotechnologies", Proc. of 9th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI, Sevilla, Spain, 14th-16th November, 2016, pp. 6373-6378.
23. Tzanova S., Barokas J., Demarchi D., Euro-Israeli Cooperation for On-line Education in Nanotechnologies, Proc. of The Online, Open and Flexible Higher Education Conference, 19-21 Oct. 2016, Rome, Italy, pp. 881-892.
24. Gil-Ortego R., Baizán P., Macho A., Pérez-Molina C., Castro-Gil M., Albert-Gómez, Jiménez-Castañeda R, Tzanova S., Work in Progress - The MicroElectronics Cloud Alliance: A way to deliver OERs in a Cloud-based European Infrastructure, Proc. of The Online, Open and Flexible Higher Education Conference, 19-21 Oct. 2016, Rome, Italy, pp. 463-475.
25. Tzanova S., Demarchi D., Work-in-Progress: MicroElectronics Cloud Alliance, Proc. of 19th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2016) in the Springer series "Advances in Intelligent Systems and Computing", 21-23 Sept. 2016, Belfast, UK pp. 1135-1141.
26. Illyefalvi-Vitez Z., Krammer O., Tzanova S., MicroElectronics Cloud Alliance (MECA) Presentation of a new Erasmus+ project, Proc. of 39th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE 2016), 18-22 May 2016, DOI: 10.1109/ISSE.2016.7563245
27. Kurtev N., Fosso N., Tematio Ch., Tzanova S., Schintke S., Electrical Characterization of Transparent Organic Conducting Thin Films Preventing Mechanical Damage and Preserving Optical Transparency, Proc. of 2015 IEEE Conference Electron Devices and

- Solid-State Circuits (EDSSC 2015), Singapore, 1-4 June 2015, pp. 341-344
28. Tzanova S., Daliana Z., Tokmakova K., Maranchon S., European Project for Education in Osteosynthesis for Surgical Management of Fractures for Orthopaedic Surgeons and Biomedical Engineers, International Education Conference, London, UK, June 7-11 2015, pp. 324-329.
 29. Tzanova S., Daliana Z., Tokmakova K., Atienza C., European Project for Education in Osteosynthesis for Surgical Management of Fractures for Orthopedic Surgeons and Biomedical Engineers, 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2015), Madrid, Spain, March 2-4 2015, pp. 6350-6355.
 30. Tzanova S., Guiavarch A., Schaeffer C., Coppola G., Marinov M., International Collaboration for Development of Continuous Education in Energy Efficiency, 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2015), Madrid, Spain, March 2-4 2015, pp. 6356-6360.
 31. Tokmakova K., Molchovski P., Tokmakova M., Dailiana Z., Tzanova S., E-learning Approach to Biomechanics of Osteosynthesis, IVth National Conference of Bulgarian Society for Surgery of the Hand with International Participation, Veliko Tarnovo, Bulgaria, April 24-27, 2014.
 32. Dailiana Z., Agorastakis D., Varitimidis S., Tokmakova K., Molchovski P., Tzanova S., Malizos ., K. N., Minimal Plates and Screws for Hand Fractures, IVth National Conference of Bulgarian Society for Surgery of the Hand with International Participation, Veliko Tarnovo, Bulgaria, April 24-27, 2014.
 33. Tzanova S., Stankovski M. Schintke S., Nano & microelectronics curricula development: Exploration tasks and experiments for students in electrical engineering, 10th European Workshop on Microelectronics Education, EWME 2014,
 34. Tzanova S., Takov T., Cholakova I., Design and Investigation of Hall Effect Sensors with Different Contact Sizes, Proc. of Electronics, Telecommunications, Automatics and Informatics conference (ETAI 2013), 26-28 Sep. 2013, ISBN-13 978-9989-630-68-2, CD.
 35. Tzanova S., Takov T., Kurtev N., Thermal Analysis of High Power LED Bulb with variety of Package-on-Substrates, Proc. of Electronics, Telecommunications, Automatics and Informatics conference (ETAI 2013), 26-28 Sep. 2013, ISBN-13 978-9989-630-68-2, CD.

36. Nadzinski G., Stojanovski G., Stankovski M., Schintke S., Tzanova S., Designing of the First Macedonian Laboratory for Characterization of MEMS Devices, Proc. of Electronics, Telecommunications, Automatics and Informatics conference (ETAI 2013), 26-18 Sep. 2013, ISBN-13 978-9989-630-68-2, CD.
37. Tzanova S., Stankovski M. Schintke S., Improvement of university teaching in micro- and nanoelectronics for the needs of the labour market, 12th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2013.
38. Tzanova S., Demarchi D., Morey-Chaisemartin P., Master Degree Modules in Nanotechnologies for Electronics, Proc. of Information Communication Technologies in Education (ICICTE 2013), 1-4 July 2013, Crete, pp. 452 - 462
39. Radonov R., Gieva E., and Tzanova S., Remote ECAD Laboratory Access for the MSc Course 'Advanced Electronics for Information and Communication Systems', Proc. of The Future of Global Learning in Engineering Education IEEE EDUCON 2013, 13-15 March, Berlin, pp.1124-1129.
40. Tawfik M., Sancristobal E., Diaz G., Tzanova S., Cronin S., Kreiner C., Milev M., Mileva N., Castro M., Remote-Labs Access in Internet and Performance Learning Environment Projects, Proc. of The Future of Global Learning in Engineering Education IEEE EDUCON 2013, 13-15 March, Berlin, pp.1098-1102.
41. Cholakova I., Takov T., Tzanova S., Tsankov R., Simonne N., Design and Investigation of 0.18 μ m CMOS Hall Sensors with different dimensions, ICIT2013 – IEEE International Conference on Industrial Technology, 25 - 28 Feb 2013, Cape Town, ISBN: 978-1-4673-4568-2, pp. 956-960.
42. Tzanova S., Schintke S., Demarchi D., Moreys-Chaisemartin Ph., An European Project on Web-Based Education in Nanoelectronics, Proc. of Web-Based Education WBE 2013, 13-15 Feb., Innsbruck, ISBN: 978-0-88986-943-1, pp. 832-838.
43. Tawfik M., Sancristobal E., Martin S., Gil R., Pesquera A., Albert M.-J., Diaz G., Peire J., Milev M., Mileva N., OSuilleabhain G., Tzanova S., Kreiner C., Hörmann L.B., Castro M., Labor-oriented online master degree program, Proc. of 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 4-6 July, Bilbao, ISBN: 978-1-4673-2541-7, 2012 .
44. Tzanova S., Schintke S., Demarchi D., Moreys-Chaisemartin Ph., Training new Skills for the New Jobs in Nanoelectronics, International

- Spring Seminar on Electronics ISSE 2012, May 9-12, Bad Ausseen, pp. 152-156.
45. Dzhenkov, Y., Tzanova, S., Image Intensifier Power Supply, International Spring Seminar on Electronics ISSE 2012, May 9-12, Bad Ausseen, pp. 212-216.
 46. Morey-Chaisemartin P., Tzanova S, Schintke S., Demarchi D., Barokas J., Industry needs analysis for developing new skills in nano-electronics, European Workshop on Microelectronic Education (EWME 2012), 9-11 May, 2012, Grenoble, pp. 74- 76.
 47. Demarchi D., Tzanova S., Piccinini G., Graziano M., Schintke S., Morey-Chaisemartin P., Barokas J., Hands-On Laboratories in the NanoEI Project, European Workshop on Microelectronic Education (EWME 2012), 9-11 May, 2012, Grenoble, pp. 124 -126.

Summary

Virtual Performance Support Systems for Engineering Education

Ten years we devoted to study and apply performance-centred methodology in university education. We started with IPSS_EE project, then continue with IPCI, DECOM, Math&Science, DIPSEIL and IPLECS. The innovative performance-centred approach has been developed, tested and implemented in educational context and it has been proven to be more effective than the traditional expository inductive approach in training higher order skills, for preparing learners for self-learning, improving and adapting for changing jobs.

Our research continued with the development of distributed performance-centred adaptive learning management system under IPCI project. Five servers have been set-up in four European countries and distributed curricula have been delivered. In the next project IPLECS, almost fifty performance-centred courses in five languages in information technology, telecommunication and microelectronics have been delivered and learning support was provided by the teachers from the 5 universities.

The next research topic was on systems enabling real-world experiments remotely in an e-learning context of distributed curriculum. The RIPLECS project was created to test the ability of PSS to support a practical work and real performance in a complete multi-lingual curriculum, with shared educational resources.

In our recent research, the Cloud computing approach, created mainly for Internet application needs, was adapted to IT architectures for e-learning, but not only. In fact, the design of an efficient training infrastructure based on a Cloud approach is also a key solution for traditional classroom training through sharing server resources. The students are able to interact with the remote experiments including in the real work place, change parameters and in some cases modify and design experiments. The mClouds architecture enables the Europe-wide distribution of resources, in terms of laboratory-experiments, by utilizing multiple Web servers in a single network topology. Thus, instructors from different European countries can take the advantages of employing a running lab-experiment and present it in their native language and personal educational point of view.

The results of the presented in the thesis research and the systems developed have been successfully implemented mostly in engineering education but also in medicine, mathematics and sciences, sports in the following countries: Austria, Belgium, Bulgaria, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, FYR Macedonia, the Netherlands, Norway, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain and the Switzerland in Europe and since 2013 the author has developed successful projects to implement these results in Israel, China, India and Malaysia, in Armenia and Kazakhstan, in Mongolia.