ОСНОВНИ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО И ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВГРАДЕНИТЕ КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Радослав Милчев, Мелина Нейкова
Лесотехнически университет, София

Резюме

Развитието на концепцията за електронен бизнес, като част от цялостната бизнес система на организациите и стопанските субекти, трябва да отчита съвременните иновации в областта на разнообразяването на достъпа до средата за пренос на данни и търсенето на нови възможности за извличане на конкретни бизнес ползи. Вградените компютърни системи, представляват бързо развиващ се иновативен сектор в областта на информационните и комуникационни технологии. Чрез него се предоставят редица възможности за успешното мигриране на различни традиционни бизнес процеси към техните електронни аналози. Настоящата статия изследва тенденциите в областта на развитието и прилагането на вградените компютърни системи. Изследвани са възможности за създаването на условия за тяхното практическо използване при решаването на съществуващи технологични проблеми, свързани с управлението на параметрите на средата на специализираното материално-техническо осигуряване на организациите и стопанските субекти. Направеното литературно проучване и извършеният експеримент показват, че внедряването на иновативни технологии свързани с вградени компютърни системи е необходимо за утвърждаване както на конкурентни позиции на стопанските организации и свързания с тях електронен бизнес, така и на съществуващите социални и икономически взаимодействия, които се трансформират и еволюират в следствие на тяхното постоянно разширяващото се приложение.

Ключови думи: електронен бизнес, технологични иновации, вградени системи.
Key words: e-business, technological innovation, embedded systems.

JEL: D80, L80, L84, L86.

Увод

Интегрирането на съвременните информационни и комуникационни технологии с традиционните бизнес отношения, както посочва [1], се явява една от основните предпоставки за формирането на нови условия за бизнес. Следвайки развитието на ИКТ, тези условия позволяват да се дефинира концепцията за електронен бизнес на организациите и стопанските субекти и кореспондиращата система за електронен бизнес. Според [2], отразяването на цялостната технологична специфика на отделните категории е-бизнес, ще окаже положително влияние върху развитието на системата за електронен бизнес на организациите и стопанските субекти и ще спомогне за подобряване на тяхната ефективност и конкурентоспособност.

Разработването и внедряването на вградени компютърни системи или накратко вградени системи, е един от най-бързо развиващите се и иновативни сектори в областта на информационните и комуникационни технологии. Както посочва [2], в областта на технологиите за вградени системи Европа се счита за световен лидер, като конкретни решения и приложения се наблюдават в области като авиацията, космонавтиката, автомобилостроенето, комуникациите, промишлената и битова електроника. Запазването на конкурентните позиции на организациите и стопанските субекти от всички сектори на икономиката, все повече зависи от възможността за прилагане на технологичните иновации в областта на вградените системи. Това е така, защото те са съществена предпоставка за преодоляването на дисбаланса в производителността на водещите в технологично отношение държави. Очевидно, за да бъдат поддържани водещите позиции в областта на вградените системи трябва да се влагат сериозни усилия за научни изследвания и разработки. Това от своя страна може както да стимулира сътрудничество в бизнес средите, така и да доведе до засилена конкуренция, която води неминуемо към усъвършенстване на съществуващите методи и подходи, както и генерирането на нови тенденции в това отношение. Прилагането на иновационни технологии следва да допринесе и за по-ефективното използване и оползотворяване на съществуващите времеви, енергийни и други ограничени ресурси.

Според научноизследователски доклад на Националния съвет за научни изследвания на САЩ (*National Research Council, US)* [4], информационните технологии са на прага на нова революция, в която мрежовите системи на вградените компютри могат да променят коренно начина, по който хората си взаимодействат с околната среда, като се свързват комплексно посредством набор от устройства и сензори, даващи възможност да се събира, споделя и обработва информация по безпрецедентни начини. В този смисъл вградените системи могат

да се разглеждат като една естествена стъпка в еволюционното развитие на електронните технологии, водеща към тенденции както за миниатюризация на устройствата, така и същевременно за разширяване на функционалността им, разнообразяване на разработваните приложения, ограничаване на консумацията на енергия и др.

Основни принципи и характеристики на вградените системи

Компютърните системи, използвани за целите на бизнеса, претърпяват значителна еволюция от първите големи мейфрейм машини, през стационарните и преносими персонални компютри, до актуалните в днешно време таблети и смарт устройства, като тенденциите са в областта на намаляване на размерите и увеличаване на изчислителните възможности, които осигуряват нов клас от технически и бизнес приложения в областта на управлението и контрола.

По въпроса за определенията и характеристиките на вградените системи, [5] отбелязва, че вградените системи, са системи за обработка на информация, вградени в по-големи продукти. В допълнение [6] посочва, че всяка механическа или електрическа система, която съдържа устройство за управление и е изградена въз основа на изчислително устройство, се нарича вградена система и основателно може да се приеме като допълнение и доразвиване на посочената преди това дефиниция. Друго съдържателно определение е посочено от [7], при което вградената система се характеризира като комбинация от компютърен хардуер, софтуер и други допълнителни компоненти, проектирани така, че да изпълняват определена функция или сравнително ограничен брой задачи, в отличие от компютърната система с общо предназначение и други електронни устройства, изградени въз основа на подобна елементна база, но изпълняващи по-голям диапазон от функции.

От гледна точка на способите за изграждане и усъвършенстване на електронния бизнес и конкретните приложения в организациите и стопанските субекти, вградените системи е подходящо да се разглеждат, като системи с висока степен на интеграция, които са реализирани, така, че да осигуряват изпълнението на специфични функции, при вграждането им в по-големи устройства или системи, с цел повишаване на съществуващите им възможности при извършването на дейности като: наблюдение, контрол и управление на определени физични или бизнес процеси.

В структурно отношение вградените системи за управление не се различават значително от стандартната компютърна система и включват основни съставни елементи като: централен процесор (CPU – Central Processing Unit); памет (постоянна и оперативна); периферни устройства (входно/изходни устройства) и междумодулни магистрали, но с по-ниски хардуерни характеристики. Тяхната реализация може да се осъществи въз основа на обикновен микропроцесор или посредством микроконтролер. Като последният представлява микроелектронен чип, в чиято структурата са интегрирани всички основни части на една вградена компютърна система, поради което в литературата бива дефиниран още като едночипов микрокомпютър [8].

Динамичното развитие на микроелектронната индустрия дава възможност за разработването на сложни технологии за вградените компютърни системи като SoC (System on a Chip) и SiP (System in a Package). При SoC технологията всички компоненти, необходими за реализирането на една микрокомпютърна система, като процесорно ядро, памет, таймери, контролери, комуникационни интерфейси, сензори и други са интегрирани в един чип (SoC чип). За разлика от нея, при SiP технологията, системата е изградена от няколко чипа обединени в една опаковка (корпус). От икономическа гледна точка, използването на SoC технологията е по-изгодно решение, не само защото се намаляват теглото и размерите на системата, а и поради намаляването на консумираната мощност и паразитните капацитети в следствие, на което се повишават надеждността и бързодействието на чипа. Система SoC сама по себе си може да бъде разглеждана още като едночипов микрокомпютр или микроконтролер, докато за разлика от нея не всеки микроконтролер може да бъде достатъчна предпоставка (дори само от гледна точка на елементна база) да се осъществи цялостна система SoC.

От гледна точка на разработването на приложения в областта на електронния бизнес, други важни характеристики на вградената система са паметта и възможностите за управление на периферни устройства. Различават се памет за четене и запис (оперативна памет или RAM (Random Access Memory)) и памет само за четене (постоянна памет или ROM (Read Only Memory)). Вградените компютърни системи имат сравнително неголяма оперативна памет, предназначена за съхранение на входно/ изходни данни и междинните резултати от обработката им. За разлика от нея, постоянната памет, е сравнително по-голяма по обем и е предназначена за съхранение на операционната система, заедно със специфичната програма, свързана с обекта за наблюдение и контрол. Тази особеност определя и спецификата при разработва-

нето на приложно програмното осигуряване за вградените системи в противовес със стандартните компютърни системи, при които съотношението „RAM-ROM" е обратно.

Предназначението на периферните устройства, както и при универсалните компютърни системи, е свързано с обезпечаването на връзка на вградената система за управление с външни системи и потребители, с цел осъществяване на различни форми за въвеждане на изчислителна, контролна или управляваща информация, фиксиране на състоянието на управлявания обект и други. Вградените системи имат като правило значително по-голям брой разнообразни по вид периферни интерфейси, чрез които получават информация за множество физически величини като температура, налягане, скорост, ускорение и др. Такива могат да бъдат например: бутони, сензори, светодиодна индикация, течнокристални дисплеи, клавиатури, таймери, броячи и др.. За разлика от тях универсалните компютри използват стандартни входно/изходни устройства главно за връзка с оператора, като: клавиатура, монитор, мишка, принтер и др., или за връзка с други компютри чрез модем или различни компютърни мрежи.

Въз основа на извършените анализи и проучвания, могат да бъдат направени следните обобщения по отношение на основните характеристики и особености на вградените системи:

- Работа в реално време. За да работи успешно вградената система в реално време е необходимо да бъде проектирана така, че цикълът за изчисление да се ограничи в определен времеви интервал. За целта е необходимо внимателно да бъде избрана изчислителната производителност на микроконтролера, да се разработи ефективен алгоритъм със съответно бързодействие и да се приложат схеми с минимална възможност за задържане на предаването на сигналите.
- Миниатюризация на размерите. На настоящия етап от развитието на микроелектронните технологии, вградените компютърни системи се проектират с цел да се монтират в достатъчно миниатюрни устройства, като: датчици, мобилни телефони, таблети, електрднни писалки, плеъри, климатични и навигационни системи, устройства за идентификация, имплантанти и много други. Това оказва влияние и върху размерите на печатната платка, която в повечето случаи трябва да е съобразена с външния корпус на устройството, за което е предназначена.
- Минимизиране на употребяваната енергия. Вградените системи по същество, разполагат с ограничени ресурси, повлияни от стремежа към миниатюризация на устройствата, което е свързано и с работа в условията на ограничен енергиен режим.

От гледна точка на съвременните нагласи в обществото за екологично мислене и изискванията за намаляване на консумираната енергия, оказваща пряко влияние върху въглеродните емисии, този подход е характерен и за всички компютърни системи използвани в управлението на параметрите на средата на специализираното осигуряване на организациите и стопанските субекти.

- Минимизиране на стойността. Съвременните условия на функциониране на организациите и стопанските субекти, характеризиращи се със засилена конкуренция в глобален мащаб, определят необходимостта от минимизиране на разходите и по отношение на използваните вградени системи за нуждите на бизнеса. Те често пъти са проектирани под формата на елемент или съставна част от различни устройства и системи. Това е и предпоставка тези системи да бъдат обект за масово производство, което значително влияе върху намаляването на себестойността им и позволява тяхната реализация на пазара да бъде в съответствие с търсенето на потребителите.

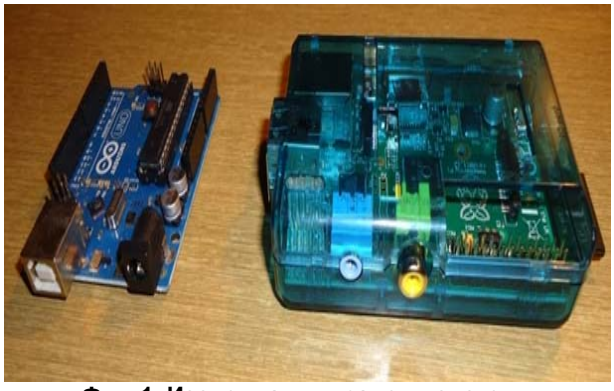
Практическо изследване на вградена система за нуждите на електронния бизнес

За целите на настоящото изследване са проучени възможностите на различни вградени системи, които са представители на технологиите *SoC* и *SiP.*

Изборът на системите е извършен въз основа на критерии, като: достъпност; налични средства за разработка на потребителски приложения; възможности за лесно интегриране на периферни устройства; наличие на документация; минимизиране на разходите за придобиване на устройствата.

Целта на практическото изследване беше свързано с намирането на евтино решение, за разработване и внедряване на устройства за наблюдение и контрол. Това са интелигентни системи за контрол на осветлението, климата, сигурността, аудио/визуално наблюдение и др., които са предназначени за прилагане в помещения със сървърно и комуникационно оборудване в организациите и стопанските субекти за поддържането на нуждите и услугите на електронния бизнес.

На фиг. 1 са показани две от изследваните системи от посочените разновидности *SoC* и *SiP,* съответно *Arduino* и *Raspberry Pi*.



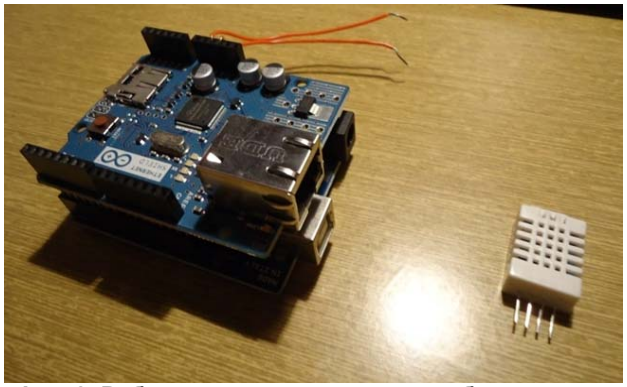
Фиг. 1. Изследвани вградени системи

Независимо от обхвата на организацията, цялостните системи осигуряващи достъп до услугите и съдържанието за електронния бизнес трябва да функционират в определен режим (24/7). По тази причина, подобно оборудване е изключително прецизно и критично към характеристиките на околната среда, като температура и влажност. Всяка неблагоприятна промяна на тези характеристики, може да доведе до отказ от обслужване на системите и дори до физически повреди на скъпо и отговорно оборудване. Именно в това отношение вградените системи, могат да се окажат ценно иновативно допълнение към съществуващата система за електронен бизнес на организациите и стопанските субекти, с възможността за поддържат разнообразни датчици като входни устройства за информация, при намалени изисквания по отношение на консумацията и влиянието върху заобикалящата среда.

Направените практически изследвания в областта на разработването на приложенията и експлоатацията на двете вградени системи, показаха, че оптималното решение на поставената задача е свързано с използване на вградена система, базирана на *Arduino* [9]. Разработеното устройство, позволява осъществяването на управление и контрол през различни видове мрежи, чрез добавянето на допълнителни модули със стандартизирана интеграция.

За целите на настоящото изследване, беше използвана възможността за връзка към мрежи по стандарта IEEE 802.3, което е подходящо в конкретния случай, защото самото устройство е разположено в сървърно помещение със съществуваща инфраструктура, позволяваща свързване от посочения тип.

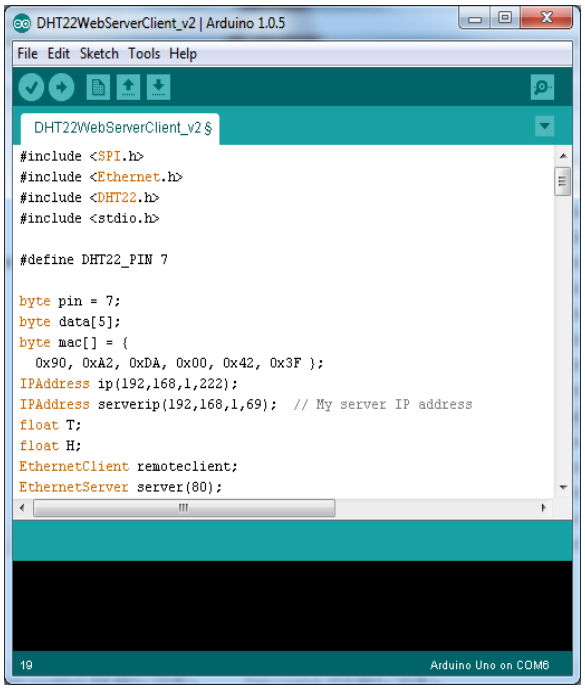
Работният модел на изградената система е показан на фиг. 2, като в дясната страна се вижда и използваният датчик за измерване на температурата и влажността.



Фиг. 2. Работен модел на системата, базирана на Arduino и датчик за измерване на температура и влажност

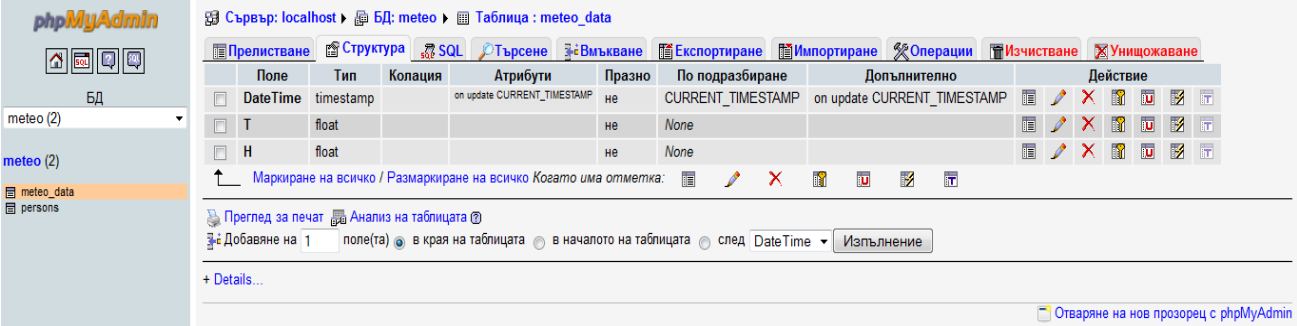
Създаването на програмното осигуряване, което се инсталира на микроконтролера, се осъществява с език за програмиране на *Arduino*, базиран на използването на *Wiring* (http://wiring.org.co/) и графична среда за разработка базирана на използването на *Processing* (http://www.processing.org/) [9].

Разработването на приложното програмно осигуряване за решаване на проблемите за изграждане на система за наблюдение, управление и контрол на климатичните параметрите на средата, предназначена за използване в сървърни и комуникационни помещения, беше осъществено с използването на средата за разработка предоставяна от *Arduino*, показана на фиг. 3.



Фиг. 3. Среда за разработка на програмно осигуряване за вградената система

Изготвеното програмно осигуряване включва управление на датчика и мрежовата комуникация на устройството. За целите на съхранението на данните от измерванията, беше разработено стандартизирано web-приложение с трислойна архитектура, базирано на използването на *PHP* и *MySQL*, което позволя създаването на подходяща *„frontend"* среда за наблюдение и настройка на устройството.



Фиг. 4. Структура на таблицата за съхранение на климатичните данни

Резултати и изводи

Направените изследвания показаха, че в настоящия момент, предлаганите на пазара вградени системи, независимо от технологията за реализация, която използват, предлагат евтини и ефективни начини за създаване на самостоятелни устройства или вграждането им в по-сложни системи, които да подпомогнат правилното мигриране на основни и спомагателни бизнес процеси към техните електронни еквиваленти. Това спомага, както за развитието или усъвършенстването на концепцията за електронен бизнес на организациите и стопанските субекти, така и за усъвършенстване на цялостната система за електронен бизнес.

Изследваната вградена система базирана на Arduino, притежава редица положителни характеристики, които улесняват подходите за нейното иновативно прилагане и използване. В това отношение могат да се посочат:

- Интегрирана среда за разработка - позволяваща лесната разработка и тестване на специализирано програмно осигуряване, осигуряваща улеснен синтаксис, надеждни начини за комуникация със системата и опростен механизъм за нейното препрограмиране.
- Наличие на аналогови и цифрови входно/изходни интерфейси – позволяващи мониторинг и управление на широк кръг от допълнителни устройства и датчици.
- Възможности за съхранение на данни - осигурени са лесни начини за съхраняване на критична информация, както със стандартните средства на вградената система, така и чрез използването на SD карти.
- Стандартни възможности за разширяване на функционалността на вградената система – посредством разработката и използването на специализирани модули със стандартизиран вход/изход.
- Голям набор от допълнителни датчици – вградената система може да бъде комбинирана с голям брой разнообразни датчици, като за голямата част от тях има разработени библиотеки за вграждане.

Изследваната система, показа добро интегриране в реално действаща компютърна мрежа, с възможност за отчитане на основните елементи на действащата политика за сигурност и комуникация. Задаването на мрежовите настройки следва опростен механизъм с възможности за автоматизация. Разработеното приложение позволи вграждането на методи, които осигуриха отдалечената връзка със сървъра и правилното съхранение на критичните данни в отдалечената база от данни посредством стандартни протоколи.

Показателите и характеристиките на изследваната вградена система, показаха добър потенциал не само при управление и мониторинг на различни датчици, в този случай за контролиране на климатичните параметри на средата, но и възможности за разработката на по-сложни устройства за решаването на определени бизнес задачи. В това отношение, интерес представляват възможностите за модифициране на вградената система за нуждите на обработката на мобилни разплащания, управление на сигурността и достъпа в организациите и стопанските субекти или решаването на определени логистични задачи. Този извод може да се направи, както от възможностите за интегриране на вградената система в среда на различни жични и безжични мрежи, включително към мрежата на мобилните оператори, така и от тестваните възможности за комуникация с приложения с

трислойна архитектура, която е характерна за широк кръг от приложения за електронен бизнес.

В заключение, внедряването на иновативни технологии за електронен бизнес, не само спомага за утвърждаване на конкурентните позиции на организациите и стопанските субекти на местно, национално и транснационална равнище, но засяга пряко и съществуващите социални и икономически взаимодействия. В резултат те се трансформират и еволюират в следствие на постоянно разширяващото се приложение на вградените системи, свързани с повишаването на качеството на живот, безопасността и защитеността на обществото.

Литература

1. Милчев, Р. *Електронен бизнес и търговия*. Издателска къща на ЛТУ, УПД на ХТМУ. София, 2007.
2. Milchev, G. *Methodology for managing the effectivness of the enterprise's e-business system*. Journal of UCTM. 2011. Book 4.
3. Глинос, К. *Значение встроенных систем.* сп. „АББ Ревю". 2006. 2. с. 6-8.
4. A Research Agenda for Networked Systems of Embedded Computers. *Embedded Everywhere.* 2000. p. 14
5. Marwedel, P. *Embedded System Design.* Kluwer Academic. 2003. p. 1.
6. Barrett, S., Pack, D. *Embedded Systems Design and Applications with the 68HC12 and HCS12*. Hardcover. 2004. p. 22.
7. Barr, M. *Programming embedded systems in C and C++*. Publisher. O'Reilly. 1999. p. 11.
8. Каракехайов, З., Кристенсен, К., Винтер, О. *Проектиране на вградени микрокомпютърни системи с микроконтролери: хардуер и софтуер.* Изд. „Пенсофт". София. 2000. с. 20.
9. Arduino – Home page. [http://www.arduino.cc].

MAJOR TRENDS IN THE DEVELOPMENT AND THE USE OF EMBEDDED COMPUTER CONTROL SYSTEMS

Radoslav Miltchev, Melina Neykova
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

The development of the concept of e-business, as part of the overall business system to the organizations and economic entities, must take account a contemporary innovation in the diversification of access to environment for data transfer and search for new opportunities to extract specific benefits. Embedded computer systems represent rapidly developing and innovative sector in the field of information and communication technologies. Through it provides a number of opportunities for the successful migration of various traditional business processes to their electronic analogues. The current article examines the trends in the development and implementation of embedded computer systems. Investigated the feasibility of establishing conditions for their practical use in solving the existing technological problems, related to the management of environmental parameters of specialized material and technical support to organizations and economic entities. The created literary research and the performed experiments show that the introduction of innovative technologies related to embedded systems need to strengthen validation both the competitive position of business organizations and related e-business as well as existing social economic interactions that transform and evolve due to their constantly expanding application.