

# Oprogramowanie symulujące sterowanie obiektami budynku

**Rafał WAWRYNIUK, Artur ARCIUCH**

Institut Teleinformatyki i Automatyki WAT,  
ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
rafal.wawryniuk@gmail.com, a.arciuch@ita.wat.edu.pl

**STRESZCZENIE:** W publikacji przedstawiono wybrane elementy aplikacji, która symuluje system sterowania wybranymi obiektami budynku i jego otoczenia. Zaproponowano również sprzęt i oprogramowanie do zobrazowania skutków symulacji sterowania obiektami domu mieszkalnego i jego otoczenia.

**SŁOWA KLUCZOWE:** inteligentny dom, sterowanie budynkiem.

## 1. Opis problemu

Dostępne na rynku systemy do obsługi tak zwanych inteligentnych budynków mają coraz większe możliwości sterowania obiektami (urządzeniami) zainstalowanymi w budynkach (mieszkaniach, domach mieszkalnych) i ich otoczeniu, ale również mają pewne ograniczenia. Ograniczenia wynikają z braku tanich elementów wykonawczych do generowania i akwizycji sygnałów sterujących, które mogą współpracować z obiektami budynku (np. okna, bramy, zawory, przełączniki) oraz z braku w budynkach fizycznej sieci (kablowej, bezprzewodowej) do przesyłania komunikatów (np. sterujących). Inne ograniczenia możliwości sterowania wynikają z konieczności zabezpieczenia fizycznego i zdalnego dostępu do elementów sieci teleinformatycznej, za pomocą której przesyłane są komunikaty z/do poszczególnych elementów sieci.

W publikacji pokazano sposób realizacji oprogramowania symulującego sterowanie obiektami budynku z wykorzystaniem komputerów klasy IBM PC oraz Micro2440. Komputery działają pod kontrolą systemów operacyjnych rodziny Windows, a oprogramowanie zostało napisane w środowisku programistycznym Visual Studio w języku programowania C#.

## 2. Koncepcja realizacji systemu

Celem realizacji systemu było zbudowanie aplikacji, która umożliwia symulację sterowania obiektami budynku i jego otoczenia oraz zobrazowanie skutków tej symulacji. Do sterowania obiektami budynku został użyty mikrokomputer Micor2440, a skutki tego sterowania zostały zobrazowane przy wykorzystaniu komputera klasy IBM PC, symulującego działanie urządzeń i obiektów budynku. W systemie uwzględniono również możliwość sterowania pewnymi obiektami budynku i jego otoczenia za pomocą aplikacji internetowej. Komunikacja między komputerami systemu przebiega przy użyciu interfejsów RS-232C oraz Ethernet – takie interfejsy, między innymi, ma mikrokomputer Micro2440. Ponadto autorzy chcieli pokazać, że system może sterować urządzeniami o różnych interfejsach.

W skład systemu wchodzi następujące elementy: komputer Micro2440 z zainstalowaną główną aplikacją, komputery klasy IBM PC pełniące odpowiednio rolę symulatora, serwera IIS udostępniającego webservice i aplikację internetową oraz z komputera z przeglądarką internetową (np. telefon komórkowy z przeglądarką internetową). Komputer Micro2440 jest głównym urządzeniem całego systemu - aplikacja na nim uruchomiona wykorzystuje interfejsy: Ethernet oraz RS-232C do komunikowania się z pozostałymi elementami systemu.

Zaproponowano dwa warianty sterowania obiektami budynku:

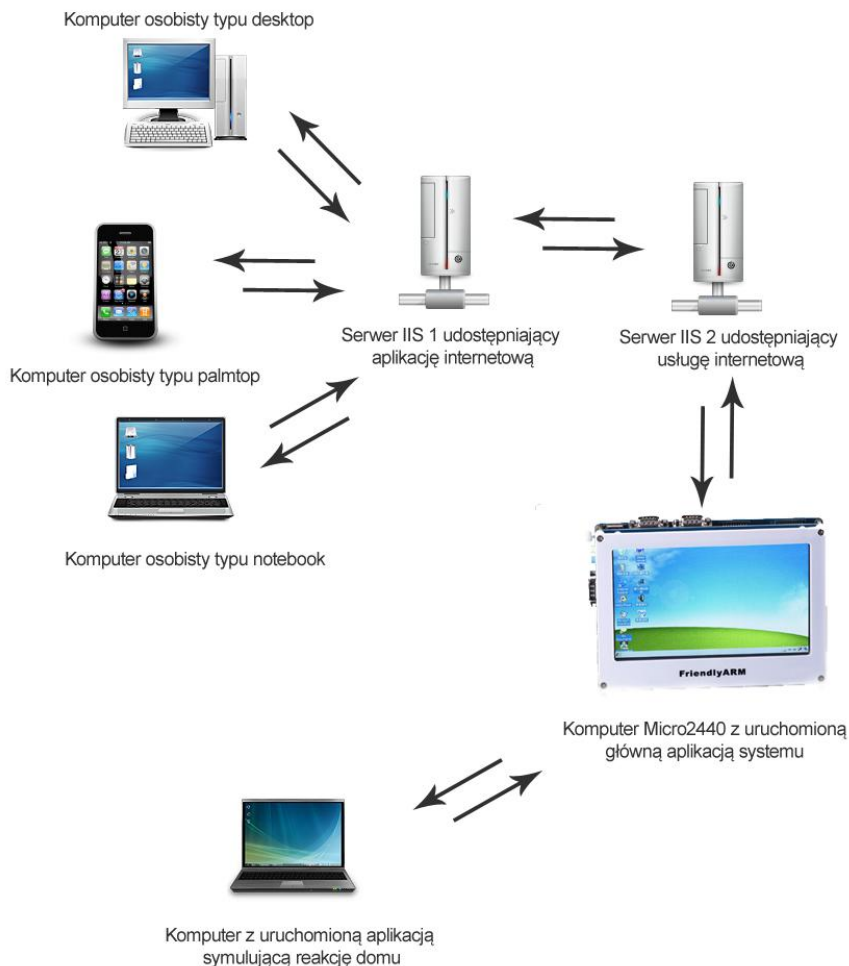
- stacjonarny - sterowanie obiektami odbywa się bezpośrednio z komputera Micro 2440 zainstalowanego w budynku,
- zdalny - sterowanie obiektami odbywa się z użyciem przeglądarki internetowej odwołującej się do aplikacji internetowej, z którą komunikuje się komputer Micro 2440.

Na rys.1 przedstawiono architekturę systemu. Interfejsy: Ethernet oraz RS 232C komputera Micro2440 dzielą system na część lokalną oraz część zdalną (działającą w sieci Internet). W części lokalnej wyróżniamy tylko symulator uruchomiony na komputerze klasy IBM PC, z którym komunikacja odbywa się przez port szeregowy (ale może też odbywać się za pomocą innych interfejsów). W części zdalnej wyróżniamy komputery pełniące rolę serwerów WWW (w szczególności może to być jeden komputer).

W większości przypadków funkcje dotyczące sterowania obiektami w budynku dotyczą:

- włączania i wyłączania oświetlenia, ogrzewania, nawadniania trawników,
- ustawiania konkretnej wartości np. temperatury w pomieszczeniach,
- reagowania obiektów na przekroczenie parametrów krytycznych (np. zamknięcie zaworów doprowadzających wodę, gaz; wyłączenie prądu)
- informowania o stanie budynku,
- zamykania i otwierania bram, drzwi, okien,

- włączania i wyłączania alarmów (włącznie z powiadamianiem odpowiednich służb w przypadku załączenia alarmów).



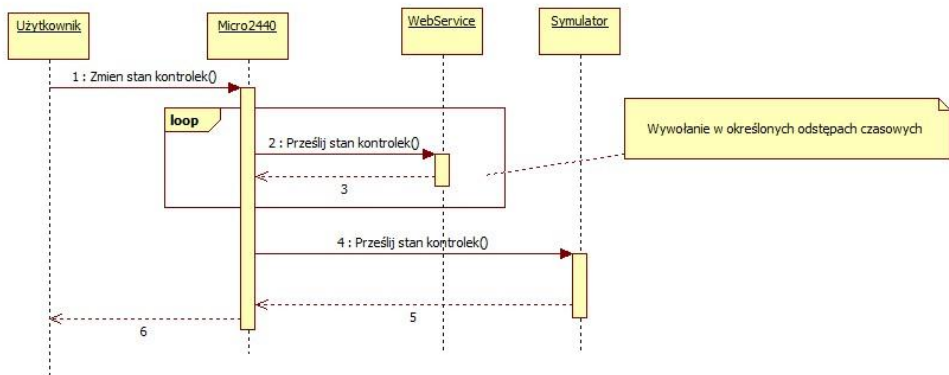
**Rys. 1. Architektura systemu**

Z uwagi na bezpieczeństwo, tylko niektóre z wymienionych funkcji mogą być realizowane zdalnie (za pomocą aplikacji internetowej z poziomu przeglądarki internetowej), np. nie zaleca się zdalnego sterowania alarmem, czy zdalnego sterowania otwieraniem bramy. Z tego powodu funkcje sterowania zdalnego stanowią taki podzbiór funkcji sterowania lokalnego, które nie dotyczą ochrony budynku.

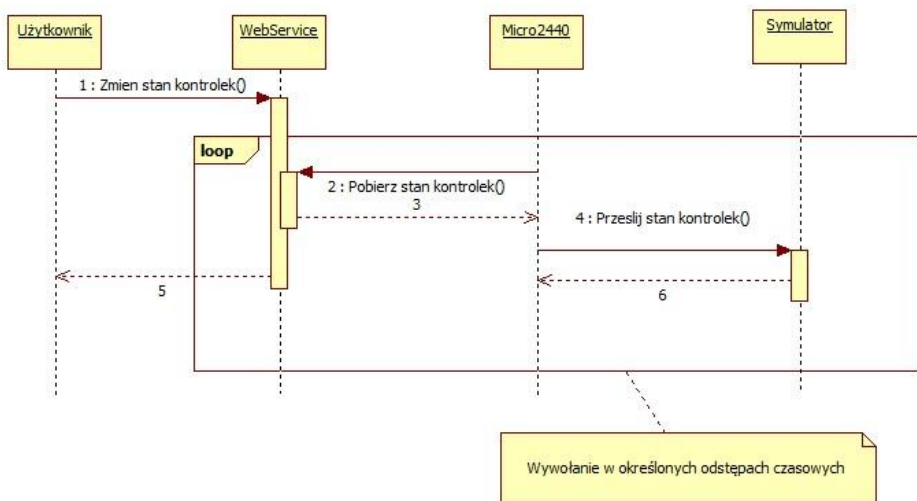
Na rys. 2 pokazano, dla przykładu, diagram sekwencji sterowania domem

w trybie lokalnym i zdalnym.

a)



b)



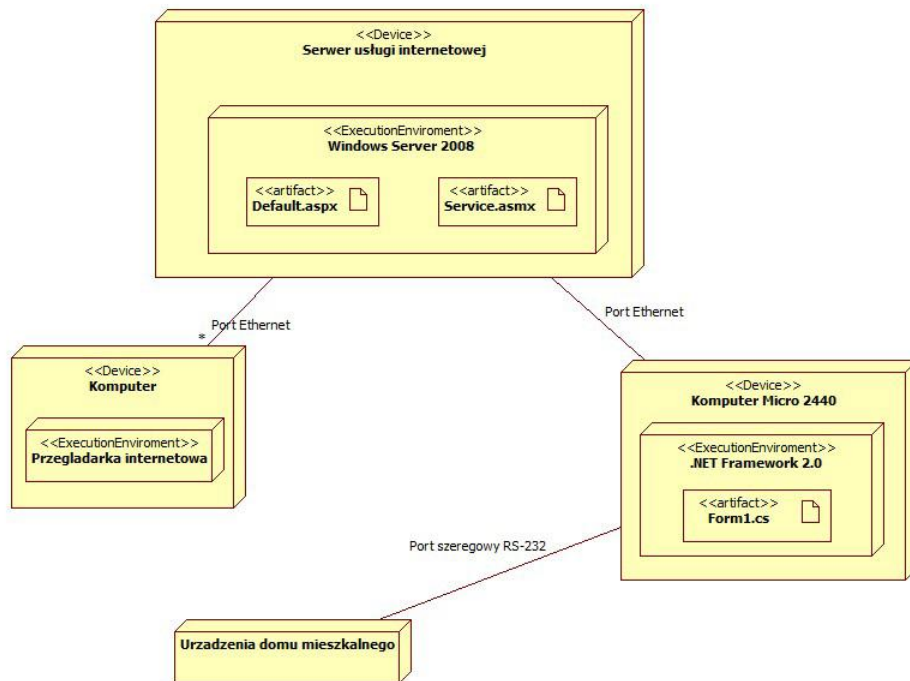
Rys. 2. Sterowanie budynkiem: a) w trybie lokalnym, b) w trybie zdalnym

Przy sterowaniu w trybie lokalnym komputer Micro2440, dodatkowo, przesyła do aplikacji internetowej, za pomocą webservice, listę zawierającą aktualne wartości parametrów opisujących stan monitorowanych obiektów budynku.

Przy sterowaniu w trybie zdalnym, z uwagi na bezpieczeństwo oraz łatwość realizacji komunikacji z usługą webservice komputer z sieci lokalnej, który jest zazwyczaj elementem domowej sieci LAN i jest umieszczony za routerem brzegowym i usługą NAT, nawiązuje połączenie z komputerami w sieci Internet.

Komputer Micro2440 cyklicznie (co ustalony okres czasu) odpytuje webservice w celu sprawdzenia czy użytkownik, za pomocą aplikacji internetowej, nie zmienił wartości parametrów sterowania obiektami budynku.

Na rys.3 pokazano diagram wdrożenia systemu.

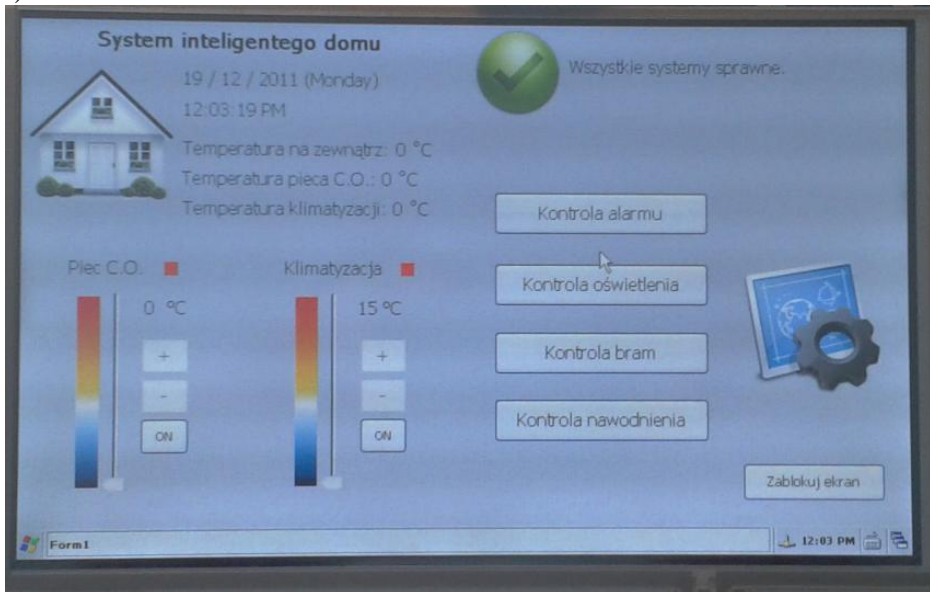


Rys. 3. Rozlokowanie poszczególnych aplikacji w komputerach systemu

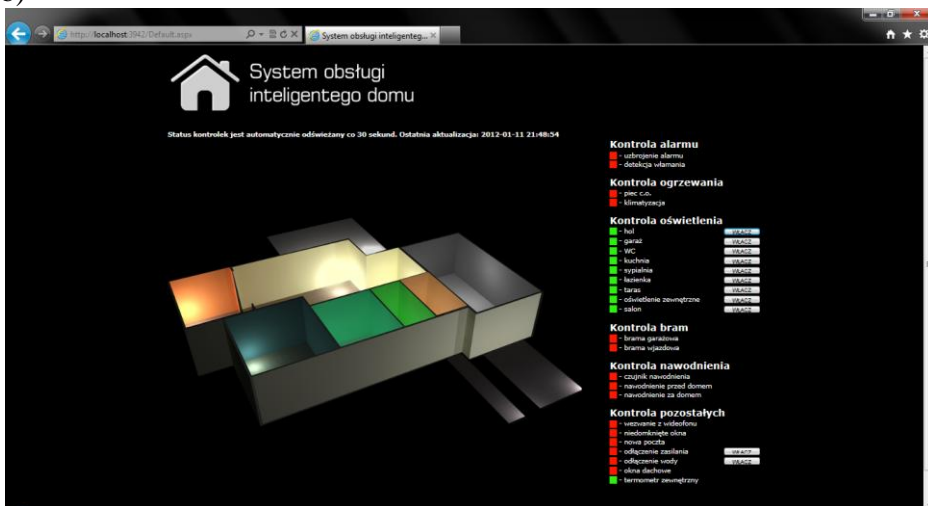
### 3. Implementacja systemu

W skład systemu sterowania obiektami budynku wchodzi trzy aplikacje. Aplikacja główna została zainstalowana na komputerze Micro2440SDK[8] wyposażonym w mikroprocesor SAMSUNG S3C2440OAL o architekturze ARMv4T rodziny ARM9 (rdzeń ARM920T), taktowany częstotliwością 400 MHz oraz 64 MB pamięci SDRAM oraz 128 MB pamięci typu flash, z wyświetlaczem 7". Komputer Micro2440 działał pod kontrolą systemu operacyjnego Windows Embedded CE 6.0. Aplikacja została wytworzona w środowisku programistycznym Visual Studio 2008, w języku programowania C# i działa w środowisku uruchomieniowym .NET Compact Framework w wersji 2.0.

a)



b)



Rys. 4. Interfejs graficzny wybranych aplikacji systemu: a) ekran komputera Micro2440, b) okno przeglądarki z aplikacją internetową

Komputer klasy IBM PC, symulujący obiekty domu, miał zainstalowaną aplikację (wytworzoną w Visual Studio 2008), która zawierała model 3D budynku i jego pomieszczeń (pomieszczenie jaśniejsze oznacza, że w pomieszczeniu jest włączone oświetlenie) oraz kontrolki wyświetlające

wartości parametrów opisujących stan określonych obiektów budynku.

Aplikacja internetowa oraz usługa webservice zostały wytworzone w środowisku Visual Studio 2008 i zainstalowane na serwerze WWW IIS 6.0.

Na rys. 4 pokazano wybrane interfejsy graficzne aplikacji wchodzących w skład systemu.

#### 4. Podsumowanie

System został zbudowany z wykorzystaniem technologii udostępnianych przez firmę Microsoft. Do implementacji systemu użyty został obiektowy język programowania C#, system operacyjny Windows oraz środowisko uruchomieniowe .NET. Nie jest to jedyne możliwe rozwiązanie. Istnieje możliwość zbudowania podobnego systemu z wykorzystaniem innych technologii. Do osiągnięcia tego celu mogłyby posłużyć systemy Linux lub Android oraz język programowania Java.

Wdrożenie zaimplementowanego systemu do rzeczywistego budynku jest możliwe. Jednak wymagane do tego są zmiany pozwalające podłączyć fizyczne urządzenia na miejscu zaimplementowanego symulatora, dodanie do oprogramowania funkcji szyfrowania komunikatów przesyłanych między komputerami oraz zabezpieczenie: aplikacji internetowej, webservice, serwerów IIS oraz routera brzegowego w budynku. Zabezpieczenie przed fizycznym dostępem do elementów sterowania obiektami budynku stanowi osobny, bardzo ważny problem do rozwiązania.

Zaproponowany system można rozwinąć na przykład poprzez dodanie funkcji, które umożliwią sterowanie obiektami budynku również za pomocą głosu lub gestów.

#### Literatura

- [1] BOLING D., *Programming Windows Embedded CE 6.0 Developer Reference*, Microsoft Press Fourth Edition, 2010.
- [2] PAVLOW S., BELEVSKY P., *Windows® Embedded CE 6.0 Fundamentals*, Microsoft Press, 2009.
- [3] TROELSEN A., *Język C# 2008 i platforma .NET 3.5*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa, 2011.
- [4] MAYO J., *C# 3.0 dla .NET 3.5 Księga eksperta*, Helion, Gliwice, 2011.
- [5] SCHAEFER K., COCHRAN J., FORSYTH S., BAUGH R., *Profesjonal IIS 7*, Wrox 2008.

- [6] WAWRYNIUK R., *Oprogramowanie komunikacyjne dla Windows Embedded CE*, praca dyplomowa, Wydział Cybernetyki, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2012.
- [7] HOWARD R., *Web Services with ASP.NET*, Microsoft Corporation 2001, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms972326.aspx>.
- [8] FriendlyARM, <http://www.friendlyarm.net/>.
- [9] ARM, <http://www.arm.com/>.
- [10] Microsoft: Windows Embedded, <http://www.microsoft.com/windowsembedded/en-us/windows-embedded.aspx>.
- [11] MSDN Library: Smart Device Development, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/sa69he4t%28v=VS.90%29.aspx>.

### **Software for simulation to control objects of a dwelling**

ABSTRACT: The paper presents some elements of an application which controls selected objects of a dwelling and its surroundings. Hardware and software for simulation control of selected objects in a dwelling have been also proposed.

KEYWORDS: smart home technology, building management system.

*Praca wpłynęła do redakcji: 11.07.2012*