



## **Projekt wizyjnego modułu komunikacyjnego dla systemu automatyki budynkowej**

Przemysław KROGULEC, Waldemar ŚMIETAŃSKI

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa,  
Katedra Mechatroniki*

*ul. gen. Witolda Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa,*

*\* autor korespondencyjny, e-mail: waldemar.smietanski@wat.edu.pl*

*Artykuł wpłynął do redakcji 10.04.2017 r.*

*Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 22.06.2017 r.*

DOI 10.5604/01.3001.0010.7322

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono projekt wizyjnego modułu komunikacyjnego dla systemu automatyki budynkowej. Opisano implementację idei wideofonu na popularnej platformie Raspberry Pi, budowę urządzenia oraz zasadę działania opracowanych w języku Python aplikacji nim sterujących.

**Słowa kluczowe:** automatyka budynkowa, moduł komunikacyjny, wideofon, Raspberry Pi

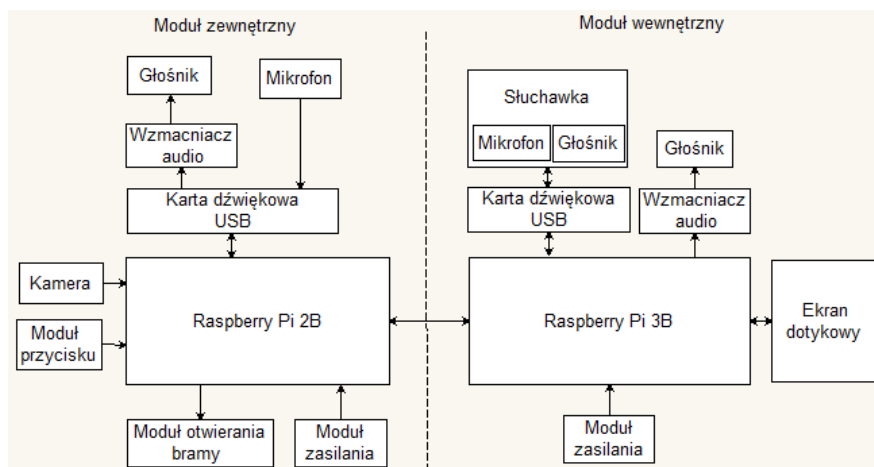
### **1. WSTĘP**

Automatyka budynkowa jest prężnie rozwijającą się dziedziną, której zakres obejmuje m.in. zarządzanie kontrolą dostępu do budynku. Wraz z postępem w dziedzinach technologii wykonania budynków, informatyki i elektroniki (m.in. miniaturyzacja elementów elektronicznych połączona ze

spadkiem ich cen), zaczęto rozwijać projekty mające na celu wprowadzenie nowych udogodnień dotyczących użytkownika domu/mieszkania. Jednym z takich udogodnień jest domofon – pozwalający na dwustronną komunikację głosową pomiędzy użytkownikami modułu wewnętrznego (domownikami) a osobami stojącymi przed umieszczonym przy bramie (drzwiach wejściowych) modułem zewnętrznym. System taki posiada podstawową wadę – identyfikacja osoby zgłaszającej chęć dostępu do budynku odbywa się jedynie na podstawie rozpoznania głosu. Bardziej zaawansowaną wersją domofonu jest wideodomofon (wideofon), który uzupełnia komunikację głosową o jednostronną komunikację wizualną. Tym samym znacznie podnosi bezpieczeństwo oraz komfort użytkownika budynku, umożliwiając identyfikację wizualną osoby, której zdalnie otwieramy bądź ryglujemy wejście.

## 2. ZAŁOŻENIA PROJEKTU

Analizując rozwiązania dotyczące wideofonów, można je podzielić na dwie grupy. Pierwszą są systemy jednorodzinne, w których podstawową konfiguracją jest jeden moduł zewnętrzny z kamerą oraz jeden moduł wewnętrzny z ekranem (rys. 1).



Rys. 1. Schemat blokowy wideofonu

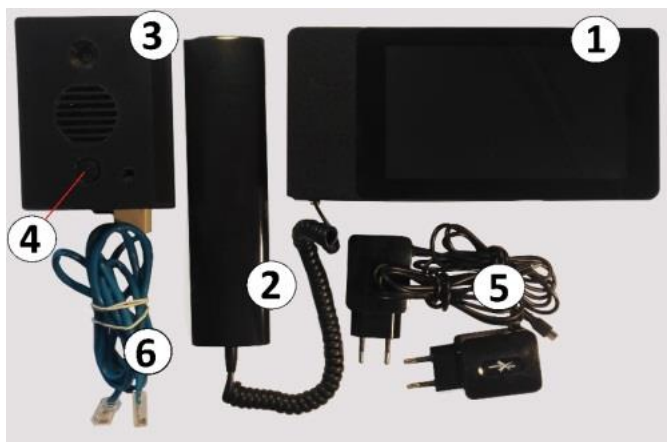
Fig. 1. Block diagram of the video door phone

System taki można rozbudować o kolejne moduły zewnętrzne oraz wewnętrzne, lecz pozwalają one na komunikację tylko z jednym urządzeniem (grupą urządzeń bez możliwości indywidualnego ich wyboru).

Grupa druga to systemy wielorodzinne, w których moduł zewnętrzny umożliwia wywołanie wybranego z połączonych w sieć urządzeń współpracujących (przynajmniej dwa przyciski wywołania i moduły wewnętrzne). Ponadto wideofony można podzielić ze względu na sposób obsługi modułu wewnętrznego na wykorzystujące: obsługę dotykową (elementy manipulacyjne wyświetlane na ekranie dotykowym) albo obsługę przyciskami fizycznymi. W projekcie założono wykonanie wideofonu jednorodzinnego o jednym module wewnętrznym i zewnętrznym; moduł wewnętrzny ma umożliwiać obsługę dotykową, natomiast obsługa modułu zewnętrznego ogranicza się do przycisku fizycznego.

### 3. BUDOWA WIDEOFONU

Bazą do wykonania modułów są mikrokomputery Raspberry Pi 2B (modułzew.) i Raspberry Pi 3B (modułwew.) (rys. 2). Do obsługi wejścia/wyjścia audio wykorzystano karty dźwiękowe USB, wzmacniacze audio, mikrofony oraz głośniki. Za wyświetlanie interfejsu graficznego oraz obrazu z kamery odpowiada ekran dotykowy, który umożliwia jednocześnie sterowanie. Moduł zewnętrzny dodatkowo wyposażono w moduły przycisku i otwierania bramy. Za oddzielne zasilanie urządzeń odpowiadają dwa moduły zasilające. Moduły zostały zamknięte w zaprojektowanych w środowisku Solid Edge ST9 obudowach, wykonanych w technologii FDM druku 3D.



Rys. 2. Budowa wideofonu: 1 – moduł wewnętrzny, 2 – słuchawka modułu wew. z podstawką, 3 – moduł zewnętrzny, 4 – przycisk wywołania połączenia, 5 – moduły zasilające, 6 – medium transmisyjne (kabel UTP)

Fig. 2. Video door phone construction: 1 – internal module, 2 – internal module handset with stand, 3 – external module, 4 – call button, 5 – power modules, 6 – transmission medium (UTP cable)

#### 4. KOMUNIKACJA AUDIO I WIDEO

Po naciśnięciu przycisku 4 – wywołanie połączenia (rys. 2) – moduł zewnętrzny wysyła żądanie połączenia do serwera zaimplementowanego w module wewnętrznym. Ten wyświetla sygnał wideo z kamery modułu zewnętrznego i informuje użytkownika sygnałem dzwonka o nadchodzącym połączeniu.

Użytkownik modułu wewnętrznego ma do dyspozycji przyciski „Odbierz” oraz „Rozłącz”, po odebraniu połączenia uaktywniony jest również przycisk „Otwórz”. Ma on również możliwość regulacji głośności dzwonka i dźwięku (rozmowy) oraz możliwość wyboru rozdzielczości odbieranego sygnału wideo (rys. 3).



Rys. 3. Graficzny interfejs użytkownika modułu wewnętrznego.

Ekran główny: 1 – okno podglądu kamery, 2, 3, 4, 5 – przyciski odebrania/rozłączenia połączenia/otwarcia rygła elektromechanicznego/przejsścia do ekranu ustawień.

Ekran ustawień: 6, 7 – głośność dźwięku/dzwonka, 8 – przyciski wyboru rozdzielczości obrazu, 9 – przycisk powrotu do ekranu głównego

Fig. 3. Graphical internal module user interface.

Main screen: 1 – camera view window, 2, 3, 4, 5 – buttons to answer/disconnect/open the electromechanical lock/switch to the settings screen.

Settings screen: 6, 7 – sound/ring volume, 8 – image resolution select buttons, 9 – return to main screen

Zrealizowaną odrębnie komunikację audio i wideo między modułami oparto na architekturze klient-serwer. Komunikacja głosowa wykorzystuje zaimplementowane w obu modułach serwer oraz klienta do obsługi audio. Aplikacja klienta audio modułu zewnętrznego odpowiedzialna jest za odczyt danych z mikrofonu (karty dźwiękowej) i wysyłanie ich do serwera audio modułu wewnętrznego. Po otrzymaniu danych serwer audio przetwarza je na dźwięk z wykorzystaniem karty dźwiękowej. Komunikacja w kierunku odwrotnym odbywa się analogicznie.

Aplikacja serwera wideo odpowiedzialna jest za odczyt danych z kamery podłączonej do modułu zewnętrznego i wysyłanie ich na żądanie klientowi wideo, zaimplementowanemu w module wewnętrznym. Klient wideo cyklicznie wysyła żądanie transmisji pakietu danych, które po odebraniu przetwarzane są na obraz, a następnie wyświetlane na ekranie modułu wewnętrznego. W aplikacji serwera wideo zastosowano obsługę każdego klienta wideo w oddzielnym wątku. Umożliwia to jednoczesny odczyt danych wideo z serwera na wielu urządzeniach, jeśli moduły wewnętrzny i zewnętrzny zostaną połączone przez router lub przełącznik (połączone z siecią lokalną). W takiej konfiguracji dane wideo mogą być odtwarzane na urządzeniach z dostępem do sieci lokalnej (np. smartfon, SmartTV). Liczba klientów obsługiwanych jednocześnie przez serwer wideo została ograniczona do trzech ze względu na wzrost obciążenia procesora (zwiększenie opóźnień) przy zwiększaniu liczby jednocześnie obsługiwanych urządzeń.

## **5. SYNCHRONIZACJA DANYCH AUDIO I WIDEO**

Podczas jednoczesnego, ale zrealizowanego odrębnie wysyłania/odbierania danych audio i wideo występuje problem synchronizacji tych danych w czasie. Istnieje wiele algorytmów i sposobów synchronizacji tych danych.

Ze względu na stałe w badanej konfiguracji opóźnienia danych przesyłanych między modułami i rezultaty badań, które wykazały akceptowalne przesunięcia czasowe między danymi audio i wideo, zrezygnowano ze skomplikowanych algorytmów synchronizujących, a tym samym zmniejszono obciążenie procesora (obniżenie temperatury i poboru prądu).

## **6. PODSUMOWANIE**

W artykule przedstawiono budowę i zasadę działania zaprojektowanego i wykonanego systemu do komunikacji audiowizualnej w budynku (wideofonu). Wykonane urządzenie składa się z dwóch oddzielnych modułów, komunikujących się za pośrednictwem sieci Ethernet.

Dla obydwu modułów zostało napisane w języku Python i uruchomione oprogramowanie, które realizuje dwukierunkową komunikację głosową i jednokierunkową komunikację wizualną.

Ze względu na otwarty charakter zaprojektowanego wideofonu istnieje wiele możliwych kierunków rozwoju jego funkcjonalności. Ważna wydaje się optymalizacja wykorzystanych algorytmów komunikacji wizualnej, ukierunkowana na zwiększenie jakości/rozdzielczości przesyłanego sygnału wideo. Pożądanym kierunkiem rozwoju jest wzbogacenie oprogramowania o możliwości otwierania dostępu bez współpracy domowników, np. przez obsługę kart RFID lub implementację algorytmów rozpoznawania twarzy.

## LITERATURA

- [1] Antosik Bartosz 2010. *Transmisja internetowa danych multimedialnych w czasie rzeczywistym*. Warszawa: WKŁ.
- [2] Ruffini W., Antoon., Mark A. Dye. 2015. *Akademia sieci Cisco CCNA Exploration. Semestr 1. Podstawy sieci*. Warszawa: PWN.
- [3] Kuźniar Katarzyna, Kazimierz Lal, Tomasz Rak. 2012. *Programowanie w Linuksie. Ćwiczenia*. HELION.
- [4] Monk Simon. 2014. *Raspberry Pi. Receptury*. HELION.
- [5] Lutz Mark. 2011. *Python. Wprowadzenie*. HELION.
- [6] Dokumentacja i przykłady użycia biblioteki kivy: <https://kivy.org/#home>. 2017.
- [7] Dokumentacja i przykłady użycia biblioteki SocketServer: <https://docs.python.org/2/library/socketserver.html> (2017).

## The project of visual communication module for building automation system

Przemysław KROGULEC, Waldemar ŚMIETAŃSKI

*Military University of Technology, Faculty of Mechatronics and Aerospace,  
Department of Mechatronics,  
2 gen. Witolda Urbanowicza Street, 00-908 Warsaw, Poland*

**Abstract.** The article presents the design of a visual communication module for building automation system. It describes the implementation of video door phone system on popular Raspberry Pi platform, construction of the device and the principle of operation of the control (Python) applications.

**Keywords:** building automation, communication module, video door phone, Raspberry