

**dr inż. Jacek Stanisław TUTAK, inż. Tomasz WOŚ**

Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki  
Rzeszow University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, Department of Applied Mechanics and Robotics

## **SYSTEM WSPOMAGAJĄCY FUNKCJONOWANIE OSÓB STARSZYCH I NIEPEŁNOSPRAWNYCH**

### **Streszczenie**

**Wstęp i cel:** Celem realizowanego projektu jest opracowanie systemu wspomagającego funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych cierpiących z powodu dysfunkcji ruchowych. W artykule opisano pierwszy etap projektu, w którym system zapewnia możliwość wspomagania dwóch czynności: zaświecanie i gaszenie światła oraz zasłanianie i odsłanianie rolet okiennych. Do każdej z tych czynności zastosowano sterowanie gestem.

**Materiał i metody:** W pracy wykorzystano platformę programistyczną Arduino *LEONARDO*, sensor ruchu Microsoft Kinect, komputer klasy PC oraz elementy wykonawcze systemu takie jak przekaźnik, serwomechanizm czy buzzer. W artykule omówiono sposób działania systemu oraz oprogramowanie na płytce Arduino odpowiedzialną za sterowanie elementami wykonawczymi i odczyt informacji z czujników. Dodatkowo przedstawione zostały najważniejsze elementy oprogramowania umożliwiające komunikację pomiędzy sensorem Kinect a płytką Arduino.

**Wyniki:** Wynikiem pracy jest w pełni funkcjonalny prototyp/makieta systemu.

**Wniosek:** Opisany system jest nowatorski z pozytywnymi opiniami przyszłych użytkowników.

**Słowa kluczowe:** Osoby starsze, niepełnosprawni, mechatronika, sprzęt i oprogramowanie.

(Otrzymano: 22.03.2016; Zrecenzowano: 30.03.2016; Zaakceptowano: 31.03.2016)

## **MOCKUP OF SUPPORTING SYSTEM FOR FUNCTIONING OF ELDERLY AND DISABLED PEOPLE**

### **Abstract**

**Introduction and aim:** The article presents the issues of supporting system for elderly and disabled people. The article describes the first phase of the project, in which the system provides the ability to support two steps. For each of these activities is used to control gesture.

**Material and methods:** The project has been designed and implemented based on software platform Arduino Leonardo, motion sensor Microsoft Kinect, PC computer system and actuators such as relays, servo or buzzer. In addition, have been presented the main elements of hardware / software system enables communication between the sensor Kinect and Arduino plate.

**Results:** The result of work is fully functional prototype assist device.

**Conclusion:** The method described is innovative with positive test and opinion of future users.

**Keywords:** Elderly people, disabled people, mechatronics, hardware/software system.

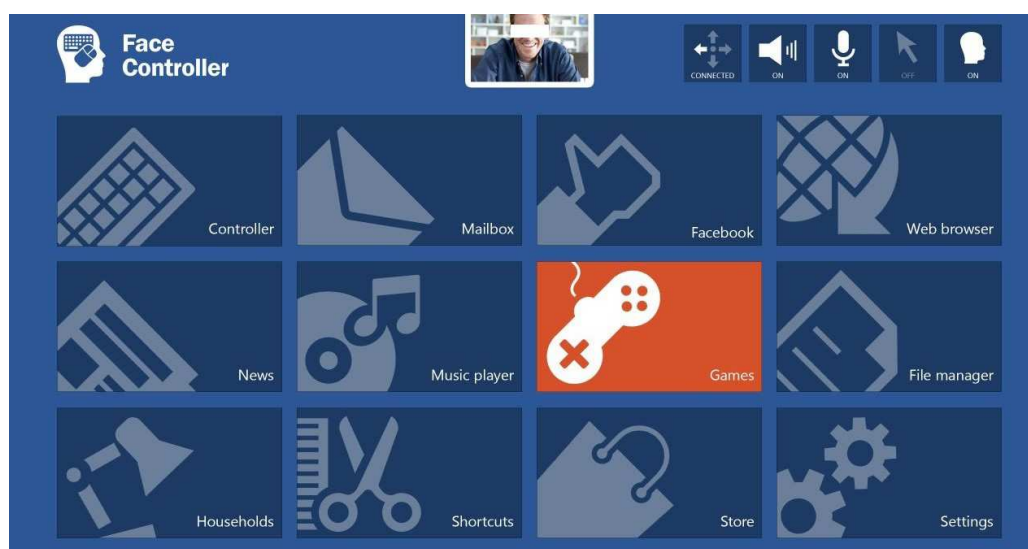
(Received: 22.03.2016; Revised: 30.03.2016; Accepted: 31.03.2016)

## 1. Wstęp

W związku ze spadającą liczbą urodzeń polskie społeczeństwo starzeje się. Dodatkowo rozwój medycyny i technologii przyczynia się do wydłużenia średniej długości życia w Polsce. Średnia długość życia w 2013 roku wynosiła dla mężczyzn 73,1 lat, natomiast dla kobiet 81,1 lat. W stosunku do początku lat 90. ubiegłego wieku długość życia mężczyzn wzrosła o 7 lat, natomiast długość życia kobiet wzrosła o 6 lat. Według prognoz GUS [5] na lata 2014-2050 średnia długość życia w roku 2050 wzrośnie dla mężczyzn o 9 lat i będzie wynosić 82,1 lat, a dla kobiet długość życia wzrośnie o 6,4 lat i będzie wynosić 87,5 lat.

Starzenie się społeczeństwa wymusza na producentach opracowywanie coraz większej liczby rozwiązań mechatronicznych wspomagających funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych ruchowo. Część z tych rozwiązań opracowana została w oparciu o sensor Kinect. Jest on kontrolerem wejściowym do konsoli Xbox360. Kinect to nowatorskie rozwiązanie, które umożliwia granie w gry wideo oraz użytkowanie konsoli nie wymagając przy tym używania kontrolerów manipulacyjnych [6]. Producent zdecydował się udostępnić zastosowane w tym produkcie narzędzia programistyczne, dzięki którym możliwe stało się zastosowanie Kinecta nie tylko w grach, ale również w projektach dedykowanych osobom starszym i niepełnosprawnym.

Jednym z najciekawszych przykładów obrazujących ogromny potencjał Kinecta jest Face Controller (Rys. 1) opracowany przez studentów Politechnik Rzeszowskiej. System ten zapewnia możliwość sterowania komputerem za pomocą głowy, twarzy oraz krótkich komend głosowych. Opisywane rozwiązanie opracowane zostało w szczególności z myślą o osobach niepełnosprawnych – sparaliżowanych. Ale jak się okazuje, coraz więcej osób starszych bardzo przychylnie wyraża się na temat jego możliwości. Mankamentem tego systemu jest z całą pewnością ograniczenie się jedynie do sterowania myszką i aplikacjami na komputerze [7], [8].



Rys. 1. Face Controller

Źródło: <http://antyweb.pl> [9]

Fig. 1. Face Controller

Source: <http://antyweb.pl> [9]

Zupełnie inne podejście do możliwości adaptacji sensora Kinect dla osób starszych i niepełnosprawnych zaproponowano w projekcie Wi-Go (Rys. 2). System ten jest niczym innym jak inteligentnym wózkiem na zakupy, który ma na celu ułatwić robienie zakupów w dużych

marketach między innymi osobom znajdującym się na wózku inwalidzkim. Wi-Go wykorzystuje sensor Kinect do śledzenia użytkownika i rozpoznawania wykonywanych przez niego gestów. Podobnie jak w wypadku Face Controller, nie odciąża użytkownika w wykonywaniu czynności domowych m.in. otwieraniu drzwi czy gaszeniu światła [10], [11].



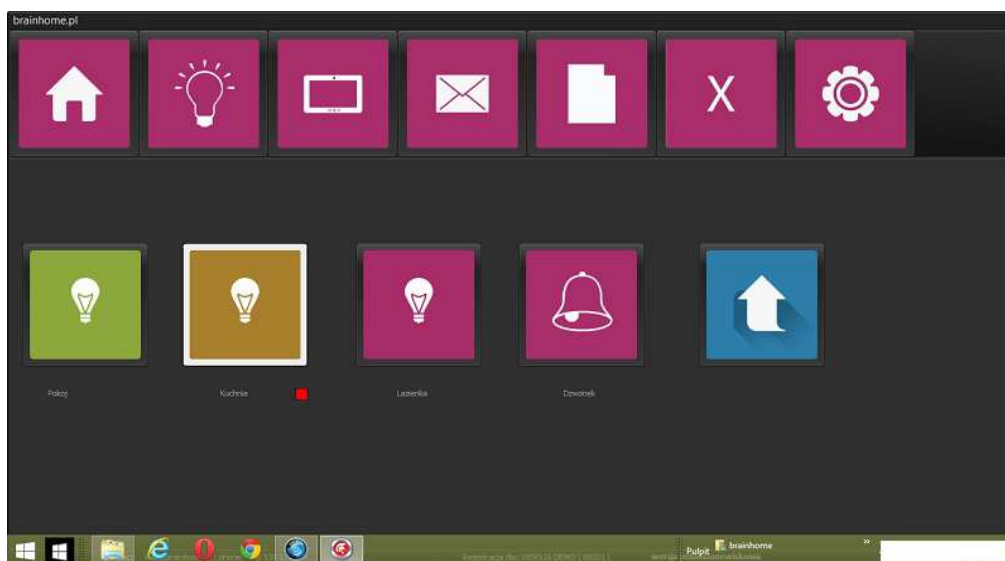
Rys. 2. Wi-Go

Źródło: <http://ayrwallinenglish.tumblr.com> [12]

Fig. 2. Wi-Go

Source: <http://ayrwallinenglish.tumblr.com> [12]

Możliwość gaszenia światła przy pomocy gestów pojawiła się dopiero w systemie Brainhome (Rys. 3). System ten umożliwia za pomocą gestów sterowanie światłem (włącz – wyłącz, jaśniej – ciemniej) jak również wieloma funkcjami sprzętu RTV (głośniej – ciszej, zmiana kanałów TV). Bardzo istotną cechą opisywanego systemu jest prostota obsługi oraz funkcjonalność. System ten zawiera również szereg bardzo istotnych funkcji umożliwiających zabezpieczenie domu przed codziennymi zagrożeniami. Ale tak proste czynności jak chociażby opuszczanie żaluzji w domu realizowane są już w sposób konwencjonalny czy to przy pomocy pilota lub telefonu [13].



Rys. 3. System Brainhome

Źródło: <http://www.brainhome.pl/> [14]

Fig. 3. Brainhome System

Source: <http://www.brainhome.pl/> [14]

Przedstawione rozwiązania wykorzystujące Kinect dowodzą, że sensor może znaleźć zastosowanie w innych dziedzinach niż gry wideo. Brakuje wśród nich jednak rozwiązań, które zapewniłyby nie tylko sterowanie przy pomocy gestów poruszanie kursorem na monitorze komputera czy regulacją temperatury w pomieszczeniu, a dały by możliwość automatycznego zamknięcia / otwarcia drzwi czy okien.

## 2. Opis systemu wspomagającego funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych

Uwzględniając przedstawione we wstępie informacje dotyczące ogromnego problemu starzejącego się społeczeństwa, szczegółowej analizy literaturowej systemów wspomagających funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych oraz możliwości jakie zapewnia nam konsola Kinect, istnieje ogromne zapotrzebowanie na modułowy system wspomagający osoby z dysfunkcjami ruchowymi w wykonywaniu codziennych czynności z zastosowaniem sterowania gestami.

Celem opisywanego w artykule projektu jest opracowanie systemu wspomagającego funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych cierpiących z powodu dysfunkcji ruchowych. System opracowywany jest dla osób przebywających w pomieszczeniach zamkniętych. Zbudowany system ma na celu ułatwienie takim osobom wykonywanie czynności dnia codziennego.

Opracowany system zapewnia możliwość wspomaganie dwóch czynności: zaświecanie i gaszenie światła oraz zasłanianie i odsłanianie rolet okiennych. Do każdej z tych czynności zastosowano sterowanie gestem. Zdefiniowane gesty są rozpoznawane przy pomocy sensora Kinect, który został zastosowany ze względu na jego cenę i dostępność. Zastosowanie gestów do realizacji wyżej wymienionych czynności dnia codziennego ma na celu odciążenie użytkownika systemu w zbędnym wstawaniu i chodzeniu.

W celu zapewnienia dodatkowego komfortu i bezpieczeństwa przyszłym użytkownikom systemu, opracowano moduł sterujący regulacją temperatury oraz wykrywający dym w pomieszczeniu. Ponadto cały system cechuje się wspomnianą modułowością, w celu dalszej rozbudowy i spełnienia indywidualnych oczekiwań każdego z przyszłych użytkowników. Tego typu podejście do projektowania zapewnia możliwość adaptacji proponowanego rozwiązania w wielu miejscach, nie tylko w domach prywatnych ale również w domach opieki czy w szpitalach.

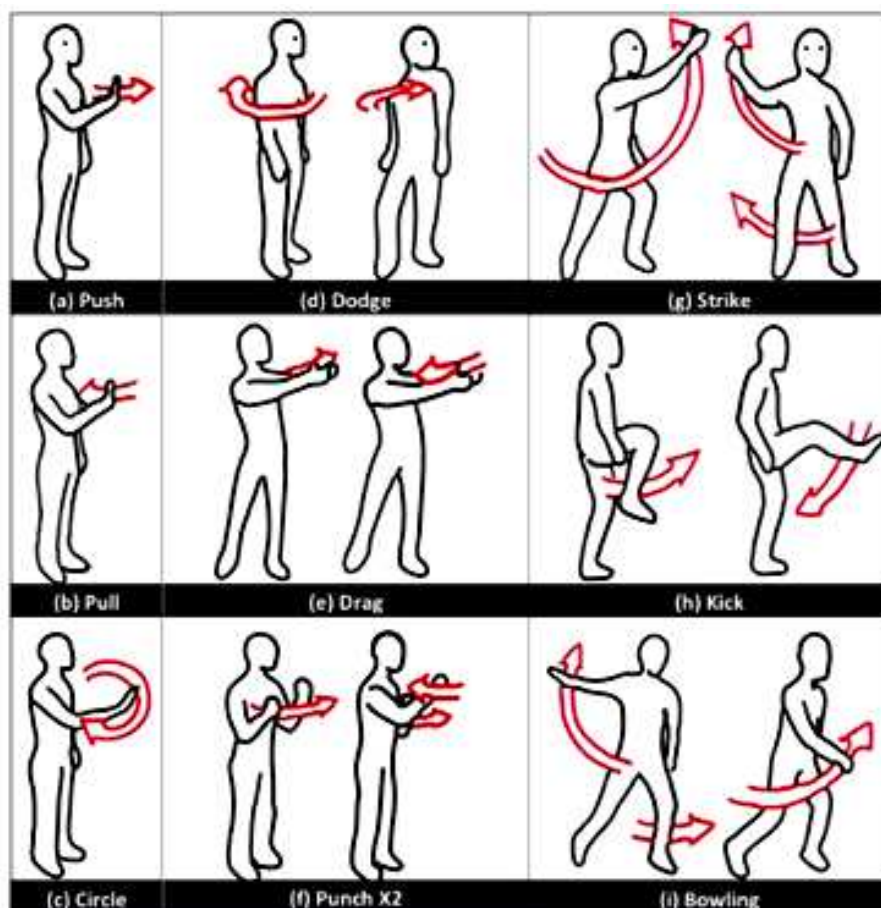
Warto podkreślić, że prezentowany system cały czas jest rozwijany i unowocześniany. W najbliższym czasie zostaną przeprowadzone pierwsze testy w domach prywatnych osób starszych i niepełnosprawnych ruchowo.

## 3. Najważniejsze moduły systemu

Głównymi elementami systemu są sensor Kinect, komputer PC i płytki Arduino. Zadaniem sensora Kinect jest zarejestrowanie obrazu w celu wykrycia gestu. Komputer przetwarza obraz uzyskany z sensora, a w momencie wykrycia gestu komunikuje się z Arduino. Komputer stanowi łącznik pomiędzy Arduino a sensorem Kinect. Arduino służy do sterowania odpowiednimi urządzeniami wykonawczymi.

Pierwszym wykorzystanym gestem był gest tzw. „Click” zwany również „Push” (Rys. 4). Wykonanie gestu „Click” powoduje wysłanie do płytki Arduino odpowiedniego znaku. Przesłany znak „c” powoduje załączenie przełącznika, a tym samym zaświecenie światła. Powtórne wykonanie gestu powoduje przesłanie znaku „d”, przez co przełącznik zostaje rozłączony i światło zgaszone. Lampa zasilana jest prądem przemiennym o napięciu 230V.

Drugi wykorzystany gest to tzw. „Wave”, nazywany również „Punch” (Rys. 4). Wykonanie tego gestu powoduje uruchomienie silnika, który podnosi lub opuszcza roletę.



Rys. 4. Przykładowe gesty stosowane w konsoli Kinect

Źródło: <http://www.tgdaily.com/hardware-brief/72011-new-tech-uses-wifi-for-gesture-control-around-the-house> [15]

Fig. 4. Typical gesture service with the Kinect

Source: <http://www.tgdaily.com/hardware-brief/72011-new-tech-uses-wifi-for-gesture-control-around-the-house> [15]

W dwóch skrajnych punktach umieszczone zostały czujniki magnetyczne - kontaktrony CMD14. Czujniki te mają za zadanie zatrzymać silnik w momencie, gdy okno zostaje odsłonięte, bądź zasłonięte. Podobnie jak w przypadku układu zaświecającego światło, to czy roleta zostanie podniesiona czy opuszczona uzależnione jest od parzystości wykonanego gestu oraz od przesłanego znaku z komputera do płytki Arduino.

W celu zapewnienia dodatkowego komfortu i bezpieczeństwa przyszłym użytkownikom opracowywanego systemu, przygotowano dwa kolejne moduły. Pierwszym z nich jest moduł odpowiedzialny za regulację temperatury zaś drugi moduł zapewnia możliwość wykrycia dymu w pomieszczeniu.

W układzie regulacji temperatury wykorzystano czujnik temperatury o dokładności 1°C. Czujnik ten został podłączony do platformy Arduino przez wejście cyfrowe. W programie sterującym, który został wgrany do Arduino, dane z czujnika są aktualizowane co 3 sekundy. W układzie znalazły się dwa urządzenia wykonawcze, z których jedno odpowiada za podnoszenie temperatury w pomieszczeniu, drugie zaś za jej obniżenie. Do wyświetlenia aktualnej temperatury oraz temperatury docelowej wykorzystano wyświetlacz LCD.

W projektowanym systemie uwzględniono również układ mający na celu poprawę bezpieczeństwa osoby starszej. Układ ten oparto o wykorzystanie czujnika dymu i gazów łatwopalnych. Czujnik wykorzystuje zmianę przewodności dwutlenku cyny pod wpływem innych związków chemicznych. W czystym powietrzu przewodność tego związku jest najmniejsza. Jeżeli stężenie szkodliwego związku wzrasta, wzrasta też przewodność dwutlenku cyny. Wyj-

ście analogowe pozwala na dokładniejsze określenie progu, po którego przekroczeniu układ ma zawiadamiać o niebezpieczeństwie. W wyjściu cyfrowym próg ten jest ustawiany za pomocą potencjometru umieszczonego na odwrocie modułu. Po przekroczeniu tego progu wyjście czujnika przechodzi ze stanu wysokiego na stan niski. Dlatego wykorzystano wyjście analogowe. W momencie, gdy czujnik wykryje przekroczenie założonego poziomu szkodliwego dymu lub gazu uruchomiony zostaje buzzer. Buzzer swoim sygnałem dźwiękowym alarmuje osoby znajdujące się w pomieszczeniu o możliwym niebezpieczeństwie (np. pożarze). Układ może znaleźć również zastosowanie w miejscach, gdzie obowiązuje zakaz palenia papierosów lub w miejscach, gdzie ważna jest czystość powietrza.

#### 4. Oprogramowanie systemu

Nieodłącznym i kluczowym elementem zaprojektowanego systemu jest oprogramowanie. Zaprojektowany system wymagał zaprogramowania płytki Arduino, a także napisania specjalnej aplikacji obsługującej sensor Kinect. W zaprojektowanym systemie wykorzystanie protokołu szeregowej transmisji danych UART oraz komputer PC z odpowiednią aplikacją stanowi łącznik pomiędzy płytką Arduino a sensorem Kinect. Dzięki aplikacji napisanej w edytorze Processing w języku Java [1] oraz użyciu biblioteki SimpleOpenNI [2] możliwe jest rozpoznawanie gestów przez Kinecta. Biblioteka ta zawiera klasy umożliwiające takie rzeczy jak śledzenie szkieletu czy rozpoznawanie gestów. System wykorzystuje dwa gesty („Click” oraz „Wave”), których rozpoznawanie możliwe jest dzięki tej bibliotece. Komunikacja pomiędzy urządzeniami wykorzystuje protokół szeregowej transmisji danych, dlatego aplikacja napisana w języku programowania Java również wymagała zadeklarowania szeregowej transmisji danych oraz wykorzystania odpowiedniej biblioteki. Deklaracja podobnie, jak uruchomienie funkcji rozpoznawania gestów, odbywa się w funkcji void setup().

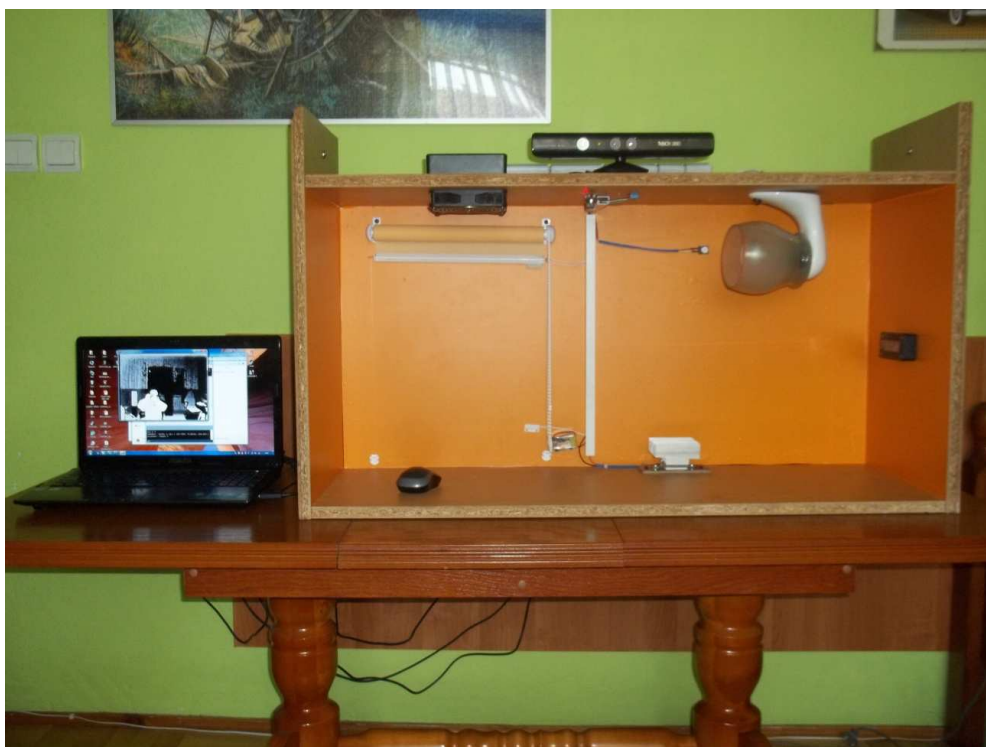
Do zaprogramowania płytki Arduino wykorzystano Arduino IDE, która jest oficjalną aplikacją producenta. Podobnie jak w aplikacji obsługującego Kinecta konieczne było użycie bibliotek. Jednak w tym przypadku programowanie odbywa się przy pomocy dedykowanego języka [3] o czym wspomniano w poprzednim rozdziale. W programie płytki Arduino wykorzystano wielowątkowość, aby przyspieszyć działanie programu oraz zminimalizować do niezbędnego minimum użycie funkcji delay(). Do zastosowania wielowątkowości wymagane było zaimplementowanie biblioteki Timers. Ponadto ze względu na ograniczoną ilość wyjść płytki Arduino w projekcie zastosowano ekspander wyprowadzeń PCF8574 oraz konwerter I2C do wyświetlacza LCD. PCF8574 również komunikuje się z Arduino za pomocą magistrali I2C [4], dlatego w programie wykorzystano biblioteki Wire, LiquidCrystal\_I2C oraz PCF8574. Ostatnia wykorzystana biblioteka to dht11, która umożliwia współpracę czujnika temperatury DTH11 z Arduino.

#### 5. Makieta systemu

Prace nad opisywanym systemem wspomagającym funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych cały czas trwają. Obecnie przygotowujemy się do zaadoptowania opisywanego rozwiązania w salonie osoby po przebytych udarze mózgu. Przed zaadoptowaniem tego rozwiązania w mieszkaniu osoby niepełnosprawnej powstało kilka prototypów. Jednym z nich jest makieta przedstawiona na rysunku 5. Makieta powstała w oparciu o płytki prototypowe, za pomocą których opracowane zostały układy elektroniczne. Do symulacji urządzeń wykonawczych takich jak system podnoszenia rolet, lampa czy wentylator, wykorzystane zostały serwomechanizmy, diody świecące LED czy lampka. Układ podnoszenia i opuszczania rolety został zaprojektowany tak, aby ograniczyć do minimum potrzebę ingerowania w mechanizm działania rolety. Serwomechanizm napędzający roletę sterowany jest za pomocą mostka-H.



W górnym oraz dolnym położeniu umieszczone zostały czujniki kontaktronowe, natomiast magnes załączający czujnik górny bądź dolny został zamocowany na dolnej listwie rolety. W budowanej makiecie do symulacji urządzenia podnoszącego temperaturę wykorzystane zostało ogniwo Peltiera. W celu zwiększenia efektywności działania ogniwa dołączony został do niego radiator. Do obniżania temperatury wykorzystany został wentylator. Zastosowane elementy wykonawcze mają za zadanie symulować odpowiednio grzejnik elektryczny oraz klimatyzator, bądź klimatyzator z funkcją ogrzewania powietrza. Pierwsze testy i opinie przyszłych użytkowników opisywanego systemu są bardzo pozytywne. Obecnie trwają przygotowania do aplikacji prezentowanego rozwiązania.



Rys. 5. Makieta systemu wspomagającego funkcjonowanie osób starszych i niepełnosprawnych

*Źródło: Opracowanie własne Autorów*

Fig. 5. Mockup system supporting the functioning of elderly and disabled people

*Source: Elaboration of the Authors*

## 6. Wnioski

- Na podstawie informacji zawartych we wstępie można wnioskować, że polskie społeczeństwo starzeje się, a długość życia stale rośnie. Analizując piramidę życia można zauważyć, że osoby będące teraz w wieku produkcyjnym niedługo staną się seniorami. Jak zaznaczono we wstępie z wiekiem często pogarsza się stan zdrowotny. Taka postać rzeczy sprawia, że systemy wspomagające funkcjonowanie osób starszych będą cieszyć się dużym zainteresowaniem.
- Wnikliwa analiza istniejących rozwiązań pokazuje jednak, że istnieje niewiele rozwiązań wspomagających funkcjonowanie seniorów lub osób niepełnosprawnych ruchowo. Pomimo niewątpliwie dużych zalet sensora Kinect jakimi są ogólnodostępność, niska cena i udostępnione narzędzia programistyczne, nie udało się odnaleźć rozwiązań skierowanych bezpośrednio do opisywanej grupy odbiorców wykorzystujących sensor Kinect w realizacji czynności dnia codziennego. Być może spowodowane jest to tym, że osoby młode

przyzwyczajone są do fizycznego pomagania osobom starszym, a nie za pomocą systemów.

- Analizując uzyskane efekty pracy można zauważyć, że wykorzystanie sensora Kinect nie ogranicza się jedynie do gier wideo. W zbudowanym systemie pełni on rolę urządzenia wspomagającego funkcjonowanie w codziennym życiu osób starszych lub niepełnosprawnych. Zastosowanie gestów w przyszłości może być dużym udogodnieniem w życiu osób, które mają problem przede wszystkim z poruszaniem się. Dla takich osób sterowanie gestem jest nie tylko gadżetem, ale ułatwieniem funkcjonowania. Dla wielu schorowanych seniorów często przejście niewielkiej odległości jest bolesne, a w przypadku osób, które mogą tylko leżeć jest to niemożliwe. Często osoby starsze uzależnione są od osób trzecich, a zaprojektowany system pozwoli im się częściowo usamodzielnąć.
- Opisane w artykule rozwiązanie pokazuje, iż sam system jest na tyle uniwersalny, że można go zastosować zarówno w sali chorych przeznaczonej dla osób starszych jak i w ich domu. Zaprojektowany system z powodzeniem znalazłby zastosowanie w szpitalnych salach chorych np. na oddziale geriatrycznym.
- System wykorzystuje sensor Kinect i platformę Arduino co daje duże możliwości rozwoju. Obecnie plany przewidują rozwinięcie systemu głównie o wykorzystanie sterowania gestami przy realizacji kolejnych czynności dnia codziennego. W przyszłości planowane jest również rozbudowanie systemu o aplikację na smartfony.

## Literatura

- [1] Horstmann C.S., Cornell G.: *Java. Podstawy*. Warszawa: Wyd. Helion, 2008, w. 8.
- [2] Melgar E.R., Diez C.C.: *Arduino and Kinect Projects Design, Build, Blow Their Minds*. Apress, New York, 2012.
- [3] Monk S.: *Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice*. Warszawa: Wyd. Helion, 2014.
- [4] Monk S.: *Arduino dla początkujących. Kolejny krok*. Warszawa: Wyd. Helion, 2015.
- [5] Stańczak J.: *Podstawowe informacje o rozwoju demograficznym Polski do 2014 roku*. Departament Badań Demograficznych i Rynku Pracy, Warszawa, 2015.
- [6] <http://www.cnet.com/news/microsofts-project-natal-what-does-it-mean-for-game-industry/> (dostęp 21.03.2016).
- [7] <http://antyweb.pl/face-controller-projekt-polskich-studentow-ktory-moze-ulatwic-zycie-niepelnosprawnym> (dostęp 21.03.2016).
- [8] <http://mamstartup.pl/startupy/5570/face-controller> (dostęp 21.03.2016).
- [9] <http://antyweb.pl> (dostęp 21.03.2016).
- [10] <http://technabob.com/blog/2011/06/06/wi-go-kinect-shopping-cart/> (dostęp 21.03.2016).
- [11] <https://blogs.msdn.microsoft.com/kinectforwindows/2012/07/26/kinect-for-windows-at-imagine-cup-2012-finals/> (dostęp 21.03.2016).
- [12] <http://ayrwallinenglish.tumblr.com> (dostęp 21.03.2016).
- [13] <http://inteligentnydom.wroclaw.pl/zastosowanie-kontrolera-kinect/> (dostęp 21.03.2016).
- [14] <http://www.brainhome.pl/> (dostęp 21.03.2016).
- [15] <http://www.tgdaily.com/hardware-brief/72011-new-tech-uses-wifi-for-gesture-control-around-the-house> (dostęp 21.03.2016).