

# Programowana niania dla dziecka jako element Internetu Rzeczy

Marta Kowalczyk<sup>1</sup>, Dariusz Mikołajewski<sup>1</sup>, Janusz Łukowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instytut Informatyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, <sup>2</sup> Wydział Mechatroniki,  
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

*Streszczenie: Celem pracy było stworzenie aplikacji mobilnej współpracującej z Raspberry Pi. Ma ona ułatwić opiekę nad dzieckiem, poprzez podgląd kamery i powiadomienia w razie hałasu w pokoju dziecka. Aplikacja mobilna została wykonana w środowisku Android Studio. System opiera się o bezprzewodową komunikację Wi-Fi, co pozwala na dostęp do danych z urządzenia w całym obszarze działania sieci lokalnej. Dane z urządzenia oraz baza użytkowników są przechowywane na serwerze Apache w bazie danych MySQL. Wykorzystano czujnik temperatury wilgotności, który pozwala na monitorowanie warunków panujących w pokoju dziecka oraz rozwój i integrację w świecie Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things - IoT).*

*Słowa kluczowe: aplikacja mobilna, niania elektroniczna, IoT.*

## Programmed baby-monitor as part of the Internet of Things

**Abstract:** The aim of the work was to create a mobile application cooperating with Raspberry Pi. It is supposed to facilitate childcare by viewing the camera and notifying in case of noise in the children's room. The mobile application was made in the Android Studio environment. The system is based on wireless Wi-Fi communication, which allows you to access data from the device in the whole area of operation of the local network. Data from the device and the user database are stored on the Apache server in the MySQL database. A temperature and humidity sensor has been used, which allows to monitor conditions in the child's room and to develop and integrate in the world of the Internet of Things (IoT).

**Key words:** mobile application, electronic nanny, IoT.

### 1. Wprowadzenie

Urządzenia Internetu Rzeczy są obecnie używane w wielu dziedzinach życia, między innymi w logistyce, obronności, przemyśle chemicznym, energetyce oraz transporcie. Są również wykorzystywane przy tworzeniu systemów inteligentnych domów [1-5].

Niemowlęta potrzebują stałej opieki osoby dorosłej. Obserwowanie ich jest obowiązkiem opiekuna, który stosunkowo często musi wchodzić do pokoju dziecka, by sprawdzić, czy przypadkiem się przebudziło albo czy nie jest mu zbyt zimno. Przerwanie wykonywanej czynności, czasami całkowicie niepotrzebnie oraz możliwość przebudzenia dziecka przy wchodzeniu do pokoju są problematyczne.

Na początku elektroniczne nianie były urządzeniami przekazującymi tylko głos z nadajnika w pokoju dziecka na odbiornik znajdujący się u rodzica. Połączenie to było realizowane radiowo i miało niewielki zasięg. Popularność, jaką zyskały elektroniczne nianie pozwoliła ten rynek bardzo rozwinąć. Dzięki temu mamy teraz nianie, które udostępniają wiele innych możliwości poza słuchaniem dziecka.

Nowe wersje elektronicznych nian pozwalają coraz lepiej obserwować dziecko i jego otoczenie dzięki

czujnikom, kamerom, mikrofonom, monitorom oddechu. Te ostatnie przydają się głównie w pierwszych miesiącach życia dziecka, kiedy występuje niebezpieczeństwo tak zwanej śmierci łóżeczkowej.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione cechy elektronicznych nian nie można im odmówić przydatności w życiu codziennym z dzieckiem. Pozwalają kontrolować stan dziecka z daleka, co jest bardzo pomocne przy wcześniakach, kiedy mamy duży dom albo kiedy zapraszamy gości, a chcemy, by dziecko spokojnie spało w pokoju obok.

Pojawia się jednak jeden bardzo ważny problem: zagrożenia związane z podłączaniem wielu tego typu urządzeń do sieci. Do 2022 roku do sieci będzie podłączone 28,5 mld urządzeń, co może zwiększyć ilość ataków za pomocą botnetów oraz ataków blokujących dostęp do urządzeń. Należy zatem podjąć działania pozwalające lepiej magazynować i chronić dane, w tym dotyczące bezpieczeństwa dzieci. Elektroniczne nianie są coraz częściej podłączane na serwery internetowe, na które mogą uzyskać dostęp niepożądane osoby, a w konsekwencji podglądać dziecko. Na rynku występowały przypadki urządzeń bez

odpowiednich zabezpieczeń, które padły ofiarą ataków hakerów. Istotne jest, aby wszelkie treści przekazywane do Internetu zabezpieczać odpowiednim szyfrowaniem, które nawet jeśli nie uniemożliwi, to bardzo utrudni dostęp do danych. Większość elektronicznych niani jest dwoma urządzeniami komunikującymi się ze sobą, rzadziej jest to nadajnik i aplikacja na urządzenie mobilne bądź komputer. Mogą przekazywać, zależnie od modelu, obrazy, dźwięk- w jedną, albo w dwie strony, grać melodyjki albo też wskazywać temperaturę w pokoju dziecka. Tego typu funkcjonalność można zaobserwować na przykład w nianiach:

- VTECH BM1000 – najprostsza niania opierająca się tylko na rejestracji dźwięku z nadajnika i przekazanie go do odbiornika,
- VTECH BM4200 – rozbudowana o kamerkę i czujnik temperatury niania, mogąca grać kołysanki,
- Motorola MBP35XLC – kamera tego urządzenia działa również w ciemności, dzięki podczerwieni, zapewnia dwukierunkową komunikację głosową.

Przykładem rozwiązania dla starszych dzieci jest aplikacja Odinga, którą możemy zainstalować na swoim smartfonie. Pozwala ona na zajęcie dziecka, podczas gdy musimy się zająć innymi czynnościami. W tym celu udostępnia wybrane przez nas aplikacje i analizuje aktywność dziecka, aby dostosować rekomendacje aplikacji odpowiadające jego potrzebom.

Celem artykułu jest opracowania efektywnej kosztowo elektronicznej niani oraz udoskonalenie jej w taki sposób, by każdy mógł określić funkcje, jakie chce by posiadała. Dawałoby to opcje: ograniczenia się do podstawowej (najtańszej) wersji albo rozbudowanie jej o dodatkowe elementy, czy też po prostu lepsze jakościowo, jak np. kamera o wyższej rozdzielczości lub czulszy mikrofon, a nawet monitor oddechu dziecka.

## 2. Omówienie wykorzystanych technologii

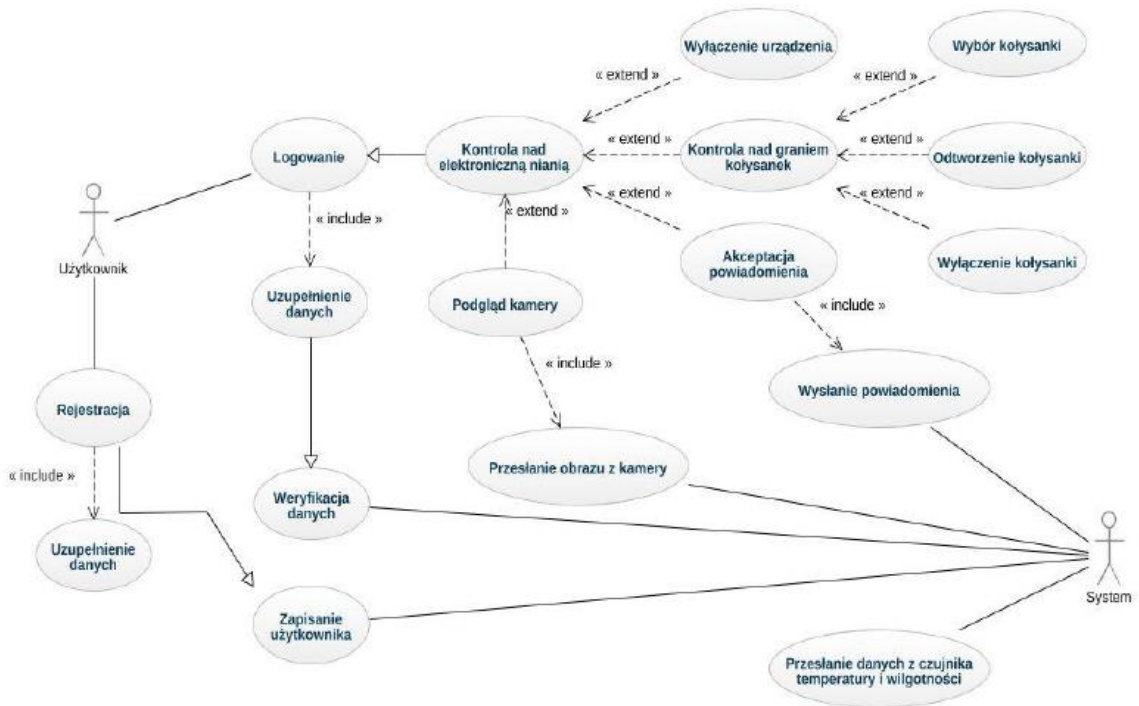
Do implementacji aplikacji mobilnej oraz wykonania urządzenia elektronicznego opartego na minikomputerze Raspberry Pi zastosowano:

- Raspberry Pi 3B, która w porównaniu z poprzednimi cechuje się lepszym procesorem, większą ilością pamięci RAM oraz możliwością podłączenia do sieci WIFI,
- Bash to powłoka systemów UNIX napisana do GNU - kontroli zadań oraz napisania skryptów obsługujących pracę kamery i czujników,
- PHP - do opracowania skryptów rejestracji i logowania na serwer,

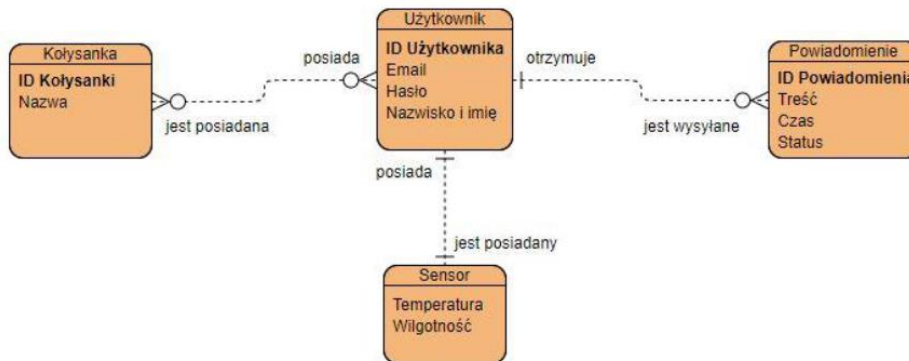
- MySQL - do przechowywania danych użytkowników, umożliwiając rejestrację i logowanie [6],
- PhpMyAdmin - do zarządzania bazami danych MySQL - pozwala na dodawanie/ usuwanie baz danych oraz ich modyfikację, udostępnia możliwość realizacji zapytań do baz danych przez graficzny interfejs,
- Android Studio - narzędzia GUI, które upraszczają tworzenie ekranów oraz narzędzia pozwalające na testowanie aplikacji,
- Java - do programowania aplikacji na system Android,
- JSON - do przesyłania danych pomiędzy aplikacją a serwerem,
- JSh - napisana w języku Java implementacja SSH2 - do stworzenia połączenia pomiędzy aplikacją mobilną a Raspberry Pi,
- głośniki firmy Esperanza, zasilane złączem USB 5V, a wejście dźwięku obsługujące przez port Jack,
- mikrofon USB, które nie wymaga dodatkowych sterowników do obsługi,
- DHT11 - czujnik temperatury i wilgotności,
- Raspberry Pi Camera 2.1 - kamera kompatybilna z Raspberry Pi - do przesyłania obrazu z Raspberry Pi na serwer. Posiada matrycę o rozdzielczości 8Mpx, może wykonywać zdjęcia w jakości 3280 x 2464 px, używana w projekcie z rozdzielczością 640 x 480 px,
- Git - system kontroli wersji - do przywracania poprzedniego stanu aplikacji w momencie popełnienia błędu,
- Apache - wydajny i bezpieczny serwer, który będzie mógł zapewnić usługi HTTP odpowiadające aktualnym standardom.
- Android 6.0 i 7.0,
- Raspbian Buster 4.19,
- Postman,
- PuTTY.

## 3. Działanie prototypu

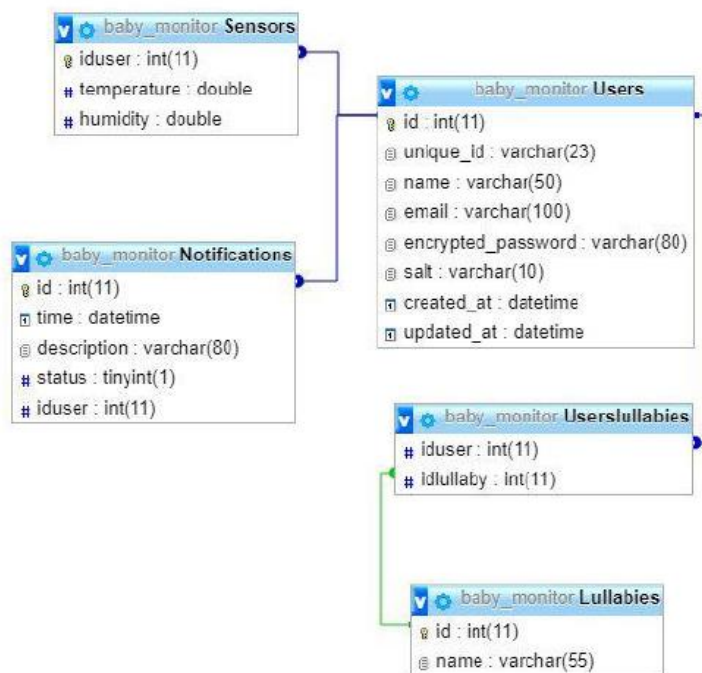
Po uruchomieniu urządzenia służącego za nianię można przejść do uruchomienia aplikacji na smartfonie. Aplikacja instalowana jest przez program Android Studio, ponieważ nie została udostępniona do pobrania w sklepie Google Play. Po zainstalowaniu należy kliknąć w ikonę aplikacji, co przeniesie użytkownika do ekranu logowania.



Rysunek 1. Diagram przypadków użycia



Rysunek 2. Diagram związków encji



Rysunek 3. Model relacyjny

Po włączeniu aplikacji użytkownik jest przenoszony na ekran logowania. Aby się zarejestrować, należy przejść na odpowiedni ekran, naciskając przycisk „REGISTER” na ekranie logowania. W tym ekranie użytkownik wpisuje swoje dane, które zostaną zapisane w bazie danych. Potwierdza je naciskając przycisk „REGISTER”. Po udanej rejestracji, potwierdzonej stosownym komunikatem, następuje przeniesienie do ekranu logowania, gdzie używając uprzednio wprowadzonych danych można się zalogować do systemu. Jeśli użytkownik jest zarejestrowany, a wszedł w ekran rejestracji, może się przenieść do ekranu logowania naciskając przycisk „Already registered! Login me”. Po udanym zalogowaniu użytkownik przenoszony jest na ekran główny aplikacji.

Ekran główny jest podstawowym ekranem aplikacji, do którego użytkownik zostaje przeniesiony od razu po zalogowaniu oraz każdorazowo przy uruchamianiu aplikacji, kiedy jest zalogowany, także po kliknięciu w wyskakujące powiadomienie. Na ekranie głównym użytkownik może obserwować zmiany temperatury i wilgotności w pokoju dziecka. Ma możliwość przeniesienia się do ekranów wyboru i zagrania kołysanki przez kliknięcie przycisku „PLAY LULLABY”, widoku kamery, do którego można przejść klikając przycisk „VIEW CAMERA”, a także wylogowania się z aplikacji przyciskiem „LOGOUT”.

Podgląd kamery to ekran, na którym wyświetlany jest widok z kamery urządzenia służącego za

nianię. Aby wyjść z tego ekranu należy nacisnąć przycisk „cofnij” z przycisków wbudowanych na smartfonie. Przeniesie to użytkownika z powrotem do ekranu głównego.

Kamera znajdująca się przy urządzeniu uruchamiana jest przy włączeniu tego ekranu i jednocześnie z nim wyłączana. Serwer udostępnia możliwość podłączenia się do podglądu z kamery maksymalnie trzech osób.

Ekran wyboru i grania kołysanki to ekran, na którym możemy korzystając z rozwijanej listy wybrać kołysankę do odegrania przez urządzenie służące za nianię, a następnie naciskając przycisk „play” odegrać ją. Urządzenie nie ma możliwości zatrzymania kołysanki i ponownego odtworzenia od tego samego miejsca. Aby zatrzymać kołysankę należy nacisnąć przycisk „stop”, który spowoduje zatrzymanie odgrywania kołysanki. Przy ponownym naciśnięciu przycisku „play” kołysanka zostanie odegrana od początku.

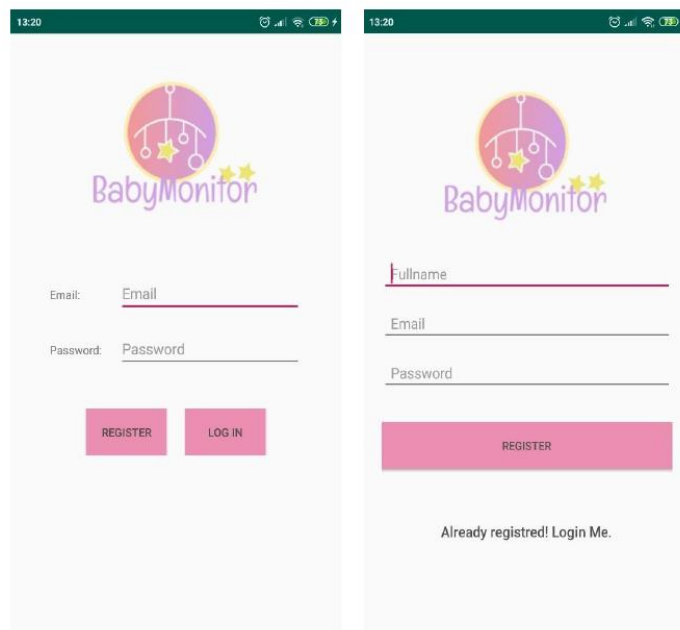
W aplikacji zaprogramowano funkcję wysyłającą powiadomienia push przy wykryciu określonego poziomu głośności w pokoju dziecka. Powiadomienia te są wysyłane, kiedy aplikacja jest włączona na ekranie oraz kiedy działa w tle. Kliknięcie powiadomienia powoduje przeniesienie użytkownika na ekran główny aplikacji.

### 3. Procedury testowe

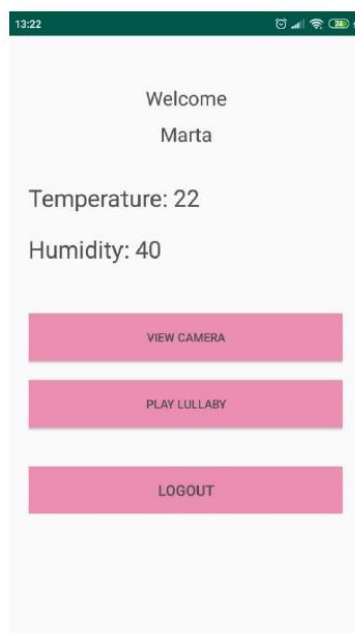
Testowanie aplikacji mobilnej odbywało się na trzech różnych urządzeniach. Testowanie urządzenia służącego za nianię odbywało się

w warunkach domowych, przy nagraniach płaczu dziecka dostępnych w Internecie - przy jego różnych poziomach głośności. W aplikacji mobilnej oceniano, jak wygląda na poszczególnych urządzeniach, ponieważ niezależnie od urządzenia, jakie będzie miał użytkownik, aplikacja powinna dawać dostęp do wszystkich swoich funkcji i wyglądać przy tym podobnie. Wygląd aplikacji oceniano nie tylko na fizycznych urządzeniach, ale także na udostępnianym przez program Android Studio emulatorze. Przy urządzeniu będącym

nadajnikiem oceniano czy prawidłowo odczytuje temperaturę i wilgotność, w porównaniu z termometrem i higrometrem, sprawdzano czy kamera prawidłowo i bez zakłóceń przekazuje obraz, czy nie rozłącza się z siecią Wi-Fi, czy i jak szybko przekazuje powiadomienia o płaczu dziecka oraz czy dłuższe działanie nie powoduje zbyteńnego nagrzania urządzenia. Testowano również połączenie nadajnika z różnymi odbiornikami osobno oraz jednocześnie.



Rysunek 4. Ekran logowania i rejestracji



Rysunek 5. Ekran główny

#### 4. Wyniki testów

Prototyp przeszedł pomyślnie wszystkie testy. Wyniki testowania aplikacji na różnych urządzeniach pozwalają stwierdzić poprawność i płynność działania aplikacji mobilnej. Wygląd aplikacji nie różni się znacząco na różnych urządzeniach, na każdym z nich są dostępne wszystkie funkcjonalności. Testy urządzenia służącego za elektroniczną nianię przebiegły pomyślnie. Temperatura odczytywana przez czujnik DHT11 nie różniła się o więcej niż 0,5°C. Wilgotność mierzona tym czujnikiem nie różniła się o więcej niż 2%. Obraz z kamery przekazywany był prawidłowo w czasie rzeczywistym, bez opóźnień. Połączenie nie było przerywane. Powiadomienia przekazywane były prawidłowo z niewielkim opóźnieniem w stosunku do włączenia nagrania płaczu dziecka. Kołysanki odtwarzano bez problemu. Wszystkie kołysanki grały z odpowiednią głośnością bez zakłóceń. Urządzenie przy długim działaniu nie wykazywało skłonności do nagrzewania się do zbyt wysokiej temperatury. Podłączenie różnych odbiorników działało bez zarzutu. Do widoku z kamery mogły być podłączone jednocześnie trzy urządzenia, co jest zgodne z przyjętymi założeniami pracy.

#### 5. Dyskusja

Podstawowe rodzaje przewagi konkurencyjnej opisywanego prototypu to przewaga cenowa, jakościowa i informacyjna:

Przewaga jakościowa:

- trwałość produktu,
- łatwość obsługi,
- ulepszanie funkcjonalności,
- możliwość wymiany części,

Przewaga cenowa:

- niższe koszty,
- dostosowanie kosztu przez obniżenie jakości,

Przewaga informacyjna:

- dostosowanie do potrzeb użytkowników,
- minimalizacja kosztów przez obserwowanie rynku.

Przez konieczność ograniczenia kosztów badań nie można było sprawdzić mikrofonu ani kamery o wyższych parametrach, co pozwoliłoby na sprawdzenie możliwości rozbudowy urządzenia. Z tego samego względu ograniczono badania do jednego urządzenia służącego za nianię.

Posiadając aktualną wiedzę wybrano by czulszy mikrofon, który pozwoliłby na lepsze odbieranie sygnałów z otoczenia i otworzyłoby możliwości w zakresie informatyki afektywnej. Zdecydowano by się również na umieszczenie serwera w Internecie zamiast na Raspberry Pi, co pozwoliłoby na globalny dostęp do urządzenia. Zwiększyłoby to zgodność systemu ze standardami rynku IoT.

Prototyp przedstawiony w niniejszej pracy jest dostosowany do rozbudowy. Dzięki zastosowaniu minikomputera Raspberry Pi można dołączyć do niego niemal każdy rodzaj czujników potrzebnych do monitorowania dziecka. Jako dalszy rozwój tego systemu przewiduje się dołączenie do niego monitora oddechu dziecka. Przewiduje się również możliwość dołączenia opaski na głowę, która dzięki sensorom mogłaby odczytywać sygnał EEG. Sygnał ten powinien być mierzony w szczególności przy występowaniu epilepsji. Ważne jest również lepsze zabezpieczenie danych przechowywanych na urządzeniu oraz usprawnienie działania aplikacji. Do systemu przewiduje się również dołączenie skryptów i czujników umożliwiających wykorzystanie informatyki afektywnej, która pozwoli na rozpoznanie i interpretację czy dziecko płacze czy się śmieje. Wykrywanie emocji z głosu może być przydatne do diagnozy i leczenia pacjentów ze schizofrenią, udarem albo niepełnosprawnością intelektualną. Szczególnie przy pacjentach porozumiewających się niewerbalnie, w tym także dzieciach.

Kolejną rzeczą wartą uwagi jest fakt, że dane w urządzeniach IoT są najczęściej dostępne globalnie. Przedstawiony system warto rozbudować o możliwość przesyłu danych do chmury. Takie rozwiązanie można zaimplementować przez stworzenie systemu ekspertowego, który wykrywałby nieprawidłowości na podstawie danych wprowadzanych przez opiekuna dziecka o m.in. żywieniu i czasie snu dziecka [7-10].

Wszystkie wymienione cechy pozwolą na lepsze dostosowanie elektronicznej niani do potrzeb opiekunów oraz usprawnią i ułatwią opiekę nad dzieckiem.

#### 6. Wnioski

Opracowano urządzenie, które pozwala monitorować otoczenie dzięki urządzeniu opartemu o minikomputer Raspberry Pi oraz aplikację mobilną. Wykazano możliwość połączenia platformy android z Raspberry Pi w celu komunikacji przez sieć Wi-Fi. Do aplikacji można się zarejestrować i zalogować, korzystając z bazy danych dostępnej na serwerze Apache2. Udało się stworzyć urządzenie o konkurencyjnej cenie. Dzięki konstrukcji systemu w przedstawiony sposób istnieje możliwość rozbudowy urządzenia i zaimplementowania w aplikacji funkcji, które pozwolą na obsługę większej ilości urządzeń peryferyjnych. Problemu nie stanowi także podłączenie lepszej jakości urządzeń. Opracowano aplikację mobilną, komunikującą się z Raspberry Pi, działającą na smartfonie tak, jak większość odbiorników do elektronicznych nian dostępnych na rynku. Pozwoliło to wyeliminować urządzenie odbiornika, jego funkcje w pełni przejęła aplikacja

mobilna. Użytkownik nie ma potrzeby nosić dodatkowego urządzenia.

## **Bibliografia**

1. Guinard D. D., Trifa V. M. Internet Rzeczy Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowych i Raspberry Pi. Helion, Gliwice 2017.
2. Lanzola G., Losiuk E., Del Favero S., Facchinetti A., Galderisi A., Quaglini S., Magni L., Cobelli C. Remote blood glucose monitoring in mHealth scenarios: a review., *Sensors (Basel)*. 2016; 16(12):1983.
3. Grabowski K, Rynkiewicz A, Lassalle A, Baron-Cohen S, Schuller B, Cummins N, Baird A, Podgórska-Bednarz J, Pieniążek A, Łucka I. Emotional expression in psychiatric conditions: New technology for clinicians, *Psychiatry Clin Neurosci*. 2019; 73(2):50-62.
4. Lin S. K., Wang L. C., Lin C. Y., Chiueh H. An Ultra-low power smart headband for real-time epileptic seizure detection. *IEEE J Transl Eng Health Med*. 2018; 6:2700410.
5. Singh H., Yadav G., Mallaiiah R., Joshi P., Joshi V., Kaur R., Bansal S. iNICU - Integrated Neonatal Care Unit: capturing neonatal journey in an intelligent data way. *J Med Syst*. 2017; 41(8):132.
6. Rojek-Mikołajczak I., Bazy danych kurs podstawowy dla inżynierów informatyki, Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2004.
7. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Integrated IT environment for people with disabilities: a new concept. *Central European Journal of Medicine* 2014; 9(1):177-182.
8. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neurorehabilitacja XXI wieku: Techniki teleinformatyczne. Impuls, Kraków 2011.
9. Mikołajewska E., Mikołajewski D. Attempts of integration of solutions for disabled people. *J Health Sci* 2011; 1(3):127-136.
10. Marechal C., Mikołajewski D., Tyburek K., Prokopowicz P., Bougueroua L., Ancourt C., Wegrzyn-Wolska K. Survey on AI-based multimodal methods for emotion Detection. *High-Performance Modelling and Simulation for Big Data Applications* 2019, pp. 307-324.