

Wykorzystanie identyfikatorów RFID w sterowaniu urządzeń piorących

Marcin Hubacz, Bartosz Pawłowicz, Mateusz Salach, Bartosz Trybus
Politechnika Rzeszowska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, ul. Wincentego Pola 2, 35-021 Rzeszów

Sebastian Kołcz
Agendo Sp. z o.o., ul. Tarczyńska 22/13, 02-023 Warszawa

Streszczenie: Współczesne tekstroniczne transpondery RFID otwierają zupełnie nowe możliwości przed projektantami sprzętu AGD. W szczególności zastosowania te widoczne są w technice pralniczej, gdzie informacje zawarte w transponderze RFID wszytym w odzież można wykorzystać do wyboru najlepszego programu prania dla danego rodzaju tkaniny lub do wyboru odpowiedniego programu prania dla różnych umieszczonych tkanin w bębnie pralki. W ramach prac zaprojektowano i zbudowano stanowisko do demonstracji zastosowania transponderów RFIDtex w urządzeniu myjącym. Przygotowano system zarządzania dla zbudowanego modelu pralki wyposażonej w urządzenie RWD, wspierający podejmowanie decyzji o wyborze danej funkcji urządzenia na podstawie danych dostarczanych przez odczyt identyfikatorów RFIDtex zintegrowanych z odzieżą. Urządzenie piorące zintegrowano z chmurą obliczeniową do zarządzania ubraniami bazując na ich unikalnym identyfikatorze, a także jako moduł pośredniczący do aplikacji „wirtualnej szafy”. W ramach prac sprawdzono skuteczność działania stacji z wykorzystaniem próbek.

Słowa kluczowe: RFID, tekstronika, chmura obliczeniowa, inteligentne ubrania

1. Wprowadzenie

Ludzkosc zawsze szuka sposobu na ułatwienie sobie codziennych czynności. Jedną z tych czynności było pranie ubrań. Pierwsza pralka rotacyjna została opatentowana w 1858 r. przez Hamiltona Smitha. Szesnaście lat później, w 1874 roku, skonstruowana została przez Williama Blackstone'a pralka używana głównie w gospodarstwie domowym [1]. Wraz z wynalezieniem silnika elektrycznego na przełomie XIX i XX wieku zaczęły pojawiać się pierwsze pralki, które wykorzystywały silnik elektryczny do obracania bębna. Zasada procesu prania polega na przemieszczeniu ubrań w wodzie z detergentem w określonych ramach czasowych. Od tamtego czasu konstrukcja jest modernizowana i modyfikowana. Wykorzystywane mikrokontrolery, odpowiednio kontrolują podawanie detergentów, wody, regulują temperaturę i prędkość obrotową bębna. Nie zmienia to faktu, że użytkownik musi samodzielnie określić, jakie ubrania mogą być poddane jednocześnie praniu, jaką

ustawić maksymalną temperaturę prania i prędkość bębna. Użytkownik musi dobrać odpowiedni detergent do ubrania i odpowiednią jego ilość. Nieprawidłowy dobór ustawień może spowodować uszkodzenie tkanin lub urządzenia.

Tekstronike należy rozumieć jako dziedzinę wiedzy, która łączy w sobie trzy główne obszary: elektronikę, informatykę i tekstylię. Najbardziej obiecującą innowacją w tej dziedzinie może być technika RFID i transpondery zintegrowane z materiałem tekstylnym, co daje nowe i nieznane dotąd możliwości w planowaniu cyklu życia odzieży i tkanin. Na rynku konsumenckim nie występuje sprzęt AGD wykorzystujący systemy RFID. Potencjalne maszyny pralnicze wyposażone w urządzenie do odczytu/zapisu RWD (ang. *Read-Write Device*) nie wykorzystywałyby w pełni swoich możliwości, co wynika z faktu, że produkty tekstylne ze zintegrowanymi identyfikatorami RFID nie są obecnie powszechnie dostępne na rynku. Głównym celem pracy było zaprojektowanie i zbudowanie prototypu stanowiska do demonstracji wykorzystania eksperymentalnych identyfikatorów tekstronicznych RFID opracowanych na Politechnice Rzeszowskiej [2]. Stanowisko ma formę demonstracyjnego modelu pralki automatycznej. Jego działanie wspierają informacje odczytane z identyfikatorów RFIDtex.

Autor korespondujący:

Marcin Hubacz, m.hubacz@prz.edu.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 01.11.2021 r., przyjęty do druku 24.01.2022 r.

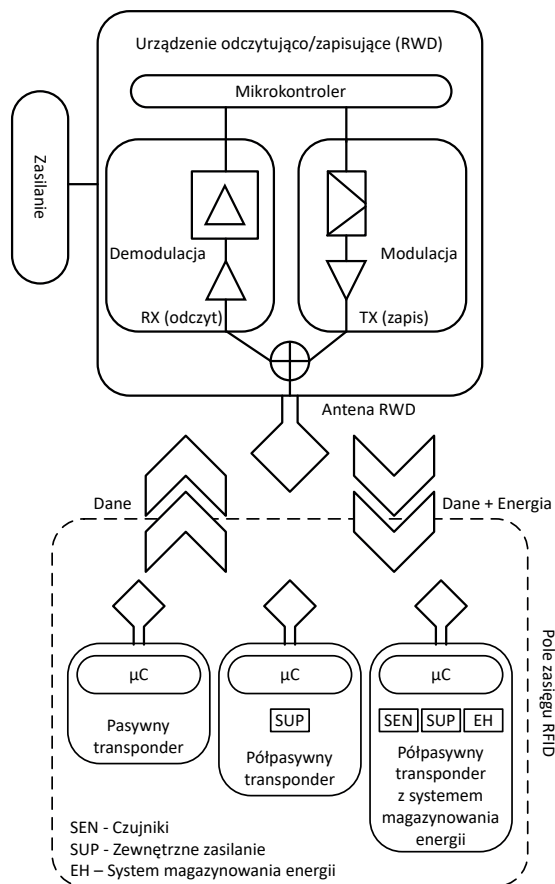


Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0

2. Podstawowa koncepcja systemu RFID

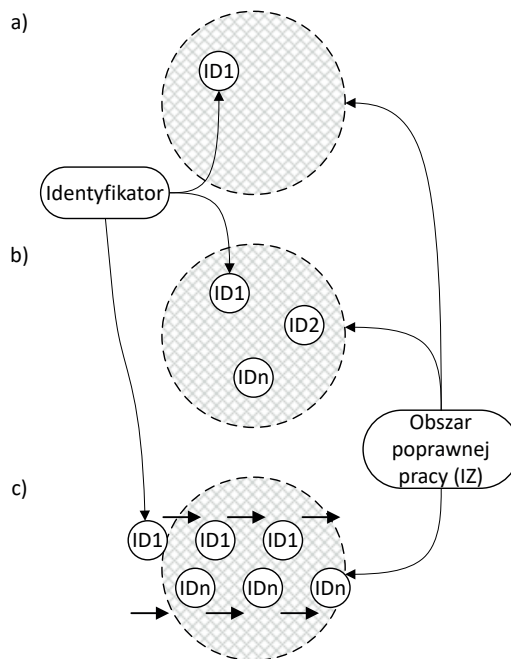
System identyfikacji radiowej RFID składa się z RWD wyposażonego w jedną lub więcej anten oraz co najmniej jeden

identyfikator zawierający w swojej strukturze pamięć, mikroprocesor oraz obwód antenowy (rys. 1). Dane opisujące obiekt i jego numer seryjny są zwykle przechowywane w zintegrowanej pamięci identyfikatora. RWD odczytuje dane z pamięci identyfikatora. Odczytane dane są zwykle przekierowywane do nadrzędnego w hierarchii sprzętu i oprogramowania. Jedną z funkcji RWD jest również zapisywanie danych, co pozwala na aktualizację zawartości pamięci identyfikatora.



Rys. 1. Schemat systemu RFID
Fig. 1. Diagram of a Radio Frequency Identification (RFID) system

Proces identyfikacji w systemie RFID może być realizowany tylko w strefie odpytywania IZ (ang. *interrogation zone*) [3–5]. Jeśli identyfikator jest obecny w IZ, to powinien zostać zidentyfikowany w pewnym zakresie czasowym. Odczyt danych potwierdzi, czy system działa poprawnie. Jeżeli w IZ znajduje się tylko jeden obiekt wyposażony w znacznik RFID, to ten rodzaj odczytu nazywa się pojedynczą identyfikacją (rys. 2a). W przypadku gdy w IZ znajduje się wiele identyfikatorów, komunikacja ze wszystkimi odbywa się za pomocą protokołu antykolizyjnego (rys. 2b). W statycznym systemie RFID, w którym położenie anteny RWD względem identyfikatora jest ustalone, czas identyfikacji nie jest ograniczony. W dynamicznym systemie identyfikatory znajdują się w ruchu (rys. 2c). W konsekwencji definicja IZ może być objęta zbiorem warunków polowych i elektrycznych, które muszą być spełnione, aby uzyskać wiarygodną identyfikację grupy znakowanych obiektów. Najpopularniejsze identyfikatory pasywne zawierają zintegrowany układ scalony z obwodem antenowym i nie posiadają własnego zintegrowanego zasilacza. Identyfikatory półpasywne i aktywne mogą być wyposażone w zestaw czujników wielkości fizycznych [6–11] oraz mieć zintegrowane źródło zasilania, takie jak bateria lub kondensator. Znaczniki te wykorzystują kondensator lub baterię do powiększenia IZ. Należy podkreślić, że



Rys. 2. Tryb pracy systemu RFID: a) identyfikacja pojedyncza, b) identyfikacja wielokrotna, c) identyfikacja dynamiczna
Fig. 2. RFID system operation mode: a) single identification, b) multiple identification, c) dynamic identification

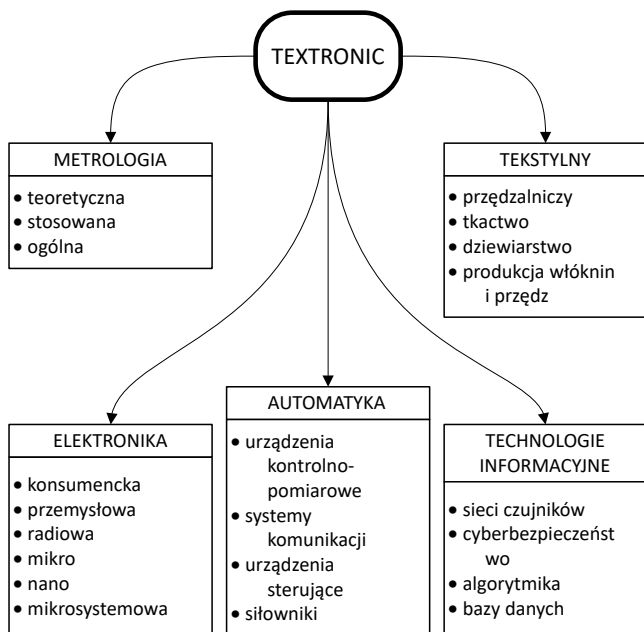
dodatkowa moc nie jest wykorzystywana do inicjacji transmisji danych. Urządzenie RWD jest więc niezbędne do rozpoczęcia i kontynuowania procesu odczytu danych z identyfikatora.

W prawidłowo zaprojektowanym i zbudowanym systemie RFID wszystkie oznaczone obiekty są pomyślnie identyfikowane. W badaniach naukowych synteza IZ obejmuje obliczenia analityczne i badania eksperymentalne pokrycia odczytu systemu RFID [3], ale we wdrożeniach komercyjnych stosuje się głównie metodę prób i błędów [12]. W przypadku obecności wielu identyfikatorów wewnątrz IZ lub w przypadku dynamicznej zmiany orientacji i/lub położenia obiektów, obliczenia parametrów systemu RFID są jeszcze bardziej wymagające. Systemy RFID działają zgodnie z ustalonymi standardami. Najczęstsze przykłady to ISO15693 [13], ISO14443 [14] i ISO18000 [15]. Część 63 z ISO18000 wydaje się szczególnie przydatna, ponieważ systemy RFID pasma UHF będą wykorzystywane do identyfikacji tekstyliów używanych w przedstawionym w tej pracy modelu pralki.

3. Podstawowa koncepcja transponderów tekstylnych

Inteligentne tekstylia, inteligentna odzież, elektronika do noszenia (ang. *wearables*), tekstylia interaktywne to terminy powszechnie używane w świecie inteligentnej odzieży. Różne branże, organizacje i świat nauki wciąż starają się jasno zdefiniować lub zdefiniować tę dziedzinę. Na obecnym etapie nie osiągnięto jeszcze uporządkowanej, jednolitej definicji pojęć, stąd rozróżnienie między różnymi definicjami staje się problematyczne. Słowo inteligentna odzież i jego odpowiedniki są używane w zależności od sytuacji i kontekstu [16]. W tekstronice łączy się elektronikę, informatykę i tekstylia, a także automatykę, inżynierię materiałową i metrologię (rys. 3). Kluczowymi i ważnymi elementami systemu tekstronicznego są tkaniny, włókna, nici piezoelektryczne i przewodzące prąd elektryczny, światłowody, włókna magnetyczne i polimery elektroaktywne [17, 18]. Pojęcie „inteligentnego materiału” zostało po raz pierwszy zdefiniowane w Japonii w 1989 r. Pierwszym

materiałem tekstylnym była jedwabna nić z pamięcią kształtu. Została opisana jako „inteligentny materiał tekstylny” [19]. Integracja bezdotykowych systemów identyfikacji RFID z tekstyliami, w szczególności identyfikatory RFIDtex i ich cechy operacyjne wpisują się w koncepcję inteligentnych tekstyliów [20–22], zwłaszcza zintegrowanych z elektroniką (e-tekstyli) [23]. W ten sposób można rozwinąć ideę Internetu Rzeczy Tekstylnych (IoTT).

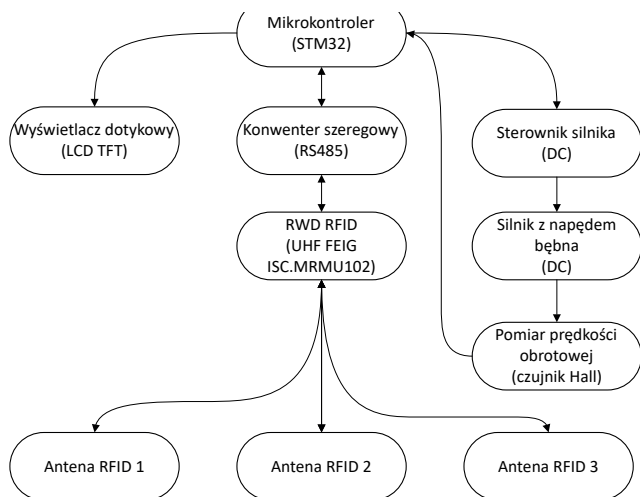


Rys. 3. Dziedziny wykorzystania identyfikatorów tekstronicznych
Fig. 3. The areas of science and knowledge used in textronics

4. System demonstracyjny

Głównym założeniem opracowania laboratoryjnego modelu pralki jest wykazanie zastosowania i cech znaczników RFIDtex [2] w przyszłych, nowoczesnych urządzeniach gospodarstwa domowego. Na podstawie danych odczytanych z wielu identyfikatorów system jednocześnie wspomaga podejmowanie decyzji o optymalnym programie mycia wyświetlając informacje na wyświetlaczu.

Uproszczony schemat blokowy opracowanego systemu zarządzania demonstratorem pralki przedstawiono na rys. 4. Mikrokontroler odpowiada za odbieranie, przesyłanie i przetwarzanie danych. Jest także odpowiedzialny za sterowanie pracą zaimplementowanego RWD, wyświetlacza oraz sterownika elektro-



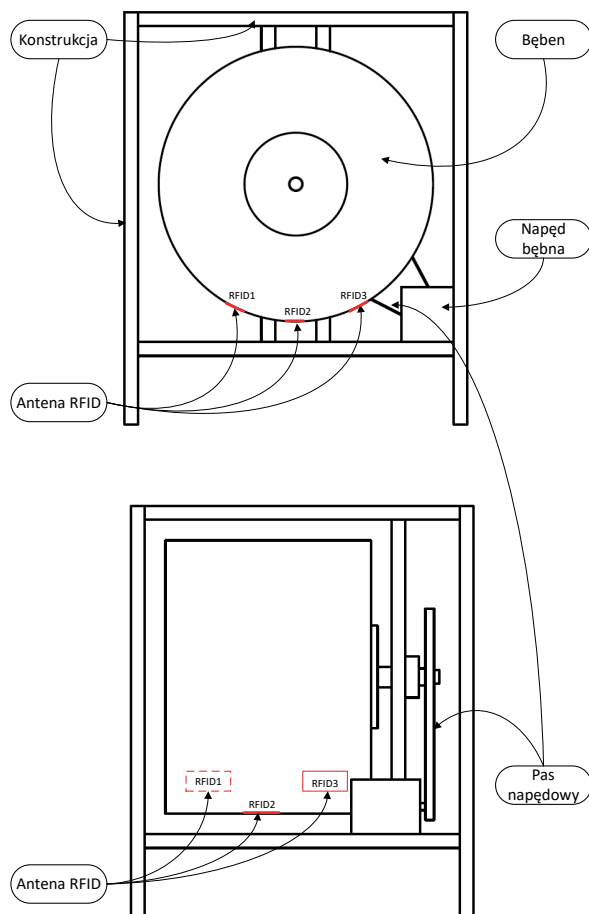
Rys. 4. Schemat blokowy proponowanego urządzenia piorącego wykorzystującego RFIDtex
Fig. 4. Block diagram of proposed RFIDtex enabled washing

bębna pralki. Dotykowy wyświetlacz LCD, za pomocą którego użytkownik może zarządzać całym urządzeniem i odczytywać przetwarzane dane w przyjaznej dla użytkownika formie, jest bezpośrednio podłączony do mikrokontrolera. Połączenie RWD z mikrokontrolerem odbywa się za pomocą konwertera szeregowego. Umożliwia połączenie interfejsu szeregowego UART mikrokontrolera oraz RS-232 układu RWD w standardzie napięciowym TTL. Aby móc odczytać dane z identyfikatorów umieszczonych w bębnie pralki, podłączono do czytnika trzy anteny zewnętrzne. Mikrokontroler steruje pracą układu napędowego.

Jako główny element sterujący i obliczeniowy zastosowano moduł STM32 NUCLEO-F446RE, ze względu na stosunkowo dużą moc obliczeniową, liczbę wymaganych wejść i wyjść oraz dużą pamięć programu, gdzie na etapie projektowania słusznie oczekiwano rozbudowanego programu. Ponadto mikrokontrolery ST są z powodzeniem stosowane w przemyśle oraz w urządzeniach konsumenckich.

W urządzeniu wdrożono system RFID FEIG ISC.MRMU102, średniego zasięgu UHF urządzenie odczytująco-zapisujące ze zintegrowanym multiplekserem i trzema antenami zewnętrznymi. Zastosowany RWD obsługuje również dwa interfejsy szeregowo RS-232 i USB. Cały system zarządzania urządzeniami demonstracyjnymi oraz oprogramowanie zostały zaprojektowane zgodnie z normą ISO18000-63.

Czytelny model opracowanego laboratoryjnego modelu pralki pokazano na rys. 5. FEIG RWD jest zainstalowany w górnej części obudowy. Za pomocą wewnętrznej anteny RWD użytkownik może szybko odczytać informacje o pojedynczej tkaninie ze zintegrowanym identyfikatorem RFIDtex. Pod bębniem znajdują się trzy zewnętrzne anteny UHF, które służą do odczytu znaczników zintegrowanych z ubraniami wewnątrz bębna pralki. Na przedniej części znajduje się mikrokontroler z wyświetlaczem, który steruje modelem pralki i odczytuje przetwarzane dane.



Rys. 5. Rzuty płaskie z modelu urządzenia pralki z systemem RFID
Fig. 5. Flat projections from a washing machine model with an RFID system

Na etapie testów zaimplementowano także połączenie z chmurą obliczeniową wykorzystując komunikację bezprzewodową (Wi-Fi) do przetwarzania danych otrzymanych z identyfikatorów. Wszystkie pozostałe elementy systemu jak i moduł komunikacji bezprzewodowej znajdują się z tyłu obudowy (rys. 5).

5. Efektywność zbudowanego stanowiska laboratoryjnego

Oprócz udowodnienia poprawności działania opracowanego modelu oraz zademonstrowania nowych możliwości wykorzystania znaczników RFIDtex, przeprowadzono testy skuteczności urządzenia. Podczas testu wykorzystano cztery grupy tektonicznych identyfikatorów RFID. Przeprowadzono skany 3, 5, 10 i 17 znaczników w obrębie bębna. W trakcie testu zmieniło liczbę skanów z dwóch na siedem. Rosnąca liczba skanów wydłuża czas skanowania. Każdy skan był powtarzany określoną liczbą razy. Na podstawie odczytów prawidłowo ziden-

tyfikowanych ubrań wyznaczono średnią wydajność odczytu, którą ostatecznie wprowadzono w procentach do tabeli 1.

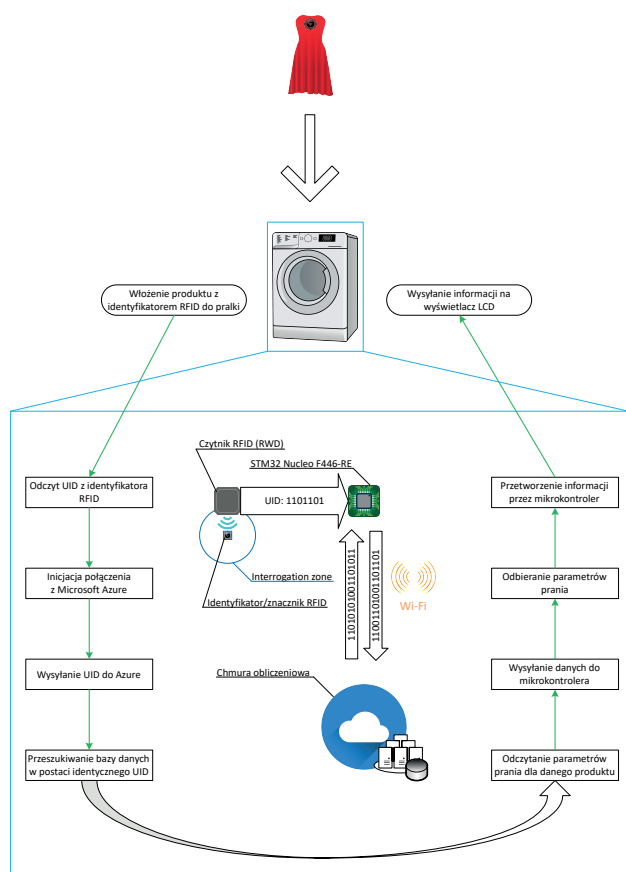
Jak można zaobserwować w tabeli 1, dzięki optymalnemu oprogramowaniu wydajność i powtarzalność są wyjątkowo wysokie, niemal bezbłędne. Gdy w bębnie pralki znajduje się do 10 identyfikatorów, w każdym cyklu informacja ze wszystkich znaczników odczytywane są nie więcej niż podczas trzech skanów. Niewielkie błędy odczytu pojawiają się przy skanowaniu 17 identyfikatorów jednocześnie, przy 6 i 7 skanach w niektórych przypadkach zdarza się, że do programu nie zostaną załadowane pojedyncze pozycje.

6. Komunikacja z chmurą obliczeniową

W procesie odczytu informacji z identyfikatorów RFID zastosowano także połączenie z chmurą obliczeniową w celu weryfikacji możliwości analizy pobranych danych z zewnętrzną bazą danych. Jako zewnętrzną usługę chmurową wykorzystano Microsoft Azure, a także wbudowaną w nią usługę Azure IoT Hub (rys. 6).

Do STM32 NUCLEO-F446RE zastosowano nakładkę rozszerzającą X-NUCLEO-IDW01M1 z wbudowanym modułem Wi-Fi w celu umożliwienia nawiązania połączenia z chmurą Microsoft Azure. W chmurowej bazie danych zdefiniowano jakie parametry prania należy ustawić dla danego ubrania. Określono takie informacje jak temperaturę prania czy obroty bębna. Pierwszy etap testów komunikacji z chmurą obliczeniową polegał na pobraniu danych z identyfikatora RFID, a następnie przesłanie jego unikatowego numeru identyfikacyjnego UID do bazy danych i weryfikacji poprawności. W drugim etapie testów komunikacji z chmurą porównywano unikalny numer identyfikacyjny znacznika RFID z rekordami w bazie danych. Jako katalog informacji wykorzystano usługę CosmosDB. Informacje wysłane przez mikrokontroler do chmury były porównywane z rekordami w bazie danych, aby zidentyfikować dany produkt/materiał. W przypadku braku odpowiednich informacji w bazie, rekordy były aktualizowane. Po poprawnej weryfikacji system Azure zwracał informacje jakie parametry należy ustalić, aby proces prania przebiegł poprawnie. Informacje te po weryfikacji pod względem kompletności przesłanych pakietów oraz zawartości ramek były automatycznie ustawiane na wyświetlaczu LCD urządzenia piorącego. Proces prania realizowany był w przypadku zidentyfikowania produktów o zbliżonych lub takich samych parametrach. Przy zastosowaniu artykułów o znacznie różniących się parametrach prania użytkownik dostawał informacje na ekranie o potencjalnych błędach.

W ramach prac opracowano aplikację, której zadaniem było wizualizowanie produktów posiadanych przez użytkownika. Aplikacja łączy się z usługą chmurową i pobiera rekordy z bazy danych tworząc „wirtualną szafę” na wyświetlaczu urządzenia mobilnego (rys. 7). Z poziomu aplikacji użytkownik może przeglądać swoją kolekcję ubrań, a także monitorować ich stan. W identyfikatorze RFID w fazie testowej zapisywane były daty ostatniego prania. Posiadając wirtualną szafę użytkownik może wybierać kolorystykę i rodzaj ubrania.



Rys. 6. Schemat przepływu danych w całym procesie pracy urządzenia piorącego

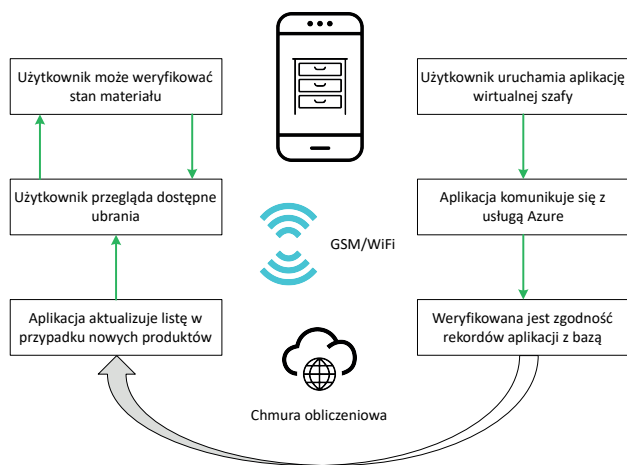
Fig. 6. Diagram of data flow in the entire washing machine operation process

Tabela 1. Efektywność system rozwojowego urządzenia piorącego wykorzystującego technikę RFID
Table 1. Effectiveness of the washing machine development system using RFID technology

Liczba identyfikatorów	Liczba skanów					
	2	3	4	5	6	7
	Efektywność (%)					
3	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100
10	96	100	100	100	100	100
17	72,94	81,18	92,94	92,94	96,47	96,47

7. Podsumowanie

Celem pracy było pokazanie zastosowania tektonicznych identyfikatorów RFID do wspomagania pracy nowoczesnych sprzętów AGD na podstawie odczytanych z nich danych. Wszystkie przedstawione założenia i cele zostały osiągnięte. Zbudowany prototyp pralki dowodzi, że zastosowanie techniki RFID



Rys. 7. Schemat przepływu danych w aplikacji mobilnej wirtualnej szafy

Fig. 7. Diagram of data flow in the mobile application of virtual closet

w tekstronice jest przydatne i właściwe. Model udowadnia, że można odczytać wiele identyfikatorów i jak pokazują badania, jest rzetelny i skuteczny, a odczytane dane mogą służyć do wspomagania decyzji o optymalnym programie prania.

Kolejne etapy badań przewidują podłączenie wielu urządzeń AGD typu pralka do chmury obliczeniowej oraz możliwości zarządzania zdalnego swoimi urządzeniami, a także rozbudowę aplikacji pod względem lepszej wizualizacji własnych produktów i zarządzania wieloma szafami.

Podziękowania

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019–2022 nr projektu 027/RID/2018/19 kwota finansowania 11 999 900 zł.

Bibliografia

- Maxwell L.M., *Save Womens Lives: History of Washing Machines*, Hardcover, ISBN: 978-0972971003 Eaton, Colorado, Oldewash, 2003.
- Jankowski-Mihułowicz P., Węglarski M., Chamera M., Pyt P., *Textronic UHF RFID Transponder*, “Sensors”, Vol. 21, No. 4, 2021, DOI: 10.3390/s21041093.
- Jankowski-Mihułowicz P., Węglarski M., *Factors affecting the synthesis of autonomous sensors with RFID interface*. “Sensors”, Vol. 19, No. 20, 2019, DOI: 10.3390/s19204392.
- Ukkonen L., Sydanheimo L., Kivikoski M., *Read Range Performance Comparison of Compact Reader Antennas for a Handheld UHF RFID Reader*. “IEEE Communications Magazine”, Vol. 45, No. 4, 2007, 24–31, DOI: 10.1109/MCOM.2007.348674.
- Jankowski-Mihułowicz P., Węglarski M., *Definition, Characteristics and Determining Parameters of Antennas in Terms of Synthesizing the Interrogation Zone in RFID Systems*, Radio Frequency Identification; Crepaldi P.C., Pimenta T.C. (Eds.), ISBN 978-953-51-3630-9, 65–119, Chapter 5, Intech, 2017, DOI: 10.5772/intechopen.71378.
- Abad E., Mazzolai B., Juarros A., Gómez D., Mondini A., Sayhan I., Krenkow A., Becker T., *Fabrication process for a flexible tag microlab*, Proceedings of SPIE, 2007, DOI: 10.1117/12.723737.
- GS1 EPCglobal. EPC Radio-Frequency Identity Protocols Generation2 UHF RFID; Specification for RFID Air Interface Protocol for Communications at 860 MHz–960 MHz; Version 2.1; EPCglobal, 2018.

- Jankowski-Mihułowicz P., Pawłowicz B., Pitera G., *Zagadnienie wymiany danych w systemie RFID pasma HF z autonomicznym identyfikatorem półpasywnym*. „Przełogi Elektrotechniczny”, Vol. 91, Nr 9, 2015, 74–77, DOI: 10.15199/48.2015.09.19.
- Oprea A., Courbat J., Bârsan N., Briand D., de Rooij N.F., Weimar U., *Temperature, humidity and gas sensors integrated on plastic foil for low power applications*. “Sensors and Actuators B: Chemical”, Vol. 140, No. 1, 2009, 227–232, DOI: 10.1016/j.snb.2009.04.019.
- Kapucu K., Dehollain C., *A passive UHF RFID system with a low-power capacitive sensor interface*, 2014 IEEE RFID Technology and Applications Conference (RFID-TA), 301–305, DOI: 10.1109/RFID-TA.2014.6934247.
- Vena A., Sorli B., Saggin B., Garcia R., Podlecki J., *Passive UHF RFID Sensor to Monitor Fragile Objects during Transportation*, 2019 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), 415–420, DOI: 10.1109/RFID-TA.2019.8892033.
- Intermec RFID Tags & Media, Meeting the Scalable RFID Challenge; Honeywell International Inc., 2013.
- ISO/IEC, Identification Cards – Contactless Integrated Circuit Cards – Vicinity Cards, p. 15693, ISO/IEC, 2006.
- ISO/IEC, Identification Cards – Contactless Integrated Circuit Cards – Proximity Cards, p. 14443-4 ISO/IEC, 2016.
- ISO/IEC, Radio Frequency Identification for Item Management – Part 6: Parameters for Air Interface Communications at 860 MHz to 960 MHz General, p. 18000-6, ISO/IEC, 2013.
- Rambausek L., *Textronics – Definition, Development and Characterization of Fibrous Organic Field Effect Transistor*, ISBN: 978-9085787242, UGent – Faculty of Engineering and Architecture; 1st edition (15 Sept. 2014).
- Ariyatun B., Holland R., Harrison D., Kazi T., *The future design direction of Smart Clothing development*, “The Journal of The Textile Institute”, Vol. 96, No. 4, 2005, 199–210, DOI: 10.1533/joti.2004.0071.
- Zięba J., Frydrysiak M., *Textronics – Electrical and Electronic Textiles: Sensors for Breathing Frequency Measurement*, “Fibres & Textiles in Eastern Europe”, Vol. 5, No. 59, 2006, 43–48.
- Subrata Chandra D., Debasree P., Mahamudul H., Chowdhury N., Eanamul Haque N., *Smart Textiles – New Possibilities in Textile Engineering*, International Conference on Mechanical, Industrial and Materials Engineering (ICMIME 2013), 1-3 November, RUET, Rajshahi, Bangladesh, 2013.
- Koncar V., *Smart Textiles and Their Applications*, Woodhead Publishing, 1st ed., Cambridge, UK, 2016.
- He H., Chen X., Ukkonen L., Virkki J., *Clothing-Integrated Passive RFID Strain Sensor Platform for Body Movement-Based Controlling*, 2019 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), 236–239, DOI: 10.1109/RFID-TA.2019.8892118.
- Chen X., He H., Ukkonen L., Virkki J., *The Effects of Added Clothing Layers on the Performance of Wearable Electro-Textile UHF RFID Tags*, 2018 2nd URSI Atlantic Radio Science Meeting (AT-RASC), DOI: 10.23919/URSI-AT-RASC.2018.8471546.
- Dias T., *Electronic Textiles: Smart Fabrics and Wearable Technology*, Woodhead Publishing, 1st ed., Cambridge, UK, 2015.

The Use of RFID Tags in Controlling Washing Devices

Abstract: Modern Textronics RFID transponders open completely new possibilities for designers of household appliances. In particular, these applications can be seen in laundry technology, where the information contained in the RFID transponder sewn into the clothes can be used to select the best washing program for a given type of fabric or to select the appropriate washing program for different fabrics placed in the drum of the washing machine. The work included design and construction of a demonstration station for the demonstration of RFIDtex transponders in the washing machine. A management system for a model of a washing machine equipped with Read-Write Device (RWD) was prepared, which supports decision-making based on data provided by reading of RFIDtex tags integrated with clothes. The laundry device was integrated with cloud computing for garment management based on the unique identifier of the tags and also as an intermediary module for the virtual closet application. The work checked the effectiveness of the station using samples.

Keywords: RFID, textronics, cloud computing, smart clothing

mgr inż. Marcin Hubacz

m.hubacz@prz.edu.pl

ORCID: 0000-0002-2748-11454

W 2019 r. ukończył studia na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej – kierunku Automatyka i Robotyka oraz Informatyka. Obecnie Asystent w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej. Jego główne zainteresowania dotyczą robotyki, elektroniki, systemów wbudowanych oraz druku 3D.



mgr inż. Sebastian Kołcz

sebastian.k@agendo.pl

ORCID: 0000-0003-4280-6611

Absolwent Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Elektronika i Telekomunikacja. W 2021 r. zdobył tytuł magistra z pracą na temat "Zastosowania tektroniki do wspomagania pracy nowoczesnych urządzeń AGD". Aktualnie pracuje w firmie Agendo z siedzibą w Rzeszowie, gdzie zajmuje stanowisko dyrektora IT. Prywatnie lubi jazdę na rowerze, chodzenie po górach, majsterkowanie oraz programowanie, które jest jego pracą i jednocześnie pasją.



dr inż. Bartosz Pawłowicz

barpaw@prz.edu.pl

ORCID: 0000-0001-9469-2754

Adiunkt w Katedrze Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Doktorat w dyscyplinie telekomunikacja uzyskał na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH w Krakowie w 2012 r. Jego główne badania dotyczą systemów identyfikacji bezstykowej RFID i ich zastosowań.

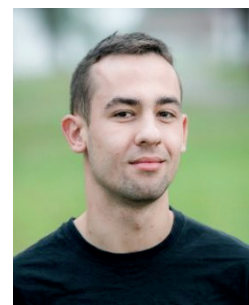


mgr inż. Mateusz Salach

m.salach@prz.edu.pl

ORCID: 0000-0002-9199-3460

Asystent w Zakładzie Systemów Złożonych Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Zajmuje się rozwiązaniami i badaniami z zakresu Internetu Rzeczy, VR oraz Smart City.



dr inż. Bartosz Trybus

btrybus@kia.prz.edu.pl

ORCID: 0000-0002-4588-3973

Adiunkt w Katedrze Informatyki i Automatyki Politechniki Rzeszowskiej. Ukończył studia na Wydziale Elektrycznym, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH w Krakowie. Doktorat z informatyki uzyskał w 2004 r. Jego główne badania dotyczą systemów czasu rzeczywistego i środowisk wykonawczych oprogramowania sterującego.

