



**AGH**

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,  
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA INFORMATYKI STOSOWANEJ

Systemy informatyczne w medycynie - raport

***mHealth***

Autor:

*Grzegorz Bylina, Agata Paciorek*

Kierunek studiów:

*Informatyka*

Kraków, 2014

## Spis treści

<b>1. Wstęp teoretyczny .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Przykłady rozwiązań .....</b>	<b>7</b>
2.1. Monitorowanie pacjenta .....	7
2.1.1. Monitorowanie postury [LCL12] .....	7
2.1.2. Ocena zdrowia i zdolności kierowcy [RPC13] .....	7
2.1.3. Diagnozowanie depresji [MMPS10] .....	7
2.1.4. iPainRelief - zarządzanie i szacowanie bólu [RMS13] .....	8
2.2. Zarządzanie informacją .....	8
2.2.1. Zarządzanie chorobami przewlekłymi [RP14] .....	8
2.2.2. Zarządzanie lekami [SLM <sup>+</sup> 13] .....	8
2.2.3. SapoFitness - zachęta do utrzymania planu diety [SLRR11] .....	8
2.3. Problem bezpieczeństwa .....	9
2.3.1. Privacy management framework [AMRA14] .....	9
2.3.2. Bramy IoT, szyfrowanie PKI oraz certyfikaty cyfrowe [DMK <sup>+</sup> 12] .....	10
2.3.3. System HealthNet [BKM10] .....	11
<b>3. Zastosowania .....</b>	<b>12</b>
3.1. Choroby serca i pierwsza pomoc przy zawale .....	12
3.1.1. Telefony komórkowe a pierwsza pomoc .....	12
3.1.2. Pomoc po zawale .....	12
3.2. Monitorowanie pacjenta chorego na cukrzycę .....	13
3.2.1. Przegląd aplikacji .....	13
3.3. Aplikacja mobilna a choroby psychiczne .....	13
3.4. Akcelerometr w leczeniu choroby parkinsona .....	14
3.5. Leczenie i kontrolowanie uzależnień .....	14
3.6. Mobilna opieka nad ciążą .....	15
<b>4. Podsumowanie .....</b>	<b>16</b>

# 1. Wstęp teoretyczny

Koncepcja **M-Health** (*Mobile Health*) jest integracją mobilnej telekomunikacji i technologii multi-medialnej, której celem jest dostarczanie opieki zdrowotnej.

Zadania M-Health [SMS<sup>+</sup>11] :

- zbieranie danych klinicznych
- dostarczanie informacji do personelu medycznego, badaczy, pacjentów
- monitorowanie pacjenta real-time
- dostarczanie opieki medycznej

Mobile Health zajmuje się dostarczaniem opieki wszędzie i o każdej porze, przekraczając geograficzne, organizacyjne bariery [SLM<sup>+</sup>13]. M-Health nie kończy się na aplikacjach opieki zdrowotnej na telefon komórkowy. Może dotyczyć również czujników i sieci bezprzewodowych, służących do monitorowania różnych stanów. Są to też urządzenia mobilne, umożliwiające dostęp do różnych usług medycznych, profesjonalistów w celu podjęcia decyzji. M-Health może również służyć dostarczaniu opieki zdrowotnej i zarządzaniu codziennymi aktywnościami osób starszych [Var14a].

## **2. Przykłady rozwiązań**

### **2.1. Monitorowanie pacjenta**

#### **2.1.1. Monitorowanie postury [LCL12]**

Zaproponowany mechanizm szacuje różne wartości reprezentujące posturę użytkownika takie jak: kąt nachylenia szyi, odległość oglądania, stan wzroku użytkownika poprzez analizę danych z przedniej kamery, akcelerometru, czujnika orientacji lub dowolną ich kombinację. Powiadamia użytkownika jeśli oszacowane wartości są utrzymywane w nieprawidłowym zakresie ponad dozwolony czas.

#### **2.1.2. Ocena zdrowia i zdolności kierowcy [RPC13]**

Aplikacja sprzężona z Data Loggerem zainstalowanym w pojeździe, który gromadzi dane z czujników znajdujących się w pojeździe i na ciele kierowcy. Aplikacja jest przeznaczona do monitorowania jakości sygnałów real-time i znacznego skrócenia czasu oszacowania stanu zdrowia kierowcy łącznie z jego zdolnościami do prowadzenia pojazdów. System składa się z dwóch modułów:

- smartbio 1 - system badania  
Służy do ułatwienia gromadzenia informacji na temat różnych badań fizjologicznych/psychologicznych i wykorzystanie ich do obliczenia współczynnika, określającego zdolność kierowcy do jazdy
- smartbio 2 - system monitorowania  
Dzieli się na dwie warstwy hardware i monitoring. Warstwa hardware gromadzi i wstępnie przetwarza dane (z sensorów). Warstwa monitoring ma postać aplikacji na smartfona, jej głównym zadaniem jest komunikacja między użytkownikiem, a warstwą hardware

#### **2.1.3. Diagnozowanie depresji [MMPS10]**

Ta praca proponuje techniki poprawiające komunikację w BSN (Body Sensor Network), które gromadzą dane o stanach emocjonalnych pacjenta. BSN mogą stale monitorować, dyskretnie szacować i klasyfikować stany depresyjne. Dodatkowo dane na temat życia pacjenta mogą zostać skorelowane z uwarunkowaniami fizjologicznymi, aby zidentyfikować w jaki sposób poszczególne bodźce wywołują

objawy. Taki ciągły strumień danych jest poprawą w stosunku do migawki objawów, które zaobserwuje lekarz w ciągu badania.

#### **2.1.4. iPainRelief - zarządzanie i szacowanie bólu [RMS13]**

Ból jest złożonym, stroniczym, czułym zjawiskiem, mającym wiele wymiarów. Jest on przeżywany dla każdego w sposób unikalny. Praca skupia się na niewerbalnych technikach estymacji i zarządzania bólem. Sieć neuronowa trenowana jest poprzez parametry takie jak tętno, przewodność skóry, temperatura skóry, częstość oddechów, zgromadzonych przez multimodalne sensory bezprzewodowe. Praca opisuje projekt aplikacji. Sfera przetwarzania dzieli się na trzy moduły: moduł akwizycji danych, moduł pomiaru intensywności oraz moduł iPainRelief. Moduł akwizycji danych skupia się na czujnikach multimodalnych. Zaproponowane zostają różne, nieszkodliwe sensory, potrzebne do zbierania danych. Surowe pomiary dostarczone przez te sensory są przetwarzane przez wbudowany mikrokontroler/y. Etap pomiaru intensywności manipuluje pomierzonymi danymi i przetwarza je w przydatny zestaw szkoleń dla "miękkich narzędzi informatycznych. Po zmierzeniu intensywności bólu, jest on parowany z smartfonem, z systemem Android. Aplikacja iPainRelief sugeruje pierwszą pomoc oraz dostarcza pomoc medyczną w oparciu o natężenie oraz rodzaj obliczonego bólu.

## **2.2. Zarządzanie informacją**

### **2.2.1. Zarządzanie chorobami przewlekłymi [RP14]**

Jest to pewna znaleziona koncepcja aplikacji mobilnej. Celem pracy było zidentyfikowanie funkcji i wymagań funkcyjnych, które pomogły by użytkownikowi w zarządzaniu opieką nad swoją chorobą przewlekłą. Projekt przewiduje kompleksowe działania takie jak wyświetlanie i zarządzanie lekami, harmonogram badań/wizyt, notatki, plany diet, ważne informacje o planie leczenia

### **2.2.2. Zarządzanie lekami [SLM<sup>+</sup>13]**

Aplikacja do zarządzania podawaniem leków. To pamiętnik śledzący i zarządzający lekami w celu zapobiegania błędom medycznym. Poprzez wizję, dźwięk, wibracje SapoMed przypomina użytkownikom o ich harmonogramie leków. Aplikacja umożliwia rejestrowanie leków poprzez kamerę za pomocą barcode na opakowaniu. Korzysta z usług internetowych (web services) aby uzyskać informacje o lekach, a nawet o dawkowaniu tych leków. Oprócz tego umożliwia zapamiętywanie spożywanych wcześniej leków.

### **2.2.3. SapoFitness - zachęta do utrzymania planu diety [SLRR11]**

SapoFitness jest mobilną aplikacją do ewaluacji diety. Oprócz tego jest również implementacją wyzwań, alarmów i stale motywuje użytkownika do używania systemu i utrzymania planu diety. Apli-

kacja SapoFitness jest dostosowana do użytkownika, poprzez zarządzanie jego spożyciem żywności i codzienne ćwiczenia. Głównym celem narzędzia jest motywacja do redukowania wagi oraz zwiększania fizycznej aktywności.

SapoFitness umożliwia:

- dzielenie się swoimi osiągnięciami poprzez portale społecznościowe
- intuicyjny interfejs użytkownika
- kontrola wagi zarówno w przypadku otyłości jak i problemów z niedożywieniem

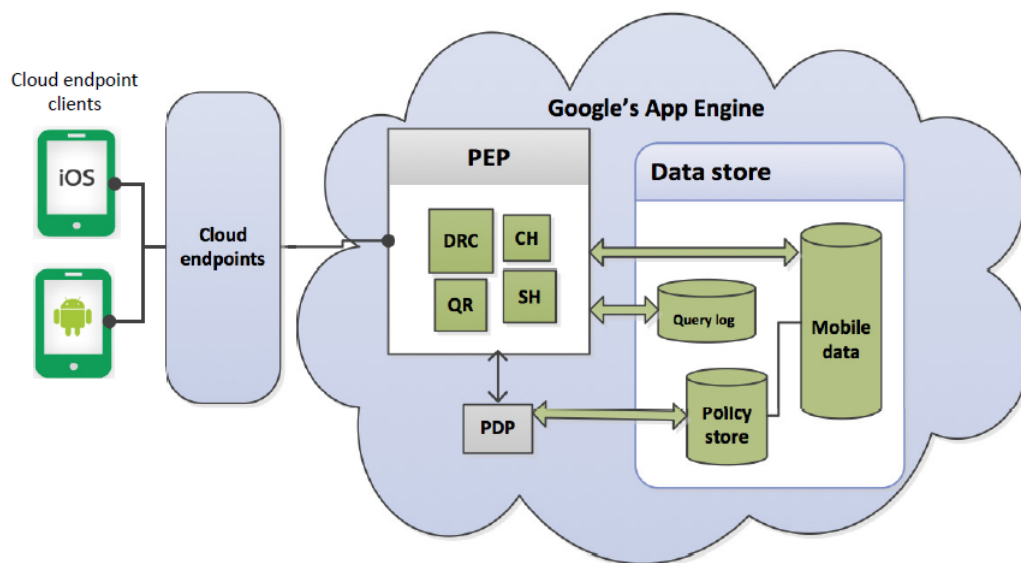
Aplikacja oferuje ciągły system alarmowy, wysyłanie alarmów/wiadomości odnośnie programu diety użytkownika, biorąc pod uwagę również jego aktywność fizyczną.

## 2.3. Problem bezpieczeństwa

Zgodnie z pracą [AMRA14], aplikacje mobilne zbierają dane z wszechobecnych urządzeń i łączą je z innymi danymi o użytkownikach w różnych celach. Atomicznie, te źródła informacji nie muszą ujawniać danych osobowych dla osób fizycznych, lecz połączenie wielu rozproszonych źródeł może doprowadzić do niezamierzonych konsekwencji i naruszyć prywatność. Według raportów rządowych około osiem milionów rekordów danych zdrowotnych pacjentów wyciekły w ciągu ostatnich kilku lat. Zachodzi więc potrzeba dostarczenia odpowiednich infrastruktur, aby przekonać użytkowników do dzielenia się danymi [AMRA14].

### 2.3.1. Privacy management framework [AMRA14]

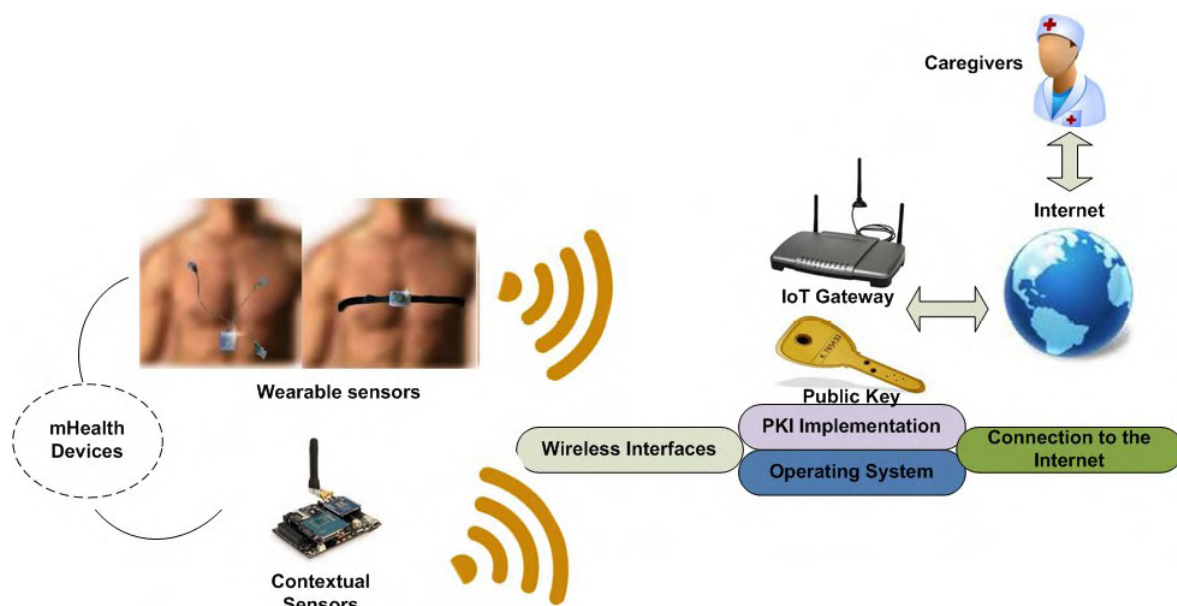
W pracy zostaje zaproponowany framework zarządzania prywatnością dla mobilnych aplikacji opieki zdrowotnej z wsparciem dla dynamicznego zarządzania prywatnością dzielenia danych. Rozwiązanie to rozszerza XACML poprzez wprowadzenie kontekstu dostępu użytkownika do egzekwowania zasad prywatnej polityki. Dostarczona zostaje implementacja, budująca na platformie Google App Engine.



Rysunek 2.1: Zarządzanie dynamiczną polityką prywatności. Obraz pochodzi z pracy [AMRA14]

### 2.3.2. Bramy IoT, szyfrowanie PKI oraz certyfikaty cyfrowe [DMK<sup>+</sup>12]

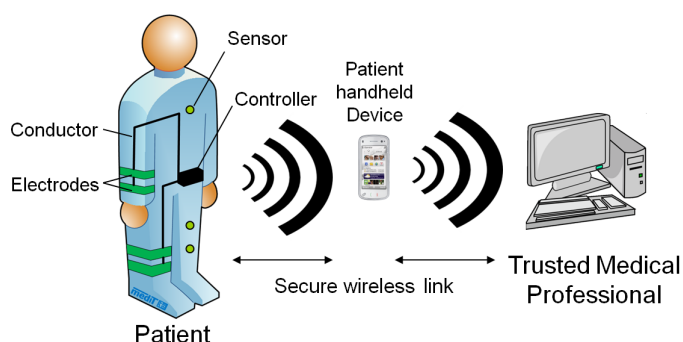
Praca przedstawia prototyp systemu opartego na chmurze, będący zgodnym z koncepcją IoT (Internet of Things). System zarządza danymi zebranymi przez czujniki, które są przekazywane do bramy, wykorzystując ustalone techniki dla komunikacji IoT. Następnie dane przekazywane są do infrastruktury chmury. Odpowiednie interfejsy umożliwiają rozpowszechnianie danych do zewnętrznych aplikacji (np. systemy dokumentacji medycznej). Oprócz tego aplikacja WWW zapewnia monitorowanie zasadniczych danych w czasie rzeczywistym i zarządzanie tymi danymi. Praca skupia się na framework'u, dotyczącym bezpieczeństwa zawartego w tym systemie. W przypadku IoT i opieki zdrowotnej urządzenia generujące dane, związane z pacjentem mogą szyfrować dane za pomocą kluczy publicznych oraz aplikacje monitorujące zdrowie mogą je odszyfrowywać, korzystając z klucza prywatnego. Oprócz bezpiecznej transmisji danych odpowiednia autentykacja urządzeń może zostać osiągnięta, również poprzez użycie certyfikatów cyfrowych PKI. Jednak w przypadku stosowania PKI w systemach IoT musimy zmierzyć się z pewnym problemem. Nawet proces szyfrowania za pomocą klucza publicznego wymaga obliczeniowych oraz pamięciowych zasobów, których istniejące technologie bezprzewodowych czujników nie zapewniają. Proponowany system rozwiązuje ten problem poprzez wprowadzenie bram, obsługujących IoT. Bramy te są urządzeniami, zdolnymi do obliczeń porównywalnych z zdolnościami obliczeniowymi komputerów stacjonarnych. Zapewniają one zintegrowany system, oraz posiadają wiele interfejsów komunikacyjnych.



Rysunek 2.2: Architektura systemu. Obraz pochodzi z [DMK<sup>+</sup>12]

### 2.3.3. System HealthNet [BKM10]

HealthNet jest systemem do mobilnego, elektronicznego monitorowania zdrowia i zbierania danych. Składa się z sieci sensorów ("body sensor network") osadzonych w ubraniu. Czujniki komunikują się bezprzewodowo z telefonem komórkowym użytkownika, który odpowiada za zarządzanie, trzymanie i transferowanie danych w sposób bezpieczny. Dane mogą zostać przetransferowane do ekspertów medycznych, opieki w nagłych przypadkach i prywatnych osób, którym ufa użytkownik. To użytkownik kontroluje kto ma dostęp do danych. Tylko lekarze medycyny ratunkowej, znajdujący się w pobliżu pacjenta mogą uzyskać dostęp do jego ważnych danych bez zgody indywidualnej użytkownika. Praca opisuje unikalne funkcje, związane z bezpieczeństwem i prywatnością.



Rysunek 2.3: Opis scenariusza HealthNet. Obraz pochodzi z pracy [BKM10]



## 3. Zastosowania

### 3.1. Choroby serca i pierwsza pomoc przy zawale

Obecne społeczeństwo najwięcej kłopotów zdrowotnych ma z układem krążenia. Choroby serca są najbardziej rozpowszechnione na świecie, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych. Dlatego niezwykle ważne jest nie tylko leczenie, ale także i zapobieganie chorobom i rehabilitacja po zawale.

#### 3.1.1. Telefony komórkowe a pierwsza pomoc

W przypadku zawału serca niezbędna jest szybka reakcja. Często jednak stres uniemożliwia poprawne udzielenie pierwszej pomocy. Z pomocą przychodzą nam coraz szerzej dostępne inteligentne telefony komórkowe - smartphone'y. W czasopiśmie "Interventional Cardiology" ([Hon14]) opisane jest, w jaki sposób aplikacja mobilna może pomóc w przeprowadzeniu akcji rehabilitacyjnej:



Rysunek 3.1: Schemat akcji resuscytacyjnej przy pomocy smartphone'a

#### 3.1.2. Pomoc po zawale

Po zawale serca bardzo ważna jest praca nad stanem układu krążenia. Często jednak odległość do najbliższego szpitala jest czynnikiem zaporowym, uniemożliwiającym poprawne zadbanie o zdrowie. Ostatnie badania pokazują jednak [Mot14], iż telefon komórkowy może znacznie poprawić sytuację pacjentów pozawałowych. Aplikacja przypomina o regularnych ćwiczeniach i pozwala monitorować aktualny stan zdrowia.

## 3.2. Monitorowanie pacjenta chorego na cukrzycę

Problem cukrzycy jest również jednym z najpoważniejszych zadań, z jakimi spotyka się dzisiejsza medycyna. Dotyczy on bowiem znacznej części społeczeństwa. W artykule [Tra12] możemy znaleźć informacje na temat dostępnych na rynku aplikacji do monitorowania poziomu cukru we krwi.

### 3.2.1. Przegląd aplikacji

Na rynku dostępnych jest wiele aplikacji na wszystkie popularne obecnie platformy, takie jak Android, iOS czy BlackBerry OS.

#### Glucose Buddy

Aplikacja firmy SkyHealth integruje funkcjonalność smartphona z danymi dostępnymi w internecie. Użytkownik może śledzić nie tylko swój poziom cukru we krwi, ale także na przykład ilość przyjmowanych składników spożywczych. Aplikacja jest darmowa.

#### Diabetes Buddy

Płatną, ale bardziej rozwiniętą aplikacją, jest Diabetes Buddy. Umożliwia ona także monitorowanie poziomu ciśnienia krwi.

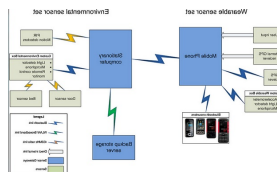
#### Log Frog

Jedną z ciekawszych propozycji na rynku jest aplikacja Log Frog. Oferuje ona opisane wcześniej funkcjonalności, różni się jednak bardzo przyjaznym i prostym interfejsem, odpowiednim dla dzieci bądź osób starszych.

## 3.3. Aplikacja mobilna a choroby psychiczne

Okazuje się, iż telefony komórkowe obecnie mogą pomóc nie tylko osobom chorym z powodu dysfunkcji narządów. Także pacjenci mentalnie chorzy mogą liczyć na pomoc dzisiejszej technologii. Za pomocą odpowiednich systemów monitorowane są ich zachowania w konkretnych sytuacjach, przez co osobom opiekującym się nimi łatwiej jest dostrzec nieprawidłowości.

Do tej pory prowadzone badania obejmowały m. in. schizofrenię i psychozę oraz chorobę dwubiegunową [PPC12]. W artykule [Eli14] omówione zostały aplikacje przydatne specjalistom w dziedzinie psychologii.



Rysunek 3.2: Schemat aplikacji badającej zachowania pacjenta chorego psychicznie

### 3.4. Akcelerometr w leczeniu choroby parkinsona

Również choroby neurodegeneracyjne mają swoją szufladę w dziedzinie rozwoju technologii mHealth. Badania pokazują ([San13]), iż regularne monitorowanie stanu zdrowia pacjenta może znacznie opóźnić rozwój choroby. Niestety częste wizyty w szpitalu dla wielu pacjentów są nieomal nieosiągalne. Dlatego też podręczne urządzenia, takie jak smartphonę'y, okazują się tu nieocenione. Jeden z największych koncernów - Intel [Mac14] - pracuje nad technologią przenośnych "gadżetów", które chory mógłby nosić w celu monitorowania stanu zdrowia.

### 3.5. Leczenie i kontrolowanie uzależnień

Kolejnym z problemów, z jakim spotyka się obecna medycyna, jest uzależnienie od leków. Nadużywanie przepisanych medykamentów, co dotyczy zwłaszcza opioidów, nie tylko podwyższa koszty leczenia, ale także może prowadzić do poważnych zaburzeń zdrowotnych. W rezultacie pacjent zamiast się leczyć, pogarsza tylko swoją sytuację. Aby temu zapobiec, można skorzystać z pomocy urządzeń mobilnych. Monitorowanie przyjmowania odpowiednich dawek leków, czy to poprzez wprowadzanie danych przez pacjenta, czy nawet dzięki urządzeniom pomiarowym, noszonym przy ciele, może pomóc wykryć pewne wzorce, wskazujące na wysokie ryzyko, iż terapia może zakończyć się uzależnieniem [Var14b].

Na rysunku 3.3 ukazany jest przykładowy schemat takiej aplikacji.



## 4. Podsumowanie

Podsumowując, pomimo dużej ilości rozwiązań, jakie udało się napotkać podczas analizy artykułów, można wyróżnić kilka różnych nurtów w dziedzinie M-Health:

- zdalne monitorowanie stanu zdrowia pacjenta (również w czasie rzeczywistym)
- wymiana informacji na temat zdrowia
- dostęp do różnych usług medycznych
- zarządzanie prywatnością

Do zalet Mobile Health można zaliczyć wygodę użytkowania, mniejszy koszt, dostępność dużej ilości rozwiązań z tej dziedziny oraz przynajmniej teoretycznie większe bezpieczeństwo pacjenta. Wadami natomiast są wszelkie problemy, związane z zawodnością urządzeń oraz internetu. Kolejnym problemem jest również możliwość naruszenia prywatności danych pacjenta. Mimo tych wad M-Health wydaje się być dobrą drogą do poprawy opieki zdrowotnej na świecie.

## Bibliografia

- [AMRA14] Nariman Ammar, Zaki Malik, Abdelmounaam Rezgui, and Mohammed Alodib. Mobidyc: Private mobile-based health data sharing through dynamic context handling. *Procedia Computer Science*, 34(0):426 – 433, 2014. The 9th International Conference on Future Networks and Communications (FNC’14)/The 11th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing (MobiSPC’14)/Affiliated Workshops.
- [BKM10] J. Barnickel, H. Karahan, and U. Meyer. Security and privacy for mobile electronic health monitoring and recording systems. In *World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2010 IEEE International Symposium on a*, pages 1–6, June 2010.
- [DMK<sup>+</sup>12] C. Doukas, I. Maglogiannis, V. Koufi, F. Malamateniou, and G. Vassilacopoulos. Enabling data protection through pki encryption in iot m-health devices. In *Bioinformatics Bioengineering (BIBE), 2012 IEEE 12th International Conference on*, pages 25–29, Nov 2012.
- [Eli14] Fogger Susanne A McGuinness Teena M D’Alessandro Katherine R Elias, Beth L. Mobile apps for psychiatric nurses. *Journal of Psychosocial Nursing&Mental Health Services*, 2014.
- [Hon14] Hang; Varnfield Marlien; Karunanithi Mohanraj. Honeyman, Enone; Ding. Mobile health applications in cardiac care. *Interventional Cardiology*, 2014.
- [Ism13] Jabar Emad Khadhm Ismaeel, Ayad Ghany. Effective system for pregnant women using mobile gis. 2013.
- [LCL12] Hosub Lee, Young Sang Choi, and Sunjae Lee. Mobile posture monitoring system to prevent physical health risk of smartphone users. In *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp ’12, pages 592–593, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [Mac14] Bonnie MacKellar. Aussie mhealth firm to roll out tool for parkinson’s. *BioSpectrum*, 2014.
- [MMPS10] T. Massey, G. Marfia, M. Potkonjak, and M. Sarrafzadeh. Experimental analysis of a mobile health system for mood disorders. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, 14(2):241–247, March 2010.

- [Mot14] Judy Mottl. Smartphone app proves valuable for cardiac patients. *FierceMobileHealthcare*, 2014.
- [PPC12] Katarzyna Wac Pawel Prociow and John Crowe. Mobile psychiatry: towards improving the care for bipolar disorder. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MENTAL HEALTH SYSTEMS*, 2012.
- [RMS13] M. Rajesh, J.S. Muthu, and G. Suseela. ipainrelief -a pain assessment and management app for a smart phone implementing sensors and soft computing tools. In *Information Communication and Embedded Systems (ICICES), 2013 International Conference on*, pages 434–441, Feb 2013.
- [RP14] A. Ramachandran and V.V.S. Pai. Patient-centered mobile apps for chronic disease management. In *Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2014 International Conference on*, pages 948–952, March 2014.
- [RPC13] K. Rozanowski, Z. Piotrowski, and M. Ciolek. Mobile application for driver’s health status remote monitoring. In *Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2013 9th International*, pages 1738–1743, July 2013.
- [San13] Devergnas Annaelle Wichmann Thomas Clements Mark A. Sanders, Teresa H. Remote smartphone monitoring for management of parkinson’s disease. *ACM International Conference Proceeding Series*, 2013.
- [SLM<sup>+</sup>13] B.M. Silva, I.M. Lopes, M.B. Marques, J.J.P.C. Rodrigues, and M.L. Proenca. A mobile health application for outpatients medication management. In *Communications (ICC), 2013 IEEE International Conference on*, pages 4389–4393, June 2013.
- [SLRR11] B.M. Silva, I.M. Lopes, J.J.P.C. Rodrigues, and P. Ray. Sapofitness: A mobile health application for dietary evaluation. In *e-Health Networking Applications and Services (Healthcom), 2011 13th IEEE International Conference on*, pages 375–380, June 2011.
- [SMS<sup>+</sup>11] A. Secerbegovic, A. Mujcic, N. Suljanovic, M. Nurkic, and J. Tasic. The research mhealth platform for ecg monitoring. In *Telecommunications (ConTEL), Proceedings of the 2011 11th International Conference on*, pages 103–108, June 2011.
- [Tra12] BS Tran Rosanna BS White John R Jr PA PharmD Tran, Joseph. Smartphone-based glucose monitors and applications in the management of diabetes: An overview of 10 salient apps and a novel smartphone-connected blood glucose monitor. *Clinical Diabetes*, 2012.
- [Var14a] Upkar Varshney. Mobile health: Four emerging themes of research. *Decision Support Systems*, 66(0):20 – 35, 2014.

- [Var14b] Upkar Varshney. Mobile health: medication abuse and addiction. *International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking & Computing*, 2014.