

Platforma IPMed jako elastyczne źródło danych dla medycznych zespołów naukowych

1. Wstęp

Cyfrowa medycyna (ang. *digital medicine*) jest aktualnie w dużym stopniu przygotowana do integracji zarówno w obszarze badań biomedycznych oraz praktyki klinicznej, jak i rozwiązań społecznych oraz komercyjnych. Przedstawiciele każdej z tych dziedzin zdają sobie sprawę z konieczności współpracy i interdyscyplinarności projektów. W wielu specjalizacjach medycznych są wypracowane i przygotowane wspólne architektury systemów informatycznych, formaty do opisu i wymiany danych, modele finansowania. Z drugiej strony problemami są rozproszenie danych i informacji naukowych, brak standaryzacji formatów zapisu oraz brak dedykowanych narzędzi do wykonywania wielowymiarowych analiz w eksperymentach wykorzystujących duże zestawy danych oraz niewykorzystany potencjał medycznych placówek naukowych.

W 2015 r. został opublikowany standard HL7 CDA (ang. *Clinical Document Architecture*) dający podwaliny do utworzenia ogólnopolskiego systemu gromadzenia i wymiany cyfrowych danych medycznych. Podjęto próby budowy systemów IT dla służby zdrowia, opartych na architekturze zorientowanej na usługi (np. platformy P1, P2 czy EWUŚ jako ich komponent). Jednak systemy te, ukierunkowane na współpracę z szpitalnymi systemami HIS, sprowadzają funkcjonalność głównie do weryfikacji czy rozliczeń świadczeń medycznych. Prowadzone są działania w kierunku utworzenia elektronicznego rekordu medycznego pacjenta. Na dzień dzisiejszy brakuje jednak ogólnopolskiego systemu wymiany naukowych danych medycznych na podstawie systemów rozproszonych.

W Polsce podejmuje się próby tworzenia zintegrowanych platform świadczenia zaawansowanych usług informacyjnych i analitycznych do celów badawczych i naukowych. Przykładami takich platform są: Onko.sys, SYSCANCER, ERS czy TelemedNet. Ostatnią inicjatywą jest program Amulet. Na świecie

¹ Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki.

istnieją dojrzałe platformy dedykowane do celów badań naukowych (np. ADNI czy Human Brain Project), które w głównej mierze służą integracji zasobów i udostępnianiu danych. Aktualnie tworzone są narzędzia wyszukiwania danych w dużych zbiorach.

Jednym z pierwszych przedsięwzięć wspomagania medycznych środowisk naukowych była platforma Medtube, pozwalająca na komunikację i wymianę danych między specjalistami z danej dziedziny.

Platforma Onko.sys zorientowana jest na wspomaganie badań nad nowotworami poprzez integrację zasobów informacji na temat patogenez, cech kliniczno-patologicznych, molekularnych i epidemiologicznych chorób nowotworowych i powiązanie tych zasobów z dedykowanymi narzędziami bioinformatycznymi. Składa się ona z hurtowni danych, tzw. Zdalnego Laboratorium oraz aplikacji wspomagających analizę statystyczną. Konstrukcja i wdrożenie platformy wymagały przebudowy dotychczasowych systemów gromadzenia danych o nowotworach i dopasowania formatów danych w Centrum Onkologii w Warszawie i jego filii w Gliwicach.

Podobnym projektem jest SYSCANCER, którego celem było opracowanie modułów akwizycji, archiwizacji i prezentacji danych (różnych typów) na poziomie lokalnym, utworzenie narzędzi wspomagających analizę danych (ekstrakcja cech i klasyfikacja) oraz wykonanie badania pilotażowego z zakresu epidemiologii molekularnej.

W systemach tych zastosowano klasyczną architekturę klient – serwer, co powoduje, że w zasadzie możliwa jest tylko wymiana danych między wybranymi systemami. Przykładem systemu zorientowanego na usługi jest system MedEye ulokowany na platformie Kaskada w CI TASK, służący do analizy nagrań badań przewodu pokarmowego z wykorzystaniem kapsuły endoskopowej. W tym przypadku brakuje współpracy odległych zespołów medycznych, a rola systemu sprowadza się do szeregowania obrazów według prawdopodobieństwa wystąpienia zmian chorobowych.

Jako odpowiedź na powyższe problemy w latach 2013–2016 na Politechnice Gdańskiej, razem z firmą JIT Solutions i przy wsparciu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, zbudowano platformę IPMed wspomagającą działalność naukowych zespołów medycznych. Motywacjami powstania platformy IPMed były: brak rozwiązań pozwalających na zautomatyzowanie procesu akwizycji i gromadzenia badań, brak powszechnego współdzielenia badań między grupami badawczymi, brak zapewnienia rozszerzalności badań do wielu dziedzin medycyny, opracowanie nowoczesnych metod wyszukiwania informacji podobnej w dużych zbiorach dokumentów cyfrowych (bazując na semantyce dokumentu).



W rozdziale 2 przedstawiono zagadnienia związane z hemodynamiką, dla której została utworzona aplikacja pilotażowa wykorzystująca platformę. W następnym rozdziale opisano ogólną koncepcję działania i architekturę systemu. W rozdziale 4 przedstawiono zagadnienia związane z zautomatyzowaną akwizycją danych oraz z bezpieczeństwem systemu i danych. Pracę kończy przegląd uzyskanych wyników i dyskusja o nich.

2. Charakterystyka badania kardiografem impedancyjnym

Zrealizowana platforma IPMed charakteryzuje się wysokim stopniem elastyczności. Osiągnięto go poprzez zaimplementowanie komponentów w postaci usług sieciowych i ich zintegrowanie zgodnie z koncepcją architektury zorientowanej na usługi (SOA). W założeniach przyjęto, że platformę można łatwo adoptować do przechowywania badań z różnych specjalizacji. Chcąc pokazać jej praktyczne znaczenie i łatwość adaptacji do zadanej dziedziny, w projekcie IPMed zademonstrowano jej działanie przy wdrażaniu postępowania medycznego w udarach niedokrwiennych mózgu.

W wyniku konsultacji ze specjalistami z zakresu kardiologii przyjęto, że znajomość hemodynamicznych funkcji układu krążenia człowieka jest elementem wysoce przydatnym w optymalizacji decyzji terapeutycznych u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, udarem mózgu, niewydolnością serca. Do określenia parametrów hemodynamicznych układu krążenia stosuje się dwie metody: termodylucji oraz kardiografii impedancyjnej (ICG). ICG, w odróżnieniu od termodylucji, jest metodą nieinwazyjną, o łatwej krzywej uczenia się. Jest to metoda oparta na zjawisku zmian impedancji elektrycznej klatki piersiowej zachodzących podczas cyklicznych zmian objętości pompowanej (cyrkulującej) krwi przez serce. Zaburzenie dynamicznej równowagi pomiędzy obciążeniem wstępnym, obciążeniem następczym, przeciążeniem objętościowym lub niedopełnieniem układu pompy sercowo-naczyniowej znajdzie natychmiastowe odbicie w wynikach uzyskanych w kardiografii. Podstawowe dane służące do oceny stanu pacjenta oparte są na wynikach z pomiarów inwazyjnych. Na tej podstawie można założyć wstępny stan układu krążenia. Wykonując dodatkowe pomiary przy użyciu kardiografu impedancyjnego, możemy określić precyzyjnie stan pacjenta. W literaturze i obowiązujące w praktyce medycznej znane są 4 profile hemodynamiczne: profil hiperdynamiczny, profil hipodynamiczny, profil wazokonstrykcyjny oraz profil z retencją płynów.



Znajomość właściwego profilu pozwala zwiększyć szanse na przeżycie pacjenta dzięki zastosowaniu właściwego postępowania leczniczego. Należy zwrócić uwagę, że lekarze klinicyści mają niewielką świadomość zalet ICG oraz możliwości rozwoju tej metody poprzez odkrycie nowych profili hemodynamicznych. Badacze z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego wysnuli hipotezę, bazując na wstępnych badaniach wykonanych na 35 pacjentach, że istnieją tzw. profile hybrydowe. Jednak do zweryfikowania tej hipotezy potrzebowali większej liczby wiarygodnych badań, a pojedynczy badacz jest w stanie uzyskać ok. 30 badań rocznie.

Wartościowe dla naukowca badanie medyczne z hemodynamiki wymaga zapewnienia odpowiedniej jakości pomiaru. Całościowe badanie składa się z czterech etapów: pomiar kardiografem impedancyjnym w 1 dobie po wystąpieniu udaru, drugi pomiar kardiografem w 3–5 dobie pobytu w szpitalu, szczegółowy wywiad lekarski i ocena śmiertelności w okresie półrocznym. Wykonane pomiary ICG muszą trwać co najmniej 10 minut i cechować się wysoką jakością sygnału (tzw. parametr Q). Z pomiaru kardiografem wybierany jest zestaw kilkudziesięciu parametrów, reprezentujących cały pomiar.

Z drugiej strony, lekarz klinicysta wykonuje typowo pojedyncze badanie medyczne, w skład którego wchodzi pojedynczy pomiar kardiografem i wywiad lekarski. Na tej podstawie wdraża odpowiednie postępowanie medyczne. Pokazuje to dysonans między pracą naukowca a klinicysty.

3. Działanie i architektura platformy IPMed

Przed opisaniem działania platformy IPMed należy wyróżnić aktorów systemowych. Należą do nich:

- pacjent (PU), u którego wystąpił udar niedokrwienny mózgu,
- lekarz klinicysta (LK) dokonujący diagnozy i zlecający postępowanie medyczne,
- lekarz specjalista (LS), np. w zakresie kardiografii impedancyjnej, którego zadaniem jest zdobycie i opracowanie nowej wiedzy medycznej, nadzór merytoryczny nad procesem pozyskiwaniem danych, np. weryfikacja hipotezy istnienia nowych profili hemodynamicznych,
- platforma wspomaganie pracy (IPMed).

Zastosowanie architektury SOA w konstrukcji platformy IPMed pozwoliło na elastyczne dodawanie do systemu usług akwizycji danych z urzędzeń medycznych. W projekcie IPMed w ramach pilotażu zaimplementowano usługi do

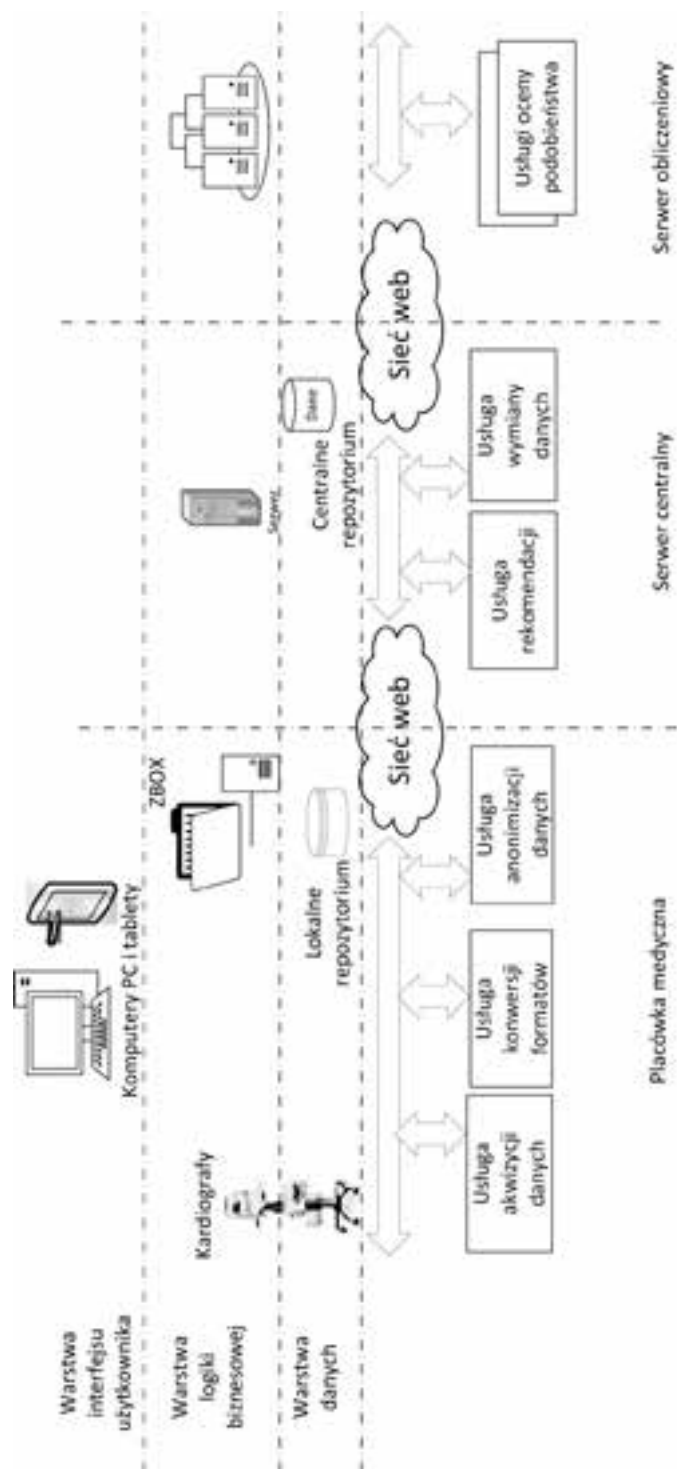


akwizycji danych z kardiografów impedancyjnych różnych producentów (kardiografy Niccomo, Cardioscreen oraz PhysioFlow).

W platformie IPMed wyróżnia się dwa tryby pracy: badawczy i kliniczny. W pierwszym trybie (badawczym) działania na platformie IPMed można wymienić następujące etapy:

- A. Przygotowanie i wdrożenie środowiska akwizycji badań – dla wybranych ośrodków są projektowane, implementowane i wdrażane usługi akwizycji danych dla sprzętu medycznego będącego we władaniu ośrodka medycznego; opracowuje się także format szczegółowego wywiadu medycznego opartego na wiedzy LS i implementację jego pozyskania; wykonuje się usługę konwersji parametrów z urządzeń pomiarowych różnych producentów do wspólnego formatu; następnie implementuje się usługę złożoną pozwalającą na skompletowanie wartościowego badania medycznego o pożądanej jakości.
- B. Przeprowadzenie założonego zestawu naukowych badań medycznych – w pierwszym kroku następuje rejestracja ośrodków biorących udział w eksperymencie na platformie IPMed przez kierownika badania (LS). W następnej kolejności wykonywane są badania w środowisku dostarczonym w etapie A. Badania te mogą być prowadzone zarówno przez LS, jak i LK. Liczebność próby zależy od typu eksperymentu. W przypadku badań kardiografii impedancyjnej ustalono ją na 250–400 kompletnych badań, w zależności od typu udaru. Oznacza to ok. 10–13 lat pracy pojedynczego badacza (LS); badania są rejestrowane na bieżąco, a kierownik eksperymentu ma ciągły podgląd na status i liczbę badań.
- C. Współpraca badawcza – badacze (LS) należący do grupy realizującej ten sam eksperyment mogą działać na wycinku danych (filtrowanie) lub wyszukiwać podobne przypadki, komentować badania lub ich fragment w trybie przypominającym nieco zdalne konsylium. Każdy ośrodek ma prawo ograniczyć zakres dostępu do badań. Prezentacja danych (w specyficznym widoku), komentarze, zaznaczenia są realizowane w formie usług, co pozwala na dopasowanie funkcjonalności do specyfiki zagadnienia. Możliwe jest przeszukiwanie zbiorów pod kątem podobieństwa dokumentów, badań itp. Usługa wyszukiwania dokumentów jest implementowana pod konkretne zastosowanie. W projekcie IPMed główną usługą była usługa oceniająca podobieństwo pomiarów ICG i EKG. Wynikiem działania grupy badawczej jest wytworzenie nowej wiedzy (w przypadku ICG jest to weryfikacja hipotezy istnienia nowych profili hemodynamicznych).





Rysunek 1. Architektura platformy IPMed

Źródło: opracowanie własne.

D. Budowa usług rekomendera postępowania medycznego – polega na implementacji w formie usług wiedzy uzyskanej w etapie C. Ostatecznie usługa rekomendacji zostaje zintegrowana w aplikacji służącej do akwizycji badań.

Tryb kliniczny pracy platformy sprowadza się do przekazania zainteresowanemu ośrodkom gotowego rekomendera. Praca rekomendera dopuszczalna jest w dwóch trybach: zdalnym i lokalnym, w zależności od stopnia zabezpieczeń komputerowej sieci szpitalnej. W tym trybie LK wykonuje pojedynczy pomiar u pacjenta (PU) i otrzymuje propozycję wdrożenia postępowania. Możliwe jest (i zalecane) podanie przez lekarza informacji, czy rekomendacja została wdrożona, oraz uzasadnienia.

W projekcie wykluczono, aby w trybie pracy klinicznej dodawać wyniki pojedynczego pomiaru kardiografem, gdyż zgodnie z procedurą wykonania kompletnego badania należy przeprowadzić dwa pomiary w ściśle określonych momentach postępowania medycznego, uzupełnić wywiad lekarski oraz ocenić śmiertelność półroczną.

Platforma IPMed jest zbudowana jako architektura rozproszona zorientowana na usługi (SOA). Patrząc na architekturę systemu jako wielopięnną (ang. *multitiered*), możemy wyróżnić pięć komponentów (patrz rysunek 1): kardiograf, urządzenie wejściowe lekarzy – tablet lub komputer PC, urządzenie agregacji danych w placówce szpitalnej ZBOX, serwer centralny z repozytorium i serwer usług oceny podobieństwa cyfrowych dokumentów medycznych.

Patrząc na architekturę w ujęciu warstwowym (ang. *multi-layered*), urządzenia wejściowe dla lekarzy są wyposażone w warstwę interfejsu użytkownika. Przyjmuje ona dwojaką formę: frontendu aplikacji webowej, bazującego w głównej na skryptach, oraz dedykowanej aplikacji mobilnej dla systemu Android. Interfejsy te służą do wprowadzania danych z wywiadu i łączenia pomiarów kardiografów z pacjentami. Inną formą interfejsu jest forum wymiany uwag i pracy zespołowej nad zbiorami danych. Ten interfejs wywołuje usługi bezpośrednio z serwera centralnego. Dane w każdej placówce są zbierane w lokalnym repozytorium na węźle ZBOX. Jest to urządzenie wbudowane z zainstalowanym kontenerem Tomcat, udostępniającym zestaw usług dla urządzeń szpitalnych. Jego rolą jest również zapewnienie bezpieczeństwa danych medycznych oraz ich anonimizacja przed przesłaniem do centralnego repozytorium. Serwer centralny stanowi kluczowy komponent systemu i jest odpowiedzialny za zarządzanie grupami badaczy i grupami ośrodków dostarczających dane, wymianę komunikatów, udostępnianie danych z ośrodków i do nich. Serwer obliczeniowy udostępnia usługi wyszukiwania podobnych dokumentów w dużych zbiorach danych. W trakcie projektu opracowano usługi oceniające podobieństwo dokumentów cyfrowych



według przynależności do zadanej kategorii, według podobieństwa wykresów (ICG i EKG) i podobieństwa obrazów (w dziedzinie gastroenterologii).

4. Akwizycja danych z kardiografów impedancyjnych

Podstawowym komponentem w architekturze platformy jest komponent akwizycji danych z urządzeń medycznych. Pełni on rolę konwertera danych binarnych z formatu specyficznego dla urządzenia do uniwersalnego formatu XML lub CSV. W projekcie utworzono trzy wersje tej usługi. Pozwoliły one na transmisję na bieżąco danych z kardiografów impedancyjnych (kardiografy Niccomo, Cardioscreen oraz QLink Physio Flow) do lokalnego repozytorium.

Dwa kardiografy firmy Medis (Niccomo i Cardioscreen) operują na różnych wersjach oryginalnego protokołu. Różnica ta wynika z różnej daty produkcji urządzeń (od 4 do 8 lat). W przypadku starszego urządzenia nawiązano kontakt z producentem (Medis), który udostępnił właściwy konwerter. W oprogramowaniu dla kardiografów QLink Physio Flow (w wersji 2.4.3) brakowało niektórych parametrów koniecznych do badań naukowych (np. TFi czy Q). Po rozmowach z producentem (Manatec) dostarczone zostało nowe oprogramowanie pozwalające na bezpośredni odczyt tych parametrów bez uciążliwych obliczeń.

Występowały też różnice w odwzorowaniu poszczególnych parametrów między urządzeniami (np. parametry PAOP – PAWP, DAP – BPdia, SAP – BPsyst). Problem ten rozwiązano poprzez tworzenie tablicy mapowania po stronie serwerowej platformy. Inną różnicą jest automatyczny pomiar ciśnienia krwi (ABP) w urządzeniach Medis, podczas gdy parametry SAP i DAP w kardiografach QLink są wprowadzane przez użytkownika do aplikacji podczas dokonywania badania (na jego początku). W trakcie wykonywania pomiarów lekarz może aktualizować te parametry. Na ich podstawie jest wyliczany parametr MAP (MABP). Parametry CVP PAOP/WP są wprowadzane przez użytkownika do aplikacji PhysioFlow podczas kalibracji urządzenia. Nie ma możliwości ich aktualizowania podczas monitorowania.

Ważnym aspektem w zautomatyzowanej akwizycji jest aktualizacja oprogramowania firmowego w urządzeniach (w tym przypadku w kardiografach). Konieczne jest informowanie twórców platformy o zmianach, gdyż usługi nie mają możliwości automatycznego rozpoznania nowej wersji protokołu. Sytuacja ta wystąpiła w jednym ośrodku, co spowodowało przekłamanie w transmisji danych. W dalszej części producenci urządzeń informowali nas o planowanych zmianach.



5. Bezpieczeństwo danych

Jednym z najważniejszych aspektów tworzonego systemu było zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa danych. Jest to zagadnienie, które stanowi największy problem przy udostępnianiu danych medycznych zespołom badawczym. Dane opuszczające szpital muszą zostać poddane procesowi anonimizacji. W platformie IPMed, ze względu na utworzenie rekomendera w końcowym etapie projektu, konieczne było zastosowanie bezpiecznej komunikacji dwustronnej, tzn. pozwalającej na odczytanie danych personalnych pacjenta w przypadku przesyłania rekomendacji z systemu przez lekarza prowadzącego w danym szpitalu. Rekomendacja nie może zawierać danych osobowych, a musi trafić do właściwego lekarza prowadzącego.

Dane pacjenta wprowadzone przez LK (w kardiografie i/lub w wywiadzie medycznym) przesyłane są do lokalnego repozytorium znajdującego się na węzle lokalnym ZBOX. LK zarejestrowany w systemie posiada swój własny zestaw certyfikatów. Dzięki wykorzystaniu bazy H2 możliwe jest szyfrowanie wprowadzonych pojedynczych danych kluczem prywatnym lekarza wprowadzającego we wspólnej bazie dla tej samej placówki. Lokalny system ZBOX dokonuje anonimizacji danych poprzez usunięcie danych wrażliwych i przesyła dane do centralnego repozytorium tylko z identyfikatorem pacjenta i identyfikatorem szpitala. Całość transmisji jest przeprowadzona z użyciem bezpiecznego połączenia TLS i zestawem certyfikatów. Zapobiega to przesyłaniu danych od nieuprawnionych osób i placówek.

Jeśli zachodzi potrzeba przesłania rekomendacji wyznaczonej przez platformę, to transformacja odwrotna wyznaczenia danych pacjenta na podstawie identyfikatora pacjenta oraz identyfikatora placówki jest możliwa tylko przy użyciu klucza LK, który wprowadził dane do systemu. W systemie nie przewidziano delegowania uprawnień dla innych LK. Globalne i lokalne bazy danych są archiwizowane na innych komputerach w danej jednostce (szpitalnej bądź centralnej). W pilotażowych placówkach lokalne repozytoria ze względów bezpieczeństwa zostały odseparowane od sieci szpitalnej, a w jednej instytucji przeprowadzono testy z architekturą IPSec. Wskutek takich ograniczeń zrezygnowano z automatycznego pobierania niektórych danych osobowych z systemów HIS, co przyspieszyłoby proces wprowadzania danych od systemu przez LK. Właśność ta była sugerowana w wszystkich ośrodkach pilotażowych.



6. Osiągnięte rezultaty

W wyniku przeprowadzonych postępowań publicznych wyłoniono pięć placówek medycznych, które zgodziły się wykonać zadane badania z zakresu hemodynamiki według ustalonego przez LS protokołu. Badania przeprowadzono w okresie od 07.2014 do 08.2016 r. Otrzymane rezultaty zaprezentowano w tabeli 1.

Cztery spośród wymienionych placówek to szpitale/ośrodki kliniczne (III poziom referencyjny), jeden to szpital z II poziomem. Podział ten wydaje się istotny ze względu na stopień zaangażowania w projekt. W szpitalach, gdzie nie są prowadzone badania naukowe, występuje duża koncentracja na potrzebach pacjenta. Oznacza to, że dostarczanie dodatkowych danych potrzebnych do badań naukowych (np. ankiet) jest w wysokim stopniu uciążliwe. Szpitale te nie były też zainteresowane kontynuacją projektu. Natomiast placówki specjalizujące się w wybranym zagadnieniu są zainteresowane rozwojem platformy i kontynuacją badań.

Tabela 1. Wykaz zarejestrowanych badań z zakresu hemodynamiki na platformie IPMed

Ident. szpitala	Założona liczba badań do wykonania	Liczba pomiarów kardiografem A [Prawidłowe/złe]	Liczba pomiarów kardiografem B [Prawidłowe/złe]	Liczba pełnych wywiadów	Łączna liczba prawidłowych badań
1	2	3	4	5	6
I	150	0/0	49/96	46	46
II	130	158/72	0/0	97	86
III	50	0/0	71/0	35	35
IV	120	0/0	49/1	26	23
V	100	3/5	170/61	85	85
Razem					275

Źródło: opracowanie własne.

Gdy przystępowano do projektu, jako założenie przyjęto, że uda się uzyskać co najmniej 400 badań z ośrodków. Łącznie podpisano umowy na 550 badań (kolumna 2 w tabeli 1) W początkowej fazie wyłoniono 3 placówki (o numerach I, II i III w tabeli 1), z czego placówka I dysponowała kardiografem B, II – kardiografem A, placówka III zaś – dwoma kardiografami typu B. W wyniku komplikacji związanych z konwersją protokołu z kardiografu, nastąpiło opóźnienie

w placówce III. W pozostałych dwóch wystąpiły problemy z właściwym wykonaniem badania. Do głównych problemów należały: problemy z przyczepnością elektrod i zapewnienie właściwej jakości badania (pacjent musiał leżeć w spoczynku przez okres co najmniej 10 minut). Wymagało to zdobycia odpowiedniego doświadczenia przez personel medyczny. W celu usprawnienia badania wykonano dodatkowy sygnalizator jakości pomiaru, który w trakcie badania informował operatora o spełnieniu warunków. Kolejnym problemem była selekcja właściwych pacjentów do badania. Problemy te są odzwierciedlone w tabeli 1, w postaci par liczb w kolumnach 3 i 4. Pierwsza liczba odzwierciedla liczbę całkowitą pomiarów prawidłowych i zaakceptowanych, druga zaś – liczbę pomiarów nieprawidłowych, ze zbyt niską jakością. Uzyskanie kompletu badań stanowiło w początkowej fazie projektu duże wyzwanie. Ze względu na te opóźnienia zdecydowano się włączyć kolejne placówki do programu. W dodatkowych placówkach (IV i V w tabeli 1) pomiary przebiegały bez zbędnych opóźnień, jednak występował problem selekcji pacjentów. Niemniej jednak uzyskanie 275 badań przy założonym poziomie 400 należy uznać za akceptowalne. Również czas wdrożenia stanowiska do akwizycji w danej placówce uległ skróceniu. Początkowe instalacje zajmowały ok. 20 godzin, w ostatniej placówce wdrożenie odbyło się w ciągu 8 godzin.

7. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Celem nadrzędnym projektu IPMed było zbudowanie elastycznej platformy pozwalającej na zgromadzenie przydatnych i wartościowych wyników badań nieinwazyjnych dla naukowych zespołów medycznych z wielu, rozproszonych ośrodków medycznych. Na ich bazie, w ramach pilotażu, zaproponowano częściową modyfikację istniejących opisów stanu klinicznego pacjenta z udarem niedokrwiennym oraz wdrożenie systemu udoskonalonego o moduł rekomendacji do praktyki klinicznej. Utworzona platforma stanowi początek rozwoju systemu. Planowane jest jej wykorzystanie i rozwój w trzech obszarach.

Pierwszy z nich stanowi kontynuację rozpoczętych działań projektowych. Dalszą akwizycją i kontynuacją badań są zainteresowane trzy kliniki. W celu wdrożenia systemu w szpitalnych oddziałach udarowych konieczne jest jednak zautomatyzowanie wprowadzania danych do wywiadu lekarskiego oraz upowszechnienie samej metody kardiografii impedancyjnej. Pierwszy z nich można rozwiązać poprzez integrację ze słownikami ICD-10 i ICD-10 PCS, wprowadzenie



nowych interfejsów człowiek – maszyna (np. rozpoznawanie mowy i klasyfikacja na bazie słownika). W drugim obszarze wymagane są działania firm produkujących urządzenia (popularyzacja na konferencjach, rozwiązanie problemów z przymocowywaniem elektrod i trwałości połączenia, sygnalizowanie jakości badania).

Następnym obszarem rozwoju platformy jest ekspansja na inne specjalizacje medyczne. Obecnie planowane jest jej wykorzystanie w zastosowaniach związanych z diagnostyką i wymiarowaniem przestrzennym jamy gardłowo-nosowej, diagnostyki polipów w gastroenterologii czy pomiarami ilościowymi w MR mózgu w stwardnieniu rozsianym.

Opisane badania i prace rozwojowe zostały zrealizowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu PBS2 (PBS2/A3/17/2013 – Internetowa platforma integracji danych i współpracy medycznych zespołów badawczych dla potrzeb ośrodków udarowych).

Dziękujemy firmom Manatec i Medis za okazaną pomoc w trakcie projektu i udostępnienie protokołów komunikacyjnych.

Bibliografia

- Cychnerski J., Brzeski A., Blokus A., Dziubich T., Jędrzejewski M., *Database Design and Implementation for a Digestive Tract Diagnostics Support System*, w: "Studia Informatica" 2012, no. 33(2B).
- Ventura H.O., Taler S.J., Strobeck J.E., *Hypertension as a Hemodynamic Disease: The Role of Impedance Cardiography in Diagnostic, Prognostic, and Therapeutic Decision Making*, "American Journal of Hypertension" 2005; vol. 18.

Źródła sieciowe

- Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Curie-Skłodowskiej.pl, http://www.bg.pw.edu.pl/dane/publikacje/COI1_CentrumOnkologii.pdf (22.10.2016).
- Istytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera.pl, http://www.imp.lodz.pl/home_pl/o_instytucie/narodowa_strategia_spojnosci/syscancer/ (22.10.2016).
- Wojskowy Instytut Medyczny.pl, <http://www.wim.mil.pl/o-instytucie-mainmenu-88/fundusze-zewnetrzne/686-projekt-telemednet-medyczna-platforma-naukowo-diagnostyczna> (22.10.2016).



* * *

The IPMed Platform as a Flexible Datasource for Medical Research Teams

Abstract

In this paper the architecture of the distributed platform called IPMed is shown. The platform enables the acquisition and storing of anonymized medical data. The deployment results of a feasibility study in hemodynamics based on this platform are presented. The gathered data allowed the medical research team to verify its hypotheses and determine recommendation rules of treatment in ischemic stroke. The selected issues related to the implementation of the IPMed platform are shown, the encountered barriers are described and the solutions are proposed.

Keywords: service-oriented architecture, recommendation system, hemodynamics, ischemic stroke

