



Bartosz Łoza

Kierownik Kliniki
Psychiatrii Oddziału
Fizjoterapii
II Wydziału Lekarskiego
Warszawskiego
Uniwersytetu
Medycznego, Kierownik
Klinicznego Centrum
Zdrowia Psychicznego
Warszawa-Ochota, Prezes
Polskiego Towarzystwa
Neuropsychiatrycznego.
Zainteresowania:
innowacyjne
przedsięwzięcia
medyczne i tłumaczenie
powieści Grahama
Greene'a.

Chmura internetowa w psychiatrii

Internet Cloud in psychiatry

Bartosz Łoza, Maja Polikowska

Klinika Psychiatrii Oddziału Fizjoterapii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

STRESZCZENIE

Dostępna od niedawna Chmura internetowa umożliwia taki sposób leczenia pacjentów psychiatrycznych, dzięki któremu mają oni znowu szansę kierować swoim życiem, przebywać we własnym domu, a nie w szpitalu czy domu opiekuńczym. Na samym początku systemy oparte na technologii chmurowej sprowadzały się głównie do noszenia przez pacjentów urządzeń wyposażonych w różne witalne czujniki. Czujniki te mogły sprawdzać ruch, mierzyć stężenie glukozy we krwi u osób cierpiących na cukrzycę, ciśnienie krwi u chorych kardiologicznych czy stężenie tlenu we krwi u osób z chorobami układu oddechowego. Kolejnym etapem rozwoju technik było wprowadzenie zaawansowanych systemów telemedycznych, wspomagających proces diagnozy i leczenia, czy nawet mierzących poziom stresu i stan emocji. Współczesne technologie chmurowe są niezawodne, bezpieczne, dostępne całą dobę, samouczące się, coraz mniej kosztowne, zorientowane na potrzeby klienta i gwarantujące łatwy dostęp ze wszystkich urządzeń mobilnych. Chmura stwarza również możliwość włączenia pacjenta do sieci społecznościowych, faktycznie wspierając wszystkie aspekty medyczne stylu życia. Oznacza to, że aplikacje chmurowe są gotowe na takie największe wyzwania psychiatryczne jak pełne zaangażowanie pacjenta w proces leczenia czy na skuteczną profilaktykę zaburzeń cywilizacyjnych, w tym zaburzeń lękowych, depresyjnych i uzależnień.

Słowa kluczowe: Chmura, Internet, telemedycyna, profilaktyka, depresja, stres, zaburzenia cywilizacyjne

NAJWAŻNIEJSZE

Środowisko Chmury daje pacjentom i świadczeniodawcom platformę, której potrzebują do przeniesienia usług psychiatrycznych ze szpitali do otoczenia chorego.

HIGHLIGHTS

Cloud computing is giving patients and healthcare providers the platform they need to move psychiatric services beyond hospitals and into communities.

ABSTRACT

The new Internet Cloud can put psychiatric patients back in charge of their lives by allowing them to stay rather at home than in a hospital or care home. At the beginning, Cloud-based health systems included mostly wearable devices containing various sensors. Such sensors might, for example, measure movements, blood glucose level for people with diabetes, blood pressure for heart patients or blood-oxygen level for people with respiratory disease. The next step for Cloud computing development is related to more advanced telemedicine systems, supporting diagnosis and treatment process or even estimating stress and mood level. Contemporary Cloud systems are reliable, secure, always-on, self-learning, less and less expensive, client-oriented and easy to access through all mobile devices. The Cloud gives the opportunity to create also the patient-to-patient social networking, actually supporting all medical aspects of patients' lifestyle. It means Cloud apps are ready for the greatest psychiatric challenges like patients' full engagement in the treatment process, and effective prophylaxis of civilization disorders, like anxiety, depression, and dependence disorders.

Key words: Cloud, Internet, telemedicine, prophylaxis, depression, stress, civilization disorders

CHMURA INTERNETOWA

Chmura, pisana obowiązkowo dużą literą, tak jak Internet, to dziś najszybciej rozwijająca się część technologii informatycznych. Microsoft zarabia obecnie więcej na aplikacjach osadzonych w Chmurze niż na flagowym systemie Windows 10. Historia informatycznej Chmury liczy sobie kilkadziesiąt lat, jednak faktycznie dopiero w ostatnich kilku latach rozpoczęła się powszechna migracja aplikacji do Chmury. Najpierw była to po prostu usługa potaniająca dostęp do oprogramowania, swoisty *leasing*. Inaczej mówiąc, użytkownik nie musiał już mieć komputera „pełnego”, lecz tylko taki, który umożliwi technologiczny dostęp do internetowych serwerów. Chmura nie miałaby sensu, gdyby nie upowszechnienie smartfonów, tabletów i innych mobilnych hybryd, działających na podstawie dostępu do powszechnego, a przede wszystkim szybkiego Internetu. Wprowadzenie sieci 5G w 2018 r. (zimowa olimpiada w Korei Południowej), tysiąc razy szybszej od LTE i dostępnej wszędzie, będzie praktycznie końcem komputerów, jakie znamy, i stworzy warunki do dominacji technologicznej Chmury.

Potencjał Chmury został dostrzeżony w 2012 r. przez Unię Europejską [1], która zaleciła swoim instytucjom intensyfikację prac badawczo-rozwojowych na rzecz wykorzystania technologii chmurowej, przyjęcie nowych ram prawnych dla ochrony danych oraz opracowanie jednolitych standardów regulujących ich przetwarzanie, w tym w zakresie e-zdrowia [1].

INFORMATYZACJA MEDYCYNY W POLSCE

Szansę Polski w dziedzinie technik informatycznych stanowiło, paradoksalnie, zapóźnienie kraju. W tej sytuacji możliwe było wprowadzenie od razu nowych, kompleksowych rozwiązań informatycznych. Wysiłki te zakończyły się jednak niepowodzeniem, czego symbolem stał się upadek scentralizowanego projektu P1. Podjęto ponadto wiele prób na poziomie lokalnym, by wyposażyć jednostki ochrony zdrowia w rozwiązania sprzętowe i programowe. W tym obszarze panuje jednak brak koordynacji, a nawet chaos. Właściwie proponowane są jedynie archaiczne, ucyfrowione historie chorób i możliwości statystycznego opracowywania danych. Przypomina to trochę wykorzystywanie pierwszych komputerów w zastępstwie maszyn do pisania. To nie te elementarne rozwiązania zapewnią „wielki postęp”. Obecny plan kontynuacji projektu P1 zakłada uruchomienie ograniczonej liczby usług, jak: e-skierowania, e-recepty, Internetowe Konto Pacjenta, i wymianę danych medycznych. Oznacza to tylko bazodanowe rozwiązania o charakterze archiwum medycznego. P1 nie przewiduje sam z siebie medycznych aplikacji, wsparcia diagnostycznego czy terapeutycznego. Dostajemy więc bardzo mało za bardzo duże pieniądze.

Co może być rozstrzygające, należy przypuszczać, że projekt P1 będzie przestarzały technologicznie („silos danych”) już w momencie, w którym go wdrożymy. Są w nim funkcje kontrolne, zarządcze, a nie ma medycznych. Należy raczej myśleć o wprowadzeniu rozwiązań

opartych na Chmurze, tańszych i bezpieczniejszych, o odpowiednim zabezpieczeniu kryptograficznym, a przede wszystkim – o stworzeniu możliwości rozwoju nieskończonej liczby aplikacji użytkowych.

KTO POWINIEN MIEĆ DOSTĘP DO DANYCH PSYCHIATRYCZNYCH?

Najlepiej – nikt lub prawie nikt. Proponowane rozwiązania budzą bardzo uzasadnione wątpliwości co do stopnia i zakresu ochrony danych medycznych i praw dostępu do nich. A jeśli nie budzą, to powinny. Współcześnie dane te chroni właściwie tylko anachronizm dokumentacji papierowej. Ale już dziś warto się głęboko zastanowić, zanim utrwali się w dokumentacji medycznej fakt leczenia psychiatrycznego. W ostatnich latach urzędnicy dwukrotnie wypuścili buble prawne: o obowiązkowym zawiadamianiu pomocy społecznej w każdym przypadku wypisu ze szpitala psychiatrycznego oraz o negatywnej weryfikacji wszystkich kierowców leczących się psychiatrycznie i neurologicznie. W pierwszym przypadku Polakom groziło pukanie do drzwi ich domu i/lub zakładu pracy przez funkcjonariuszy pomocy społecznej, którzy zapewne z troską nagłośniliby informację o zaburzeniach psychicznych domownika i pracownika. W drugim – milionom rodaków groziło odebranie prawa jazdy. Tylko bojkot tego przepisu i inercja systemu ochroniły ludzi przed katastrofą.

Ponadto w Polsce nadal obowiązują przepisy Kodeksu rodzinnego o zakazie zawierania związków małżeńskich przez osoby chore psychicznie, przy czym nie wiadomo, czym jest choroba psychiczna, ponieważ klasyfikacja międzynarodowa zlikwidowała to pojęcie ćwierć wieku temu. O tym przepisie zainteresowani przypominają sobie dopiero w procesach o unieważnienie małżeństwa. Jednak nagminnie stanie się kwestionowanie oświadczeń woli, o ile w dokumentacji znajdzie się jakikolwiek zapis o leczeniu psychiatrycznym, co potwierdzi nawet jednorazowe użycie leku nasennego. Taki zapis sąd wkrótce zdobędzie jednym kliknięciem. Nie ma najmniejszych wątpliwości, że powróci sprawa praw jazdy, ale też wielu innych ograniczeń, np. w wykonywaniu określonych zawodów.

Wreszcie, dokumentacja psychiatryczna dostępna na „kliknięcie” prędzej czy później zostanie ujawniona w ramach jakiegoś kolejnego WikiLeaks. Spotkało to praktycznie wszystkie systemy oparte na rozwiązaniach bazodanowych („silosy danych”, *data silos*). Powiedzmy więc jasno, że dane medyczne, zwłaszcza psychiatryczne, powinny należeć wyłącznie do samego pacjenta.

APLIKACJE, KTÓRE MOGĄ POMÓC

Trwa konkurs wyobraźni, co można zrobić za pomocą systemu informatycznego w medycynie, a w szczególności – w psychiatrii. Tworzone są bazy danych i digitalizowane dokumentacje medyczne. Głównym problemem jest dotychczasowe omijanie przez informatyzację tego, co być może najważniejsze – bezpośredniego wspomaganie działań medycznych, diagnozy i terapii.

Historycznie pierwszymi zastosowaniami w ramach telemedycyny były aplikacje mierzące funkcje vitalne: tętno, ciśnienie, utlenowanie, stężenie cukru czy takie alarmowe zdarzenia jak upadki. Służący do tego sprzęt (bransoletki, wisioriki) niemal zawsze był i jest wyposażony w komunikatory oraz przyciski alarmowe. Popularne „zegarki” potrafią zmierzyć dziś nawet takie parametry, jak jakość faz snu.

Rozwinięciem tych aplikacji są pakiety narzędzi modyfikujących zachowania behawioralne (IBHT, *integrated behavioral health tools*). To systemy wsparcia aktywności psychofizycznej określające potrzeby zdrowotne, monitorujące i motywujące do wysiłku, usprawniające, odchudzające etc.

Rozwój telemedycyny jest w zasadzie nieunikniony, z jednej strony – wobec braków kadrowych w Polsce i na świecie, z drugiej – wobec możliwości informatycznych. Rozważania na temat niestosowności, nietrafności i innych wątpliwości co do telemedycyny mamy już raczej za sobą. Wydaje się, że istotą technologii chmurowych są nie tyle zdalne konsultacje, bo to przecież można było od lat robić przez Skype’a, ile oferowanie takich możliwości jak system stałej łączności, wsparcia, ustawicznego diagnozowania, 24-godzinnej opieki przez 7 dni w tygodniu. Minimum w systemach telemedycyny to kontrola funkcji życiowych, maksimum zaś – funkcja stałego motywującego doradcy i opiekuna.

Nowsze rozwiązania, np. proponowane przez Philipsa, wykorzystują kombinację parametrów behawioralnych, fizycznych i biochemicznych z dodatkiem samooceny, by wnioskować na temat poziomu stresu i zaburzeń emocji [2].

Zespół badaczy ze Śląska zaprezentował niedawno wyniki projektu telemedycznego, który z sukcesem motywował pacjentów ze schizofrenią do uczestnictwa w długoterminowym leczeniu [3]. To bardzo przemyślany projekt, wykorzystujący różnorodne rozwiązania multimedialne (smartfony, konsultacje *online*, filmy

psychoedukacyjne), ale też możliwości informatyczne, w celu wsparcia leczenia.

Są też rozwiązania biorące pod uwagę wielkość rozstrzygnięć organizacyjnych. Można więc sobie kupić np. „chmurowy” gabinet psychiatryczny [4] albo zaangażować się w jeszcze większy projekt „szpitala w Chmurze” [5]. Choć wszystkie te oferty reklamowane są jako środek zaradczy na deficyty kadrowe, to tak naprawdę chodzi głównie o wykorzystanie nowych możliwości informatycznych.

CHMURA ROZWIJA SIĘ TYM BARDZIEJ, IM BARDZIEJ TEGO POTRZEBUJEMY

Chmura to platforma idealna dla przedsięwzięć prorozwojowych, w których przechodzi się od fazy prototypu do dowolnej skali wdrożenia, np. skali ogólnokrajowej czy unijnej. Pasuje też do tzw. programów samouczących się, wykorzystujących rezultaty do modyfikacji swoich algorytmów.

Pojęcie Chmury nie jest jednoznaczne. W najszerszym znaczeniu Chmura to wszystko, co jest przetwarzane na zewnątrz zapory sieciowej, włączając w to konwencjonalny *outsourcing*. Za ową zaporą nie spotkamy jednak tylko jednej Chmury. Mamy już cały rynek technologii (platform) chmurowych. Takie usługi proponują np. Google i Microsoft. Chmura zwalnia usługobiorcę od zarządzania infrastrukturą, serwerami, pojemnością, bezpieczeństwem i konfiguracją sieci. Najwięksi dostawcy nigdy nie pozwolą, by się „zawieszała” z powodu zbyt dużego przepływu danych. Klient nie płaci licencji za oprogramowanie. Płaci jedynie za każdorazowe użycie aplikacji. W rezultacie współczesne rozwiązania chmurowe generują przeciętnie 20% oszczędności w wydatkach na IT. Na rynku technologii chmurowych cena usług spada (dziś może być to nawet 1 pens za 1 GB informacji/miesiąc przechowywania). Inna kluczowa cecha to czas dostępu do zarchiwizowanych danych; ten ostatni parametr wynosi obecnie od 3 sekund do kilku godzin.

Szybkość procesów realizowanych w Chmurze wynika z mocy obliczeniowej serwera i jego dostępu do praktycznie nieograniczonego zakresu danych, co oznacza, że możliwości te będą zawsze niewspółmiernie większe, niż gdyby takie same procesy były przeprowadzane na osobistych komputerach.

BEZPIECZEŃSTWO CHMURY

W ramach markowych rozwiązań bezpieczeństwo Chmury jest bardzo duże. Natomiast występują luki w zabezpie-

czeniu podczas wymiany plików. Standardy te są ciągle opracowywane w Unii Europejskiej, a w USA osiągnęły już nieco bardziej zaawansowany poziom (na podstawie *Health Insurance Portability and Accountability Act*). Zabezpieczenie informacji sprowadza się w praktyce do nieprzerwanego korzystania z wersji chronionej dokumentacji medycznej [6]. Wyjście poza przestrzeń zakodowaną, np. w e-mailach, to wynik braku standardu wymiany dokumentów medycznych między użytkownikami. W Polsce nie ma w tym zakresie nawet prowizorycznych ustaleń czy zaleceń. Archiwizacja danych w Chmurze, np. za pomocą Dropbox, Google Drive czy Microsoft OneDrive, staje się problemowa po odkodowaniu dokumentów na laptopie czy smartfonie. W takiej sytuacji uzupełniającym rozwiązaniem byłaby swoista tarcza towarzysząca dokumentom nawet po odkodowaniu, np. system Sookasa, współpracujący z Dropbox (planuje się jego współpracę także z innymi systemami chmurowymi). Sookasa umożliwia m.in. przesyłanie zabezpieczonych tekstów e-mailem. Problemem kodowania jest czasochłonność zapisu i odkodowywania. Dlatego wygrywają te rozwiązania, które pochłaniają najmniej czasu lub w ogóle są niezauważalne (np. SecureMail). Można także zabezpieczyć swoje SMS-y, korespondując z użyciem np. TigerText. Wówczas informacje, po wysłaniu i odczytaniu, po prostu nie są archiwizowane.

BYĆ JAK SPM

Każdy, kto zajmuje się funkcjonalnym rezonansem magnetycznym (fMRI) i pozytonową emisyjną tomografią (PET), opracowuje wyniki w programie SPM (*Statistical Parametric Mapping*), opierającym się na statystycznym algorytmie stworzonym przez Karla Fristona. Dał on początek software'owi opracowanemu przez *Wellcome Department of Imaging Neuroscience* (część University College London). SPM jest „wolnym programem”, powszechnie dystrybuowanym. Rozwinął się pozainstytucjonalnie, ale wszystkie systemy instytucjonalne go uznały.

Wydaje się, że aplikacje chmurowe będą się rozwijać podobnie. Spopularyzowane, użyteczne moduły diagnostyczne czy terapeutyczne będą najpierw tolerowane przez regulatorów i płatników świadczeń, a następnie inkorporowane do oficjalnego systemu. Możemy być pewni rozwoju chmurowych aplikacji prozdrowotnych. W interesie regulatorów i płatnika jest stworzenie dla nich „wtyczek” do baz danych, a najlepiej – zmiana filozofii działania systemu na rozwiązania chmurowe.

INTERNETOWE KATALOGI MEDYCZNE (IKM)

Migracja oprogramowania medycznego do Chmury, która wydaje się z przyczyn technologicznych i medycznych nieuchronna, doprowadzi do powstania baz danych i oprogramowania użytkowego w Chmurze. Tego typu programy, Internetowe Katalogi Medyczne (IMC, *internet medical catalogues*), mogą:

1. zastąpić mozołnie (nie)realizowane obecnie rozwiązania bazodanowe
2. występować równolegle z tymi rozwiązaniami
3. wreszcie z nimi współpracować, o ile w rozwiązaniach bazodanowych zbudowane zostaną dwukierunkowe „wtyczki” dla medycznych aplikacji. To ostatnie, z różnych przyczyn, wydaje się obecnie mało prawdopodobne.

Liczne projekty różnego rodzaju IKM-ów są aktualnie tworzone, realizowane i wdrażane w skali nieproporcjonalnie małej w stosunku do potrzeb i możliwości. Z drugiej strony wszystkie te próby są bardzo potrzebne, by zweryfikować rozwiązania oraz dokonać standaryzacji najlepszych, uniwersalnych rozwiązań dla programistów i użytkowników.

Czym powinien się charakteryzować „zawieszony w Chmurze” IKM?

1. Właścicielem jest pacjent, użyczający informacji i dzielący się nimi z wybranymi podmiotami, selektywnie, w określonym zakresie.
2. Dane powinny być maksymalnie bezpieczne, zakodowane, także w czasie ich wymiany (np. e-mailowania).
3. Przechowywane dane dadzą się wykorzystać w aplikacjach medycznych i są przez nie wzbogacane.
4. Architektura IKM pozwala na archiwizację, ale także na pracę w połączeniu z medycznymi aplikacjami, w różnych trybach poufności.
5. Zdolność do „samouczenia się”, wykorzystania wyników do doskonalenia algorytmu pracy.
6. Płynna skalowalność wdrożenia.
7. Łatwa administracja IKM przez portale, programy operacyjne i użytkowe Chmury.
8. Zdolność do współpracy z powszechnie stosowanymi programami w systemie ochrony zdrowia.
9. Nieograniczona liczba współpracujących ze sobą aplikacji wspierających proces diagnostyczny i terapeutyczny.
10. Aplikacje użytkowe samego pacjenta.

11. Minimalizacja kosztów w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami, sprowadzająca je poniżej granicy oszczędności.

Innowacyjność projektu IKM polega na ominięciu problemu rozwoju statycznych baz danych medycznych. IKM daje możliwość wykorzystania zgromadzonych informacji w aplikacjach medycznych. Portale użytkowe będą uzyskiwać informacje w zakresie określonym prawem, nie będą jednak same obciążone funkcją archiwizacji, co rozwiąże obecnie „nierozwiązywalny” problem prawno-technologiczny.

Jedną z „nakładek” programowych na IKM, a w zasadzie kolejnym IKM, będą oprogramowania stanowisk pracy (e-Gabinet Cyfrowy). Wartość użytkową e-Gabinetu i tworzonej w nim dokumentacji można scharakteryzować w następujący sposób:

1. Użytkownik będzie mógł poddać procesowi cyfryzacji wszystkie posiadane dokumenty medyczne.
2. Użytkownik uzyska powszechny dostęp do własnych, bezpiecznie przechowywanych w Chmurze dokumentów medycznych.
3. Wszystkie nowe dokumenty tworzone przez e-Gabinet będą automatycznie miały wersję cyfrową umożliwiającą dalszą prezentację, wymianę i przetwarzanie w systemach komputerowych.
4. Wzbogacenie o narzędzia wspomagające:
 - a. diagnozę kliniczną (skale, inwentarze, algorytmy, wskazówki decyzyjne etc.)
 - b. diagnozę instrumentalną i biochemiczną
 - c. dobór metod terapii, monitorujące skuteczność leczenia.
5. Właścicielem danych medycznych co do zasady powinien być sam pacjent.
6. Świadczeniodawcy powinni mieć możliwość dodawania i wymiany informacji.

PODSUMOWANIE

1. Jest jedynie kwestią przewidywalnie krótkiego czasu dojście do maksymalnej wirtualizacji pracy informatycznej w medycynie – przeniesienie oprogramowania użytkowego na zewnętrzne serwery Chmury, a równocześnie instalacja u użytkowników, pacjentów, psychiatrów lub innych uprawnionych instytucji, jedynie obsługujących te aplikacje interfejsów.
2. Polska jest zapóźniona w rozwiązaniach informatycznych w ochronie zdrowia. Centralny projekt bazodanowy P1 nie został zrealizowany, planuje się jego ograniczoną realizację.

3. Rozwiązania dotyczące psychiatrii są domeną indywidualnych wysiłków, a nie systematycznych prac wdrożeniowych.
4. Internetowe aplikacje psychiatryczne zlokalizowane w Chmurze staną się platformą potwierdzającą pełne obywatelstwo elektroniczne.
5. To pacjent powinien być właścicielem danych umieszczanych w medycznym systemie informatycznym, zwłaszcza jeśli są to dane na temat jego zdrowia psychicznego.
3. Krzystanek M. Telepsychiatryczne leczenie schizofrenii paranoidalnej. *Psychiatria po Dyplomie* 2015; 02 [online: https://www.podyplomie.pl/pspd_online/articles/18276].
4. *Psychiatry-Cloud* 2016 [online: <https://www.psychiatry-cloud.com/psychiatry-ehr-about-us/>].
5. Caixiong Z. First 'cloud hospital' created to harness power of Internet for medicine. *Chinadaily.com.cn*; 17.03.2016.
6. Cidon A. Cloud-based systems can help secure patient information. *Current Psychiatry* 2015; 14(4): 25, 52 [online: <http://www.currentpsychiatry.com/the-publication/past-issue-single-view/cloud-based-systems-can-help-secure-patient-information/48f730db18f326d536ce4a598c70ad5c.html>].

PIŚMIENNICTWO

1. Komisja Europejska. Wykorzystanie potencjału chmury obliczeniowej w Europie. Bruksela, 27.09.2012 [online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:PL:PDF>].
2. New Scientist. How cloud-connected sensors will provide 24/7 healthcare. *New Scientist* 2015; 3048, 21.11.2015 [online: <https://www.newscientist.com/article/dn28342-the-internet-of-caring-things/>].

Adres do korespondencji:

Klinika Psychiatrii Oddziału Fizjoterapii
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
02-495 Warszawa, ul. Sosnkowskiego 18