

This paper should be cited as: Wichrowski, M. (2011). Rola nowych technologii w projektowaniu interfejsów medycznych urządzeń ultrasonograficznych. Proceedings of the Conference: Interfejs użytkownika - Kansei w praktyce, Warszawa 2011 (pp. 34–43). Warsaw: Wydawnictwo PJWSTK.

Interfejs użytkownika - Kansei w praktyce 2011

34

Rola nowych technologii w projektowaniu interfejsów medycznych urządzeń ultrasonograficznych

Marcin Wichrowski

Polsko-Japońska
Wyższa Szkoła
Technik Komputerowych
Warszawa
mati@pjwstk.edu.pl
www.wichrowski.pl

Abstrakt

Rozwój nowych technologii w znaczący sposób przyczynia się do zmian w projektowaniu interakcji i interfejsów zarówno urządzeń codziennego użytku jak i specjalistycznych jakim są np. urządzenia medyczne. Poniższy artykuł jest próbą przeanalizowania, które z tych rozwiązań mogą mieć bezpośredni wpływ na zmianę poziomu bezpieczeństwa użytkowania, form interakcji, wyglądu oraz użyteczności medycznych urządzeń USG. Szczególna uwaga zostanie poświęcona nowym typom ekranów wyświetlającym LCD/LED/plasma/FOLED/E-Ink, okularom wizyjnym, metodom interakcji poprzez gesty dotyku/wielodotyku, sterowaniem gestami dłoni, komunikacji przez syntezę i rozpoznawanie mowy, inteligentnemu oprogramowaniu, technologiom sieciowym, połączeniu z Internetem i wspomaganie robotycznemu.

Słowa kluczowe

użyteczność, interfejs użytkownika, UCD, UI, USG

Wprowadzenie

Standardy dotyczące stosowania zasad projektowania urządzeń medycznych z uwzględnieniem czynników ludzkich (*human factors*) wskazują, że zapewnienie wysokiego poziomu użyteczności jest ważne dla wszystkich elementów systemu. Istotne są również te części, które nie pełnią krytycznych dla bezpieczeństwa funkcji, gdyż w przypadku ich niskiej użyteczności użytkownik w wyniku zmęczenia, niezrozumienia bądź frustracji może doprowadzić do scenariusza użycia niezgodnego z zasadami bezpieczeństwa. W tym kontekście zastosowanie zaawansowanych technologii w projektowaniu ultrasonograficznych urządzeń medycznych może usprawnić ich użyteczność oraz bezpieczeństwo, aczkolwiek należy uwzględnić to, że zmiany te mogą również zwiększyć poziom ryzyka dla ww. czynników.

Zgodnie z wytycznymi agencji *Food and Drug Administration (FDA)*, *International Electrotechnical Commission (IEC)* i *International Organization for Standardization (ISO)* konieczna jest analiza ryzyka dotycząca tego, jak użycie nowych technologii i rozwiązań z zakresu interfejsu użytkownika wpływa na użyteczność oraz bezpieczeństwo urządzeń medycznych. Proponowana jest inspekcja interfejsów pod kątem heurystyk projektowych dla urządzeń medycznych, np. [9] oraz analiza i ocena stopnia ryzyka dla każdego elementu interfejsu użytkownika z zachowaniem zgodności użycia nowej technologii UI [4].

Przeprowadzenie testów oceny przydatności wielu z najnowszych technologii w projektowaniu interfejsów użytkownika dla urządzeń USG jest trudnym zadaniem. Przede wszystkim dlatego, iż wiąże się to najczęściej z koniecznością budowy działających prototypów, co nie tylko jest kosztowne, ale przede wszystkim bardzo pracochłonne. Co więcej producenci sprzętu medycznego rzadko

modernizują sprawdzone rozwiązania technologiczne i trudno jest znaleźć zbliżone urządzenia medyczne wykorzystujące nowe rozwiązania w celu wykonania analizy porównawczej. Poniższe opracowanie ma więc charakter poglądowy i stara się określić prawdopodobieństwo przydatności danej technologii odnosząc się do jej charakterystycznych cech i przykładów jej użycia w innych dziedzinach.

Zastosowanie dużych ekranów wyświetlających

Rzeczywistość technologii wyświetlających sprzyja dołączaniu do urządzeń USG coraz lepszych kolorowych ekranów LCD/LED/plasma. Ich przewaga w porównaniu do starszych technologicznie wyświetlaczy CRT jest duża. Są przede wszystkim cieńsze i lżejsze oraz pozwalają na bardzo precyzyjne wyświetlanie obrazu wysokiej rozdzielczości bez efektu migotania/drgania, zachowując przy tym szeroki kąt widzenia. Daje to możliwość instalowania ekranów w różnych miejscach urządzenia USG – na panelu kontrolnym, na wysięgniku lub nawet w postaci odłączanej od głównego urządzenia. Dzięki wprowadzeniu przekątnych obrazu powyżej 24 cali możliwe jest czytelne prezentowanie dużej ilości informacji w tym samym czasie np. porównywanie kilku obrazów z różnych badań, jednoczesny podgląd kilku odczytów, dokumentów itp. Brak konieczności przełączania się między ekranami i nawigowaniu między nimi może sprzyjać przyspieszeniu pracy. Nie bez znaczenia jest również jakość prezentowanego obrazu. Wysoka rozdzielczość i kontrast oraz dokładne odwzorowanie odcieni szarości odgrywa kluczową rolę przy odczytywaniu obrazu z sondy.

Biorąc pod uwagę użycie ekranów w budowie popularnych stacjonarnych urządzeń USG, najczęściej spotyka się następujące konfiguracje:

- duży ekran nie dotykowy do wizualizacji badania + duży panel kontrolny
- duży ekran dotykowy + zminimalizowana wersja panelu kontrolnego z najważniejszymi funkcjami
- do powyższych układów dołączane są czasem dodatkowe ekrany (zarówno dotykowe i nie dotykowe), które wbudowane najczęściej w panel kontrolny pełnią funkcje informacyjne/konfiguracyjne urządzenia np. z możliwością zmiany znaczenia kontrolki otaczających ekran

Zastosowanie małych ekranów wyświetlających

Miniaturyzacja i coraz lepsza jakość obrazu wyświetlaczy małej wielkości w połączeniu ze zmniejszającą się ich energochłonnością, daje nowe możliwości konstruowania przenośnych urządzeń USG. Problemem w porównaniu do dużych ekranów wciąż pozostaje mniej wygodna interakcja z urządzeniem. Najczęściej spotykane są dwa rozwiązania konstrukcyjne:

- urządzenie będące w całości ekranem dotykowym, w którym wprowadzanie danych odbywa się przez klawiaturę i kontrolki pojawiające się na ekranie
- urządzenie składające się ze ekranu nie dotykowego i dodatkowego panelu kontrolnego z przyciskami i manipulatorami

Poszerzenie możliwości prezentacyjnych małych ekranów jest możliwe dzięki wyposażeniu urządzeń przenośnych w mini projektory lub stacje dokujące z dużymi ekranami. Niedogodności związane z małą przestrzenią interakcyjną

mogą być rozwiązywane przez dodanie kontroli głosowej lub obsługi za pomocą gestów dotyku/wielodotyku.

Ekran dotykowy vs. ekran niedotykowy

Zarówno duże jak i małe ekrany mogą być wzbogacone o technologię dotykową. W takim przypadku, poza rolą informacyjną, ekran pełni rolę realnego interfejsu otwierającego nowe możliwości interakcyjne. Tendencja do popularyzacji urządzeń, w których całość interakcji odbywa się jedynie przez ekran dotykowy jest coraz większa. Obejmuje ona tablety, telefony komórkowe, urządzenia nawigacji satelitarnej, odtwarzacze muzyczne itp. Ideę tego typu urządzeń, które w całości są dotykowymi ekranami, wchodzącymi we wzajemne interakcje przedstawił np. D. Merrill w projekcie Siftables [3]. Rozwiązanie tego typu umożliwi szybką zmianę interfejsu użytkownika bez konieczności wymiany całego urządzenia, a co za tym idzie zmianę wrażeń z jego obsługi. Użytkownicy mogą również łatwo dopasować wygląd interfejsu do własnych potrzeb (np. zmienić położenie przycisków, zwiększyć ich wielkość, ustawić inne proporcje elementów składowych interfejsu itp.).

Tabela 1. przedstawia wpływ użycia technologii ekranów dotykowych/niedotykowych na zagadnienia współpracy z urządzeniem USG.

ekrany dotykowe	ekrany nie dotykowe + przyciski
<p>plusy:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ możliwość szybkiego wprowadzenia zmiany wyglądu interfejsu urządzenia (inne położenie przycisków, wielkość kontrolki itp.) ▪ tworzenie własnych interakcyjnych przestrzeni roboczych ▪ kontrola za pomocą gestów dotyku/wielodotyku ▪ większa przestrzeń ekranowa na potrzeby interakcji dla małych urządzeń <p>minusy:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ w zależności od typu ekranu konieczność użycia rysika ▪ łatwość popełnienia błędu przy wprowadzaniu danych (zbyt małe wielkości przycisków itp.) ▪ brak pewności wykonania interakcji ▪ łatwe zabrudzenie ekranu 	<p>plusy:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pewność wykonania interakcji (rzeczywisty przycisk) ▪ łatwiejsze utrzymanie ekranu w czystości <p>minusy:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ brak ujednoczenia wyglądu interfejsów urządzeń różnych producentów (inne położenie przycisków, różne symbole, nazewnictwo) ▪ brak możliwości dopasowania wyglądu interakcyjnej przestrzeni roboczej do własnych wymagań ▪ przestrzeń potrzebna na dodatkowe przyciski powiększa urządzenie/zmniejsza ekran szczególnie w przypadku urządzeń przenośnych

Tabela 1. Cechy ekranów

Ekran FOLED (Flexible Organic Light Emitting Diodes) oraz E - Ink (Flexible Electrophoretic Ink)

Użycie ekranów FOLED (Flexible Organic Light Emitting Diodes) i E - Ink (Flexible Electrophoretic Ink) znosi ograniczenia związane z koniecznością projektowania płaskich powierzchni wyświetlających, w których interakcja ogranicza się jedynie do poruszania w przestrzeniach x i y. Wyświetlacze tego typu można „owinać” wokół dowolnego trójwymiarowego obiektu np. prezentować dane badania bezpośrednio na sondzie urządzenia USG lub w postaci ultra cienkich folii umieszczanych na różnych częściach urządzenia. Dla tego typu interfejsów wprowadzono nazwę „Organic User Interfaces”[6]. Ich przestrzenność i łatwość integrowania z

dowolną powierzchnią daje możliwości wprowadzenia metod interakcji zbliżonych do tych znanych z codziennego życia np. do przejścia do następnej strony wyników badania będzie wystarczyło zagięcie rogu wyświetlacza (tak jak dawniej przy przekładaniu kartki książki), wyniki badań będą foliami – interaktywnymi oknami np. będzie można między nimi przenosić dane i układać je wizualnie w dowolny sposób.

Okulary wizyjne

W celu uwolnienia lekarza od konieczności jednoczesnego obserwowania badanego miejsca i ekranu urządzenia USG, można rozważyć wprowadzenie okularów wyposażonych w kamery i wyświetlacze przekazujące obraz rzeczywisty wzbogacony informacjami pochodzącymi z urządzenia USG. Dostępne obecnie popularne rozwiązania dla okularów tego typu wykorzystują wbudowane małe ekrany LCD lub CRT.

Niestety ich niska rozdzielczość i jakość obrazu zdecydowanie utrudnia dokładną percepcję obrazu. Optyczne powiększenie ekranów w celu zapewnienia całej przestrzeni przed oczami oraz sama bliskość wyświetlaczy powoduje efekt zmęczenia wzroku i trudności z przyzwyczajeniem się do tego typu percepcji obrazu. Niekorzystnie na walory użytkowe wpływa też waga tego typu urządzeń i ich okablowanie, które utrudnia łatwość ruchów i swobodę pracy. Pojawienie się lekkich, „przeziernych” okularów oferujących wysoką precyzję obrazu oraz wykorzystanie łączności bezprzewodowej między urządzeniem USG a okularami jest koniecznym warunkiem do rozpoczęcia rozważań nad zastosowaniem tego typu alternatywy dla prezentacji przebiegu badania.

Sterowanie gestami dotyku/wielodotyku

Dzięki coraz większej popularności urządzeń z ekranami/obszarami dotykowymi (smartfony, tablety, touchpady itp.) wprowadzenie sterowania przez rozpoznawanie gestów dotyku/wielodotyku wydaje się być naturalnym wzbogaceniem form interakcji z interfejsem ekranowym w urządzeniach medycznych. Wprowadzanie gestów mogło by się odbywać albo bezpośrednio na ekranie dotykowym (co wydaje się najbardziej naturalnym rozwiązaniem) lub przez aktywny obszar pulpitu mający postać touchpadu.

W przypadku aparatów USG zastosowanie tego typu interakcji mogłoby wspomagać proces przeglądania i analizy zdjęć (powiększanie, przesuwanie, obracanie, wybór zdjęcia, segregacja) jak również ustawiania parametrów badania czy dopasowania wyglądu przestrzeni roboczej do swoich potrzeb (np. przeciąganie i skalowanie okien aplikacji). Poza tymi przykładami interfejs mógłby zapamiętywać charakterystyczne gesty dla typowych poleceń obsługi systemu typu „poprzedni/następny ekran”, „ekran startowy”,

„przesuń w górę/dół”, „otwórz nowe okno”, „maksymalizuj/minimalizuj okno” itp. które mają już zastosowanie np. w niektórych przeglądarkach internetowych (realizowane są przez ruchy wykonywane myszką). Intuicyjne gesty pozwoliłyby na szybsze i bardziej ergonomiczne wykonywanie rutynowych operacji.

Warunkiem koniecznym dla wydajnej interakcji z urządzeniem jest wysoka precyzja ekranu/obszaru dotykowego i szybka reakcja zwrotna systemu. Należy zwrócić uwagę na fakt, że podczas badania lekarz będzie mógł wprowadzać gesty jedną ręką, gdyż druga jest zajęta przez sondę. Z tego względu powinno się maksymalnie uprościć te formy interakcji. Dopiero po zakończeniu badania odbiorca może w pełni wykorzystać obie ręce do sterowania aplikacją i np. szybko przeglądać i opisywać wyniki badania.

Sterowanie gestami ciała/dłoni/mimiki twarzy

Postęp technologiczny umożliwił wprowadzenie coraz precyzyjniejszych metod analizy i rozpoznawania ruchu oraz służących do tego sensorów, co skutkuje pojawieniem się coraz większej liczby urządzeń bazujących na sterowaniu za pomocą ruchów ciała, gestów dłoni, mimiki twarzy itp. Pozwala to użytkownikom na bardziej intuicyjną i naturalną interakcję z systemem. Głównym warunkiem szybkiej akceptacji tego typu komunikacji przez użytkowników jest takie zaprojektowanie systemu, by czas potrzebny na naukę nowych metod sterowania był jak najkrótszy, a samo jego działanie jak najbliższe naturalnym ludzkim zachowaniom.

Sterowanie za pomocą gestów zapewnia przewagę nad typowymi formami interakcji komputerowej m.in. przez: [7]

- dostęp do informacji bezdotykowo z zachowaniem sterylności,
- większą dostępność dla osób niepełnosprawnych mających problemy z obsługą klawiatury/myszy,
- bardziej wydajne eksplorowanie dużych partii danych np. zdjęć wysokiej rozdzielczości z wykorzystaniem korzyści wynikającej z interakcji w przestrzeni 3D.

Pierwszy argument jest bardzo cenny w przypadku urządzeń medycznych, gdzie sterylność odgrywa kluczową rolę w zapobieganiu infekcjom. Zastosowania sterowania gestami w medycynie dotyczą m.in. kontrolowania dystrybucji zasobów w szpitalu, interakcji z urządzeniami medycznymi, kontroli wizualizacji na ekranie, elementów terapii w procesie rehabilitacji pacjentów. Przykładowo System Face MOUSE [5] pozwala lekarzowi kontrolować ruch laparoskopu za pomocą mimiki twarzy. Innym przykładem jest system Gestix [8] pozwalający na przeglądanie obrazów MRI za pomocą gestów.

W przypadku urządzeń USG dodanie rozpoznawania gestów dłoni mogłoby zostać wykorzystane trakcie samego badania, gdzie lekarz mógłby np. powiększać dany obszar zdjęcia, zmieniać tryb wizualizacji czy parametry badania bez konieczności dotykania panelu kontrolnego urządzenia. Standardowe interakcje dokonywane wcześniej za pomocą przycisków czy innych kontrolerów zostały by zastąpione intuicyjnymi i łatwymi do zapamiętania gestami. Inny przykład to wsparcie żmudnego procesu przeglądania i analizy zdjęć z sondy oraz ich katalogowania i opisywania.

Wdrożenie sterowania gestami dla medycznych urządzeń USG musi spełniać wiele wymagań technicznych oraz związanych z użytecznością. Poniżej wymieniono najważniejsze z nich:

- Niski czas reakcji/odpowiedzi – tylko systemy zapewniające poczucie pracy w czasie rzeczywistym są postrzegane jako efektywne przez użytkowników. Czas reakcji rzędu 45ms odczytywany jest jako brak opóźnienia. Począwszy od wartości powyżej 300ms interakcja odbierana jest jako zbyt powolna i męcząca.
- Łatwość nauki i intuicyjność – proponowane gesty powinny być jak najbliższe naturalnym wzorcom zachowań człowieka i funkcjom, które mają pełnić w systemie (np. wskazywanie palcem w celu wybrania menu) dzięki czemu ich nauka jest szybsza i bardziej naturalna. Należy unikać trudnych do zapamiętania układów dłoni, palców, czy skomplikowanych trajektorii ruchu. Poczucie naturalności może być jednak problematyczne, ze względu na różnicowanie kulturowe użytkowników i ich wcześniejsze doświadczenia w odczytywaniu znaczeń gestów.
- Komfort – wybrane gesty powinny być łatwe do wykonania i nie wymagać intensywnych, męczących ruchów lub trzymania dłoni w trudnych, obciążających mięśnie pozycjach przez zbyt długi czas.
- Precyzja detekcji, śledzenia i rozpoznawania gestów – odgrywa kluczową rolę w procesie interakcji. Różnicowany kształt, wielkość i kolor dłoni, różne warunki oświetleniowe, rozmycie obrazu w wyniku

szybkich ruchów to częste poważne problemy stojące na przeszkodzie dobrej detekcji gestów.

- Odróżnienie właściwych gestów - w trakcie pracy z urządzeniem użytkownik wykonuje wiele innych gestów, które mogą być omyłkowo rozpoznane i wprowadzać błędy w procesie interakcji. Rozwiązaniem tego problemu może być ustalenie charakterystycznego gestu/ruchu inicjującego i kończącego rozpoznawanie. Innym metodą jest poprzedzenie i kończenie tego procesu komendami głosowymi.
- Praca natychmiast („come as you are”) - brak konieczności użycia dodatkowych elementów wspomagających gesty np. rękawiczek, nakładek na palce, przygotowania specjalnego tła, oświetlenia itp. pozwala na wykonanie interakcji natychmiast, bez wykonywania zbędnych czynności przygotowawczych.
- Rozpoznanie gestów dwóch dłoni – po skończeniu badania rozpoznawanie gestów dwóch dłoni może przyspieszyć interakcję z systemem np. podczas procesu nawigacji po zasobach i opisywania zdjęć.

Interakcja „proxemic”

W dużym uproszczeniu model interakcji „proxemic”, którą można tłumaczyć jako „interakcja zbliżeniowa” zakłada rozpoznawanie przez urządzenia m.in. takich cech jak identyfikacja użytkownika, wyliczanie jego odległości, położenia i ruchu względem urządzenia oraz identyfikacja i lokalizacja innych urządzeń [2]. Przewidywane sposoby wykorzystania tego typu interakcji mogą opierać się na kilku przykładowych scenariuszach. Pierwszy przykład to

wykorzystanie ekranów monitorujących stan pacjenta w szpitalu jako tymczasowych interfejsów dla przenośnych urządzeń USG. Ekran po wykryciu aparatu USG połączy się z nim i będzie prezentował na bieżąco wyniki badania oraz pełnił rolę urządzenia wprowadzającego. Kolejnym przykładem jest rozpoznawanie użytkownika i dopasowywanie interfejsu ekranowego do jego wcześniej zdefiniowanych preferencji. Innym zastosowaniem jest detekcja położenia lekarza względem ekranu np. jeśli nie będzie on zwrócony w kierunku ekranu, urządzenie USG może przejść na komunikację głosową i podawać dodatkowe komunikaty, których w danej chwili użytkownik nie widzi. Poziom szczegółowość interfejsu może się też zmieniać w zależności od odległości użytkownika od ekranu np. gdy lekarz jest blisko wyświetlać cały interfejs z wszystkimi funkcjami, natomiast w dalszej odległości pokazywać tylko sam obraz z sondy.

Komunikacja przez rozpoznawanie i syntezę mowy

Automatyczne rozpoznawanie mowy (ASR) jest wykorzystywane w urządzeniach medycznych np. do pozycjonowania kamer czy paneli operacyjnych, sporządzania notatek itp. Jednak ze względu na konsekwencje źle rozpoznanego polecenia, ogranicza się je do zadań nie związanych bezpośrednio z interakcją z pacjentem. Konieczność „trenowania” systemu do nowego mówcy, stosowanie ograniczonego słownika komend, niedoskonała korekcja błędów i brak możliwości operowania naturalnym językiem to główne powody przez które niemożliwe jest jeszcze przeprowadzanie całego badania/zabiegu jedynie przez sterowanie głosem. [4]

Jednak w przypadku badań USG istnieją na ogół sprzyjające warunki do stosowania ASR – samo urządzenie nie generuje

dużego natężenia szumu, badanie odbywa się w najczęściej w kontrolowanych (cichych) warunkach, badający najczęściej jest zwrócony w kierunku urządzenia i nie nosi maski zniekształcającej głos. Co więcej sama specyfika przeprowadzanego badania – lekarz najczęściej ma zajęte ręce (jedną trzyma sondę, drugą operuje manipulatorami, by uzyskać najlepszy obraz) - wskazuje na zapotrzebowanie rozpoznawania dodatkowych komend głosowych. Polecenia dokonania zmiany parametrów wyświetlanego obrazu z sondy, włączenie dodatkowych trybów wizualizacji badania, zapisywanie zdjęć itp. mogły by odbywać się poprzez sterowanie głosowe. Synteza mowy służyłaby do potwierdzenia wydanego polecenia i informowania o bieżącej pracy urządzenia.

Inteligentne przestrzenie robocze/oprogramowanie

Wygląd paneli kontrolnych oraz interfejsów ekranowych urządzeń USG mimo wielu podobieństw wykazuje najczęściej pewne różnice w budowie i w układzie przestrzeni roboczych. Interfejsy często różnią się np. położeniem i rozplanowaniem grup przycisków, kształtem i kolorem kontrolerek, nazwami poleceń, zawartością menu itd. Te różnice mogą w sposób znaczący zaważyć na jakości ergonomicznej i użytkowej danego urządzenia i mieć wpływ na komfort pracy lekarza, który najczęściej przenosi swoje przyzwyczajenia metod pracy z dotychczasowym urządzeniem. Kolejnym problemem związanym z obsługą interfejsów urządzeń medycznych jest fakt, że użytkownicy nie zawsze przechodzą odpowiednie szkolenia i z reguły dysponują różnym doświadczeniem w obsłudze danego aparatu.

Rozwiązaniem powyższych kwestii może być wprowadzenie modyfikowalnych przestrzeni roboczych, które umożliwiają dopasowanie wyglądu ekranu do potrzeb odbiorców zarówno

tych początkujących jak i ekspertów. Użytkownik mógłby sam zdecydować o wyborze przestrzeni roboczej zgodnej z jego doświadczeniem lub zmienić ją samodzielnie w celu dopasowania do swoich potrzeb. Bardziej wyrafinowanym sposobem byłaby analiza interakcji z danym urządzeniem (np. mierzenie liczby popełnianych błędów przez użytkownika, opóźnień w podejmowaniu decyzji, sprawdzanie ścieżek nawigacji w poszukiwaniu danej funkcji itp.) i automatyczne dostosowywanie interfejsu do umiejętności odbiorcy. Technikami wspierającymi naukę obsługi danego urządzenia mogłyby być interaktywne symulacje pracy z urządzeniem i opcja inteligentnej pomocy/asysty podpowiadająca kolejne kroki działania. Dodatkowo na podstawie wyżej wspomnianej analizy metod pracy użytkownika funkcja pomocy mogłaby też sugerować najlepsze rozwiązania.

Technologie sieciowe i połączenie z Internetem

W szpitalach i ośrodkach leczniczych najczęściej działają systemy IT pomagające zarządzać i wykorzystywać bazy danych dotyczące pacjentów i infrastruktury medycznej. Pomaga to przechowywać i wymieniać niezbędne informacje związane z działalnością jednostek medycznych. Urządzenia USG wyposażone w dostęp do takich systemów mogą pobierać dane o pacjencie i informować lekarza np. o poprzednich badaniach i przebiegu historii leczenia. Nowe wyniki badania i diagnoza są automatycznie zapisywane w bazie. Pozwala to zaoszczędzić czas potrzebny na zdobycie ważnych informacji i zapobiega ich utracie. Może również przyczynić się do redukcji błędów w procesie przekazywania danych. Spotykane metody identyfikacji pacjenta odbywają się przez kod paskowy lub technologię RFID (Radio Frequency Identification). Dodatkowe wyposażenie przenośnych urządzeń USG w moduły GPS pozwoliłoby na ich łatwe

zlokalizowanie i przekazanie do pacjentów potrzebujących natychmiastowej diagnozy [4].

Sterowanie zdalne i wspomaganie robotyczne

Rozwój wyżej wspomnianych technologii sieciowych i wprowadzenie łącz szerokopasmowych w komunikacji internetowej i satelitarnej umożliwił powstanie telemedycyny. Początkowo jej zastosowanie ograniczało się do transmisji w czasie rzeczywistym odczytów telemetrycznych, danych EKG, obrazów rentgenowskich, MRI itp. do oddalanych ośrodków medycznych pozwalając na diagnozowanie i monitorowanie pacjentów na odległość. Ta rola telemedycyny jest szczególnie istotna w ratownictwie medycznym, gdzie pozwala na przesyłanie wyników badań np. przez telefon komórkowy bezpośrednio z miejsca zdarzenia do szpitala, gdzie natychmiastowo dyżurujący lekarz udziela dalszych wskazówek co do postępowania z pacjentem. Pozwala to też z wyprzedzeniem przygotować sprzęt na sali zabiegowej w czasie drogi chorego do szpitala i podawać mu już w karetce pogotowia niezbędne leki. Z czasem telemedycyna znalazła zastosowanie w środowisku chirurgicznym pozwalając na przeprowadzanie zabiegów i operacji w sposób kontrolowany zdalnie. Eksperymenty z zakresu telemedycyny podjęto również w dziedzinie ultrasonografii [1]. Dzięki systemowi złożonemu ze specjalnie skonstruowanego mechanicznego ramienia znajdującego się przy pacjencie oraz kontrolera, możliwe jest dokładne sterowanie sondą w celu przeprowadzania zdalnego badania. Położenie sondy jest sterowane nie tylko przez lekarza - operatora, ale również przez system komputerowy, który bazuje na: analizie położenia sondy i działających na nią sił, analizie pozyskanych obrazów USG (pozwala to np. śledzić badany fragment układu krwionośnego) oraz wyuczonych trajektorii ruchu zgodnych z wybranym typem badania. Brak konieczności przebywania technika w pobliżu pacjenta w

trakcie badania oraz zaawansowany model współdzielonego i inteligentnie wspieranego przez komputer sterowania sondą USG, pozwala lekarzowi przeprowadzić w pełni wartościowe badanie całkowicie zdalnie w czasie rzeczywistym. Dodatkowo można zauważyć, że zaoszczędza to lekarzowi zmęczenia, które może być spowodowane długim trzymaniem sondy w często niewygodnej pozycji z określoną siłą konieczną do dobrej wizualizacji wyników badania.

Podsumowanie

Wykorzystanie nowych technologii w projektowaniu interfejsów użytkownika dla medycznych urządzeń ultrasonograficznych daje obiecujące możliwości poprawy ich użyteczności i bezpieczeństwa. Wiele z proponowanych rozwiązań funkcjonuje już z powodzeniem w innych dziedzinach, jednak w celu ograniczenia wprowadzenia potencjalnego ryzyka zaleca się stosowanie praktyk projektowania zorientowanego na użytkownika (UCD) z uwzględnieniem wpływu czynników ludzkich oraz ocenę skali ryzyka przez heurystyki dla urządzeń medycznych i systematyczne testowanie zastosowanych w nich nowych form interfejsów i interakcji (zgodnie z wytycznymi organizacji FDA, EIC, ISO).

Literatura

- [1] Abolmaesumi P., Salcudean S.E., Zhu W.H., DiMaio S.P., Siroospour M.R., A User Interface for Robot-Assisted Diagnostic Ultrasound, Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 ICRA.
- [2] Greenberg Saul, Marquardt Nicolai, Ballendat Till, Diaz-Marino Rob, Wang Miaosen, Proxemic interactions: the new ubicomp?, Volume 18 Issue 1, January + February 2011, ACM

- [3] Merrill D., Kalanithi J., Maes P., Siftables: Towards Sensor Network User Interfaces. In the Proceedings of the First International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'07). February 15-17 in Baton Rouge, Louisiana, USA.
- [4] Muto William H., Israelski Edmond W., How new technologies can help create better UI's for medical devices, HCI'07 Proceedings of the 12th international conference on Human-computer interaction: applications and services
- [5] Nishikawa, A. Hosoi, T. Koara, K. Negoro, D. Hikita, A. Asano, S. Kakutani, H. Miyazaki, F. Sekimoto, M. Yasui, M. Miyake, Y. Takiguchi, S. Monden, M., FAcE MOUSE: A novel human-machine interface for controlling the position of a laparoscope, Robotics and Automation, IEEE Transactions on, 2003
- [6] Vertegaal Roel , The (re)usability of everyday computational things: why industrial design will be the new interaction design, Magazine interactions, Volume 18 Issue 1, January + February 2011, ACM
- [7] Wachs Juan Pablo, Kölsch Mathias, Stern Helman, Edan Yael, Vision-based hand-gesture applications, Communications of the ACM Volume 54 Issue 2, February 2011
- [8] Wachs, J., Stern, H., Edan, Y., Gillam, M., Feied, C., Smith, M., and Handler, J. A hand-gesture sterile tool for browsing MRI images in the OR. Journal of the American Medical Informatics Association 15, 3 (May-June 2008)
- [9] Zhang Jiajie, Johnson Todd R., Patel Vimla L., Paige Danielle L., Kubose Tate, Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices, Journal of Biomedical Informatics - Patient safety, Volume 36 Issue 1/2, February 2003