

Psychologiczne aspekty interakcji człowiek-robot

Artykuł recenzowany

Streszczenie

W ostatnich latach obserwować możemy intensywny rozwój robotyki i ekspansję robotów poza zastosowania w przemyśle, wojsku czy medycynie. Coraz większa dostępność cenowa sprawia, że obecność robotów w domach, pełniących różnorodne funkcje od sprzątnięcia poprzez rozrywkę staje się czymś coraz bardziej powszechnym. Roboty to najbardziej zaawansowane technologicznie maszyny stworzone przez człowieka i przez niego używane. Projektowanie i konstruowanie robotów, pełniących nowe role współpracowników, towarzyszy i opiekunów, a przede wszystkim wprowadzanie ich do użytku na skalę masową, stawia nowe wyzwania przed wieloma dziedzinami nauki stanowiącymi podstawę nowej dyscypliny jaką jest interakcja człowiek-robot (HRI, Human-Robot Interaction). Celem tego artykułu jest przybliżenie psychologicznych zagadnień związanych z interakcją człowiek-robot w obszarze robotyki medycznej.

Abstract

In recent years we observe the rapid development in the field of robotics and robots expansion beyond manufacturing, military, and medical domain. Becoming increasingly affordable makes robots' presence in households, where they are performing a variety of functions from cleaning through entertainment, something more and more common. Robots are the most technologically advanced machines created by humans and destined to serve them. To design and construct a robot performing new roles of workplace peers, companions caretakers, and guardians and to turn them into a mass product presents challenges for Human-Robot Interaction (HRI). The purpose of this paper is to outline psychological issues related to HRI in the specific field of medical robotics.

**PATRYCJA
RUDNICKA**

Institut Psychologii,
Uniwersytet Śląski

Słowa kluczowe:

robot,
psychologia,
interakcja
człowiek-robot,
HRI,
user experience

Keywords:

robot,
psychology,
human-robot
interaction, HRI,
user experience

Rzeczywiście, rozwój technologii, postępy w testowaniu i doskonaleniu prototypów stawiają przed robotyką nowe wyzwania wiążące się z upowszechnianiem się robotów oraz wdrażaniem ich do powszechnego użytku. Maszyny znane dotąd głównie z literatury i filmów powoli stają się regularnymi narzędziami pracy czy wręcz współpracownikami człowieka. Roboty, dotąd kojarzone przede wszystkim z wojskiem i przemysłem, wkraczają do szpitali, szkół i domów. Nowymi użytkownikami robotów stają nie tylko inżynierowie lub wysoko kwalifikowani specjaliści lecz przeciętni ludzie, w tym osoby nie posiadające pełnej sprawności lub dzieci. Powyższe zmiany powinny zostać uwzględnione w procesach projektowania robotów przez interdyscyplinarne zespoły, gdyż tylko one są w stanie trafnie odczytać potrzeby użytkowników końcowych i zaimplementować je przy wykorzystaniu istniejących technologii. Drugim istotnym obszarem oddziaływań jest wdrażanie robotów dedykowanych odmiennym grupom użytkowników w różnych typach organizacji i wspieranie tego procesu, aby kosztowne i wyrafinowane technologie były w pełni i skutecznie używane.

W niniejszym artykule skoncentruję się na psychologicznych aspektach interakcji człowiek-robot (Human-Robot Interaction, HRI) w odniesieniu do robotów medycznych. W pierwszej części wskażę, w jaki sposób różnorodne typy robotów wpływają na percepcję i postawy ludzi wobec nich, a także przedstawię rolę kontekstu środowiskowego i organizacyjnego interakcji robot-człowiek, następnie omówię najważniejsze wyzwania stojące przed projektantami i użytkownikami robotów, pokazując w jaki sposób wykorzystanie wiedzy z zakresu psychologii może pomóc im sprostać.

RELACJE PSYCHOLOGII I INTERAKCJI CZŁOWIEK-ROBOT

Interakcja człowiek-robot (HRI, Human-Robot Interaction) to multidyscyplinarny obszar badań czerpiący między innymi z osiągnięć psychologii, kognitywistyki, nauk społecznych, interakcji człowiek-komputer (HCI, Human-Computer Interaction), robotyki, mechaniki, elektroniki i informatyki. Studia z zakresu interakcji człowiek-robot koncentrują się na uwarunkowaniach relacji i komunikacji człowieka z robotem [1] a także rozumieniu, projektowaniu i ocenie tej interakcji [2] w celu jak najlepszego projektowania i wdrażania robotów zdolnych do realizacji interaktywnych zadań w środowisku działania człowieka [3]. Według jednej z najbardziej aktualnych definicji interakcji człowiek-robot, dyscyplina ta zajmuje się analizą ludzkiego zachowania i postaw wobec robotów w odniesieniu do ich fizycznych, technologicznych i interaktywnych właściwości w celu rozwoju efektywnych robotów akceptowanych przez użytkowników, realizujących ich społeczne i emocjonalne po-

trzeby, a także respektujących ludzkie wartości [4]. Jak widać, najnowsza definicja w znacznym stopniu akcentuje psychologiczny aspekt interakcji człowiek-robot i w ciekawy sposób nawiązuje do obszaru zagadnień psychologii robotycznej (robotic psychology), która bada zgodności pomiędzy ludźmi i robotami na poziomie sensomotorycznym, emocjonalnym, poznawczym i społecznym [5].

Interdyscyplinarność HRI powoduje częste korzystanie z dorobku bardziej zaawansowanych metodologicznie psychologii, etnografii czy socjologii w zakresie metod badawczych. Podstawowym problemem badań w tym nurcie pozostają jednak niskie liczebności próby badawczych, niemożność replikacji niektórych badań, ogólnie niewystarczający rygor metodologiczny, a także brak uniwersalnych teorii [1]. Biorąc jednak pod uwagę, że większość projektów robotów jest nadal w fazie eksperymentalnej, a równocześnie cele i założenia projektowe funkcjonujących obecnie prototypów bywają bardzo zróżnicowane nie jest to zaskakujące. Szczęśliwie można obserwować dążenie do dalszego rozwoju metodologii badań w obszarze interakcji człowiek-robot, coraz częstsze wykorzystywanie triangulacji danych, czyli zbierania informacji przy pomocy kilku różnych metod oraz uzupełnianie subiektywnych metod samoopisowych bardziej obiektywnymi pomiarami zmian psychofizjologicznych w trakcie interakcji człowieka z robotem [6].

O rosnącej potrzebie niezależności i wyodrębnienia się HRI jako dyscypliny świadczy rozwój czasopism i konferencji dedykowanych zagadnieniom interakcji człowieka z robotem. Zwraca uwagę, że chociaż pierwsze sympozja naukowe odbywały się w Japonii już w latach 90., to cykliczna konferencja ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction datuje się od 2006 roku. Wśród czasopism poświęconych wyłącznie zagadnieniom HRI wskazać można ukazujący się od 2009 roku International Journal of Social Robotics oraz Journal of Human-Robot Interaction, którego pierwszy numer ukazał się w 2012 roku. Przegląd publikacji w ostatnich latach potwierdza, że HRI jest dziedziną rozwijającą się dynamicznie, w której dominuje podejście eksploracyjne, analizujące z różnych perspektyw (informatycznej, psychologicznej etc.) rozwój i zastosowania robotów w różnorodnych kontekstach. Należy natomiast pamiętać, że doniesienia badawcze są fragmentaryczne i trudno na obecnym etapie nie tylko o stworzenie wspólnej teorii, ale nawet przygotowanie bardziej dogłębnej metaanalizy popularnych zagadnień.

PSYCHOLOGICZNE ASPEKTY INTERAKCJI CZŁOWIEK-ROBOT

Rozproszenie i fragmentaryczność prac badawczych w obszarze interakcji człowiek-robot, które w pewnym stopniu przyczyniają się do metodologicz-

nej niedojrzałości tej dziedziny i trudności wykształcenia uogólnionej teorii, spowodowane są nie tylko różnorodnością robotów ale również bardzo szybką ewolucją rozwiązań technologicznych. Należy także pamiętać, że interakcja z robotem jest znacznie bardziej złożona niż, przykładowo, interakcja człowieka z typową maszyną, a także odbywa się określonych warunkach społecznych, organizacyjnych i kulturowych, co determinuje psychologiczne aspekty interakcji człowiek-robot.

W literaturze funkcjonuje wiele typologii robotów, jedną z najprostszych, opartych na charakterze realizowanych zadań, proponują A.V. Libin i E. Libin, obejmuje ona podział na roboty asystujące (przemysłowe, badawcze, wojskowe, ratunkowe i usługowe) oraz interaktywne (społeczne, rekreacyjne, edukacyjne, rehabilitacyjne, terapeutyczne). Podstawą podziału są w tym przypadku zadania realizowane przez roboty, a także spowodowane nimi zróżnicowanie robotów pod względem wyglądu oraz zachowania. Roboty asystujące, swoim wyglądem przypominające maszyny, przede wszystkim poszerzają motoryczne bądź zmysłowe możliwości człowieka, natomiast roboty interaktywne zwykle o cechach antropomorficznych w wyglądzie i zachowaniu, cechuje zdolność do symulowania emocji, większa złożoność gestów i mimiki [5]. Warto przy tym nadmienić, że nie jest to typologia wyczerpująca – wygląd robotów nie może być opisywany jedynie przy pomocy jednowymiarowego kontinuum podobieństwa do maszyny lub człowieka. Współcześnie projektowane są także roboty przypominające zwierzęta, ale pełniące zupełnie odmienne funkcje by przywołać transportowego robota Big Dog [7] i terapeutyczną foczkę, czyli robota Paro [8]. Niewątpliwie wygląd robotów, pierwsza cecha, którą postrzegamy w kontakcie z nimi, ma istotne znaczenie dla kształtowania się dalszej interakcji, gdyż powoduje on określone reakcje emocjonalne, a w konsekwencji determinuje także postawy wobec robota. Z tego względu, badania dotyczące reakcji i preferencji człowieka dotyczących wyglądu robota stanowią istotny obszar badań i dostarczają informacji, które mogą okazać się szczególnie przydatne w procesie projektowania robotów.

Jednym z najczęściej badanych aspektów interakcji człowiek-robot jest znaczenie podobieństwa do człowieka w kształtowaniu pozytywnych postaw wobec robotów. Ten nurt badań zapoczątkowała znana praca Moriego, wprowadzająca pojęcie „doliny niesamowitości” (uncanny valley), czyli nieoczekiwanego pojawienia się negatywnych odczuć i dyskomfortu podczas interakcji z robotami o wysokim, ale nie doskonałym podobieństwie do człowieka [9]. Współczesne badania potwierdziły nie tylko neurofizjologiczne uwarunkowania efektu doliny niesamowitości [10], ale też dostarczyły szeregu informacji o preferencjach ludzi odnośnie wyglądu robotów, które zależne są zarówno od zadań, które robot miałby realizować,

a także warunkowane są różnicami demograficznymi oraz kulturowymi [11–14]. Chociaż w badaniach nie potwierdzono uniwersalnej preferencji wobec robotów hominidów, dowiedziono, że subtelna antropomorfizacja robotów poprzez, na przykład, nadanie im imienia, określenie płci czy zapewnienie komunikacji głosowej wpływa na poziom zaufania użytkowników robotów [15].

Kolejna typologia robotów budowana jest w oparciu o różnice w zakresie poziomu autonomii robota i charakteru relacji robota i człowieka. Obejmuje ona następujące grupy: (1) roboty samodzielne, (2) roboty-maszyny sterowane przez człowieka, (3) roboty współpracowników człowieka, (4) roboty oddziałujące na ludzi (np. roboty terapeutyczne), (5) roboty mediatorów i (6) roboty agentów społecznych [4]. Tego typu podział i badania prowadzone w tym obszarze najczęściej odnoszą się do zagadnień wzajemnej komunikacji robota i człowieka, zaufania, niezawodności, czy też, na przykład, zmian spowodowanych obecnością robota, takich jak brak prywatności, czy ingerencja w sferę intymną.

Roboty realizują swoje zadania w różnorodnych układach społecznych, analiza interakcji człowiek-robot pod kątem ilości uczestników ludzkich i robotów w danym zespole oraz charakteru relacji pomiędzy nimi (np. kierunku przepływu informacji, autonomii) stanowi podstawę taksonomii H.A. Yanco i J.L. Drury, obejmującej jedenaście aspektów interakcji człowieka i robota, co chyba dość dobitnie wskazuje poziom złożoności tej interakcji [16].

W przypadku robotów medycznych również można obserwować ich olbrzymią różnorodność, baza Medical Robotics Database (MeRoDA) podaje liczbę ponad 400 aktualnie prowadzonych projektów badawczych i wdrożeniowych [17]. Jedną z najwcześniejszych typologii funkcjonujących w polskiej literaturze przedmiotu wyróżnia roboty asystujące przy zabiegach chirurgicznych, roboty do obsługi szpitalnej i do rehabilitacji [18], za: [19]. Nieco bardziej zaawansowany podział proponuje natomiast Z. Nawrat, obejmuje on roboty chirurgiczne, opiekuńcze (socjalne), rehabilitacyjne, ratunkowe, sztuczne narządy, bioroboty i edukacyjne roboty medyczne [20].

Użytkownicy robotów medycznych to, w pewnym uogólnieniu, dwie zróżnicowane grupy – specjalistów z zakresu medycyny oraz pacjentów, funkcjonujące w różnych układach i współpracujące z odmiennymi typami robotów. Przykładowo podczas operacji z wykorzystaniem robota telemanipulatora uczestnikami interakcji jest lekarz operator robota, ale także pacjent poddawany określonemu zabiegowi oraz pozostały personel uczestniczący w zabiegu. W tym przypadku robot przyczynia się do polepszenia możliwości działania lekarza, poprzez sprawniejszą i bardziej niezawodną manipulację narzędziami, ograniczenie inwazyjności zabiegu, czy też, w niektórych przypadkach, możliwość wykonania zabiegu niezależnie od

dystansu fizycznego od pacjenta. Lekarz potrafi zidentyfikować korzyści jakie przynieść może wykorzystanie robota, również badania potwierdzają, że operacje z wykorzystaniem robotów są mniej wymagające pod względem wysiłku fizycznego i poznawczego [21]. Jednak z punktu widzenia pacjenta sytuacja ta może wyglądać odmiennie i pośrednictwo robota w zabiegu może być przyczyną stresu i obaw. Postawy pacjenta wobec operacji mogą być wynikiem jego wcześniejszych doświadczeń z maszynami, wpływu popkultury i stereotypów, a także posiadanego przez niego wyboru stosowanej procedury medycznej. Potwierdza to, między innymi eksperyment, w którym pomiaru ciśnienia dokonywał robot i studenci medycyny. Pacjenci pomimo pozytywnej oceny interakcji z robotem czuli się bardziej komfortowo w obecności studentów i postrzegali dokonywane przez ludzi pomiary jako dokładniejsze (!). Potwierdzono także, że osoby prezentujące pozytywne postawy wobec robotów wyżej oceniali interakcję z nimi. Kluczem do satysfakcjonującej interakcji z robotem, są więc postawy, które, przypomnijmy, można także wzmacniać poprzez oddziaływania edukacyjne, czy też promocyjne.

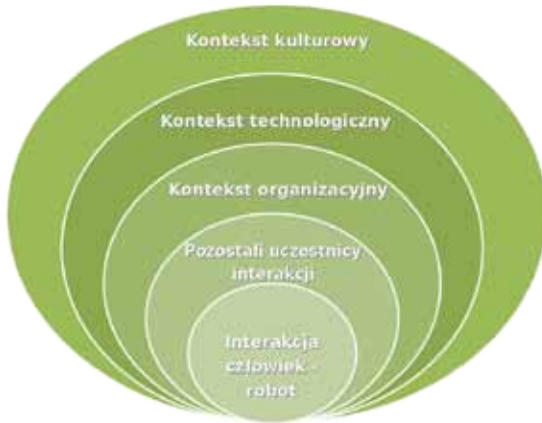
Innym interesującym obszarem badań jest wpływ operacji zrobotyzowanych na funkcjonowanie lekarzy i pacjentów. Niestety, obecnie nie opublikowano jeszcze wyników badań, które w jednoznaczny sposób wskazywałyby, jak kształtuje się dobrostan lekarzy i pacjentów w przypadku operacji prowadzonych z wykorzystaniem robotów. Funkcjonujące publikacje ze względu na bardzo skromne próby badawcze i braki metodologiczne mogą służyć wyłącznie jako case studies. Przykładowo, eksperyment z udziałem dwóch chirurgów wykonujących laparoskopowe operacje na świńskich wątrobach przyniósł potwierdzenie, że fizjologiczne i biochemiczne wskaźniki stresu kształtowały się odmiennie w sytuacji interakcji z robotem asystentem i z asystentem człowiekiem [22], pomimo mniejszego obciążenia fizycznego i poznawczego po osiągnięciu biegłości obsługi sprzętu. Samo wprowadzenie robotów zmienia także dynamikę i interakcje personelu w sali operacyjnej. Badania wskazują, że operacje z wykorzystaniem robotów wiążą się ze zmianami w zakresie komunikowania się, związane z izolacją chirurga, odmiennym charakterem współpracy grupowej i podejmowania decyzji [24]. Jeszcze mniej wiemy o wpływie operacji przy pomocy robotów na dobrostan pacjentów, koreańskie studium porównujące laparoskopię wykonaną metodami tradycyjnymi i przy pomocy robota, przyniosło niejasne rezultaty, aczkolwiek potwierdziło występowanie większego tkankowego stresu pooperacyjnego u pacjentów operowanych przy pomocy robotów. Niemniej jednak ograniczenia metodologiczne wspomnianego badania nie pozwalają na uogólnienie jego wyników [23].

Kolejny aspekt interakcji człowiek-robot pojawia się w sytuacji gdy weźmiemy pod uwagę różnice

w zakresie wyglądu i rodzaju działania robotów terapeutycznych, w przypadku których mamy do czynienia z typowymi robotami-maszynami służącymi do rehabilitacji, na przykład po przebytych udarach, a także zaawansowanymi interaktywnymi robotami społecznymi, takimi jak wspomniany już robotoPapro. W tym przypadku, funkcje i wygląd tych robotów, jak i wcześniejsze doświadczenia i wiedza o robotach będą determinowały ich postrzeganie i w konsekwencji kształtowanie się postaw użytkowników. W badaniach C-A. Smarr i zespołu, osoby starsze wskazały, że preferują pomoc robotów w obowiązkach domowych, natomiast w odniesieniu do bezpośredniej opieki i rozrywki preferują asystentów ludzi [13]. Potwierdzają to także wyniki badań w ramach Eurobarometru pokazujących, że akceptacja robotów jest w znacznym stopniu powierzchowna. Postawy wobec robotów deklarowane są jako generalnie pozytywne (70% osób badanych), jednak bardziej szczegółowa analiza danych wskazuje na obawy respondentów związane ze zmianami na rynku pracy, w tym utratą pracy na rzecz robotów, czy też obawami dotyczącymi zarządzania robotami. Zdaniem osób badanych roboty nie powinny być wykorzystywane w opiece nad osobami starszymi, niepełnosprawnymi i dziećmi (60% wskazań), taka sama liczba zwolenników (22%) i przeciwników (25%) wykorzystania robotów w medycynie sygnalizuje, że akceptacja robotów wymagać będzie czasu i wieloaspektowych oddziaływań - osoby badane miejsce robotów widzą głównie w przemyśle. Warto przy tym dodać, że tylko niewielki odsetek badanych (12%) miał w ogóle bezpośredni kontakt z robotami [25]. Nie jest to zresztą sytuacja zaskakująca, dla większości osób pierwsza interakcja z robotem nie ma charakteru bezpośredniego lecz jest raczej wynikiem kontaktu z mediami i popkulturą. Osoby posiadające wiedzę na temat robotów zwykle prezentują wobec nich bardziej przychylnie postawy. Schematy poznawcze, jakie człowiek wykształcił w odniesieniu do robotów, na przykład odnoszące się do tego czy osoba wyobraża je sobie bardziej jako maszyny, czy też w formie humanoida, wpływają również na reakcje fizjologiczne i emocje odczuwane w trakcie rzeczywistej interakcji z robotem [26]. Im bardziej interaktywne i antropomorficzne roboty, tym silniejsze ich oddziaływanie na użytkownika.

Analizując przyczyny kształtowania się postaw wobec robotów widoczne jest, jak wiele czynników decyduje o ich kształcie – począwszy od bezpośredniego doświadczenia, poprzez kontakt z popkulturą, aż do osobistej oceny potencjalnych zagrożeń związanych z utratą pracy czy też zależnością od robotów. Interakcja człowieka z robotem odbywa się bowiem w określonym kontekście społecznym, organizacyjnym i technologicznym (por. Rysunek 1). Oprócz człowieka operatora robota lub bezpośredniego aktora w interakcji człowiek-robot pojawiają się także inne

osoby, które w mniejszym lub większym stopniu zaangażowane są w tę podstawową interakcję. Sceną tych działań jest konkretna organizacja, która może akceptować lub nie innowację technologiczną jaką stanowi robot. Także ogólne zaawansowanie technologiczne danej organizacji czy kraju będzie miało wpływ na charakter postaw wobec robotów i ogólne tempo adaptacji innowacji. Kultura, edukacja i media także mogą się przyczynić do kreowania sprzyjającej innowacji technologicznej atmosfery.



Rysunek 1. Kontekst interakcji człowiek-robot (opracowanie własne).

Konieczność szerszego spojrzenia na uwarunkowania interakcji człowiek-robot potwierdzają wyniki wywiadów przeprowadzonych wśród lekarzy, które oparte zostały na powszechnie znanej Uogólnionej teorii akceptacji i korzystania z technologii Venkatesha (UTAUT, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) [27]. Wskazując ograniczenia i bariery stosowania robotów badani nie tylko odnosili się do indywidualnych postaw, ale także podkreślali rolę wsparcia organizacyjnego, intensywnego marketingu producentów sprzętu, czy też wysokie koszty zakupu i eksploatacji sprzętu [28].

Dodatkowych wskazówek odnośnie uwarunkowań akceptacji innowacji udziela także odwołanie się do jednego z bardziej znanych pojęć psychologii ekologicznej, a mianowicie afordancji, czyli możliwości działania oferowanych przez technologię i dostrzeganych przez użytkowników w określonym kontekście – środowisku. Taka perspektywa została przyjęta do analizy akceptacji robota DaVinci w Holandii, w ramach tych badań przeprowadzono pogłębione wywiady z wszystkimi zainteresowanymi stronami (lekarzami, pacjentami, zarządem szpitala, personelem pomocniczym, dziennikarzami, politykami) próbując zrozumieć jakie czynniki przyczyniły się do szybkiego wdrożenia zmiany technologicznej. Wnioski badań, pokazujące w jaki sposób przełomowa technologia, które oprócz niewątpliwych zalet charakteryzowała się także bardzo wysoką ceną i koniecznością edukacji lekarzy, może być w odpowiednim klimacie

kulturowym i społecznym wprowadzana do użytku, kreować zapotrzebowanie i nowe normy społeczne, powinny stanowić lekturę obowiązkową dla wdrażających innowacje w medycynie [29].

WYZWANIA PROJEKTOWANIA I WDRAŻANIA ROBOTÓW

W tej części artykułu chciałabym pokazać w jaki sposób można wykorzystać osiągnięcia psychologii dla lepszego projektowania robotów, ale także wdrażania ich do powszechnego użytku. Roboty medyczne są skomplikowanymi maszynami realizującymi szeroki zakres zadań i ze względu na to angażującymi w procesie interakcji swoich użytkowników zarówno fizycznie, jak i poznawczo i emocjonalnie. Równocześnie, roboty medyczne funkcjonują w złożonym kontekście społecznym, technologicznym i organizacyjnym, a ich użytkownikami są zarówno profesjonalści, jak i ludzie w szczególnej sytuacji zagrożenia zdrowia lub niepełnej sprawności. Stawia to szczególne wyzwania na każdym etapie ich projektowania i wdrażania. Projektowanie robotów powinno obejmować dogłębną analizę potrzeb użytkowników i translację ich na dostępne technologie, roboty nie powinny być wyłącznie ergonomiczne lecz zdolne do wywoływania określonego doświadczenia użytkownika (UX, user experience). Oznacza to, że szeroka współpraca interdyscyplinarna jest niezbędna w robotyce. Oprócz tego, współpraca inżynierów i projektantów z mediami i szkolnictwem także może pomóc w kształtowaniu pozytywnych postaw i wzorców korzystania z robotów.

PROCES PROJEKTOWANIA ROBOTÓW I INTERAKCJI CZŁOWIEK-ROBOT

W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że zwłaszcza w przypadku robotów społecznych obecność psychologów w procesie ich projektowania jest naturalna. Podstawą uczenia robotów ludzkich zachowań jest rozumienie tego, co rządzi nami samymi - psychologia rozwojowa dostarcza wiedzy przydatnej do projektowania robotów [30], nie mniej istotna jest wiedza za zakresu funkcjonowania procesów poznawczych, pamięci, języka (psychologia poznawcza), czy też rozumienia interakcji interpersonalnych (psychologia społeczna).

W procesie projektowania interakcji z robotem przydatna jest także wiedza i narzędzia psychologii pracy (kiedyś nazywanej psychologią przemysłową). Pomaga ona identyfikować potrzeby użytkownika, a także przetłumaczyć je na język zadań i celów dla inżynierów oraz umożliwia precyzyjną analizę i pomiar różnorodnych aspektów interakcji człowieka i robota. Warsztat psychologa obejmuje szereg mniej lub bardziej precyzyjnych i wystandardyzowanych me-

to pozwalających zarówno zbierać różnymi drogami informacje od uczestników, jak i obserwować oraz kategoryzować ich zachowania. Niemniej istotna jest możliwość rozumienia i pomiaru odczuć i postaw osób badanych, zwłaszcza, że czasami wpływają one na cały proces akceptacji technologii nie będąc uświadamiane sobie przez użytkowników, lub też bywają ukrywane w sytuacji, gdy do korzystania z technologii pracownicy są zmuszani okolicznościami zewnętrznymi. W badaniach psychologicznych częste jest także łączenie danych z różnych źródeł (triangulacja), czyli, na przykład, informacji samoopisowych, obserwacji i wskaźników psychofizjologicznych.

Projektowanie interfejsu robota także wiąże się ze zbieraniem danych o odczuciach, stereotypach i emocjach przyszłych użytkowników. Przedstawione wcześniej wyniki badań wskazują jak istotne jest balansowanie pomiędzy antropomorfizacją a utrzymaniem wizerunku robota jako maszyny. Celem wszystkich tych oddziaływań jest zwiększanie funkcjonalności robotów oraz przejście od ergonomii i użyteczności, czyli zapewniania wydajności i efektywności, do kreowania pozytywnego doświadczenia użytkownika (UX, user experience). Doświadczenie użytkownika obejmuje ogół pozytywnych wrażeń wiążących się z korzystaniem z robota obejmujących zarówno jego wygląd i sposób działania, ergonomię, ale także wzbudzony poziom satysfakcji, zaufania, ogólnej przyjazności. Doświadczenie użytkownika powinno być projektowane, odbywa się to poprzez zbieranie informacji o preferencjach użytkownika, a także obserwację jego interakcji z prototypami. Kreowanie doświadczenia użytkownika zakłada, że użytkownik staje w centrum procesu projektowania, jest to podejście nieco bardziej wymagające czasowo i organizacyjnie, ale w rezultacie pozwala na uniknięcie wielu błędów projektowych na wczesnym etapie, co znacznie obniża koszty ich eliminacji. Projektowanie maszyn zapewniających dobre doświadczenie użytkownika jest istotne - dwie najważniejsze z punktu widzenia inżynierii cechy – czyli skutecznie działająca i bezpieczna maszyna mogą bowiem nie zapewnić jej wystarczającej przewagi konkurencyjnej, gdy już wejdzie ona na rynek. Dla użytkowników wygląd i zachowanie robota, spełnienie oczekiwań, a także pozytywne emocje związane z korzystaniem z robota (przyjemność, satysfakcja) czy dopasowanie go do kulturowo uwarunkowanych oczekiwań są nie mniej istotne niż skuteczne działanie.

PROCES WDRAŻANIA ROBOTÓW DO PRAKTYKI

Za jeden z większych problemów uważa się obecnie wdrażanie robotów do codziennej praktyki medycznej, spowodowane jest to nie tylko wysokimi kosztami robotyzacji, ale także niechętnymi wobec zmiany technologicznej postawami, niewiedzą doty-

czącą potencjalnych korzyści wprowadzenia robotów i braku współpracy specjalistów z różnych dziedzin w procesie wdrażania nowych technologii. Zmiana technologiczna, a tym jest wprowadzenie robotów do praktyki medycznej, wiąże się z koniecznością nauzenia się nowych metod działania, dyskomfortem, stresem i, czasami, oporem. Umiejętne wprowadzanie innowacji i oddziaływanie w tym procesie na wszystkich poziomach tj. indywidualnym, grupowym, organizacyjnym oraz społecznym i kulturowym jest gwarantem sukcesu, o czym przypomina chociażby przywołana wcześniej praca dotycząca akceptacji robotów medycznych w Holandii [29]. Różne grupy użytkowników mogą postrzegać roboty jako wsparcie (lekarze), konkurencję (asystenci przy operacjach) lub koszt (administracja szpitala) – bez programu działań obejmującego wszystkie te grupy, mające odmienne spojrzenie na korzyści i zagrożenia płynące ze zmiany technologicznej wdrożenie może odbywać się wolniej i mniej skutecznie. Oprócz tego, istotny jest aspekt szkolenia i treningu użytkowników, dostosowanego do ich możliwości i indywidualnych potrzeb (np. poziomu poczucia własnej skuteczności, poziomu lęku, preferencji dotyczących stylów uczenia się). Dopiero w takich warunkach roboty mają szansę być w pełni i skutecznie wykorzystywane.

PODSUMOWANIE

Roboty są jednym z najbardziej zaawansowanych osiągnięć technologicznych nauki, jednak w miarę wychodzenia z uniwersyteckiej niszy coraz bardziej widoczna staje się potrzeba tworzenia interdyscyplinarnych zespołów nadzorujących zarówno projektowanie, jak i wdrażanie robotów. Robotyka medyczna w dużej mierze opiera się na współpracy inżynierów i lekarzy, jednak w toku rozwoju tej dziedziny włączanie do zespołów specjalistów z zakresu wzornictwa, nauk społecznych, prawa i marketingu wydaje się być koniecznością zarówno na etapie projektowania, jak i wdrażania danych rozwiązań. Mnogość zastosowań robotów, a przede wszystkim rozwój robotów, których użytkownikami przestają być wyłącznie wysoko kwalifikowani specjaliści, powoduje, że jednym z istotnych aspektów interakcji człowiek-robot staje się akceptacja robotów i jej kreowanie. Dodatkowo, fakt upowszechniania się robotów i ich komercjalizacji, spowoduje, że w procesie wyboru danego urządzenia pod uwagę brane będą nie tylko obiektywne czynniki takie jak koszt, funkcjonalność, ale także bardziej subiektywne aspekty określane mianem doświadczenia użytkownika (UX, user experience). Kreowanie odpowiedniego doświadczenia użytkownika, rozumienie potrzeb i kształtowanie postaw użytkowników, wreszcie świadome projektowanie procesu wdrażania innowacji stanowią więc będą krytyczne obszary w procesie upowszechniania osiągnięć robotyki medycznej.

LITERATURA

1. K. Dautenhahn: "Methodology & Themes of Human-Robot Interaction: A Growing Research Field." *Int. J. Adv. Robot. Syst.* vol. 4, no. 1, pp. 1, 2007.
2. M.A. Goodrich and A.C. Schultz: "Human-Robot Interaction: A Survey." *Found. Trends® Human-Computer Interact.* vol. 1, no. 3, pp. 203–275, 2007.
3. D. Feil-Seifer and M.J. Matarić: "Human-Robot Interaction." In: Robert A. Meyers (ed.) *Encyclopedia of Complexity and Systems Science.* pp. 4643–4659. Springer (2004).
4. K. Dautenhahn: "Human-Robot Interaction." In: Soegaard, M. and Dam, R.F. (eds.) *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Ed. Interaction Design Foundation, Aarhus (2013).
5. A. Libin and E. Libin: "Person-robot interactions from the robopsychologists' point of view: the robotic psychology and robotherapy approach." *Proc. IEEE.* vol. 92, no. 11, pp. 1789–1803, 2004.
6. C.L. Bethel and R.R. Murphy: "Review of Human Studies Methods in HRI and Recommendations." *Int. J. Soc. Robot.* vol. 2, no. 4, pp. 347–359, 2010.
7. "Big Dog," http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html.
8. "Paro," <http://www.parorobots.com/biomed>.
9. M. Mori: "The Uncanny Valley." *Energy.* vol. 7, no. 4, pp. 33–35, 1970.
10. A.P. Saygin, T. Chaminade, H. Ishiguro, J. Driver, and C. Frith: "The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions." *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* vol. 7, no. 4, pp. 413–22, 2012.
11. A. Prakash and W.A. Rogers: "Why Some Humanoid Faces Are Perceived More Positively Than Others: Effects of Human-Likeness and Task." *Int. J. Soc. Robot.* 2014.
12. E. Broadbent, V. Kumar, X. Li, J. Sollers, R.Q. Stafford, B.A. MacDonald, and D.M. Wegner: "Robots with display screens: a robot with a more humanlike face display is perceived to have more mind and a better personality." *PLoS One.* vol. 8, no. 8, pp. e72589, 2013.
13. C.-A. Smarr, T.L. Mitzner, J.M. Beer, A. Prakash, T.L. Chen, C.C. Kemp, and W.A. Rogers: "Domestic Robots for Older Adults: Attitudes, Preferences, and Potential." *Int. J. Soc. Robot.* vol. 6, no. 2, pp. 229–247, 2014.
14. K.F. MacDorman, S.K. Vasudevan, and C.-C. Ho: "Does Japan really have robot mania? Comparing attitudes by implicit and explicit measures." *AI Soc.* vol. 23, no. 4, pp. 485–510, 2008.
15. A. Waytz, J. Heafner, and N. Epley: "The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle." *J. Exp. Soc. Psychol.* vol. 52, pp. 113–117, 2014.
16. H. Yanco and J. Drury: "Classifying human-robot interaction: an updated taxonomy." *SMC.* pp. 2841–2846, 2004.
17. "Medical Robotics Database (MeRoDA)," <http://www.umm.uni-heidelberg.de/apps/ortho/meroda/>
18. A. Morecki: "Podstawy robotyki, teoria i elementy manipulatorów i robotów." WNT, Warszawa, 1999.
19. K. Mianowski: "Wybrane zagadnienia dotyczące stanu robotyki medycznej w Polsce." *Med. Robot. Reports.* vol. 2, pp. 37–43, 2013.
20. Z. Nawrat: "Wprowadzenie do robotyki medycznej." *Med. Robot. Reports.* vol. 1, pp. 4–6, 2012.
21. G.I. Lee, M.R. Lee, T. Clanton, E. Sutton, A.E. Park, and M.R. Marohn: "Comparative assessment of physical and cognitive ergonomics associated with robotic and traditional laparoscopic surgeries." *Surg. Endosc.* vol. 28, no. 2, pp. 456–65, 2014.
22. K. Taniguchi, A. Nishikawa, T. Sugino, S. Aoyagi, M. Sekimoto, S. Takiguchi, K. Okada, M. Monden, and F. Miyazaki: "Method for objectively evaluating psychological stress resulting when humans interact with robots." In: Kulyukin, V.A. (ed.) *Advances in Human-Robot Interaction.* pp. 141–164. INTECH (2009).
23. J.Y. Park, M.J. Jo, B.-H. Nam, Y. Kim, B.W. Eom, H.M. Yoon, K.W. Ryu, Y.-W. Kim, and J.H. Lee: "Surgical stress after robot-assisted distal gastrectomy and its economic implications." *Br. J. Surg.* vol. 99, no. 11, pp. 1554–61, 2012.
24. R. Randell, J. Greenhalgh, J. Hindmarsh, D. Dowling, D. Jayne, A. Pearman, P. Gardner, J. Croft, and A. Kotze: "Integration of robotic surgery into routine practice and impacts on communication, collaboration, and decision making: a realist process evaluation protocol." *Implement. Sci.* vol. 9, pp. 52, 2014.
25. "Eurobarometer - Public attitudes towards robots," http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_382_fact_dk_en.pdf
26. E. Broadbent, Y.I. Lee, R.Q. Stafford, I.H. Kuo, and B.A. MacDonald: "Mental Schemas of Robots as More Human-Like Are Associated with Higher Blood Pressure and Negative Emotions in a Human-Robot Interaction." *Int. J. Soc. Robot.* vol. 3, no. 3, pp. 291–297, 2011.
27. V. Venkatesh, M.G. Morris, F.D. Davis, and G.. Davis: "User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View." *MIS Q.* vol. 27, pp. 425–478, 2003.
28. C. Benmessaoud, H. Kharrazi, and K.F. MacDorman: "Facilitators and barriers to adopting robotic-assisted surgery: contextualizing the unified theory of acceptance and use of technology." *PLoS One.* vol. 6, no. 1, pp. e16395, 2011.
29. P. Abrishami, A. Boer, and K. Horstman: "Understanding the adoption dynamics of medical innovations: affordances of the da Vinci robot in the Netherlands." *Soc. Sci. Med.* vol. 117, pp. 125–33, 2014.
30. B. Scassellati: "How robotics and developmental psychology complement each other." *NSF/DARPA Workshop on Development and Learning.* Michigan State University (2000).