

Emilia Mikołajewska

Klinika Rehabilitacji, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy

Dariusz Mikołajewski

Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Katedra Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Możliwości automatyzacji i robotyzacji otoczenia osoby niepełnosprawnej

Streszczenie

Wśród rozwiązań zwiększających efektywność obecnie funkcjonującego systemu terapii i opieki nad osobami niepełnosprawnymi i w podeszłym wieku szczególne miejsce zajmują nowoczesne systemy robotyki i automatyki. Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości automatyzacji i robotyzacji otoczenia osoby niepełnosprawnej, ze szczególnym uwzględnieniem adaptacji do realiów polskich zagranicznych doświadczeń w omawianym zakresie.

Słowa kluczowe: rehabilitacja, roboty medyczne, robotyzacja, automatyzacja, osoby niepełnosprawne

Automation and robotization possibilities of environment of a disabled person

Summary

Among the solutions increasing the efficiency of the present therapy and care system for persons with disabilities and elderly ones, special attention is paid to modern robotic and automation systems. The aim of this study is to evaluate the automation and robotization possibilities of environment of a disabled person, with special emphasis on adaptation to the Polish realities of foreign experience in this field.

Keywords: rehabilitation, medical robots, robotization, automation, persons with disabilities

Wprowadzenie

Wzrost liczby osób z różnego rodzaju deficytami spowodowany, paradoksalnie, postępem medycznym (m.in. zwiększeniem przeżywalności ciężkich schorzeń oraz wypadków, nie gwarantującym jednak powrotu do pełnej poprzedniej sprawności), starzenie się ludności oraz potrzeba zwiększenia samodzielności osób niepełnosprawnych przy ograniczonych: gronie specjalistów medycznych, zasobach finansowych oraz, coraz bardziej, roli rodziny w opiece nad pacjentem to wyzwania, wobec których staje obecnie coraz więcej państw. Podobne rozwiązania można zastosować w opiece nad osobami w podeszłym wieku. Na chwilę obecną trudno oceniać, jak na opiekę domową nad ludźmi w podeszłym wieku wpłyną niekorzystne zmiany demograficzne i społeczne (m.in. zmniejszenie liczby rodzin wielopokoleniowych i wielodzietnych, emigracja zarobkowa), pogłębiająca się luka pomiędzy pokoleniami młodszymi (być może nastawionymi na szybkie tempo życia, karierę i konsumpcję, zaś znacznie mniej na empatię) a pokoleniami starszymi (preferującymi kontakt z żywymi ludźmi, a nie z nawet

najbardziej zaawansowaną techniką). Systemy opieki zdrowotnej i społecznej, projektowane do funkcjonowania w warunkach mniejszego obciążenia, nie będą w stanie samodzielnie podołać zadaniom w tym zakresie, szczególnie, że obecne problemy mogą się pogłębiać w przyszłości (por. prognozy opracowanego w 2009 r. rządowego raportu „Polska 2030”¹). Ciągłe trwa zatem poszukiwanie rozwiązań zwiększających efektywność lub uzupełniających obecnie funkcjonujący system. Szczególne miejsce zajmują tu systemy robotyki i automatyki, dedykowane przede wszystkim osobom niepełnosprawnym, w podeszłym wieku oraz pacjentom tymczasowo korzystającym z ww. rozwiązań w okresie powrotu do zdrowia.

Spółczesność informacyjna staje się powoli częścią naszego codziennego życia. Sprawne funkcjonowanie we współczesnym świecie nasyconym wytworami nowoczesnych technologii stanowi wyzwanie nawet dla specjalistów, a tym bardziej dla osób niepełnosprawnych czy w podeszłym wieku. Nie należy jednak postrzegać nowoczesnych technologii jednostronnie – oferują one szereg możliwości poprawienia samodzielności, jakości życia oraz nauki i pracy dla tej właśnie części społeczeństwa. Co więcej – prymat wiedzy specjalistycznej nad pracą fizyczną może otworzyć przed osobami niepełnosprawnymi i w podeszłym wieku znacznie szersze perspektywy niż dotychczas. O ile bowiem w obszarze sprawności fizycznej czy siły nie zawsze mogli oni konkurować z w pełni zdrowymi pracownikami, to pod względem samozaparcia, motywacji oraz, coraz częściej, wiedzy i wykształcenia (a, w przypadku osób starszych, również doświadczenia) mogą stanowić dla nich znakomitą alternatywę. Coraz szersze wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań technicznych, w tym dla osób z różnego rodzaju deficytami, oraz otwierająca się powoli możliwość realizacji zadań związanych z terapią, nauką czy pracą niemal z dowolnego miejsca na świecie powoduje, że część z tych rozwiązań może szybko stać się standardem, tak jak stały się nimi inne urządzenia (bankomaty, telefony komórkowe) i usługi (sklepy internetowe, bankowość internetowa). Co więcej – zgodnie m.in. z zasadą planowania uniwersalnego osoba z deficytem ma prawo do takiego samego wsparcia ze strony dowolnych zasobów, na tym samym poziomie szacunku, wygody i jakości życia, jak zdrowi obywatele². Zatem potrzeba wykorzystania dedykowanych im środków technicznych przez osoby niepełnosprawne lub w podeszłym wieku nie powinna w jakikolwiek sposób stygmatyzować (nie mówiąc już o dyskryminacji), a wręcz przeciwnie – być podkreślana jako dowód ich samodzielności, zaradności oraz ambicji dorównania osobom zdrowym. Poczucie niezależności oraz pełniejsze uczestnictwo w życiu rodziny czy społeczeństwa to największe osiągnięcie, a zarazem nagroda.

Celowe i efektywne użycie nowoczesnych technologii wymaga pełniejszego zrozumienia:

- potrzeb i preferencji pacjenta oraz jego rodziny/opiekunów (w tym ich świadomego wyboru),

¹ Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów „Raport Polska 2030” <http://zds.kprm.gov.pl/raport-polska-2030-wyzwania-rozwojowe> – data pobrania: 11.02.2013

² J. Hammel, *Technology and the environment: supportive resource or barrier for people with developmental disabilities?*, „Nurs Clin North Am” 2003, Nr 38(2), s. 331–349

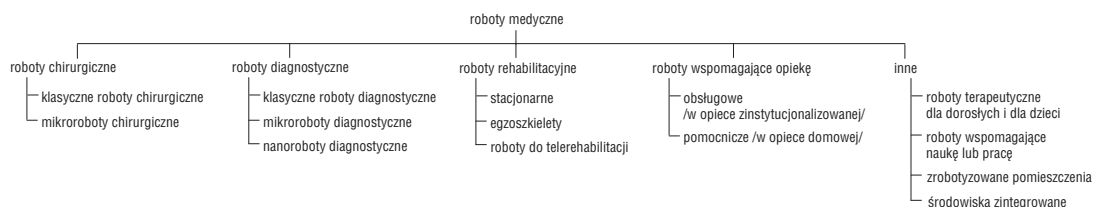
- krótko- i długoterminowego wpływu na przebieg i wyniki terapii oraz naturalne procesy, takie jak starzenie się,
- kontekstu społecznego i możliwości uczestnictwa.

Z powyższych rozważań wynika coraz większa rola personelu medycznego oraz coraz powszechniejsze użycie Międzynarodowej Klasyfikacji Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia (ang. *International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF*) oraz modelu HAAT (ang. *Human Activity Assistive Technology*) w przypadku doboru technologii wspomagającej (ang. *Assistive Technology*).

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości automatyzacji i robotyzacji otoczenia osoby niepełnosprawnej i w podeszłym wieku, ze szczególnym uwzględnieniem adaptacji doświadczeń zagranicznych do polskich realiów społecznych, organizacyjnych, technicznych i kulturowych.

Potencjał automatyki i robotyki

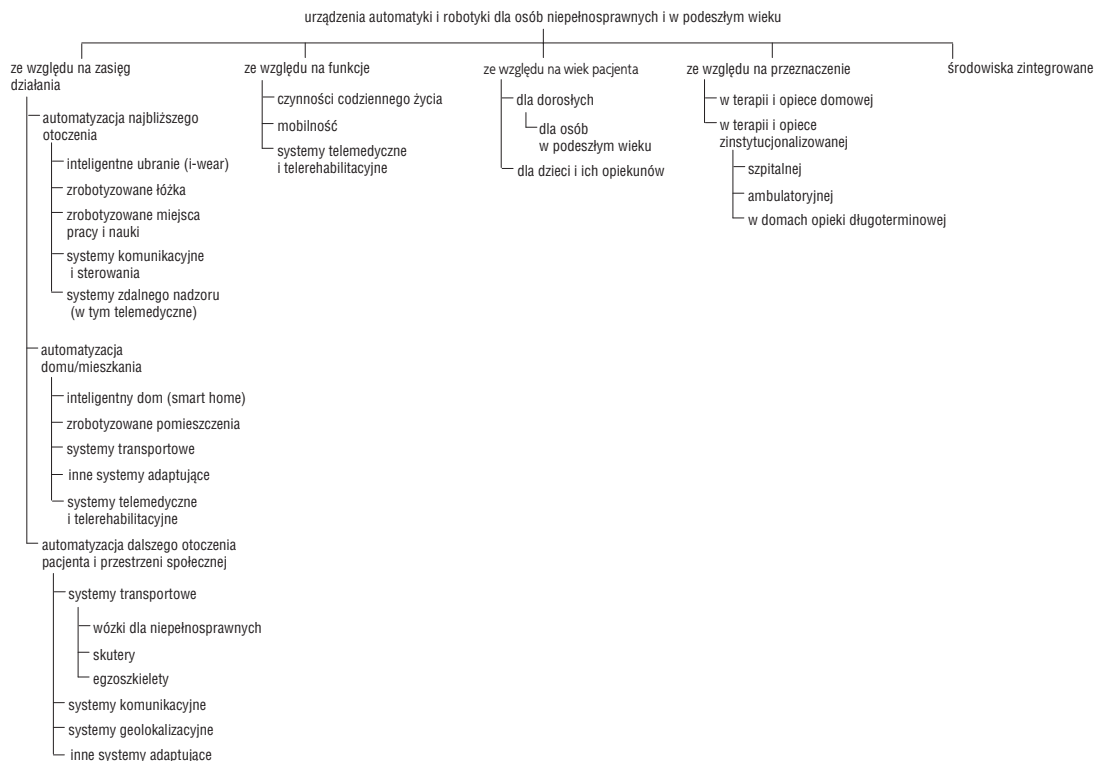
Robotyka medyczna (w tym robotyka rehabilitacyjna) jest dziedziną silnie interdyscyplinarną, której rozwój w ostatnich latach znacznie przyspieszył. Powoduje to, że obecnie podejmowane próby klasyfikacji mogą szybko się zdezaktualizować. Rysunek 1 i rysunek 2 zostały przygotowane na potrzeby niniejszego artykułu w oparciu o aktualną wiedzę i praktykę, niemniej jednak ciągle pojawiają się rozwiązania prototypowe nie mieszczące się w proponowanych klasyfikacjach lub wymagające ich uszczegółowienia. Jest to zatem próba klasyfikacji otwartej na modyfikacje.



Rysunek 1. Roboty medyczne – klasyfikacja ogólna

Źródło: opracowanie własne, wariant

Poszczególne kryteria podziału przedstawione na rysunku 2. przenikają się wzajemnie. Należy zauważyć, że dodatkowym czynnikiem oddziałującym jest rodzaj i stopień deficytu pacjenta oraz potencjalne wskazania i przeciwwskazania. Warto również nadmienić, że możliwości diagnostyczne i terapeutyczne ww. rozwiązań rozszerzają coraz to nowe generacje czujników oraz metod analizy pozyskiwanych dzięki nim danych w celu oceny stanu pacjenta (również w oparciu o szpitalne systemy informacyjne czy systemy informacyjne w lecznictwie otwartym).



Rysunek 2. Wybrane urządzenia automatyki i robotyki wspomagające osoby niepełnosprawne i w podeszłym wieku – próby klasyfikacji

Źródło: opracowanie własne, wariant

Automaty i roboty w domu pacjenta

Możliwości automatyzacji i robotyzacji najbliższego otoczenia pacjenta wiążą się z dwoma zasadniczymi obszarami:

1. inteligentnego ubrania (ang. *i-wear*)³, zarówno w formie:
 - bielizny czy piżam (przede wszystkim dla pacjentów leżących), wyposażonych przede wszystkim w czujniki systemów telemedycznych wchodzących w skład dwóch zasadniczych podsystemów: ciągłego telenadzoru (monitorowania parametrów życiowych, również u dzieci) oraz alarmowania (w przypadku przekroczenia zadanych wartości progowych, braku oddechu, upadku itp. zdarzeń),
 - bluz i kurtek (do użytku podczas spacerów), wyposażonych oprócz ww. czujników systemów telemedycznych w systemy identyfikacji, komunikacji i geolokalizacji

³ D. Hofer, S. Mecheels, *I-wear for health care and wellness – state of the art and future possibilities*, „Stud Health Technol Inform” 2004, Nr 108, s. 70–74; H. Meinander, M. Honkala, *Potential applications of smart clothing solutions in health care and personal protection*, „Stud Health Technol Inform” 2004, Nr 108, s. 278–285

(również w przypadku pacjentów z zaburzeniami pamięci itp.) – należy przy tym wspomnieć, że próby znakowania pacjentów za pomocą wszczepianych RFID (ang. *Radio Frequency Identification*) podejmowane w USA wydają się zarzucone ze względów etycznych, aczkolwiek samo medyczne wykorzystanie RFID (np. do identyfikacji leków, sprzętu medycznego itp.) się rozwija;

2. zrobotyzowanego i/lub inteligentnego wyposażenia pokoju pacjenta w postaci zrobotyzowanego przeciwoleżynowego łóżka wyposażonego w funkcje telemedyczne, robota przyłóżkowego do nauki i pracy, podajnika leków, uzupełnionego przez coraz popularniejsze systemy multimedialne i komunikacyjne (smartfony, tablety) – należy zaznaczyć, że preferowanymi technologiami łączności bezprzewodowej mogą tu być WiFi i szybsze wersje Bluetooth (od 3.0+HS włącznie wzwyż), choć zależy to od producenta sprzętu.

Systemy inteligentnego domu (ang. *smart home*) są uważane za dobrą alternatywę (w przypadku osób w podeszłym wieku) lub rozwiązanie uzupełniające (w przypadkach cięższych schorzeń, również neurologicznych) dla tradycyjnych form opieki, zarówno domowej jak i zinstytucjonalizowanej⁴. Oferowany przez systemy inteligentnego domu wzrost samodzielności pacjentów, wsparcie pacjenta „w tle” oraz całodobowy monitoring, w tym z wykorzystaniem modułów medycznych i telemedycznych, mogą zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa pacjenta. Funkcje inteligentnego domu dedykowane osobom niepełnosprawnym mogą być indywidualnie konfigurowane, podobnie jak sterowniki i zakresy uprawnień (np. do zmian w systemie) poszczególnych członków rodziny, co może zwiększać bezpieczeństwo np. dzieci. Spełnianie przez infrastrukturę inteligentnego domu założeń funkcjonalnych nie może jednak przesłaniać strony emocjonalnej pacjenta i jego potrzeby kontaktu z innymi osobami. Efektywność kliniczna nie może tu przesłonić biopsychospołecznego modelu opieki nad pacjentem. Niezbędne są również dalsze badania, a szczególnie metaanalizy mające na celu wypracowanie rekomendacji i wytycznych do projektowania, doboru oraz wdrażania zindywidualizowanych rozwiązań wspierających osoby z różnego rodzaju deficytami⁵.

Wykorzystanie systemów telemedycznych staje się powoli standardem – wystarczy wspomnieć dość powszechnie wykorzystywane w naszym kraju systemy telekardiologiczne. Znajdowane są coraz nowsze zastosowania systemów telemedycznych, np. w monitorowaniu leczenia trudno gojących się ran⁶.

⁴ B. Allen, *An integrated approach to Smart House technology for people with disabilities*, „Med Eng Phys” 1996, Nr 18(3), s. 203–206; D. H. Stefanov, Z. Bien, W. C. Bang, *The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives*, „IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng” 2004, Nr 12(2), s. 228–250

⁵ T. Gentry, *Smart homes for people with neurological disability: state of the art*, „NeuroRehabilitation” 2009, Nr 25(3), s. 209–217

⁶ R. K. Chittoria, *Telemedicine for wound management*, „Indian J Plast Surg” 2012, Nr 45(2), s. 412–417

Wykorzystanie stacjonarnych robotów rehabilitacyjnych⁷ oraz egzoszkieleatów⁸ w warunkach polskich zostało już dość dobrze opisane w piśmiennictwie krajowym. Warto jednak wspomnieć, że oprócz rozwiązań zagranicznych, zbyt kosztownych jak na urządzenie do rehabilitacji domowej, zaczynają się pojawiać prototypy urządzeń konstrukcji krajowej⁹, być może bardziej ekonomiczne w produkcji i utrzymaniu.

Próby automatyzacji i robotyzacji opieki geriatrycznej

Być może automatyzacja i robotyzacja stanie się czynnikiem umożliwiającym zdrowe, szczęśliwe i spełnione życie osobom w podeszłym wieku¹⁰. Nowoczesna gerontologia skupiająca się zarówno na rozwiązywaniu problemów zdrowotnych, psychologicznych, jak i społecznych, w oparciu m.in. o pionierskie rozwiązania japońskie, coraz częściej sięga właśnie w stronę robotyki i automatyki (tabela 1).

Tab. 1. Wybrane roboty pomocnicze i obsługowe

Nazwa	Przeznaczenie
ISAC	Karmienie
MySpoon	Karmienie
HANDY 1	wsparcie pacjenta w czynnościach życia codziennego: utrzymaniu higieny, jedzeniu, piciu, sięganiu po przedmioty codziennego użytku i posługiwanie się prostymi włącznikami
RAID	ramię robotyczne wspierające pacjenta w czynnościach życia codziennego

Źródło: E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Możliwości wykorzystania robotów pomocniczych i obsługowych w opiece domowej*, „Gerontol Pol” 2011, Nr 19 (3-4), s. 176–180

Rozwiązanie uzupełniające tradycyjne formy terapii geriatrycznej stanowi wykorzystanie robotów terapeutycznych. Ich wykorzystanie umożliwia celowe, zaplanowane i adaptacyjne (terapeutyczne) wzbogacenie interakcji pacjenta z otoczeniem oraz stymulację jego aktywności w kierunku pożądaných zachowań prozdrowotnych, zarówno w środowisku domowym, jak i w opiece zinstytucjonalizowanej¹¹. Z tego powodu roboty terapeutyczne – często w formie zwierząt lub maskotek nie powinny być uważane za element rozrywki (np. przeciwdziałania nudzie), ale przede wszystkim trzeba dostrzegać ich aspekt kliniczny w postaci:

- poprawiania samopoczucia pacjenta, w tym (poprzez proste testy wplecione w normalną interakcję) ciągłej kontroli nastroju, poczucia samotności i braku depresji (tabela 2) z możliwością generowania alertów,

⁷ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Nowoczesne rozwiązania techniczne w usprawnianiu funkcji kończyn górnych*, „Annales Academiae Medicae Silesiensis” 2012, Nr 66 (4), s. 34–40; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Roboty rehabilitacyjne*, „Rehabilitacja w Praktyce” 2010, Nr 4, s. 49–53

⁸ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Możliwości wykorzystania egzoszkieleatu medycznego jako nowoczesnej formy terapii*, „Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania” 2012, Nr IV/2012 (5), s. 121–142

⁹ Projekt „Rehabilitacyjny Egzoszkieleat Kończyn Dolnych” <http://egzo.polsl.pl/> – data pobrania: 13.03.2013

¹⁰ H. Arai, Y. Ouchi, M. Yokode i in., *Toward the realization of a better aged society: messages from gerontology and geriatrics*, „Geriatr Gerontol Int” 2012, Nr 12(1), s. 16–22

¹¹ Tamże

- możliwości realizacji zarówno profilaktyki, jak i wybranych zaplanowanych elementów terapii, w tym stymulowania wymaganej terapią aktywności pacjenta, np. poprzez określone zabawy, zaplanowany rodzaj i poziom aktywności fizycznej, przez określony czas itp.,
- możliwości realizacji zdalnej opieki nad pacjentami z demencją, zaburzeniami orientacji czy zwiększonym ryzykiem upadków,
- działań edukacyjnych, wprowadzanie u pacjenta właściwych nawyków zdrowotnych, regularnego ruchu, zmianę trybu życia itp.¹²

Tab. 2. Wybrane roboty terapeutyczne dla osób w podeszłym wieku

Nazwa	Przeznaczenie
PARO National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japonia	Robot-foka do rehabilitacji geriatrycznej pacjentów z demencją, stymulacji interakcji pacjentów i ich opiekunów, redukcji stresu

Źródło: E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Roboty terapeutyczne w rehabilitacji neurologicznej dzieci*, „Neurologia Dziecięca” 2012, Nr 42, s. 59–64

Co ciekawe, japońskie wysiłki koncentrują się na:

- promocji aktywnego starzenia się, zarówno w obszarze zdrowotnym (osoby aktywne będą prawdopodobnie rzadziej chorowały i rzadziej będą wymagały opieki), społecznym, jak i zawodowym – w obliczu braku młodych rąk do pracy oraz tradycyjnego szacunku przywiązywanego w społeczeństwie japońskim do wiedzy i doświadczenia najstarszych pracowników – szczególnego znaczenia może nabrać kształcenie osób w podeszłym wieku w zakresie opieki gerontologicznej i geriatrycznej,
- zapewnianiu osobom w podeszłym wieku odpowiedniego leczenia i opieki, w tym schorzeń właściwych dla podeszłego wieku oraz współwystępujących u pacjentów już na poziomie podstawowej opieki zdrowotnej (co wymaga m.in. zmian w systemie edukacji personelu medycznego),
- poprawieniu efektywności terapii w tej grupie wiekowej dzięki zwiększeniu ilości badań klinicznych (w tym przesiewowych) oraz promocji najefektywniejszych strategii edukacyjnych i organizacyjnych,
- promowaniu terapii i opieki domowej wielodyscyplinarnej oraz związanemu z tym odciążeniu szpitali¹³.

¹² T. Shibata, K. Wada, *Robot therapy: a new approach for mental healthcare of the elderly – a mini-review*, „Gerontology” 2011, Nr 57(4), s. 378–386; R. Bemelmans, G. J. Gelderblom, P. Jonker i in., *Socially assistive robots in elderly care: a systematic review into effects and effectiveness*, „J Am Med Dir Assoc” 2012, Nr 13(2), s. 114–120; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Możliwości wykorzystania robotów pomocniczych i usługowych w opiece domowej*, „Gerontol Pol” 2011, Nr 19(3-4), s. 176–180

¹³ H. Arai, Y. Ouchi, M. Yokode i in., *Toward the realization of a better aged society: messages from gerontology and geriatrics*, „Geriatr Gerontol Int” 2012, Nr 12(1), s. 16–22

Roboty w terapii dzieci

Podobnie, jak w przypadku osób w podeszłym wieku, również w przypadku dzieci roboty terapeutyczne (tabela 3) mogą stanowić istotny pozytywny element terapii. Jest to szczególnie istotne w przypadku dzieci małych oraz dzieci z różnego rodzaju deficytami neurologicznymi. Współczesna neurorehabilitacja pediatryczna, szczególnie oparta o koncepcję NDT-Bobath, wymaga włączenia celowych, funkcjonalnych ćwiczeń w formę atrakcyjnej zabawy. Interaktywne zabawki umożliwiają jeszcze bardziej precyzyjne ukierunkowanie terapii oraz czynią ją bardziej atrakcyjną dla dziecka. Pełnią one rolę motywacyjną, podobnie jak gry wykorzystywane w nowoczesnych robotach rehabilitacyjnych czy urządzeniach do biofeedbacku, uczą również zachowań społecznych (np. u dzieci z autyzmem¹⁴). Nudne i pozornie bezcelowe ćwiczenia odchodzą powoli do lamusa. Mali pacjenci mogą nie być nawet świadomi, że są poddawani terapii, co sprzyja ich naturalnemu rozwojowi, uważnie stymulowanemu przez terapeutę i rodziców. Warto również pamiętać, że roboty terapeutyczne podlegają takim samym rygorom jak pozostały sprzęt medyczny, stąd mogą (w ograniczonym stopniu) zastępować np. żywe zwierzęta w przypadku dzieci z alergią lub z obniżoną odpornością (np. na oddziałach onkologicznych). Proste testy diagnostyczne (wraz z bezprzewodową komunikacją z komputerem nadzorującym działanie robota i terapię dziecka), wbudowane w tego typu roboty, mogą rozszerzyć nie tylko możliwości terapii, ale również zwiększyć bezpieczeństwo dziecka i zapewnić dodatkowy element nadzoru nad jego stanem zdrowia.

Tab. 3. Wybrane roboty terapeutyczne dla dzieci

Nazwa	Przeznaczenie
PARO National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japonia	Robot-foka, stymulacja interakcji pacjentów i ich opiekunów, redukcja stresu
Keepon National Institute of Information and Communications Technology, (NICT), Japonia	robot o wyglądzie zbliżonym do żółtego kurczaka do terapii dzieci z autyzmem
Kobie Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Korea	robot w kształcie misia koala do terapii dzieci, opieki nad dziećmi
Rabie Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Korea	robot w kształcie plastikowej kuli do terapii dzieci, opieki nad dziećmi
RoboPanda WowWee, USA	robot w kształcie pandy do terapii dzieci z autyzmem

Źródło: E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Roboty terapeutyczne w rehabilitacji neurologicznej dzieci*, „Neurologia Dziecięca” 2012, Nr 42, s. 59–64

¹⁴ I. Giannopulu, G. Pradel, *Multimodal interactions in free game play of children with autism and a mobile toy robot*, „NeuroRehabilitation” 2010, Nr 27(4), s. 305–311

Dostępnych jest również cały szereg interaktywnych robotów służących edukacji, poprawie interakcji, zdalnemu nadzorowi nad dziećmi.

Pomimo że zachowania dzieci w kontaktach z robotami terapeutycznymi zostały już częściowo zbadane i opisane¹⁵, to wciąż istnieje potrzeba zbadania efektywności robotów terapeutycznych, np. w ramach klasycznej rehabilitacji neurologicznej dzieci, prowadzonej chociażby popularną metodą NDT-Bobath. Na jej przebieg mogą wpływać nie tylko takie czynniki jak etiologia schorzenia, poziomy i rodzaje deficytów, wiek dziecka, wiedza i doświadczenie terapeuty, ale również nastawienie personelu medycznego oraz rodziców/opiekunów dziecka do samej metody oraz do wykorzystania w niej robotów. Jeden z paradygmatów metody Bobathów, tj. terapia 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu, powoduje, że wpływ nastawienia rodziców/opiekunów na efekty terapii może być nawet równie istotny jak wpływ terapeuty. Należy również pamiętać, że nowoczesna rehabilitacja (szczególnie neurologiczna) prowadzona jest przez wielodyscyplinarny zespół terapeutyczny, w ramach którego współpracuje personel medyczny różnych specjalności – stwarza to dodatkowe szanse, ale nakłada dalsze wymagania na kształcenie dyplomowe i podyplomowe kadr medycznych.

Dedykowane systemy sterowania

Systemy sterowania wykorzystywane przez osoby niepełnosprawne muszą uwzględniać rodzaj i stopień deficytów, rodzaj sterowanych urządzeń i oprogramowania oraz zakres wykorzystywanych funkcji, a ich dobór jest każdorazowo kwestią indywidualną. W tym zakresie istnieją już ciekawe przeglądy rozwiązań, przeglądy literatury oraz opisy przypadków¹⁶.

Inteligentne urządzenia transportowe

Obecne poglądy w zakresie zapewnienia mobilności osobom niepełnosprawnym podkreślają, że nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania. Przewiduje się bowiem (w dużym uproszczeniu) użycie:

- wózka z napędem manualnym do poruszania się po domu/mieszkanu i w jego najbliższej okolicy,

¹⁵ I. Giannopulu, G. Pradel, *Multimodal interactions in free game play of children with autism and a mobile toy robot*, „NeuroRehabilitation” 2010, Nr 27(4), s. 305–311; D. Poulin-Dubois, I. Brooker, V. Chow, *The developmental origins of naive psychology in infancy*, „Adv Child Dev Behav” 2009, Nr 37, s. 55–104; K. Yamamoto, S. Tanaka, H. Kobayashi i in., *A non-humanoid robot in the „uncanny valley”: experimental analysis of the reaction to behavioral contingency in 2-3 year old children*, „PLoS One” 2009, Nr 4(9), e6974; L. Surian, S. Caldi, D. Sperber, *Attribution of beliefs by 13-month-old infants*, „Psychol Sci” 2007, Nr 18(7), s. 580–586; A. Arita, K. Hiraki, T. Kanda i in., *Can we talk to robots? Ten-month-old infants expected interactive humanoid robots to be talked to by persons*, „Cognition” 2005, Nr 95(3), s. B49–57; M. Legerstee, J. Barna, C. DiAdamo, *Precursors to the development of intention at 6 months: understanding people and their actions*, „Dev Psychol” 2000, Nr 36(5), s. 627–634

¹⁶ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Dobór komputera dla osób niepełnosprawnych – doświadczenia własne*, „Acta Bio-Opt Inform Med.” 2012, Nr 8 (3), s. 171–174; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Od komputera do niezależności życiowej*, „Niepełnosprawność i Rehabilitacja” 2009, Nr 1, s. 115–120

- wózka z napędem elektrycznym lub skutera na dłuższe spacery (również do parku, lasu czy na plażę),
- odpowiednio dostosowanego samochodu lub komunikacji miejskiej na większe odległości.

W związku z potrzebą obniżania kosztów proponowane są rozwiązania pośrednie lub łączone w postaci:

- wózka z napędem manualnym (do użycia w domu) z dołączanym modułem napędu elektrycznego (na dłuższe spacery), np. moduł E.Fix lub ElectroDrive¹⁷,
- wózka z dołączanym napędem rowerowym – m.in. poprzez rozbudowę do wersji trójkołowej z napędem nożnym (LOMO) lub elektrycznym (ElectroDrive), w tym w wersji dla dziecka niepełnosprawnego (The Duet)¹⁸,
- w razie potrzeby wykorzystania wózka w terenie trudnym (np. na plaży): wymiana kół,
- w razie potrzeb: dodatkowe moduły umożliwiające wjeżdżanie po schodach (Scalabil) czy ruszanie i hamowanie wózkiem (Viamobil)¹⁹.

Sposobność wykorzystania ww. modułów w różnych konfiguracjach oraz zaopatrzenie go w niezbędne akcesoria (torby, osłony i inne) może znacznie podwyższyć użyteczność wózka dla osób niepełnosprawnych niemal w każdych warunkach, w tym dostosowując go do pory roku.

Inteligentne, zautomatyzowane i zrobotyzowane urządzenia transportowe obejmują przede wszystkim:

- wózki inteligentne o zwiększonym zakresie autonomii, sygnalizujące lub omijające przeszkody,
- wózki wielofunkcyjne wyposażone w funkcje pionizacji, a nawet (jak nieprodukowany już iBot 4000²⁰) funkcję wspinania się po schodach,
- wyposażone w różne formy napędu, np. gumowe gąsienice umożliwiające nie tylko poruszanie się w terenie, ale również wjechanie po schodach bez ich uszkodzenia jak TankChair²¹,
- wyposażenie w roboty przywózkowe i dodatkowe systemy (geolokalizacyjne, komunikacyjne, awaryjnego hamowania w przypadku zagrożenia kolizją itp.)²²,
- wyposażenie w elastyczne i wielowariantowe systemy sterowania, umożliwiające korzystanie z wózków osobom z różnymi rodzajami i stopniami deficytów

¹⁷ Przykłady rozwiązań pochodzą z książki: E. Mikołajewska, *Wózki dla osób niepełnosprawnych: budowa, akcesoria, dobór i użytkowanie*, Bydgoszcz, Margrafen, 2012. Przykłady i opisy prezentowanych rozwiązań mogą się zmieniać wraz z postępem technicznym.

¹⁸ Ibidem

¹⁹ Ibidem

²⁰ Ibidem

²¹ Ibidem

²² E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Wybrane rozwiązania automatyki i robotyki w wózkach dla niepełnosprawnych*, „Postępy Rehabilitacji” 2011, Nr 1, s. 11–18

– do niespotykanego wręcz stopnia, gdyż Google rozwija obecnie nawet samochód (na bazie Toyoty Prius), który ma być przeznaczony dla niewidomych kierowców.

Komercyjne egzoszkielety medyczne na chwilę obecną trudno spotkać w naszej części świata, choć badania kliniczne nad japońskim egzoszkieletem HAL5 są prowadzone w Danii i Szwecji²³. Egzoszkielec ten można już wynająć w Japonii na godziny²⁴.

Integracja usług

Jak już wspomniano wcześniej, wykorzystanie rozwiązań zintegrowanych, takich jak inteligentny dom czy inteligentne ubranie, przekłada się na wzrost samodzielności i jakości życia osób niepełnosprawnych, przewlekle chorych i w podeszłym wieku²⁵. Oprócz opisywanych już rozwiązań typu *i-wear* czy *smart home* coraz częściej pojawiają się również całe środowiska zintegrowane dedykowane osobom niepełnosprawnym i/lub w podeszłym wieku. Jednym z pierwszych tego typu rozwiązań był modułowy system DEFIE (ang. *Disabled and Elderly People Flexible Integrated Environment*)²⁶. Umożliwiał on osobom starszym oraz pacjentom z deficytami sensorycznymi i/lub motorycznymi (zarówno pojedynczym pacjentom, jak i całej grupie pacjentów o zróżnicowanych deficytach) efektywne i bezpieczne sterowanie domem i jego otoczeniem. Rozwiązania te, pomimo efektywności, nie cieszyły się jednak dużym powodzeniem (zarówno ze względów technicznych, jak i ekonomicznych), i z czasem badania w tym obszarze wygasły²⁷. Powrócono do nich dopiero niedawno. Przykładem tego kierunku badań w warunkach polskich są badania nad zintegrowanym środowiskiem osoby niepełnosprawnej (ang. *integrated environment of disabled person*)²⁸, prowadzone przez autorów niniejszej pracy (rysunek 3). Środowisko to ma szereg zalet:

- jest elastyczne, łatwe w adaptacji i rekonfiguracji, umożliwiając dopasowanie do potrzeb i preferencji pacjenta, jak również np. zmian w jego stanie zdrowia,

²³ P. Harup, *Japansk robot pa besog i Odense*, „Focus” 2011, Nr 10, s. 14

²⁴ Cyberdyne Inc. Domestic Rental <http://www.cyberdyne.jp/english/customer/index.html> – data pobrania: 13.03.2013

²⁵ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Neurorehabilitacja XXI wieku: Techniki teleinformatyczne*, Kraków, Impuls, 2011; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Tworzenie nowej dziedziny nauki – zintegrowane rozwiązania dla niepełnosprawnych, ciężko chorych i w podeszłym wieku*, „Postępy Rehabilitacji” 2011, Nr 2, s. 33–36

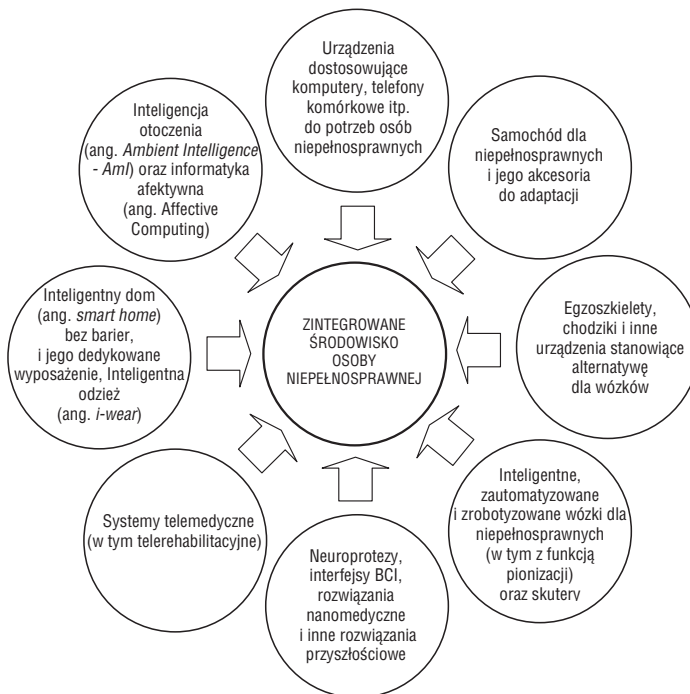
²⁶ R. Bianchi Bandinelli, A. Saba, *Proposals and solutions for autonomy of the disabled and elderly*, „Stud Health Technol Inform” 1998, Nr 48, s. 140–144

²⁷ D. Ding, R. A. Cooper, B. A. Kaminski i in., *Integrated control and related technology of assistive devices*, „Assist Technol” 2003, Nr 15(2), s. 89–97

²⁸ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Exoskeletons in neurological diseases – current and potential future applications*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 2, s. 227–233; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Neuroprostheses for increasing disabled patients’ mobility and control*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2012, Nr 2, s. 263–272; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *E-learning in the education of people with disabilities*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 1, s. 103–109; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Wheelchairs development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2010, Nr 6, s. 771–776

- jest skalowalne: tzn. może łączyć moduły zarówno na poziomie pokoju czy mieszkania użytkownika, jak i zapewnić powiązanie w większe środowiska, we współpracy np. ze szpitalnym systemem informacyjnym (ang. *Hospital Information System – HIS*), umożliwiając np. zdalne gromadzenie danych i przesyłanie alertów,
- umożliwia stworzenie środowiska przyjaznego pacjentowi i zwiększającego jego możliwości.

Problemem, z którym borykają się obecnie autorzy proponowanego rozwiązania, jest brak uniwersalnych standardów w zakresie sterowania urządzeniami wchodzącymi w skład systemu. Niemal każdy z producentów sprzętu stosuje własne standardy. Powoduje to, że chcąc przygotować dołączenie nowego urządzenia do opisywanego środowiska, trzeba niemal ręcznie napisać odpowiednie sterowniki i interfejsy oraz opracować procedury konfiguracyjne. Stanowi to, oczywiście, problem dla konstruktorów, a nie dla końcowych użytkowników: pacjentów, ich rodzin/opiekunów czy personelu medycznego.



Rysunek 3. Koncepcja rozwijanego przez autorów zintegrowanego środowiska osoby niepełnosprawnej (rysunek nie zawiera podsystemów komunikacji i sterowania)

Źródło: E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Exoskeletons in neurological diseases – current and potential future applications*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 2, s. 227–233; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Neuroprostheses for increasing disabled patients’ mobility and control*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2012, Nr 2, s. 263–272; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *E-learning in the education of people with disabilities*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 1, s. 103–109; E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Wheelchairs development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2010, Nr 6, s. 771–776

Zasadnicze problemy

W omawianym zakresie zasadnicze problemy stanowią:

- wyważenie pomiędzy przywracaniem funkcji a ich zastępowaniem (urządzeniami, implantami) w ramach leczenia i rehabilitacji – dotyczy to również osób wykorzystujących niektóre z opisywanych rozwiązań tymczasowo w ramach wspomaganie powrotu do zdrowia (np. u pacjentów z osłabieniem), które, w skrajnym przypadku, mogą nie chcieć zrezygnować ze wspomaganie na rzecz funkcjonowania samodzielnego (choć w części przypadków może mniej efektywnego),
- zapewnienie wygodnego, intuicyjnego i adaptacyjnego sterowania przez osoby z różnymi stopniami i rodzajami deficytów oraz (jednocześnie) przez osoby zdrowe (rodzinę, opiekunów, terapeutów) – niedoścignionym wzorcem pozostaje wielomodalna interakcja człowiek-maszyna, zbliżona do porozumiewania się człowieka z człowiekiem (adaptacyjna mieszanina różnych modalności),
- zapewnienie równowagi pomiędzy samodzielnością pacjenta a jego bezpieczeństwem i autonomią systemu,
- przestrzeganie zasady optymalnego (umiarkowanego) nasycania otoczenia osoby niepełnosprawnej urządzeniami technicznymi i właściwego przygotowania do tego pacjenta i jego rodziny/opiekunów, gdyż nadmierne otoczenie techniką może zmniejszać pacjenta, budzić jego lęk lub niepewność, a także powodować konieczność zwiększonego wsparcia innych osób w tym zakresie – tym samym technika nie sprowadza większej samodzielności pacjenta, a wręcz go częściowo ubezwłasnowolnia.

Ww. kwestie wymagają nie tylko dalszych intensywnych badań, ale i wytycznych zarówno ze strony autorytetów nauk biomedycznych (lekarzy, fizjoterapeutów, psychologów i innych), autorytetów nauk technicznych, jak i etyków oraz filozofów.

Bezpieczeństwo robotów medycznych

Bezpieczeństwo robotów rehabilitacyjnych zostało już dość dobrze opisane²⁹. W obszarze tym należy przede wszystkim zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- wykorzystywanie sprzętu certyfikowanego, w tym dopuszczonego przez Agencję Oceny Technologii Medycznych,
- właściwe przygotowanie personelu medycznego, pacjentów i ich rodzin oraz wykorzystywanie sprzętu zgodnie z przeznaczeniem,
- właściwe przygotowanie pacjenta i miejsca zabiegu,
- utrzymanie sprawności i czystości urządzeń, w tym wyłączników awaryjnych i osłon,
- uwzględnienie ograniczeń systemu sterowania.

²⁹ E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Bezpieczeństwo pracy z robotami rehabilitacyjnymi*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2012, Nr 2, s. 9–11

Szczegółowe wytyczne w omawianym zakresie zależą od rodzaju i ilości wykorzystywanych urządzeń, a tym samym wymagają doprecyzowania w przypadku każdego pacjenta. Obszary szczególnej uwagi i troski stanowią:

- nieprzestrzeganie zasad bezpieczeństwa zarówno przez terapeutę, jak i pacjenta, szczególnie przy eksploatacji urządzeń posiadających ruchome części,
- samodzielne wykorzystywanie urządzeń przez pacjentów w domu (w ramach telerehabilitacji) oraz samodzielne podłączanie i odłączanie poszczególnych urządzeń, czujników itp. (w ramach telenadzoru),
- wykorzystanie urządzeń do terapii pacjentów-dzieci pod nadzorem rodziców/opiekunów,
- wykorzystanie urządzeń do terapii pacjentów z zaburzeniami świadomości, z zaburzeniami czucia, pacjentów bez tzw. „kontaktu” lub „nadambitnych”, którzy pomimo bólu nie zgłaszają tego terapeutcie i będą kontynuowali ćwiczenia,
- samodzielna zmiana ustawień (przypadkowa lub nie) przez pacjenta, jego rodzinę/opiekunów.

Robot czy automat, bez względu na poziom autonomiczności, pozostaje jedynie maszyną i wymaga przedsięwzięcia wszystkich środków ostrożności z tym związanych. Odrębną kwestię stanowi groźba dehumanizacji medycyny oraz preferowanie kontaktu z robotem w miejsce terapeuty – należy pamiętać, że telerehabilitacja jest jedną z form usprawniania i, nawet w przypadku uzyskiwania pożądaných efektów, wymaga okresowego kontaktu z lekarzem, fizjoterapeutą i innymi specjalistami medycznymi w celu oceny postępów, przeprowadzenia szczegółowej diagnostyki, wykrycia możliwych niekorzystnych zmian wtórnych, modyfikacji planu terapii lub jej parametrów itp. Warto zaznaczyć, że nawet w dynamicznie się w Polsce rozwijającej telerehabilitacji kardiologicznej stosuje się często model hybrydowy, tj. oparty na naprzemiennej rehabilitacji domowej (telerehabilitacji) oraz ambulatoryjnej/szpitalnej³⁰.

Dyskusja i kierunki rozwoju

Wyważone i rozsądne zastosowanie rozwiązań technicznych w leczeniu, rehabilitacji i opiece będzie z pewnością korzystne. W obszarze klinicznego wykorzystania rozwiązań robotyki i automatyki niezbędne staje się wypracowanie wytycznych w zakresie dopasowania ilości i rodzaju wykorzystywanych rozwiązań technicznych do:

- wskazań i przeciwwskazań,
- potrzeb i możliwości pacjenta, jego rodziny/opiekunów, personelu medycznego i opieki społecznej,
- możliwości zwiększenia efektów klinicznych,
- innych ograniczeń wynikających z rodzaju terapii, nasycenia jej techniką itp.

³⁰ I. Korzeniowska-Kubacka, B. Dobraszkiewicz-Wasilewska, M. Bilińska i in., *Two models of early cardiac rehabilitation in male patients after myocardial infarction with preserved left ventricular function: comparison of standard out-patient versus hybrid training programmes*, „Kardiologia Polska” 2011, Nr 69(3), s. 220–226

Będzie to przeciwdziałać nadmiernemu nasyceniu otoczenia pacjenta rozwiązaniami technicznymi, dehumanizacji medycyny oraz (wbrew pozorom) zmniejszeniu jakości życia pacjenta i jego rodziny/opiekunów. Nie można też zapominać, że wykorzystanie rozwiązań technicznych jest elementem uzupełniającym tradycyjną terapię i opiekę (m.in. w ramach opieki całodobowej) i nie może zastąpić jej całkowicie. Wydaje się, że wykorzystanie paradygmatu Medycyny Opartej na Faktach pozwoli na obiektywną ocenę możliwości w tym zakresie³¹.

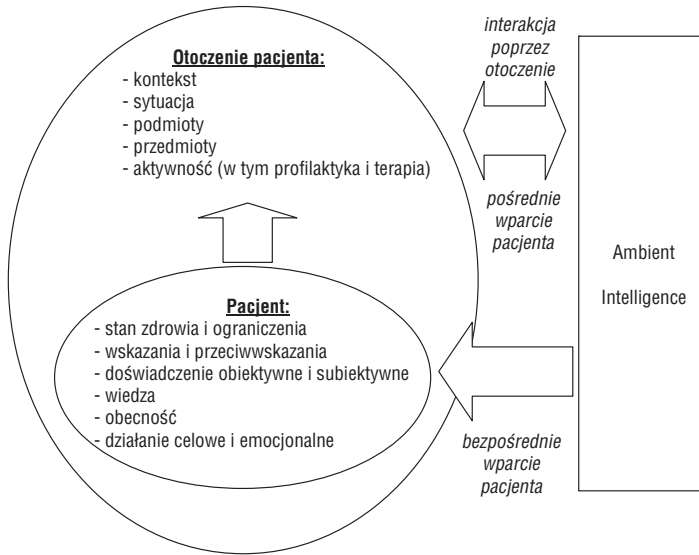
Z punktu widzenia pacjentów i ich rodzin/opiekunów kluczowa wydaje się z jednej strony przyjazność stosowanych rozwiązań oraz prostota ich obsługi, a z drugiej: ich uniwersalność oraz zgrupowanie w całe wielofunkcyjne systemy, sterowane za pomocą wspólnego adaptacyjnego interfejsu oraz uczące się zachowań i preferencji pacjenta, jego rodziny i opiekunów. Adaptacja taka pozwoli na uniknięcie wielu stresujących lub irytujących sytuacji, wynikających najczęściej z drobnych nieporozumień. Bez względu na stopień zaawansowania technicznego (w tym systemu sterowania opartego na sztucznej inteligencji) maszyna zawsze pozostanie maszyną, i choć może planować i przewidywać czynności z wyprzedzeniem (uwzględniając określone uwarunkowania, np. czasowe, kulturowe itp.), to trudno oczekiwać od niej logiki zbliżonej do ludzkiej i podobnego zachowania.

Wycofanie z rynku amerykańskiego wielofunkcyjnego wózka dla niepełnosprawnych iBot 4000 nakazuje przyjrzeć się jeszcze jednemu aspektowi, mianowicie kosztochłonności prezentowanych urządzeń. Zbyt duże koszty zakupu i/lub eksploatacji mogą przełożyć się na zakończone niepowodzeniem wprowadzenie nowego produktu robotyki/automatyki medycznej na rynek. Ze względu na wysokie koszty opracowania i wdrożenia opisywanych rozwiązań wyjściem może być wprowadzanie produktów tego typu w kilku wersjach, przeznaczonych dla różnego odbiorcy (indywidualnego, instytucjonalnego różnych typów).

Dalszy przewidywany rozwój technologiczny w kierunku Internetu Rzeczy (ang. *Internet of Things* – IoT) w miejsce obecnego Internetu, inteligencji otoczenia (ang. *Ambient Intelligence* – Aml) oraz informatyki afektywnej (ang. *Affective Computing* – AC) pociągną za sobą dalszą integrację poszczególnych rozwiązań dedykowanych grupie odbiorców niepełnosprawnych. Inteligencja otoczenia jest uważana za najbardziej zaawansowaną formę interakcji człowieka ze sztucznym inteligentnym otoczeniem. Elementy kontrolne i efekторы są wbudowane już na etapie produkcji w niemalże każdy sprzęt codziennego użytku oraz element wystroju wnętrz i przestrzeni społecznych (np. ściany czy nawierzchnie dróg) oraz łączące je systemy komunikacyjne pozwolą na zrewolucjonizowanie m.in. opieki zdrowotnej i społecznej, edukacji i pracy³².

³¹ E. Mikołajewska, *Obiektywizacja wyników rehabilitacji – próba ujęcia kompleksowego*, „Nowiny Lekarskie” 2011, Nr 80 (4), s. 305–311; E. Mikołajewska, *Metody obiektywizacji wyników fizjoterapii*, „Rocznik Naukowy Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku” 2011, Nr XXI, s. 101–107

³² H. Nakashima, H. Aghajan, J. C. Augusto, *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Heidelberg–New York, Springer, 2010; *Ambient Intelligence*, red. W. Weber, J. M. Rabaey, E. Aarts, Heidelberg–New York, Springer, 2005; *Ambient Intelligence*, red. G. Riva, F. Vatalaro, F. Davide, Amsterdam, IOS Press, 2005



Rysunek 4. Wsparcie pacjenta z wykorzystaniem Ambient Intelligence

Źródło: opracowanie własne

Szersze wdrożenie Aml pozwoli na:

- adaptacyjne, przyjazne dla pacjenta (również z deficytami neurologicznymi) interfejsy działające w czasie rzeczywistym – różnice indywidualne mogą się uwidaczniać zarówno w uwzględnieniu kontekstu, preferencji, organizacji wiedzy, zdolności motorycznych, umiejętności przyciągnięcia i utrzymania skupienia uwagi, jak i dostosowaniu szybkości i sposobu prezentacji informacji do możliwości percepcji,
- efektywniejsze wsparcie pacjenta,
- niemal bezzwłoczną reakcję na sytuacje alarmowe,
- redundantne, odporne na uszkodzenia środowisko pozyskiwania i wstępnego przetwarzania danych.

Możliwy stanie się tzw. efekt anioła stróża – niezwykle trudny do osiągnięcia ideał komunikacji inteligentnego otoczenia, polegający na odczuwaniu wsparcia bez natrętnego nadzorowania. Efekt ten może zostać pogłębiony dzięki szerszemu wykorzystaniu systemów informatyki afektywnej, zbierających dane na temat nastroju i samopoczucia pacjenta i wpływających na nie poprzez adaptacyjne oddziaływanie otoczenia³³.

Wadą omawianych rozwiązań są początkowe trudności technologiczne oraz dość wysokie koszty wdrożenia proponowanych rozwiązań. Wymagać one będą również:

- standaryzacji i pełniejszego dowiązania systemów telemedycznych i telerehabilitacyjnych do istniejących szpitalnych systemów informatycznych (ang. *Hospital Information System* – HIS) oraz systemów informacyjnych w lecznictwie otwartym,

³³ R. W. Picard, *Affective Computing*, Cambridge, MIT Press, 1997, s. 17

Tab. 4. Najważniejsze projekty badawcze z zakresu zastosowań Aml w medycynie

Nazwa	Zastosowanie medyczne
CeTpd Technical Research Centre for Dependence Care and Autono- mous Living	<ul style="list-style-type: none"> – HELP – opieka domowa w chorobie Parkinsona – MOMOPA – mobilność w chorobie Parkinsona – CAALYX – monitorowanie osób w podeszłym wieku – ADA – inteligentne systemy pomocy osobom niepełnosprawnym
EQUAL University of Reading	Alternatywne szpitalne interfejsy trzyłożkowe dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych, w podeszłym wieku i o specjalnych potrzebach edukacyjnych, zwiększające ich bezpieczeństwo
FLUID MIT	Alternatywne interfejsy: <ul style="list-style-type: none"> – SixthSense – rozpoznawanie gestów – ThirdEye – wiele osób ogląda jednocześnie różną treść na tym samym ekranie – TeleTouch – sterowanie otoczeniem za pomocą ekranu dotykowego telefonu komórkowego
HYDRA (LinkSmart) Konsorcjum firm Open source middleware dla Networked Embedded Systems	<ul style="list-style-type: none"> – REACTION – terapia cukrzycy – inCASA – opieka domowa nad osobami w podeszłym wieku
Internet of Things CERP-IoT	<ul style="list-style-type: none"> – technologie medyczne identyfikacji pacjentów (RFID), monitorowania parametrów życiowych, podawania leków i ratowania życia (wewnętrzny defibrylator) – samodzielne życia dla osób chorych i niepełnosprawnych, przeniesienie części terapii i monitorowania parametrów życiowych do opieki domowej i mobilnej (nad pacjentem będącym w ruchu) – bezpieczeństwo produktów farmaceutycznych, m.in. poprzez inteligentne etykiety, śledzenie ich losów przez cały cykl „życia” leku oraz monitorowanie podawania leków
MINAml STMicroelectronics Zintegrowana platforma mikro/ nano dla aplikacji Aml	<ul style="list-style-type: none"> – monitorowanie podawania leków – monitorowanie stanu zdrowia – inteligentne czujniki wbudowane w otoczenie pacjenta oraz wirtualny interfejs pacjenta – akustyczne czujniki w otoczeniu pacjenta słabo słyszącego (rozpoznawanie głosu, lokalizacja źródła dźwięku)
universAAL – Ambient Assisted Living Konsorcjum firm	Geriatryczna opieka domowa – jako element platformy OSAml – bezpieczeństwo, pomoc w czynnościach życia codziennego (ADL), nauce i pracy, wsparcie usług służby zdrowia, ocena ryzyka

Źródło: E. Mikołajewska, D. Mikołajewski, *Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence*, „Acta Bio-Optica et Informatica Medica” 2011, Nr 3, s. 207–210

- przygotowania personelu służby zdrowia i opieki społecznej, pacjentów i ich rodzin/opiekunów,
- lepszego zsynchronizowania wysiłków w ramach zespołów wielospecjalistycznych, w tym z różnych obszarów medycyny: rehabilitacji i fizjoterapii, (tele) neurologii, (tele) kardiologii, terapii zajęciowej, logopedii itp., ale również włączenia (w różnych formach) specjalistów zarówno dziedziny informatyki, robotyki, automatyki, jak i inżynierii biomedycznej i rehabilitacyjnej – współpraca ta jest możliwa zarówno w środowisku rzeczywistym, jak i zdalnie, dzięki wirtualnym obszarom pracy wspólnej całych zespołów (ang. *collaborative virtual environments*) oraz rozwiązaniom, takim

jak CAVE (ang. *Cave Automatic Virtual Environment*) czy HMD (ang. *head-mounted display*),

- wypracowania metody wykorzystania zarówno obecnych, jak i zupełnie nowych metod diagnostycznych (m.in. testów zdalnych),
- tworzenia modeli biznesowych usług zdrowotnych wraz z analizą efektywności wykorzystywanych rozwiązań.

Postęp w omawianym zakresie jest również silnie uzależniony od tempa rozwoju w dwóch zasadniczych obszarach:

- technologii źródeł zasilania, determinujących autonomiczność wykorzystywanych rozwiązań,
- miniaturyzacji, szczególnie bioMEMS (ang. *biomedical microelectromechanical systems*), bioNEMS (ang. *biomedical nanoelectromechanical systems*) i lab-on-a-chip (LOC).

Posumowanie

Podsumowując przedstawiony przegląd, końcową ocenę możliwości automatyzacji i robotyzacji otoczenia osoby niepełnosprawnej oraz jej perspektyw w realiach polskich można określić jako pozytywną. Niektóre z omawianych rozwiązań znalazły już swoje stałe miejsce na oddziałach szpitalnych i w placówkach rehabilitacyjnych, niektóre z nich trafiają również do domów pacjentów. Nie ulega jednak wątpliwości, że należy położyć większy nacisk na konstrukcję rozwiązań w oparciu o krajowe ośrodki badawcze, zarówno uczelnie techniczne i medyczne, jak również instytuty naukowe (Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, Instytut Techniki i Aparatury Medycznej, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów) oraz szerszą adaptację doświadczeń zagranicznych do realiów polskich. Tendencja przenoszenia części usług związanych z leczeniem, rehabilitacją i opieką ze szpitali i ambulatoriów do domów będzie narastała, a tym samym będzie rosło znaczenie opisywanych tu rozwiązań. Ważnym kierunkiem pozostaje konstruowanie przyjaznych pacjentowi środowisk inteligentnych, opartych zarówno na koncepcjach obecnych (inteligentny dom, inteligentne ubranie), jak i przyszłościowych (*Ambient Intelligence*).

Literatura

Allen B., *An integrated approach to Smart House technology for people with disabilities*, „Med Eng Phys” 1996, Nr 18(3)

Ambient Intelligence, red. Riva G., Vatalaro F., Davide F., Amsterdam, IOS Press, 2005

Ambient Intelligence, red. Weber W., Rabaey J. M., Aarts E., Heidelberg–New York, Springer, 2005

Arai H., Ouchi Y., Yokode M. i in., *Toward the realization of a better aged society: messages from gerontology and geriatrics*, „Geriatr Gerontol Int” 2012, Nr 12(1)

Arita A., Hiraki K., Kanda T. i in., *Can we talk to robots? Ten-month-old infants expected interactive humanoid robots to be talked to by persons*, „Cognition” 2005, Nr 95(3)

- Bemelmans R., Gelderblom G. J., Jonker P. i in., *Socially assistive robots in elderly care: a systematic review into effects and effectiveness*, „J Am Med Dir Assoc” 2012, Nr 13(2)
- Bianchi Bandinelli R., Saba A., *Proposals and solutions for autonomy of the disabled and elderly*, „Stud Health Technol Inform” 1998, Nr 48
- Chittoria R. K., *Telemedicine for wound management*, „Indian J Plast Surg” 2012, Nr 45(2)
- Cyberdyne Inc. Domestic Rental <http://www.cyberdyne.jp/english/customer/index.html> – data pobrania: 13.03.2013
- Ding D., Cooper R. A., Kaminski B. A. i in., *Integrated control and related technology of assistive devices*, „Assist Technol” 2003, Nr 15(2)
- Gentry T., *Smart homes for people with neurological disability: state of the art*, „NeuroRehabilitation” 2009, Nr 25(3)
- Giannopulu I., Pradel G., *Multimodal interactions in free game play of children with autism and a mobile toy robot*, „NeuroRehabilitation” 2010, Nr 27(4)
- Hammel J., *Technology and the environment: supportive resource or barrier for people with developmental disabilities?*, „Nurs Clin North Am” 2003, Nr 38(2)
- Harup P., *Japansk robot pa besog i Odense*, „Focus” 2011, Nr 10
- Hoefler D., Mecheels S., *I-wear for health care and wellness – state of the art and future possibilities*, „Stud Health Technol Inform” 2004, Nr 108
- Korzeniowska-Kubacka I., Dobraszkiewicz-Wasilewska B., Bilińska M. i in., *Two models of early cardiac rehabilitation in male patients after myocardial infarction with preserved left ventricular function: comparison of standard out-patient versus hybrid training programmes*, „Kardiol Pol” 2011, Nr 69(3)
- Legerstee M., Barna J., DiAdamo C., *Precursors to the development of intention at 6 months: understanding people and their actions*, „Dev Psychol” 2000, Nr 36(5)
- Meinander H., Honkala M., *Potential applications of smart clothing solutions in health care and personal protection*, „Stud Health Technol Inform” 2004, Nr 108
- Mikołajewska E., *Metody obiektywizacji wyników fizjoterapii*, „Rocznik Naukowy Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku” 2011, Nr XXI
- Mikołajewska E., *Obiektywizacja wyników rehabilitacji – próba ujęcia kompleksowego*, „Nowiny Lekarskie” 2011, Nr 80 (4)
- Mikołajewska E., *Wózki dla osób niepełnosprawnych: budowa, akcesoria, dobór i użytkowanie*, Bydgoszcz, Margrafesen, 2012
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Możliwości wykorzystania egzoszkieletu medycznego jako nowoczesnej formy terapii*, „Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania” 2012, Nr IV/2012 (5)
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Bezpieczeństwo pracy z robotami rehabilitacyjnymi*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2012, Nr 2
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Dobór komputera dla osób niepełnosprawnych – doświadczenia własne*, „Acta Bio-Opt Inform Med.” 2012, Nr 8 (3)
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *E-learning in the education of people with disabilities*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 1
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Exoskeletons in neurological diseases – current and potential future applications*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2011, Nr 2
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Możliwości wykorzystania robotów pomocniczych i obsługowych w opiece domowej*, „Gerontol Pol” 2011, Nr 19 (3-4)
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Neuroprostheses for increasing disabled patients’ mobility and control*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2012, Nr 2
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Neurorehabilitacja XXI wieku: Techniki teleinformatyczne*, Kraków, Impuls, 2011
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Nowoczesne rozwiązania techniczne w usprawnianiu funkcji kończyn górnych*, „Annales Academiae Medicinae Silesiensis” 2012, Nr 66 (4)

- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Od komputera do niezależności życiowej*, „Niepełnosprawność i Rehabilitacja” 2009, Nr 1
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Roboty rehabilitacyjne*, „Rehabilitacja w Praktyce” 2010, Nr 4
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Roboty terapeutyczne w rehabilitacji neurologicznej dzieci*, „Neurologia Dziecięca”, Nr 42
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Tworzenie nowej dziedziny nauki – zintegrowane rozwiązania dla niepełnosprawnych, ciężko chorych i w podeszłym wieku*, „Postępy Rehabilitacji” 2011, Nr 2
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Wheelchairs development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers*, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2010, Nr 6
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Wybrane rozwiązania automatyki i robotyki w wózkach dla niepełnosprawnych*, „Postępy Rehabilitacji” 2011, Nr 1
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence*, „Acta Bio-Opt Inform Med.” 2011, Nr 3
- Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C., *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Heidelberg–New York, Springer, 2010
- Picard R. W., *Affective Computing*, Cambridge, MIT Press, 1997
- Projekt „Rehabilitacyjny Egzoszkielet Kończyn Dolnych” <http://egzo.polsl.pl/> – data pobrania: 13.03.2013
- Poulin-Dubois D., Brooker I., Chow V., *The developmental origins of naïve psychology in infancy*, „Adv Child Dev Behav” 2009, Nr 37
- Shibata T., Wada K., *Robot therapy: a new approach for mental healthcare of the elderly – a mini-review*, „Gerontology” 2011, Nr 57(4)
- Stefanov D. H., Bien Z., Bang W. C., *The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives*, „IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng” 2004, Nr 12(2)
- Surian L., Caldi S., Sperber D., *Attribution of beliefs by 13-month-old infants*, „Psychol Sci” 2007, Nr 18(7)
- Yamamoto K., Tanaka S., Kobayashi H. i in., *A non-humanoid robot in the „uncanny valley”: experimental analysis of the reaction to behavioral contingency in 2-3 year old children*, „PLoS One” 2009, Nr 4(9)
- Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów „Raport Polska 2030” <http://zds.kprm.gov.pl/raport-polska-2030-wyzwania-rozwojowe> – data pobrania: 11.02.2013