

Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence

Medical application of Ambient Intelligence systems

Emilia Mikołajewska¹, Dariusz Mikołajewski²

¹ Klinika Rehabilitacji, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy,

ul. Powstańców Warszawy 5, 85-681 Bydgoszcz, tel. +48 607 88 77 07, e-mail: e.mikolajewska@wp.pl

² Katedra Informatyki Stosowanej, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Grudziądzka 5/7, 87-100 Toruń

Streszczenie

Ambient Intelligence (AmI), czyli inteligencja otoczenia, oznacza efektywne i transparentne wsparcie aktywności użytkowników za pomocą narzędzi i technik wywodzących się z informatyki i telekomunikacji. Oferowane usługi i rozwiązania techniczne są dostosowane do potrzeb konkretnego użytkownika. Jednocześnie charakteryzują się elastycznością zakresu i formy sterowania oraz możliwością ograniczenia ilości otrzymywanych informacji. Dotychczasowe zastosowania AmI obejmują utrzymanie i naprawę. Możliwa jest również praca w nowych obszarach, obejmujących: medycynę, inżynierię biomedyczną i kognitywistykę, edukację, interaktywne systemy rozrywkowe działające w czasie rzeczywistym (w tym gry), archiwizację i przeszukiwanie zasobów oraz nowe standardy komunikacyjne. Celem niniejszej pracy jest ocena technologii i procesów kryjących się pod pojęciem AmI oraz omówienie przykładowych zastosowań medycznych.

Słowa kluczowe: medycyna, rehabilitacja, telemedycyna, sztuczna inteligencja, *Ambient Intelligence*

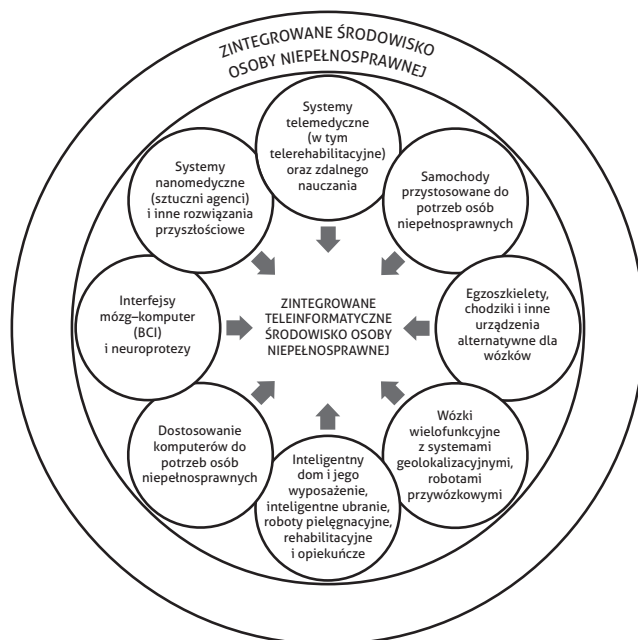
Abstract

Ambient Intelligence (AmI) is an effective and transparent support of the users activity by means of the information and communication technologies. It provides tailored services and solutions with required flexibility in the controlling of the personalized information and data volume. Applications of AmI include maintenance and repairing, as well as the possibility to work in various environments, like in medicine, biomedical engineering and cognitive sciences, education, real-time interactive gaming and entertainment, archiving, new communication standards etc. The goal of this study was to assess some of the AmI technologies and processes, as well as to present the exemplary medical applications.

Keywords: medicine, rehabilitation, telemedicine, artificial intelligence, Ambient Intelligence

Wprowadzenie

Ambient Intelligence (AmI – inteligencja otoczenia) to obecnie najbardziej zaawansowana forma interakcji człowiek–komputer zbliżona do wielomodalnego kontaktu między dwiema rzeczywistymi osobami. AmI obejmuje integrację wszystkich znanych obecnie rozwiązań z dziedziny telekomunikacji, informatyki, sztucznej inteligencji, biocybernetyki, medycyny, inżynierii biomedycznej, nauk społecznych i kognitywistyki w formie inteligentnego otoczenia człowieka. Stanowi unikalne połączenie wiedzy technicznej oraz znajomości sposobu doświadczania przez człowieka otaczającego go świata.



Rys. 1 Rozwiązania obecnie wykorzystywane na przykładzie koncepcji zintegrowanego środowiska osoby niepełnosprawnej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1, 2].

Na rysunku nie ujęto platformy telekomunikacyjnej oraz wspólnej części systemu: sterowania środowiskiem, wymiany danych, priorytetyzowania itp.

Większość obecnie prowadzonych badań nad *Ambient Intelligence* dotyczy istniejących już środowisk zintegrowanych: inteligentnego domu, inteligentnego ubrania, geolokalizacji czy systemów telemedycznych (por. rys. 1) [1, 2]. Rodzi się więc pytanie, dlaczego nacisk jest kładziony na *Ambient Intelligence*, a nie na doskonalenie dotychczas istniejących rozwiązań. Wynika to z faktu, że środowisko AmI, w odniesieniu do pojedynczego użytkownika, jest:

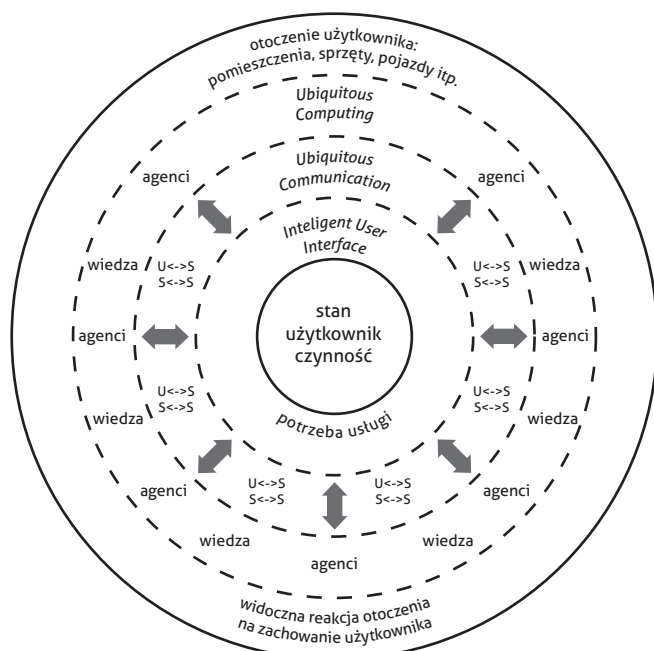
- autonomiczne – nie wymaga bezpośredniej ingerencji lub ciągłego nadzoru innych osób, z wyjątkiem rzadkich alertów,
- elastyczne – dostosowuje się do potrzeb i zwyczajów użytkownika, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb i możliwości komunikacyjnych, co jest szczególnie istotne w przypadku osób wymagających opieki lub osób ze szczególnymi potrzebami w tym zakresie (niepełnosprawni, dzieci),
- energooszczędne – korzysta z różnych dostępnych zasobów poprzez sieci tworzone *ad hoc*, nie obciążając innych sieci, z wyjątkiem użytkownika mobilnego,
- oraz pracuje w tle – realizuje zadania, jedynie w razie potrzeb komunikując się z użytkownikiem lub systemami zewnętrznymi (żądania zewnętrzne, alerty, kontrola poprawności działania).

Osiągnięcie wystarczającego poziomu jakości usług w takim środowisku wymaga stworzenia od podstaw nowych technologii, implementując z już istniejących jedynie to, co niezbędne.

Badania

Systemy AmI charakteryzują się m.in. następującymi cechami:

- obecność w otoczeniu człowieka,
- świadomość sytuacyjna i kontekstowa,
- działanie,
- przetwarzanie rozpowszechnione (rys. 2).



Działanie AmI:
 - zintegrowane i całościowe,
 - dopasowane do sytuacji,
 - dopasowane do użytkownika,
 - przewidujące kolejne posunięcia użytkownika,
 - zapewniające prywatność i bezpieczeństwo danych.

U<->S – połączenie użytkownik – czujnik/efektor AmI
 S<->S – połączenie czujniki/efektor AmI – czujnik/efektor AmI

— — warstwy „przezroczyste” w otoczeniu użytkownika

Rys. 2 Idea Ambient Intelligence – kolejne kręgi odzwierciedlają (inter)aktywne otoczenie użytkownika

Pełne wdrożenie tych systemów pozwoliłoby nie tylko na pełne oddziaływanie człowieka z otoczeniem, ale również na wirtualne przenoszenie człowieka do innych miejsc, na wirtualne spotkania z innymi ludźmi lub do stworzonego od podstaw sztucznego otoczenia, z jednoczesnym zachowaniem poczucia obecności w takim miejscu. Stąd najprostszą definicją AmI, odnoszącą się do doświadczenia go przez użytkownika, jest następująca: efektywne i transparentne wsparcie aktywności użytkowników za pomocą narzędzi i technik wywodzących się z informatyki i telekomunikacji [3]. Definicja ISTAG (*Information Society Technology Advisory Group*) opisuje AmI jako wyłaniającą się właściwość inteligentnych interfejsów człowiek–komputer wspomaganą przez techniki informatyczne i komunikacyjne, wbudowaną w obiekty i przedmioty codziennego użytku [3]. Z dotychczasowych badań wynika, że do uzyskania AmI potrzebne jest spełnienie następujących warunków:

- znaczna ilość czujników oraz efektorów zorientowanych na użytkownika wbudowana w otoczenie – w tym obszarze pojęcie *Ubiqitous Computing* (przetwarzanie bez granic) obejmuje meble, ubrania, zabawki, pojazdy, a nawet tynk i farby na ścianach oraz nawierzchnię ulic i chodników,
- multimodalne systemy komunikacji użytkownika z AmI o różnych formach interakcji oraz typach i poziomach obecności,
- realizacja funkcji związanych z monitorowaniem i zabezpieczaniem potrzeb użytkownika w czasie rzeczywistym,
- selekcja i interpretacja przez AmI gestów, mimiki twarzy, zmian w sposobie artykulacji dyktowanych nastrojem czy kontekstem itp. oraz reagowanie na nie – ze zwróceniem szczególnej uwagi na ograniczenia, jakim podlega przetwarzanie dużej ilości informacji o zachowaniu użytkownika, stąd pojęcie uwagi jako skupienia się na bieżącym zachowaniu i najbliższym otoczeniu użytkownika,

- reakcje (np. usługi) AmI powinny być nie tylko dyskretne i dopasowane do użytkownika (np. do jego przyzwyczajeń), ale również elastyczne w zakresie sposobu sterowania przez użytkownika oraz ilości i tempa przekazywanych mu informacji (pod każdą postacią, np. obrazu i dźwięku),
- działanie również w odniesieniu do użytkowników mobilnych,
- przewidywanie zachowań użytkowników, m.in. na podstawie dotychczasowego zachowania, przyzwyczajeń itp., oraz planowanie wyprzedzające, co przyspiesza reakcję AmI,
- standaryzowana, uniwersalna i elastyczna architektura systemów AmI [3, 4].

Jak widać z powyższego, aspekty techniczne są istotne, ale niewystarczające. O efektywności systemów decydują istotne szczegóły w zakresie sposobu i szybkości uczenia się i interpretacji przez AmI zachowania użytkownika i zmian w nim następujących. Stąd konieczność włączenia do badań nad AmI neurofizjologów i psychologów, jak również specjalistów dziedzin zajmujących się motywacją ludzkich zachowań na różnych poziomach.

Częściowo rozwiązania te funkcjonują obecnie, jednak konieczne jest ich dostosowanie do nowych wymagań i połączenie w jeden system. Ze względu na znaczne koszty i konieczne badania interdyscyplinarne jest to proces długotrwały, niemniej jednak oszczędności

(np. w dziedzinie profilaktyki i ochrony zdrowia) mogą okazać się znacznie większe. Obecnie jest prowadzonych co najmniej 40 jawnych projektów z obszaru AmI. Liczbę projektów z obszaru bezpieczeństwa i obronności, technologii kosmicznych itp. szacuje się na kilkukrotnie wyższą. Rozwijane są rozwiązania, takie jak NBIC (*Nano- Bio-Information and Cognitive Science*) czy iHCI (*implicit Human Computer Interaction*) [5–7].

Zastosowania medyczne

Zastosowania medyczne AmI obejmują przede wszystkim:

- integrację systemów telemedycznych z otoczeniem człowieka, również w przestrzeni publicznej, minimalizującą czas dotarcia pomocy (np. ratowników medycznych) – reakcja AmI może być natychmiastowa, również dzięki układowi bioMEMS/bioNEMS (*bio Micro Electromechanical Systems/bio Nano Electromechanical Systems*) implantowanym użytkownikom z grup ryzyka [8, 9];
- teleoperacje, telewizyty i telekonsultacje, w tym z użyciem telekinestetycznych systemów czucia zdalnego do palpacyjnego badania pacjenta oraz sterowania czułymi manipulatorami i urządzeniami;
- rozwój przetwarzania danych, w tym monitorowania, analizy i oddziaływania otoczenia na emocje użytkownika;
- poprawę potencjału rehabilitacji i telerehabilitacji dzięki efektywniejszej terapii zorientowanej na użytkownika – poprzez wybór i dostosowanie oddziaływań całego otoczenia do potrzeb i oczekiwań użytkownika; rehabilitacja wtapia się w jego codzienną aktywność ADL (*Activities of Daily Life*) i trudno odróżnić, co jeszcze jest terapią, a co nie,

Tabela 1 Najważniejsze projekty badawcze z zakresu zastosowań Aml w medycynie

Nazwa	Zakres	Zastosowanie medyczne
Internet of Things CERP-IoT [14]	Służba zdrowia i opieka społeczna	<ul style="list-style-type: none"> – technologie medyczne identyfikacji pacjentów (RFID – <i>Radio Frequency Identification</i>), monitorowania parametrów życiowych, podawania leków i ratowania życia (wewnętrzny defibrylator), – usamodzielnienie osób chorych i niepełnosprawnych, przeniesienie części terapii i monitorowania parametrów życiowych do opieki domowej i mobilnej (pacjent w ruchu), – bezpieczeństwo produktów farmaceutycznych, m.in. poprzez inteligentne etykiety, śledzenie ich losów przez cały cykl „życia” leku oraz monitorowanie podawania leków
HYDRA (LinkSmart) Konsorcjum firm [15]	Oprogramowanie pośredniczące typu <i>open source middleware</i> dla Systemów Wbudowanych (<i>Embedded Systems</i>)	<ul style="list-style-type: none"> – REACTION – terapia cukrzycy, – inCASA – opieka domowa nad osobami w podeszłym wieku, – MASSIF – bezpieczeństwo danych
MINAml STMicroelectronics [16]	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, – wirtualny interfejs użytkownika, – akustyczne czujniki w otoczeniu pacjenta słabostyszającego (rozpoznawanie głosu, lokalizacja źródła dźwięku)
Rodzina projektów FLUID MIT [17]	Alternatywne, wygodne i przyjazne interfejsy do sterowania Aml	<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
EQUAL University of Reading [18]	Alternatywne szpitalne interfejsy przyłóżkowe	<ul style="list-style-type: none"> – interfejsy dla informowania, komunikacji, nauki, rozrywki, – interfejsy dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych, w podeszłym wieku o specjalnych potrzebach edukacyjnych, – bezpieczeństwo osób w podeszłym wieku
Rodzina projektów CeTpD Aml projects Technical Research Centre for Dependent Care and Autonomous Living [19]	Opieka domowa nad przewlekłe chorymi i osobami w podeszłym wieku i niepełnosprawnymi	<ul style="list-style-type: none"> – HELP – opieka domowa w chorobie Parkinsona, – MOMOPA – mobilność w chorobie Parkinsona, – AGENDA – wzrost dostępności usług Aml, – CAALYX – monitorowanie osób w podeszłym wieku, – ADA – inteligentne systemy pomocy osobom niepełnosprawnym
universAAL – Ambient Assisted Living Konsorcjum z udziałem m.in. firmy Philips [20]	Aml w geriatrycznej opiece domowej – element platformy OSaml	<ul style="list-style-type: none"> – uniwersalna platforma świadczenia usług, – usługi: bezpieczeństwo, pomoc w czynnościach życia codziennego (ADL), nauce i pracy, wsparcie usług służby zdrowia, ocena ryzyka
DVTk HUMIQ [21]	Standardy w diagnostyce obrazowej – element platformy OSaml	<ul style="list-style-type: none"> – DICOM (<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>), HL7 (<i>Health Level Seven</i>), IHE (<i>Integrating the Healthcare Enterprise</i>)

* różnica znamienista statystycznie

gdyż np. z całej aktywności otoczenia niezauważalnie dla użytkownika mogą być wyeliminowane bodźce powodujące zachowania patologiczne, a uwypuklone te, które sprzyjają aktywności związanej z terapią;

- rozbudowane formy aktywności społecznej dla osób niepełnosprawnych, ciężko chorych i w podeszłym wieku, również związane z nienatrętną edukacją zdrowotną [10–13];
- zmiany w organizacji opieki nad pacjentami na oddziałach szpitalnych oraz w domach opieki dzięki zdalnemu monitorowaniu ruchu chorych i ich stanu zdrowia oraz niezwłocznej reakcji na alerty – dodatkowo, brak widocznego nadzoru przełoży się na lepsze samopoczucie i wzrost samodzielności pacjentów;
- integrację informacji o pacjentach (np. skanery całego ciała, zarówno w celach identyfikacyjnych, jak i do wykrywania anomalii) oraz automatyzację przepływu i prezentacji informacji w ramach systemu informacyjnego opieki zdrowotnej (obecnie głównie HIS – *Hospital Information Systems*, LIS – *Laboratory Information Systems*, RIS – *Radiology Information System* i systemy lecznictwa otwartego), co przyczyni się to do powstania pełniejszych i bardziej wiarygodnych baz danych, w tym statystycznych oraz pozwalających na predykcję zagrożeń.

Część z projektów Aml przedstawionych w tabeli 1 zakończyła się w 2010 roku lub zakończy się w roku 2011, więc ich rezultaty mogą się niebawem pojawić na rynku i stymulować kierunki kolejnych badań naukowych. Najważniejszym obszarem badań, najbardziej zauważalnym przez pacjentów, jest komunikacja z systemem, w tym np. sterowanie głosem lub za pomocą całej sylwetki (rozpoznawanie pozycji ciała, gestów, mimiki itp.).

Dziedzina ta obejmuje m.in.:

- naturalne sposoby komunikacji, przyjazne dla osób chorych, w podeszłym wieku i dzieci,
- techniki informatyczne wstępnej (również zdalnej) diagnostyki oraz jako tzw. druga opinia.

Brak nienaturalnego interfejsu komunikacyjnego (myszy, klawiatury itp.) przybliży systemy Aml człowiekowi, niezależnie czy będzie to pacjent czy personel medyczny lub techniczny.

Obecnie trudno jest jednak dyskutować o konkretnym kształcie przyszłych rozwiązań Aml. Badania krajowe [22] są prowadzone głównie w ramach konsorcjów międzynarodowych, na Politechnice Warszawskiej, Politechnice Poznańskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów w Warszawie, w Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa EMAG w Katowicach oraz w ramach projektu ASK-IT – *Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired Users* (COMARCH) [23]. Badania z zakresu automatycznej identyfikacji obiektów RFID (*Radio Frequency Identification*) są prowadzone na Politechnice Gdańskiej [24], Politechnice Warszawskiej, Instytucie Logistyki i Magazynowania w Poznaniu oraz przez kilka firm prywatnych. Przejście na Aml lub jego odpowiednik czeka nas jednak tam samo nieuchronnie, jak doświadczana właśnie rewolucja internetowa czy prognozowana rezygnacja z klasycznej klawiatury i myszy komputerowej.

Kierunki rozwoju i zagrożenia

Zastosowania Aml, oprócz zastosowań czysto medycznych, obejmują:

- telepracę – pod różnymi postaciami, w tym naprawy (również w trudnych warunkach), nowe nieznanne jeszcze zawody wykorzystujące interakcje z otoczeniem,
- zdalną edukację,

- rozrywkę z użyciem sztucznych środowisk w czasie rzeczywistym,
- przeszukiwanie zasobów,
- nowe standardy komunikacyjne, w tym techniki doboru przetwarzanej informacji oraz oszczędnej transmisji w sieci.

Opracowane zostały już liczne modele biznesowe wykorzystania AmI. Są one atrakcyjne ze względu na stosunkowo niskie koszty przejścia na nowe technologie, szczególnie przy ich masowym rozpowszechnieniu wśród użytkowników.

Nie można uniknąć dyskusji o zagrożeniach związanych z AmI, zarówno na poziomie pojedynczego człowieka, jak i na poziomie społeczeństw [25, 26], takich jak:

- brak kontaktu fizycznego z innymi ludźmi,
- tworzenie fantazji i oderwanie od rzeczywistego życia w tzw. *hyperreality*,
- poczucie ciągłego obserwowania przez maszyny (por. koncepcja zagrożenia buntem maszyn) lub obsługujących je ludzi,
- aspekty etyczne, w tym utrata prywatności (*casus* implantu VeriChip firmy Positive ID oraz zakaz stosowania implantów RFID w niektórych stanach USA) [27, 28],
- długoterminowe skutki uboczne dla organizmu i psychiki (np. od prostych przypadków aż po złożone typu doświadczanie silnego wstrząsu, własnej choroby lub śmierci),
- poziom zabezpieczenia przed ingerencją z zewnątrz.

Właściwie sformułowane założenia prawne i etyczne systemów AmI oraz dobrowolność korzystania z nich pozwolą wyeliminować część tych zagrożeń. W pozostałych przypadkach decydującą rolę, podobnie jak w innych obszarach aktywności człowieka, mogą odgrywać zdrowy rozsądek i umiar, a także brak akceptacji społecznej dla niektórych rodzajów zachowań.

Podsumowanie

Zalety wykorzystania *Ambient Intelligence* w naukach medycznych i systemie służby zdrowia będziemy mogli obserwować dopiero za kilka lat. Zmiany te wymagają stopniowego przygotowania i akceptacji zarówno personelu medycznego i technicznego, jak i samych pacjentów. Wdrażane technologie niosą ze sobą nie tylko korzyści, ale również zagrożenia, którym należy przeciwdziałać u podstaw, a punktem wyjściowym jest uświadomienie tego potencjalnym użytkownikom. ■

Literatura

1. E. Mikołajewska, D. Mikołajewski: *Wheelchair development from the perspective of physical therapists and biomedical engineers*, *Adv Clin Exp Med.*, vol. 19(6), 2010, s. 771-776.
2. E. Mikołajewska, D. Mikołajewski: *E-learning in the education of people with disabilities*, *Adv Clin Exp Med.*, vol. 20(1), 2011, s. 103-109.
3. G. Riva, F. Vatalaro, F. Davide (red.): *Ambient intelligence*, IOS Press 2005.
4. P.P. Verbeek: *Ambient intelligence and persuasive technology: the blurring boundaries between human and technology*, *Nanoethics*, vol. 3(3), 2003, s. 231-242.
5. V. Wiwanitkit: *NBIC technology: the next step for research in medical sciences (artykuł redakcyjny)*, *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, vol. 2(4), 2010, s.105.
6. G. Wolbring: *Solutions follow perceptions: NBIC and the concept of health, medicine, disability and disease*, *Health Law Review*, vol. 12(3), 2004, s. 41-46.
7. P. Dai, L. Tao, X. Zhang: *An adaptive vision system toward implicit human computer interaction*, *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4555, 2007, s. 792-780.
8. D.J. Cook, W. Song: *Ambient intelligence and wearable computing: sensors on the body, in the home, and beyond*, *J Ambient Intell Smart Environ*, vol. 1(2), 2009, s. 83-86.
9. J. Barton, S.C.O Mathúna, S. O'Reilly: *Micro and nano technology enabling ambient intelligence for P-Health*, *Stud Health Technol Inform*, vol. 17, 2005, s. 89-97.
10. S. Koch, M. Marschollek, K.H. Wolf i in.: *On health-enabling and ambient-assistive technologies. What has been achieved and where do we have to go?*, *Methods Inf Med.*, vol. 48(1), 2009, s. 29-37.
11. A.N. Siriwardena: *Current state and future possibilities for ambient intelligence to support improvements in the quality of health and social care*, *Qual Prim Care*, vol. 17(6), 2009, s. 373-375.
12. C. Orwat, A. Graefe, T. Faulwasser: *Towards pervasive computing in health care – a literature review*, *BMC Med Inform Decis Mak*, vol. 8, 2008, s. 26.
13. G. Demiris: *Smart homes and ambient assisted living in an aging society. New opportunities and challenges for biomedical informatics*, *Methods Inf Med.*, vol. 47(1), 2008, s. 56-57.
14. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things (CERP-IoT), *Internet of Things Strategic Research Roadmap*: http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/in_cerp.pdf – data pobrania 12.09.2011.
15. Hydra Project: <http://www.hydramiddleware.eu/news.php> – data pobrania 12.09.2011 r.
16. MINAmI – Micro-Nano integrated platform for transverse Ambient Intelligence applications: <http://www.fp6-minami.org/index.php?id=137> – data pobrania 12.09.2011 r.
17. Fluid Interfaces Group, MIT Media Lab: <http://fluid.media.mit.edu/> – data pobrania 12.09.2011.
18. Ambient & Pervasive Intelligence Research Group, University of Reading: <http://www.doc.ic.ac.uk/project/2010/163/g1016311/web/?page=researchlabs/ambandperv> – data pobrania 12.09.2011.
19. CeTpd AmI projects Technical Research Centre for Dependent Care and Autonomous Living: <http://cetpd.epsevg.upc.edu/areas.htm> – data pobrania 12.09.2011 r.
20. Ambient Assisted Living Join Programme: <http://www.aal-europe.eu/> – data pobrania 12.09.2011.
21. DVTk: <http://www.dvtk.org/index.php> – data pobrania 12.09.2011 r.
22. Technologie RFID i EPC – Akademicki Portal Wiedzy o technologiach automatycznej identyfikacji obiektów: <http://www.rfid-lab.pl/> – data pobrania 12.09.2011 r.
23. Projekt Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired Users (ASK-IT) – współwykonawca: COMARCH: <http://www.ask-it.org/> – data pobrania 12.09.2011 r.
24. L. Dębowski: *Technika RFID i jej aplikacje*, *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, vol. 22, 2006, s. 31-36.
25. E. Kosta, O. Pitkänen, M. Niemelä i in.: *Mobile-centric ambient intelligence in health – and homecare-anticipating ethical and legal challenges*, vol. 16(2), 2010, s. 303-323.
26. D. Wright, S. Gutwirth, M. Friedewald i in. (red.): *Safeguards in a world of ambient intelligence*, Springer, 2008.
27. J. Halamka, A. Juels, A. Stubblefield i in.: *The security implications of VeriChip cloning*, *J Am Med Inform Assoc*, vol. 13(6), 2006, s. 601-607.
28. W. Labay, A. McKee Anderson: *Ethical considerations and proposed guidelines for the use of radio frequency identification: Especially concerning its use for promoting public safety and national security*, *Science and Engineering Ethics*, vol. 12(2), 2006, s. 265-272.

otrzymano / received: 30.12.2010
poprawiono / corrected: 14.04.2011
zaakceptowano / accepted: 15.06.2011