



dr Emilia MIKOŁAJEWSKA
10 Wojskowy Szpital Kliniczny
z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy

CYWILNE I WOJSKOWE ASPEKTY WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII INTELIAGENTNEGO OTOCZENIA (AMBITNE INTELLIGENCE)



mjr rez. mgr inż. Dariusz MIKOŁAJEWSKI
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Abstract

Ambient intelligence (AmI) constitutes the most complex known form of human interaction with artificial intelligent environment. It creates subsequent possibilities of integration, civilian and military applications of the novel technologies. This article aims at investigating the extent to which the available opportunities in this area are being exploited.

Key words – information technology, computational intelligence, military applications, medical applications

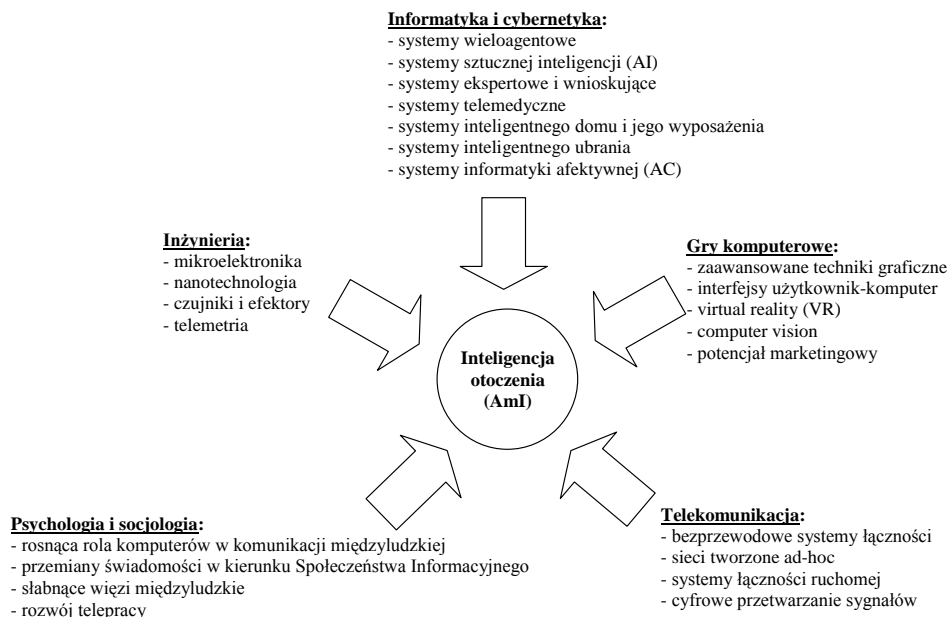
Wprowadzenie

Ambient Intelligence (AmI), czyli inteligencja otoczenia, stanowi najbardziej zaawansowaną znaną obecnie formę interakcji człowieka ze sztucznym inteligentnym otoczeniem. Dzięki elementom kontrolnym oraz efektorom wbudowanym w niemalże każdy sprzęt codziennego użytku oraz element wystroju wnętrz i przestrzeni społecznych (np. ściany czy nawierzchnie dróg) oraz łączącym je systemom komunikacyjnym ma ona szansę zrewolucjonizować edukację, opiekę zdrowotną i społeczną, bezpieczeństwo narodowe, transport, handel, rozrywkę i sport. Prace nad AmI zostały zapoczątkowane w 1999 r. przez Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG) jako 5. program ramowy¹. Liczbę prowadzonych obecnie dużych badań naukowych prowadzonych nad technologiami AmI szacuje się na co najmniej 60 w odniesieniu do badań cywilnych oraz na co najmniej kilkukrotnie większą liczbę prac o charakterze militarnym, okrytych większą lub mniejszą tajemnicą.

¹ Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments. Springer Verlag, New York 2010; Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) Ambient Intelligence. Springer, New York 2005; Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) Ambient intelligence. IOS Press, Amsterdam 2005.

Systemy AmI:

- kształtują komunikację z użytkownikiem,
- mogą być sterowane przez osoby bez wymagania od nich jakichś szczególnych umiejętności,
- pomagają użytkownikowi rozwijać jego wiedzę i/lub umiejętności oraz osiągać awans zawodowy, społeczny, towarzyski itp.,
- budują zaufanie, reagując spójnie z zasadami społecznymi itp.



Rys. 1. Geneza systemów AmI

Szanse i zagrożenia

AmI, jak każdy postęp, ma dwa oblicza – przynosi korzyści, stwarzając jednocześnie nowe zagrożenia. Największe zalety AmI obejmują:

- adaptacyjne, przyjazne dla użytkownika interfejsy działające w czasie rzeczywistym,
- lepsze wsparcie użytkownika,
- szybszą reakcję na sytuacje alarmowe,
- redundantne, odporne na uszkodzenia środowisko pozyskiwania i wstępnego przetwarzania danych.

Trudności techniczne są kluczowe dla wybrania właściwych kierunków rozwoju na początkowym jego etapie. Obejmują one przede wszystkim:

- problemy związane z praktyczną implementacją czujników biometrycznych oraz wiarygodnością, czułością i selektywnością systemów rozpoznawania, gdyż nawet badanie DNA może mieć pewien margines błędu,

- racjonalizację przetwarzania i wykorzystania ogromnych ilości informacji pozyskiwanych z czujników,

- algorytmizację systemów podejmowania decyzji – m. in. w zakresie optymalnego dla użytkownika zobrazowania informacji oraz ograniczenia ilości tych danych mu przekazywanych stosownie do potrzeb i kontekstu zapytania.

Technologie wykorzystywane przez AmI są w części przypadków znane i sprawdzone, niemniej jednak wymagają adaptacji do nowych zastosowań. Pod względem technicznym na AmI składają się trzy elementy składowe:

- Ubiquitous Computing – integracja czujników i efektorów w elementy otoczenia (ubrania, elementy wyposażenia wnętrza i przestrzeni publicznej, środki lokomocji, zabawki itp.),

- Ubiquitous Communication – sieci bezprzewodowe tworzone ad-hoc wykorzystywane do komunikacji czujników i efektorów pomiędzy sobą i z użytkownikiem,

- Intelligent User Interfaces – rozwiązania techniczne umożliwiające użytkownikowi (użytkownikom) wchodzenie w interakcje z AmI w celu sterowania nim w naturalny (głos, gesty, mimika twarzy) i spersonalizowany (preferencje, kontekst, ograniczenia czasowe lub ilościowe informacji, sposób prezentacji) sposób².

Ubiquitous Computing (ubicomp) stanowi środowisko teleinformatyczne użytkownika, dostępne dla niego poprzez elementy otoczenia fizycznego, ale niewidoczne bezpośrednio. Każdy z elementów tego środowiska jest bezpośrednio lub pośrednio (poprzez interfejsy itp.) dostępny dla użytkownika, wykonując samodzielnie elementy zadań zlecone przez użytkownika lub wynikające z narzuconych harmonogramów. Ubiomp jest charakteryzowany przez:

- wszechobecność (ang. ubiquity) – utrzymywanie wielu jednocześnie funkcjonujących kanałów dostępu do systemu AmI, stwarzające wrażenie dostępności do każdej usługi z dowolnego miejsca otoczenia użytkownika bez zauważalnej obecności konkretnej stacji roboczej systemu,

- przezroczystość (ang. transparency) – nienarzucanie się niezauważalnej technologii dzięki wtopieniu się jej poszczególnych części składowych w otoczenie użytkownika.

Ubiomp, w odróżnieniu od obecnie wykorzystywanych systemów teleinformatycznych (i ich interfejsów), nie wymaga koncentrowania się użytkownika na ich obsłudze. Użytkownik nie musi być nawet świadomy ich istnienia, traktując jako naturalne, że po jego wejściu do pomieszczenia powoli rozjaśnia się w nim

² Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments. Springer Verlag, New York 2010; Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) Ambient Intelligence. Springer, New York 2005; Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) Ambient intelligence. IOS Press, Amsterdam 2005; Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 2009, 1(2): 83-86.

światło i podwyższa temperatura do preferowanej przez niego wartości. Ubicomp posiada duże możliwości wprowadzania, interakcji i obrazowania danych, które w odpowiednich kombinacjach oraz w połączeniu ze śledzeniem zachowania użytkownika i reagowaniem na nie może stworzyć nowe, nieistniejące jeszcze usługi. W zależności od celu działania agencji systemu AmI mogą zarówno współpracować ze sobą, jak i rywalizować, a efekty ich działania nie są deterministyczne. Szumy i zniekształcenia mogą wpływać na działanie systemu, a interakcje z użytkownikiem mogą wpływać na jego zachowanie. Dodatkowo jednym z pożądanych zachowań może być brak reakcji systemu.

O efektywności systemów, oprócz ww. rozwiązań czysto technicznych, decydują istotne kwestie w zakresie sposobu i szybkości uczenia się oraz interpretacji przez konkretny system AmI zachowania użytkownika i zmian w nim następujących.

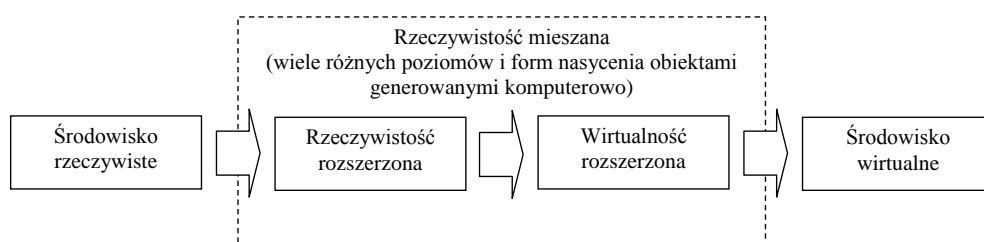
Najważniejsze zagrożenie ze strony AmI jest formułowane w postaci koncepcji Społeczeństwa Nadzorowanego (ang. Surveillance Society)³. Polega ono na celowym, rutynowym, systematycznym i szczegółowym gromadzeniu, przechowywaniu, przekazywaniu, odzyskiwaniu, porównywaniu, analizowaniu (oraz ewentualnie sprzedawaniu i wymianie) danych pozyskiwanych z tzw. nadzoru danych (ang. dataveillance). Informacje te pochodzą z kontrolowania aktywności ludzi w sposób zautomatyzowany, od prostych działań takich jak analiza transakcji dokonywanych kartą kredytową czy połączeń telefonicznych (wg tzw. śladów danych – ang. data trails), aż po najbardziej wyrafinowane formy nadzoru bezpośredniego. W miejsce zaufania społecznego rodzi się podejrzliwość, co może spowodować rozpad więzi międzyludzkich i erozję postaw obywatelskich.

Należy również wziąć pod uwagę, że stosowanie AmI może dawać złudne poczucie bezpieczeństwa („wszystko jest pod kontrolą”) oraz odwracać uwagę od rozwiązań tańszych i skuteczniejszych. W świetle obecnych doświadczeń nadmierne (tj. ponad poziom niezbędny do normalnego efektywnego i wygodnego funkcjonowania) nasycenie otoczenia człowieka rozwiązaniami technicznymi nie jest wskazane: z jednej strony prowadzi do dehumanizacji otoczenia i poczucia bycia obserwowanym, co może przełożyć się na niechęć użytkowników do korzystania z ww. rozwiązań i spadek ich efektywności, a z drugiej strony bardziej złożone systemy są podatniejsze na awarie i nieuprawnioną ingerencję. W odpowiedzi na ww. zagrożenia pojawiły się technologie podnoszące poziom ochrony prywatności (ang. Privacy-Enhancing Technologies – PET), przeciwdziałające wykorzystaniu różnorodnych systemów nadzoru.

Wydaje się, że pomimo dość powszechnego wykorzystania wirtualna rzeczywistość (VR) nie jest do końca optymalnym rozwiązaniem, z wyjątkiem szkoleniowych systemów symulacyjnych, w których decyduje dostępność, niższa cena i możliwość zapewnienia w razie potrzeb każdych warunków symulacji, nawet tych niemożliwych do uzyskania w naturze. W przypadku AmI i związanej z tym

³ Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006. sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

interakcji człowiek-komputer lepszym rozwiązaniem wydaje się wprowadzenie usług wirtualnych do rzeczywistego otoczenia (np. trójwymiarowych awatarów) lub rozwiązań zbliżonych do komercyjnych okularów Google Glass. Takie rozwiązanie, oprócz uniknięcia zakłóceń w pracy organizmu związanych z zaburzeniami postrzegania, pozwala efektywnie posługiwać się AmI w ruchu, gdzie zawiodą również tradycyjne interfejsy graficzne (ang. Graphical User Interface – GUI). W docelowym systemie AmI jego użytkownik powinien mieć możliwość wejścia w interakcje systemów usługami wirtualnymi systemu w sposób analogiczny jak z obiektami fizycznymi (np. narzędziami, przyrządami, elementami otoczenia) zachowując typowy dla relacji człowiek-człowiek sposób komunikacji oparty m.in. na wielomodalności, intuicji i emocjach.



Rys. 2. Ciągłość rzeczywistości oraz różnych poziomów i form nasycenia rzeczywistości obiektami generowanymi komputerowo (ang. virtuality continuum)⁴

Co ciekawe, wzrasta też liczba różnorodnych manipulatorów – oprócz rozwiązań typu Kinect coraz częściej jest wykorzystywane sterowanie bez potrzeby użycia rąk, np. mruganiem czy ruchami oczu (ang. Eye-tracking), oraz ruchami ust i języka. Sterowanie głosem, oprócz ograniczeń związanych z małą liczbą komend i dokładnością poniżej wymaganej zwykle granicy 95%, nie zawsze jest optymalne, szczególnie sytuacji, gdy trzeba zachować ciszę. Komercyjne wykorzystanie interfejsów mózg-komputer (ang. brain-computer interface – BCI), pomimo istniejących rozwiązań, jak komercyjny medyczny BCI Wadsworth System czy prototypowy egzozoskielet sterowany BCI opracowany w ramach projektu MindWalker, jest jeszcze w powijakach. O ile dość powolna komunikacja systemów wykorzystaniem BCI jest możliwa, o tyle bardziej złożone sterowanie w czasie rzeczywistym stanowi zupełnie odrębny i bardziej złożony problem. Dodatkowo w miarę postępu technicznego wykorzystywane obecnie BCI oparte na elektroencefalografii (EEG) mogą być wypierane przez urządzenia oparte na magnetoencefalografii (MEG), zapewniającej bezkontaktowy odbiór sygnału systemów ośrodkowego układu nerwowego⁵.

⁴ Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEEE Transactions on Information Systems, 1994, 12: E77-D.

⁵ Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. Kwartalnik Bellona, 2011,2: 123–133; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-

Architektura systemów AmI

Dzięki AmI interakcja człowiek-komputer staje się bogatsza, ale przekłada się to na bardziej złożoną architekturę. Zasadnicze problemy, przed którymi stają projektanci systemów AmI, są następujące:

- jak zaimplementować typowe dla człowieka uwzględnianie kontekstu,
- jakie mechanizmy pozwalają odtworzyć, z wystarczającą wiarygodnością, bogactwo komunikacji człowiek-człowiek,
- jak zapewnić elastyczną architekturę zdolną efektywnie wspierać ww. usługi łącząc świadomość kontekstu z funkcjonalnością komunikacji wielomodalnej.

Stąd trzy najważniejsze obszary badań w dziedzinie AmI:

- komunikacja wielomodalna (m.in. rozwiązania typu Virtual Character),
- świadomość kontekstu,
- adaptacyjna interakcja zorientowana na użytkownika.

Za komunikację wielomodalną uważa się tu jej najwyższą formę, wykorzystującą mowę, spojrzenie, mimikę twarzy i gestykulację, ale również takie kwestie jak szczegóły w otoczeniu, które mogą zmieniać kontekst. Może ona przekazać nie tylko treść wiadomości, ale również towarzyszący jej ładunek emocji. W tym momencie pojawia się problem analizy i zarządzania informacją przekazywaną w odmiennych modalnościach (komendy głosowe, ale również sygnały ostrzegawcze i komunikaty tekstowe, obrazy ruchome i nieruchome). Człowiek odruchowo kojarzy ich znaczenie ze sobą, wychwytuje podobieństwa lub sprzeczności oraz określa ich ważność i wpływ na kontekst.

Świadomość kontekstu musi integrować kilka obszarów:

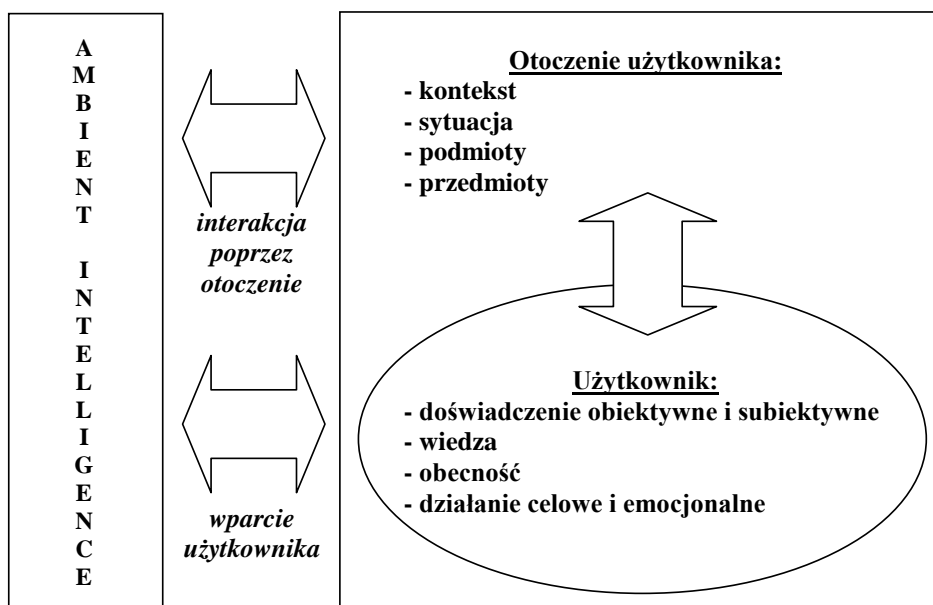
- wycucie kontekstu – wydobywanie kontekstu z zestawu sygnałów z czujników oraz interakcji z użytkownikiem,
- adaptację kontekstu – poprzez kształtowanie reakcji (scenariuszy) AmI zależnie od kontekstu zamiast zunifikowanego zachowania w różnych sytuacjach,
- kontekstową identyfikację zasobów – gdyż ich stan (położenie, ilość) oraz wykorzystanie mogą być funkcjami kontekstu,
- przewidywanie kontekstowe – system AmI sam nasycy otoczenie informacją mogącą kojarzyć się z kontekstem, zwiększając możliwość komunikowania się z użytkownikiem i pozyskiwania wiedzy z obszaru kontekstu.

Adaptacyjna interakcja zorientowana na użytkownika powinna zawierać co najmniej n.w. funkcjonalności:

- gromadzenie danych o użytkowniku,
- podejmowanie decyzji,
- wybór zawartości wiadomości i sposobu jej prezentacji.

-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania, III/2012(4): 19–36; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263–272.

Architektura Aml musi więc brać pod uwagę co najmniej kilka odrębnych kwestii składowych, pozwalających na odbiór i przetwarzanie wszelkiej informacji postrzeganej jako potencjalnie użyteczna oraz wydobyć z niej poprawnego opisu środowiska i interakcji z nim użytkownika. Umożliwi to poprawną, spersonalizowaną komunikację systemu Aml z użytkownikiem umożliwiającą jego adaptacyjną interakcję z inteligentnym otoczeniem.



Rys. 3. Istota Aml we wsparciu użytkownika

Aml powinno niezauważalnie wspierać użytkownika w realizacji jego zadań, bez względu na ich zakres oraz niezbędne do tego wyposażenie. Jest to możliwe poprzez efektywne kombinacje dostępnych usług w ramach założonych wcześniej scenariuszy. Scenariusze te przewidują zachowanie użytkownika na podstawie kontekstu, ogólnych preferencji użytkownika, dotychczasowego z nim doświadczenia oraz jego bieżących zadań, działań i komunikacji z nim. Niezbędne jest więc śledzenie i analiza użytkownika i jego otoczenia. Różni użytkownicy wymagają różnych poziomów i rodzajów wsparcia, preferują odmienne modalności w komunikacji, mają określone doświadczenie, nawyki i preferencje. Zmienność zachowania użytkowników jest również przewidywana w zależności od zadań i aktualnych priorytetów, braku wystarczającej ilości danych lub czasu, działania w stresie lub chorobie. Dodatkową kwestią wymagającą uwzględnienia jest praca grupowa – współdziałanie wielu użytkowników i wielu systemów. Ciekawym przykładem podawanym w literaturze jest tu ekspert (szef zespołu) realizujący w pośpiechu, przy wsparciu systemu Aml, doskonale mu znane zadanie wymaga-

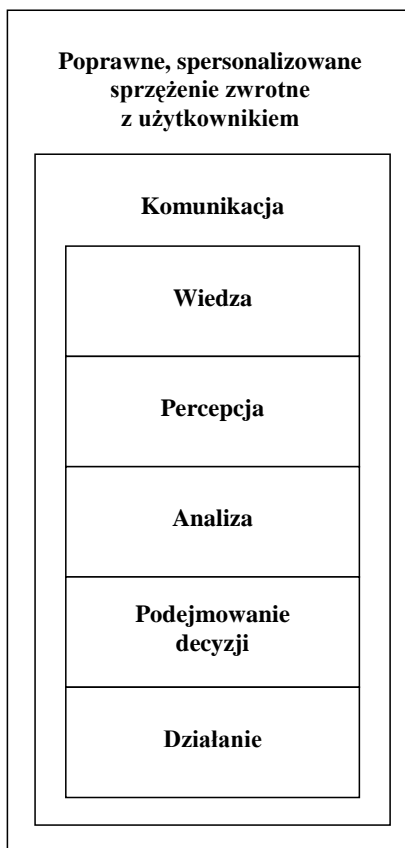
jące współpracy z dwoma innymi użytkownikami: ekspertem i użytkownikiem początkującym. Sytuacja ta może rodzić wiele ciekawych interakcji i stanowić doskonałe pole do testowania systemów.

Działający system Aml, wspierając użytkownika, realizuje w czasie rzeczywistym śledzenie jego położenia i aktywności. Dodatkowo, obok śledzenia położenia użytkownika i poszczególnych (w tym mobilnych) komponentów systemu wobec niego, powinien analizować również stan każdego z tych komponentów, ze szczególnym uwzględnieniem tych biorących bezpośredni udział w interakcji z użytkownikiem. Dane te mogą obejmować:

- identyfikację konkretnego użytkownika i autentyfikację jego profilu i uprawnień,
- położenie fizyczne i wirtualne,
- kontekst i kontekst werbalny (wynikający z komunikacji werbalnej),
- możliwości komunikacyjne (w tym dostępne i preferowane modalności),
- aktywność bieżącą i przewidywaną (zarówno na podstawie zachowania, zwyczajów, jak i harmonogramu dnia),
- sytuacje nietypowe i alarmowe,
- w przypadku śledzenia grupy użytkowników: aktywność zespołu, ułatwianie współpracy z uwzględnieniem ról w zespole (lider, podwładny, współpracownik równy stopniem).

Utrudnieniem dla systemu Aml jest dekompozycja każdego zachowania użytkownika na czynności składowe niezbędne dla jego realizacji. Jest to niezbędne dla zapewnienia efektywnego wsparcia użytkownika na każdym z etapów działania. Stąd znajomość użytkownika, jego motywów i preferencji oraz kontekstu działania jest kluczowa dla właściwej modyfikacji scenariuszy działania systemu Aml.

Ze względu na dużą ilość sprzętu informatycznego wykorzystywanego przez jednego użytkownika kluczową rolę odgrywa niska cena poszczególnych (często wąsko specjalizowanych) komponentów i standaryzacja rozwiązań w celu umożliwienia współpracy ich w różnych konfiguracjach. Zapewnienie łączności w obrębie całego systemu, w warunkach stosowania sieci zestawianych ad-hoc wymaga zapewnienia odpowiedniej szerokości pasma, co przy wielu systemach funkcjonujących jednocześnie obok siebie na potrzeby wielu użytkowników stanowi problem. Oprócz stosowania „bezkolizyjnych” metod transmisji sygnałów cyfrowych należy uwzględnić włączanie do systemu zewnętrznych terminali mobilnych przy utrzymaniu wymaganej jakości usług, opóźnień działania i bezpieczeństwa danych. Obecnie wykorzystywane standardy transmisji (WLAN IEEE 802.11, GPRS, Bluetooth 3.0 itp.) nie zawsze spełniają wymagania, muszą również umożliwiać implementację rozwiązań takich jak Open Agent Architecture czy Distributed Markup Agent Language.



Rys. 4. Architektura AmI, pozwalająca zdefiniować ogólną strukturę rzeczywistego systemu

Wymagania wobec terminali i interfejsów użytkowników są o tyle trudne do sformułowania, że nie wiadomo, czy są one konieczne. W komunikacji wielomodalnej pojęcie terminala czy interfejsu traci swe obecne znaczenie. Jako sposobom komunikacji użytkownika z systemem AmI stawiane są im następujące wymagania:

- praktyczna realizacja zarządzania interakcją z użytkownikiem,
- wykorzystanie dialogu oparty na wiedzy systemu oraz dwukierunkowej komunikacji wielomodalnej,
- brak możliwości przeładowania informacyjnego oraz zbytnej komplikacji interakcji,
- właściwa i szybka reakcja na zachowanie/żądanie użytkownika,
- intuicyjność, przejrzystość i jednoznaczność sterowania,
- wymiennność między poszczególnymi modalnościami (tzw. taka sama komenda bez względu na to, czy została wydana głosem, tekstem, komendą z klawiatury itp. powinna powodować dokładnie tę samą reakcję),

- bezpieczeństwo (np. poprzez konieczność potwierdzenia niektórych komend oraz możliwość ich szybkiego cofnięcia),
- dostosowanie do możliwości i preferencji użytkownika.

W celu osiągnięcia szybkiego postępu w dziedzinie AmI stosuje się wiele metod badań takich jak: analiza wideo, eksperymenty z zachowaniem systemów wieloagentowych, badanie neurobiologicznych modeli świadomości, wieloczynnikową ocenę kontekstu z wykorzystaniem bodźców występujących w różnych modalnościach. Badania takie pozwalają na adaptację interakcji do użytkownika oraz dostosowanie systemów AmI do faktów, że o ile systemy informatyczne rozwijają się, to ich użytkownicy nie zawsze, często z powodu ograniczenia własnych możliwości fizycznych i percepcyjnych.

Szkolenia użytkownika systemu AmI nie musi obejmować architektury i funkcjonowania systemu (system operacyjny, lokalizację i typy plików itp.) i jego instalacji, lecz jedynie:

- sposób wyboru i korzystania z intuicyjnych interfejsów,
- sposób ich personalizacji (np. przy systemach rozpoznających głos) i przełączania profilu użytkownika (jeśli niezbędne),
- możliwości przenoszenia danych za użytkownikiem.

Ideałem działania AmI jest tzw. efekt anioła stróża, tj. wywołanie poczucia wspierania na podstawie samego sposobu interakcji bez odczuwalnego efektu obecności osoby lub urządzenia.

Aplikacje medyczne i militarne Ambient Intelligence

Aplikacje medyczne AmI zostały dość dobrze opisane w jednej z naszych poprzednich prac poświęconej tylko temu tematowi⁶. Obszar ten rozwija się bardzo dynamicznie, zwłaszcza dzięki wsparciu funduszy Unii Europejskiej dla rozwiązań dedykowanych osobom niepełnosprawnym i w podeszłym wieku.

Wojskowe prace badawcze mają swój znaczący wkład w rozwój nowoczesnego świata – wystarczy choćby wymienić internet, GPS czy systemy C3I (ang. Command, Communications, Control and Intelligence). Obecnie najnowocześniejsze rozwiązania techniczne często nie mają już charakteru jednoznacznie wojskowego lub cywilnego, a różni je często jedynie opakowanie oraz zestaw norm i certyfikatów, jakie muszą spełniać. Ze względu na coraz większe nakłady konieczne do rozwijania złożonych systemów coraz powszechniejsze jest wykorzystanie rozwiązań komercyjnych w zastosowaniach wojskowych (tzw. strategia Commercial Of The Shelf – COTS). Przykładem mogą być tu np. wszczepialne implanty VeriChip firmy Positive ID stosowane u niektórych osób z zaburzeniami pamięci do ich geolokalizacji, NBIC (ang. nano- bio- information and communication technology),

⁶ Mikołajewska E. Mikołajewski D. Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 2011, 3: 207–210.

xReality plus broadband access czy iHCI (ang. implicit human computer interaction). Stąd rozwiązania militarne i cywilne AmI wzajemnie się przenikają. Najważniejszym aspektem militarnego wykorzystania AmI jest podejście sieciocentryczne do bezpieczeństwa narodowego⁷. Pozwala to prognozować na szybki rozwój wojskowych systemów AmI umożliwiający:

1. Na poziomie dowodzenia i kierowania:

- większą precyzję, skuteczność, szybkość i koordynację działań,
- poprawę bezpieczeństwa i szybkości reagowania na dynamiczną zmianę sytuacji,
- poprawę jakości dostępnych danych oraz lepszą analizę automatyczną przy dużej ich ilości, w tym możliwość analizy przeszukiwanych zasobów, kojarzenia ze sobą odległych od siebie faktów bez potrzeby uwzględniania bariery językowej i pojęciowej.
- niespotykaną wręcz skalowalność i adaptacyjność systemów: od wyposażenia pojedynczego czujnika (np. kamień przydrożny, słupek kilometrowy czy budka telefoniczna), pojedynczego żołnierza i wozów bojowych aż po złożone systemy obejmujące znaczne obszary, również na terytorium przeciwnika – wyposażane w czujniki np. narzutowo, współdziałające na zasadzie systemów wieloagentowych,
- standaryzowaną, uniwersalną i elastyczną architekturę,
- znaczną odporność na uszkodzenia, zapewniającą poprawne działanie systemu również po jego częściowym zniszczeniu,
- odporność na zakłócenia transmisji i wykrycie (aktywacja transmisji tylko w momencie wysłania celowego zapytania, sieci zestawiane ad-hoc, rozwiązania TRANSEC i COMSEC).

2. Na poziomie użytkownika:

- system zorientowany na użytkownika (ang. user-oriented),
- obustronną interakcyjną komunikację multimodalną – wykorzystującą jednocześnie mowę i komunikaty głosowe, obrazy ruchome i nieruchome, ruchy głową (innymi częściami ciała) i mimikę twarzy oraz sygnały bioelektryczne mózgu (m.in. projekt BrainGate)⁸,
- adaptacyjne dostosowanie sposobu komunikacji oraz ilości i formy przekazywanych informacji do potrzeb i preferencji użytkownika oraz kontekstu działania,
- brak potrzeby użycia rąk do obsługi, w tym zdalnej, wybranych urządzeń,
- niezaprząające uwagi reakcje systemu, o ile zwrócenie uwagi użytkownika nie jest konieczne,

⁷ Ladner R., Petry F. E. (red.) Net-centric approaches to intelligence and national security. Springer, New York 2005.

⁸ Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011,2: 123–133; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania, III/2012(4): 19–36; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263–272.

- zwiększenie precyzji działań zdalnych dzięki systemom kinestetycznym (czucia zdalnego) i zdalnej obecności,
 - systemy teledygnetyczne wraz z biostymulatorami^{9, 10},
 - wykorzystanie informatyki afektywnej (ang. affective computing, emotional and affective computing – EAC) umożliwiającej rozpoznanie ludzkich emocji na podstawie zmian w tonacji głosu, mimice twarzy, gestykulacji i reakcjach fizjologicznych oraz reagowanie na nie i stymulowanie motywacji użytkownika¹¹ – może to przynieść znaczną poprawę działania osób wykonujących zadania związane z dużym stresem (w tym: dowódców, załogi samolotów i okrętów),
 - systemy zabezpieczeń reagujące na błędy użytkownika oraz próby przejęcia kontroli przez osobę nieuprawnioną.

Ze względów praktycznych wydaje się słuszny podział systemów AmI na:

- systemy dedykowane konkretnemu otoczeniu (wbudowane w nie) i „przekazujące” sobie użytkownika podczas jego przemieszczania się,
- systemy dedykowane konkretnemu użytkownikowi lub ich grupie (przemieszczające się wraz z nim).

Różnice w architekturze ww. systemów mogą okazać się na tyle istotne, że będą ewoluowały one w przeciwnych kierunkach, tworząc zupełnie nowe rozwiązania. Przykładem mogą tu być najnowsze aplikacje służące do przekazywania usług (aplikacji komunikacyjnych, filmów, danych itp.) pomiędzy różnymi elementami inteligentnego otoczenia, oparte na komercyjnych rozwiązaniach biznesowych. Takie rozwiązania, integrujące działania wielkich korporacji, w których czas ma ogromne znaczenie, już częściowo funkcjonują w Siłach Zbrojnych RP. Kolejnym krokiem są już dostępne w naszym kraju systemy zdalnej obecności – w zastosowaniach medycznych wykorzystywane m.in. do teleoperacji.

Należy nadmienić, że nieznane są obecnie negatywne skutki uboczne dla organizmu i psychiki funkcji np. długoterminowej zdalnej obecności z wykorzystaniem AmI. Ze względu jednak na to, że znane są negatywne skutki długotrwałego wykorzystania wirtualnej rzeczywistości – należy do tego podchodzić z dużym dystansem i poprzedzić badaniami klinicznymi.

⁹ Koch S., Marscholke M., Wolf K. H. i wsp. On health-enabling and ambient-assistive technologies. What has been achieved and where do we have to go? *Methods of Information in Medicine*, 2009, 48(1): 29–37.

¹⁰ Mikołajewska E., Mikołajewski D. Inżynieria biomedyczna na polu walki. *Kwartalnik Bellona*, 2010, 4: 97–102.

¹¹ Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83–86; Raport o społeczeństwie nadzorowanym. *Surveillance Studies Network 2006* sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

Kierunki rozwoju

Badania nad AmI koncentrują się nad zaprojektowaniem rozwiązań przyjaznych dla użytkownika, opłacalnych ekonomicznie i bezpiecznych. Jednak kluczowa jest akceptacja użytkowników dla nowego sposobu interakcji z otoczeniem. Najciekawsze kierunki rozwoju AmI obejmują:

- nowe czujniki i ich wielomodalne systemy, zapewniające bardziej kompletny obraz użytkownika, otoczenia i kontekstu oraz poprawność procesów decyzyjnych realizowanych na podstawie uzyskanych w ten sposób danych,
- bardziej rozbudowane, efektywniejsze i łatwiejsze w adaptacji scenariusze interakcji AmI z użytkownikiem, uwzględniają zarówno ubogie, jak i niezwykle bogate interakcje,
- skalowalność systemów AmI – od pojedynczego użytkownika aż po złożone systemy specjalizowane, korporacyjne czy metropolitarne,
- zwiększenie automatycznej adaptacji systemów AmI w kierunku systemów inteligentnych.

Dalszą przyszłość stanowią tzw. affective interfaces (jako element affective computing), tj. rozwiązania rozpoznające nastroj i emocje użytkownika na podstawie m.in. jego mimiki, gestykulacji oraz zmian w tembrze głosu. Odkąd wiadomo, że emocje można kształtować i wykorzystywać do efektywnego motywowania pracownika, trwają prace nad rozwiązaniami w tym zakresie. Niemniej stan emocjonalny użytkownika może utrudnić interakcje z nim systemowi AmI, również poprzez błędne zrozumienie lub odmienne cele użytkownika i systemu¹².

Podsumowanie

Potencjał Ambient Intelligence został zauważony dość wcześnie, jednak ze względu na znaczny stopień zaawansowania technicznego docelowych rozwiązań czas najbardziej dynamicznego rozwoju znajduje się ciągle przed nim¹³. Obecnie koncepcja ta jest rozwijana głównie w ramach różnych systemów, w tym inteligentnego domu/budynku (ang. smart home), inteligentnego ubrania (ang. i-wear) czy inteligentnych sprzętów domowych¹⁴. Technologie te powoli wkraczają również do opieki zdrowotnej, gdzie systemy telemedyczne i nasycenie placówek systemami informatycznymi sprzyja zastosowaniu rozwiązań takich jak inteligentne opatrunki. Systemy

¹² Mikołajewska E., Mikołajewski D. Informatyka afektywna w zastosowaniach cywilnych i wojskowych. Zeszyty Naukowe WSOWL, 2013; 2(168): 171–184.

¹³ Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 2009, 1(2): 83–86; Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006 sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

¹⁴ Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 2009, 1(2): 83–86.

śledzenia są wykorzystywane w handlu i transporcie, a testy systemów EAC trwają w branży reklamowej, choć są już rozwiązania w postaci myszy komputerowej wy-czuwającej drżenie rąk oraz wzrost temperatury i wilgotności skóry. Wykorzystanie Aml w dziedzinie bezpieczeństwa narodowego jest, ze zrozumiałych względów, objęte tajemnicą, niemniej jednak w najbardziej zaawansowanych technologicznie państwach jego obecne wykorzystanie może już być znaczne, szczególnie w przeciwdziałaniu terroryzmowi oraz w zaawansowanych systemach analizy zagrożeń, rozpoznania i dowodzenia. Wykorzystanie to będzie systematycznie narastało w ramach podejścia sieciocentrycznego do bezpieczeństwa narodowego.

Bibliografia

- Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83-86.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Inżynieria biomedyczna na polu walki. *Kwartalnik Bellona*, 2010, 4: 97-102.
- Raport o społeczeństwie nadzorowanym. *Surveillance Studies Network 2006 sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/* - data pobrania 07.07.2013r.
- Koch S., Marschollek M., Wolf K. H. i wsp. On health-enabling and ambient-assistive technologies. What has been achieved and where do we have to go? *Methods of Information in Medicine*, 2009, 48(1): 29-37.
- Komendziński T., Mikołajewska E., Mikołajewski D. Model eklektyczny/mieszany jako rozwiązanie uzupełniające we współczesnej fizjoterapii pacjentów z deficytami neurologicznymi. *Materiały I Interdyscyplinarnej Konferencji Naukowej Konteksty Psychologii Rehabilitacji*, Lublin 2013.
- Komendziński T. Multimodalna dynamika koordynacji, czyli Michael Turvey i psychologia według inżynierów (nie tylko dla inżynierów). *Avant: Journal of Philosophical-Interdisciplinary Vanguard* 2012; 2: 334.
- Komendziński T. (red.) *Theoria et Historia Scientiarum*, 2003, t. 7, z. 2. Special issue: Unconscious cognition and perception. Cognitive, evolutionary and psychologic perspective.
- Ladner R., Petry F. E. (red.) *Net-centric approaches to intelligence and national security*. Springer, New York 2005.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Informatyka afektywna w zastosowaniach cywilnych i wojskowych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 2013, 2(168): 171-184.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011,2: 123-133.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*, III/2012(4): 19-36.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263-272.
- Mikołajewska E. Mikołajewski D. Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 2011, 3: 207-210.

- Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEEE Transactions on Information Systems*, 1994, 12: E77-D.
- Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer Verlag, New York 2010.
- Nowakowski P., Komendziński T. Poczucie sprawstwa: ujęcie interdyscyplinarne. [w:] Pączalska M., Kwiatkowska G. E. *Neuropsychologia a humanistyka*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2010, s.251-261.
- Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) *Ambient intelligence*. IOS Press, Amsterdam 2005.
- Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) *Ambient Intelligence*. Springer, New York 2005.

CIVIL AND MILITARY ASPECTS OF THE APPLICATION OF AMBIENT INTELLIGENCE TECHNOLOGY

Abstract

Ambient Intelligence (AmI) constitutes the most complex known form of human interaction with an artificial intelligent environment. It creates subsequent possibilities of integration: for both civilian and military applications of new technologies. This article aims at investigating the extent to which the available opportunities in this area are being exploited.

Key words – information technology, computational intelligence, military applications, medical applications

Introduction

Ambient Intelligence (AmI) constitutes the most complex known form of human interaction with an artificial intelligent environment. Control elements and effectors are built into almost every article of daily use such as elements of interior decoration (including walls), and streets. These elements may be interconnected thanks to ad-hoc networks and thus change education, health care, social care, national security, transport, trade, entertainment, and leisure. Research on AmI was begun in 1999 by Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG) as 5th frame EU programme¹. The current amount of large scale research on AmI is

¹ Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer Verlag, New York 2010; Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) *Ambient Intelligence*. Springer, New York 2005; Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) *Ambient intelligence*. IOS Press, Amsterdam 2005.

estimated to be at least sixty projects concerning civilian applications and at least a couple of times bigger concerning AmI military applications.

AmI systems:

- shape communication with the user,
- may be controlled by users without any special skills or training,
- help develop user’s knowledge, skills, and achieve success (professional, social, etc.),
- build trust thanks to the coherence of the system’s responses with social rules.

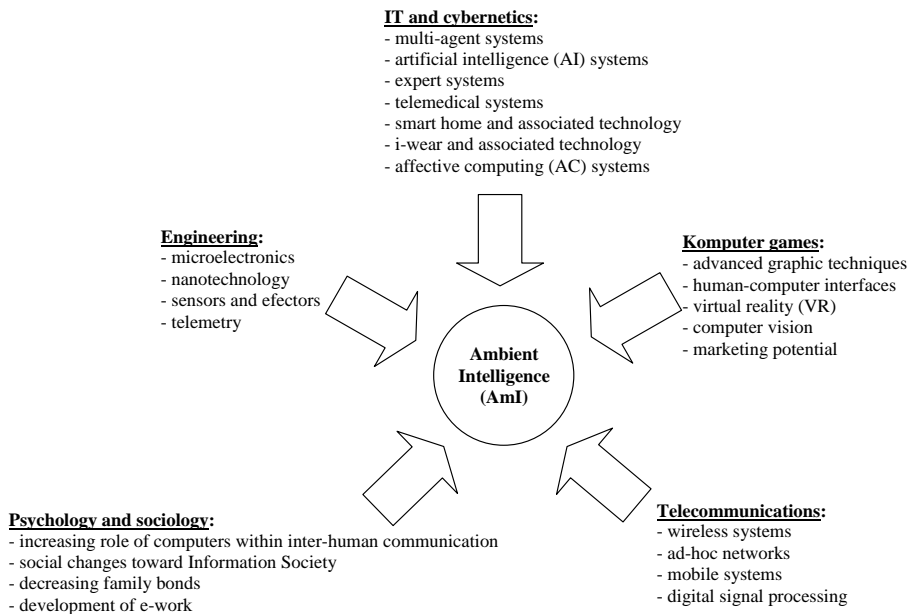


Fig. 1. Genesis of AmI systems

Chances and threats

AmI, as almost every development, creates both chances and threats. The most important advantages of AmI are as follows:

- adaptive, user-friendly real-time interfaces,
- better user support,
- quicker response to alerts,
- redundant, fail-safe environment for gathering and pre-processing of data sets purposes.

Key issues are technical difficulties – important for the selection of the proper directions of further research and development. They are as follows:

- the practical implementation of biometric sensors as far as the reliability and validity of recognition systems, since even DNA test has a margin of error,
- the rationalization of processing and exploitation of a huge amount of information from various sensors,
- proper decision making systems, including optimal (for the user) imagery of information and a limitation of transmitted information according to the needs and context.

Some technologies applied within AmI systems are well known and trusted, but need to be adapted to new applications. There are three main technical components of contemporary AmI systems:

- Ubiquitous Computing – integration of sensors and effectors into parts of the user's environment (clothes, interior decoration, streets, means of transport, toys, etc.),
- Ubiquitous Communication – ad-hoc wireless networks useful for communication among sensors, effectors, and user,
- Intelligent User Interfaces – technical solutions making the user (users) able to interact with AmI and to control it in a natural (voice, gestures, mimics) and personalized (preferences, context, time limit, limited amount of information, way of imaging) way².

Ubiquitous Computing (ubicom) constitutes the tele-information environment of the user. The user is able to interact with ubicom, but they do not see it directly. Every element of the ubicom may be directly or indirectly (e.g. through interfaces, etc.) accessed by the user. Moreover every element of the ubicom fulfils tasks farmed out by the user or according to the schedule. The main features of ubicom are as follows:

- ubiquity – many simultaneous ways of accessing the AmI system – it creates an impression that the user has access to the every service from every place in absence of the physical workstation(s) of the AmI system,
- transparency – the blending of the technology into various user's environments.

Ubicomp – unlike contemporary IT systems and their interfaces – do not need the concentration of the user on an operation. Moreover the user may be not conscious that any interfaces exist in their environment – it may be that some changes of levels, of for example light or temperature, to values preferred by the user happen naturally. Ubicomp has huge potential abilities of gathering, processing and imaging data sets. This feature connected with user tracking and responding to their needs may create novel services. Agents of the AmI system may co-operate or compete, and the results of their activities are not deterministic. Noises and distortions may influence system operation, as far as user-system interaction is concerned. Additionally one of the required actions may be the lack of or reaction of the system.

² Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer Verlag, New York 2010; Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) *Ambient Intelligence*. Springer, New York 2005; Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) *Ambient intelligence*. IOS Press, Amsterdam 2005; Cook D. J., Song W. *Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond*. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83–86.

The effectivity of AmI systems depends also on important issues concerning the system's way of learning, speed of learning, and interpretation by the system user's behaviour and associated changes.

The most important threat is the perceived Surveillance Society³. This concept relies on the purposeful, routine, systematic, and detailed gathering, storing, transmitting, and analysing of data sets from dataveillance. This information comes from the automated supervision of people's activity – from simple payments using credit cards or phone calls (data trails) to the most advanced ways of direct supervision. Such situations may cause suspicion, disintegration of social bonds, and changes in democratic standards.

The application of AmI may provide a misleading sense of security („all is under control”) and distract from cheaper and more effective solutions. The excessive saturation of a person's environment with technical solutions may be regarded as improper (i.e. beyond the level necessary for effective and comfortable functioning). It may cause the dehumanization of the environment, an impression of „being supervised” (causing a reluctance to apply AmI systems), or even use solutions which are complex, non-effective or prone to faults. As a result there is even observed the development of privacy-enhancing technologies (PETs).

It seems that virtual reality (VR), despite common use, is not the optima solution, exception in simulation systems for training purposes where accessibility, lower price, and versatility (i.e. the ability to train in any enormous conditions or environments) is precious. The case of AmI and associated human-computer interaction requires rather the implementation of virtual services to the real environment thanks to 3D avatars or Google Glass. It may help avoid disorders of cognitive functions, and may increase the effectiveness of interaction while moving (while traditional graphical user interfaces – GUI – are not quite effective). Destined AmI systems should provide the same level of human-AmI interaction as with physical subjects (e.g. tools or elements of the real environment). The most effective would be typical for human interaction based on multimodal communication, intuition, and emotions.

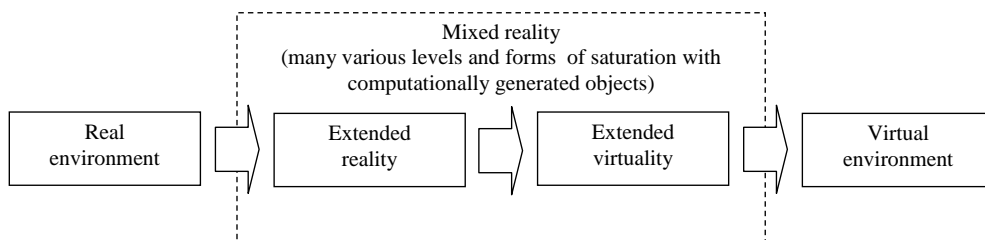


Fig. 2. Virtuality continuum⁴

³ Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006. sdt.giordo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

⁴ Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEEE Transactions on Information Systems*, 1994, 12: E77-D.

The number of possible solutions increases with each day, for example Kinect, another solution not requiring the use of upper limbs, e.g. by eye blinking, eye-tracking, lips and tongue movements. Voice control has limitations (small amount of commands, accuracy below 95%) and is usually is not optimal. The commercial use of brain-computer interfaces (BCI), despite available devices like the medical BCI Wadsworth System or prototypical BCI-controlled exoskeleton (MindWalker project), still need to develop. Slow BCI-based communication is possible, but more complex BCI-based real-time control constitutes a huge challenge. Moreover, technical development may mean that current EEG-based BCIs will be replaced by MEG-based BCIs as a fully non-invasive solution⁵.

AmI systems architecture

Thanks to AmI, human-computer interaction becomes more effective, but it causes system's the architecture to be more complex. Key issues in the area of AmI systems architecture are as follows:

- how to implement context into the system,
- how to reproduce relevantly human-human interaction,
- how to provide flexible architecture able to effectively support the aforementioned services joining context awareness with the functionality of multimodal communication.

The aforementioned problems imply three main directions of research within AmI systems:

- multimodal communication, including Virtual Character,
- context awareness,
- user-oriented adaptive interaction.

In the case of the AmI systems, multimodal communication constitutes the highest form of inter-human interaction: with the use of speech, glance, gesture, mimicry, body language, and communication through changes in environment and context. Not only can the content of the messages may be transmitted, but associated emotions too. This situation creates problem associated with the analysis and management of information transmitted using different modalities (voice commands, beeping alarms, text messages, pictures, and movies). A human naturally associates their meanings, picks up similarities/differences, and determines their importance and influence to the context.

Context awareness has to integrate several areas:

⁵ Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011,2: 123–133; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*, III/2012(4): 19–36; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263–272.

- context recognition, i.e. how to gather the context from sets of signals from sensors, and from interaction with the user,
- context adaptation – through AmI scenarios/interaction shaping depending on context instead of unified action associated with the current situation,
- contextual identification of resources – since status (location, amount) and use of resources may be context-related,
- contextual anticipation – the AmI system saturates the environment with context-associated information, which increases abilities to communicate with the user and to acquire knowledge concerning the context.

User-oriented adaptive interaction should contain at least the following functionalities:

1. gathering information about the user,
2. decision making,
3. selection of message content and way of their imaging.

AmI architectures have to take into consideration at least several separate issues. Properly implemented, AmI architecture will allow for the receiving and processing of all information regarded as potentially useful, and finally effective data mining concerning the proper description of the environment and associated user interaction. It enables proper personalized communication of the AmI system with the user and the need for user's adaptive interaction with intelligent environment.

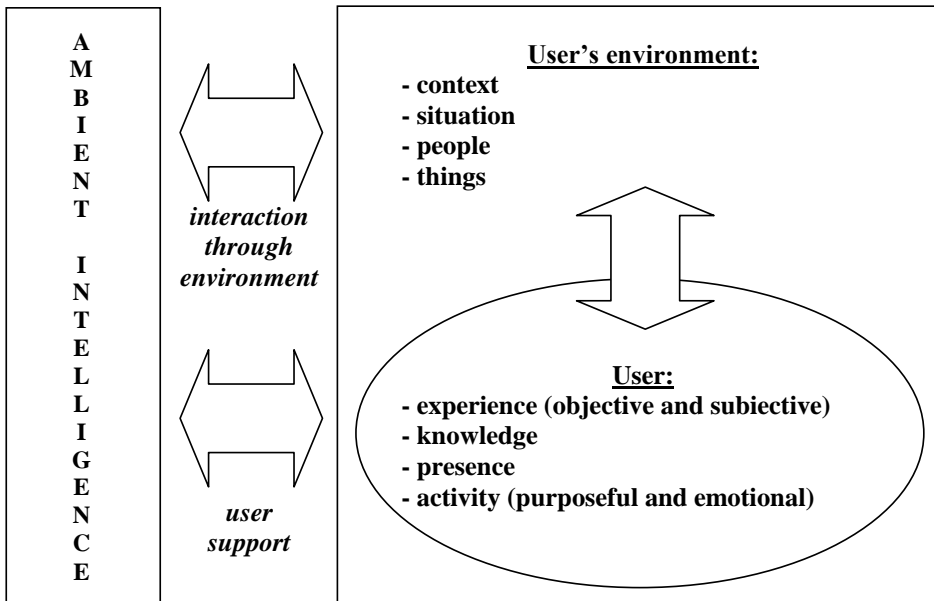


Fig. 3. Key issues in user support by AmI

An AmI system should imperceptibly support the user in their tasks, independently from their area and needed tools, methods or techniques. It is possible by the use of effective combinations of accessible services within the earlier defined scenarios. These scenarios forecast the behaviour of the user based on context, user preferences, hitherto experience, current tasks, activity and communication. There is need for real-time tracking and analysis of the user and their environment. Moreover various users mean various levels and ways of support, they prefer different modalities in communication, present own experience, habits, and preferences. Changes within a user's behaviour is forecast based on actual tasks and priorities, lack of enough information or time, fulfilling tasks during illness or stress. An additional issue is perceived group activity – the co-operation of various users and various systems. As an example: an expert (head of the team) accompanied by an AmI system fulfilling a well known task in a hurry in co-operation with two other users (with their own AmI systems): one of them is another expert, and the second is a beginner. This situation may imply many various situations and constitute excellent conditions to test both users and AmI systems.

AmI system supports the user partly thanks to the real-time tracking of the user's location and activity. The system should also track the location and activity of the AmI system components (including mobile components), particularly components interacting directly with the user. This information may be as follows:

- identification of the concrete user, authentication of their profile/identity and rights,
- physical and virtual location of the user,
- context and verbal context (resulting from verbal communication),
- abilities of communication (both possible and preferred),
- current and forecasted activity (based on behaviour, habits, and schedule),
- atypical situations and alerts,
- in the case of group activities: activity of the whole team, leasing of co-operation taking into consideration roles within the team (e.g. short cuts for the team leader, peer-to-peer communication, etc.).

An AmI system has difficulty due to the decomposition of each user's task into elementary activities needed for fulfilling the task. This approach is required for the most effective support of the user's intent, on every stage of the task. Knowledge concerning the user's motivation, preferences, and context of action may be regarded as a key issue for proper scenario modification.

Due to the huge amount of IT equipment required by one user, a key role may be played by the economy (low practice, standardization) of the AmI systems and the ability to cooperate within various equipment configurations. Ad-hoc wireless systems require proper bandwidth, what may constitute another challenge in the case of the cooperation of various AmI systems in the same close space. Apart from novel digital technologies there is a need for taking into consideration the

ability to connect to the network via other mobile agents (sensors, effectors, etc.) with respect to the quality of service, security, and delay time. Current standards (WLAN IEEE 802.11, GPRS, Bluetooth 3.0, etc.) do not always fulfil these requirements, simultaneously enabling the implementation of for example Open Agent Architecture and Distributed Markup Agent Language.

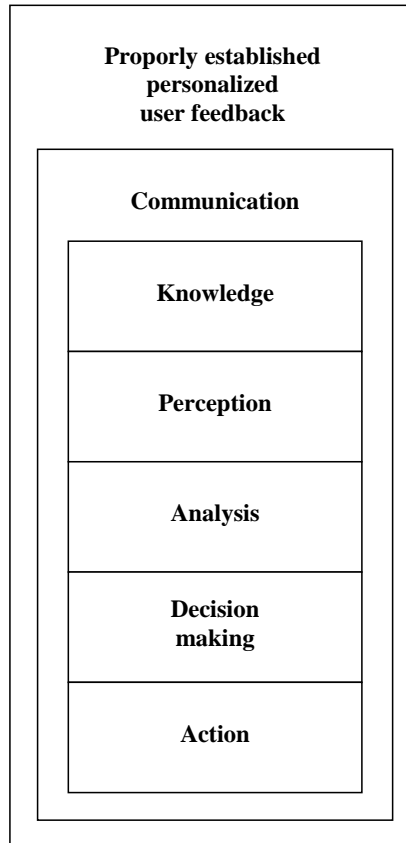


Fig. 4. Aml architecture allowing for assessment of the real system' general structure

Requirements in the area of work stations and user interfaces are difficult to couch, moreover they may not be required. Work station or terminal (in the current meaning) may not be necessary for proper multimodal communication. Ways of user-system communication in the case on an Aml system needs for the:

- practical implementation of interaction management,
- dialog based on the system knowledge and bilateral multimodal communication,
- lack of possibility to overload the system or overcomplicate the interaction,
- proper and quick response to behaviour/requirement of the user,
- intuitive, transparent, and unequivocal control,

- equivalence of various modalities (i.e. the same command irrespective of modality: voice, text, short cut, should cause the same system response),
- safety (e.g. requirement for confirmation and possibility to withdraw),
- conformity to the abilities and preferences of the user.

Many novel research methods are used to accelerate development in the area of AmI: video analysis, experiments on multi-agent systems, research on neurobiological models of consciousness, multifactorial context analysis using inputs in various modalities. This research allows for the adaptation of interaction to the user, and the bigger flexibility of AmI systems – we should be aware, that computational intelligence may develop much more than its users (e.g. due to limited human physical and cognitive abilities).

The training of an AmI user does not have to contain architecture, the function of the system and its installation (e.g. operation system, location and types of files, etc.), but rather only:

- the selection and use of an intuitive interface,
- the personalization (e.g. in voice-controlled systems) and selection of the user profile (if required),
- possibilities of carrying data sets follow the user.

A perfect AmI system reflects the so called guardian angel effect – the sensation of support without the presence of person/device, based only on the way of interaction.

Medical and military applications of Ambient Intelligence

The medical applications of AmI systems have been described in our previous work⁶. The area of medical AmI systems develop very dynamically, especially thanks to the support of EU funds for solutions for disabled and elderly people.

Military research significantly influences current new technologies – see internet, GPS or C3I (Command, Communications, Control and Intelligence) systems. Current novel technologies try to be universal: without a priori military or civilian application. In selected cases they may differ only in case and set of fulfilled technical standards and recommendations. The COTS (commercial off the shelf) strategy seems to be the more common with every day: they decrease costs of the complex system development. As examples: VeriChip implants (Positive ID) used in some people with memory disorders, NBIC (nano-bio-information and communication technology), xReality plus broadband access, and iHCI (implicit human computer interaction). Military and civilian solutions permeate each other. The most important aspect of military application is the net-centric approach to

⁶ Mikołajewska E. Mikołajewski D. Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 2011, 3: 207–210.

national security⁷. It allows to forecast the quick development of military AmI systems providing:

1. on the level of command and administration:
 - increased precision, effectiveness, velocity and coordination of operation,
 - increased security and quicker reaction to dynamical changes of the situation,
 - increased quality of achievable information, more effective automatic analysis of big data, including analysis of searching data sets, putting two and two together, lack of language gap, etc.,
 - increased scalability and flexibility of the systems: since single sensor (e.g. stone close to the road, distance marker, telephone box), equipment of single soldier or combat vehicle, to the complex systems covering huge areas (including enemy territory - scatterable) operating as multi-agent systems,
 - standardized, universal and flexible architecture,
 - increased failure-freedom, including proper operation of the partly destroyed system,
 - resistance to babble and detection (transmission only when questioned, ad-hoc networks, TRANSEC and COMSEC solutions).
2. on the user level:
 - user-oriented system,
 - bilateral multimodal communication – simultaneous use of speech, text, mimics, gestures, head movements, pictures, movies, and bioelectrical signals derived from the brain (see for example BrainGate project)⁸,
 - flexible adaptation of communication: way(s), amount, and form of transmitting information according to the needs and preferences of the user and context,
 - hand-free technology, including remote control,
 - „silent” system responses, where it is not necessary for the user to pay attention,
 - increased precision of remote operation thanks to haptic systems and telepresence,
 - tele-medical systems with bio-stimulators^{9,10},

⁷ Ladner R., Petry F. E. (red.) Net-centric approaches to intelligence and national security. Springer, New York 2005.

⁸ Mikołajewska E., Mikołajewski D., Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011,2: 123–133; Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*, III/2012(4): 19–36; Mikołajewska E., Mikołajewski D., Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263–272.

⁹ Koch S., Marschollek M., Wolf K. H. i wsp. On health-enabling and ambient-assistive technologies. What has been achieved and where do we have to go? *Methods of Information in Medicine*, 2009, 48(1): 29–37.

- application of affective computing to human emotions recognition based on changes in intonation, mimicry, gesture, and physiological response – the reaction of the system to the user's emotions and motivation may increase the effectiveness of people working in stress (commanders, flight crews, ship crews)¹¹,

- security systems responding directly to the user's errors and unauthorised access.

The following division of the AmI systems may be practical:

- systems dedicated to concrete environment (embedded), thus such systems hang over the user forming each other while the user is moving,

- systems dedicated to the concrete user or group of the users, moving together.

Differences in architecture of the aforementioned system may be a key issue – thus these systems may develop in opposite directions, creating completely novel solutions. As an example: current applications of commercial group ware with shared resources, accessible both on stationary workstations, netbooks, and smartphones. Such solutions are used in the Polish Armed Forces, but the next step would be telepresence systems – similar to solutions used in Poland for remote surgical treatment purposes.

Negative secondary changes as a result of long-term AmI use are not known and require deeper research. We know negative secondary changes as a result of VR abuse, thus similar effects concerning AmI are probable.

Directions of further research

Research on AmI focuses on the development of novel, user-friendly, cheaper and safer solutions. A key issue may be users acceptance of the novel way of interacting with the environment. The most important directions of further AmI systems development are as follows:

- new sensors and their multimodal systems, providing a more complete picture of the user, environment, and context, and correctness of decision making processes based on information gathered in the aforementioned way,

- more complex, more effective and easier to adapt scenarios of user-system interaction (including both very poor and very rich options of interaction),

- scalability of AmI systems – from single user to complex specialized systems (for corporation or metropolis purposes),

- increased automatic adaptation of AmI systems toward intelligent systems.

¹⁰ Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Inżynieria biomedyczna na polu walki*. Kwartalnik Bello-na, 2010, 4: 97–102.

¹¹ Cook D. J., Song W., *Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond*. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83–86; *Raport o społeczeństwie nadzorowanym*. Surveillance Studies Network 2006 sdt.gido.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

Further future constitute affective interfaces (as an element of affective computing) – recognizing the mood and emotions of the user based on voice intonation, mimicry, gesture, etc. We are aware, that emotions may be shaped toward more the effective motivation of the employees, so research on these solutions are advanced. Moreover emotional status of the user may make difficult user-AmI interactions, both through misunderstanding, and the different goals of the user and the AmI system¹².

Conclusions

The potential of the Ambient Intelligence was recognized earlier, but the advanced technical solutions needed for the practical implementation of the AmI systems means that the most efficient research is still expected in the future¹³. The current development of the AmI concept constitutes a form of research on various systems, including smart home, i-wear, and intelligent household equipment¹⁴. These technologies step in health care systems, where saturation with tele-medical systems and various IT equipment allows for development of novel technologies, such as intelligent wound dressing. Tracking systems are useful in trade and transport, and research on affective computing is conducted in advertising (see also a computer mouse with sensors for hand shaking, temperature, and humidity). Applications of AmI in the area of national security is often confidential, but it seems their use, in selected countries, may be significant, especially within counter-terrorism and advanced systems for threat analysis, recognition, command and control. Evolution toward a net-centric approach will increase this tendency.

Bibliography

- Cook D. J., Song W. Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83-86.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Inżynieria biomedyczna na polu walki. *Kwartalnik Bellona*, 2010, 4: 97-102.
- Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006 sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ - access 07.07.2013.

¹² Mikołajewska E., Mikołajewski D., Informatyka afektywna w zastosowaniach cywilnych i wojskowych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 2013; 2(168): 171–184.

¹³ Cook D. J., Song W., Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83–86; Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006 sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/ – data pobrania 07.07.2013 r.

¹⁴ Cook D. J., Song W., Ambient Intelligence and Wearable Computing: sensors on the body, in the home, and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 2009, 1(2): 83–86.

- Koch S., Marschollek M., Wolf K. H. i wsp. On health-enabling and ambient-assistive technologies. What has been achieved and where do we have to go? *Methods of Information in Medicine*, 2009, 48(1): 29-37.
- Komendziński T., Mikołajewska E., Mikołajewski D. Model ekлекtyczny/mieszany jako rozwiązanie uzupełniające we współczesnej fizjoterapii pacjentów z deficytami neurologicznymi. *Materiały I Interdyscyplinarnej Konferencji Naukowej Konteksty Psychologii Rehabilitacji*, Lublin 2013.
- Komendziński T. Multimodalna dynamika koordynacji, czyli Michael Turvey i psychologia według inżynierów (nie tylko dla inżynierów). *Avant: Journal of Philosophical-Interdisciplinary Vanguard* 2012; 2: 334.
- Komendziński T. (red.) *Theoria et Historia Scientiarum*, 2003, t. 7, z. 2. Special issue: Unconscious cognition and perception. Cognitive, evolutionary and psychological perspective.
- Ladner R., Petry F. E. (red.) *Net-centric approaches to intelligence and national security*. Springer, New York 2005.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Informatyka afektywna w zastosowaniach cywilnych i wojskowych. *Zeszyty Naukowe WSOWL*, 2013, 2(168): 171-184.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer – zastosowania cywilne i wojskowe. *Kwartalnik Bellona*, 2011,2: 123-133.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Interfejsy mózg-komputer jako rozwiązania dla osób niepełnosprawnych z uszkodzeniami układu nerwowego. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*, III/2012(4): 19-36.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D. Neuroprostheses for increasing disabled patients' mobility and control. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2012, 21(2): 263-272.
- Mikołajewska E. Mikołajewski D. Zastosowanie medyczne systemów Ambient Intelligence. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 2011, 3: 207-210.
- Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEEE Transactions on Information Systems*, 1994, 12: E77-D.
- Nakashima H., Aghajan H., Augusto J. C. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer Verlag, New York 2010.
- Nowakowski P., Komendziński T. Poczucie sprawstwa: ujęcie interdyscyplinarne. [w:] Pąchalska M., Kwiatkowska G. E. *Neuropsychologia a humanistyka*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2010, s.251-261.
- Riva G., Vatalaro F., Davide F. (red.) *Ambient intelligence*. IOS Press, Amsterdam 2005.
- Weber W., Rabaey J. M., Aarts E. (red.) *Ambient Intelligence*. Springer, New York 2005.