

Realizacja wizji „inteligencji otoczenia” w środowisku przemysłowym

The vision of Ambient Intelligence in industrial environment

W pracy zaprezentowano koncepcję „inteligencji otoczenia” (Ambient Intelligence - AmI), jako uogólnienie wcześniejszych podobnych idei oraz określono główne cechy tych koncepcji ze szczególnym podkreśleniem dużego znaczenia inteligencji systemów i kontekstowości. Następnie przedstawiono przykłady kilku projektów badawczych, których wynikami są systemy AmI w środowisku przemysłowym. Przykłady dotyczą wytwarzania, utrzymania ruchu zakładu lub akcji ratowniczych w sytuacjach krytycznych. Te pierwsze praktyczne doświadczenia realizacji wizji „inteligencji otoczenia” pomogły zidentyfikować główne problemy badawcze, które zostały scharakteryzowane w dalszej części pracy. Następnie zaproponowano nową koncepcję opracowywania systemów AmI określaną jako „badania eksperymentalne”. W podsumowaniu zwrócono uwagę na duże znaczenie wizji „inteligencji otoczenia”, ale jednocześnie należy pamiętać o zagrożeniach związanych z akceptacją takich systemów w praktyce, a zwłaszcza w środowisku przemysłowym.

The paper presents the concept of Ambient Intelligence (AmI) as a generalization of previously developed similar ideas along with the major features of these concepts, with special focus on the intelligence of systems and context awareness. Then, the author gives some examples of research projects whose results are AmI systems in industrial environments. The examples refer to manufacturing, business continuity of an organization or rescue operations in critical situations. These first practical attempts to develop the concept of Ambient Intelligence helped to identify major research issues which are characterized further in the paper. Next, a new concept of AmI systems development was proposed – experience research. In the conclusions, the focus was put on the significance of Ambient Intelligence, still, the threats related to the acceptance of such systems in practice, particularly in industrial environments, were stressed.

1. WPROWADZENIE

Paradygmat „inteligencja otoczenia” (Ambient Intelligence - AmI) powstał pod koniec lat 90. ubiegłego wieku i stanowi wizję systemów cyfrowych dostępnych już w niedalekiej przyszłości, czyli po roku 2010 [1, 10]. Termin „inteligencja otoczenia” został wprowadzony przez firmę Philips i określa wizję ułatwienia życia ludzi w środowisku cyfrowym,

1. INTRODUCTION

The Ambient Intelligence (AmI) paradigm was established in late 1990s. It is a vision on digital systems to be available in the near future, i.e. 2010 and beyond [1, 10]. The term “Ambient Intelligence” was introduced by the Philips company and stands for the vision of a society living in digital environments in which the electronics are sensitive to people’s needs,

w którym elektronika jest czuła na ludzkie potrzeby, dostosowująca się do ich wymagań, uprzedzająca ich zachowania i reagująca na ich obecność. Wizja ta została następnie przyjęta przez Grupę ISTAG (*Information Society Technologies Advisory Group*) pracującą dla Komisji Europejskiej [10]. W raporcie ISTAG przedstawiono wizję, według której w środowisku inteligentnego otoczenia, ludzie będą otoczeni przez inteligentne interfejsy wbudowane w urządzenia codziennego użytku. Zgodnie z tą wizją, całe środowisko wokół nas, domy i biura, samochody i miasta, będą wspólnie tworzyły rozprzestrzeniającą się sieć inteligentnych urządzeń, które będą wspólnie pozyskiwać, przetwarzać i przysyłać informacje. Środowisko to powinno być świadome specyficznych uwarunkowań obecności ludzi i ich osobowości, i odpowiednio adaptować się do wymagań poszczególnych osób. Takie środowisko powinno być w stanie inteligentnie odpowiadać na zgłaszane głosem lub wyrażane gestami wskazania wymagań, a nawet w pewnych sytuacjach mogłoby zaangażować się w inteligentny dialog.

Paradygmat „inteligencja otoczenia” (AmI) ma na celu podniesienie poziomu integracji urządzeń coraz bardziej otaczających człowieka w różnych sytuacjach życia i pracy poprzez realizację środowiska, w którym wiele urządzeń sieciowych będzie współpracować w tle, a dostarczane usługi będą autonomiczne i delikatnie reagujące na obecność człowieka. Jest to nowa dziedzina badań mająca na celu budowę cyfrowego środowiska, które jest świadome obecności człowieka, jego zachowania i potrzeb. Systemy AmI to systemy elektroniczne realizujące funkcje poprawy całościowego odbioru doznań przez użytkownika przy wsparciu naturalnych i intuicyjnych interfejsów. W świecie AmI, masowo rozproszone urządzenia działają zbiorowo, są wbudowane w środowisko, wykorzystując informacje i inteligencję, która jest ukryta w sieci wzajemnych połączeń.

Powstanie wizji AmI wynikało z faktu, że obecny rozwój technologiczny umożliwia integrację elektroniki ze środowiskiem, wspomagając aktorów, czyli ludzi i obiekty, we współdziałaniu ze środowiskiem w sposób jednolity, naturalny i godny zaufania. Dodatkowo, wzrasta przekonanie, że rola technologii informacyjnych i komunikacyjnych nie powinna być ograniczona tylko do wzrostu produktywności. Technologie te powinny też wspomagać ludzi w zakresie opieki, dobrego samopoczucia, edukacji i kreatywności. Innymi słowy, nowe technologie nie powinny głównie zwiększać złożoności funkcjonalnej systemów AmI, ale powinny także przyczyniać się do rozwoju łatwych w użyciu i prostych do opanowania produktów i usług, które mogą być przydatne w pierwszej kolejności. Oczywiście

personalized to their requirements, anticipatory of their behaviours and responsive to their presence. This vision was then adopted by the ISTAG Group (Information Society Technologies Advisory Group) working for the European Commission [10]. In ISTAG's report a vision was presented which says that in the intelligent environment people will be surrounded by intelligent interfaces embedded into every-day objects. According to this vision, the whole environment around us, houses and offices, vehicles and cities, will form an expanding network of intelligent devices which will work together with a view to collect, process and transfer information. This environment should be aware of specific characteristics of the people's presence and personalities of different individuals. Such an environment should be able to respond in an intelligent manner to voiced or gestured indications of desire and, in certain situations, could get involved in an intelligent dialogue with the humans.

The Ambient Intelligence (AmI) paradigm aims at increasing the level of integration of machines and devices which surround people in different life situations by developing an environment where many network devices co-operate in the background and the provided services are autonomous and react to the presence of people. This is a new domain of science aimed at developing a digital environment which is aware of the presence of people, their behaviours and needs. AmI systems are electronic systems whose objective is to improve the overall experience sensed by the user with the support of natural and intuitive interfaces. In the AmI world, the massively distributed devices work collectively, are embedded in the environment by using the information and intelligence which is hidden in the interconnection network.

The development of the AmI vision resulted from the fact that the current technological development makes it possible to integrate electronics with the environment, thus supporting the actors, i.e. people and objects, in their interactions with the environment in a seamless, natural and trustworthy manner. Additionally, there is a growing desire that the role of information and communication technologies should not be limited only to the increase in productivity. These technologies should also support people in terms of care, well-being, education, and creativity. In other words, new technologies should not focus on increasing the functional complexity of AmI systems but should also contribute to the development of easy-to-use and simple-to-experience products and

wiele zespołów naukowych i technicznych zajmuje się tymi zagadnieniami. W praktyce, nie są to zadania łatwe i dlatego potrzebne jest nowe spojrzenie, aby pokonać występujące trudności. Pojawiające się z tej dziedziny liczne publikacje pokazują, że w ostatnich 10. latach dokonano znacznego postępu [2, 3, 5]. Oprócz wielu prac poświęconych rozwojowi systemów AmI w środowisku prywatnego życia ludzi, publikowane są coraz częściej prace na temat wykorzystania systemów AmI w środowisku pracy, w tym w środowisku przemysłowym [18]. Obecne osiągnięcia technologii elektronicznych, informacyjnych i komunikacyjnych stanowią podstawę do realizacji wizji „inteligencji otoczenia” również w środowisku przemysłowym, przyczyniając się do zreorganizowania pracy w przemyśle, umożliwiając uzyskanie znacznych korzyści w zakresie motywacji pracowników, elastyczności produkcji, produktywności i efektywności, a dzięki temu możliwości osiągnięcia przełomu w konkurencyjności europejskich firm.

2. ROZWÓJ IDEI SYSTEMÓW AmI

W latach 90. Marc Weiser wprowadził ideę „wszechobecných obliczeń komputerowych” (*Ubiquitous Computing*), przewidując cyfrowy świat, w którym urządzenia elektroniczne stanowią wbudowane części silnie rozproszonych sieci [21]. Idea „wszechobecných obliczeń komputerowych” dała nowe spojrzenie na mobilne obliczenia komputerowe, w ten sposób, że mobilne urządzenia i oferowane przez nie usługi miały się stać wszędzie dostępne tworząc bezpieczne sieci danych. Podstawowe własności mobilnych obliczeń komputerowych można scharakteryzować następująco:

- Przenośność – małe urządzenia zasilane z baterii o dużym zasięgu komunikacji i dużej funkcjonalności;
- Bezprzewodowość – połączenia zdalne bezprzewodowe z protokołami ad-hoc i TCP;
- Sieciowość – dostęp do zdalnych danych i usług z warstwowym protokołem;
- Wykrywanie lokalizacji – globalne pozycjonowanie z informacjami o lokalizacji;
- Bezpieczeństwo – oparte na szyfrowaniu z uwierzytelnianiem i warunkowy dostęp zabezpieczający prywatność.

Inna interesująca wizja to „rozprzestrzeniające się obliczenia komputerowe” (*Pervasive computing*), podkreślająca kwestie interoperacyjności i jednolitego wzajemnego połączenia. Wizja ta wykorzystuje

services which make sense in the first place. Obviously, there are many scientists and engineers involved in these issues. In practice, these tasks are hard to achieve therefore they require new insights to deal with the present difficulties. There have been many publications on the subject and they show that during the last 10 years the progress was significant [2, 3, 5]. Apart from many works devoted to the development of AmI systems in every-day life, there have been more and more frequent publications about the use of AmI systems in the working environment, including the industrial environment [18]. Today’s achievements of electronic-, information- and communication technologies is the basis to develop a vision of Ambient Intelligence also in the industrial environment. This will contribute to the re-organization of work in industry and bring significant benefits as far as the employees’ motivation, flexibility of production, productivity, and efficiency are concerned. This way it will be possible to reach a turning point in the competitive power of European businesses.

2. DEVELOPMENT OF AmI SYSTEMS CONCEPT

In the 1990s Marc Weiser came up with the idea of Ubiquitous Computing, anticipating a digital world in which electronic devices are embedded parts of fine grained distributed networks [21]. The idea of Ubiquitous Computing gave a new view on mobile computing in the sense that mobile devices and the services they offer were to be commonly available providing access to secure data networks. The basic qualities of mobile computing are the following:

- Portable – small-size battery-operated devices with large footprints and multi-functional properties;
- Wireless – remote wireless connections with adhoc and TCP protocols;
- Networked – remote access to data and services with layered protocols;
- Location-sensitive – global positioning with information about local position sensing;
- Secure – encryption-based with authentication and conditional access which secures privacy.

Another interesting vision is the one called Pervasive Computing. It stresses the issues of interoperability and seamless interconnectivity. This vision uses solutions from mobile computing but also identifies additional problems. The emphasis is put on the software properties of services rather than on the device properties – which is the case of mobile com-

rozwiązania z dziedziny komputerów mobilnych, ale identyfikuje dodatkowe problemy. Nacisk położony jest bardziej na własności oprogramowania usług, niż na własności sprzętowe urządzeń, co dominuje w przypadku komputerów mobilnych w wyniku ograniczeń fizycznych, takich jak waga, wymiary. Główne własności koncepcji „rozprzestrzeniających się obliczeń komputerowych” to:

- wszechobecność – dostęp do zasobów w wielu miejscach jednocześnie i w jednakowy sposób,
- interaktywność – sterowanie za pomocą wielomodalnych interfejsów użytkownika,
- interoperacyjność – przyłączanie typu „*plug and play*” z jednolitą integracją i dostępem,
- rozproszoność – równoczesny dostęp do zasobów, w tym do jednostek przetwarzania i baz danych,
- skalowalność – dostosowanie zakresu zasobów i jakości usług do określonych potrzeb.

Wizja AmI wykorzystuje rozwiązania z wcześniejszych koncepcji, czyli „wszechobecných obliczeń komputerowych” oraz „rozprzestrzeniających się obliczeń komputerowych”. Celem AmI jest wbudowanie urządzeń elektronicznych w całe środowisko, czyli w każdy obiekt fizyczny wchodzący w interakcje z człowiekiem. Integrując elektronikę w otoczenie ludzi uzyskuje się zwiększony zakres interakcji użytkownik – system, w celu poprawy kreatywności, produktywności i komfortu.

Wizja AmI wprowadza nowe zagadnienia, wymagające nowego podejścia. Można je przedstawić na podstawie kluczowych słów samej nazwy „inteligencja otoczenia”. Słowo „otoczenie” odnosi się do potrzeby wbudowania układów elektronicznych na szeroką skalę w sposób, który nie narzucając się integruje obiekty codziennego użytku lub narzędzia pracy. Słowo „inteligencja” pokazuje, że cyfrowe otoczenie wykazuje specyficzne formy społecznych interakcji, czyli otoczenie powinno być w stanie rozpoznać ludzi, spersonalizować ich preferencje, na bieżąco adaptować się do użytkowników i możliwie działać w ich imieniu. To implikuje konieczność miniaturyzacji wbudowywanych w otoczenie układów elektronicznych. Z punktu widzenia sprzętu, miniaturyzacja staje się zatem głównym celem projektowania systemów AmI. Z punktu widzenia oprogramowania, głównym celem jest wprowadzenie do tych systemów prawdziwej inteligencji.

3. INTELIGENCJA SYSTEMÓW AmI

Wizja AmI uznaje potrzeby człowieka, jako kluczowy element w rozwoju innowacji cyfrowych, któ-

puting due to physical limitations, such as weight and size. The major properties of Pervasive Computing are the following:

- Ubiquitous – access to assets in many places and with identical appearance,
- Interactive – control by means of multi-modal user interfaces,
- Interoperable – plug and play with seamless integration and access,
- Distributed – simultaneous access to assets including processing units and data bases,
- Scalable – adaptation of assets, quality of service and graceful degradation.

The AmI vision makes use of earlier concepts, i.e. Ubiquitous Computing and Pervasive Computing. The objective of AmI is to embed electronic devices into the entire environment, i.e. in every physical object which interacts with people. By integrating electronics with the background of people, it is possible to enhance the user-system interaction range with a view to improve creativity, productivity and pleasure.

The AmI vision introduces new issues that need new approaches. They can be explained based on two key words of the Ambient Intelligence concept. The word “ambience” refers to the need for large-scale embedding of electronics in a way which ensures non-obtrusive integration with every-day objects or devices. The word “intelligence” shows that the digital surroundings exhibit special forms of social interactions, i.e. the environment should be able to recognize people, personalize to their preferences, adapt to the users, and possibly act on their behalf. This implies the necessity to miniaturize electronic systems embedded in the surroundings. Thus, from the point of view of hardware, miniaturization becomes the major objective of AmI systems development. From the point of view of software, however, the major objective is to introduce true intelligence into these systems.

3. AmI SYSTEMS INTELLIGENCE

The AmI vision sees human needs as the key element in the development of digital innovations which

re wzbogacają życie ludzi, podczas gdy technologia jest uważana jako środek do osiągnięcia tego celu. Takie aspekty jak przeciążenie informacjami, naruszenie prywatności i brak zaufania, w ogólności zagrażają wprowadzeniu nowych technologii do codziennego życia i pracy ludzi. Często nie jest pewne, czy ludzie oceniają takie scenariusze jako przynoszące korzyści. Istotne są doznania użytkowe postrzegane przez człowieka, gdy wchodzi w interakcję ze środowiskiem AmI. Przykładem takiej sytuacji jest np. możliwość zagłębiania się w środowisko AmI (zanurzalność) lub nawiązywanie kontaktu z innymi ludźmi (tworzenie więzi społecznych). Takie sytuacje mogą pokazywać nowe możliwości inteligentnego zachowania się systemów AmI.

W oryginalnym sformułowaniu wizji AmI, zachowanie się inteligentnych systemów AmI jest scharakteryzowane następującymi głównymi atrybutami [5]:

- Sieciowe elementy wbudowane – środowisko AmI tworzą systemy AmI złożone z wielu zintegrowanych inteligentnych urządzeń sieciowych.
- Kontekstowość – środowisko AmI może określić kontekst, w którym dane działania mają miejsce.
- Kontekst łączy znaczenie informacji o osobach i otoczeniu, np. lokalizacja i identyfikacja.
- Personalizacja – środowisko AmI może dostosowywać się do indywidualnych potrzeb użytkowników, może rozpoznawać użytkowników i zmieniać się, aby maksymalnie ich wspomóc.
- Adaptacyjność – środowisko AmI może zmieniać się w odpowiedzi na potrzeby użytkowników, może uczyć się na podstawie powtarzających się sytuacji i zmieniających się potrzeb i odpowiednio dostrajać.
- Antycypacja – środowisko AmI może działać w imieniu użytkownika bez świadomej mediacji, może ekstrapolować charakterystykę zachowania i generować aktywne zachowania.

Wymienione atrybuty ułatwiają inteligentną komunikację ze środowiskiem AmI, oraz dostarczają użytkownikom środki do inteligentnych interakcji i sterowania. Jednak prawdziwa inteligencja środowiska AmI wymaga komplementarności z inteligencją społeczną, czyli zgodności z regułami społecznymi. Do głównych atrybutów inteligencji społecznej w środowisku AmI można zaliczyć [3]:

- Współcześnie – koncepcje interakcji z użytkownikiem stosujące protokoły komunikacyjne zgodne z konwencjami społecznymi, a więc naśladujące reguły społeczne i ogólnie akceptowane zwyczaje.
- Empatia – koncepcje interakcji z użytkownikiem wykazujące świadomość wewnętrznego stanu emocji i motywów użytkowników i odpowiednio adaptujące się do tego stanu poprzez demonstrowanie zrozumienia i pomocnego zachowania.

enrich human lives. Technology, on the other hand, is viewed as a means to achieve this objective. Such aspects as information overload, violation of privacy and lack of trust in general threaten the introduction of new technologies into people's every-day lives and work. It is often not certain whether people perceive such scenarios as beneficial. What is essential are the users' experiences when they enter into interactions with AmI environments. The examples of such situations are immersions in an AmI environment or social connectedness. Such situations show new possibilities of AmI systems intelligent behaviour.

In the original formulation of the AmI vision the behaviour of intelligent AmI systems is characterized by the following major attributes [5]:

- Networked embedded elements – AmI environment is made of AmI systems which comprise many integrated intelligent network devices.
- Context-aware – AmI environment can determine the context in which certain activities take place. The context relates the meaningful information about people and the environment, e.g. positioning and identification.
- Personalized – AmI environment can be adapted to the users' individual needs, it can recognize users and adjust its appearance to maximally support them.
- Adaptive – AmI environment can change in response to the users' needs, it can learn from repeated situations and changing needs, it can adjust to them accordingly.
- Anticipatory – AmI environment can act on behalf of the user without conscious mediation, it can extrapolate behavioural characteristics and generate pro-active responses.

The above listed attributes facilitate intelligent communication with the AmI environment and provide the users with the means for intelligent interaction and control. Still, the true intelligence of the AmI environment requires complementing with social intelligence, i.e. compliance with the conventions of the society. The main attributes of social intelligence in the AmI environment are the following [3]:

- Socialized – the concepts of interactions with the user applying communication protocols which are in accordance with social conventions, thus follow the rules of the society and commonly accepted social etiquettes.
- Empathic – the concepts of interactions with the user show the awareness of the inner state of the user's emotions and motives and adapt to this state by demonstrating understanding and helpful behaviour.

- Świadomość – wewnętrzny stan systemu, który wykazuje spójne i przejrzyste zachowanie w interakcjach z ludźmi, i który jest rozpoznawalny przez użytkowników, jako sumienny.

W środowisku AmI, inteligencja systemów oraz inteligencja społeczna są istotnie powiązane. Na przykład w środowisku czujników pewne formy inteligencji systemu mogą być kontekstowe, a zatem takie środowisko może wiedzieć, że np. przebywająca w nim osoba znajduje się w jednej z sytuacji życia prywatnego. Spersonalizowany inteligentny system, który uwzględnia reguły społeczne, użyje zdroworozsądkowej wiedzy, że zgodnie z preferencjami użytkownika, w takich sytuacjach nie należy przeszkadzać. Rozróżnienie inteligencji systemów i inteligencji społecznej na poziomie pojęciowym stanowi jedynie pomoc w modelowaniu funkcji systemów, natomiast własności te powinny być zintegrowane na poziomie implementacji systemów AmI.

Kontekstowość

Termin „kontekstowość” (*context awareness*) związany jest z dziedziną informatyki i najpierw wprowadzony został do koncepcji „wszechobecných obliczeń komputerowych” [15]. Szeroko akceptowana definicja kontekstowości stwierdza, że jest to każda informacja, która może być użyta do scharakteryzowania sytuacji danej jednostki, którą może być osoba, obiekt lub miejsce. Taka informacja jest odpowiednia do interakcji pomiędzy użytkownikiem i aplikacją, włączając samego użytkownika i tę aplikację [8]. Kontekstowość stanowi główną własność systemów AmI.

W odniesieniu do informatyki można wyróżnić dwa ważne aspekty kontekstowości: czynnik ludzki i środowisko fizyczne. Systemy kontekstowe wykonują następujące działania:

- pozyskiwanie kontekstu wykorzystując czujniki do oceny sytuacji,
- wyobrażanie i zrozumienie kontekstu z pomocą dobranych pobudeń z czujników,
- rozpoznawanie kontekstu poprzez wywoływanie działań opartych na kontekście.

Kontekstowość wykorzystywana jest w realizacji idei głoszącej, że komputery mogą czuć i reagować odpowiednio do stanu ich środowisk, czyli mogą posiadać informacje na temat okoliczności, pod wpływem których są w stanie działać na podstawie reguł lub inteligentnych pobudeń i odpowiednio reagować. Kontekstowe urządzenie komputerowe usiłuje robić założenia o aktualnej sytuacji użytkownika. W wielu systemach AmI stosowane są wyrafinowane modele kontekstowości wspierające kontekstowe aplikacje, wykorzystujące kontekst do adapta-

- Conscious – the inner state of the system exhibits a consistent and transparent behaviour while interacting with people and is recognized by the users as conscientious.

In the AmI environment the intelligence of systems and social intelligence are related with each other. For example, in a sensing environment certain forms of system intelligence can be context-aware, thus such an environment may know that a person present in this environment is in a private situation. A personalized intelligent system which takes into account social conventions will make use of common-sense knowledge that in such situations the person should not be disturbed. The recognition of systems intelligence from social intelligence at a conceptual level is just a way to assist the modelling of systems functions while these properties should be integrated at the level of AmI systems implementation.

Context awareness

The term context awareness is related to information technology and was first introduced to Ubiquitous Computing [15]. A widely accepted definition of context awareness says that this is any information which can be used to characterize the situation of the person, object or place. Such information is suitable for interactions between the user and the application, involving the user and the application [8]. Context awareness is the main feature of AmI systems.

There are two important aspects of context awareness with respect to information technology: human factor and physical environment. Context-aware systems are concerned with the following operations:

- acquisition of context (e.g. using sensors to perceive a situation),
- the abstraction and understanding of context (e.g. matching a perceived sensory stimulus to a context),
- application behaviour based on the recognized context (e.g. triggering actions based on context).

Context awareness refers to the idea that computers can sense and react according to the state of their environments, thus they may have information about the circumstances in which they are able to operate based on rules or intelligent stimulus and react accordingly. A context-aware device will try to make assumptions about the current situation of the user. In many AmI systems there are sophisticated context-aware models which support context-aware applications by using the context to adapt interfaces, increase the precision of information retrieval, discover services, make the user interaction implicit, or build

cyjnych interfejsów, doboru odpowiednich danych do określonej aplikacji, zwiększenia dokładności wyszukiwania informacji, wykrywania usług, ujawniania interakcji użytkowników, czy tworzenia inteligentnego środowiska. Np. kontekstowy telefon mobilny może wiedzieć, że znajduje się obecnie w pokoju spotkań i użytkownik telefonu siedzi przy stole. Telefon może wywnioskować, że właśnie odbywa się spotkanie i odrzuca wszystkie mniej ważne połączenia.

Kontekstowe systemy uzyskują pewien poziom autonomii, który musi być ostrożnie określany, aby uniknąć niezamierzonych działań systemu lub nawet zniszczeń [11]. Zwłaszcza w zastosowaniach przemysłowych, gdzie występuje wiele zagrożeń rozważa jest szczególnie konieczna. Dlatego techniki kontekstowej adaptacji stały się jednym z kluczowych zagadnień badawczych dla wielu obszarów zastosowań systemów komputerowych.

4. SYSTEMY AmI W ŚRODOWISKU PRZEMYSŁOWYM

W ostatnich latach powstało wiele aplikacji realizujących koncepcję „inteligencji otoczenia”, także z wykorzystaniem kontekstowości. Najczęściej były to systemy AmI opracowane w ramach projektów badawczych i przeznaczone głównie do działania w środowisku domowym lub biurowym [7]. Pierwszym kontekstowym systemem AmI wymienionym w publikacjach jest „System Aktywnych Identyfikatorów Lokalizacji”, który wykorzystywał kontekstową informację o lokalizacji osób do połączeń rozmów telefonicznych [19]. Innym przykładem jest system firmy Xerox PARC służący do wspomagania lokalizacji zasobów w środowisku biurowym [20]. W projekcie MyCampus realizowanym na Carnegie Mellon University wykorzystano techniki kontekstowe „inteligencji otoczenia” do ułatwienia codziennego życia w kampusie [14]. Wiele innych istniejących systemów AmI wykorzystuje technologie kontekstowe. Są to systemy przeznaczone do zastosowań w mieszkaniach, biurach, centrach handlowych, hotelach, muzeach. Obecnie powstają też pierwsze systemy kontekstowe „inteligencji otoczenia” przeznaczone do działania w środowisku przemysłowym [18]. Są to najczęściej wyniki projektów badawczych, w tym wiele projektów realizowanych w ramach programów ramowych Unii Europejskiej. Poniżej zaprezentowanych zostanie kilka takich systemów.

smart environments. For example, a context-aware mobile phone may know that it is currently in the meeting room, and that the user is sitting at the table. The phone may conclude that the user is currently in a meeting and reject unimportant calls.

Context-aware systems have a certain level of autonomy which should be determined very cautiously in order to avoid unintentional actions of the systems or even damages [11]. The caution is particularly desired in industrial applications where there are many threats. That is why the techniques of context adaptation have become the key research issues for many areas of computer systems applications.

4. AmI SYSTEMS IN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

Recently, many applications have been developed which deal with the concept of Ambient Intelligence, also with the use of context awareness. Most frequently these were AmI systems developed within research projects and with a view to work in home or office environments [7]. The first context-aware AmI system cited in publications is the System of Active Location Identifiers which made use of context information about people's location to connect telephone calls [19]. Another example is the PARC system developed by XEROX and aimed at supporting the location of assets in the office [20]. In the MyCampus project developed at Carnegie Mellon University the context techniques of Ambient Intelligence were used to facilitate every-day living in the campus [14]. Many other existing AmI systems make use of context technologies. These are systems to be used in homes, offices, commercial centres, hotels, and museums. Nowadays, there are the first AmI context-aware systems developed for industrial applications [18]. Most frequently they are results of research projects, including many that are carried out within the EU frameworks. Several such systems are described below.

MOSES – mobilny system bezpieczeństwa [17]

System wykorzystuje informacje kontekstowe z czujników w celu zwiększenia bezpieczeństwa pracowników w zakresie utrzymania ruchu dużych i skomplikowanych maszyn w zakładzie produkcyjnym. Wykonany system AmI wykorzystuje technologię znaczników RFID do ustalania lokalizacji. Pracownicy są wyposażeni w mobilne czytniki RFID, a wszystkie drzwi i ważne obiekty posiadają pasywne znaczniki RFID. Informacja kontekstowa o miejscu przebywania pracownika jest wykorzystywana do doradzania w zakresie niezbędnych działań w aktualnej lokalizacji. Zaletą systemu jest użycie tanich znaczników RFID do uzyskania kontekstu związanego z lokalizacją, dając pracownikom dodatkową informację w postaci adaptacyjnej listy zadań i czynności do wykonania. Jednak informacje kontekstowe uzyskiwane z tego systemu są ograniczone tylko do lokalizacji. Inne użyteczne informacje dotyczące zadań utrzymania ruchu w środowisku przemysłowym takie jak stan maszyn, temperatura itp., nie są dostępne. System nie pozwala też na multimodalną komunikację (mowa, tekst, grafika), co byłoby w krytycznych sytuacjach dużą pomocą.

iShopFloor – inteligentny system wykorzystujący techniki agentów i Internet [16]

System AmI posiada otwartą architekturę umożliwiając rozproszony inteligentny proces planowania produkcji, harmonogramowania, pozyskiwania danych i sterowania na hali produkcyjnej. W systemie wykorzystywane są trzy rodzaje agentów programowych: agenty reprezentujące zasoby, czyli agenty urządzeń przemysłowych, agenty reprezentujące produkty i części oraz agenty serwisowe ułatwiające komunikację i koordynację wszystkich agentów. System pozwala także na integrację procesów planowania produkcji poprzez wykorzystanie zaawansowanej inteligencji poszczególnych agentów maszyn.

Prototyp systemu nie posiada jednak wielu ważnych cech, które można zastosować w tego rodzaju systemie. Na przykład zastosowanie serwera ontologii, pozwoliłoby wykonywać wnioskowanie z danych semantycznych i odpowiadać na wiele pytań lub wspomagać integrację różnych urządzeń.

AMIRA – wspomaganie diagnostyki i podejmowania decyzji w sytuacjach krytycznych [6]

Projekt AMIRA (*Advanced Multi-Modal Intelligence for Remote Assistance*) miał na celu opracowanie systemu szybkiego i pewnego wypracowywa-

MOSES – Mobile Safety System [17]

The system makes use of contextual information from sensors in order to enhance the safety of maintenance personnel working on big and complex machines in a production plant. The implemented AmI system prototype uses the RFID technology for position sensing. The employees are equipped with mobile RFID readers while all doors and important facilities have passive RFID tags. The contextual information about an employee's location is used to advise him/her about the activities necessary in the current location. The advantage of the system is the use of low-cost RFID tags to gain location-based context and providing the personnel with extra information in the form of an adaptive list of tasks and operations to be done. However, the contextual information obtained from this system is limited only to location. Other useful pieces of information for maintenance tasks in an industrial environment, such as the condition of machines, temperature, etc. are not available. What is more, the system does not allow multi-modal communication (speech, text, graphics) which would be very helpful in critical situations.

iShopFloor – Internet-enabled Agent-based Intelligent System [16]

This AmI system has an open architecture which enables a distributed intelligent process of production planning, scheduling, sensing, and control of the shop floor. There are three types of agents used in the system: resource agents to represent manufacturing devices, product and part agents, and service agents to facilitate communication and co-ordination of all agents. The system also allows to integrate production planning process by means of enhanced intelligence from individual machine agents.

The prototype of this system still lacks many important qualities, e.g. an ontology server which could perform the reasoning from semantic data and answer many queries, or support the integration of different devices.

AMIRA – supporting diagnostics and decisions in safety-critical incidents [6]

The AMIRA project (*Advanced Multi-Modal Intelligence for Remote Assistance*) aimed at developing a system for quick and reliable work-out of time-criti-

nia informacji krytycznych pod względem czasu, niezbędnych do wsparcia diagnostyki i podejmowania decyzji przez mobilnych pracowników w miejscu podejmowanej akcji. Użytkownikami systemu mogą być ekipy ratownicze, takie jak załogi ambulansów, czy strażacy.

System obejmuje zbiór komponentów wielokrotnego wykorzystania, integrując nowe techniki takie jak wnioskowanie oparte na przypadkach, analizę tekstu, dialog słowny, kooperacyjne agenty programowe. Opracowane komponenty tworzą platformę AMIRA. Wykorzystując platformę można szybko skonfigurować wymaganą aplikację. W celu wspomagania podejmowania decyzji wykorzystuje się różne źródła informacji, tworząc bazę wiedzy na temat zebranych doświadczeń i opisów specyficznych problemów. Połączenie dialogu słownego z technikami analizy i wnioskowania wzmacnia inteligencję systemu, generując pytania, na które można uzyskać automatyczne odpowiedzi. W mobilnych komponentach wspomagania decyzji wykorzystywane są domenowe modele, jednak zwykle występują trudności w ręcznym uaktualnianiu informacji pochodzących z różnych źródeł. Dlatego konieczne było zautomatyzowanie tych prac przez zastosowanie technik semantycznej analizy. Do prowadzenia rozmów zastosowano terminale ręczne i smartfony. Do współpracy wielu osób zastosowano technikę agentową wraz z techniką modelowania przepływu pracy. System koordynuje komunikację między agentami, a modelowanie procesów wspomaga koordynację działań ludzi i agentów. Pierwsze próby zastosowania systemu w praktyce były prowadzone w zakresie akcji straży pożarnej.

AMI-4-SME – techniki inteligencji otoczenia dla rozwoju innowacji w ujęciu systemowym dla MŚP z przemysłu wytwórczego [25]

Projekt miał na celu zaproponowanie nowego schematu innowacji systemowych w przemysłowym środowisku MŚP poprzez zastosowanie potencjału systemów AmI w codziennej praktyce. Opracowano i walidowano nowe modele procesów biznesowych dla elastycznego wytwarzania, opartych na koncepcji AmI i specjalnie dostosowanych do potrzeb MŚP. Analizowano korzyści jakie można osiągnąć za pomocą technik AmI w rzeczywistości MŚP. Wybrane zostały przykładowe dwa typowe scenariusze aplikacji technik AmI oraz systemowych innowacji, aby zapewnić wysoką powtarzalność i adaptacyjność zaproponowanych rozwiązań dla MŚP. Są to następujące scenariusze:

cal information indispensable to support diagnostics and decision making by mobile workers at the point of intervention. The system can be used by rescue teams, first-aid teams or fire brigades.

The system comprises a set of reusable components, integrating new techniques, such as reasoning based on cases, text analysis, speech dialogue, and co-operating program agents. The developed components make up the AMIRA platform. This platform can be use for quick configuration of the required application. In order to support the process of decision making, different information sources are used, creating a knowledge base on the collected experiences and description of specific problems. The coupling of the speech dialogue with the search and reasoning techniques reinforces the intelligence of the system generating questions which are to be answered automatically. In mobile components for decision support there are domain models used, still, there are difficulties related to manual update of information coming from different sources. That is why it was necessary to automate these operations by using the techniques of semantic analysis. Manual terminals and smart phones were used for conversations. The agent technique was used to provide cooperation of many people. The system co-ordinates communication between agents, while the modelling of processes supports the co-ordination of operations carried out by people and by agents. The first practical applications of the systems were those for fire brigades operations.

Ami-4-SME – Ambient Intelligence Technology for Systemic Innovation in Manufacturing SMEs [25]

The project aimed at proposing a new scheme for systemic innovation of industrial working environments in SMEs through the deployment of AmI systems potential in every-day operations. New models of business processes were developed and validated to provide flexible manufacturing, based on the AmI concept tailored specifically to the needs of SMEs. The benefits that SMEs can have from AmI techniques were analyzed. Two typical scenarios were selected for the AmI technology applications in order to assure high reusability and adaptability of the proposed solution for SMEs. The scenarios are the following:

- zaawansowane sterowanie wytwarzaniem, wykorzystujące bezprzewodowe usługi wielomodalne i systemy rozpoznawania mowy dla dynamicznej rekonfiguracji geograficznie rozproszonych procesów wytwarzania i montażu,
- inowacyjne rozwiązania utrzymania ruchu w zakładzie poprzez bezprzewodowe mobilne urządzenia i inteligentne znaczniki w połączeniu z wielomodalnymi usługami interakcji z wieloma partnerami.

Na podstawie tych scenariuszy opracowano prototypowe rozwiązania ułatwiające implementację systemów AmI w środowisku wytwarzania MŚP. Opracowana została metodologia określająca kierunki działania oraz łatwe do zastosowania narzędzia odpowiednie dla MŚP, aby umożliwić wprowadzanie systemowych innowacji technologicznych do środowiska przemysłowego i organizacji pracy. Powstały moduły aplikacyjne umożliwiające realizację systemów AmI silnie ukierunkowane na użytkowników (*user-centered*):

- system czujników oparty na znacznikach RFID, mobilne czytniki i oprogramowanie,
- system rozpoznawania mowy dla implementacji naturalnych interakcji człowieka z urządzeniami mobilnymi, łatwy do zastosowania i utrzymania w działaniu, wykorzystując standardowe interfejsy,
- adapter systemu AmI dla urządzeń mobilnych, usług i integracji systemu. Umożliwia elastyczne, bezpieczne i efektywne konfigurowanie usług AmI oraz urządzeń mobilnych oraz odwzorowywanie i przyłączanie systemów starszych.

Opracowane rozwiązania są w dużym stopniu dostosowane do infrastruktury MŚP. Realizacja nowego środowiska opartego na koncepcji AmI pozwoliła stworzyć podstawy radykalnie zreorganizowanej pracy w przemyśle, umożliwiając uzyskanie znacznych korzyści w zakresie motywacji pracowników, elastyczności, produktywności i efektywności, a dzięki temu możliwości osiągnięcia przełomu w konkurencyjności europejskich firm.

Projekt LIASON – usługi oparte na lokalizacji dla wzbogacenia środowiska pracy [26]

Celem projektu było opracowanie rozwiązań jednolitych i spersonalizowanych usług lokalizacji w ramach heterogenicznych sieci dla szerokiego kręgu mobilnych grup pracowników, a zwłaszcza ekip ratunkowych. Rozwiązania dają istotne ulepszenia dla mobilnych pracowników w zakresie środowiska pracy i bezpieczeństwa poprzez jednolity dostęp do informacji. Terminale multimedialne wykorzystujące otwarte platformy umożliwiają uruchamianie aplikacji, posiadających funkcje i treści oferujące wiele in-

- advanced manufacturing control, using wireless multi-modal services and speech recognition systems (SRS) for dynamic reconfiguration of geographically distributed processes of assembly and manufacturing;
- innovative approaches for maintenance via mobile wireless devices and/or smart tags in combination with multi-modal services and SRS facilitating multistakeholder involvement.

Based on these scenarios, basic prototype solutions were developed, facilitating the AmI implementation in manufacturing environments for the SMEs. A methodology was developed which provided guidelines and tools easily adaptable to the SMEs' requirements. The methodology was to enable the deployment of systemic innovations into the industrial environments and organization of work. User-centered application modules were developed to facilitate the execution of AmI systems:

- RFID-based sensor system, mobile readers and middleware,
- speech recognition system for implementing configurable natural human interactions with mobile devices; easy to generate and maintain; using standard interfaces.
- AmI system adaptor for mobile devices, services and system integration. It enables a flexible, secure and efficient configuration, mapping and interfacing of legacy systems, AmI services as well as mobile devices.

The developed solutions are highly compatible for integration with SMEs' infrastructures.

The development of a new environment based on the AmI concept made foundations for radical reorganization of industrial work and enabled to get significant benefits in terms of the employees' motivation, flexibility, productivity, and efficiency. This way, a turning point in the competitive ability of European organizations was achieved.

LIASON Project – Location-based Services for the Enhancement of Working Environment [26]

The objective of the project was to work out seamless and personalized location services across heterogeneous networks for a wide range of mobile workers communities, particularly rescue teams. The solutions provide significant improvement in the range of working environments and safety by seamless access to information. Multi-media terminals using open platforms make it possible to start applications whose functions and contents offer many innovative qualities: 3D visualization of interiors, dynamic mapping,

nowacyjnych cech: wizualizację wewnątrz 3D, dynamiczne mapowanie, przewodniki do tras po obiektach, asystę w sytuacjach kryzysowych, kontekstowe rozliczenia płatności, tłumaczenia wielojęzyczne. Wybrane zostały podstawowe scenariusze, które poddane zostały walidacji za pomocą serii testów odzwierciedlających wymagania poszczególnych grup użytkowników. Rozwiązania zawierają następujące elementy: terminale ręczne, elementy sieci, platformę oprogramowania aplikacyjnego i narzędziowego, serwer lokalizacji, zdalne centrum zarządzania (floty, usług ratunkowych, lokalizowania, śledzenia). Wyniki projektu umożliwią zwiększenie operatywnego działania wielu służb ratunkowych na takich obiektach jak porty, lotniska, banki, kompleksy przemysłowe, duże obiekty użytku publicznego.

Projekt POMPEI – mobilne usługi lokalizacji i obecności typu P2P dla zarządzania kryzysowego i sytuacji katastrof [24]

Celem projektu była integracja usług współdziałania i rozszerzenie mobilnej platformy systemów operacyjnych smartfonów, w celu implementacji nowych metod pracy i zwiększenia operacyjnych możliwości mobilnych pracowników ekip ratunkowych. Zdefiniowano i wykonano walidację architektury sieci peer-to-peer oraz aplikacji mobilnych dla sytuacji zagrożenia i katastrof, które integrują protokoły sieciowe, usługi lokalizacji i obecności oraz mobilne zarządzanie przepływem pracy na bazie dostępnej platformy mobilnej. Opracowano oprogramowanie i technologie komputerowe, które są odporne, rozproszone, interoperacyjne i adaptacyjne do włączenia nowych aplikacji i usług oraz wspierania rozwoju otwartych standardów i oprogramowania. Opracowano hybrydowy zestaw protokołów do użytku w sieci peer-to-peer umożliwiający komunikację i współdziałanie między członkami ekip ratunkowych. Opracowano interfejsy lokalizacji, które mogą być użyte do interakcji w rozproszonym przetwarzaniu w nieprzewidywalnym środowisku mobilnym, dostarczając usługi lokalizacji z funkcjami optymalizacji. Uzyskano przezroczystość sieci pod względem stosowanego medium i lokalizacji węzłów sieci, identyfikowanych przez unikalne znaczniki. Zaprojektowano elastyczny model przepływu pracy, który w sposób dynamiczny przekazuje odpowiedzialność w ramach zespołów ratunkowych. Zdefiniowano interakcje między zespołami ekip ratunkowych, zapewniając komunikację w sposób elastyczny i odporny na błędy oraz sposoby raportowania do nadzorujących. Poddano walidacji opracowaną architekturę, realizując wybrane scenariusze zarządzania kryzysem

guides for visiting different buildings, assistance in crisis situations, contextual clearing of accounts, multi-language translations. Basic scenarios were selected and then validated by means of tests reflecting the requirements of particular user groups. The solutions include the following elements: manual terminals, network elements, application and utility software platform, location server, remote control centre (vehicles, rescue services, locating, tracking). The results of the project will improve the operations of many rescue services in such facilities as ports, airports, banks, industrial plants, and big public utility buildings.

POMPEI Project – P2P Location and Presence Mobile Services for Crisis Management [24]

The objective of the project was to integrate collaboration services and extend a mobile platform of smart phones operation systems with a view to implement new working methods and increase the operation potential of mobile workers in rescue teams. The project defined and validated a peer-to-peer workflow architecture, along with mobile applications for emergency and disaster response which integrate P2P protocols, location and presence services as well as mobile workflow management based on the available mobile platform. Within the project there were software and computing technologies developed which are reliable, distributed, interoperable, and adaptable to new applications and services, and which are ready to support the development of open standards and open-source software. A hybrid collection of protocols was developed to be used in a peer-to-peer fashion to enable communication and co-operation between the workers of rescue teams. Location-aware interfaces were developed to be used to interact under ubiquitous computing principles in a mobile and unpredictable environment and to provide location services with optimization functions. The outcome of the project was a transparent network in terms of the used medium and location of peers identified by unique tags. A flexible workflow model was designed which dynamically delegates the responsibilities within rescue teams. The interactions between rescue teams were defined in a flexible and faulttolerant way to ensure communication and reporting to supervisors. The developed architecture was validated by carrying out two selected crisis management scenarios: an international airport and an electricity

w dwóch przypadkach: międzynarodowego lotniska i elektrowni w sytuacji katastrofy. Pierwszy docelowy rynek obejmuje firmy usługowe bezpieczeństwa i zabezpieczeń. Wyniki projektu zostały zebrane w pakiecie, aby ułatwić wejście w specyficzne wertykalne segmenty rynku takie jak: lotniska międzynarodowe, duże obiekty budowlane, w tym banki i firmy przemysłowe. Drugi docelowy rynek obejmuje działania komplementarnych usług bezpieczeństwa.

5. OTWARTE PROBLEMY BADAWCZE

Chociaż wizja AmI powstała przeszło 10 lat temu, rozwój i implementacja systemów oraz rozwój środowiska AmI jest jeszcze na etapie początkowym, zwłaszcza w dziedzinie zastosowań przemysłowych. Występuje nadal duża luka między fikcją koncepcji wynikających z wizji a trudnościami ich realizacji. Jednak ugruntowane jest przekonanie o ukierunkowaniu działania systemów AmI na spełnianie wymagań użytkownika (*user-centered*). Poniżej zaproponowano grupę najważniejszych zagadnień badawczych w dziedzinie systemów AmI przeznaczonych do wykorzystania w środowisku przemysłowym [3, 13, 23].

Integracja technologii mobilnych

W podejściu ukierunkowanym na użytkownika można posłużyć się modelem odniesienia interakcji pomiędzy użytkownikiem i otaczającymi go różnymi rodzajami sieciami komunikacyjnymi. Jest to warstwowy model indywidualnej przestrzeni użytkownika, obejmujący następujące elementy:

- sieć ciała osoby (*Body Area Network – BAN*): do zarządzania czujnikami i interfejsami w kontakcie z ciałem osoby i wokół ciała,
- sieć osobista (*Personal Area Network – PAN*): do przesyłania informacji do osobistych lub ogólnych urządzeń,
- sieć lokalna (*Local Area Network – LAN*): do dostępu do stałych lub mobilnych sieci i do Internetu,
- sieć rozległa (*Wide Area Network – WAN*): do dostępu i rutowania z pełną mobilnością i wymaganym poziomem jakości usług,
- „cyfrowy świat” (*Cyberworld*), gdzie współpracują ludzie i awatary.

Wszystkie te warstwy muszą być zintegrowane, w celu współpracy przy dostarczaniu usług użytkownikom. W prezentowanym modelu kluczowe znaczenie mają bezprzewodowe techniki komunikacyjne pozwalając na płynne interakcje wewnątrz realnego świata i w połączeniu ze światem cyfrowym.

company under disaster conditions. The primary market to which the project results are targeted are safety and security services companies. The project results were offered as a package in order to facilitate its entrance into such specific market segments as international airports and big buildings, including banks and industrial complexes. The secondary market includes complementary security services.

5. OPEN RESEARCH ISSUES

Although the AmI vision was developed over 10 years ago, the development and implementation of AmI systems and environments still remains at its infancies, particularly in the realm of industrial applications. There is still a gap between the fiction of the concepts resulting from the vision and the difficulties that emerge when the vision is to be put in practice. However, there is a strong belief that AmI systems are user-centered. Below, there are the most important research issues in the range of AmI systems to be used in the industrial environment [3, 13, 23].

Integration of mobile technologies

The user-centered approach applies a model of interactions between the user and the surrounding objects. It is a layered model of the user's private space which includes the following elements:

- Body Area Network (BAN): to manage sensors and interfaces placed on the body and around it,
- Personal Area Network (PAN): to send information to personal or general devices,
- Local Area Network (LAN): to provide access to stationary or mobile networks and to the Internet,
- Wide Area Network (WAN): to provide access and routing with full mobility and the required service level,
- Cyberworld, in which people and avatars cooperate.

All these layers have to be integrated to co-operate while providing services to the users. In the presented model the wireless communication techniques are of key significance as they allow fluent interaction inside the real world in connection with the digital world.

Modelowanie użytkownika

Większość aplikacji i systemów AmI jest obecnie projektowana pod określoną technologię tylko dlatego, że nie dysponujemy jeszcze odpowiednimi narzędziami umożliwiającymi uwzględnienie zachowań użytkowników jako parametru w projektowaniu systemu oraz przy opracowywaniu poszczególnych urządzeń. Konieczny jest silny nacisk na rozwój modelowania użytkownika, aby osiągnąć podobny poziom zrozumienia użytkowników, jaki występuje w modelowaniu technologii. W tym celu należy zidentyfikować główne scenariusze użytkownika. Są to działania w niewielkim stopniu wymagające umiejętności inżynierskich. Raczej wymagany jest szeroki zakres kompetencji, takich jak: psychologia, reżyseria, pisanie scenariuszy ze świata fantastyki. W przypadku zastosowań przemysłowych scenariusze powinny uwzględniać przyszły rozwój danej branży, możliwości zmian organizacyjnych i technologicznych oraz tworzyć logiczne wzorce zgodne z przypadkami użycia. Ekspert musi analizować scenariusze i proponować „elementy technologii” niezbędne do realizacji funkcjonalności wskazanych w scenariuszach odniesienia. Głównym wynikiem modelowania użytkownika jest określenie kontekstu ukierunkowanego na użytkownika. Bardziej niż „profilowanie użytkownika” i „profilowanie usług”, abstrakcyjne określenie kontekstu użytkownika dostarcza opis różnych obserwowalnych atrybutów charakteryzujących sytuacje, w których funkcjonuje użytkownik. Systemy zorientowane na kontekst będą w stanie odpowiedzieć na wiele pytań. Określając modelowe rodzaje kontekstu ustalane są metadane kontekstowe, które mogą asystować użytkownikowi w różnym środowisku. Dynamiczne zarządzanie metadanymi kontekstowymi będzie oparte na korzystaniu z utworzonej bazy danych wspólnych modelowych rodzajów kontekstu.

Interfejsy interakcji

Obecne postępy w budowie sieci osobistych, a także inteligentnych fabryk, dają nadzieję na realizację prawdziwie wszechobecnej komunikacji i obliczeń komputerowych. Podczas, gdy dostępne technologie stają się coraz bardziej złożone, podstawowe możliwości człowieka zmieniają się bardzo powoli. W rozwoju nowych technik interakcji muszą być uwzględnione ograniczenia zmysłów, ruchu, pamięci, a także mocy przetwarzania mózgu. Aby w pełni wykorzystać możliwości nowych technologii należy rozszerzyć interakcje o więcej rodzajów zmysłów, np. dotyk, zapach, a także poprzez wykorzystanie wi-

Application modelling

Nowadays, most AmI applications and systems are designed with a view to work with certain technologies. This happens due to the fact that we do not have at our disposal proper tools which would enable to consider the users' behaviours as a parameter while designing the system of developing particular devices. It is necessary to emphasize the necessity to develop application modelling in order to achieve the level of understanding of the users similar to the one in technologies modelling. For this purpose it is necessary to define major scenarios of application. These operations do not require a great deal of engineering abilities. More useful here are abilities in the realm of psychology, directing and writing sciencefiction scenarios. In the case of industrial applications, the scenarios should take into account the future development of the given industrial sector as well as possible organizational and technological changes. They should also develop logical patterns compliant with use cases. The scenarios should be analyzed by experts who must propose “technology elements” indispensable to fulfill the functionalities depicted in the scenarios. The major result of application modelling is determining the user-centered context. More than “user profiling” and “services profiling”, the abstract determination of the context provides the description of different observable attributes characteristic of situations in which the user functions. Context-oriented systems will be able to answer many questions. By determining the model types of the context, contextual metadata are identified which can assist the user in different environments. Dynamic management of contextual metadata will be based on the use of a data base of common model types of context.

Interaction interfaces

With the progress in the development of personal area networks and intelligent plants, there is hope to have truly omnipresent communication and computing. While the available technologies become more and more complex, basic abilities of people change very slowly. Thus the development of novel interaction techniques has to take into account the limitations of human senses, moves, memory, as well as the processing ability of the human brain. In order to fully use the potential of new technologies it is necessary to extend the interactions into more senses, e.g. touch, smell, as well as to make use of peripheral

dzenia peryferyjnego i słyszalności otoczenia. W dłuższej perspektywie można będzie łączyć percepcję poprzez wiele zmysłów i wzmacniać je za pomocą nowych technologii. Pierwszym krokiem powinno być zwiększenie efektywnego użycia interfejsów interakcji człowieka, w szczególności rozszerzając możliwości komunikacyjne i obliczeniowe najbardziej intuicyjnych i dobrze przyswojonych sposobów użycia zmysłów i elementarnych urządzeń ogólnego przeznaczenia. Przykładem może być telefon w rękawicach opracowany w laboratorium badawczym firmy Ericsson, co daje intuicyjne rozszerzenie zmysłu dotyku na obszar komunikowania się [23]. Innym przykładem jest pióro do pisania wyglądające jak zwykłe, a pozwalające na rozszerzenie funkcjonalności przedmiotu codziennego użycia. Pióro to zawiera wideokamerę, która nagrywa i przesyła pisany tekst. Pióro to zawiera też czujniki nacisku na papier i wykonywanych ruchów. Użyte do pisania na specjalnym papierze, który zawiera niewidzialne identyfikatory, pozwala skojarzyć pisaną treść z miejscem pisania.

Wymagane są również nowe koncepcje interakcji w środowisku przemysłowym AmI [12]. Inne niż użycie klawiatury komputera, sterowanie zdalne z wykorzystaniem menu lub poprzez analizator mowy. Najbardziej obiecujące są dotykowe interfejsy użytkownika. Wykorzystują specjalizowane urządzenia interakcji, łącząc świat fizyczny z cyfrowym. Urządzenia te realizują funkcje pośredniczenia w interakcjach i stanowią podstawowy element środowiska AmI. Dotykowe interfejsy użytkownika wykorzystują wspólną obecność użytkowników i środowiska. Użytkownik jest wtedy częścią wspólnej przestrzeni wejść i wyjść. Kształt, kolor, orientacja, wielkość urządzeń interakcji mogą mieć znaczenie. Oddzielenie różnych urządzeń interakcji ze względu na różne funkcje może prowadzić do rozproszonych i równoczesnych interakcji ze środowiskiem AmI. Dotykowe interfejsy użytkownika pozwalają na bezpośredni kontakt użytkownika ze środowiskiem bez innych elementów pośrednich, zatem są zdecydowanie bardziej intuicyjne i bardziej naturalne niż obecnie używane interfejsy użytkownika.

Programowanie funkcji przez użytkownika

Konieczne jest takie projektowanie oprogramowania środowiska AmI, aby użytkownik niespecjalista mógł tworzyć i modyfikować artefakty programowe. Pozwoli to na dopasowywanie środowiska przez samych użytkowników końcowych do ich potrzeb. W tym celu niezbędne są metody i narzędzia edycji, interpretacji, łączenia i wykonywania funkcji w przyjazny i intuicyjny dla użytkownika sposób. Ogólnie

vision and hearing of the surroundings. In the more distant future it will be possible to combine perception of many senses and reinforce them with the use of novel technologies. The first step to achieve this should be to increase the efficient use of human interaction interfaces, particularly those which extend communication and computing possibilities of the most intuitive and easily adopted ways of using human senses and every-day devices. An example is a glove phone, developed in the laboratories of Ericsson, which extends the sense of touch into the domain of communication [23]. Another example is a pen which looks like a standard one but whose functionalities go beyond those of a simple every-day object. The pen has a video camera which records the written text and sends it to a given address. When the pen is used for writing on special paper with invisible identifiers, it is possible to associate the written contents with the place of writing.

It is also required to use new interaction concepts in an industrial AmI environment [12] other than the use of a keyboard, menu-driven remote control or speech interfaces. The most promising are tangible user interfaces. They make use of physical artifacts as objects for representation and interaction with a view to integrate the physical and digital worlds. These devices couple into the mediated action and represent key elements of the AmI environment. Tangible interfaces are built on the co-presence of the users and the environment. The user is then a part of the coinciding input and output spaces. The shape, colour, orientation, and size of the interaction objects can be significant for the interaction. Separating different tangible devices due to their different functions may lead to distributed and simultaneous interactions with AmI environments. Tangible user interfaces allow direct interactions between the user and the environment without any mediating elements, thus they are much more intuitive and natural than currently used user interfaces.

End-user programming

The AmI environment software should be designed in such a way that non-expert computer users could create and modify software artifacts. This will allow the end-users to tailor the environments according to their needs. For this reason it is indispensable to have methods and tools for editing, interpreting, linking, and rendering of application functions in a userfriendly and intuitive manner. It is generally believed

zakłada się, że właściwe podejście do programowania przez użytkownika końcowego to wykorzystanie metafor, piktogramów i ikon dla ustawień specyficznych dla danej aplikacji, aby określić działania na poziomie intencji. Podstawowe pojęcia to: programowanie graficzne, animacyjne, programowanie przez przykłady. Środowisko programowania użytkownika końcowego powinno wykazywać bezpośrednie sprzężenie akcji programowania poprzez wizualizację, animację lub symulację. Powinno być możliwe sprawdzenie efektu akcji w środowisku AmI za pomocą specjalnego systemu kontroli środowiska AmI. Programowanie przez użytkownika końcowego zaczyna się od tworzenia scenariuszy opisujących sekwencje działań, jakie mogą wystąpić w środowisku AmI, zwane „narracjami otoczenia” (*ambient narratives*). Tłumaczenie tych działań na własności systemu wymaga modelowania 3D, zapisów interakcji, modelowania procesów, wnioskowania w sytuacji zmieniających się w czasie ograniczeń. Końcowym elementem jest opracowanie zarządzania cyklem życia „narracji otoczenia” [9].

Funkcje godnej zaufania perswazji

Ważnym zagadnieniem jest wsparcie zachowania-systemów AmI czułych na kontekst, poprzez dostarczanie przekonujących treści i godnych zaufania interakcji. Do głównych zagadnień związanych z perswazją należą:

- redukcja, czyli zastępowanie złożonych zadań przez prostsze, stosując automatyzację, przewidywanie i określając charakterystykę systemu AmI;
- dopasowywanie komunikatów i treści do przekonań i potrzeb użytkownika. Wymagane są modele użytkowników bardzo czułe na kwestie prywatności. Dokładniejsze niż ogólne profile, gdyż uwzględniające ich osobowość, a także kontekst społeczny;
- sugerowanie pozostawiające użytkownikowi decyzję wykonywania pewnych działań w dogodnym momencie. Działania zależą silnie od kontekstu, co stanowi główną cechę środowiska AmI;
- monitorowanie samego użytkownika i informowanie jak może modyfikować swoje zachowanie. Działania tego rodzaju należą do kwestii związanych z perswazją.

Rozszerzanie społeczności wykorzystującej środowisko AmI (e-inclusion)

Co może skłonić ludzi do zgody na ciągłe monitorowanie ich środowiska i każdego ich ruchu? Wiele będzie zależało od postrzegania funkcjonalnych ko-

that a suitable approach to end-user programming should involve metaphors, pictograms and icons within an application-specific setting in order to specify actions at an intentional level. The basic concepts are: graphical programming, animation programming, programming by example. End-user programming environment should demonstrate the immediate feedback of the programming actions through visualization, animation or simulation. It should be possible to render the effect of the action onto the AmI environment by means of a special Ambient Control system. End-user programming starts with preparing scenarios describing successive actions that can take place in an AmI environment. These scripts are called ambient narratives. The translation of these actions into system properties requires 3D modelling, interaction scripting, process modeling, and non-monotonic reasoning over temporal constraints. The final element is working out lifecycle management of ambient narratives [9].

Trustful persuasion functions

An important issue is to support context-sensitive AmI systems by delivering persuasive contents and trustful interactions. The basic issues related to persuasion are:

- reduction understood as replacing complex tasks by simpler ones through automation and anticipation, and by defining the characteristics of the AmI system;
- customization and tailoring of messages and contents to the user's beliefs and needs. Here highly privacy-sensitive models of users are required, i.e. those which are more precise than general profiles because they take into account the aspects of human personality as well as social status;
- suggestion which leaves to the user the decision to carry out certain actions at a certain time. The actions are strongly context-sensitive which is the major quality of the AmI environment;
- self-monitoring and informing the users how to modify their behaviours. Such actions are persuasion-related issues.

Extending the AmI environment community (e-inclusion)

What are the reasons for people to accept constant monitoring of their environments and their every move? Much will depend on how people perceive

rzyści ze środowiska AmI i dostępności mechanizmów, które umożliwią uczestnikom dokonywać własnych wyborów w sposób zrozumiały, jasny i niezależny od ich poziomu zrozumienia. Takie mechanizmy powinny być zgodne z podstawowymi ustaleniami sformułowanymi w Karcie Praw Podstawowych Unii Europejskiej (*Charter of Fundamental Rights of the European Union*), która dotyczy takich spraw jak autonomia, wolność wyboru, równość. Rozwiązaniem tego problemu jest komunikowanie zainteresowanym o podejmowanych działaniach i ich prawach w tym zakresie, już na etapie projektowania systemów AmI. Inne problemy wynikają z faktu, że personalizacja wymaga rejestracji i zapamiętania zachowań użytkowników. Jawna wiedza na temat tzw. cyfrowej duszy człowieka wymaga opracowania różnych standardów zachowań społecznych również takich, które mogą pomóc w pokonywaniu ich własnych niewłaściwych zachowań. Istnieją obawy związane z absolutystyczną naturą technologii AmI. Środowisko AmI w skrajnej postaci może prowadzić do świata wypełnionego cyfrowymi surogatami dla wszystkiego co jest wyobrażalne. Zagadnieniem tym zajmuje się grupa SWAMI (*Safeguards in a World of Ambient Intelligence*), która opublikowała listę obaw związanych z koncepcją AmI [22]. Praca ta może być wstępem do rozważań na temat etyki w zakresie AmI.

6. BADANIA EKSPERYMENTALNE

Rozwój nowatorskiego środowiska AmI wymaga nowych sposobów pracy, aby osiągnąć ostateczny cel, czyli usytuowanie użytkownika w centrum interakcji. To implikuje, że użytkownik powinien odgrywać aktywną rolę w procesie badań i rozwoju. W tym celu konieczne jest zastosowanie koncepcji „badań eksperymentalnych”, których celem jest opracowanie metod i technik, które pozwolą w procesie zdobywania doświadczeń na sprzężenie zwrotne obejmujące walidację z udziałem użytkowników [2]. Badania eksperymentalne powinny obejmować przedstawione poniżej trzy etapy.

Wybór rozwiązań

Określenie potrzeb potencjalnych użytkowników poprzez badania grup docelowych z uwzględnieniem ich kontekstu społecznego. Wymagane jest zrozumienie ukrytych potrzeb, wynikających z osobowości i emocji poszczególnych osób. Obserwacje powinny umożliwić silne dostosowanie środowiska AmI po-

functional benefits of AmI environments and on the availability of mechanisms which enable the participants to make their own choices in a way that is understandable, transparent and independent of their comprehension level. Such mechanisms should be in compliance with the basic agreements included in the European Charter of Fundamental Rights which are concerned with such issues as autonomy, freedom of choice and self-determination. The solution to this problem is communicating the involved subjects about the undertaken actions and the rights in this respect already at the level of designing the AmI systems. Other problems emerge due to the fact that personalization requires registration and recording of the users' behaviours. The explicit knowledge about the so called digital soul of a human being requires the development of different social behaviour standards, including those which may help to protect people against their own improper behaviours and attitudes. There are concerns related to the absolutistic technological nature of AmI. The extreme version of the AmI environment may lead to a world filled with digital surrogates for about everything that is conceivable. This issue is investigated by the SWAMI group (Safeguards in a World of Ambient Intelligence) who published a list of concerns about the AmI concepts [22]. This study can be a starting point for the discussion about ethics in AmI.

6. EXPERIENCE RESEARCH

The development of novel AmI environments requires new methods of working in order to achieve the ultimate goal which is positioning the user in the centre of the interaction. This implies that the user should play an active role in the research and development process. For this purpose it is necessary to apply the concept of Experience Research aimed at developing methods and techniques which will allow the validated feedback of users in the process of generating experiences [2]. Experience research should comprise the following three stages.

Experience context

Determining the needs of potential users by testing focus groups with respect to their social context. It is required to understand the hidden needs resulting from the personalities and emotions of particular individuals. The observations should enable customization of the AmI environment by casting the beha-

przez dodanie charakterystyki zachowań przyszłych użytkowników w cyfrowych modelach społecznej inteligencji systemów AmI, o których była mowa w poprzednim rozdziale. Należy także określić koncepcję wprowadzenia elementów systemu na rynek w taki sposób, aby proponowane rozwiązania były dobrze ocenione, jako potrzebne i godne zakupu, przez potencjalnych klientów i przyszłych użytkowników.

Opracowanie urządzeń i systemów

Wykorzystywane będzie laboratoryjne środowisko o kontrolowanych parametrach, w celu realizacji procesów projektowania, rozwoju i badań nowych rozwiązań i nowych koncepcji interakcji, w ujęciu nakierowanym na użytkownika (*user-centered*). Środowisko AmI nie może być traktowane jak urządzenie z pudełka, które może być projektowane i budowane na podstawie pewnej liczby przypadków użycia, przekształconych w dobrze zdefiniowane wymagania systemowe. Środowisko AmI jest silnie interaktywne i reagujące, a jego złożone zachowanie może być jedynie określone i wyspecyfikowane pośrednio. Takie systemy mogą być jedynie projektowane z zastosowaniem iteracyjnych procesów inżynierskich i badawczych. Wykonywane są prototypy urządzeń i systemów, a następnie są one doskonalone w serii cykli projektowych i inżynierskich, w których wykorzystuje się dodatkową informację uzyskaną w procesie ewaluacji przez użytkowników. Prowadzona ocena nowych prototypów urządzeń powinna być w dużym stopniu realistyczna, jednak kontrolowana, aby zapewnić stabilność sytuacji w jakich przeprowadzane jest badanie i eliminowanie niepotrzebnych artefaktów.

Badania eksploatacyjne

Badania te dotyczą sytuacji, gdy nowe koncepcje i rozwiązania są testowane w warunkach rzeczywistych, nie kontrolowanych. Warunki testowania nie powinny odbiegać od docelowego środowiska pracy tych nowych produktów. Są to zwykle długotrwałe testy w różnych warunkach przyszłej eksploatacji. Uzyskane informacje są bardzo ważne, gdyż uzyskane w warunkach rzeczywistych, w których występuje wiele czynników i ich powiązań. Takich informacji nie udaje się uzyskać przeprowadzając jedynie kontrolowane badania laboratoryjne. Przykładem takich czynników występujących w testach rzeczywistych może być stres i emocje, które mają silny wpływ na odbiór interakcji użytkowników środowiska AmI.

vioural insights into computational models which provide the AmI environments with the social intelligence as defined in the previous section. It is also necessary to determine the concept marketcombinations of solutions so that the solutions could be viewed by the users as useful and desirable.

Development of devices and systems

In order to carry out designing, development and research of new user-centered solutions and interaction concepts, a laboratory environment will be used. The AmI environment cannot be viewed as a closedbox device which can be designed and built on the basis of a certain number of use cases translated into well defined system requirements. The AmI environment is highly interactive and responsive and its complex behaviour can only be implicitly defined and specified. Such systems can only be developed with the use of iterative engineering. The prototypes of devices and systems are developed and then refined in a sequence of design and engineering cycles in which extra information obtained during the usermade evaluation is used. The evaluation of new devices prototypes should be highly realistic, yet controlled in order to maintain test situations stable and eliminate unwanted artifacts.

Experience field

This research concerns situations in which new concepts and solutions are tested in real-life, uncontrolled settings. The testing conditions should be as close as possible to the real working environment of these new products. Usually, these are longitudinal tests in different conditions of future exploitation. The achieved feedback is very important as it is obtained in real-life settings which have many factors and mutual connections. Such data cannot be obtained in controlled laboratory conditions. The examples of real-life factors are stress and emotions which strongly influence the perceived interactions of users with their AmI environments.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowana wizja „inteligencji otoczenia” (AmI) stanowi wizję systemów cyfrowych dostępnych już w niedalekiej przyszłości. Wizja ta uznaje potrzeby człowieka, jako kluczowy element w rozwoju innowacji cyfrowych, które wzbogacają życie ludzi, podczas gdy technologia jest uważana jako środek do osiągnięcia tego celu. Inteligencja i kontekstowość stanowią główne własności systemów AmI. Prawdziwa inteligencja środowiska AmI wymaga jednak komplementarności z inteligencją społeczną, czyli zgodności z regułami społecznymi. W tym zakresie wymagane są dalsze badania, ale problemów badawczych jest wiele więcej. Niezbędne jest także zastosowanie nowych metod opracowywania systemów AmI bardziej ukierunkowanych na badania eksperymentalne.

Niewątpliwie wizja AmI stanowi próbę realizacji rzeczywiście przełomowego paradygmatu. W tym celu konieczne jest jednak współdziałanie wielu dyscyplin i zintegrowane podejście, na o wiele wyższym poziomie niż obecnie rozwijane innowacyjne systemy automatyzacji. Wymaganie to jest wyzwaniem i jednocześnie zagrożeniem. Zagrożenie wynika ze złożoności środowiska AmI i trudności w implementacji wizji AmI. Wysokie wymagania mogą jednak pobudzać badania i tworzyć innowacyjne rozwiązania tych złożonych zagadnień, pozwalając w przyszłości na zrealizowanie prawdziwego środowiska AmI.

Literatura

1. *E.H.I. Aarts, J. Encarnacao*: True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence, Springer, Berlin, 2006.
2. *E.H.I. Aarts, E. Diederiks*: Ambient Lifestyle: From Concept to Experience, BIS Publishers, Amsterdam, 2007.
3. *E.H.I. Aarts, B. de Ruyter*: New research perspectives on Ambient Intelligence, Journal of Ambient Intelligence and Smart Environment, No. 1, pp. 5-14, 2009.
4. *E.H.I. Aarts, P. Markopoulos, B. de Ruyter*: The Persuasiveness of Ambient Intelligence, in: M. Petkovic, W. Jonker (eds.), Privacy and Trust in Modern Data Management, Springer, Berlin, 2007.
5. *J. C. Augusto, D. Shapiro* (eds.): Advances in Ambient Intelligence, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Vol. 164, IOS Press, Amsterdam, 2007.
6. *E. Aurio, P. Heisterkamp, I. Aarberg, B. Diamond, B. Taylor, A. Freßmann*: AMIRA: Supporting Diagnostics And Decisions In Safety-Critical Incidents, in: P. Cunningham, M. Cunningham (eds.), Innovation and the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies, IOS Press Amsterdam, 2005.
7. Collaboration@Work, The 2005 report on new working environments and practices (DG Information Society and Media, October, 2005).
8. *A.K. Dey*: Understanding and Using Context, Personal Ubiquitous Computing, Vol. 5 (1), pp. 4-7, 2001.
9. *M. van Doorn, A. P. de Vries*: Co-creation in Ambient Narratives, in: Ambient Intelligence for Everyday Life (AmI-Life'05), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3964, 2006

CONCLUSIONS

The presented Ambient Intelligence vision is a vision of digital systems which will be available in the near future. The vision sees the needs of individuals as the key element in the development of digital innovations which improve people's lives, while technology is perceived as a means to achieve this goal. Intelligence and context-awareness are main qualities of AmI systems. Still, the true intelligence of an AmI environment requires to complement social intelligence, i.e. to be in compliance with social conventions. In this respect, further research is necessary and there are many more research issues to solve. It is also indispensable to make use of new methods to develop AmI systems which would involve experience research.

Undoubtedly, the AmI vision is an attempt to fulfill a turning-point paradigm. However, to achieve this it is necessary that many disciplines should co-operate with one another. Additionally, an integrated approach of a much higher level is needed than the one for currently developed innovative automation systems. This requirement is both a challenge and a threat. The threat is related to the fact that the AmI environment is complex which makes the implementation of the AmI vision difficult. On the other hand, high requirements may stimulate the research and search for innovative solutions to these complex problems, which may result in the fulfillment of true Ambient Intelligence in the future.

References

1. *E.H.I. Aarts, J. Encarnacao*: True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence, Springer, Berlin, 2006.
2. *E.H.I. Aarts, E. Diederiks*: Ambient Lifestyle: From Concept to Experience, BIS Publishers, Amsterdam, 2007.
3. *E.H.I. Aarts, B. de Ruyter*: New research perspectives on Ambient Intelligence, Journal of Ambient Intelligence and Smart Environment, No. 1, pp. 5-14, 2009.
4. *E.H.I. Aarts, P. Markopoulos, B. de Ruyter*: The Persuasiveness of Ambient Intelligence, in: M. Petkovic, W. Jonker (eds.), Privacy and Trust in Modern Data Management, Springer, Berlin, 2007.
5. *J. C. Augusto, D. Shapiro* (eds.): Advances in Ambient Intelligence, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Vol. 164, IOS Press, Amsterdam, 2007.
6. *E. Aurio, P. Heisterkamp, I. Aarberg, B. Diamond, B. Taylor, A. Freßmann*: AMIRA: Supporting Diagnostics And Decisions In Safety-Critical Incidents, in: P. Cunningham, M. Cunningham (eds.), Innovation and the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies, IOS Press Amsterdam, 2005.
7. Collaboration@Work, The 2005 report on new working environments and practices (DG Information Society and Media, October, 2005).
8. *A.K. Dey*: Understanding and Using Context, Personal Ubiquitous Computing, Vol. 5 (1), pp. 4-7, 2001.
9. *M. van Doorn, A. P. de Vries*: Co-creation in Ambient Narratives, in: Ambient Intelligence for Everyday Life (AmI-Life'05), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3964, 2006

10. K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten, J.C. Burgelma: Scenarios for Ambient Intelligence in 2010 (ISTAG 2001 Final Report), IPTS-Seville, 2001, dostępne na: (<ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>), kwiecień 2009.
11. J. Hightower, B. Schiele, T. Strang (Eds.): Location- and Context-Awareness, Third International Symposium, LoCA 2007, Oberpfaffenhofen, Germany, September 20-21, 2007, Proceedings, Series: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4718, 2007.
12. E. Hornecker, J. Buur: Getting a grip on tangible interaction: A framework on physical space and social interaction, Proceedings of the International Conference on Computer Human Interaction, Montreal, ACM Press, pp. 437-446, 2006.
13. G. Riva, P. Loreti, Massimiliano Lunghi, F. Vatalaro, F. Davide: Presence 2010: The Emergence of Ambient Intelligence, in: G. Riva, F. Davide, W.A. I. Jsselsteijn (eds.): Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments, Ios Press, Amsterdam, 2003.
14. N. Sadeh, F. Gandon, O. B. Kwon: Ambient Intelligence: The MyCampus Experience, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Technical Report CMU-ISRI-05-123, July 2005.
15. B. Schilit, N. Adams, R. Want: Context-aware computing applications, IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'94), Santa Cruz, CA, pp. 89-101, 1994.
16. W. Shen, S. Lang, L. Wang: iShopFloor: An Internet-Enabled Agent-Based Intelligent Shop, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C, Vol. 35(3), pp. 371-381, 2005.
17. M. Stoettinger: Context-Awareness in Industrial Environments, diploma thesis, Hagenberg – Austria, 2004, dostępne na: (<http://www.mobile-safety.com>), kwiecień 2009.
18. V. T. Thai: A Survey on Ambient Intelligence in Manufacturing Environment, 2005, dostępne na: (<http://www.m3pe.org/seminar/thai.pdf>), kwiecień 2009.
19. R. Want, A. Hopper, W. Falcao, J. Gibbons: The Active Badge Location System, ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10 (1), pp. 91-102, 1992.
20. R. Want, B. N. Schilit, N. I. Adams, R. Gold, K. Petersen, D. Goldberg, J. R. Ellis, M. Weiser: An overview of the PARCTAB ubiquitous computing experiment, Personal Communic., IEEE, Vol. 2 (6), pp. 28-43, 1995.
21. M. Wiesner: The Computer for the Twenty-First Century, Scientific American, Vol. 165 (3), pp. 94-104, 1991.
22. D. Wright, S. Gutwirth, M. Friedewald, E. Vildjiounaite, Y. Punie (eds.): Safeguards in a World of Ambient Intelligence, Springer, Berlin, 2008.
23. WWRP: The Book of Visions 2001, Wireless World Research Forum, 2001.
24. (http://ec.europa.eu/information_society/activities/atwork/projects/profiles/docs/pompei.pdf), kwiecień 2009.
25. (<http://www.ami4sme.org>), kwiecień 2009.
26. (<http://www.liaison-project.eu>), kwiecień 2009.
10. K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten, J.C. Burgelma: Scenarios for Ambient Intelligence in 2010 (ISTAG 2001 Final Report), IPTS-Seville, 2001, available at: (<ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>), April 2009.
11. J. Hightower, B. Schiele, T. Strang (Eds.): Location- and Context-Awareness, Third International Symposium, LoCA 2007, Oberpfaffenhofen, Germany, September 20-21, 2007, Proceedings, Series: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4718, 2007.
12. E. Hornecker, J. Buur: Getting a grip on tangible interaction: A framework on physical space and social interaction, Proceedings of the International Conference on Computer Human Interaction, Montreal, ACM Press, pp. 437-446, 2006.
13. G. Riva, P. Loreti, Massimiliano Lunghi, F. Vatalaro, F. Davide: Presence 2010: The Emergence of Ambient Intelligence, in: G. Riva, F. Davide, W.A. I. Jsselsteijn (eds.): Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments, Ios Press, Amsterdam, 2003.
14. N. Sadeh, F. Gandon, O. B. Kwon: Ambient Intelligence: The MyCampus Experience, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Technical Report CMU-ISRI-05-123, July 2005.
15. B. Schilit, N. Adams, R. Want: Context-aware computing applications, IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'94), Santa Cruz, CA, pp. 89-101, 1994.
16. W. Shen, S. Lang, L. Wang: iShopFloor: An Internet-Enabled Agent-Based Intelligent Shop, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C, Vol. 35(3), pp. 371-381, 2005.
17. M. Stoettinger: Context-Awareness in Industrial Environments, diploma thesis, Hagenberg – Austria, 2004, available at: (<http://www.mobile-safety.com>), April 2009.
18. V. T. Thai: A Survey on Ambient Intelligence in Manufacturing Environment, 2005, available at: (<http://www.m3pe.org/seminar/thai.pdf>), April 2009.
19. R. Want, A. Hopper, W. Falcao, J. Gibbons: The Active Badge Location System, ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10 (1), pp. 91-102, 1992.
20. R. Want, B. N. Schilit, N. I. Adams, R. Gold, K. Petersen, D. Goldberg, J. R. Ellis, M. Weiser: An overview of the PARCTAB ubiquitous computing experiment, Personal Communic., IEEE, Vol. 2 (6), pp. 28-43, 1995.
21. M. Wiesner: The Computer for the Twenty-First Century, Scientific American, Vol. 165 (3), pp. 94-104, 1991.
22. D. Wright, S. Gutwirth, M. Friedewald, E. Vildjiounaite, Y. Punie (eds.): Safeguards in a World of Ambient Intelligence, Springer, Berlin, 2008.
23. WWRP: The Book of Visions 2001, Wireless World Research Forum, 2001.
24. (http://ec.europa.eu/information_society/activities/atwork/projects/profiles/docs/pompei.pdf), April 2009.
25. (<http://www.ami4sme.org>), April 2009.
26. (<http://www.liaison-project.eu>), April 2009.

Recenzent: dr inż. Stanisław Trenzcek

РЕАЛИЗАЦИЯ «ИНТЕЛЛИГЕНЦИИ ОКРУЖЕНИЯ» В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье показана концепция «интеллекции окружения» (Ambient Intelligence - AmI), как обобщение предыдущих похожих идей и определены главные черты тех же концепций с особенным подчеркиванием большого значения интеллекции систем и контекстности. Представлены примеры нескольких исследовательских проектов, результатами которых являются системы AmI в промышленности. Примеры касаются создания, поддержки работы предприятия или спасательных акций в критических ситуациях. Первые практические опыты реализации понятия «интеллекции окружения» помогли идентифицировать главные исследовательские проблемы, которые охарактеризованы в следующей части статьи. Предложена также новая концепция обработки систем AmI, определяемая как «экспериментальные исследования». В итоге обращено внимание на большое значение «интеллекции окружения», но одновременно следует помнить о опасностях, связанных с акцептацией таких систем в практике, а особенно в промышленности.