

INFORMATYKA AFEKTYWNA W ZASTOSOWANIACH CYWILNYCH I WOJSKOWYCH

Emilia MIKOŁAJEWSKA*, Dariusz MIKOŁAJEWSKI**

* *Klinika Rehabilitacji, 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy*
e-mail: e.mikolajewska@wp.pl

** *Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy*
e-mail: darek.mikolajewski@wp.pl

Artykuł wpłynął do redakcji 10.01.2012 r. Zweryfikowaną i poprawioną wersję po recenzjach i korekcie otrzymano w kwietniu 2013 r.

Informatyka afektywna (ang. affective computing - AC) próbuje wypełnić komunikacyjną lukę pomiędzy emocjonalnym człowiekiem/użytkownikiem a komputerami przez rozwijanie systemów rozpoznających emocje i reagujących na nie. Technologie rozwinięte w ostatnich latach, takie jak śledzenie gestykulacji, śledzenie ruchów ciała i postawy, przechwytywanie ekspresji twarzy czy pomiar i analiza cech akustycznych mowy mogą być użyte w interfejsach wielomodalnych do odbierania i generacji emocji. Autorzy przedstawiają kluczowe zagadnienia z tego obszaru oraz próbują ocenić zakres, w jakim dostępne możliwości zostały wykorzystane, w tym w zastosowaniach wojskowych.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, informatyka afektywna, emocje, interfejs człowiek-komputer, zastosowania wojskowe, zastosowania medyczne

WSTĘP

Informatyka afektywna (ang. affective computing – AC) stanowi interdyscyplinarne połączenie informatyki, kognitywistyki, bio- i neurocybernetyki oraz psychologii. Przedmiotem jej badań są: monitorowanie, analiza i oddziaływanie otoczenia na emocje użytkownika, w taki sposób aby ułatwić i usprawnić komunikację człowiek-komputer, celowo poprawić samopoczucie użytkownika, zapewnić mu lepszy wypoczynek itd. [1].

Zapotrzebowanie na informatykę afektywną wynika ze zderzenia dwóch tendencji:

- wzrostu odpowiedzialności i presji w pracy, nie tylko związanych z obronnością i bezpieczeństwem, ale również z presją czasu (kontrolerzy lotów), szczególnie w dziedzinach, których nie da się zautomatyzować;
- zwiększaniem nasycenia miejsc pracy i odpoczynku rozwiązaniami teleinformatycznymi, powodującymi zagrożenie dehumanizacją techniki, poczuciem wyobcowania, pojawieniem się efektu człowieka w pułapce rzeczywistości wirtualnej, a co za tym idzie możliwości drastycznego spadku wydajności pracy lub nawet sprowadzenia zagrożenia.

Konieczne są zatem dalsze rozwiązania czyniące interakcję człowiek-komputer bardziej przyjazną użytkownikom. Użytkownicy komputerów, szczególnie wyposażonych w oprogramowanie funkcjonujące na wysokim poziomie abstrakcji, mogą postrzegać je jako partnerów interakcji, stąd informatyka afektywna zakłada uwzględnienie emocji jako podstawowego składnika interakcji człowieka-komputer (ang. human-computer interaction – HCI). Szacuje się, że nawet do 90 % komunikacji w relacji człowiek-człowiek może być niewerbalne. Uprawniony wydaje się pogląd, że człowiek (użytkownik) może przekazywać maszynie informacje za pomocą emocji, a system komunikujący się z człowiekiem może to uwzględnić, analizując i ucząc się odpowiadać w podobny sposób, w tym oddziałując pozytywnie na emocje użytkownika. Dzięki temu funkcjonalność interfejsów wielomodalnych¹ rozszerza się o dodatkowy kanał komunikacji niewerbalnej, przyspieszający osiągnięcie porozumienia pomiędzy człowiekiem a maszyną. Intuicyjne, nawet sztucznie wygenerowane, rozpoznawanie emocji daje wrażenie empatii i sprzyja komunikacji. Stąd już jedynie krok do robotów czelkkształtnych wyposażonych w mimikę odzwierciedlającą ich sztucznie generowane emocje, odczytujących zachowanie i potrzeby człowieka nawet na podstawie samych emocji (np. u małych dzieci) i dostosowujących się do nich. Może to być bardzo przydatne do odczytywania nie tylko silnych emocje, np. gniewu, ale również takich jak nieśmiałość czy zakłopotanie, które równie silni mogą wpływać na komunikację.

Pierwsze badania w obszarze odpowiadającym dzisiejszej informatyce afektywnej sięgają lat 60. XX wieku, a pierwowzory urządzeń reagujących na nastroj: różnego rodzaju bransoletki i naklejki reagujące zmianą koloru na zmianę nastroju użytkownika (na podstawie temperatury ciała) pojawiły się już w latach 70. XX wieku. Jednak rozwój informatyki afektywnej jako nauki stymulowały dwa wydarzenia: ukazanie się artykułu R.W. Picard w 1995 r.[2] oraz książki tej samej autorki w 1997 r. [3]. Obecnie najważniejsze ośrodki badawcze w obszarze informatyki afektywnej to:

- Affective Computing Research Group, MIT, USA;
- Computational Emotions Group, University of Southern California, USA;
- Emotive Computing Lab, University of Memphis, USA;
- Geneva Emotion Research Group (GERGS), UNIGE (University of Geneva), Szwajcaria;
- Artificial Intelligence Group, Beckman Institute for Advanced Science and Technology, UIUC (University of Illinois at Urbana-Champaign), USA;

a w Polsce:

- Cognitive Neuroscience and Affective Computing Research Team, Wydział Psychologii, Uniwersytet Warszawski.

Najważniejszą konferencją naukową w tej dziedzinie jest Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), zaś prace naukowe ukazują się przede wszystkim w:

- IEEE Transactions on Affective Computing (TAC),

¹ Tj. wykorzystujących jednocześnie więcej niż jeden sposób komunikowania się (mowa, gestykulacja, mimika twarzy, obrazy ruchome lub nieruchome itd.) – komunikacja wielomodalna jest najbardziej zbliżona do komunikacji człowieka z człowiekiem.

- International Journal of Synthetic Emotions (IJSE).

1. WPŁYW EMOCJI NA FUNKCJONOWANIE CZŁOWIEKA

Emocje u ludzi są postrzegane jako rozszerzenie mechanizmów zachowania homeostazy przygotowujące organizm do odpowiedniej reakcji i mobilizujące do wykonywania określonych czynności lub dokonania wyboru. W psychologii emocje oznaczają procesy psychiczne nadające subiektywną wartość i jakość odbieranym wrażeniom. W informatyce afektywnej problem upraszcza fakt, że w zasadzie, pomimo różnic językowych, kulturowych itp., emocje są prawidłowo rozpoznawane w mimice i gestykulacji wszystkich ludzi. Trzeba jednak pamiętać, że na okazywanie emocji ma wpływ m.in. wychowanie, a w zależności od kontekstu podobna reakcja ciała może oznaczać inne emocje.

Definicje i podział emocji nie jest jednolity. Najczęściej wyróżnia się następujące klasyfikacje:

- ze względu na czas trwania (od trwających najkrócej): uczucia, emocje, afekty, nastroje;
- ze względu na natężenie: od słabych do silnych;
- ze względu na stopień widoczności na zewnątrz: widoczne, skrywane;
- ze względu na poziomy kognitywne (poznawcze): od prostych (prymitywnych) aż po oddziałujące na złożone procesy kognitywne i wynikające z nich działanie.

Z kolei jeden z najwybitniejszych autorytetów naszych czasów, A. Damasio, dzieli emocje na pierwotne, wtórne i emocje tła oraz uważa, że logiczne myślenie jest zawsze podparte emocjami [4]. Stąd pojęcie inteligencji emocjonalnej (ang. emotional intelligence quotient – EQ, emotional intelligence – EI) i cała jej teoria, poświęcona rozpoznawaniu emocji (zarówno u siebie, jak i u innych osób), ich interpretacji i kontroli oraz wykorzystywaniu przy logicznym myśleniu i działaniu [5, 6, 7].

Należy również pamiętać, jak ważne są emocje dla człowieka. Procesy decyzyjne człowieka pozbawionego emocji mogłyby być obarczone podobnym błędem jak te same decyzje podejmowane przez człowieka nadmiernie emocjonalnego. Zachodzi obawa, że mechanizmy te u obydwu mogłyby być na równi patologiczne i niezrozumiałe dla innych.

2. OBECNE I PRZYSZŁE ZASTOSOWANIA PRAKTYCZNE INFORMATYKI AFEKTYWNEJ

Systemy inteligencji afektywnej mają wszystkie zalety Ambient Intelligence:

- kształtują komunikację z użytkownikiem, zapewniając adaptacyjne, przyjazne dla użytkownika interfejsy działające w czasie rzeczywistym i lepsze wsparcie użytkownika;
- mogą być sterowane przez osoby bez wymagania od nich jakichś szczególnych umiejętności;
- mogą być alternatywą w zastosowaniach, w których nie sprawdzają się tradycyjne interfejsy graficzne;
- pomagają użytkownikowi rozwijać jego wiedzę i/lub umiejętności itp.;

- budują zaufanie, reagując spójnie z zasadami społecznymi itp.;
- zapewniają szybsze wykrywanie nieprawidłowości i szybszą reakcję na sytuacje alarmowe;
- stanowią redundantne, odporne na uszkodzenia środowisko pozyskiwania i, w miarę potrzeb, wstępnego przetwarzania danych.

Wydaje się, w toku badań prowadzonych w dziedzinie informatyki afektywnej, że przy obecnym stanie wiedzy nie jest możliwe stworzenie maszyny czującej własne emocje, natomiast możliwe staje się stworzenie maszyny dostrzegającej i właściwie interpretującej uczucia człowieka-użytkownika oraz reagującej na nie. Może to ona realizować m.in. na podstawie:

- zmian mimiki twarzy (najczęściej w poszczególnych obszarach twarzy),
- gestykulacji i postawy ciała;
- parametrów głosu (tembru, podniesionego głosu, szybkości mówienia, analizy języka i popełnianych błędów);
- charakterystyk pism odręcznego;
- charakterystyk sygnałów biologicznych: oddychania, przewodności skóry, ciśnienia krwi, a nawet obrazowania mózgu i sygnałów bioelektrycznych mózgu (EEG itp.);
- kontekstu – gdyż emocja powinna pasować do sytuacji;
- połączenia wszystkich lub wybranych z ww., jak w komunikacji wielomodalnej [8].

Tak więc informatyka afektywna opiera się w znacznej części na bardziej lub mniej dokładnym pomiarze oznak emocji.

Tabela 1. Cztery przypadki w informatyce afektywnej wg Picard

	Komputer nie umie okazywać emocji	Komputer umie okazywać emocje
Komputer nie umie rozpoznawać emocji	Typ I (obecnie)	Typ II (komputer przyjazny dla użytkownika)
Komputer umie rozpoznawać emocje	Typ III (komputer-nauczyciel, komputer-asystent)	Typ IV (rozwiązanie maksymalistyczne)

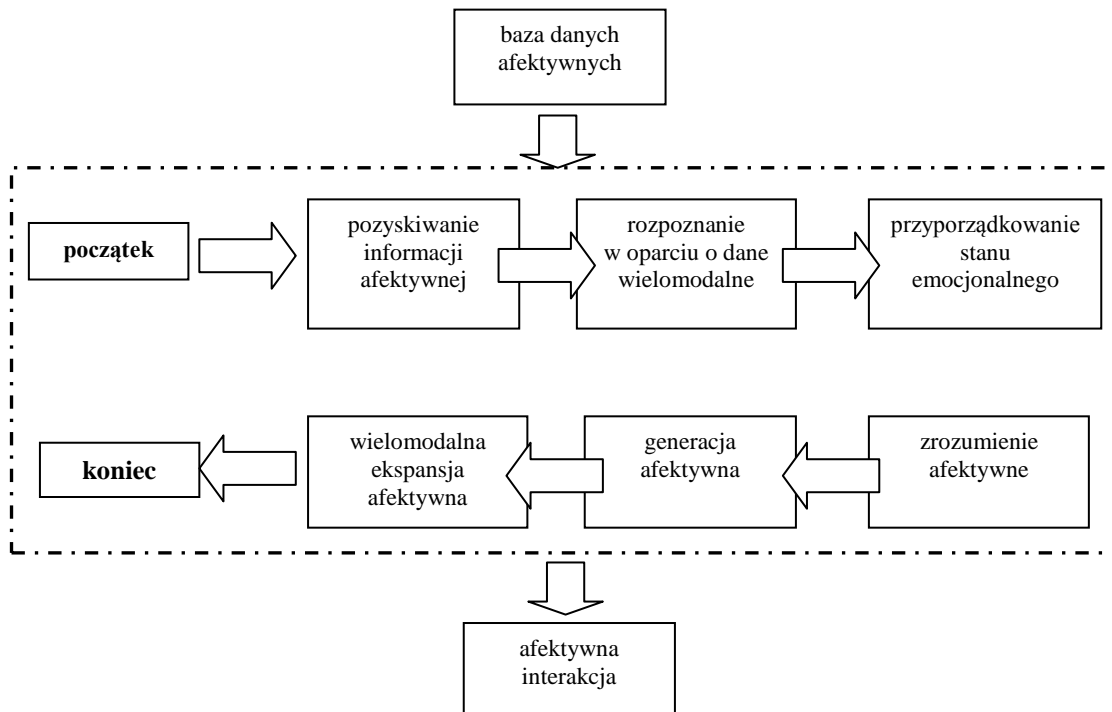
Źródło: [2, 3]

Informatyka afektywna wpisuje się w paradygmat inteligentnego otoczenia (ang. Ambient Intelligence – AmI), a nawet już wykorzystywanych obecnie technologii inteligentnego domu (ang. smart home) i inteligentnego ubrania (ang. i-wear). Jednak dopiero AmI i związane z nim ubiquitous computing pozwalają na pełne wykorzystanie możliwości wchodzenia otoczenia w interakcje z człowiekiem/użytkownikiem oraz kształtowania tego otoczenia w zależności od przebiegu interakcji, w tym towarzyszących jej emocji. Na podstawie danych wynikających zarówno z odbieranych i interpretowanych sygnałów od użytkownika, jak również z toku wymiany przez niego wielomodalnych informacji w ramach inteligentnych interakcji obdarzonych odpowiednim poziomem czułości/wrażliwości oraz przyjazności dla użytkownika/empatii (co zwią-

sza wiarygodność interakcji i upodabnia ją do interakcji człowieka z człowiekiem) buduje się złożone modele afektywne (ang. affect models). Obecnie powstaje cała klasa rozwiązań nazywanych efektywną multimodalną interakcją człowiek-komputer (ang. multimodal-based affective human-computer interaction) [9]. Najważniejsze projekty badawcze w tym obszarze to:

- Cross Modal Analysis of Verbal and Non-Verbal Communication, COST 2102;
- HUMAINE (ang. Human-Machine Interaction Network on Emotion), 6 Program Ramowy UE;
- SERA (ang. Social Engagement with Robots and Agents), 7 Program Ramowy UE;
- LIREC (ang. Living with Robots and Interactive Companions), 7 Program Ramowy UE.

W ramach modelu afektywnego w zakresie interakcji komputer ma reagować zgodnie z interpretacją emocji użytkownika i jej znaczenia oraz dostosowywać się do zmian jego nastroju [9]. Proste rozwiązanie jest przedstawione na rysunku 1. Należy pamiętać, że na całość interakcji mają wpływ nie tylko bieżące dane, ale również kontekst interakcji, cechy osobowe użytkownika, wpływ otoczenia oraz kwestie mniej uchwytnie, takie jak tło kulturowe, poziom wykształcenia użytkownika czy temat interakcji (np. inaczej będzie przebiegała interakcja ze specjalistą na zawodowe tematy fachowe w ramach konsultacji z systemem eksperckim).

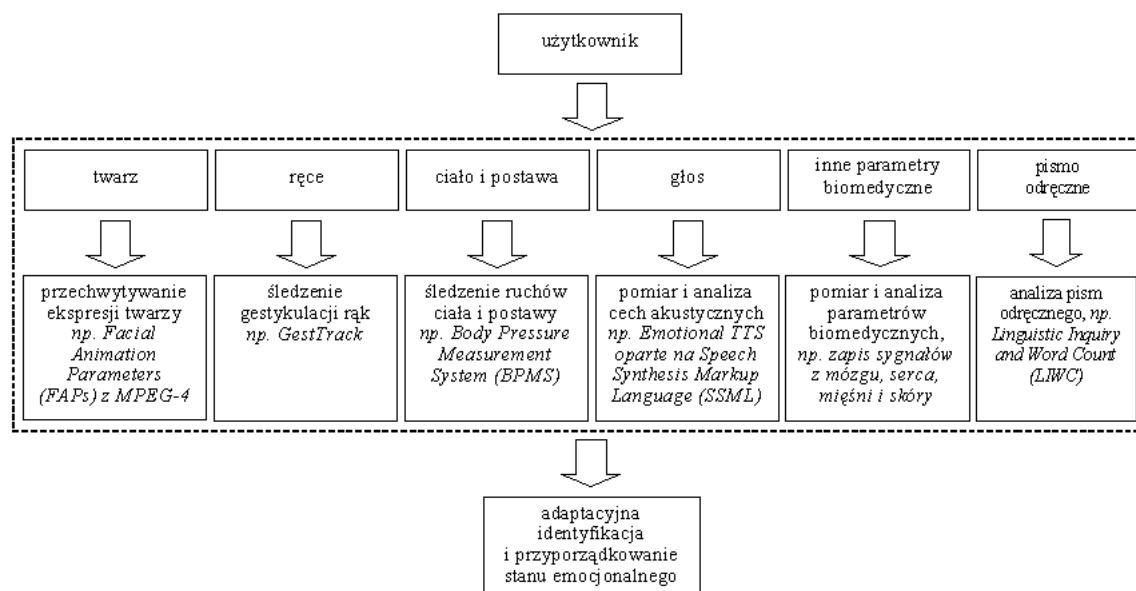


Rys. 1. Idea wielomodalnego systemu interakcji afektywnej [8, 9]
Należy pamiętać, że stan emocjonalny jest wykorzystywany jako jeden z elementów określający status interakcji

Źródło: Opracowanie własne

Idea rozpoznawania emocji w oparciu o dane wielomodalne została przedstawiona na rysunku 2. Rysunek ten przedstawia procedurę realizowaną w oparciu o najprostszą interakcję w relacji użytkownik/człowiek – maszyna (pojedynczy agent). Niemniej jednak w systemach Ambient Intelligence, ze względu na ich specyfikę, interakcje afektywne mogą być dodatkowo obciążone koniecznością uwzględnienia interakcji w ramach systemów wieloagentowych (ang. multi-agent systems – MAS). Istnienie wielu agentów wchodzących w spójne interakcje z określonym użytkownikiem niesie ze sobą następujące konsekwencje:

- interakcje zachodzą zarówno w relacji człowiek-agent, jak i agent-agent (a nawet agent MAS – agent nie-MAS, jeśli występuje), dodatkowo kwestia interakcji staje się bardziej złożona w przypadku, gdy nie są to agenci homogeniczni, ale heterogeniczni,
- interakcje człowiek-otoczenie znajdują się pod wpływem nie tylko poprzednio uwzględnianych czynników, ale również ogólnego celu systemu wieloagentowego i wypadkowego działania agentów zmierzających do realizacji tego celu i modyfikujących dla jego osiągnięcia otoczenie użytkownika,
- powoduje to wzrost dynamiki działania systemu, a także jego trudne do przewidzenia zachowanie w ramach realizacji celu oraz być może potrzebę implementacji reguł bezpieczeństwa użytkownika (na podobieństwo procedur etyki robotów) [9].



Rys. 2. Idea rozpoznania w oparciu o dane wielomodalne [8, 9]

Źródło: Opracowanie własne

Najważniejszy problem w przedstawionych powyżej oddziaływaniach stanowi integracja poszczególnych interakcji oraz zachowania użytkownika/człowieka z poszczególnymi modalnościami w jeden wielomodalny obraz emocji użytkownika i ich zmian w czasie w miarę interakcji z systemem. Dotychczas nie wypracowano zasad kompozycji takiego modelu oraz, w następnym kroku (po analizie i generacji odpowiedzi systemu), dekompozycji go na poszczególne modalności i szcążkowe interakcje

w celu pokazania, poprzez dalsze interakcje, odpowiedzi systemu. Bazie to stanowi prawdziwe wyzwanie dla kolejnych pokoleń badaczy tego problemu.

Technologia Affective Wearables jest rozwinięciem inteligentnego ubrania (ang. i-wear) i Wearable Computing – tj. uczynienia z komputera na tyle małego asystenta, że zawsze można go mieć przy sobie. Koncepcja ta jest badana od lat 60. XX wieku, ale dopiero obecna miniaturyzacja przyniosła znaczący postęp w tym zakresie. W ramach tej grupy technologii dostępne są zupełnie nowe interfejsy użytkownika i zastosowania oparte na:

- integracji dotychczasowych rozwiązań (pamięci zewnętrzne, odtwarzacze muzyki i plików wideo, telefony komórkowe, systemy telemedyczne i geolokalizacyjne, inteligentne tkaniny, rozpoznawanie wzorców, forma elektronicznego wizytownika – rozpoznawanie twarzy znajomych osób wraz z odpowiedzią dotyczącą ich imion, nazwisk i innych danych), skutkującej rozbudowaniem ich o dodatkowe możliwości, w tym dla osób niepełnosprawnych i w podeszłym wieku;
- elastycznym dostosowaniu interfejsu użytkownika do jego potrzeb i możliwości;
- rzeczywistości rozszerzonej (ang. Augmented Reality);
- świadomości kontekstu (ang. Context Aware Computing);
- inteligencji otoczenia (ang. Ambient Intelligence – AmI) i systemach agendowych.

Wykorzystanie informatyki afektywnej może znacząco poprawić opiekę nad osobami niepełnosprawnymi, ciężko chorymi (w tym dziećmi) i w podeszłym wieku. Pacjenci obciążeni deficytami o różnej formie i stopniu dostaną kolejny kanał komunikacji z otoczeniem. Wykorzystanie informatyki afektywnej w połączeniu z rzeczywistością wirtualną może doskonale służyć np. do zwiększenia motywacji pacjenta w telerehabilitacji [10]. Przełom w tej dziedzinie może dotyczyć przede wszystkim osób najciężiej poszkodowanych, dla których dotychczas przewidywano jedynie złożone interfejsy mózg-komputer (ang. brain-computer interfaces – BCI) i neuroprotezy (ang. neuroprostheses). Informatyka kognitywna może dostarczyć również nowych narzędzi do badań pacjentów w stanach zaburzonej świadomości (stan wegetatywny, przetrwały stan wegetatywny, zespół zamknięcia). Dotychczasowe próby komunikacji z nimi lub nawet wybudzania przynoszą różne rezultaty, a opinie badaczy są podzielone [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18].

Problemy z praktycznym wykorzystaniem inteligencji afektywnej stanowią dwa obszary:

- trudności techniczne;
- kwestie etyczne, koncepcja Społeczeństwa Nadzorowanego (ang. Surveillance Society) i związane z nią technologie podnoszące poziom ochrony prywatności (ang. Privacy-Enhancing Technologies – PET), przeciwdziałające wykorzystaniu różnorodnych systemów nadzoru [19].

Obecnie część cywilnych rozwiązań zintegrowanych wykorzystuje elementy sprawdzone w środowiskach inteligentnego domu (ang. smart home) i inteligentnego

ubrania (ang. i-wear), urzywając do komunikacji istniejących interfejsów bezprzewodowych (WLAN, Bluetooth 3.0 HS), internetowego dostępu szerokopasmowego lub systemów telefonii komórkowej. Przyszłością środowisk zintegrowanych wydają się rozwiązania Ambient Intelligence (AmI), oparte na pełnej integracji agentów (oprogramowania) z elementami infrastruktury (ściany, szyby, chodnik, jezdnia) i wyposażenia (meble, sprzęt ADG, zabawki) w ramach tworzonych ad-hoc sieci komunikacyjnych o rozproszonym sterowaniu i inteligentnych intuicyjnych wielomodalnych interfejsach użytkownika [7].

3. ZASTOSOWANIA INFORMATYKI AFEKTYWNEJ W OBSZARZE BEZPIECZEŃSTWA I OBRONNOŚCI PAŃSTWA

Niemal od powstania informatyki afektywnej znalazła się ona w kręgu zainteresowań badaczy związanych z obszarem bezpieczeństwa i obronności państwa. Oprócz już wymienionych zastosowań związanych przede wszystkim z obszarem medycznym, najważniejsze wojskowe zastosowania informatyki afektywnej obejmują:

- bardziej realistyczne środowiska symulacyjne, w tym wykorzystujące zaawansowane modele predykcyjne;
- zapewnienie dodatkowego kanału na potrzeby rozpoznania i wywiadu (czujniki pasywne);
- aplikacje testujące zachowanie ludzi w różnych sytuacjach, pozwalające lepiej dobrać ich do stanowiska i przewidywanych zadań – jest to szczególnie istotne w przypadku szefów i dowódców różnych szczebli, ale również np. pilotów² czy operatorów skomplikowanych urządzeń;
- wychwytywanie na podstawie zachowania osób mogących zagrazać bezpieczeństwu narodowemu i porządkowi publicznemu, m.in. potencjalnych przestępców i terrorystów;
- wykrywanie emocji w całych zespołach ludzkich i lepsze dopasowanie w nich pracowników bezpośrednio ze sobą współpracujących, ograniczające liczbę konfliktów i maksymalizujące efektywność;
- gromadzenie i analizę informacji z przekazów niewerbalnych o osobach ważnych dla bezpieczeństwa i obronności państwa;
- gromadzenie bardziej wiarygodnych danych z sondaży społecznych nt. poglądów na ważne kwestie, również poglądów niemanifestowanych otwarcie, np. na podstawie reakcji na wyświetlane obrazy czy komunikaty oraz wykorzystywanie ich do budowania zaufania;
- docelowo w ramach wojskowych systemów Ambient Intelligence: aktywne psychologiczne oddziaływanie na morale przeciwnika poprzez celowo dokonywane zmiany w jego środowisku (np. nadając mu wygląd pobudzający depresję) [1, 20, 21, 22, 23].

² Por. możliwości wykorzystania rejestratora VENTUS – systemu jednoczesnej wielokanałowej rejestracji parametrów elektrokardiograficznych i środowiskowych opracowanego w Zakładzie Bioinżynierii Lotniczej (kierownik: ppłk dr inż. K. Rózanowski) Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej w Warszawie.

Co ciekawe, dzięki częściowej unifikacji wielu technologii systemy wojskowe mogą w pełni korzystać z rozwiązań informatyki afektywnej już opracowanych i sprawdzonych na rynku cywilnym. Pozwoli to nie tylko na obniżenie kosztów badań i zakupu, ale również na uniknięcie w badaniach „ślepych uliczek” oraz niepożądanych skutków ubocznych, w oczywisty sposób związanych z tą nowatorską przecież grupą technologii. Z tego powodu obserwacja coraz dynamiczniej rozwijającego się rynku informatyki afektywnej (w tym w zastosowaniach medycznych) jest jak najbardziej pożądana. Już bowiem obecnie systemy informatyczne wspierają procesy decyzyjne na różnych szczeblach, a w przyszłości systemy takie mogą posiadać rozszerzoną autonomię, pozwalającą, np. ze względu na ograniczony czas, na automatyczne podejmowanie niektórych decyzji. Systemy informatyki afektywnej mogą stanowić ważną część przyszłościowych sieciocentrycznych ZSyDiKŚW (C5ISR i ich następców) opartych na Ambient Intelligence. Pozwoli to być może na uzyskanie przewagi na sieciocentrycznym polu walki oraz w warunkach wojny cybernetycznej, poprzez zwiększenie relatywnej wartości informacji oraz ilości czasu na jej wykorzystanie [1, 20, 21]. Przełożenie tej przewagi informacyjnej na sukces operacyjny i taktyczny może jednak wymagać istotnych zmian technologicznych, organizacyjnych oraz w przygotowaniu personelu na każdym niemal szczeblu [20, 21].

Należy być świadomym, że pojawienie się systemów bojowych opartych na Ambient Intelligence i Affective Computing spowoduje podjęcie natychmiastowych wysiłków w celu skonstruowania systemów je zwalczających i przeciwdziałających skutkom ich użycia [1, 20, 21]. Rośnie bowiem świadomość, że atak na systemy dowodzenia i kierowania środkami walki przeciwnika może spowodować dużo lepszy skutek niż bezpośrednio rażenie jego infrastruktury i wojsk.

4. KIERUNKI ROZWOJU

Na chwilę obecną, pomimo wielu prac przynoszących znaczący postęp w tej dziedzinie, informatyka afektywna jest wciąż na początku swojego rozwoju. Nie wiadomo nawet, które z wybieranych obecnie ścieżek okażą się ślepe, a które zbyt skomplikowane w realizacji. Być może będzie to przedmiotem badań nowej dziedziny nazywanej affective design [24, 25, 26, 27, 28]. Niemniej jednak zasadnicze kierunki rozwoju informatyki afektywnej obejmują:

- metody monitorowania emocji i mechanizmów ich ekspresji w różnych sytuacjach [29, 30, 31, 32];
- identyfikację mechanizmów przetwarzania informacji leżących u podstaw zachowania;
- badanie wpływu emocji na działanie człowieka, w tym ich bezpośredniego i pośredniego wpływu na procesy decyzyjne w różnych sytuacjach oraz na zachowania społeczne [33];
- identyfikację fizycznych i psychicznych manifestacji emocji (w tym emocji skrywanych);
- identyfikację sposobu interpretacji fizycznych i psychicznych manifestacji emocji przez drugiego człowieka (obserwatora zaangażowanego lub zewnętrznego);
- przechwytywanie i wykorzystanie ww. wrażeń – modele komputerowe;

- budowanie całych teorii zachowania człowieka i testowanie ich na modelach komputerowych i rzeczywistych.

Może to prowadzić do stworzenia systemów informatycznych (aż po całe środowiska na kształt Ambient Intelligence, w tym zrobotyzowane³) zdolnych do bardziej efektywnej komunikacji wielomodalnej z użytkownikiem⁴. Podstawowe zastosowania dla owoców informatyki afektywnej są dość przewidywalne:

- bardziej przyjazne wielomodalne interfejsy użytkownika, uwzględniające również emocje wyrażane w sposób werbalny (np. tembr głosu, tempo mówienia, pomyłki i przejęzyczenia) i niewerbalny, aż po złożone systemy komunikacji afektywnej;
- modele typu „sztuczny człowiek”, o różnych stopniach szczegółowości: naukowe, edukacyjne;
- wkład w rozwój zrozumienia gestykulacji i mimiki człowieka, języka naturalnego, różnego rodzaju komunikacji niewerbalnej;
- systemy rozpoznawania nastroju, stresu i identyfikacji zagrożeń, przydatne zarówno w naukach medycznych, społecznych, badaniach interdyscyplinarnych oraz zastosowaniach wojskowych i w reagowaniu kryzysowym [34, 35, 36, 37], – w tym kontekście szczególnie ciekawe wydają się badania nad bezprzewodową analizą sygnałów w ośrodkowym układzie nerwowym w oparciu o magnetoencefalografię (choć na razie systemy tego typu są drogie i stacjonarne)⁵;
- modele zachowań społecznych opartych na wyrażaniu (szczególnie niewerbalnym) emocji;
- szerzej: rozwój psychologii, socjologii, kognitywistyki, medycyny, ale również reklamy i marketingu.

Już w tej chwili coraz większą popularnością cieszą się roboty terapeutyczne wykorzystywane przede wszystkim w rehabilitacji neurologicznej dzieci i pacjentów dorosłych. Wchodząc z pacjentami w proste interakcje roboty te realizują zarówno podstawowe zadania diagnostyczne, jak i terapeutyczne, tak u dzieci z autyzmem, jak i u osób starszych dręczonych samotnością czy depresją [38]. Warto postawić pytanie, czy możliwe jest zastosowanie podobnych robotów terapeutycznych w walce ze stresem (np. diagnostyce dowódców, pilotów, czy żołnierzy wojsk specjalnych) oraz w diagnostyce i terapii pacjentów z PTSD. Być może dalszy postęp w obszarze informatyki afektywnej pozwoli odpowiedzieć na kolejne kluczowe pytanie, niezwykle ważne również dla bezpieczeństwa i obronności państwa: czy obdarzony pewną autonomią system (tele)informatyczny rozpoznający emocje może odmówić wykonania polecenia użytkownika działającego w stresie lub objawiającego oznaki złych zamiarów na podstawie interpretacji oznak jego emocji?

³ Por. Robot Kismet wyrażający emocje mimiką „twarzy”, opracowany w MIT, USA.

⁴ Por. „Project Automatic Stress Recognition in Real-Life Settings” realizowany w Affective Computing Research Group, MIT, USA.

⁵ Do zdalnej rejestracji aktywności pola magnetycznego mózgu służą m.in. nadprzewodzące interferometrię kwantowe – SQUID-MEG (Superconducting Quantum Interference Device – MagnetoEncephaloGraphy).

PODSUMOWANIE

Bez względu na rozwój informatyki afektywnej, w centrum uwagi projektantów pozostaje człowiek/użytkownik, a nie komputer/maszyna. Nieszablonowe kojarzenie faktów oraz wykorzystywanie emocji i intuicji wciąż pozostaje domeną człowieka, podobnie jak wypełnianie luk domysłami. Komputery mogą jedynie wspomagać w tych procesach człowieka, czyniąc jego wysiłki bardziej owocnymi. Wydaje się, że liczne możliwe zastosowania informatyki afektywnej idą w tym właśnie kierunku.

LITERATURA

1. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Inżynieria biomedyczna na polu walki*, [w:] „Kwartalnik Bellona”, nr 4/2010, s. 96-102.
2. Picard R.W., *Affective computing, MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report TR 321*, MIT Press, Massachusetts 1995.
3. Picard R.W., *Affective computing*, MIT Press, Massachusetts 1997.
4. Damasio A., *Tajemnica świadomości*, Rebis, Warszawa 2000.
5. Goleman D., *Inteligencja emocjonalna*, Media Rodzina, Poznań 1997.
6. Goleman D., *Inteligencja emocjonalna w praktyce*, Media Rodzina, Poznań 1997.
7. Krakowski M., Rydzewski P., *Inteligencja emocjonalna*, Imperia SC, Łódź 2004.
8. Calvo R.A., D’Mello S., *Affect detection: an interdisciplinary review of models, methods and their applications*, [w:] “IEEE Transactions on Affective Computing”, 1(1) (2010), s. 18-37.
9. Jianhua T., *Multimodal information processing for Affective Computing*, [w:] *Speech technology: theory and applications*, pod red. Chen F., Jokinen K., Springer, New York 2010, s. 151-166.
10. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Telerehabilitacja*, [w:] „Rehabilitacja w Praktyce”, nr 1/2011, 2011, s. 64-67.
11. Fernandez-Espejo D., Bekinschtein T., Monti M. M. et al., *Diffusion weighted imaging distinguishes the vegetative state from the minimally conscious state*, [in:] “Neuroimage”, no 54(1)/2011, s. 103-12.
12. Owen A.M., Hampshire A., Grahn J. A. i wsp., *Putting brain training to the test*, [in:] “Nature”, 465/2010, pp. 775-779.
13. Monti M.M., Vanhaudenhuyse A., Coleman M. R. et al., *Willful modulation of brain activity and communication in disorders of consciousness*, [in:] “New England Journal of Medicine”, no 362/2010, pp. 579-589.
14. Monti M.M., Owen A.M., Laureys S., *Reply to: Willful modulation of brain activity in disorders of consciousness*, [in:] “New England Journal of Medicine”, no 362/2010, pp. 1937-1938.
15. Monti M.M., Owen A.M., *Looking for consciousness, the aware mind in the motionless body*, [in:] “The Psychologist”, no 23(6)/2010, pp. 478-481.
16. Monti M.M., Laureys S., Owen A.M., *Diagnosing the vegetative state*, [in:] “British Medical Journal”, no 341/2010, pp. 292-296.

17. Cruse D., Owen A.M., *Consciousness revealed: new insights into the vegetative and minimally conscious states*, [in:] "Current Opinion in Neurology", no 23/2010, pp. 656-660.
18. Coleman M.R., Davis M.H., Rodd J.M. et al., *Towards the routine use of brain imaging to aid the clinical diagnosis of disorders of consciousness*, *Brain* 132 (2009), pp. 2541-2552.
19. *Raport o społeczeństwie nadzorowanym. Surveillance Studies Network 2006*, [online]. [dostęp: 06.09.2011]. Dostępny w Internecie: www.sdt.giodo.gov.pl/plik/id_p/1055/j/pl/.
20. Liedel K., Piasecka P., *Wojna cybernetyczna – wyzwanie XXI wieku*, [w:] *Bezpieczeństwo Narodowe*, I(17) (2011), s. 15-28.
21. Sottolare R., *Making a case for machine perception of trainee affect to aid learning and performance in embedded virtual simulations. RTO-HFM-169-09*, [online]. [dostęp: 06.09.2011], Dostępny w Internecie: www.ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/...MP...//MP-HFM-169-09.doc
22. Ruess K. C., *Simulation based approach to cross cultural training for higher order cultural awareness*, [online]. [dostęp: 16.04.2013]. Dostępny w Internecie: www.MP-HFM-142-03,ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/.../RTO...//MP-HFM-142-03.doc
23. Foster R. E., Fletcher J. D., *Modeling the user for education, training, and performance aiding*. [online]. [dostęp: 06.09.2011], *HP-HFM-101-22*, Dostępny w Internecie: ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO.../MP-HFM-101-22.pdf.
24. Scherer K.R., Banziger T., Roesch E.A., *A Blueprint for Affective Computing*, Oxford University Press, Oxford 2010.
25. *Affective Computing and Intelligent Interaction*, eds. Tao J., Tan T., Pickard R.W., Proceedings of First International Conference ACII 2005, Beijing, China, October 22-24, 2005.
26. Zimmermann P., Guttormsen S., Danuser B. i wsp., *Affective computing – a rationale for measuring mood with mouse and keyboard*, [in:] "International Journal of Occupational Safety and Ergonomics", no 9(4)/2003, pp. 539-551.
27. Benyon D., Turner P., Turner S., *Designing Interactive Systems: People, Activities, Contexts, Technologies*, Addison Wesley Publishing Company, Boston 2005.
28. *Affective information processing* eds. Tao J., Tan T., Springer, New York 2009.
29. Petrantonakis P. C., Hadjileontiadis L. J., *Emotion recognition from EEG using higher order crossings*, [in:] *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, no 14(2)/2010, pp. 186-197.
30. Park C., Looney D., Mandic D.P., *Estimating human response to taste using EEG*, Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011, pp. 6331-6334.

31. Gouizi K., Bereksi Reguig F., Maaoui C., *Emotion recognition from physiological signals*, [in:] "Journal of Medical Engineering & Technology", no 35(6-7)/2011, pp. 300-307.
32. Kushki A., Fairley J., Merja S., et al., *Comparison of blood volume pulse and skin conductance responses to mental and affective stimuli at different anatomical sites*, [in:] "Physiological Measurement", 32(10)/2011, pp. 1529-1539.
33. Poggi I., D'Errico F., Vinciarelli A., *Social signals: from theory to applications*, [in:] "Cognitive Processing 13 Suppl", no 2/2012, pp. 389-396.
34. Vasilakos A.V., Lisetti C., *Guest editorial. Special section on affective and pervasive computing for healthcare*, [in:] "IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine", 14(2)/2010, pp. 183-185.
35. Luneski A., Bamidis P.D., Hitoglou-Antoniadou M., *Affective computing and medical informatics: state of the art in emotion-aware medical applications*, [in:] "Studies in Health Technology and Informatics", no 136/2008, pp. 517-522.
36. Luneski A., Konstantinidis E., Bamidis P.D., *Affective medicine. A review of affective computing efforts in medical informatics*, [in:] "Methods of Information in Medicine", no 49(3)/2010, pp. 207-218.
37. Bardram J. E., *Pervasive healthcare as a scientific discipline*, [in:] "Methods of Information in Medicine", no 47(3)/2008, pp. 178-185.
38. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Roboty terapeutyczne w rehabilitacji neurologicznej dzieci*, [w:] „Neurologia Dziecięca”, nr 42, vol. 21/2012, s. 59-64.

AFFECTIVE COMPUTING – CIVILIAN AND MILITARY APPLICATIONS

Summary

Affective Computing (abbr. AC) attempts to fill the communicative gap between the highly emotional human/user and computers by developing computational systems recognising and responding to the affective states. Technologies which have been developed in recent years, such as body gesture and movement processing, facial expression recognition, emotional speech processing, can be used in affective multimodal systems to the perception and generation of affects. The authors discuss key topics in current research and aim at investigating the extent to which the available opportunities are being exploited, including military applications.

Keywords: *artificial intelligence, affective computing, emotions, human-computer interface, military applications, medical applications*

NOTY BIOGRAFICZNE

dr Emilia MIKOŁAJEWSKA – pracuje w Klinice Rehabilitacji 10. Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy. Posiada wieloletnie do-

świadczenie w rehabilitacji neurologicznej pacjentów dorosłych i dzieci. Jest autorką 8 książek, 26 rozdziałów w monografiach i pracach zbiorowych oraz ponad 180 artykułów z dziedziny rehabilitacji, fizjoterapii i inżynierii rehabilitacyjnej, jest również autorką wzoru użytkowego z tego zakresu. Więcej informacji na stronie: <http://emikolajewska.netstrefa.eu>.

mjr rez. mgr inż. Dariusz MIKOŁAJEWSKI – jest asystentem w Instytucie Mechaniki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy oraz wykładowcą w Katedrze Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Jest współautorem książki „Neurorehabilitacja XXI wieku: Techniki teleinformatyczne” oraz autorem ponad 80 artykułów z zakresu informatyki, biocybernetyki i inżynierii biomedycznej.