

Jarosław Jankowski, Jarosław Wątróbski

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

AFEKTYWNE PRZETWARZANIE DANYCH W SYSTEMACH INFORMATYCZNYCH

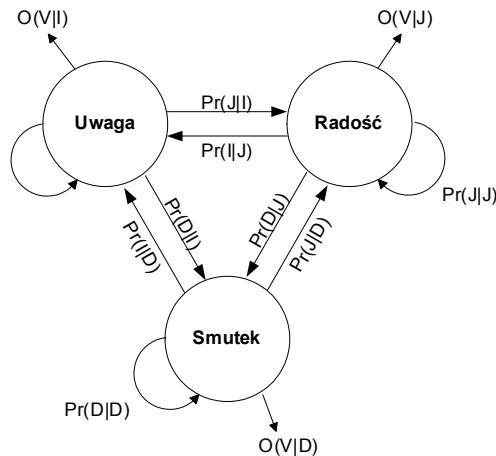
Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane aspekty afektywnego przetwarzania danych w systemach komputerowych. Badania realizowane w aplikacjach internetowych wskazują na szerokie możliwości wykorzystania metod afektywnych w analizach zachowań i preferencji. Znajomość udziału poszczególnych poziomów emocji przyczynia się do lepszego rozpoznania potrzeb i dokładniejszego wyznaczenia charakterystyk użytkowników.

Słowa kluczowe: systemy afektywne, internet, platformy społecznościowe.

1. Wstęp

Dziedzina badań określona jako afektywne przetwarzanie danych odnosi się do komputerowej analizy i ekspresji emocji. Głównym obszarem badawczym jest wprowadzanie interfejsów użytkownika, które dają możliwość przekazywania sygnałów do środowiska komputerowego związanych ze stanem emocji użytkownika, dopasowanie systemu komputerowego do zachowań i działanie systemu uzależnione od zidentyfikowanych stanów. Koncepcja zastosowania w systemach komputerowych mechanizmów inteligentnej interakcji z użytkownikiem na poziomie emocji i uczuć pojawiła się kilka lat temu i została zainicjowana w badaniach R.W. Picard [Picard 2000]. Zasadniczym celem jest zbliżenie interakcji na linii człowiek–komputer do zachowań, które występują w kontaktach międzyludzkich i wpływają na stan emocji. Zidentyfikowano wiele obszarów, w których możliwe jest zastosowanie tych koncepcji, szczególnie gdzie użytkownik wchodzi w interakcje z systemem informatycznym z udziałem przekazu audio, wideo, komunikacji tekstowej. W wielu aplikacjach poziom obsługi użytkownika i jego zadowolenie mogą wynikać z faktu rozpoznania stanu emocji. Systemy, które mają możliwość interpretowania sfery uczuć, mają zastosowania w różnych dziedzinach, takich jak: kształcenie na odległość, komunikacja, światy wirtualne, synteza życia czy wideo-konferencje [Gunes 2008]. Główne elementy pomiarów, które mogą być wykorzystane do analizy sfery uczuć, to pomiary wyrazu twarzy, intonacji, tekstu i kon-

tekstu wypowiedzi [Picard 1995]. W każdym obszarze sfera emocjonalna wyrażana jest przez specyficzną modulację sygnałów o różnej intensywności, które powodują przejście z jednego stanu w drugi i dają możliwość modelowania rejestrowanych zjawisk. W pracach powiązanych z tą tematyką zaproponowano od dwóch do dwudziestu podstawowych lub prototypowych emocji [Leidelmeyer 1991]. Na rys. 1 przedstawiono przykład jednego z modeli transformacji stanów reprezentowanego z wykorzystaniem ukrytych łańcuchów Markowa.



Rys. 1. Transycja stanów emocjonalnych

Źródło: [Picard 1995].

Zastosowany algorytm Viterbiego dawał możliwość wyznaczenia sekwencji, które w najdokładniejszy sposób opisują zmiany stanów przy uwzględnieniu podstawowych stanów, takich jak strach, złość, smutek oraz radość [Plutchik 1980; Rabiner, Juang 1986]. Stany emocjonalne mogą być wyrażane w różny sposób. Poza twarzą i głosem istnieje wiele psychologicznych reakcji, które zmieniają się z czasem i mogą zostać potencjalnie wykorzystane do pomocy w rozpoznawaniu stanów emocjonalnych w systemach informatycznych.

2. Wybrane zastosowania

Jednym z kierunków badań jest przetwarzanie danych tekstowych i identyfikacja parametrów, które umożliwiają określenie nastroju i emocji bez konieczności integracji multimodalnych urządzeń pomiarowych [Kostov, Fukuda 2000]. Aplikacje te wykorzystują środowisko internetowe i metody przetwarzania danych gromadzonych w systemach *online*. Potrzebę wyrażania emocji w przekazie tekstowym niemal od początku funkcjonowania internetu użytkownicy realizują poprzez wy-

korzystanie akronimów i tzw. emotikonów. W ostatnich latach zaproponowano szereg rozwiązań zintegrowanych z aplikacjami czatów i komunikatorów *online* zorientowanych na rozpoznawanie emocji. Najważniejsze problemy można zidentyfikować w obszarze klasyfikacji tekstu, rozpoznania siły odczuć czy emocji wyrażanych z wykorzystaniem różnych struktur gramatycznych i lingwistycznych. Podejmowane są próby automatycznego wyświetlania emocji z tekstu na czacie, w komunikatorach Instant Messenger (IM) lub e-mail przy użyciu algorytmów dekompozycji wyrażań. Na przykład system Bodychat wykorzystuje avatary, które wizualizują mimikę twarzy i wyrażają emocje w wyniku analizy wypowiedzi tekstowych. W innym obszarze zaproponowano aplikację rozpoznawania emocji z wypowiedzi rejestrowanych w czatach internetowych [Ma, Prendinger, Ishizuka 2005]. Wykorzystano podejście dekompozycji sentencji na słowa kluczowe przedstawione szerzej w pracy [Osherenko 2004]. Dla poszczególnych słów kluczowych określa się wektor emocji powiązanych z danym słowem:

$$\vec{e}_w = \begin{bmatrix} c_{1w} \\ \vdots \\ c_{mw} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdzie: \vec{e}_w – szacunkowa wartość wektora emocji dla słowa kluczowego w .

Elementy składowe wektora reprezentują wartości empiryczne wprowadzone do bazy danych dla emocji indeksowanych od 1 do n . Dla zbioru wartości możliwe jest wyznaczenie stanu emocji dla danego tekstu poprzez sumowanie ekstrahowanych wartości estymowanych:

$$\vec{E}_t = \sum_{i=1}^n \vec{\varepsilon}_i, \quad (2)$$

gdzie: \vec{E}_t – estymacja emocji dla wprowadzonego tekstu,

$\vec{\varepsilon}_i$ – szacuje poziom emocji dla słowa i -tego występującego w tekście,

n – liczba słów występujących w tekście.

Wykorzystano bazę WordNet-Affect i przedstawiono podejście do szacowania emocji na podstawie materiałów tekstowych i wiadomości [Esuli, Sebastiani 2006]. Głównym celem było wykrywanie informacji o podłożu emocjonalnym i powiązanie ich z awatarami zdolnymi do ekspresji uczuć. W oparciu o przedstawioną metodę ekstrakcji z tekstu opracowano aplikację komunikacyjną, w której następuje wizualizacja emocji ekstrahowanych z tekstu i reprezentacja za pośrednictwem avatara skojarzonego z wypowiedziami użytkownika. Przedstawione rozwiązanie nie uwzględnia jednak modyfikatorów emocji i upraszcza wartości progowe. Inne, rozszerzone podejście, zaproponowane przez Z. Chuang i Ch. Wu w postaci systemu rozpoznawania wyrażań, klasyfikuje stany na podstawie sześciu

podstawowych typów: radość (A), smutek (B), gniew (C), strach (D), zaskoczenie (E) i niesmak (F) [Chuang, Wu 2004]. Wartość intensywności opisuje, jak mocno dane słowo kluczowe jest powiązane ze wskazanym stanem emocjonalnym. W wielu przypadkach dla słowa można określić wektor deskryptorów. Na przykład słowo *rozzaczarowany* może nawiązywać do dwóch stanów emocjonalnych: *smutek* i *gniew*, a deskryptory stanu to $\{(B, 0.2), (C, 0.6)\}$, gdzie 0.2 i 0.6 określają stopień intensywności stanów emocjonalnych B i C oraz $\{(B, 0.6)\}$ dla słowa *przygnębiony*. W strukturze deskryptorów i -te słowo jest reprezentowane przez $k_{i,t}$, $1 \leq i \leq M_t$, gdzie M_t oznacza liczbę słów kluczowych powiązanych z emocjami w wypowiedzi S_t . Na przykład dla dwóch słów kluczowych $k_{1,t}$ i $k_{2,t}$ wartość $M_t=2$. Dla każdego zidentyfikowanego słowa $k_{i,t}$ określany jest deskryptor $(l_{i,r}, v_{i,r})$, $1 \leq r \leq R_{i,t}$, gdzie $R_{i,t}$ określa liczbę deskryptorów dla słowa $k_{i,t}$. Zmienna $l_{i,r}$ jest r -tą etykietą stanu emocji, $v_{i,r}$ jest stanem intensywności r – tej wartości $k_{i,t}$. Wartość etykiety stanu zmienia się od 1 do 6, odpowiednio dla sześciu stanów emocji. Dla wartości $R_{i,1}$ przypisano wartość 2, dla $R_{i,2}$ wartość 1. Dla $k_{1,t}$ wartości $l_{1,1}, l_{2,1}, v_{1,1}, v_{2,1}$ są określone odpowiednio jako 2, 3, 0.2 i 0.6. Dla $k_{2,t}$ wartości $l_{1,2}$ określono jako 3 i 0.6. Dla opisu emocji zidentyfikowano również modyfikatory, które określają wzmocnienie lub osłabienie emocji. Na przykład słowa *bardzo*, *mocno* wzmacniają emocje np. wartościami +2, +3, a *wcale*, *rzadko*, *nigdy* mogą obniżać wartość emocjonalną wyrażenia. Modyfikator sentencji oznaczono jako $g_{i,j}$, gdzie j przyjmuje wartości z przedziału $(1, N_t)$, gdzie N_t jest liczbą modyfikatorów w sentencji S_t , a $u_{i,j}$ odpowiada wartości modyfikatora $g_{i,j}$. W przypadku gdy w sentencji występuje jeden modyfikator $g_{1,t}$, określa np. słowo *bardzo* i otrzymuje wartości $N_t=1$ i $u_{1,t} = 2+$. Końcowy stan emocjonalny jest połączeniem wyjść z systemu rozpoznawania emocji, deskryptorów określonych dla słów wyrażających emocje oraz modyfikatorów. Jeśli weźmie się pod uwagę wejściowe zdanie S_t w czasie t , końcowa reakcja emocjonalna uzyskana z tekstu będzie reprezentowana przez wektor $E_{t,C} = (e_{1,t,C}, e_{2,t,C}, e_{3,t,C}, e_{4,t,C}, e_{5,t,C}, e_{6,t,C})$. Sześć elementów wektora $E_{t,C}$ reprezentuje zależności między sentencją S_t i podstawowymi emocjami. Każda wartość jest wyznaczana zgodnie ze wzorem:

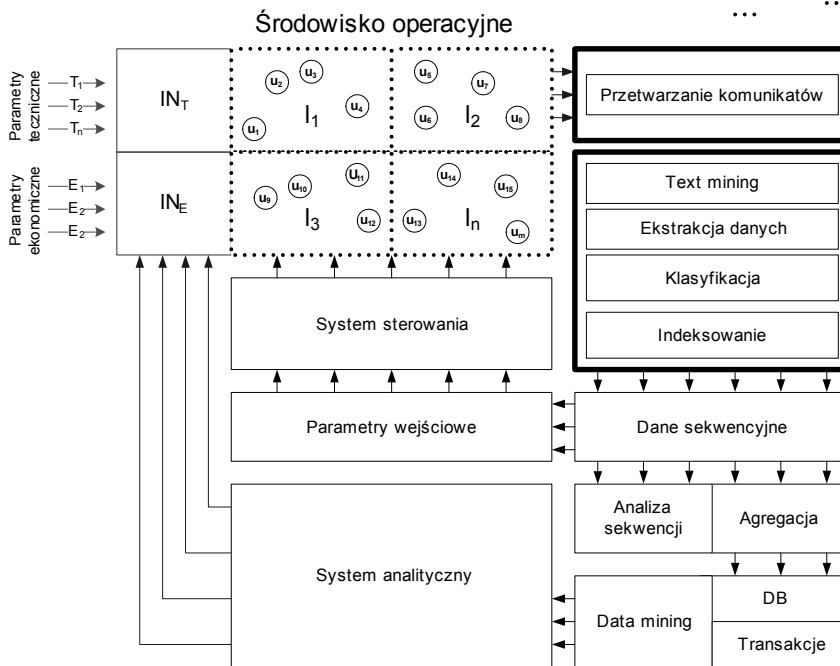
$$e_o^{tC} = \frac{1}{3} \left(\prod_{x=1}^N u_x^t \right) \left(\frac{\sum_{y=1}^M \sum_{z=1}^{R_y^t} S(I_z^{ty}, o) v_z^{ty}}{\sum_{y=1}^M \sum_{z=1}^{R_y^t} S(I_z^{ty}, o)} \right), \quad (3)$$

gdzie $o = [1, 6]$. Wartość pierwsza jest uśrednioną wartością modyfikatorów, wartości sumatorów odnoszą się do średniej wartości stanów należących do stanu o . Funkcja $S(I_z^{ty}, o)$ przyjmuje wartość 1, gdy $I_z^{ty} = o$, i wartość 0, gdy $I_z^{ty} \neq o$, a stała $1/3$ normalizuje zakres emocji. Na bazie współczynników przeprowadzono badania

eksperymentalne w oparciu o 2100 wypowiedzi, przy których porównano stan emocjonalny określony manualnie z wyznaczonym automatycznie [Chuang, Wu 2004, s. 45-62]. Dla sześciu podstawowych emocji uzyskano dokładności na poziomie $E = \{64,99\%, 60,54\%, 74,29\%, 68,27\%, 62,66\%, 56,23\%\}$. Analizowany zbiór danych obejmował 65 620 słów, z których 490 było oznaczonych jako nośniki emocji. W systemie wyrażanie emocji przez użytkownika wymaga wprowadzenia odpowiednich symboli, które wpływają na zmianę wyrazu twarzy avatara. Przedstawione przykłady ilustrują potencjalne obszary zastosowań metod identyfikacji emocji w systemach *online*. Koncentrują się one głównie na aspekcie komunikacyjnym i możliwości lepszej ekspresji uczuć i emocji. W przypadku aplikacji komercyjnych interesujące może być wykorzystanie informacji na temat emocji użytkowników oraz badanie zależności i wpływu emocji na zachowania konsumentów i integracje modułów przetwarzania danych afektywnych w systemach transakcyjnych.

3. Integracja metod afektywnych z platformą internetową

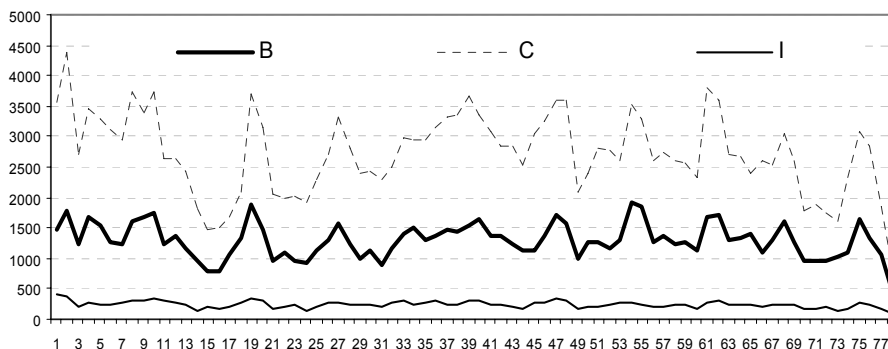
Przedstawione wcześniej obszary zastosowań systemów afektywnych w internecie koncentrowały się na aspektach integracji systemów rozpoznawania stanu emocji z systemami komunikacyjnymi. Pojawia się pytanie, czy w aplikacjach komunikacyjnych zintegrowanych z systemami społecznościowymi i platformami handlu elektronicznego można wykorzystać dane na temat stanów emocjonalnych użytkowników w różnych obszarach wspomagania decyzji. Rozwój sektora serwisów społecznościowych i mikrotransakcji pobudza ewolucję nowych modeli biznesowych i działań marketingowych zorientowanych na produkty cyfrowe oraz warunkuje powstawanie nowych platform dystrybucyjnych i narzędzi projektowych. Możliwe jest wykorzystanie systemów afektywnych w monitorowaniu konsumentów w systemach handlu elektronicznego lub w projektowaniu produktów zarówno materialnych, jak i cyfrowych. W dalszej części przedstawiono koncepcję integracji systemu przetwarzania afektywnego danych ze społecznościowym serwisem internetowym i systemem mikrotransakcji oraz wyniki badań eksperymentalnych. Wiadomości przesyłane są przez użytkowników w trybie synchronicznym w postaci komunikatów w różnych sektorach serwisu S_1-S_n . Z przesyłanych informacji tekstowych są ekstrahowane dane wskazujące na kontekst wypowiedzi, które podkreślają stan emocjonalny użytkownika. Na podstawie analizy danych generowane są sekwencje, które określają zmienność nastawienia użytkownika w czasie i następnie powiązanie ich z innymi danymi z serwisu. Daje to możliwość przeprowadzania analiz i powiązania określonych zachowań czy zjawisk ze stanami emocji użytkowników. Na rys. 2 przedstawiono strukturę systemu.



Rys. 2. Model integracji systemu przetwarzania afektywnego z aplikacją internetową

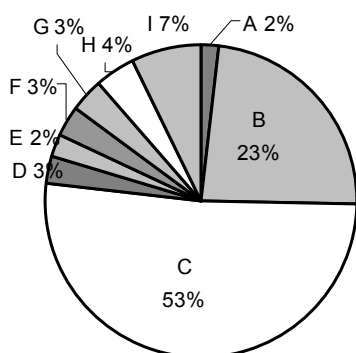
Źródło: opracowanie własne.

Może to dotyczyć szczególnie zautomatyzowanych systemów mikrotransakcji, w których wykorzystuje się mechanizmy dynamicznego targetowania i segmentacji konsumentów w obszarze sprzedaży obiektów wirtualnych. Założono wykorzystanie systemu na potrzeby monitorowania zachowań w czasie rzeczywistym, co pozwala na identyfikację problemów użytkowników i ich rozwiązywanie. Na poziomie strategicznym dane z układów pomiarowych integrowane są z danymi z systemów transakcyjnych i możliwa jest analiza zależności pomiędzy danymi i realizowanymi transakcjami oraz innymi parametrami techniczno-ekonomicznymi systemu i wykorzystanie pozyskanej wiedzy w podejmowaniu decyzji związanych z rozwojem systemu. Aplikacja zrealizowana z wykorzystaniem przedstawionej koncepcji została zintegrowana z systemem monitoringu w ramach projektu virtuLabs zorientowanego na opracowanie i wdrażanie narzędzi wspomagania decyzji w serwisach społecznościowych. Ze względu na wykorzystywanie przez użytkowników systemu kodowania aplikację sparametryzowano na potrzeby identyfikacji rozszerzonego zestawu najczęściej wyrażanych przez użytkowników emocji, które w dalszej części oznaczono następującymi symbolami: A – strach, B – smutek, C – radość, D – zawstydenie, E – zmieszanie, F – zaskoczenie, G – złość, H – niesmak,



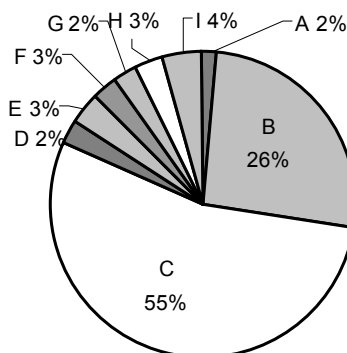
Rys. 3. Rozkład trzech głównych typów emocji

Źródło: obliczenia własne.



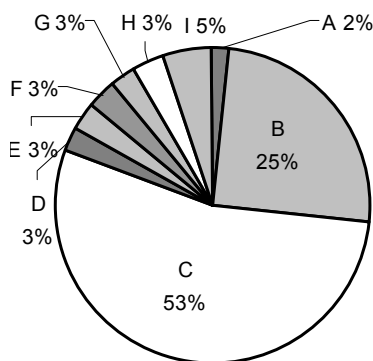
Rys. 4. Rozkład emocji użytkowników

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Rozkład emocji użytkowników

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Zagregowany rozkład emocji w serwisie

Źródło: opracowanie własne.

I – stan neutralny. W testowym okresie zarejestrowano 441 949 wywołań graficznej reprezentacji emocji użytkowników. Na rys. 3 zilustrowano rozkład wywołań poszczególnych typów. Największą liczbę wywołań zarejestrowano dla elementów B, C, I. Dla poszczególnych okresów występuje dosyć duża zmienność wykorzystywania poszczególnych elementów. W niektórych okresach widać wzrost pozytywnego nastroju, w niektórych spadek, co można odnieść m.in. do aktualizacji serwisu.

Zaimplementowane rozwiązanie umożliwiło prowadzenie segmentacji użytkowników w odniesieniu do różnych parametrów demograficznych i wyznaczanie rozkładu danych afektywnych w wybranych grupach. Realizowane pomiary pozwoliły na wyodrębnienie grup użytkowników o określonych cechach oraz analizę rozkładu emocji w poszczególnych segmentach odbiorców.

Na rys. 4 przedstawiono rozkład procentowy zachowań poszczególnych typów w grupie użytkowników płci męskiej, na rys. 5 przedstawiono rozkład wyrażanych emocji wśród użytkowniczek. Rysunek 6 ilustruje zagregowany rozkład emocji w całym serwisie. Analiza wskazuje na przyrost emocji typu B w grupie żeńskiej i wzrost emocji typu D w badanym okresie. Podczas realizacji etapu prac, które podsumowano w niniejszym opracowaniu, koncentrowano się na implementacji systemu monitorującego i powiązaniu go z występującymi w systemie źródłami danych na poziomie operacyjnym i strategicznym. Dalszym kierunkiem badań będzie wdrażanie metod analitycznych i wspomagania decyzji w zidentyfikowanych obszarach. Określenie stanu emocji użytkowników, które zwiększają zainteresowanie ofertami handlowymi czy zakupem usług, może się przyczynić do zwiększenia sprzedaży w systemie handlu elektronicznego. Analiza oddziaływania modyfikacji i rozwoju serwisu na nastawienie użytkowników wpływa na lepsze zrozumienie zachowań społeczności *online* i zwiększa możliwości realizowania usług dopasowanych do potrzeb użytkowników.

4. Zakończenie

Technologie gromadzenia i interpretowania informacji powiązanych z emocjami zorientowane na rozpoznawanie, modelowanie oraz przewidywanie stanów emocjonalnych i wykorzystanie tej wiedzy w wybranych obszarach wspomagania decyzji stanowią aktualne wyzwania przedstawionych kierunków badawczych. Metody adaptacji do zaistniałej sytuacji na podstawie danych afektywnych i przyjęcie strategii dopasowanej do potrzeb użytkownika systemu stanowi interesujący kierunek rozwoju systemów komputerowych i aplikacji HCI (*Human Computer Interaction*). Mechanizmy komputerowe syntezujące lub symulujące wewnętrzne emocje czy też rozpoznające emocje mogą w najbliższym czasie odegrać istotną rolę w rozwoju informatyki. Przedstawione obszary zastosowań w aplikacjach internetowych dają podstawę do realizacji badań z wykorzystaniem technologii afektywnych bez udziału systemów sensorycznych, co znacznie zwiększa zakres stosowa-

nia metod i ułatwia ich implementację w systemach internetowych. Stanowią one potencjalne źródło wiedzy o zachowaniach użytkowników, która może być wykorzystywana w wielu obszarach.

Literatura

- Chuang Z., Wu Ch., *Multi-modal emotion recognition from speech and text, computational*, Linguistics and Chinese Language Processing, vol. 9, no. 2, August 2004, s. 45-62.
- Esuli A., Sebastiani F., *SentiWordNet: a publicly available lexical resource for opinion mining*, Proceedings of the 5th International Conference on Language Resources and Evaluation, Genoa, Italy, May 2006, s. 417-422.
- Gunes H., *Affective Computing*, <http://www.hcsnet.edu.au/about/disciplines/affective-computing>, 2008.
- Kostov V., Fukuda S., *Towards automatic detection of emotional messages from human speech*, The 6th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, Venice, Italy, July 2000.
- Leidelmeijer K., *Emotions: An Experimental Approach*, Tilburg University Press, 1991.
- Ma C., Prendinger H., Ishizuka M., *Emotion Estimation and Reasoning Based on Affective Textual Interaction*, Affective Computing and Intelligent Interaction Lecture Notes in Computer Science, Volume 3784/2005, Springer Berlin, s. 622-628.
- Osherenko A., *Modeling Emotions Using a Shallow Natural-Language Processing Technique*, Humboldt University Berlin, Institute of Informatics, 2004.
- Picard R.W., *Toward computers that recognize and respond to user emotion*, IBM Systems Journal vol. 39 2000, s. 705-719.
- Picard R.W., *Affective computing*, http://affect.media.mit.edu/pdfs/95_picard.pdf, 1995.
- Plutchik R., *A general psychoevolutionary theory of emotion*, Emotion, Theory, Research, and Experience, vol. 1, Theories of Emotion, Academic Press, 1980.
- Rabiner L.R., Juang B.H., *An introduction to hidden Markov models*, IEEE ASSP Magazine, January 1986, s. 4-16.

AFFECTIVE DATA PROCESSING IN COMPUTER SYSTEMS

Summary: The article presents some ideas of interaction with a user on the level of emotions and feelings in computer system mechanisms. The main area of the research focuses on the introduction of user interfaces which enable the possibility of transferring signals connected with user's emotions into the computer environment. The research in the scope of affective computing has an interdisciplinary character and combines engineering, IT, psychology, knowledge of behaviour, neurology and other fields. One of the fields is the technology used for obtaining and interpreting the information related to emotions, focused on recognition, modelling and predicting the emotional states and using that knowledge in the chosen areas of decision support.