

Seminarium Sztucznej Inteligencji

# Emocjonalna Sztuczna Inteligencja

## Emotional AI

Wykonał:  
**Artur Krynicki**  
INF IV IO  
Nr 105 639

Grupa:  
Czwartek parzysty  
Godz. 15.15-16.55

Prowadzący:  
**dr. hab. inż. Halina Kwaśnicka**

Wrocław, dn. 14.11.2002 r.

## 1. Wprowadzenie

Emocje odgrywają coraz większą rolę przy projektowaniu systemów komputerowych, zwłaszcza przy tworzeniu interfejsów ponieważ ludzie wchodzi w interakcję z maszynami jak gdyby były one innymi ludźmi. Pociąga to za sobą konieczność poznania zachowań ludzkich i umiejętność ich klasyfikacji i opisu.

W poniższej pracy postaram się przedstawić przegląd ludzkich zachowań i uczuć, metody badań i ich obserwacji oraz sposób ich wyrażania, odczytywania i modelowania wykorzystywany do projektowania inteligentnych interfejsów.

## 2. Inteligencja

Istnieje wiele definicji inteligencji. Według klasycznej definicji Sterna (1927) **jest to ogólna zdolność do adaptacji do nowych warunków, zwłaszcza do wykorzystania wiedzy w nowych sytuacjach.**

Wybitny badacz inteligencji Howard Gardner wyróżnia siedem różnych rodzajów inteligencji:

- inteligencja językowa
- inteligencja muzyczna
- inteligencja logiczno-matematyczna
- zdolność orientacji przestrzennej
- inteligencja ciała i zmysł kinestetyczny
- inteligencja intra- i interpersonalna (emocjonalna)
- inteligencja organiczna (instynktowna)

Wszystkie z wymienionych rodzajów inteligencji posiada każdy człowiek, ale wyrażają się one w różnym stopniu. Dlatego niektórzy lepiej polują, inni są bardziej uważni, jeszcze inni odznaczają się tzw. "absolutnym słuchem".

## 3. Inteligencja emocjonalna (EQ)

Jednym ze składników inteligencji jest inteligencja intra- i interpersonalna czyli zdolności społeczne, takie jak; znajomość ludzi i samego siebie oraz umiejętność dostosowania się do innych. Inteligencja emocjonalna wyraża się kilkoma zdolnościami:

- współczuciem
- intuicją
- umiejętnością kontrolowania uczuć
- zdolnością wejrzenia w siebie (znajomość własnej osobowości)

Ten rodzaj inteligencji nie jest związany bezpośrednio z intelektem. Według Golemana, jednego z twórców tego pojęcia tylko w około 20% nasze powodzenie w życiu zależy od inteligencji (IQ). Reszta - zwłaszcza zawodowe i rodzinne - zależy do innych czynników; umiejętność porozumiewania się, stosunki z innymi ludźmi, umiejętność zarządzania i pracy w zespole - określanymi inteligencją emocjonalną. Czynniki te odgrywają coraz większe znaczenie we wszystkich dziedzinach życia.

Inteligencję emocjonalną można rozwijać i poprawiać, podczas gdy inteligencja racjonalna w głównej mierze jest wrodzona.

#### 4. Czemu służą uczucia ?

Uczucia są integralną częścią ludzkiej natury, pomagają właściwie funkcjonować w otaczającym środowisku, często nawet decydują o przetrwaniu. Uczucie lęku ostrzega przed niebezpieczeństwem i uruchamia w organizmie procesy pozwalające uniknąć zagrożenia. Amerykański neurolog – Antonio Damasio – podaje pięć elementarnych emocji, które zapewniały przeżycie naszym przodkom: lęk, złość, odraza, smutek i szczęście.

Uczucia pozwalają także ocenić stan emocjonalny drugiej osoby, jak również wyrazić własny. Uczucia dodają naszym działaniom kolorów i określają emocjonalny klimat, w którym się poruszamy. Jest to zatem dodatkowy mechanizm komunikacji międzyludzkiej obok komunikacji werbalnej.

Komunikaty niewerbalne (gestykulacja, mimika, kontakt fizyczny, dystans przestrzenny, pozycja ciała oraz niewerbalne aspekty mowy; intonacja, akcent, rytm, głośność itp.) służą przekazywaniu znaczeń, ilustrują treść wypowiedzi, regulują przebieg rozmowy i stosunki między rozmówcami, pozwalają dostosować się do sytuacji. Są bardzo ważne, gdyż generalnie mamy tendencję do ufania bardziej komunikatom niewerbalnym, niż werbalnym (gdy są sprzeczne). Łatwiej jest manipulować słowami niż mimiką twarzy czy też „mową całego ciała”.

#### 5. Jak ludzie wyrażają emocje ?

Właściwości emocji:

- Występowanie zdarzeń lub bodźców wywołujących emocje.
- Emocje zawsze poprzedzone są określonymi zjawiskami występującymi w świecie zewnętrznym człowieka. Nie mogą powstawać samoistnie, chyba że ktoś cierpi na schizofrenię lub jego stan świadomości uległ zmianie na skutek innych przyczyn.
- Automatycznie generowana ocena sytuacji. Najpierw więc dochodzi do pobudzenia emocjonalnego, a potem człowiek nadaje mu znaczenie, czyli interpretuje własne pobudzenie w oparciu o wiedzę o sobie samym i świecie zewnętrznym, który dostarczył mu określonej stymulacji.
- Powstawanie mimowolne. Człowiek nie ma wpływu na pojawianie się bądź nie emocji. Może je kontrolować, tłumić, eskalować, zaprzeczać im, wypierać, zmieniać w inne, redukować, ale ich pojawianie się jest nie zależne od woli człowieka.
- Krótki czas między bodźcem a reakcją emocjonalną - szybkie wzbudzenie.
- Krótkotrwałość. Czas trwania emocji jest rzędu sekund lub dłużej, jeśli działanie bodźca jest również dłuższe.
- Jedność w wielości występowania wzorców reakcji fizjologicznej. [4]

Przeżyciom emocjonalnym towarzyszy ekspresja całego ciała. Różne stany emocjonalne człowiek wyraża poprzez mimikę, gesty, postawę ciała, dźwięki, itd. Mało kto ma świadomość tego, że nasze zachowanie i wygląd są niejednokrotnie ważniejsze od przekazywanych werbalnie treści. Zdają się to potwierdzać badania naukowe, według których, aż 55% informacji jakich udzielamy nieświadomie naszemu rozmówcy zawartych jest właśnie w środkach niewerbalnych 38% dociera w tonacji głosu, a same informacje zawarte w słowach stanowią tylko 7% całego przekazu.

Wzorce reakcji fizjologicznej w stanie pobudzenia emocjonalnego dla wszystkich ludzi są jednakowe, zdeterminowane działaniem autonomicznego układu nerwowego. Można wyróżnić także pewne uniwersalne wśród ludzi elementy ekspresji dla takich emocji jak: gniew, strach, wstręt i smutek. Uśmiech jest wspólnym sygnałem emocji zadowolenia, dumy z osiągnięć, satysfakcji, ulgi i przyjemności zmysłowej. Jednak na bazie pewnych wspólnych dla gatunku ludzkiego elementów, każda z tych emocji jest przeżywana i wyrażana indywidualnie. Ponadto istnieje szereg emocji, w których nie udało się znaleźć jednakowych dla wszystkich ludzi sygnałów, np. w przeżywaniu wstydu, poczucia winy, zaskoczenia, grozy.[4]

## 5.1. Mowa

Mowa jest jednym z najlepszych sposobów wyrażania emocji. Jeśli np. nasz przyjaciel unika spotkania z nami możemy mu okazać swój gniew przez telefon. Wykorzystujemy tylko mowę, nasz przyjaciel nas nie widzi, ale na pewno rozpoznaje stan emocjonalny w jakim się znajdujemy. Najbardziej znaczącymi cechami mowy dla wyrażania emocji są tonacja (wysokość dźwięku), głośność i tempo.

Właściwości wybranych cech mowy dla wybranych emocji przedstawia tabela.

	<b>Gniew</b>	<b>Szczenie</b>	<b>Smutek</b>	<b>Strach</b>	<b>Wstręt</b>
<b>tempo</b>	dość szybko	szybko lub wolno	powoli	szybko	bardzo powoli
<b>Średnia tonacja</b>	Bardzo wysoka	Dość wysoka	Dość niska	Bardzo wysoka	Bardzo niska
<b>Zakres tonacji</b>	Szeroki	szeroki	Dość wąski	szeroki	Dość szeroki
<b>Intensywność</b>	wysoka	wysoka	obniżona	normalna	Obniżona
<b>Jakość dźwięku</b>	Charczący, piersiowy	wrzask	Wyraźny, czysty	Mowa nieregularna	mruczenie
<b>Zmiany w tonacji</b>	narastająca	równa	opadająca	normalna	Zakończenie opadające
<b>artykulacja</b>	nerwowa	normalna	niewyraźna	dokładna	normalna

Tabela 1. Właściwości wybranych cech mowy dla wybranych emocji. [2]

Tabela ta jest jednak bardziej opisowa niezbyt nadaje się do wykorzystania przy opisywaniu emocji dla maszyn. Bardziej konkretne wyniki przy określeniu tych cech daje program Affect Generator (Cahn 1990). Program przedstawia wynik w skali -10 ... +10. Program ten rozpoznawał 17 własności ludzkiej mowy z poprawnością rozpoznania 78,7%.

## 5.2. Muzyka

Muzyka jest dość trudnym sposobem wyrażania emocji ze względu na różnorodność kulturową, umiejętności wykonawcy oraz wiek słuchacza. Wyrażanie emocji przez muzykę zauważalne jest szczególnie u dzieci.

Emocje	Właściwości
<b>Szczyście</b>	Szybkie tempo, umiarkowany do głośnego poziom dźwięku, głównie staccato, artykulacja, jasna barwa dźwięku, lekkie lub bez vibrato.
<b>Smutek</b>	Powolne tempo, niski poziom dźwięku, tendencja do łagodzenia kontrastu między "długimi" i "krótkimi" nutami, legato artykulacji, powolne i głębokie vibrato, miękka barwa dźwięku, płaskie intonowanie.
<b>Gniew</b>	Szybkie tempo, wysoki poziom dźwięku, tendencja do zaostrzania kontrastu między "długimi" i "krótkimi" tonami, głównie staccato artykulacji, ostrą barwę dźwięku, zniekształcanie dźwięków.
<b>Strach</b>	Duże tempo, bardzo wysoki poziom dźwięku, duża dynamika, głównie staccato, szybkie i nieregularne vibrato, pauz między frazami.
<b>Czułość</b>	Powolne tempo, niski poziom dźwięku, tendencja do zmiękczenia między "długimi" i "krótkimi" nuty, legato artykulacji, miękka barwa dźwięku, intensywny vibrato.

Tabela 2. Właściwościami użytymi do wyrażanych emocji. (opracowanie na podstawie [2])

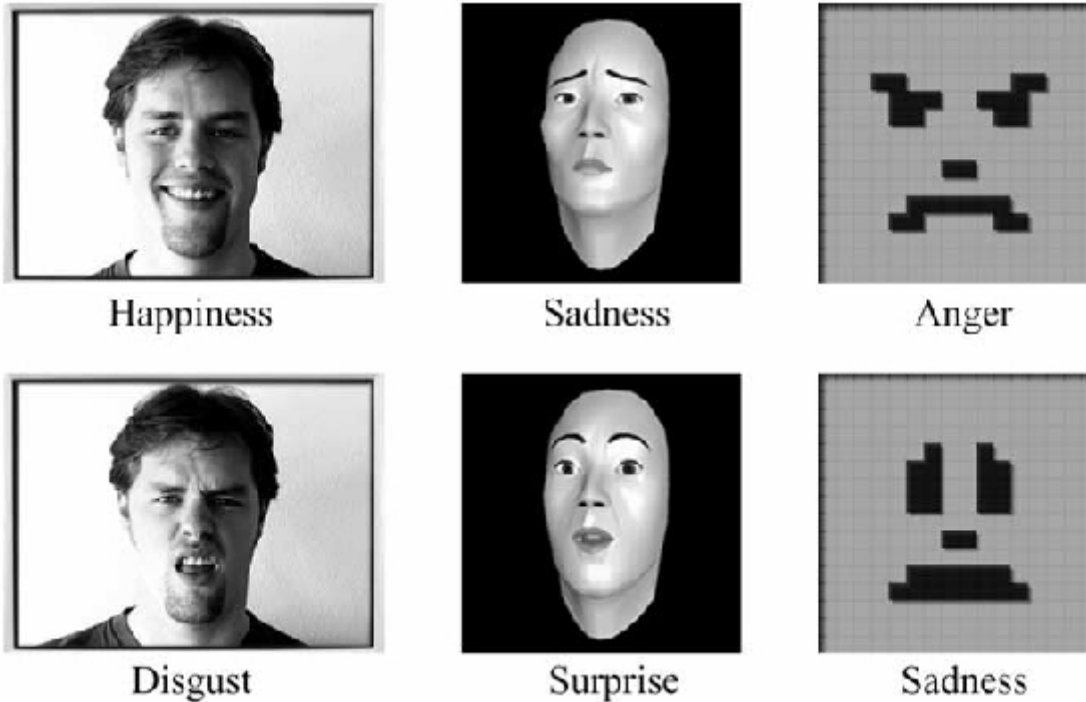
Całkiem niezłe wyniki w rozpoznawaniu emocji w muzyce posiada program Director Musices (Bresin and Friberg 1999). Program rozpoznawał 17 parametrów muzycznych i wykazywał się trafnością rozpoznania rzędu 64%.

## 5.3. Mowa ciała

Mowa ciała jest szczególnie ważnym kanałem komunikowania się w stosunkach międzyludzkich. Gesty rąk czy sposób siedzenia zdradzają bowiem nie to, co się dzieje w czyjejś głowie, ale jakie są jego lub jej emocje. Dlatego nawyk obserwacji, wsparty umiejętnością poprawnego interpretowania mowy ciała, może się okazać bezcenny, by dowiedzieć się jak w jakim stanie jest obecnie nasz rozmówca. Dzięki obserwacji możemy także dowiedzieć się wiele o samym człowieku, jaki jest, jaki ma status społeczny, jaka jest jego osobowość, czy też jakie ma upodobania. Musimy jednak pamiętać by nie interpretować pojedynczych gestów w oderwaniu od innych. Wszystkie gesty stanowią całość i tworzą dokładny, spójny opis. Oczywiście nie wszyscy ludzie posiadają jednakową zdolność ekspresji własnych uczuć, jednak nie jest możliwe zupełne ich zahamowanie czy zapanowanie nad nimi.

### 5.3.1. Mimika twarzy

Wyrażanie emocji poprzez mimikę twarzy jest tak naturalne, że jest bardzo trudne do ukrycia i maskowania. Człowiek używa głównie do tego ust, policzków, oczu, brwi i czoła. Rozpoznawanie i wyrażanie emocji przez wygląd ludzkiej twarzy jest dość proste i nie wymaga dużej ilości szczegółów. W badaniu Etcoff i Magee (1992) generowany przez program rysunek - karykatura składał się zaledwie z 37 linii, ale można było dokładnie dostrzec emocje wyrażane na rysunku.



### 5.3.2. Postawa ciała

Postawa ciała jest wyrazistym środkiem ekspresji ciała i pozwala na odczytanie charakteru człowieka. I tak np. osoba stojąca na obu nogach w ścisłym kontakcie z podłożem to z reguły osoba o realistycznym podejściu do życia. Kiesy ktoś dyktuje list albo notatkę lub opracowuje jakąś nową koncepcję często chodzi tam i z powrotem. Z pozoru jest to błędzenie bez celu, jednak w istocie człowiek stymuluje swoje ciało i umysł by nie „utknąć w martwym punkcie”.

### 5.3.3. Chód

Każdy ma swój indywidualny i odrębny sposób chodzenia. Na sposób chodzenia wpływają jeszcze inne czynniki takie jak zamiar i cel ruchu, forma i stan fizyczny oraz wiek.

I tak np. stawianie dużych kroków cechuje człowieka myślącego śmiało i z rozmachem, którego stać na ekonomiczne ryzyko, by szybko i wiele osiągnąć. Drobne kroki oznaczają bezpieczeństwo i zabezpieczenie by niczego z pośpiechu nie przeoczyć.

I jeszcze jedna ciekawostka! Krok ciasny, kiedy jedna stopa wybiega przed drugą wyraża niepewność i chwiejność oraz wahanie pomiędzy uczuciem a rozsądkiem. Krokiem tym porusza się (świadomie !!!) wiele kobiet. Oprócz zamierzonego efektu uwodzącego, chód taki wywołuje u mężczyzny nie tylko uczucia opiekuńcze, ale także i wrażenie, że będzie łatwo zdobyć tak słabą i chwiejną osobę. [10] ;)

### 5.3.4. Sposób siedzenia

Sposób siedzenia jest wyrazem jego charakteru oraz aktualnego nastroju, chociaż często podlega wpływom innych; brak czasu czy zmęczenie.

Przykład. Kołysanie się na tylnych nogach krzesła, z opartymi plecami, to pozycja obserwatora. Osoba ta ma wyrobione zdanie, być może już je wypowiedziała, a teraz czeka na stosowną chwilę, aby znowu włączyć się do rozmowy. Wtedy przestanie się bujać i najprawdopodobniej pochyli się do przodu. To człowiek pewny siebie, a nawet nieco próżny.

Siedzenie z wyciągniętymi nogami oznacza odprężenie, często siadamy tak w czasie wolnym lub kiedy siedzimy na ziemi z rękoma w tyle. Gdy natomiast ramiona obejmują zgięte w kolanach nogi, oznacza to koncentrację uwagi, gotowość i skupienie.

### 5.3.5. Ręce

Ręce są najwrażliwszym narzędziem i najbardziej ekspresywną częścią ciała człowieka. Ręce są bardzo sprawne i ruchliwe a zarazem bardzo delikatne i wrażliwe. Budowa ręki, jej długość i ilość stawów pozwalają na wykonanie bardzo różnorodnych ruchów. Podczas komunikacji bardzo często, ręce służą do wskazywania, opisywania kształtu czy rozmiaru, a także do okazywania uczuć.

Kilka przykładów.

W momencie niebezpieczeństwa ramiona chronią kark i głowę. W chwili zastanowienia, zasłaniamy pięścią usta tak jakbyśmy chcieli powstrzymać słowa. Zaciśnięte pięści to cecha agresji.

Niestety w naszej kulturze „mówienie rękami” jest uważane za niestosowne a czasem nawet nieuprzejme. Nieruchome ręce nadają jednak całej postaci wrażenie monotonii.

## 6. Jak maszyny wyrażają emocje.

Obecnie istnieją już maszyny, potrafiące wyrażać emocje. Przykładem mogą tu być popularne japońskie pet-roboty takie jak pieski AIBO produkowane przez Sony, Ada – bawiąca się z wizytującymi ją ludźmi maszyna-pomieszczenie stworzona na Politechnice Zuryskiej a prezentowana w tym roku na EXPO w Neuchatel czy istniejące w sieci programy konwersacyjne zdolne do cechowania swych wypowiedzi emocjami. Istnieją zarówno maszyny roboty jak i graficzne programy komputerowe które, zwłaszcza w grafice 3D odzwierciedlają ludzkie uczucia.

Myliłby się jednak ten, kto uważałby, że synteza emocji w maszynach służyć może tylko zabawie. Jak zauważono u pacjentów z zaburzeniami emocjonalnymi, z brakiem artykułowania emocji związana jest również niezdolność do podejmowania decyzji. Ostatnie badania dowodzą, że u ludzi emocje są niezbywalnym i istotnym elementem w elastycznym i racjonalnym procesie decyzyjnym. Wniosek płynie z tego taki, że by maszynę cechowała zdolność decydowania, prawdziwie kreatywny sposób myślenia i wiele innych ludzkich procesów myślowych, musimy je wyposażyć w zdolność wyrażania emocji.

Przy generowaniu emocji w maszynach wykorzystuje się najczęściej mechanizmy wnioskowania. Na przykład, jeżeli ktoś ma mieć następnego dnia egzamin a z różnych względów napotkał na kilkudniowe opóźnienia, może on być zestresowany i zirytowany pewnymi zachowaniami utrudniającymi mu przygotowywanie. Model syntezy może tu rozpoznawać uwarunkowania (egzamin, opóźnienia) i sugerować jakie emocje powinny być generowane (stres, irytacja).

Maszyny zdolne do okazywania emocji już w niedalekiej przyszłości staną się częstym towarzyszem zabaw, dostarczycielem rozrywki a także niezastąpionym pomocnikiem terapeuty pracującego z osobami upośledzonymi czy mającymi problemy emocjonalne. Dobrym przykładem takiej maszyny jest robot Kismet, będzie on opisany w dalszej części prezentacji.

## 7. Zastosowania – projekty

### 7.1. Expression Glasses – emocjonalne okulary

Projekt Jocelyn Scheirer. Okulary te są urządzeniem, które pozwala obserwować i rejestrować zmiany w mimice brwi człowieka, który je nosi. Okulary są zdolne uczyć się określonych dla danej osoby wzorców i różnic między różnymi objawami ludzkich emocji. Każdy ruch brwi jest rejestrowany przez dwa piezoelektryczne przetworniki znajdujące się na oprawce okularów. Wyniki pomiarów są tłumaczone na reprezentacje graficzną emocji.



Rys. 1. Okulary rejestrujące ruch brwi



Rys. 2. Okulary w użyciu

### 7.2. Emocjonalna biżuteria i inne części garderoby

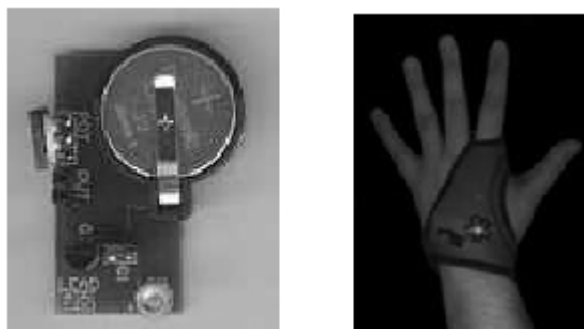
Projekt Jennifer Healey i Grant Gould. Kolejne urządzenia potrafiące odczytywać i interpretować różne cechy i właściwości stanów emocjonalnych. Dążą się do wytworzenia tanich i lekkich urządzeń. Projekt biżuterii jest właśnie próbą wytworzenia sensora taniego, komfortowego, estetycznego i należącego do istniejących rodzajów odzieży, które ludzie noszą. Sensory zostały ukryte w kolczykach, pierścionkach i butach. Pozwala to na rejestrowanie sygnałów z obszaru całego ciała, takich jak; przewodnictwo skóry, tętno i ciśnienie krwi, czy też tempo i charakter poruszania się.





### 7.3. The Galvactivator – uczuciowa rękawiczka

The Galvactivator jest rękawiczką, która wyczuwa u człowieka noszącego ją właściwości przewodnictwa skóry. Pomiar przewodnictwa jest odzwierciedlany poprzez jasność świecenia się diody LED. Wzrost przewodnictwa w skórze powoduje jaśniejsze świecenie się diody. Taki rodzaj odczytu pomiaru uwalnia człowieka badanego od przywiązania przewodami do urządzeń pomiarowych i rejestrujących. Umożliwia to badanie człowieka podczas podstawowych codziennych czynności.



Rys. 3. Rękawiczka rejestrująca przewodnictwo skóry. [8]

Dla potrzeb badań wyprodukowano i rozdano 1000 takich rękawiczek uczestnikom sympozjum. Specjalne kamery rejestrowały i analizowały ogólne poziomy jasności świecenia czujników. Zauważono, że jasność była wyższa na początku prezentacji podczas interaktywnych sesji, natomiast niższa podczas gdy mówca przez długi czas tylko mówił.



Rys. 4. Poziom jasności sensorów podczas sympozjum. [8]

#### 7.4. Emocjonalne myszki

Interakcja komputer-człowiek może być podobnie jak interakcja człowiek-człowiek wzbogacona o dodatkowe informacje niewerbalne. Komputer mógłby zatem dostosowywać charakter interakcji do stanu emocjonalnego konkretnego użytkownika. Komputer może zatem rozpoznać czy coś w interakcji zdenerwowało użytkownika czy może też sposób interakcji jest niewłaściwy w danym momencie.



Rys. Prototypy urządzeń rozpoznających stan emocjonalny użytkownika

Powstały zatem myszki wyczuwające ciśnienie krwi użytkownika, rejestrujące napięcie mięśni i rejestrujące szybkość posługiwania się nimi. Można w ten sposób ocenić frustrację użytkownika i przypuszczać, że interakcja jest niewłaściwa.

Projektanci przeprowadzili badanie. Poproszono dziewięciu uczestników o wypełnienie 6 formularzy o pracę. Celowo niektóre strony ładowały się długo, bądź też wymagały ponownego wprowadzenia danych gdyż ponoć wprowadzone wcześniej dane były niewystarczające. W ten sposób badano odczyt poziomu frustracji przez emocjonalne myszki.

## 7.5. Kismet – uczuciowy robot

Kismet to robot posiadający możliwość odbierania i okazywania większości ludzkich emocji. Nawet jego rysy są charakterystyczne dla wyglądu człowieka. Robot posiada mechaniczne brwi, uszy, usta i oczy. Może on zatem okazywać emocje nie tylko poprzez mowę, ale także poprzez swoistą mimikę mechanicznej twarzy. Robot wyposażony jest w sensory wizualne i dźwiękowe. „Widzi i słyszy” zatem swoje otoczenie. Jego „głowa” może się obracać i odchyłać co umożliwia mu np. śledzenie zjawisk i ruchów.



złość



spokój



odraza



szczęście



zainteresowanie



smutek



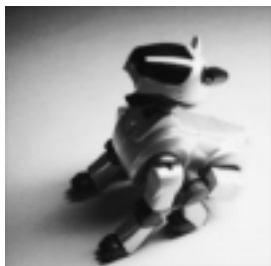
niespodzianka

Robot został zaprojektowany aby oddziaływać na środowisko zewnętrzne w czasie rzeczywistym. Do tego celu potrzebne jest dość szybkie przetwarzanie sygnałów z zewnątrz. Kismet próbuje sygnały wizualne z częstotliwością 30 Hz, dźwięki z częstotliwością 8kHz. Synteza mowy oparta jest o cztery mikroprocesory Motorola 68322.

## 7.4. AIBO – Sony

Produkcją „emocjonalnych zabawek” zajmuje się firma SONY. W ofercie firmy znajdują się trzy roboty mające zdolność komunikowania się ze światem przez „zmysły wzroku, słuchu i dotyku”. Sztuczna inteligencja pozwala robotom AIBO zdecydować jak ma się zachować na podstawie jego instynktów, emocji i interakcji. Roboty AIBO mogą grać w gry, przetwarzać obraz z wbudowanej kamery lub czytać e-maile.

Roboty te jednak mają kształty zwierząt, jednak mogą także rozpoznawać i okazywać emocje.





## 8. Źródła

- [1]. Marion M. Sehr, "Inteligencja emocjonalna", Testy Diogenes, W-wa 1999.
- [2]. <http://affect.media.mit.edu/> - Affective Computing
- [3]. <http://www.bartneck.de/work/aem.pdf>  
Christoph Bartneck, "Affective Expressions of Machines"
- [4]. <http://www.kjilidke.home.pl/stress.htm>
- [5]. [http://www.bartneck.de/work/bartneck\\_umuai.pdf](http://www.bartneck.de/work/bartneck_umuai.pdf)  
Christoph Bartneck,  
"How Convincing is Mr. Data's Smile: Affective Expressions of Machines"
- [6]. <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html>  
Kismet
- [7]. <http://www.aibo.com/> - AIBO Sony
- [8]. <ftp://whitechapel.media.mit.edu/pub/tech-reports/TR-542-ABSTRACT.html>  
Rosalind W. Picard and Jocelyn Scheirer,  
"The Galvactivator: A Glove that Senses and Communicates Skin Conductivity"
- [9]. <http://www.psych.e.pl/Docs/inteligencja.htm>
- [10]. Samy Molcho, „Mowa ciała”, Diogenes, Wa-wa 1998.