

Kismet und Emotionen

Andrea Şen - amatysse@techfak.uni-bielefeld.de
Universität Bielefeld Wintersemester 2004/05
Ausarbeitung im Rahmen des Seminars Humanoide Roboter

28. Februar 2005

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Emotionen | 2 |
| 2.1 | Emotionen allgemein | 2 |
| 2.2 | Basic Emotions | 2 |
| 2.3 | Emotionen und Gesichtsausdrücke | 2 |
| 2.4 | Facial Action Units | 4 |
| 3 | Kismet und Emotionen | 4 |
| 3.1 | Kismet's Triebe | 5 |
| 3.2 | Kismet's Emotionen | 6 |
| 3.3 | Kismet's Gesichtsausdrücke | 7 |
| 3.3.1 | Kismet's Gefühlsraum | 7 |
| 3.3.2 | Interpolation | 8 |
| 4 | Zusammenfassung | 9 |

1 Einleitung

Diese Ausarbeitung beschäftigt sich mit Emotionen, Gesichtsausdrücken und mit einer möglichen Implementation für einen Roboter, der in der Lage ist, seiner Umgebung seine Gefühle mitzuteilen.

Roboter, die ihre Gefühle ausdrücken können, werden eher als menschlich angesehen. Damit lassen sie sich besser in Umgebungen einsetzen, in denen häufiger Kontakt mit Menschen zustande kommt, zum Beispiel in der Pflege oder im Service.

2 Emotionen

2.1 Emotionen allgemein

Emotionen drücken die Gefühle eines Wesens aus. Dabei entstehen positive Emotionen durch schöne Ereignisse, schlimme Ereignisse rufen negative Emotionen hervor. Was dabei als schön bzw. schlimm bewertet wird, hängt von dem einzelnen Individuum ab. So ärgert sich ein guter Schüler eventuell über eine Vier auf dem Zeugnis, während sich ein schlechter Schüler vielleicht freut.

Die Emotionen sind einerseits nötig, um richtig auf die Umwelt zu reagieren, andererseits auch dafür um anderen Gefühle mitzuteilen und ihr Verhalten zu beeinflussen. So weckt ein schreiendes Baby in den meisten Menschen einen „Mutterinstinkt“, so dass sie nachsehen, warum es schreit.

2.2 Basic Emotions

Durch verschiedene Studien wurde herausgefunden, dass bestimmte Emotionen besonders wichtig sind um die richtige Reaktion auf Ereignisse zu erzeugen. Dazu gehören die Emotionen Ärger, Angst, Freude, Sorge, Überraschung und Ekel. Jede dieser *Basic Emotions* dient dazu das Wesen zu motivieren, passend auf ein Ereignis zu reagieren. Zum Beispiel wird Angst das Wesen dazuveranlassen wegzulaufen oder sich zu schützen.

2.3 Emotionen und Gesichtsausdrücke

Für die Interaktion mit der Umwelt reicht es nicht, dass das Wesen Emotionen hat, also weiss wie es sich fühlt, sondern es muss die Emotionen auch der Umgebung mitteilen.

Neben der Haltung und der Stimme spielen die Gesichtsausdrücke dabei eine wichtige Rolle.

Um einen Zusammenhang zwischen Emotionen und Gesichtsausdrücken zu finden, wurden sie in einem zweidimensionalen Raum verteilt. Andere Ansätze zuvor hatten die Emotionen in Kategorien unterteilt, durch den „Raum-Ansatz“ werden jedoch die Beziehungen zwischen den einzelnen Emotionen deutlicher, zudem haben die Gesichtsausdrücke eine Struktur, die sich auf diesen Raum abbilden lässt. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine Anordnung der Emotionen und Gesichtsausdrücke im Raum, die von J.A. Russell entworfen wurde.

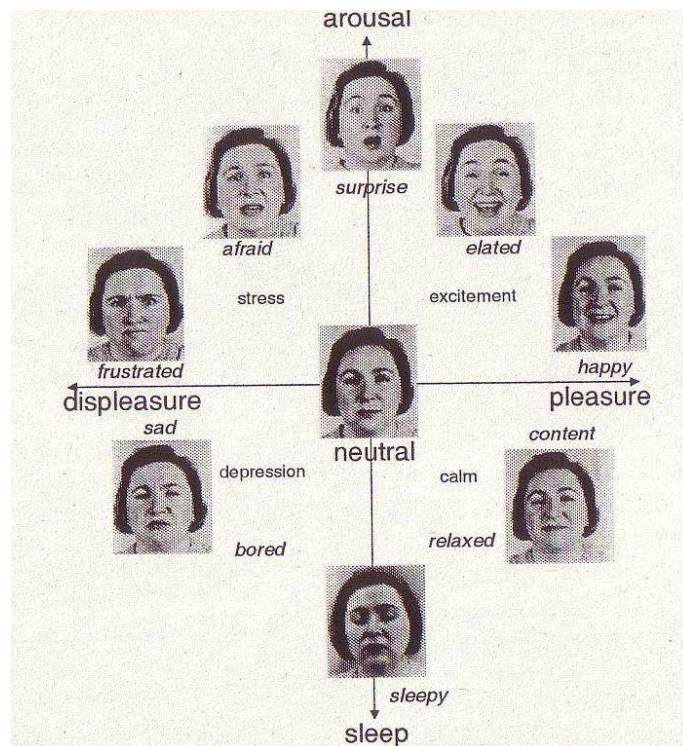


Abbildung 1: Gefühlsraum

Russell hat ausserdem untersucht, was ein Beobachter von einer Emotion ablesen kann. Ergebnisse dieser Untersuchung waren unter anderem, dass individuelle Eigenschaften eines Gesichtsausdrucks einen Signalwert haben. Damit hat der Mensch ein Signalsystem zur Verfügung, das einerseits robust und strapazierfähig, andererseits auch sehr flexibel ist. Die Flexibilität entsteht dadurch, dass eine Feinabstimmung möglich ist. So lässt sich zum Beispiel zwischen leichter und grosser Angst unterscheiden.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchungen war, dass verschiedene Gesichtsausdrücke für eine Emotion möglich sind, falls zwischen den beiden Gesichtsausdrücken eine Ähnlichkeit besteht.

2.4 Facial Action Units

Es lassen sich jedoch nicht nur verschiedene Ausdrücke für eine Emotion finden, auch haben verschiedene Gesichtsausdrücke für verschiedene Emotionen gleiche Elemente. Diese Elemente werden mit *Facial Action Units* bezeichnet und beschreiben, wie die Muskeln die Haut bewegen, um die Gesichtsausdrücke zu erzeugen.

Die folgende Tabelle liefert eine Übersicht darüber, welche Facial Action Units für welchen Gesichtsausdruck nötig sind:

| | Glück | Überraschung | Ärger | Ekel | Furcht | Traurigkeit |
|--------------------------------|-------|--------------|-------|------|--------|-------------|
| zusammengezogene Augenbrauen | | | x | x | x | x |
| hochgezogene Augenbrauen | | x | | | x | x |
| hochgezogenes oberes Augenlid | | x | x | | x | |
| hochgezogenes unteres Augenlid | x | | x | x | | |
| Mundwinkel nach oben | x | | | | | |
| Mundwinkel nach unten | | | | | | x |
| offener Mund | x | | | | x | |
| hochgezogene obere Lippe | | | x | | | |

Es wird vermutet, dass bestimmte Facial Action Units, die für bestimmte Gesichtsausdrücke nötig sind, bei verschiedenen Emotionen die gleiche Signalwirkung haben. So wird zum Beispiel sowohl bei Überraschung als auch bei Angst durch hochgezogene Augenbrauen Aufmerksamkeit signalisiert.

3 Kismet und Emotionen

Damit Kismet in der Lage ist, der Umwelt seine Gefühle mit Hilfe von Gesichtsausdrücken zu vermitteln, sind drei Schritte nötig. Zuerst bestimmt das Triebsystem Kismet's Bedürfnisse, darauf aufbauend wird sein aktueller Gefühlszustand ermittelt und mit Hilfe von diesen Werten wird dann der passende Gesichtsausdruck berechnet.

3.1 Kismet's Triebe

Kismet's Triebsystem bestimmt wie er sich fühlt. Die Funktionsweise dieses Systems ist an das Triebsystem von Tieren angelehnt. Kismet hat drei Triebe, den *Sozialtrieb*, den *Stimulationstrieb* und den *Ruhtrieb*. Jeder dieser Triebe ist als eigenständiger Prozess implementiert worden.

Alle drei Triebe haben ein zyklisches Verhalten. Ihre Intensität wächst solange, bis der jeweilige Trieb befriedigt wird. Unter anderem daran lassen sich die Parallelen zu Tieren erkennen, die zum Beispiel immer hungriger werden, bis sie etwas zu fressen finden.

Jeder Trieb hat einen Gleichgewichtspunkt, dieser muss jedoch nicht exakt erreicht werden, sondern kleine Abweichungen sind erlaubt. Ein Stimulus der auf Kismet wirkt, hat einen Intensitätsgrad. Damit der Trieb, der von diesem Stimulus angesprochen wird, sich im Gleichgewicht befindet, muss der Trieb auch die passende Intensität haben. Dies gilt jedoch nur für den Sozial- und den Stimulationstrieb, bei dem Ruhtrieb sieht es etwas anders aus. Die Intensität des Ruhtriebs wächst ebenfalls, wenn sie an einem bestimmten Punkt ankommt, schläft Kismet ein. Er reagiert dann nicht mehr auf die Umwelt und kann sich erholen. In dieser Zeit nehmen die Triebe wieder ihr Gleichgewicht an.

Die folgende Abbildung stellt grafisch dar, wie ein Stimulus auf Kismet's Triebsystem wirkt. Kismet nimmt den Stimulus wahr und je nach Intensität befindet sich der Trieb dann im über- bzw. unterstimulierten Bereich oder im Gleichgewicht. Daraus ergeben sich dann Auswirkungen auf Aufmerksamkeit.

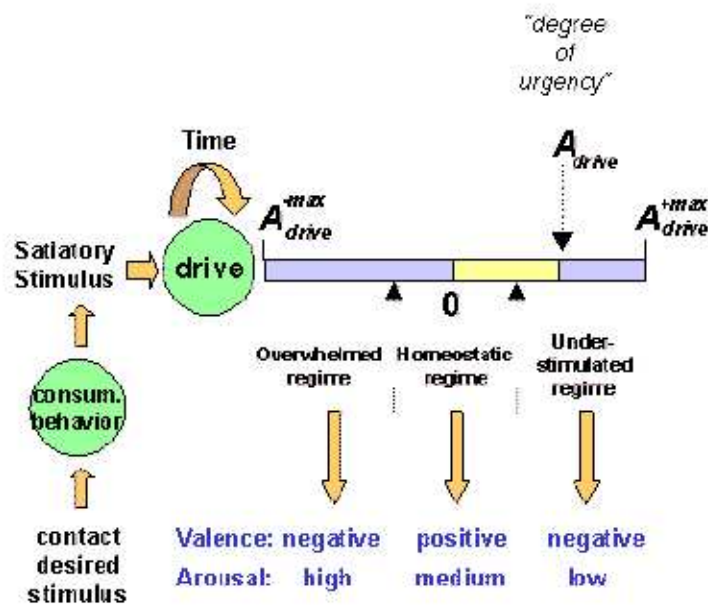


Abbildung 2: Grafische Darstellung von Kismet's Triebsystem

3.2 Kismet's Emotionen

Nachdem berechnet wurde, in wie weit Kismet's Bedürfnisse befriedigt worden sind, lässt sich daraus sein Gefühlszustand berechnen. Die Implementierung der Emotionen baut auf verschiedenen Theorien über Emotionen bei Menschen auf. Emotionen werden durch Ereignisse ausgelöst, die wichtig für das Wohlbefinden sind.

Bei Kismet sollen die Emotionen eine Verbindung zwischen ihm und der Umwelt aufbauen. Dazu wurden ihm verschiedene emotionale Antworten implementiert:

| Prototyp | Funktion des dazugehörigen Verhaltens | dazugehörige Emotion | Aktivierungsbedingungen für Kismet |
|---------------|--|----------------------|---|
| Aufnahme | Akzeptieren eines Stimulus aus der Umwelt | Gelassenheit | Akzeptierung eines benötigten Stimulus |
| Zurückweisung | etwas Schädliches loswerden, das schon akzeptiert wurde | Ekel | Beachten eines hervorstechenden, aber ungewünschten Stimulus |
| Schutz | Versuch, nicht verletzt zu werden | Furcht | Auftauchen eines beängstigenden, überstimulierenden Stimulus |
| Entzug | Reaktion auf einen wichtigen Verlust | Sorge | Verlust eines benötigten Stimulus |
| Orientation | Reaktion auf ein neues oder seltsames Verhalten | Interesse | Auftauchen eines neuen oder hervorstechenden Stimulus |
| Erkundung | Umgebung erkunden | Langeweile | Ein benötigter Stimulus ist nicht vorhanden |
| Belohnung | Verstärken eines nützlichen Verhaltens | Freude | Erfolg durch Erreichen eines Ziels des aktiven Verhaltens |
| Zerstörung | Entfernen eines Hindernisses um ein Bedürfnis zu erreichen | Ärger | Verzögerung beim Erreichen eines Ziels des aktiven Verhaltens |
| Alarm | Schreckreaktion | Überraschung | plötzlicher, unerwarteter Stimulus |

Ein Bestandteil der Hardware, das Higher Level Perceptual System, wertet Videobilder aus, die vom Attention System und dem Low Level Feature Extraction System geliefert werden. Aufgrund dieser Bilder, wird bestimmt, ob eine der Aktivierungsbedingungen erfüllt ist. Falls ja, wird der dazugehörige Prototyp bestimmt und das Behavior System und das Attention System berechnen die dazugehörige Emotion. Die Funktion des dazugehörigen Verhaltens beschreibt, was der Prototyp bewirken soll.

3.3 Kismet's Gesichtsausdrücke

Nachdem durch das Triebssystem und das Emotionssystem festgestellt wurde, wie Kismet sich gerade fühlt muss nun noch der passende Gesichtsausdruck berechnet werden. Diese Berechnung baut auf den Werten auf, die das Emotionssystem liefert. Damit kann ein Mensch seinen Gefühlszustand an seinem Gesichtsausdruck ablesen. Das ist wichtig um eine vernünftige Interaktion mit ihm aufzubauen.

3.3.1 Kismet's Gefühlsraum

Kismet's Gesichtsausdrücke werden durch Interpolation in einem Gefühlsraum berechnet. Anstatt des zu Anfang vorgestellten Modells wird jedoch ein dreidimensionaler Raum benutzt, da das zweidimensionale Modell für Kismet zu eingeschränkt ist. Einerseits fehlt eine Darstellung für die primäre Emotion Ekel, andererseits liegen Furcht und Ärger zu nah beieinander, obwohl diese beiden Emotionen sehr unterschiedliche Ursachen haben können. Furcht entsteht meist, wenn man sich bedroht fühlt oder das Gefühl hat, dass etwas schlimmes passieren wird, während Ärger entsteht, wenn zum Beispiel etwas anders passiert ist, als man es eigentlich wollte.

Die drei Achsen des Gefühlsraums werden mit Aufmerksamkeit (engl. arousal), Wertung (engl. valence) und Haltung (engl. stance) bezeichnet. Grafisch dargestellt sieht dieser Raum dann etwa so aus:

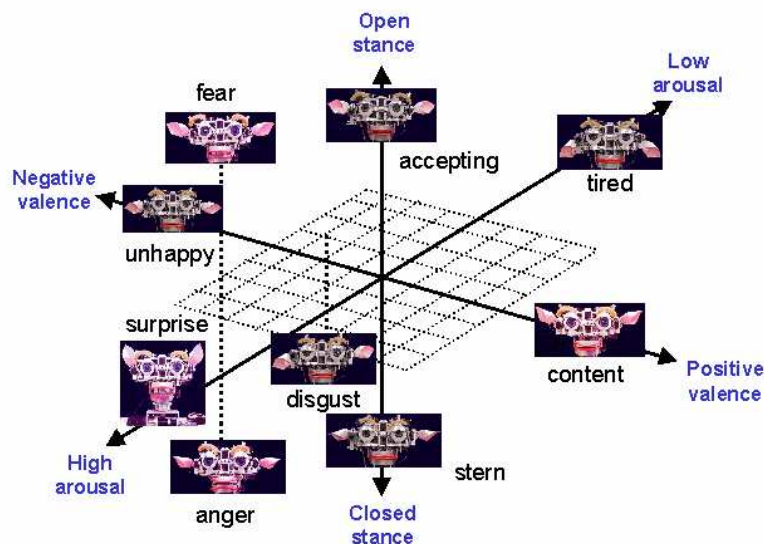


Abbildung 3: Grafische Darstellung von Kismet's Gefühlsraum

Der Raum wird mit $[A, V, S]$ bezeichnet. Ein Gefühlszustand von Kismet ist ein Punkt in diesem Raum. Da sich dieser Zustand über die Zeit ändert, bewegt sich der Punkt im Raum umher.

Neun Grundhaltungen spannen den Raum auf. Sechs primäre Haltungen liegen an den Endpunkten der Achsen. Auf der Achse Aufmerksamkeit liegt am positiven Ende der Prototyp P_{high} , der zu Überraschung gehört. Am negativen Ende liegt P_{low} für Ruhe. Auf der Achse Bewertung liegen P_{positive} für Zufriedenheit (positiv) und P_{negative} für Unglücklichkeit (negativ). Auf der letzten Achse Haltung liegen P_{open} (offen, positiv) und P_{closed} (streng, negativ). Die anderen drei Grundhaltungen P_{anger} , P_{disgust} und P_{fear} liegen im Raum.

3.3.2 Interpolation

Das Emotionssystem liefert 4 Interpolations Koeffizienten α , β , γ und δ , die alle Werte zwischen 0 und 1 annehmen können. Für Aufmerksamkeit und Bewertung werden damit die Motorbeiträge berechnet, die nötig sind, um Kismet's Gesicht passend einzustellen.

$$C_{\text{arousal}} = \alpha P_{\text{high}} + (1 - \alpha) P_{\text{low}} \quad \text{und} \quad C_{\text{valence}} = \beta P_{\text{positive}} + (1 - \beta) P_{\text{negative}}$$

Es wird also je nach Gefühlszustand ein Anteil der beiden gegenüberliegenden Grundhaltungen eingestellt.

Die Berechnung für die Achse stance hängt neben den beiden Haltungen P_{open} und P_{closed} auch von den drei Grundhaltungen ab, die im Raum liegen:

$$C_{\text{stance}} = F(a, v, s, n) + (1 - \delta)(\gamma P_{\text{open}} + (1 - \gamma) P_{\text{closed}})$$

γ ist dabei der Gewichtungsfaktor für stance, δ berechnet sich durch:

$$\delta = f_{\text{anger}}(a, v, s, n) + f_{\text{fear}}(a, v, s, n) + f_{\text{disgust}}(a, v, s, n)$$

Dabei sind die f_i Gewichtungsfunktionen, die den Einfluss der Prototypen begrenzen. Falls der neue Punkt innerhalb der Kugel mit dem Radius n liegt, nimmt f_i je nach Entfernung einen Wert zwischen 0 und 1 an. Die Kugeln schneiden sich nicht, daher kann immer nur einer der Prototypen für die Berechnung eine Rolle spielen. Die Funktion $f(a, v, s, n)$ berechnet nun den Anteil der speziellen Haltungen:

$$F(a, v, s, n) = f_{\text{anger}}(a, v, s, n) P_{\text{anger}} + f_{\text{fear}}(a, v, s, n) P_{\text{fear}} + f_{\text{disgust}}(a, v, s, n) P_{\text{disgust}}$$

Sind nun die drei Motorbeiträge berechnet worden, werden sie addiert.

$$P_{\text{net}} = C_{\text{arousal}} + C_{\text{valence}} + C_{\text{stance}}$$

Mit diesem Wert lassen sich Kismet's Motoren so einstellen, dass sein Gesichtsausdruck zu seinem aktuellen Gefühlszustand passt.

4 Zusammenfassung

Mit Kismet ist es den Entwicklern des MIT gelungen, einen Roboter zu bauen, der in der Lage ist Emotionen darzustellen und auch mit Emotionen auf seine Umwelt zu reagieren. Um die Interaktion mit ihm möglichst einfach zu machen, wurde sein Verhalten dem von Menschen und Tieren nachempfunden. Dabei wurden spezielle Konzepte wie das Triebverhalten von Tieren oder der Gefühlsraum möglichst ähnlich modelliert. So können Menschen seine Gefühlsregungen besser nachvollziehen und damit wirkt er menschenähnlicher. Bis ein System wie Kismet wirklich im Umgang mit Menschen eingesetzt werden kann, dauert es jedoch noch, da er einerseits viel Hardware benötigt und damit noch nicht mobil ist, andererseits sind seine Fähigkeiten noch zu beschränkt.

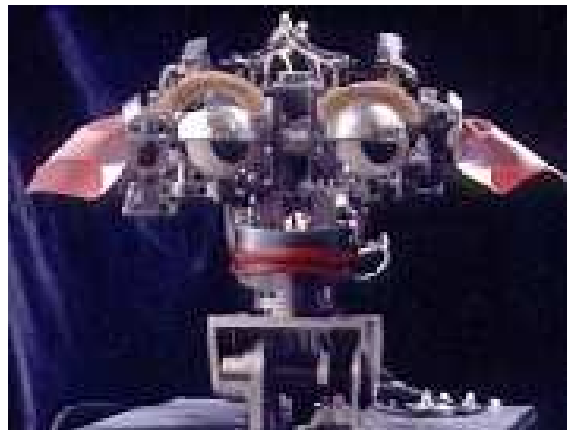


Abbildung 4: Eine von Kismet's Emotionen - Ruhe

Literatur

- [1] Cynthia Breazeal - Emotions and sociable humanoid robots , 2002
- [2] www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html
- [3] <http://www.digibrain.org/ayran/face.html>