



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Wissenschaftliche Arbeit

Kai Bielenberg

Companion Technologie - Eyetracker und Emotionen

*Fakultät Technik und Informatik
Studiendepartment Informatik*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Computer Science*

Kai Bielenberg

Companion Technologie - Eyetracker und Emotionen

Wissenschaftliche Arbeit eingereicht im Rahmen der AW3 Prüfungsleistung

im Studiengang Master of Science Angewandte Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Kai von Luck
Zweitgutachter: Prof. Dr. Bettina Buth

Eingereicht am: 28. Februar 2015

Kai Bielenberg

Thema der Arbeit

Companion Technologie - Eyetracker und Emotionen

Stichworte

Companion Technologie, Eyetracking, Emotion Detection, Multimodale Systeme, Affective Computing, Kontext Aware Computing

Kurzzusammenfassung

Dieses Dokument beschreibt Möglichkeiten der Emotionserkennung mittels eines Eyetrackers. Hierfür wird untersucht, welche Informationen der Eyetracker liefert und wie diese für die Emotionserkennung genutzt werden können. Diese Ausarbeitung bewegt sich im Kontext der Companion Technologie und des EmoBike Projektes der HAW Hamburg

Kai Bielenberg

Title of the paper

Companion technologie - Eyetracker and emotion

Keywords

Companion Technology, Eyetracking, Emotion Detection, Multimodale Systems, Affective Computing, Kontext Aware Computing

Abstract

This document describes the possibilities to detect emotions if an eyetracker is used. It is described which information can be gathered with an eyetracker and how they can be used to detect emotions. The context of this work is the companion technology and the EmoBike project of the HAW Hamburg

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Gliederung	1
3. Grundlagen	2
3.1. Was ist Companiontechnologie?	2
3.2. Grundlagen der Emotionserkennung	3
3.2.1. Basisemotionen	4
3.2.2. Facial Action Coding System	4
3.3. EmoBike Projekt	5
4. Erweiterung der Emotionserkennung	7
4.1. Eyetracker	7
4.2. Möglichkeiten für die Emotionserkennung	9
4.2.1. Blickrichtung	9
4.2.2. Pupillengröße	10
4.3. Datenerhebung und Validierung	10
4.4. Fazit Emotionserkennung	11
5. Risiken	11
6. Fazit/Ausblick	12
A. Anhang	14

1. Einleitung

In dieser Ausarbeitung werden Möglichkeiten der Verbesserung der Emotionserkennung mittels eines Eyetrackers untersucht. Im Bereich der Companiontechnologie ist die Emotionserkennung ein wichtiger Bestandteil, wie folgendes Zitat beschreibt:

Companion-Systeme sind – kognitive technische Systeme, die ihre Funktionalität *vollkommen individuell* auf den *jeweiligen Nutzer* abstimmen: Sie orientieren sich an *seinen Fähigkeiten, Vorlieben, Anforderungen und aktuellen Bedürfnissen* und stellen sich auf seine *Situation und emotionale Befindlichkeit* ein. Dabei sind sie stets verfügbar, kooperativ und *vertrauenswürdig* und treten ihrem Nutzer als kompetente und partnerschaftliche Dienstleister gegenüber.[1]

Damit sich ein System individuell auf einen Nutzer und seine Fähigkeiten einstellen kann, ist es essentiell den emotionalen Zustand des jeweiligen Nutzers zu erfassen. Je nach Situation und emotionalen Befinden, hat der Nutzer andere Anforderungen an das System. Aus diesem Grund ist eine genaue und robuste Emotionserkennung und -verarbeitung ein wichtiger Bestandteil solcher Systeme.

Das EmoBike Projekt der HAW Hamburg untersucht wie ein Companion System im Bereich der Rehabilitationsmaßnahmen gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Im den folgenden Kapiteln wird beschrieben, wie ein Eyetracker in diesem Kontext eingesetzt werden kann, um die Erfassung des emotionalen Zustandes zu verbessern.

2. Gliederung

Dieses Paper ist in fünf Teile unterteilt. Nach der Einleitung in Kapitel 1 werden in Kapitel 3 die nötigen Grundlagen für diese Ausarbeitung erläutert. Es wird genauer auf den Begriff der Companiontechnologie, die Grundlagen der Emotionserkennung und das EmoBike Projekt der

HAW Hamburg eingegangen. Das 4. Kapitel beschreibt mögliche Ansätze zur Verbesserung der Emotionserkennung mittels eines Eyetrackers. Im darauf folgenden 5. Kapitel wird Bezug auf mögliche Risiken genommen, die bei der Umsetzung dieser Ansätze auftreten könnten. Im Anschluss folgt im 6. Kapitel ein Fazit und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

3. Grundlagen

Dieses Kapitel beschreibt die nötigen Grundlagen für diese Ausarbeitung. In Kapitel 3.1 wird der Begriff Companiontechnologie und die elementare Idee hinter dieser Technologie erläutert.

Kapitel 3.2 befasst sich mit den Grundlagen der Emotionserkennung. Die grundlegenden Mechanismen zur Erkennung von Emotionen werden verdeutlicht.

Anschließend wird in Kapitel 3.3 das EmoBike Projekt der HAW Hamburg näher beschrieben um den Kontext dieser Arbeit herauszustellen.

3.1. Was ist Companiontechnologie?

Yorrik Wilks hat in seinem Buch "Close engagements with artificial companions: key social, psychological, ethical and design issues"[10] den Begriff Companiontechnologie genauer definiert:

By Companions we mean conversationalists or confidants —not robots— but rather computer software agents whose function will be to get to know their owners, who may well be elderly or lonely, and focusing not only on assistance via the internet (contacts, travel, doctors etc.) that many still find hard to use, but also on providing company and Companionship, by offering aspects of personalization.[1]

Wilks nimmt Bezug darauf, dass Softwareagenten den Zustand ihrer Nutzer kennen sollen um diesen je nach Bedarf zu unterstützen.

Ein Companion muss in der Lage sein, seinen Nutzer auf persönliche Art zu unterstützen. Es wird herausgestellt, dass hier keine Roboter gemeint sind, sondern Softwareagenten.

Die Software muss nicht nur in der Lage sein einen bestimmten Nutzer zu erkennen, sondern sie muss sich je nach Zustand des Nutzers entsprechend verhalten um diesen zu unterstützen.

Der Sonderforschungsbereich Transregio 62 (SFB)[1] hat sich ebenfalls der Companiontechnologie angenommen (siehe Zitat in der **Einleitung**) und baut auf der Definition von Wilks auf. Der SFB verdeutlicht zusätzlich, dass ein Companion vertrauenswürdig sein muss. Ein Companion erlangt tiefgreifendes Wissen über den emotionalen Zustand des Nutzers, daher ist das Vertrauen in den Companion essentiell.

Der SFB beschreibt, dass sich Companiontechnologie aus folgenden Teiltechnologien zusammensetzt:

1. Planung und Entscheidung
2. Interaktion und Verfügbarkeit
3. Situation und Emotion
4. Transferprojekte
5. Zentralbereich

Es wird aufgezeigt, dass die Companiontechnologie ein großes Forschungsgebiet ist, das mehrere Disziplinen und Forschungsfelder vereint. Diese Ausarbeitung wird sich mit dem dritten Teilbereich (Situation und Emotion) befassen.

3.2. Grundlagen der Emotionserkennung

Dieses Kapitel beschreibt Grundlegende Erkenntnisse die zur Emotionserkennung verwendet werden können. Wichtig ist, dass der Mensch auf viele unterschiedliche Weisen seine Emotionen darstellen kann.

Als gute Indikatoren habe sich der Gesichtsausdruck, die Körpersprache und die Stimme[3, 11] erwiesen. Neben diesen äußerlichen Indikatoren gibt es andere Verfahren der Emotionserkennung, die Biosensoren[9] nutzen um den emotionalen Zustand zu erfassen.

Im Folgenden wird die Emotionserkennung mit dem Gesichtsausdruck näher erläutert, da diese im Kontext des Eyetrackers besonders wichtig ist. Die Emotionserkennung im Gesicht beruht auf den Forschungsergebnissen von Paul Ekman und Wallace Friesen [4]. Es wurde gezeigt, dass es sieben Basisemotionen gibt und dass diese mittels des Facial Action Coding Systems (siehe 3.2.2) bestimmten Gesichtsausdrücken zugeordnet werden können.

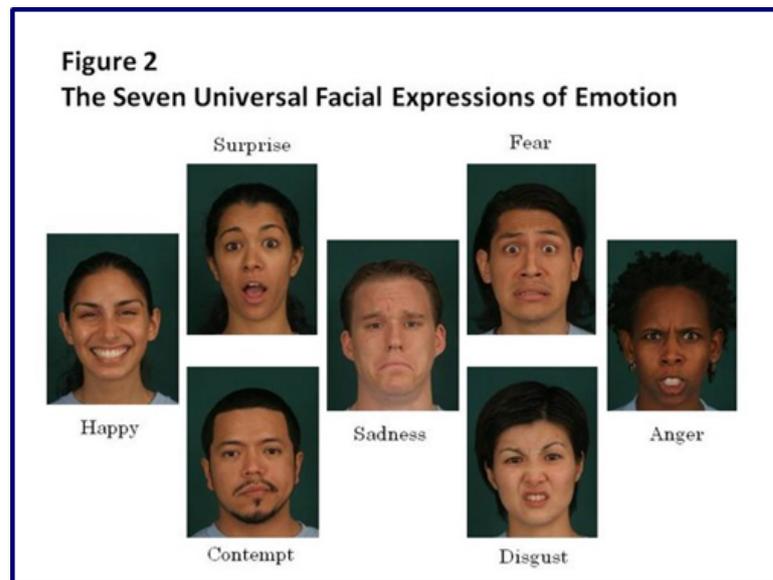


Abbildung 3.1.: Universal Emotion Expressions [6]

3.2.1. Basisemotionen

Nach den Forschungen von Ekman und Friesen[4] gibt es sieben universelle Basisemotionen. Des Weiteren konnten diesen Basisemotionen universelle Gesichtsausdrücke zugeordnet werden. Die Abbildung 3.1 zeigt die Grundemotionen mit den dazugehörigen Gesichtsausdrücken. Abgebildet sind von links nach rechts: Fröhlichkeit, Überraschung, Verachtung, Trauer, Angst, Ekel und Ärger. Auf diese Emotionen lassen sich alle möglichen emotionalen Zustände zurückführen.

Die Tatsache, dass es universale Gesichtsausdrücke für die Basisemotionen gibt, kann zur Emotionserkennung genutzt werden.

3.2.2. Facial Action Coding System

In diesem Abschnitt wird das Facial Action Coding System (FACS) beschrieben und es wird die Nutzung von diesem System für die Emotionserkennung begründet.

Das FACS ist eine Kodierung des menschlichen Gesichtsausdrucks. Es beruht auf den kleinstmöglichen Bewegungen, die aufgrund der unterliegenden Muskelstruktur im Gesicht möglich sind. Jeder dieser minimalen Teilgesichtsausdrücke wird ein Code zugewiesen. Dieser Code enthält neben einer eindeutigen Identifikationsnummer die Intensität der Bewegung.

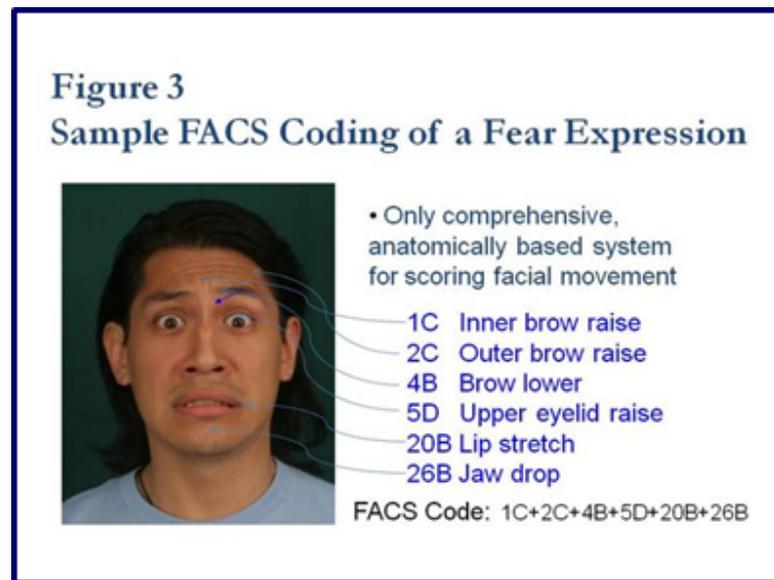


Abbildung 3.2.: Facial Action Coding System Beispiel [6]

Ein minimaler Teilgesichtsausdruck wird auch Action Unit (AU) genannt. Ein Gesichtsausdruck wird aus mehreren AUs zusammengesetzt und so kann für jeden Ausdruck ein FACS Code erzeugt werden.

In Abbildung 3.2 ist ein solcher FACS Code für einen Gesichtsausdruck erstellt worden. Zum Beispiel ist das Heben der inneren rechten Augenbraue (im Bild als *1C Inner brow raise* gekennzeichnet) eine AU. Die 1 steht für den Code der Augenbraue und das C für die Intensität der Bewegung. Die Intensität wird mit einem Index von A bis E angegeben. Insgesamt gibt es über 60 AUs im Gesicht. Anhand des Beispiels zeigt sich, dass sich ein Gesichtsausdruck nicht aus allen AUs zusammensetzt.

Der Vorteil dieser AUs ist, dass sich diese gut mit Kameras klassifizieren lassen. Dies liegt daran, dass die einzelnen AUs genau klassifiziert und beschrieben sind. Ebenfalls ist bekannt, wo welche AU im Gesicht zu finden ist. Anhand der Klassifizierten AUs kann der FACS Code des Gesichtsausdruckes und die zugehörige Emotion bestimmt werden.

3.3. EmoBike Projekt

Das EmoBike Projekt der HAW Hamburg ist ein Forschungsprojekt im Rahmen der Companion Technologie. Das Projekt hat als Metapher die Unterstützung des Patienten bei therapeutischen Maßnahmen.



Abbildung 3.3.: EmoBike der HAW Hamburg [7]

Momentan muss ein Arzt *einen* Patienten auf *einem* Ergometer betreuen. Es handelt sich um eine klassische eins zu eins Beziehung. Wenn das Ergo-Bike den Arzt und den Patienten bei den Rehabilitationsmaßnahmen unterstützen könnte, wäre dies von Vorteil. Ein Arzt könnte sich gleichzeitig mit mehreren Patienten beschäftigen oder der Patient erhält ein individuelleres und besser abgestimmtes Training.

Das Emo-Bike stellt so ein verbessertes Ergometer dar. Es muss in der Lage sein, sich individuell auf die Bedürfnisse des Nutzers einzustellen. Hierzu muss das Emo-Bike den emotionalen Zustand des Nutzer erfassen und entsprechend auf den Nutzer einzuwirken. Wenn der Nutzer sich zum Beispiel verausgabt, muss das Emo-Bike gegensteuern und eventuell das Training vereinfachen.

Hierfür wird das Emo-Bike mit zusätzlichen Komponenten ausgestattet, unter anderem sind folgende Sensoren verbaut:

- **Lenk-, Brems- und Schaltungssensoren:** Diese sind notwendig um auf das Fahrverhalten und das Training Einfluss nehmen zu können
- **Biopack:** Das Biopack ist eine tragbare Sensoreinheit für Biosensoren wie zum Beispiel einem Pulsmesser. Mit diesem Sensorpaket werden innere Sensorwerte gemessen.
- **Kinect¹:** Die Kinect dient der Erfassung des Gesichtes

¹<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

- **Eyetracker:** Der Eyetracker bietet eine weitere Möglichkeit mehr über den Gesichtsausdruck des Nutzers zu erfahren
- **Visualisierung:** Dem Nutzer wird eine virtuelle Trainingsumgebung bereitgestellt
- **Interpreter:** Der Interpreter dient zum Verarbeiten der gesammelten Sensordaten

Mit Hilfe dieser Komponenten sollen möglichst viele Daten über den Nutzer in Erfahrung gebracht werden um diesen in jeder Situation geeignet unterstützen zu können. Die virtuelle Umgebung zusammen mit den Lenk-, Brems- und Schaltsensoren ermöglicht eine erhöhte Immersion.

4. Erweiterung der Emotionserkennung

Dieses Kapitel beschreibt Möglichkeiten der Emotionserkennung die auf den grundlegenden Mechanismen aufbauen. Es wird besonderer Bezug auf die Erweiterung durch einen Eyetracker genommen. Es wird untersucht, wie der Eyetracker in das Emo-Bike-Projekt integriert werden kann.

Zuerst wird festgestellt, welche Indikatoren für den Zustand des Nutzers mittels eines Eyetrackers gemessen werden können. Dann wird eruiert inwieweit diese neuen Indikatoren in das System eingebunden werden können um die Emotionserkennung zu verbessern. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Möglichkeit verschiedene Indikatoren von unterschiedlichsten Sensoren zu kombinieren.

Anschließend wird auf die Art der Datenerhebung und Validierung Bezug genommen. Es ist essentiell, dass die festgestellten emotionalen Zustände der Nutzer validiert werden können um Aussagen über die Qualität der gewählten Indikatoren und Klassifikatoren treffen zu können.

Abschließend werden die Erkenntnisse zusammengefasst in einem Fazit dargestellt.

4.1. Eyetracker

In diesem Kapitel werden die technischen Möglichkeiten des Eyetrackers untersucht. Verwendet wird ein Tobii X120 Eyetracker[8]. Dies ist ein stationärer Eyetracker der eine Tracking Box¹

¹Tracking Box: Der Bereich in dem der Eyetracker die Augen erfassen kann

von 30x22x30cm besitzt. Dieser Eyetracker kann mit einer Rate von bis zu 120Hz folgende Informationen in bis zu drei Koordinatensystemen ermitteln:

1. Koordinatensysteme:

- **Display Area Coordinate System (DACS):** Dieses Koordinatensystem ist zweidimensional mit dem Ursprung in der oberen linken Ecke des Bildschirms. In diesem Koordinatensystem werden üblicherweise die Blickpunkte angegeben.
- **User Coordinate System (UCS):** Ein dreidimensionales Koordinatensystem mit dem Ursprung im Eyetracker. Mit diesem Koordinatensystem kann zum Beispiel die Position des Auges im Bezug zum Eyetracker ermittelt werden. Dieses Koordinatensystem ist beispielhaft in [A.1](#) abgebildet.
- **Track Box Coordinate System (TBCS):** Ein dreidimensionales normalisiertes Koordinatensystem mit dem Ursprung in der vorderen rechten oberen Ecke der Tracking Box. Dieses Koordinatensystem dient zum Beispiel der Ausrichtung des Eyetrackers. So kann ermittelt werden ob der Eyetracker gut auf den Nutzer ausgerichtet ist. Für eine bildliche Darstellung siehe auch [A.2](#).

2. Informationen:

- **Position des Auges:** Die Position des Auges steht sowohl im UCS als auch im TBCS zur Verfügung.
- **Aktueller Blickpunkt:** Der Blickpunkt wird normalerweise im DACS angegeben. Er steht auch im UCS zur Verfügung. Dies ermöglicht eine einfache Berechnung der Blickrichtungsgeraden (diese entspricht der gepunkteten Linie in [A.1](#)).
- **Pupillendurchmesser:** Der Eyetracker liefert den aktuellen Durchmesser der beiden Pupillen. Eine Änderung der Pupillengröße kann Aufschluss über eine Änderung im emotionalen Zustand des Nutzers geben.
- **Validitätscode:** Dieser Code gibt Aufschluss über die Güte der gesendeten Daten. Zum Beispiel wird in diesem Code ersichtlich ob der Eyetracker beide Augen gefunden hat oder ob zum aktuellen Zeitpunkt nur ein Auge erkannt wurde. Wenn nur ein Auge erfasst wurde, gibt der Code an, ob es sich um das rechte oder linke Auge handelt.
- **Timestamp:** Der Eyetracker synchronisiert sich automatisch mit dem verbundenen Gerät, so dass der Timestamp dazu dient den aktuellen Ereignissen auf dem Bildschirm die richtigen Daten zuzuordnen.

- **Frequenz:** Es wird angegeben in welcher Frequenz der Eyetracker Daten sammelt.

Aus den gesammelten Informationen erschließen sich diverse Möglichkeiten die Emotionserkennung zu verbessern.

4.2. Möglichkeiten für die Emotionserkennung

Dieses Kapitel behandelt die Möglichkeiten zur Verbesserung der Emotionserkennung, die sich aus der Nutzung eines Eyetrackers ergeben.

Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang die *Blickrichtung* und die *Pupillengröße* des Nutzers.

4.2.1. Blickrichtung

In diesem Abschnitt wird erläutert inwieweit die Blickrichtung Hinweise auf die Emotionen des Nutzers geben kann. [Alghowinem u. a.](#) haben herausgefunden, dass depressive Patienten dazu neigen keinen Blickkontakt zu halten und nach unten schauen [2]. Des Weiteren zeigen depressive Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen weniger und langsamere Kopfbewegungen.

Für solche Spezialfälle ist der Eyetracker sehr gut geeignet. Die Blickrichtung kann leicht ermittelt werden. Aus der Position der beiden Augen zueinander können Rückschlüsse auf die Kopfneigung gezogen werden. Allgemein kann die Bewegung der Augen im Raum mit der Kopfbewegung assoziiert werden.

Es gibt Paare von Emotionen (wie zum Beispiel *ärgerlich* und *ängstlich*), die beim Klassifizieren oft miteinander verwechselt werden. Die Erkennungsraten dieser Paare können mit einem Eyetracker verbessert werden. [Zhao u. a.](#) haben gezeigt, dass sich die Basisemotionen in gerichtete und ungerichtete Emotionen unterteilen lassen um diese Paare besser zu klassifizieren[12]. Die Angst ist zum Beispiel eine ungerichtete Emotion. Ein ängstlicher Mensch neigt dazu, sich von der Quelle der Angst abzuwenden. Ist ein Mensch jedoch verärgert, neigt er dazu sich der Quelle des Ärgers zuzuwenden. Daher ist Ärger eine gerichtete Emotion.

Mithilfe eines Eyetrackers lässt sich feststellen ob der Nutzer den Bildschirm fokussiert oder den Blick abgewendet hat. Diese Information kann zur Verbesserung der Emotionserkennung genutzt werden.

4.2.2. Pupillengröße

Dieser Abschnitt beschreibt wie die Information über die Pupillengröße für die Emotionserkennung genutzt werden kann.

Es ist bekannt, dass sich Pupillen in einem Zustand von Stress, Aufregung oder Angst weiten. **Kawai u. a.** haben gezeigt, dass die Änderungsrate des Pupillendurchmessers Rückschlüsse auf den emotionalen Zustand des Nutzers zulässt[5].

Um Informationen über die Änderungsrate des Pupillendurchmessers zu erhalten, ist ein Eyetracker gut geeignet. Dieser ist selbständig in der Lage den Durchmesser zu bestimmen. Die Änderungsrate der Pupillen lässt sich aus den gesammelten Daten bestimmen.

4.3. Datenerhebung und Validierung

Dieses Kapitel beschreibt wie die notwendigen Messdaten im Emo-Bike-Projekt gesammelt werden und wie die Ergebnisse aus den Untersuchungen validiert werden können.

Für die Datenerhebung und Validierung ist es wichtig, reproduzierbare Ergebnisse zu erzeugen. Um dies zu erreichen, muss der Nutzer in einen gewünschten emotionalen Zustand versetzt werden, so dass das System den erwarteten emotionalen Zustand klassifizieren kann. Dann kann geprüft werden, ob die Ergebnisse des Klassifikators mit den erwarteten Ergebnissen übereinstimmen.

Hierfür müssen dem Nutzer Emotionen induziert werden. Es werden äußerliche Reize geschaffen, die gewünschte Emotionen begünstigen. Es gibt unter anderem folgende Möglichkeiten dies zu erreichen:

1. Bei der Untersuchung von Depressionen haben **Alghowinem u. a.** Emotionen durch **bestimmte Fragen** getriggert. Ein Beispiel für so eine Frage ist: "Was war das letzte fröhliche/traurige Ereignis in Ihrem Leben". Der Proband denkt dadurch an dieses Ereignis und die entsprechende Emotion wird hervorgerufen.
2. Dem Nutzer können **Bilder, Videos oder Audioaufnahmen vorgespielt** werden, die die gewünschte Emotion auslösen sollen.
3. Eine **virtuelle Welt** kann ebenfalls gewünschte Emotionen triggern.
4. Das System kann ohne menschliche Probanden, sondern **mit vor-klassifiziertem Bildmaterial** getestet werden. **Zhao u. a.** haben zum Beispiel die JAFFEE² (The Japanese Female Facial Expression) Datenbank verwendet.

²Erhältlich hier: <http://www.kasrl.org/jaffe.html>

Da der Kontext des Emo-Bike-Projektes gegeben ist, eignet sich die dritte Methode besonders. Mit dem Emo-Bike ist der Nutzer in der Lage durch eine virtuelle Welt zu fahren. Diese kann je nach Bedarf angepasst werden um bestimmte Emotionen zu begünstigen.

4.4. Fazit Emotionserkennung

Es wurde in den Kapiteln 4.2.1 und 4.2.2 festgestellt, dass die zusätzlichen Informationen, die ein Eyetracker liefert, zur Verbesserung der Emotionserkennung beitragen können. Besonders in den genannten Spezialfällen, wie der Unterscheidung zwischen gerichteten und ungerichteten Emotionen und der Änderung der Pupillengröße bei Stress oder Angst, kann der Eyetracker wertvolle Zusatzinformationen liefern.

Andererseits wurde auch gezeigt, dass die Klassifikation von Emotionen nur durch einen Eyetracker unzureichend wäre. Nicht alle Emotionen lassen sich durch eine Änderung der Blickrichtung oder der Pupillengröße ausreichend klassifizieren. Da im Emo-Bike-Projekt mehr Sensoren als der Eyetracker zur Verfügung stehen, ist dieser Umstand zu vernachlässigen.

5. Risiken

Dieses Kapitel beschreibt mögliche Risiken, die im Zusammenhang mit dem Emo-Bike-Projekt und der Verwendung eines Eyetrackers zur Verbesserung der Emotionserkennung entstehen können. Wenn Möglich werden Vorschläge gegeben um die Risiken zu umgehen oder zu vermindern.

Folgende Risiken müssen betrachtet werden:

1. Es ist möglich, dass die **relativ kleine Tracking Box** des Eyetrackers (30x22x30cm) nicht ausreichend ist, wenn der Proband sich auf dem Emo-Bike zu viel bewegt.
Es ist wichtig, dass Eyetracker für jeden Probanden neu konfiguriert und ausgerichtet wird um ein gute Messergebnis zu erreichen und um den maximalen Bereich der Tracking Box auszunutzen.
2. Die **Schwankung der gemessene Pupillengröße** kann zu groß sein. Die Pupillengröße ändert sich nicht nur bei emotionalen Zustandsänderungen, sondern auch bei

unterschiedlichen Lichteinflüssen. Möglicherweise sind die Lichteinflüsse durch die virtuelle Umgebung so schwankend, dass Änderungen durch Emotionen im Messrauschen untergehen. Eventuell kann die virtuelle Umgebung so angepasst werden, dass große Schwankungen in der Beleuchtung gemildert werden.

Ebenfalls kann es vorkommen, dass die Messungen des Eyetrackers allgemein nicht genau genug sind um die feinen Änderungen in der Pupillengröße festzustellen. Wenn dies der Fall ist, muss auf die Pupillengröße als Indikator verzichtet werden.

3. Die verwendete **virtuelle Umgebung zur Emotionserzeugung** kann keine oder die falsche Emotion hervorrufen. Es ist nicht sichergestellt, dass die gewünschte Emotion durch ein bestimmtes Level erzeugt wird. Die Ergebnisse können von Proband zu Proband schwanken.

Es gilt die verwendeten Level genau zu untersuchen und den Probanden beim Absolvieren der Level zu beobachten. Nach der Durchführung kann der Proband einen Fragebogen ausfüllen um seinen emotionalen Zustand selber zu bewerten. Dies bietet eine weitere Möglichkeit der Verifikation der Daten.

Die ersten beiden Risiken sind gut beherrschbar und können im Notfall umgangen oder abgemildert werden. Schwierig wird es, wenn die verwendete Methode der Emotionserregung, die im dritten Fall beschrieben wird, keine signifikanten Ergebnisse liefert. In diesem Fall muss der ganze Versuchsaufbau angepasst und der Ablauf geändert werden um Emotionen auf eine andere Weise zu triggern.

6. Fazit/Ausblick

Die Klassifikation von Emotionen ist essentiell für die Companiontechnologie und damit auch für das Emo-Bike-Projekt. Daher ist eine robuste Emotionserkennung ein wichtiger Bestandteil solcher Projekte.

Im 4. Kapitel wurde gezeigt, dass ein Eyetracker alleine nicht geeignet ist um Emotionen zu klassifizieren. Die messbaren Indikatoren sind nicht ausreichend um alle sieben Basisemotionen hinreichend zu unterscheiden.

Wird der Eyetracker hingegen als zusätzlicher Sensor in einem bestehenden System genutzt, stehen die Chancen gut, dass die Klassifikation der Emotionen verbessert werden kann. Dies

ist zum Beispiel der Fall, wenn die Basisemotionen zur Klassifizierung in gerichtete und ungerichtete Emotionen unterteilt werden. So kann zuerst ermittelt werden in welcher Gruppe sich die Emotion des Nutzers befindet und danach kann die Emotion genau klassifiziert werden.

Auch bei der Erkennung von Depressionen kann der Eyetracker die Erkennungsrate verbessern.

Im Kontext des Emo-Bike-Projektes ist der Eyetracker daher eine gute Erweiterung. In zukünftigen Ausarbeitungen gilt es die zusammengefassten Möglichkeiten der Erweiterung der Emotionserkennung in geeigneten Versuchsaufbauten zu verifizieren.

A. Anhang

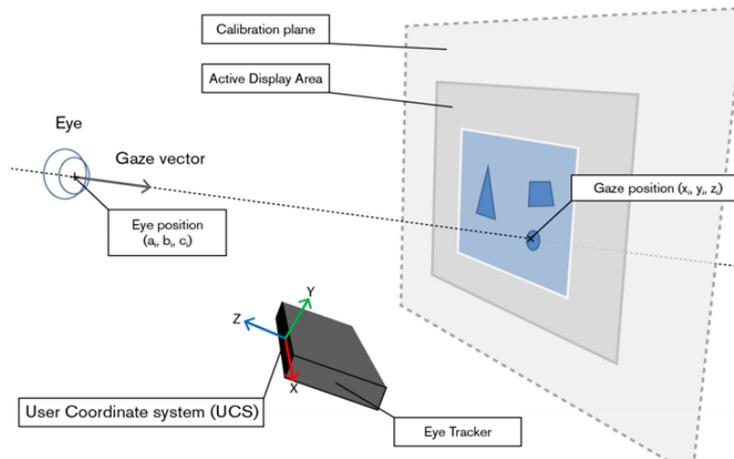


Abbildung A.1.: UCS Beispiel

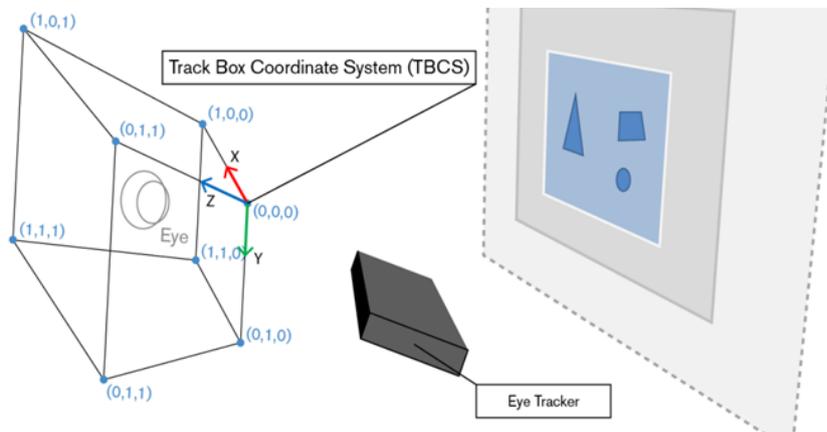


Abbildung A.2.: TBCS Beispiel

Literaturverzeichnis

- [1] 62, SFB T.: *Eine Companion-Technologie für kognitive technische Systeme*. – URL <http://www.sfb-trr-62.de/>. – Zugriffsdatum: 21.02.2015
- [2] ALGHOWINEM, Sharifa ; GOECKE, Roland ; WAGNER, Michael ; PARKERX, Gordon ; BREAKSPEAR, Michael: Head pose and movement analysis as an indicator of depression. In: *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association Conference on IEEE* (Veranst.), 2013, S. 283–288
- [3] BUSO, Carlos ; DENG, Zhigang ; YILDIRIM, Serdar ; BULUT, Murtaza ; LEE, Chul M. ; KAZEMZADEH, Abe ; LEE, Sungbok ; NEUMANN, Ulrich ; NARAYANAN, Shrikanth: Analysis of Emotion Recognition Using Facial Expressions, Speech and Multimodal Information. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Multimodal Interfaces*. New York, NY, USA : ACM, 2004 (ICMI '04), S. 205–211. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1027933.1027968>. – ISBN 1-58113-995-0
- [4] EKMAN, Paul ; FRIESEN, Wallace V.: Constants across cultures in the face and emotion. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 17 (1971), Nr. 2, S. 124–129. – URL <http://psycnet.apa.org/journals/psp/17/2/124/>
- [5] KAWAI, S. ; TAKANO, H. ; NAKAMURA, K.: Pupil Diameter Variation in Positive and Negative Emotions with Visual Stimulus. In: *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on*, Oct 2013, S. 4179–4183
- [6] MATSUMOTO, David ; EKMAN, Paul: *Facial expression analysis*. – URL http://www.scholarpedia.org/article/Facial_expression_analysis. – Zugriffsdatum: 16.02.2015
- [7] ROSSEBURG, Kai: *EmoBike Bild*
- [8] TOBII: *Tobii X60 and X120 Eyetracker*. – URL <http://www.tobii.com/de/eye-tracking-research/germany/produkte/hardware/tobii-x60-x120-eyetracker/>. – Zugriffsdatum: 22.02.2015

- [9] WALTER, S. ; KIM, Jonghwa ; HRABAL, D. ; CRAWCOUR, S.C. ; KESSLER, H. ; TRAUE, H.C.: Transsituational Individual-Specific Biopsychological Classification of Emotions. In: *Systems, Man, and Cybernetics: Systems, IEEE Transactions on* 43 (2013), July, Nr. 4, S. 988–995. – ISSN 2168-2216
- [10] WILKS, Yorick: *Close engagements with artificial companions: key social, psychological, ethical and design issues*. Bd. 8. John Benjamins Publishing, 2010
- [11] ZHAO, Yisu ; WANG, Xin ; PETRIU, E.M.: Facial expression analysis using eye gaze information. In: *Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications (CIMSA), 2011 IEEE International Conference on*, Sept 2011, S. 1–4. – ISSN 2159-1547
- [12] ZHAO, Yisu ; WANG, Xin ; PETRIU, E.M.: Facial expression analysis using eye gaze information. In: *Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications (CIMSA), 2011 IEEE International Conference on*, Sept 2011, S. 1–4. – ISSN 2159-1547