

AW2-Ausarbeitung

Edo Kriegsmann

Contents

1	Einleitung	3
1.1	Einleitung	3
2	Teilprojekte	4
2.1	Auswertung von 3D-Kamerainformationen zur Personenerkennung	4
2.1.1	Kinect auf Basis des Microsoft SDKs	4
2.1.2	Human Activity Detection from RGBD Images	6
2.1.3	Automatic reconstruction of personalized avatars from 3D face scans .	7
2.2	Auswertung von Farbbild-Informationen zur Emotionserkennung	8
2.2.1	Face detection in color images	8
2.2.2	Automatic facial emotion recognition	9
2.2.3	SHORE	10
2.2.4	Intel AVA - Cognovision	11
3	Zusammenfassung	12
	Bibliography	13

1 Einleitung

1.1 Einleitung

Die Technisierung des Lebensraums zur Steigerung von Aspekten wie Wohnkomfort oder Werbeerfolg schreitet laufend voran. Ein Teilgebiet dieser Technisierung ist das Ermitteln und Bewerten von menschlichen Interaktionen und Emotionen. In diesem Kontext entstand im Jahr 2010 das "Living Place" Projekt an der HAW, in welchem es unter anderem möglich ist, zukünftige Entwicklungen unter realen Bedingungen zu erproben (vgl. [Rahimi;Voigt, 2010](#)) . Zu diesen Entwicklungen gehören Bilderkennungssysteme, wie reguläre Farb-Kameras, als auch TTL-Kameras und seit einiger Zeit die Farb- und 3D-Kamera „Microsoft Kinect“ (vgl. [Microsoft, 2011b](#)) . Hieraus entstand der Schwerpunkt des AW2-Vortrags. So sollen die 3D- und Farbinformationen der Kinect-Kamera verbunden und zur Ermittlung menschlicher Interaktion und Emotion genutzt werden.

In dieser Ausarbeitung möchte ich die vergleichbaren Arbeiten zu diesem Thema zusammentragen, thematisch einordnen und deren Relevanz in Zusammenhang mit meinem Schwerpunkt ermitteln.

Meine Vision dieser Sensoraus- und Bewertung auf Grundlage der Kinect-Kamera sieht vor, einen kostengünstigen Aufbau zur Sensordatenerweiterung weiterer Systeme zu schaffen. Im Gegensatz zu bisherigen Systemen zur Emotionserkennung, welche ausschließlich Kenndaten wie Alter und Geschlecht ermitteln können, würde dieses, durch die Zusatzinformation aus dem 3D-Kamerasystem auch auf Interaktionen (Gesten) reagieren können. Auch die Bestimmung von Körpergröße, Bewegungseingeschränktheit etwa durch einen Rollstuhl oder die Entfernung zum System wären möglich.

Ein Beispiel Szenario: So könnten diese Daten die Basis einer reaktiven Werbetafel schaffen. Diese könnte anhand der Sensordaten Personen erkennen und den Werbekontext entsprechend anpassen. Eine vorbeigehende Mutter – Ermittlung des Alters und Geschlechts über die Auswertung der Farb-Kamerainformationen - mit Kind würden als diese erkannt und der Werbekontext der Situation angepasst. Während dem Kind etwa eine Schokoladenwerbung mit kindgerechter Aufmachung auf Augenhöhe des Kindes präsentiert wird, so suggeriert man der Mutter mit entsprechend angepasster Werbeinformation, ebenfalls auf Augenhöhe dieser, die Vorteile des Kaufs eines Produktes.

2 Teilprojekte

2.1 Auswertung von 3D-Kamerainformationen zur Personenerkennung

In diesem Teilgebiet möchte ich die verschiedenen Möglichkeiten der Auswertung von 3D-Kamerainformationen unter Anderem zur Personenerkennung vorstellen. Da ich mich für die Nutzung der Kinect-Kamera zur Ermittlung sowohl der 2D-Farb- als auch der 3D-Kamerainformationen entschieden habe, möchte ich im ersten Teilabschnitt kurz auf diese und deren Entwicklungsumgebung eingehen. Es folgen dann weitere Anwendungsgebiete und die Vorstellung korrespondierender Ausarbeitungen.

2.1.1 Kinect auf Basis des Microsoft SDKs

Das Kinect-SDK (vgl. [Microsoft, 2011b](#)) stellt eine NUI-Bibliothek - NUI steht für natural user interface - bereit, welche es einem je nach Initialisierung dieser ermöglicht, in der Programmierumgebung auf die Schnittstellen "Color Image Data", "Depth Data" und dem in diesem Projekt nicht genutzten "Audio Stream" zuzugreifen. (vgl. [Microsoft, 2011a](#), Seite 14) Dies kann auf Basis der Programmiersprachen C++ und C# geschehen.

Aus den Werten der "Color Image Data"- und "Depth Data"-Schnittstelle, stellt die Kinect des Weiteren die "Skeleton Information" bereit. Diese ermöglicht es einzelne Skelett-Punkte und deren Position im 3D-Raum der erkannten Personen abzufragen und diese Informationen weiterzuverarbeiten.

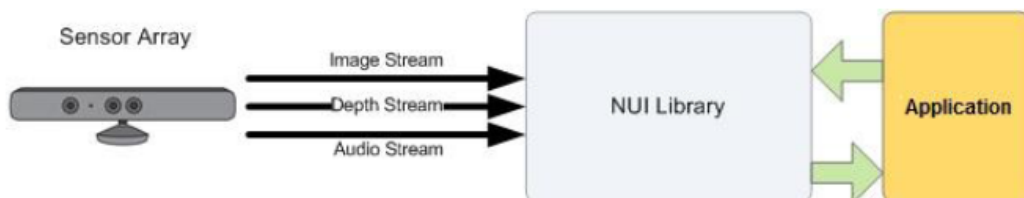


Figure 2.1: Anbindung der Module in die Software (vgl. [Microsoft, 2011a](#), Seite 14)

Hierbei ist es möglich für jede erkannte Person im Blickfeld der Kamera - bis zu zwei - folgende 21 Skelett-Punkte abzufragen. (vgl. [Microsoft, 2011a](#), Seite 20) Wie auch bei der Auswertung der Tiefeninformationen erfolgt die Erfassung und Verarbeitung dieser Daten in Echtzeit. Das ermöglicht es, diese Daten unmittelbar zu verwenden und auf Eingaben direkt reagieren zu können.

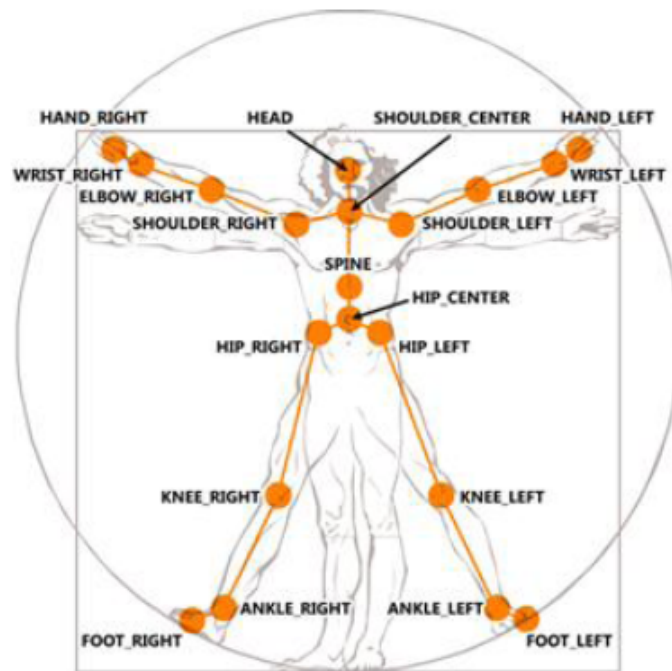


Figure 2.2: Abfragbare Skelett-Punkte (vgl. [Microsoft, 2011a](#), Seite 20)

2.1.2 Human Activity Detection from RGBD Images

Besonders interessant ist die Arbeit von Jaeyong Sung, Colin Ponce, Bart Selman und Ashutosh Saxenai, welche sich mit der Erkennung von menschlichen Aktivitäten auf Basis der Microsoft Kinect beschäftigt (vgl. [Sung u. a., 2011](#)). Dabei gingen Sie auch auf weitere Lösungswege zur Erkennung menschlicher Interaktion ein, wie zum Beispiel die Erkennung durch RFID-Transponder (vgl. [Sung u. a., 2011](#), Seite 1). Mit diesem Lösungsansatz beschäftige ich mich ausführlich in meiner Abschlussarbeit (vgl. [Kriegsmann](#)). Auch den Weg der Erkennung über reguläre 2D-Kamerainformationen wurde in diesem Paper vorgestellt.

Im Gegensatz zum aktuell zur Verwendung kommenden Kinect SDKs, (vgl. [Microsoft, 2011b](#)) welches ich auf Seite 4 vorstellte, nutzt das Team um Herrn Sung (vgl. [Sung u. a., 2011](#), Seite 1) die Open-Source-Lösung von PrimeSense (vgl. [OpenNI, 2011](#)).



Figure 2.3: Diverse Beispiele für ermittelbare Aktivitäten (vgl. [Sung u. a., 2011](#), Seite 06)

Der Kernbereich dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Erlernen von menschlichen Aktivitäten und dem Wiedererkennen dieser. So konnte das Team um Jaeyong Sung einen Lernalgorithmus entwickeln, welcher es mit einer Präzision von bis zu 86.5% bei bekannten Personen und bis zu 69% bei neuen Personen, erlaubte, eine erlernte Aktivität wieder zu erkennen (vgl. [Sung u. a., 2011](#), Seite 6, Tabelle 1). Dies zeigt eindrucksvoll die Möglichkeiten der Auswertung von 3D-Kamerainformationen.

Diese Arbeit unterscheidet sich von meinem Ansatz in der Hinsicht, dass mein Ziel weniger die Erkennung spezifischer Aktionen ist, sondern die Reaktion auf beliebige Aktionen. So spielt es, bezogen auf das in der Einleitung auf Seite 3 beschriebene Szenario weniger eine Rolle, welcher Aktivität die Person nachgeht. Vorrangig geht es hier um die Reaktion auf simpel ermittelbarer Kenngrößen wie Größe und Ausrichtung der erkannten Person.

2.1.3 Automatic reconstruction of personalized avatars from 3D face scans

In der Ausarbeitung zum Thema "Automatic reconstruction of personalized avatars from 3D face scans" wird die Kinect dazu verwendet, das menschliche Gesicht zu erfassen aus diesen Daten einen digitalen 3D-Gesichtsabdruck zu erstellen. (vgl. [Zollhöfer u. a., 2011a](#)) Dazu entwickelte das Team eine Software, welche in einem mehrstufigen Verfahren die Daten der Kinect verarbeitet. In Stufe eins erfolgt die Rohdatenerfassung aus den Tiefeninformationen der Kamera. Diese Daten werden durch Mittelung gefiltert - im Paper "temporal smoothing" genannt - und mit einem 3x3 Gauß-Filter geglättet (siehe Abbildung 2.4). Aus den RGB-Bildinformationen, welche ebenfalls der Kinect entnommen werden, wird mit der OpenCV-Gesichtserkennung die Position des Gesichtes sowie der Nase und den Augen ermittelt - "face feature region detection" genannt (siehe Abbildung 2.5). So kann das Gesicht aus den Tiefen-Daten separiert und getrennt weiter verarbeitet werden. In Schritt zwei, der "Face Geometry Reconstruction", wird der aus den Tiefeninformationen erfasste Gesichtsabdruck über ein Template gelegt und durch schrittweise Anpassung des Abdrucks an das Template ein Gesichtsabdruck erstellt - das "fitted morphable model" (siehe Abbildung 2.6). Im letzten Schritt - der "final reconstruction" werden diese Daten um die Bilddaten der RGB-Kamera erweitert. Das Ergebnis ist ein verformbares, der gescannten Person sehr ähnliches Gesichts-Model (siehe Abbildung 2.7).



Figure 2.4: *ts*

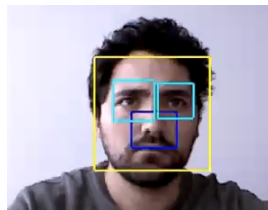


Figure 2.5: *ffrd*



Figure 2.6: *fgr*



Figure 2.7: *fr*

Abbildungen (vgl. [Zollhöfer u. a., 2011b](#))

In diesem Paper wird die Kinect dazu verwendet, das Gesicht eines Menschen zu vermessen und auszuwerten. Im Gegensatz zu regulären 2D-Kamerasystemen, werden hier die 3D-Tiefeninformationen mit in die Berechnung einbezogen. Dies schafft die Möglichkeit einer noch präziseren Auswertung des Gesichtes auf Emotionen, was jedoch in dem Paper nicht untersucht wurde. Hier wäre es spannend zu sehen, ob sich die durch diese Software erstellten Daten, durch Anwendung mit modifizierter Algorithmen zur Emotionserkennung, verarbeiten ließen.

2.2 Auswertung von Farbbild-Informationen zur Emotionserkennung

2.2.1 Face detection in color images

Um eine Untersuchung menschlicher Emotionen aus Farbbildern zu ermöglichen, ist es notwendig die Gesichter dieser Personen aus dem Bild zu extrahieren. Mit diesem Verfahren beschäftigten sich Hsu Rein-Lien Hsu, M. Abdel-Mottaleb und A.K. Jain in dem Paper zum Thema "Face detection in color images" (vgl. [Rein-Lien Hsu; Abdel-Mottaleb](#)). Diese entwickelten eine Software, welche das Bild mehrfach, unter Zuhilfenahme verschiedener Filter, bearbeitet um so die Position eines Gesichtes zu ermitteln. Die ist in Grafik 2.8 zu erkennen.

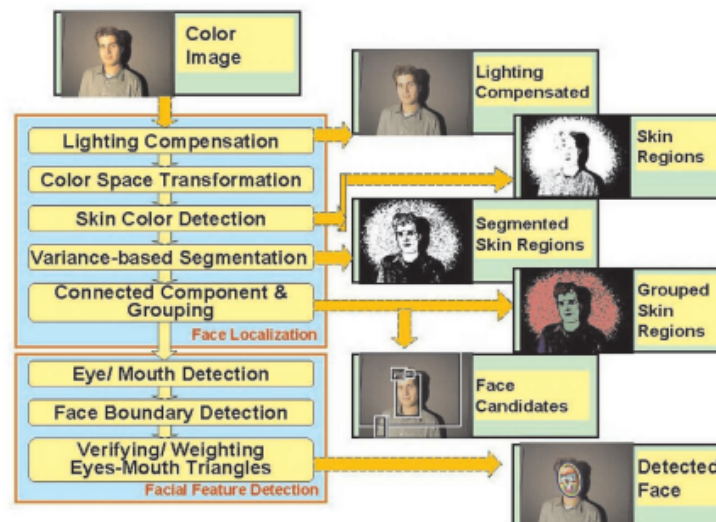


Figure 2.8: Algorithmus zur Gesichtserkennung in Farbbildern (vgl. [Rein-Lien Hsu; Abdel-Mottaleb](#))

Dieses Paper ist in soweit relevant, als dass es die Grundlage weiterer Verfahren zur Emotionsauswertung eines so erkannten Gesichtes legt. In den kommenden Abschnitten stelle ich weitere Arbeiten vor, welche ein solches Erkennungsverfahren bereits mit der Weiterverarbeitung kombiniert haben.

2.2.2 Automatic facial emotion recognition

Das Paper um Aitor Azcarate und seinem Team behandelt die Möglichkeiten der Emotionserkennung aus 2D-Farbkamera-Informationen. (vgl. [Aitor Azcarate](#)) . Um die Emotion einer Person detektieren zu können muss im ersten Schritt die Person in dem Bild erkannt und deren Gesicht extrahiert werden (vgl. [Aitor Azcarate](#), Seite 2, Punkt 4.0) . Dazu nutzen diese bestehende Objekterkennungsalgorithmen, um so in einem drei-stufigen Verfahren die Bilddaten auszuwerten (vgl. [Viola und Jones, 2004](#)) und (vgl. [R. Lienhart, 2002](#)) . Stufe eins besteht aus einer Umwandlung des Bildes in ein so genanntes "Integral Image", welches die schnelle Verarbeitung ermöglicht. Darauf baut in Stufe zwei ein Lernalgorithmus auf, welche die entscheidenden visuellen Eindrücke verarbeitet und klassifiziert. Die dritte Stufe versucht Informationen aus dem Hintergrund des Bildes auszusortieren um den relevanteren Vordergrund mit einem komplexeren Such-Algorithmus zu analysieren. Die so erkannten Gesichter konnten dann durch die von Aitor Azcarate entwickelte Software auf Emotionen untersucht werden. Es war so möglich, aus einem nur 24x24 Pixel kleinem Bild über 180.000 Bildmerkmale zur Erkennung der Emotion zu verwenden. (vgl. [Aitor Azcarate](#), Seite 2, Punkt 4.2)

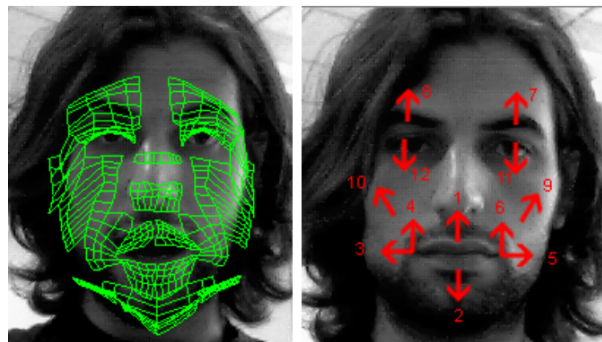


Figure 2.9: Emotionserkennung aus 2D-Kamerainformationen (vgl. [Aitor Azcarate](#), Seite 2, Bild 1)

In Abschnitt 6.3 ihres Papers stellten Sie die Ergebnisse ihrer Ausarbeitung vor. Diese waren beachtlich: So konnten Emotionen mit einer Präzision von bis zu 90% erkannt werden.

Diese automatische Gesichtserkennung mit Auswertung der Informationen auf menschliche Emotionen, gibt in etwa den Teil wieder, welchen ich im Projekt 2 verwirklichen möchte. Es zeigt deutlich, wie ein solcher Algorithmus aufgebaut ist und verwendet wird. Jedoch wird in dieser Arbeit leider kein SDK bereit gestellt, welches es einem erlaubt diesen Algorithmus in eigenen Arbeiten zu verwenden

	Neutral	Happy	Surprised	Angry	Disgusted	Afraid	Sad
Neutral	82.34	1.89	1.76	1.78	0.89	3.74	7.60
Happy	2.17	74.17	0.42	1.95	3.81	14.85	2.63
Surprised	2.16	0.00	90.08	1.35	0.00	1.60	4.81
Angry	8.01	5.43	0.31	55.28	20.96	3.60	6.42
Disgusted	6.12	8.66	3.76	23.76	46.54	6.93	4.24
Afraid	4.15	20.52	12.91	0.08	1.66	57.47	3.22
Sad	22.46	2.82	15.26	7.95	6.17	1.38	43.96

Figure 2.10: "Confusion matrix" (vgl. [Aitor Azcarate](#), Seite 8, Tabelle 2)

2.2.3 SHORE

Ebenfalls mit der Erkennung Menschlicher Emotion beschäftigt sich die vom Fraunhofer Institut entwickelte Engine names "SHORE" - Sophisticated High-speed Object Recognition Engine (vgl. [Fraunhofer-IIS, 2011](#)). Diese stellt eine Bibliothek bereit, welche es ermöglicht in Farbbild-Informationen menschliche Gesichter und deren Emotionen zu erkennen. Zudem gehört auch die Erkennung von Alter und Geschlecht zum Funktionsumfang der Bibliothek. Auch diese Bibliothek nutzt, wie die auf Seite 9 vorgestellte Lösung "Automatic facial emotion recognition", 2D-Farbkamerainformationen mit einer minimalen Fläche von 24x24 Pixeln pro Gesicht zur Ermittlung der Informationen. (vgl. [IIS, 2011](#), Seite 24, Abschnitt "minFaceSize") Eine beigefügte Demo-Software stellt dies eindrucksvoll da, zeigt jedoch auch Schwächen. So lässt sich diese leicht durch ein Bild eines Menschen täuschen oder verfehlt Alter und Geschlecht weit.



Figure 2.11: Personen- und...



Figure 2.12: ... Emotionserkennung

Aufgrund der Verfügbarkeit und zu wissenschaftlichen Zwecken kostenfreien Nutzung der Bibliothek, fand diese auch Verwendung im Masterprojekt 1 und wurde hier implementiert.

2.2.4 Intel AVA - Cognovision

In diesem Abschnitt möchte ich kurz einen schon bestehenden und kommerziell genutzten Anwendungsfall vorstellen, in dem eine Auswertung von Emotionen und Gesichtsmerkmalen aus einer Farbkamera erfolgt. Die von Intel erworbene Firma Cognovision (vgl. [Intel-Cognovision, 2011b](#)) hat sich auf Werbetafeln spezialisiert, welche über eine Farb-Kamera die Merkmale der vor ihr stehenden Personen auswertet. (siehe Grafik 2.13) Dies ermöglicht neben einer Anpassung der Werbeinformationen auch eine Auswertung des Werbeerfolgs (siehe Grafik 2.14). Dabei können über das System die Personen im Sichtfeld des Sensors erkannt und Merkmale wie Alter, Geschlecht und Distanz zur Werbetafel ermittelt werden. Auch die Dauer der Betrachtung der Werbetafeln einzelner Personen kann ermittelt werden.

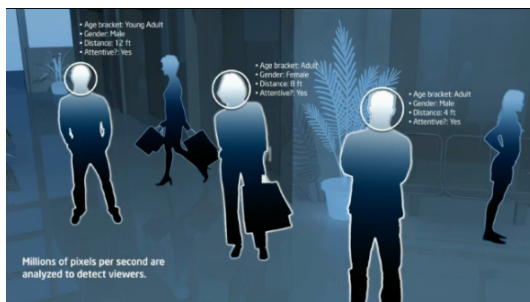


Figure 2.13: Erkennung

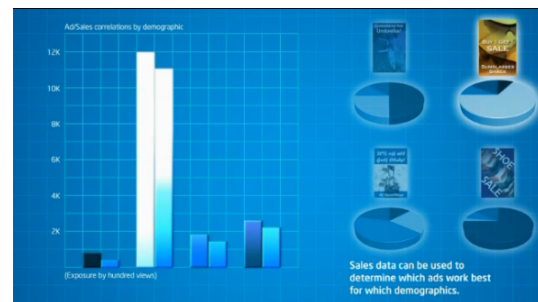


Figure 2.14: Auswertung

(Grafiken 2.13 und 2.14 (vgl. [Intel-Cognovision, 2011b](#)))

Intel-Cognovision zeigt hiermit einen grundlegenden Ansatz der Einbeziehung solcher von Farbkameras auslesbaren Merkmalen. Es wird aber auf eine 3D-Kamera verzichtet, was die potentiellen Möglichkeiten noch einschränkt (vgl. [Intel-Cognovision, 2011a](#), Seite 4) .

3 Zusammenfassung

Durch die Einarbeitung in die korrespondierenden Arbeiten zu meinem AW2-Thema konnte ich mir einen hervorragenden Überblick über diesen Schwerpunkt verschaffen. Die Arbeit von Herrn Sung und seinem Team zu dem Bereich der Aktivitätserkennung zeigt die vielfältigen Möglichkeiten der Kinect-Kamera (vgl. [Sung u. a., 2011](#)) . Diese Erkenntnisse sind in Bezug auf meinen Teil der AW2-Ausarbeitung, welcher sich mit der "Auswertung der 3D-Kamerainformationen zur Personenerkennung" beschäftigt, sehr aufschlussreich. Wenngleich der Unterschied besteht, keine definierten Aktivitäten zu erkennen, zeigt dies auch gleichzeitig eine Erweiterungsmöglichkeit meines Themenschwerpunkts auf.

Auch im Bereich der Emotionserkennung ist die Verarbeitung von 3D-Daten eine denkbare Möglichkeit. So zeigte die Arbeit um Herrn Zollhöfer im Bereich der automatischen 3D-Gesichts-scans Potential diese Abdrücke auch zur Emotionserkennung zu verwenden (vgl. [Zollhöfer u. a., 2011b](#), .) Dies ist aufgrund der nicht vorhandenen Echtzeitfähigkeit noch problematisch, jedoch durch Fortschreiten der technologischen Möglichkeiten in Zukunft ein interessanter Ansatz.

Die bis dahin nutzbare Möglichkeit der 2D-Analyse zur Emotionserkennung ist auch heute schon im Bereich des technisch möglichen, welches die Arbeiten von Herrn Azcarate zum Thema der automatischen Emotionserkennung aus Farbbildern und der SHORE-Bibliothek des Fraunhofer-Instituts aufzeigen (vgl. [Aitor Azcarate](#)) und (vgl. [Fraunhofer-IIS, 2011](#)) . Diese Techniken konnten sogar im Masterprojekt 1 schon näher untersucht und nachvollzogen werden.

Diese Grundlage wird es im Masterprojekt 2 erlauben, die vorgestellten Techniken in einer Software zu kombinieren und eine sinnvolle Sensorauswertung zu ermöglichen. So wäre es eine mögliche Zielsetzung, eine Software zur Simulation des auf Seite 3 beschriebenen Szenarios zu entwickeln.

Bibliography

- [Aitor Azcarate] AITOR AZCARATE, Koen van de Sande Roberto V.: *Automatic facial emotion recognition*. Universiteit van Amsterdam. – URL <http://staff.science.uva.nl/~rvalenti/projects/mmis/Automatic%20Facial%20Emotion%20Recognition.pdf>
- [Fraunhofer-IIS 2011] FRAUNHOFER-IIS: *Fraunhofer IIS Website*. 2011. – URL <http://www.iis.fraunhofer.de/bf/bv/ks/gpe/>. – Zugriffsdatum: 02.07.2011
- [IIS 2011] IIS, Fraunhofer: *Fraunhofer-IIS - Shoore 1.4*. Fraunhofer IIS, 2011
- [Intel-Cognovision 2011a] INTEL-COGNOVISION: *Anonymous Video Analytics (AVA) technology*. Information and Privacy Commissioner of Ontario, Canada, 2011. – URL <http://download.intel.com/embedded/applications/digitalsignage/AVATechnologyPrivacy.pdf>
- [Intel-Cognovision 2011b] INTEL-COGNOVISION: *Intel-Cognovision AVA*. 2011. – URL <http://intel.cognovision.com/>. – Zugriffsdatum: 12.08.2011
- [Kriegsmann] KRIEGSMANN, Edo: *Kaskadierbare berührungssensitive reaktive Flächen*. HAW-Hamburg. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/bachelor/kriegsmann.pdf>
- [Microsoft 2011a] MICROSOFT: *Microsoft Kinect SDK Programming Guide*. 2011. – URL http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/kinectsdk/docs/ProgrammingGuide_KinectSDK.pdf. – Zugriffsdatum: 02.07.2011
- [Microsoft 2011b] MICROSOFT: *Microsoft Kinect SDK Website*. 2011. – URL <http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/kinectsdk/>. – Zugriffsdatum: 02.07.2011
- [OpenNI 2011] OPENNI: *OpenNI*. 2011. – URL <http://www.openni.org/>. – Zugriffsdatum: 02.07.2011
- [R. Lienhart 2002] R. LIENHART, J. M.: *An extended set of haarlike features for rapid object detection*. Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, Rochester, New York, vol. 1, 2002

- [Rahimi;Voigt 2010] RAHIMI;VOIGT: *HAW Living Place*. 2010. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master09-10-proj/rahimi-vogt.pdf>. – Zugriffsdatum: 02.07.2011
- [Rein-Lien Hsu; Abdel-Mottaleb] REIN-LIEN HSU; ABDEL-MOTTALEB, A.K.: *Face detection in color images*. Dept. of Comput. Sci. & Eng., Michigan State Univ.. – URL http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1000242&tag=1
- [Sung u. a. 2011] SUNG, Jaeyong ; PONCE, Colin ; SELMAN, Bart ; SAXENAI, Ashutosh: *Human Activity Detection from RGBD Images*. Department of Computer Science Cornell University, Ithaca, NY, 2011. – URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1377032.1377113>
- [Viola und Jones 2004] VIOLA, Paul ; JONES, Michael: *Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features*. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Kauai, Hawaii, 2004
- [Zollhöfer u. a. 2011a] ZOLLHÖFER, Michael ; MARTINEK, Michael ; GREINER, Günther ; STAMMINGER, Marc ; SÜSSMUTH, Jochen: *Automatic reconstruction of personalized avatars from 3D face scans*. John Wiley and Sons Ltd., 2011. – URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1970281.1970296&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=36518369&CFTOKEN=10019842>
- [Zollhöfer u. a. 2011b] ZOLLHÖFER, Michael ; MARTINEK, Michael ; GREINER, Günther ; STAMMINGER, Marc ; SÜSSMUTH, Jochen: *Website - Automatic reconstruction of personalized avatars from 3D face scans*. 2011. – URL <http://www9.informatik.uni-erlangen.de/publications/publication/Pub.2011.tech.IMMD.IMMD9.automa/>. – Zugriffsdatum: 03.07.2011