

Echtzeit-Visualisierungs-Editor für deskriptive Verhaltensprotokolle

Jens Piesk¹, Ralf Heeg¹, Ralf Hönscheid¹, Nicole Krämer² & Gary Bente²

¹Laboratory for Mixed Realities, Institut an der Kunsthochschule für Medien Köln

²Psychologisches Institut der Universität zu Köln

Zusammenfassung

Multimodale Ein- und Ausgabe verschmelzen in anthropomorphen Schnittstellen zum face-to-face-Dialog mit virtuellen Akteuren. Die Algorithmen und Regeln der nonverbalen Kommunikation - insb. im Dialog mit einer virtuellen Figur - sind weitgehend unbekannt. Mit Hilfe des Echtzeit-Visualisierungs-Editors EVE sollen die zugrundeliegenden psychologischen Wirkungszusammenhänge der menschlichen Wahrnehmung des digitalen Verhaltens erforscht bzw. entwickelt werden. EVE ist ein speziell zur effizienten Versuchsvorbereitung und -durchführung im Bereich der Kommunikationspsychologie entwickelter Verhaltens- und Bewegungseditor. Aufgezeichnete menschliche Bewegungsdaten werden während der Experimentalvorbereitung mittels einer bijektiven Abbildung in ein deskriptives Verhaltensprotokoll (modifizierte Berner Kodierung) in Echtzeit konvertiert, so dass der Versuchsleiter bei der Bewegungsedition im Berner Code das visuelle Ergebnis mittels eines 3D-Modells verzögerungsfrei sieht. Sowohl bei der Experimentalvorbereitung, als auch zur Präsentation des Bewegungssequenzen bei der Versuchsdurchführung werden die variierten Verhaltensprotokolle von einem echtzeitfähigen 3D-Figuren-Player visualisiert. Mit dem Echtzeit-Visualisierungs-Editor EVE können psychologische Wirkungsexperimente, in denen menschliche Bewegungen aufgezeichnet, in deskriptive Verhaltensprotokolle konvertiert, vom Experimentator variiert und Versuchspersonen als Stimulusmaterial präsentiert werden, effizient vorbereitet und durchgeführt werden. Eine wesentliche Funktionalität ist der echtzeitfähige bijektive Konvertierungsalgorithmus von deskriptiven Verhaltensprotokolldatensätzen in Euler-Winkel. Der Echtzeit-Visualisierungs-Editor EVE ist der erste Schritt in der Realisation des Feedback-Verfahrens aus Wissensgenerierung und Re-Implementierung der neuen Befunde im Bereich der nonverbalen Kommunikation zur kontinuierlichen Optimierung eines anthropomorphen Interfaces. Das vorliegende Paper beschreibt die Konzeption des Arbeitsablaufes, den Funktionsumfang und die technische Realisierung dieser Plattform.

1 Einleitung

Anthropomorphe Assistenten und „embodied interfaces“ werden vielfach als Schnittstelle der Zukunft gehandelt, die dem Benutzer einen intuitiveren Zugang zu technischen Systemen und einen vereinfachten Umgang auf Basis der alltäglich angewandten face-to-face-Kommunikation ermöglichen sollen (vgl. Cassell et al. 1999, 2000; Thórisson, 1996; Müller et. al. 2001; Sproull et. al., 1996). Tatsächlich stellen sich in diesem Bereich trotz momentaner Euphorie zahlreiche diffizile Forschungsprobleme sowohl in Bezug auf die Entwicklung als auch auf die Evaluation solcher Schnittstellen, die bislang eine systematische Forschung behindert haben. Insbesondere die Wirkung nonverbaler Verhaltensweisen, die im Rahmen dieser neuen "sozialen" face-to-face-Situation zwischen Mensch und Maschine an Bedeutung gewinnt, kann als in großen Teilen zu

ungenau erforscht gelten, als dass sich bereits Verhaltensvorschriften für das „embodied interface“ ableiten ließen. Aus diesem Grund entwickeln wir die EVE-Plattform, die die Generierung von bislang fehlenden Erkenntnissen zur nonverbalen Kommunikation leisten kann, sowie durch permanente Re-Integration der relevanten Befunde eine kontinuierliche Optimierung des anthropomorphen Interfaces ermöglicht. Diese ist zudem so anwendungsoffen gestaltet, dass die Variation verschiedenster statischer (z.B. Erscheinungsbild) oder dynamischer Cues gewährleistet wird - die wiederum die differentielle Evaluation von Akzeptanz und Effektivität ermöglicht.

2 Konzeption

EVE ermöglicht insbesondere eine einfache Edition von Bewegungsdaten. Mögliche Bewegungs-editionsverfahren sind u.a. die Edition im ASCII-Format und mittels Bewegungskurven. Die EVE-Plattform enthält Ex- und Importfunktionen nicht nur für Rotationswinkel und Translationsdaten, sondern auch für phänomennahe, an das "Berner System zur Zeitreihennotation" (vgl. Bente, Frey, Hirsbrunner, 1984; Frey et. al., 1981) angelehnte deskriptive Bewegungsprotokolle, die eine gezielte Variation spezifischer Verhaltensweisen erst ermöglichen.

Motivation und Zielsetzung: EVE ermöglicht es erstmals, mittels einer benutzerfreundlichen grafischen Oberfläche Verhaltens- und Bewegungsprotokolle im Berner System der Zeitreihennotation in Echtzeit zu kodieren, in Echtzeit darzustellen und mit integriertem Echtzeitfeedback zu editieren. EVE fasst die Werkzeuge zur Erfassung, Variation, Bewertung und Kategorisierung humanoider Bewegungsabläufe für wahrnehmungsrelevante psychologische Experimente zusammen. Sie verwendet zur Echtzeitdarstellung komplexe, hoch aufgelöste und reich texturierte 3D-Modelle, die in MAYA¹ erstellt wurden. Die wichtigsten Anforderungen auf die bei der Entwicklung geachtet wurde, ist die Trennung zwischen statischen Erscheinungsbild des 3D-Modells bei der Visualisierung und den dynamischen Bewegungen.

Systemeigenschaften: EVE lässt sich zur Produktion zusammen mit MAYA¹ und FiLMBOX² einsetzen. 3D-Charakter-Modelle werden aus MAYA mittels eines PlugIns in ein eigenes Format exportiert und in EVE eingelesen. Bewegungsdateien werden im Biovision-Format via FiLMBOX erstellt (Motion Capture) und ebenfalls in EVE eingelesen. Diese sind zu jedem Zeitpunkt in der Berner Code-Notation verfügbar, editierbar und speicherbar. Zum Programmstart können neue Bewegungen sofort in der Berner-Code-Notation angelegt und in einer die Transkription unterstützenden Methodik modifiziert werden. Dabei wird der Operator vom System auf im Sinne der modifizierten Logik ungültige Codierungswerte durch deren farbliche Hervorhebung hingewiesen. Wesentlich ist außerdem, dass die Transkription aus Effizienzgründen in einer niedrigen Frame-Rate erfolgt und das Resultat anschließend in eine für Animationszwecke geeignete höhere Frame-Rate konvertiert werden kann. Entsprechend wurden neue GUI-Elemente entwickelt, die den neuen Anwendungsmöglichkeiten angepasst sind. Hervorzuheben ist dabei die Darstellung der Animationskurven, die unabhängig von der Länge des Takes und der Frame-Rate den zur Verfügung stehenden Fensterbereich optimal ausnutzt. EVE integriert einen echtzeitfähigen OpenGL-3D-Renderer, der alle Modifikationen der Bewegungen in Echtzeit visualisiert. Die Parameter der virtuellen Kamera der Charakterdarstellung werden bei dem Sichern von Bewegungsdaten automatisch gespeichert, wodurch ein Editieren der Animation in mehreren Sessions möglich

¹ (2002) <http://www.aliaswavefront.com>

² (2002) <http://www.kaydara.com>

ist. Weitere EVE-Features sind: Sound-Wiedergabe, automatische Sprach-Lippen-Synchronisation, Animationskanäle für Skelettsteuerung für Körperbewegungen und 3D-Morphing für Mimik und Viseme, simultane Verwaltung beliebig vieler Motion-Sound-Clips im Editor. Eine zweistufige Hierarchie von GUI-Arbeitsflächen/Panes, die die entsprechenden Editorwerkzeuge bereitstellen, wird über eine Scripting-Schnittstelle konfiguriert. Ein implementierter echtzeitfähiger Konvertierungsalgorithmus transformiert zwischen lokalen Euler-Rotationswinkeln und der Winkelcodierung im Berner System. Die Speicherung und Verwaltung mehrerer Clips erleichtert die vergleichende Gegenüberstellung der verschiedenen Bewegungsvariationen. EVE unterstützt damit das Testreihen-Szenario: sukzessives Abspielen der verschiedenen Variationen von Testpersonen.

3 Arbeitsablauf bei der Experimentalvorbereitung

Zur Bewegungserfassung kann EVE mittels eines Ultra-Trak™ Motion-Capture-Systems Bewegungen aufnehmen und diese in einer Datei ablegen. Alternativ können Bewegungsdaten aus anderen Animations- und MoCap-Programmen über die Standard-BVH-Schnittstelle importiert werden. Diese wird im System eingelesen und die vorhandenen Euler-Rotationen in Berner Code transformiert. Mittels eines echtzeitfähigen Players kann die gesamte Sequenz visualisiert und jeder Berner Code jedes Frames editiert bzw. manipuliert werden. Auch diese Modifizierungen werden sofort visualisiert. Sowohl die manipulierte Bewegung als auch die ursprünglichen Animationsdaten liegen im Speicher und können über eine Exportfunktion in einem Standard-Dateiformat geschrieben werden. Die Animationsdaten durchlaufen im System mehrere Konvertierungsstufen: Von den Rohdaten des Motion-Capturings über lokale Rotationswerte in einem Standard-Dateiformat zu Berner-Code-Winkeln und bei Editierung zurück in lokale Euler-Rotationen, des weiteren von diesen lokalen Rotationen in ein proprietäres Animationsformat zur Visualisierung in einem Echtzeit-Player.

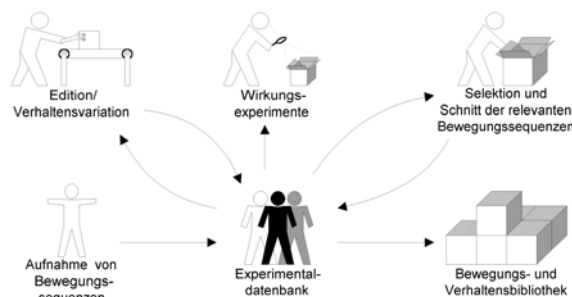


Abbildung 1: Arbeitsablauf der EVE-Plattform

Das System kann derzeit zur Analyse mittels Motion Capturing erstellter Bewegungen ebenso wie eigener, im Berner Code transkribierten Sequenzen verwendet werden. Mittels des integrierten echtzeitfähigen Players werden Sequenzen und Modellierungen visualisiert. Das System importiert Animationen im (quasi-)standardisierten Biovision-Format.

Generisches, adaptierbares 3D-Modell mit Standardskelett: Für die EVE-Plattform wurde ein generisches, adaptierbares, echtzeitfähiges 3D-Mensch-Modell mit einem Quasi-Standardskelett entwickelt. Alle Animationsdaten werden auf dieses Skelett übertragen/gemappt. Alle Verhaltensvariationen basieren auf diesem Skelett. Alle Variationen der statischen Erscheinung der 3D-

Figur werden am generischen Polygonnetz vorgenommen, so dass z. B. dieselben Animationsdaten mit unterschiedlichem Erscheinungsbild gerendert werden können. Das generische 3D-Modell enthält zwei Basisformen – eine männliche und eine weibliche. Zwischen der männlichen und der weiblichen Form kann mittels 3D-Morphing stufenlos skaliert werden.

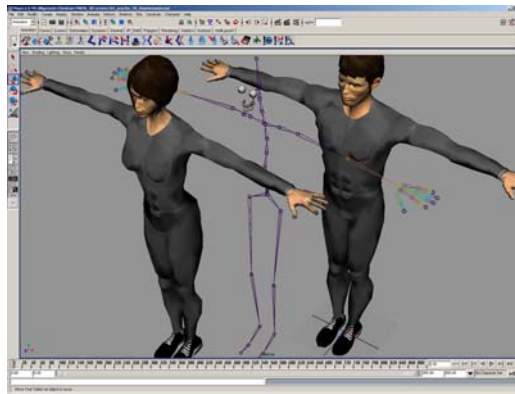


Abbildung 2: Standardskelett und skalierbares generisches Polygonnetz in weiblicher und männlicher Basisform (Screenshot im 3D-Modellierungswerkzeug MAYA)

EVE enthält über das in 2.2 beschriebene PlugIn eine proprietäre Schnittstelle zum 3D-Modellierungswerkzeug MAYA (Abbildung 2). In MAYA wurde ein generisches 3D-Modell entwickelt, dessen Polygonnetz so angelegt wurden, dass es im EVE-3D-Renderer in Echtzeit animiert werden kann und in MAYA an die unterschiedlichen Versuchsanforderung angepasst und variiert werden kann.

Bewegungserfassung: Zur Erfassung der Bewegungsdaten kommt ein Echtzeit-Motion-Capture-System „Ultra-Trak™ Pro“ der Firma Polhemus zum Einsatz. Für den Motion-Capture-Anzug werden sechzehn Sensoren (sechs Freiheitsgrade: drei translatorische und drei rotatorische Freiheitsgrade) verwendet, die sich an Hüfte, Schulterkreuz, Kopf, den Ober- und Unterarmen, beiden Händen, Ober- und Unterschenkel, sowie den Füßen befinden. Der verbleibende sechzehnte Sensor dient bei Bedarf als Referenzpunkt. Zu Kontrollzwecken können diese Skelettdaten auch direkt benutzt werden, um die Bewegungen der Figur zu steuern. Sowohl die Rohdatenerfassung, als auch die Skelettdatenerzeugung kann wahlweise mit EVE selbst oder alternativ mit FiLMBOX durch geführt werden. *Abbildung 3* zeigt den Motion-Capture-Anzug und das Polhemus-Ultra-Trak™-System während der Vorbereitung eines kommunikationspsychologischen Wirkungsexperimentes.

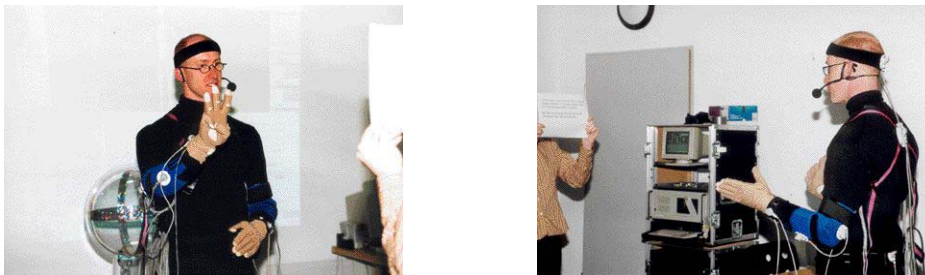


Abbildung 3: Motion Capturing mit dem Polhemus Ultra Track

Bewegungsedition: Eine Bewegung kann durch die aufgezeichneten Animationsdaten des Skelettes beschrieben werden. Weitere Möglichkeiten, Bewegungen zu beschreiben, involvieren zusätzliches Expertenwissen. So kann z. B. ein „Laban Bewegungsanalyst“ die „Shape“- und „Effort“-

Parameter der Bewegung (vgl. Laban, 1971 und Lwei Zhao, 2001) bestimmen. Psychologen evaluieren durch Experimente die Wirkung der Bewegung auf eine betrachtende Person (vgl. Badler & Allbeck, 2001; Bente et. al., 2000; Bente, 1990). Weiterhin können aus MoCap-Daten und dem zugehörigen Skelett auch die Geschwindigkeiten der Gliedmaßen bestimmt werden. Grünvogel et. al. (2002) gibt einen Überblick über unterschiedliche Bewegungsklassifikationsschemata. In der EVE-Plattform fungiert ein deskriptives Verhaltensprotokoll als zentrales Format und Bindeglied zwischen Ein- und Ausgabeseite. Grundlage für die Entwicklung bildet das Berner-Zeitreihennotationssystem (Bente, Frey, Hirsbrunner, 1984; Frey et. al., 1981), das im Rahmen der vorliegenden Arbeit modifiziert und erweitert wurde. Die Implementierung der EVE-Plattform zur Animation echtzeitfähiger 3D-Charaktere stellt besonders für das Design der Benutzeroberfläche eine besondere Herausforderung dar. Dessen wurde in der Entwicklungsphase Rechnung getragen. Es konnte ein GUI-Framework realisiert werden, das die Layer-Struktur des EVE-Systems auf eine einfache und flexible Weise in eine Multimedia-Anwendung integriert.

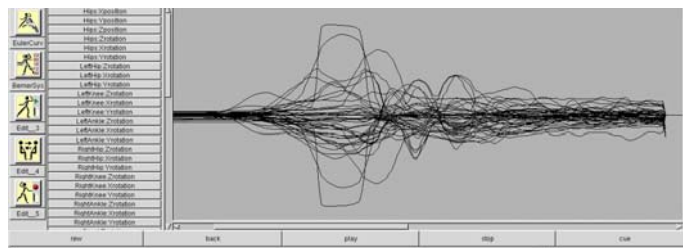


Abbildung 4: Aus MoCap-Daten aufgezeichnete Skelettanimationskurven (EVE-Modul)

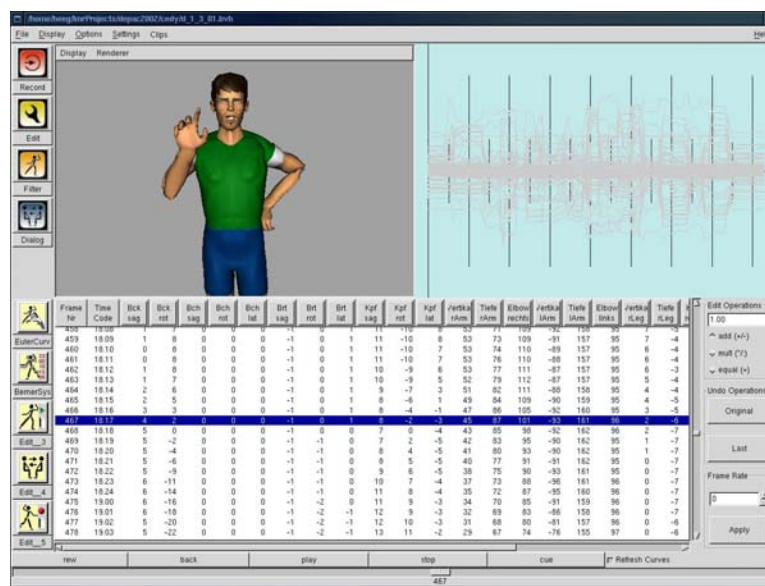


Abbildung 5: EVE-GUI - 3D-Figuren-Player (oben links), Skelett-Hierarchie (Animationskurven) und Berner Code Editions-Spalten (unten, der aktuelle Frame wird blau markiert).

Bewegungsvisualisierung: Zum Abspielen und interaktiven Editieren der Bewegungsdaten wurde ein neuer echtzeitfähiger 3D-Figuren-Player entwickelt. Dieser Player ermöglicht es, verschiedene mit der Modellierungssoftware MAYA entwickelte 3D-Figuren in Echtzeit darzustellen. Hierdurch kann das statische Aussehen der 3D-Figur für verschiedene Akzeptanzuntersuchungen

in einem arbeitssparenden Versuchsvorbereitungsprozess in MAYA variiert werden. Zur Präsentation des Stimulusmaterials während der Versuchsdurchführung kann im EVE-System ein Visualisierungsmodus eingestellt werden, der die in Echtzeit animierte 3D-Figur full-screen ohne die verschiedenen Editoren zeigt. Die automatische Animation der Lippen synchron zum gesprochenen Text wird ebenfalls in EVE unterstützt. Die Synchronisation der Lippenbewegungen erfolgt während des Ladens eines Clips vollautomatisch. Für den verwendeten 3D-Charakter muss in der Modellierungsphase in MAYA Animations-Features (Blend-Shapes) für Lippenbewegungen angelegt worden sein. Das generische 3D-Modell hat diese Lip-Sync-Blend-Shapes. Der Satz von Steuerparametern, der die Qualität der Lippensynchronisation entscheidend beeinflusst, muss für jeden 3D-Charakter einmal empirisch ermittelt und der Software bekannt gemacht werden. Neben der automatischen Lip-Sync-Animation enthält der Berner-Code-Editor Tools zur manuellen Animation der Lippenbewegungen. EVE verfügt über eine Sound-Komponente auf Basis des „Advanced Linux Sound System“ (ALSA)³, wodurch Animationen mit Sound vollständig wiedergegeben werden können.

4 Deskriptive Verhaltenskodierung

Zur Ansteuerung der 3D-Figur wurde auf Basis des Berner Systems der Zeitreihennotation nach dem Prinzip multipler Positionszeitreihen eine deskriptive Verhaltenskodierung entwickelt. Diese Verfahren zur bijektiven Abbildung von Euler- auf Berner Winkel alternativ zu der von Leuschner (1999) vorgeschlagenen Konvertierungsmethode entwickelt und echtzeitfähig implementiert. Das Ziel dieses Verfahrens besteht darin, eine möglichst eindeutig umkehrbare Transformation zwischen lokalen Euler-Rotationswinkeln und der Winkelcodierung im Berner System zu entwickeln. Die in Leuschner (1999) beschriebenen Verfahren ermitteln, ausgehend von vorgegebenen Sagittal-, Lateral- und Rotationalcodes, mittels eines Brute-Force-Algorithmus diejenigen Euler-Winkel und wiederum hieraus folgende Berner Winkel, welche von den tatsächlich vorgegebenen um weniger als eine definierte Toleranz abweichen. Da dieses Vorgehen naturgemäß Fehler in der Ermittlung der ursprünglichen Euler-Winkel birgt und zum Zweiten zu Lasten der Leistung geht (s. Leuschner 1999, S. 83ff.), wurde ein mathematisches System entwickelt, mit dessen Hilfe Euler-Winkel direkt in Berner Codewinkel transformiert und diese wiederum, mit Ausnahme des Rotationalcodes, eindeutig auf die ursprünglichen Euler-Winkel zurückgeführt werden können. Mit diesem echtzeitfähig implementierten Konvertierungsalgorithmus wurde erstmals ein Verfahren zur bijektiven Abbildung von Euler- auf Berner Winkel entwickelt. Erste Tests umfassten u. A. die Umwandlung gesamter Animationssequenzen von Euler- in Berner Winkel, die Editierung (d.h. Manipulation) der Berner Winkel, die interne Umkehrabbildung auf Euler-Winkel und die Visualisierung der Ergebnisse. In allen Tests lagen die maximalen Fehler in der Umkehrabbildung von Berner zu Euler-Winkeln bei ca. 1°, in den allermeisten Fällen unterhalb der Auflösungsgrenze des Visualisierungspakets (Echtzeit-Renderer). Die Transformation insbesondere von Berner zu ursprünglichen Euler-Winkeln erfolgt für jeden Frame (für jede Einzel-Sequenz der Animation) in Echtzeit.

Bijektive Abbildung zwischen Euler-Winkeln und Berner Code-Winkeln: Als zentrales Analyse-Werkzeug menschlicher non-verbaler Kommunikation hat sich auf psychologischer Ebene der sog. Berner Code etabliert. Kern dessen stellt in mathematischer Formulierung eine Projektionsvorschrift da, aufgrund derer lokale Rotationswinkel in psychologisch relevantere, d.h. in der

³ ALSA (2003): *Advanced Linux Sound Architecture* <http://www.alsa-project.org/>

Wirkung ihrer Gestik signifikanter zu analysierende Code-Winkel überführt werden. Da diese Code-Winkel aufgrund ihrer Definition (u.A. in Leuschner 1999) per Projektion naturgemäß nichtlinearer Natur ist, ergaben sich bisher weniger bei der Darstellung von Animationen im Berner System als vielmehr bei der Transkription im Berner System, d.h. der Rücktransformation erzeugter oder manipulierter Berner Code-Winkel in physisch relevante lokale Euler-Winkel diverse Schwierigkeiten. Zur Lösung dieses Problems wurde das im Folgenden kurz skizzierte Verfahren entwickelt: Primäres Ziel ist es, eine sog. Tripel aus Eulerwinkeln eindeutig umkehrbar in die Berner Projektionslogik zu überführen,

$$(\varphi, \theta, \omega)_{\text{Euler}} \xleftrightarrow{\text{bijektiv}} (S, L, R)_{\text{Berner}}$$

S : Sagittalwinkel

L : Lateralwinkel

R : Rotationalwinkel

Auf Basis der Definitionen des Berner Systems ergibt sich nun unter der Voraussetzung, dass die Rotationsmatrix der Eulerwinkel aus

$$R_{\text{Euler}} = D_y(\theta) \cdot D_z(\omega) \cdot D_x(\varphi),$$

R : Rotationsmatrix,

D_x : X -Drehung

entsteht und der Betrag der eingehenden Eulerwinkel in allen Fällen kleiner als 90° ist, für die resultierenden Berner Code-Winkel eine sog. Obere-Dreiecks-Gestalt,

$$S = S(\varphi), L = L(\varphi, \omega), R = R(\varphi, \theta, \omega).$$

Unter Berücksichtigung der Vorzeichen der Berner Code-Winkel sind in jedem Fall die ersten beiden Transformationen eindeutig umkehrbar,

$$\varphi = \varphi(S),$$

$$\omega = \omega(S, L).$$

Da die Rücktransformation des Rotationalwinkels R als einzige nicht algebraisch zu ermitteln ist, wurde hier auf die Umkehrung einer Taylor-Entwicklung des Transformationsterms

$$R = R(\varphi, \theta, \omega)$$

zurückgegriffen. Der Fehler hierbei beträgt bei großen Betragsdifferenzen der eingehenden Eulerwinkel maximal 1° , bei betragsmäßig ungefähr gleich großen eingehenden Euler-Winkeln liegt der Fehler bei der Ermittlung von θ aus (S, L, R) deutlich unter 1° , also z.B.

$$(\varphi_{IN}, \theta_{IN}, \omega_{IN}) \rightarrow (S, L, R) \rightarrow (\varphi_{AUS}, \theta_{AUS}, \omega_{AUS}),$$

$$|\varphi| \approx |\omega| \approx 60^\circ, \theta \approx 0^\circ \rightarrow |\theta_{IN} - \theta_{AUS}| \leq 1^\circ,$$

$$|\varphi| \approx |\theta| \approx |\omega| \approx 40^\circ \rightarrow |\theta_{IN} - \theta_{AUS}| \leq 1^\circ$$

Die Annahme von $(|\varphi|, |\theta|, |\omega|) \leq (90^\circ, 90^\circ, 90^\circ)$ liegt unter anatomischer Hinsicht nahe, die Reglementierung durch die bestimmte Rotationsreihenfolge (YZX) stellt keinerlei Einschränkung hinsichtlich der Verwendbarkeit in anderen Systemen dar.

Modifizierung des Berner Codes: Aus Gründen der eindeutigen Rücktransformation von Berner Code zu Euler-Winkeln werden im aktuellen System für die Rotationswinkel keine Nominalcodes mehr verwendet (ganzz. von 1 bis 9, s. ¹). Alle verwendeten Winkel, also Euler und Berner, variieren im Bereich zwischen $+90^\circ$ und -90° . Berechnet und visualisiert werden die Berner Codes in einem hinsichtlich der Gelenkanzahl vereinfachten Modell, welches jeweils ein Kopf-, Hals-, Brust- und Hüftgelenk sowie zwei Schulter-, Ellbogen- und Handgelenke zugrunde legt. Der Grund hierfür liegt im Berner System, welches lediglich Rotationswerte dieser Körperregionen

codiert. Eine hierarchische Berechnung der Berner Code-Winkel, beispielsweise unter Einbringung weiterer Gelenke in der Wirbelsäule, würde in der letztendlichen Codierung z.B. der Brust im Berner System zu keinem Unterschied führen und die Transformation zwischen beiden Systemen erheblich erschweren. Zur Anbindung an eigene Algorithmen wurden einige grundlegende Methoden des Konverters als statische Bibliothek zur Verfügung gestellt, welche in einer ersten Version zunächst nur die Möglichkeit einer Umwandlung zwischen Euler- und Berner Winkeln bietet.

5 Zusammenfassung

Mit Hilfe des Echtzeit-Visualisierungs-Editors (EVE) für deskriptive Verhaltensprotokolle kann basierend auf gesicherten kommunikationspsychologischen Forschungsergebnissen eine Bewegungsbibliothek aufgebaut werden. EVE unterstützt eine effiziente Versuchsvorbereitung und -durchführung von kommunikationspsychologischen Wirkungsexperimenten. Zur Echtzeitvisualisierung wird ein in MAYA erstelltes generisches 3D-Modell verwendet und über ein proprietäres Format ex- bzw. in EVE importiert. Die Bewegungen werden entweder per Hand in EVE transkribiert oder mit FiLMBOX⁴ in Kombination dem Ultra-Track-System aufgezeichnet. In EVE werden die Bewegungsdaten auf die 3D-Figur übertragen und in Echtzeit visualisiert. Ebenfalls in Echtzeit werden die Bewegungsdaten zur Edition in ein deskriptives Verhaltensprotokoll konvertiert. Das deskriptive Verhaltensprotokoll basiert auf dem Berner System der Zeitreihennotation. Die Berner Kodierung wurde für die speziellen Anforderungen von EVE modifiziert. EVE kann mehrere Bewegungssequenzen gleichzeitig verwalten und in Echtzeit rendern, so dass die psychologischen Wirkungsexperimente direkt aus EVE heraus durchgeführt werden können. Dies spart während der Versuchsvorbereitung zusätzlichen Produktionsaufwand. Als Alternative zur Echtzeitpräsentation des Stimulationsmaterials bietet EVE Exportfunktionen der Animationsdaten in Standard-Formaten, so dass das Stimulationsmaterial in MAYA oder FiLMBOX gerendert und im Videoformat präsentiert werden können. Mit dem Echtzeit-Visualisierungs-Editor EVE können kommunikationspsychologische Wirkungsexperimente, in denen menschliches Bewegungsverhalten aufgezeichnet, variiert und Versuchspersonen als Stimulusmaterial präsentiert werden, effizient vorbereitet und durchgeführt werden.

6 Literaturverzeichnis

- Badler, N.; Allbeck, J. (2001): *Towards behavioral consistency in animated agents*. Deformable Avatars, Kluwer Academic Publishers, N. Magnenat-Thalmann and D. Thalmann, eds., pp. S. 191-205.
- Badler, N. I., Phillips, C. B. & Webber, B. L. (1993): *Simulating Humans*, in : Computer Graphics Animation and Control. Oxford University Press: New York.
- Bente, G. (1990): *Computersimulation nonverbaler Interaktionsverhaltens*. 37. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel.

⁴ alternativ auch direkt mit der EVE-Plattform

- Bente, G.; Frey, S.; Hirsbrunner, H. P. (1984): Analyse nonverbaler Interaktion als Mittel der Prozessforschung. In U. Baumann (Hrsg.), *Makro- und Mikroperspektiven in der Psychotherapieforschung* (S. 240-264). Göttingen: Hogrefe.
- Bente, G. & Krämer, N. C. (2001): Psychologische Aspekte bei der Implementierung und Evaluierung nonverbal agierender Interface-Agenten. In H. Oberquelle, R. Oppermann, J. Krause (Hrsg.), *Mensch und Computer 2001* (S. 275-285). Stuttgart: Teubner.
- Bente, G. & Krämer, N. C. (2000): Virtuelle Gesprächspartner: Psychologische Beiträge zur Entwicklung und Evaluation anthropomorpher Schnittstellen. In K. P. Gärtner (Hrsg.), *Multimodale Interaktion im Bereich der Prozessführung*. 42. *Fachausschusssitzung Anthropotechnik, DGLR-Bericht 2000-02* (S. 29-50). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt.
- Bente, G.; Krämer, N. C.; Trogemann, G.; Piesk, J.; Fischer, O. (2001): *Conversing with electronic devices*. An integrated approach towards the generation and evaluation of nonverbal behavior in face-to-face like interface agents.
- Cassell, J., Bickmore, T., Billinghurst, M., Campbell, L., Chang, K., Vilhjálmsón, H., Yan, H. (1999): *Embodiment in conversational interfaces*, in: Rea. CHI'99.
- Cassell, J., Bickmore, T., Campbell, L., Vilhjálmsón, H. & Yan, H. (2000): Human conversation as a system framework: Designing embodied conversational agents. In: J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost & E. Churchill (Eds.), *Embodied conversational agents* (pp. 29-63). Cambridge: MIT Press.
- Frey, S.; Hirsbrunner, H.-P.; Pool, J. & Daw, W. (1981): Das Berner System zur Untersuchung nonverbaler Interaktion: I. Die Erhebung des Rohdatenprotokolls. In: P. Winkler (Hrsg.), *Methoden der Analyse von Face-to-Face Situationen* (S. 203-236). Stuttgart: Metzler.
- Grünvogel, S.; Piesk, J.; Schwichtenberg S.; Büchel, G. (2002): *AMOB: A Database System for Annotating Captured Human Movements*. In: Proceedings of Computer Animation 2002 (CA2002), 19-21 June 2002, Geneva, Switzerland IEEE Computer Society, Los Alamitos, pp. 98 - 102.
- Grünvogel, S.; Lange, T.; Piesk, J. (2002): *Dynamic Motion Models*. In: Proceedings of the Eurographics, 2002.
- Krämer, N. C. & Bente, G. (2002): Virtuelle Helfer: Embodied Conversational Agents in der Mensch-Computer-Interaktion. In: G. Bente, N. C. Krämer & A. Petersen (Hrsg.), *Virtuelle Realitäten* (S. 203-225). Göttingen: Hogrefe.
- Krämer, N. C. (2001): *Bewegende Bewegung. Sozio-emotionale Wirkungen nonverbalen Verhaltens und deren experimentelle Untersuchung mittels Computeranimation*. Lengerich: Pabst.
- Laban, R.(1971): *The Mastery of Movement on Stage*. London: Macdonald und Evans
- Liwei Zhao (2001): *Synthesis and aquisition of Laban movement analysis qualitative parameters for commuicative gestures*. Dissertation, University of Pennsylvania
- Leuschner, H. (1999): Virtuelle Realität und parasoziale Interaktion, in: *DFG-Forschungsbericht Geschäftszeichen BE 1745/2-1*
- Müller, W., Spierling, U., Alexa, M. & Rieger, T. (2001): Face-To-Face with your assistant - realization issues of animated user interface agents for home appliances. In A. Heuer & T. Kirste (Eds.), *Intelligent interactive assistance and mobile multimedia computing*. Proceedings of the IMC2000 (pp. 77-86). Rostock: Neuer Hochschulschriftenverlag.

- Parise, S., Kiesler, S., Sproull, L., & Waters, K. (1999): *Cooperating with life-like interfaces*. In: *Computers in Human Behavior*, 15, S. 123-142.
- Rickenberg, R. & Reeves, B. (2000): *The effects of animated characters on anxiety, task performance, and evaluations of user interfaces*. *Letters of CHI 2000*, April 2000, 49-56.
- Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J.H. & Waters, K. (1996): *When the interface is a face*. In: *Human Computer Interaction*, 11 (2), S. 97-124.
- Thórisson, K. R. (1996): *Communicative humanoids. A computational model of psychosocial dialogue skills*. Ph.D.-Thesis, MIT.

Danksagung



Diese Arbeit wurde im Rahmen des BMBF-Leitprojektes EMBASSI (www.embassi.de) durchgeführt und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (www.bmbf.de) gefördert.



Kontaktinformationen

LMR

Laboratory for Mixed Realities,
Am Coloneum 1, 50829 Köln,
Tel.: +49(0)221-2501050
{piesk,heeg,hoenscheid}@lmr.khm.de,
www.lmr.khm.de



Universität zu Köln, Psychologisches Institut,
Bernhard-Feilchenfeld-Str. 11, 50969 Köln,
Tel.: +49(0)221-4706502
{bente,kraemer}@uni-koeln.de,
www.uni-koeln.de/phil-fak/psych/diff/