

Christian Schmidt

Entwicklung und Erprobung eines
stereoskopischen Videoaufnahme-
systems unter Verwendung von Mini-DV
Camcordern

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 1999 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783832431785

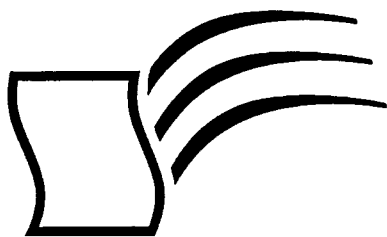
Christian Schmidt

**Entwicklung und Erprobung eines stereoskopischen
Videoaufnahmesystems unter Verwendung von Mini-
DV Camcordern**

Christian Schmidt

Entwicklung und Erprobung eines stereoskopischen Videoaufnahmesystems unter Verwendung von Mini-DV Camcordern

Diplomarbeit
Fachhochschule Köln
Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften
Abgabe April 1999



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 3178

Schmidt, Christian: Entwicklung und Erprobung eines stereoskopischen
Videoaufnahmesystems unter Verwendung von Mini-DV Camcordern
Druck: Diplomica GmbH, Hamburg, 2001
Zugl.: Fachhochschule Köln, Diplomarbeit, 1999

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2001
Printed in Germany

Schmidt, Christian: Entwicklung und Erprobung eines stereoskopischen Videoaufnahmesystemes unter Verwendung von Mini-DV Camcordern

Referenten:

- Prof. Dr. G. Bersick, Fachhochschule Köln
- Prof. Dr.-Ing. S. Breide, Universität GH Paderborn, Abt. Meschede

Abgabe:

SS 99

In dieser Diplomarbeit wird ein Aufnahmesystem für stereoskopisches Video entwickelt und erprobt. Basierend auf zwei Mini-DV Camcordern wird eine mobile 3-D Kamera konstruiert, welche eine hohe Bildqualität liefert. Die technischen Möglichkeiten und Einschränkungen dieses Aufnahmesystemes werden dabei genau untersucht. Weiterhin thematisiert diese Arbeit die Nachbearbeitung, Speicherung und Wiedergabe stereoskopischer Videos.

Auch werden die zum Bildeindruck beitragenden physiologischen und geometrischen Parameter untersucht, um daraus für das Aufnahmesystem eine Produktionsgrammatik zu entwickeln. Diese beinhaltet Aufnahmetechniken, Bildgestaltungsregeln, Schnittverfahren und Wiedergabehinweise. Dies soll den Nutzern des Aufnahmesystemes ermöglichen, stereoskopische Videos mit einer hohen Betrachtungsqualität zu erstellen.

Abschließend wird ein kurzes 3-D-Video erstellt, um die Möglichkeiten dieses Aufnahmesystemes zu demonstrieren.

Vorwort

Diese Diplomarbeit entstand durch den Vorschlag von Prof. Dr. Bersick, Leiter des Labors für Film- und Fernsehtechnik, zwei Mini-DV Camcorder für stereoskopische Aufnahmen miteinander zu verkoppeln. Entsprechende Erfahrungen lagen bereits bei der Verkoppelung zweier Filmkameras vor. Interesse für eine derartige kompakte 3-D Videokamera signalisierte die Lufthansa AG. Sie könnte somit erstmals Fallschirmkunstspringen mittels eines stereoskopischen Videoverfahrens dokumentieren. Darüberhinaus gibt es viele weitere Anwendungsgebiete, bei denen eine stereoskopische Videodokumentation von großem Interesse sein dürfte.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. Bersick für die sehr intensive Betreuung meiner Arbeit und Herrn Prof. Dr.-Ing. S. Breide für die kompetente Koreferenz.

Für die technische Unterstützung danke ich:

- Herrn Limbach, Fa. Sony, Köln
- Fa. Gahrens und Battermann, Bergisch Gladbach
- Herrn Martin Majewski, Fa. Tektronix, Köln
- Herrn B. Mosbauer, Fa. ViDiSys, Sauerlach
- Herrn Andreas Schöbel, Fa. Virtual Reality Technologies, Dieburg

Ohne die großzügige Unterstützung der oben genannten Firmen hätte die Diplomarbeit nicht realisiert werden können.

Zu erwähnen ist auch Stefan Lukanow, welcher mich bei der Produktion der stereoskopischen Videos intensiv unterstützte.

Weiterhin danke ich:

- Herrn Dr. Siegmund Pastoor, Heinrich Hertz Institut, Berlin
- Herrn Dr. Rüdiger Sand, ehemals Institut für Rundfunktechnik, München

für die mir gegebenen Informationen und die ausführliche Beantwortung meiner Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Ziel der Diplomarbeit.....	7
1.2	Heutiger Stand der 3-D Videotechnik	8
1.2.1	Angebot an Filmen.....	8
1.2.2	Kameratechnik.....	9
1.2.3	Speicherung	10
1.2.4	Wiedergabe	11
1.2.5	Qualität	11
2	Physiologische Grundlagen.....	13
2.1	Augenphysiologische Wahrnehmung	13
2.1.1	Der Sehvorgang	13
2.1.2	Die Tiefenwahrnehmung.....	14
2.1.2.1	Monokulare Tiefenzeichen	15
2.1.2.2	Binokulare Tiefenzeichen.....	17
2.1.3	Querdisparation als eine Ursache stereoskopischen Sehens.....	18
2.1.3.1	Berechnung der stereoskopischen Parallaxe.....	20
2.1.4	Die Grenzen der stereoskopischen Tiefenwahrnehmung	20
2.1.4.1	Berechnung der Tiefenwahrnehmungsgrenze	21
3	Physiologisch - technische Aspekte bei Aufnahme und Wiedergabe	23
3.1	Aufnahme	23
3.2	Wiedergabe	25
3.3	Betrachtungsabstand.....	27
3.4	Das Scheinfenster	28
3.5	Tiefenausdehnungsfaktor und Stereofaktor.....	29
3.5.1	Berechnung des Tiefenausdehnungs- und Stereofaktors:.....	29
3.5.2	Variation stereoskopischer Parameter.....	32
3.6	Die Tiefenbedingung.....	34
3.6.1	Berechnung der maximalen Tiefenausdehnung	35
3.7	Einfluß des Aufnahmesensors auf die minimale Tiefenauflösung.....	37
3.8	Einfluß der Blende auf die Tiefenschärfe.....	39

3.9	Wiedergabemöglichkeiten.....	43
3.9.1	Zeitlich parallele Wiedergabe	44
3.9.2	Wiedergabe mit zwei Monitoren	44
3.9.3	Wiedergabe mit zwei Projektoren	45
3.9.3.1	Trapezverzerrung bei Wiedergabe mit zwei Projektoren.....	46
3.9.4	Betrachtung mit Polfilterbrille	52
3.9.5	Zeitsequentielle Wiedergabe	54
3.9.6	Entstehung von Tiefenartefakten.....	55
3.9.7	Betrachtung mit Shutterbrille	56
4	Das Aufnahmesystem	59
4.1	Die Camcorder.....	59
4.1.1	Camcorder Sony DCR PC 7	61
4.1.2	Die Optik.....	62
4.1.3	Audio	62
4.2	Modifikation der Camcorder für Stereoaufnahmen	63
4.2.1	Synchronisation von Aufnahmefunktion und Zoom	63
4.2.2	Synchronisation der Bänder	64
4.2.3	Gleichlauf der Bänder.....	68
4.2.4	Luminanz und Chrominanzdifferenzen	68
4.2.4.1	Meßtechnische Beurteilung.....	69
4.2.4.2	Visuelle subjektive Beurteilung.....	72
4.2.4.3	Bewertung der Luminanz- und Chrominanzdifferenzen und deren Korrektur.....	73
4.2.5	Mechanische Ausrichtung der Camcorder.....	74
4.2.5.1	Durchführung der Justage.....	74
4.2.6	Bildhöhendifferenz und Bildversatz	77
4.3	Technische Einschränkungen der "Stereocam PC 7"	80
4.4	Einsatz des "Steadycam JR"	81
4.5	Weitere Aufnahme- und Synchronisationssysteme	83
4.5.1	Kameraköpfe und externe Recorder.....	83
4.5.2	Synchronisation mittels des LTC-Timecodes.....	85
5	Nachbearbeitung	87
5.1	Schnitt.....	87
6	Speicherung der Videoströme.....	88

6.1	Festplattenrecorder.....	88
6.2	Videorecorder	89
7	Wiedergabe.....	91
7.1	Zeitsequentielle Wiedergabe mit der "Vidisys-Overlaykarte"	91
7.2	Zeitlich parallele Wiedergabe mit Projektoren.....	92
8	Die Praxis der Produktion.....	93
8.1	Geometrische Größen bei der Aufnahme	95
8.2	Gestaltungsregeln bei der Aufnahme	99
8.3	Das stereoskopische Drehbuch	101
8.4	Bedienung der "Stereocam PC 7"	102
8.5	Nachbearbeitung	103
8.6	Parameter bei der Projektion	104
8.7	Nutzung von 3-D Videos.....	106
8.7.1	Informationstheoretische Vorteile der Stereoskopie	106
8.7.2	Anwendungsgebiete	107
9	Weitere Verbesserungen.....	109
9.1	Camcorder.....	109
9.1.1	Sonderfunktionen der Sony DCR PC 7.....	109
9.1.2	Weitere Camcordertypen.....	109
9.2	Aufnahme	110
9.2.1	Synchronisation der Camcorder	110
9.2.1.1	Timecode	110
9.2.1.2	Genlock.....	111
9.2.1.3	Time Base Corrector (TBC).....	111
9.3	Codierung	111
9.3.1	MPEG-2 Multi-View-Profile (MVP).....	111
9.3.2	MPEG-4.....	113
9.4	Aufzeichnungsmedien	113
9.4.1	DVD.....	113
9.4.2	D-VHS	114
9.5	Übertragung mit ADSL.....	114
9.6	Wiedergabe	115
9.6.1	Head Mounted Displays.....	115
10	Schlußbetrachtung	116

11	Anhang.....	118
11.1	Kostenkalkulation.....	118
11.2	Produktionsablaufdiagramm	120
11.3	Meßdaten der Graustufentesttafel	121
11.4	Farbbalkentesttafel	122
11.5	Graustufentesttafel	123
11.6	Testbilder der Objektivqualität der DCR PC 7 und der Vorsätze	124
11.6.1	Testbild Teleobjektiv	124
11.6.2	Testbild Weitwinkelobjektiv	125
11.6.3	Testbild Weitwinkelvorsatz	126
11.7	Meßdaten Bildhöhendifferenz und Bildversatz.....	127
11.8	Literatur.....	128
11.9	Formalia.....	130

1 Einleitung

1.1 Ziel der Diplomarbeit

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, ein Aufnahmesystem für stereoskopisches Video zu entwickeln und zu erproben. Basierend auf zwei Mini-DV Camcordern soll eine mobile 3-D Kamera konstruiert werden, welche eine gute Bildqualität liefert. Die technischen Möglichkeiten und Einschränkungen dieses Aufnahmesystemes werden dabei genau untersucht. Weiterhin wird die Nachbearbeitung, Speicherung und Wiedergabe stereoskopischer Videos thematisiert.

Auch werden die zum Bildeindruck beitragenden physiologischen und geometrischen Parameter untersucht, um daraus für das Aufnahmesystem eine Produktionsgrammatik zu entwickeln. Diese beinhaltet Aufnahmetechniken, Bildgestaltungsregeln, Schnittverfahren und Wiedergabehinweise. Dies soll den Nutzern des Aufnahmesystems ermöglichen, stereoskopische Videos mit einer hohen Betrachtungsqualität zu erstellen.

Abschließend soll ein kurzes 3-D Video hergestellt werden, um die Möglichkeiten dieses Aufnahmesystems zu demonstrieren.

In Kapitel 1 wird der heutige Stand der stereoskopischen Videotechnik dargestellt. Kapitel 2 befaßt sich mit den physiologischen Grundlagen des räumlichen Sehens. In Kapitel 3 wird die Technik der Aufnahme und Wiedergabe unter physiologischen Gesichtspunkten untersucht. In Kapitel 4 schließt sich die Beschreibung des Aufnahmesystemes an. Kapitel 5 und 6 thematisieren Nachbearbeitung und Speicherung der Videoströme. In Kapitel 7 wird die Wiedergabe beschrieben. In Kapitel 8 wird dann die Produktionsgrammatik entwickelt. Kapitel 9 gibt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Weiterentwicklungen. Kapitel 10 faßt schließlich die Ergebnisse dieser Arbeit zusammen. Der Anhang in Kapitel 11 bildet den Schluß dieser Diplomarbeit.

1.2 Heutiger Stand der 3-D Videotechnik

Dreidimensionales Video ist heute wenig verbreitet, trotz der immensen Vorteile, die es gegenüber zweidimensionalem Video bietet. Durch die Einbeziehung der dritten Dimension kann dem Zuschauer erheblich mehr Bildinformation geboten werden.

So können komplexe Vorgänge deutlicher dargestellt werden (medizinische Ferndiagnose, technische Fernwartung, Ausbildungsfilm), die Auswertung von aufgezeichneten Vorgängen (Crash-Tests, Materialtests, Bewegungsanalysen im Sport) wird erleichtert, und im Unterhaltungs- und Promotionsbereich bieten 3-D Videos ein intensives Erleben des Geschehens.

Die Technik zur Aufnahme, Nachbearbeitung und Wiedergabe von 3-D Videos ist bekannt, und es existieren auf dem Markt eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen. Jedoch verhindert eine Reihe von Faktoren deren Verbreitung:

1.2.1 Angebot an Filmen

Zweidimensionales Video bietet heute praktisch allen Interessengruppen eine Vielzahl von Themen, die dramaturgisch gekonnt aufbereitet sind. Auch hat der potentielle Zuschauer viele Möglichkeiten, an die gewünschten Filme zu gelangen (Kauf, Miete über Videothek, Aufzeichnung von Fernsehprogrammen).

Im 3-D Video Bereich existieren jedoch nur sehr wenige Filmangebote, die auch nur spezielle Interessenten ansprechen. Dieses geringe Angebot trägt auch mit zum Desinteresse an 3-D Video bei.