Informatik-Fachberichte 213

Herausgeber: W. Brauer
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

Subreihe Künstliche Intelligenz

Mitherausgeber: C. Freksa
in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuß 1.2
„Künstliche Intelligenz und Mustererkennung der GI"

Ingrid Walter

Datenbankgestützte Repräsentation und Extraktion von Episodenbeschreibungen aus Bildfolgen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong

Autorin

Ingrid Walter
Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation
Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe
Postfach 6980, D-7500 Karlsruhe 1

CR Subject Classification (1987): I.2.4, I.2.10, H.2.1, H.2.3

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek.
Walter, Ingrid:
Datenbankgestützte Repräsentation und Extraktion von Episodenbeschreibungen aus Bildfolgen / Ingrid Walter. – Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo: Springer, 1989
(Informatik-Fachberichte; 213: Subreihe künstliche Intelligenz)
Zugl.: Karlsruhe, Univ., Diss.
ISBN-13: 978-3-540-51462-6 e-ISBN-13: 978-3-642-74954-4
DOI: 10.1007/ 978-3-642-74954-4
NE: GT

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 vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1989

2145/3140 – 543210 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Der Inhalt des vorliegenden Buches entspricht meiner Dissertation mit gleichem Titel, die ich während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Programmstrukturen und Datenorganisation der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe anfertigte, und die von der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe genehmigt wurde. Den Rahmen der Arbeit bildete ein gemeinsames Forschungsprojekt meiner beiden Betreuer, Herrn Prof. Dr. Peter Lockemann und Herrn Prof. Dr. Hans-Hellmut Nagel, mit dem Thema "Untersuchung von Datenbank-Schemata zur Modellierung von Episoden bei der algorithmischen Deutung von Bildfolgen", das von der DFG gefördert wurde.

Die in Bildfolgen enthaltene Information kann mit sehr unterschiedlichen Abstraktionsgraden beschrieben werden: Die Angabe eines Helligkeitswerts für jeden Punkt jedes Einzelbildes ist eine sehr niedrige Beschreibungsebene, die Darstellung einer Geschichte eine sehr hohe. Eine automatische Erzeugung von Beschreibungen aus den Bilddaten ist bisher nur für niedrigere Abstraktionsstufen möglich.

Die vorliegende Arbeit entwirft ein System für die Extraktion von Beschreibungen auf der Ebene von Episoden, ausgehend von einer Beschreibung, die für jedes Objekt die Koordinaten zu jedem Zeitpunkt enthält. Typische Episoden aus dem Diskursbereich "Straßenverkehr" sind "Parkplatzsuchen" oder "auf Straßenbahn warten" oder "Vorfahrt mißachten".

Zu diesem Zweck wird eine Darstellungsform für Episodenmodelle entwickelt, die sich an KL-ONE orientiert und unter anderem die Modellierung von zeitlichen Aspekten ermöglicht. Da der Datenumfang für Bildfolgen, die Episoden enthalten können, sehr groß ist, erscheint die Unterstützung durch Datenbanksysteme ratsam. Daher wird die Übertragung der Darstellungsform auf das relationale Datenmodell eingehend untersucht. Zur Beschreibung der Prozesse, die die Zuordnung zwischen Episodenmodellen und Bilddaten herstellen, dienen Regelsysteme auf der Grundlage von Erweiterten Übergangsnetzen. Das Zusammenspiel aller Komponenten wird beschrieben. Ein Prototyp ist implementiert und extrahiert Episoden aus einer Bildfolge aus dem Diskursbereich "Straßenverkehr".

Herrn Prof. Dr. Peter Lockemann und Herrn Prof. Dr. Hans-Hellmut Nagel möchte ich besonders für die intensive Betreuung danken. Zu Beginn wendeten sie viel Zeit für gemeinsame Diskussionen auf, die mir halfen, allmählich klarere Konturen in der Arbeit zu erkennen. Im Endstadium trugen ihre zahlreichen Anmerkungen zu den vorläufigen Versionen wesentlich zur Verbesserung der Darstellung bei, wobei mich beeindruckt hat, wie kurzfristig und außerordentlich gründlich sie meine Entwürfe durcharbeiteten. Von Herrn Lockemann habe ich viel über den Datenbankbereich gelernt, mit dem ich mich vorher nur am Rande beschäftigt hatte. Herr Nagel hat mehrfach zur Verkleinerung meiner Wissenslücken im Bereich der Bilddeutung und der Künstlichen Intelligenz beigetragen, und sein Bestehen auf einer sauberen Verwendung von Begriffen führte dazu, daß ich an manchen Stellen

genauer nachdachte, die andernfalls verschwommen geblieben wären, wodurch ich oft erst den eigentlichen Kern von Problemen erkannte.

Mir standen mehrere Diskussionspartner zur Verfügung, denen ich zu Dank verpflichtet bin. Norbert Eisinger und Hans Jürgen Ohlbach räumten einige Unklarheiten meinerseits im Zusammenhang mit Logik im allgemeinen und mit der Temporallogik im besonderen aus. Stefan Karl und Norbert Runge haben mir geholfen, wenn ich mit Datenbankfragen nicht weiter kam. Axel Präcklein lieferte mir wertvolle Hinweise für den Umgang mit dem Commonlisp-System, die mir insgesamt viel Zeit ersparten.

Das gesamte Projekt hätte nicht gelingen können ohne die vielfältigen Denkanstöße aus der Implementierung eines prototypischen Systems. Daß dieses entstanden ist, verdanke ich meinen studentischen Mitarbeitern Dietmar Engelien, Jochen Grobholz, Michael Ikker, Steffen Kirschke, Peter Klee, Heiner Spies und Christiane Vorspel, die mit großer Begeisterung und einem hervorragenden Teamgeist als wissenschaftliche Hilfskräfte und im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten für viele praktische Erfolgserlebnisse sorgten. Die Wartung der Datenbank durch Tony Fischer bedeutete eine große Entlastung für mich. Schließlich danke ich Herrn Dr. W. Enkelmann herzlich für seine Hilfe bei der Beschaffung des Bildmaterials.

Karlsruhe, Mai 1989 Ingrid Walter

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1

2. Abläufe und Episoden 7
2.1 Umgangssprachliche Verwendung des Episodenbegriffs 7
2.2 Verwendung verwandter Begriffe in anderen wissenschaftlichen Disziplinen 11
2.3 Festlegung des Episodenbegriffs 14

3. Zusammenhänge mit verwandten Arbeiten 18

4. Entwurf eines Systems zur Episodenextraktion: EPEX 28
4.1 Begriffsbildung 28
4.2 Systemstruktur von EPEX 33

5. Darstellungsformen für Objekt- und Ablaufbereich 38
5.1 Eigenschaften des Objektbereichs 40
5.2 Eigenschaften des Ablaufbereichs 43
5.3 Bekannte Darstellungsformen 45
5.3.1 Objektorientierte Programmiersprachen 46
5.3.2 Rahmenkonstrukte (frames) 47
5.3.3 Netzwerkorientierte Darstellungsformen 49
5.3.4 Objektorientierte Modelle aus dem Datenbankbereich 50
5.3.5 Gegenstand-Beziehungs-Modell (Entity-Relationship-Model) 52
5.3.6 Petri-Netze 54
5.3.7 Conceptual Dependency und Scripts:
ein Ansatz auf der Basis von Rahmenkonstrukten 56
5.3.8 Wertung und Auswahl 58
5.4 Temporallogiken nach Shoham 59
5.5 Die Darstellungsform EPEX-F 61

6. Realisierung von EPEX-F 78
6.1 Die Gattungs-Definitions-Sprache (GDS) 80
6.2 Die Gattungs-Evaluierungs-Sprache (GES) 92
6.3 Vordefinierte Gattungen und Prädikate für Strukturbedingungen 93
6.4 Die Ausprägungs-Manipulations-Sprache (AMS) 99
6.4.1 Behandlung von Transaktionen 101
6.4.2 Zuordnungs-Operatoren 102
6.4.3 Leseoperatoren 108

7. Abbildung von EPEX-F auf ein Standarddatenbankmodell 115
7.1 Randbedingungen in EPEX 119
7.2 Abbildung des Begriffsgraphen auf ein relationales Datenmodell 122
7.3 Ein relationales Schema für Ausprägungen 130
7.4 Forderungen an ein logisches Datenmodell 149

8. Darstellungsformen für den Regelbereich 151
8.1 Eigenschaften des Regelbereichs 151
8.2 Bekannte Darstellungsformen 155
8.2.1 Regelbasierte Expertensysteme 155
8.2.2 Prolog 156
8.2.3 Erweiterte Übergangsnetze 157
8.2.4 Wertung und Auswahl 157
8.3 Die Darstellungsform EPEX-R 158
8.3.1 Bestandteile von EPEX-R 159
8.3.2 Zuordnung von Ablauf-Ausprägungen 172
8.4 Ergänzung von Ablauf-Ausprägungen mit EPEX-R 176

9. Realisierung von EPEX-R 180
9.1 Die Regel-Definitions-Sprache (RDS) 180
9.2 Vordefinierte Aktionen und Tests 187
9.3 Verträglichkeit der EPEX-Datenbasis 189

10. Ein Prototyp 191
10.1 Implementierungsgesichtspunkte 191
10.2 Bereitstellung der Eingabedaten 192
10.3 Modellierung eines exemplarischen Diskursbereichs 196

11. Zusammenfassung und Ausblicke 232

Literatur 235