

# **Kontextadaptive Softwaremethoden für mobile Ingenieurapplikationen am Beispiel brandschutztechnischer Gebäudebegehungen**

Vom Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie  
der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)  
genehmigte

**DISSERTATION**

von

**Dipl.-Ing. Iris Ebner**  
aus Frankfurt am Main

**D 17**

Darmstadt 2008



Berichte des Instituts für Numerische Methoden  
und Informatik im Bauwesen

Band 2/2008

**Iris Ebner**

**Kontextadaptive Softwaremethoden für mobile  
Ingenieurapplikationen am Beispiel brandschutz-  
technischer Gebäudebegehungen**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag  
Aachen 2008

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2008

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7296-8

ISSN 1860-9430

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

**Für Torsten und Annika**



## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen der Technischen Universität Darmstadt.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel danke ich für die Übernahme des Hauptreferates. Seine wissenschaftliche Betreuung der Arbeit, die stetige Diskussionsbereitschaft und die Rahmenbedingungen am Institut haben es mir ermöglicht, diese Arbeit zu erstellen.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Udo F. Meißner für sein Interesse am Thema und die Übernahme des Korreferates.

Meinem Mann Torsten danke ich für die stetige Unterstützung und den Rückhalt, die das Gelingen dieser Arbeit ermöglicht haben.

Weiterhin danke ich meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen für die gute Zusammenarbeit. Mein besonderer Dank gilt Susanne Rohmig für die wertvolle Unterstützung.

Iris Ebner

---

Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel  
Technische Universität Darmstadt

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Udo F. Meißner  
Technische Universität Darmstadt

Tag der Einreichung: 29. Juni 2007

Tag der Prüfung: 6. November 2007

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Zielsetzung.....	2
1.3	Überblick über diese Arbeit .....	4
<b>2</b>	<b>Brandschutz und Gebäudeüberwachung</b> .....	<b>7</b>
2.1	Brandschutz .....	7
2.1.1	Grundlagen .....	7
2.1.2	Gesetze .....	8
2.1.3	Das Brandschutzkonzept .....	9
2.2	Brandschutztechnische Überwachungen von Gebäuden .....	11
2.2.1	Aufgaben der Feuerwehr .....	11
2.2.2	Die Gefahrenverhütungsschau .....	12
2.2.3	Arbeitsabläufe und Informationsbedarf vor Ort .....	13
<b>3</b>	<b>Mobile Computing</b> .....	<b>17</b>
3.1	Einleitung .....	17
3.2	Begriffsbestimmung .....	17
3.3	Grundlagen .....	18
3.3.1	Mobile Endgeräte.....	18
3.3.2	Mobile Betriebssysteme.....	22
3.3.3	Kommunikation und Datenaustausch .....	22
3.3.4	Positionsbestimmung und Sensoren .....	24
3.4	Mobile Computing im Bauwesen.....	32
3.4.1	Ausgangssituation .....	33
3.4.2	Beispielhafte Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	34
3.4.3	Einsatzbereiche Brand- und Katastrophenschutz .....	36

<b>4</b>	<b>Software-Entwurfskriterien für mobile Ingenieur Anwendungen .....</b>	<b>39</b>
4.1	Einleitung .....	39
4.2	Besondere Randbedingungen mobiler Anwendungen .....	40
4.3	Context-Awareness.....	42
4.3.1	Begriffsbestimmung .....	42
4.3.2	Kontext.....	43
4.3.3	Erfassung von Kontextdaten.....	46
4.3.4	Bestimmung und Auswertung von Kontexten .....	47
4.4	Kontextsensitive Software-Adaption .....	55
4.4.1	Aktiver und passiver Kontextzugriff.....	56
4.4.2	Auslösen der Adaption.....	57
4.4.3	Adaptionsbereiche .....	58
4.5	Mensch-Maschine-Interaktion .....	60
4.5.1	Multimodale Interaktion.....	60
4.5.2	Interaktionsmodalitäten mobiler Kleinstcomputer .....	61
<b>5</b>	<b>Computergestütztes mobiles Gebäude-Brandschutz-Management .....</b>	<b>65</b>
5.1	Zielsetzung.....	65
5.2	Systementwurf .....	66
5.3	Fachmodell für Gebäude- und Brandschutzinformationen .....	67
5.4	Informationsverwaltung und Versionierung .....	71
5.5	Integration der mobilen Komponente .....	73
<b>6</b>	<b>Kontextadaptive Softwaremethoden zur brandschutztechnischen Gebäudebegehung.....</b>	<b>77</b>
6.1	Einleitung .....	77
6.2	Ablauf der Begehung .....	77
6.3	Visualisierung komplexer Gebäudeinformationen.....	80
6.4	Semantisches Kontextmodell.....	80
6.5	Kontexterfassung und Auswertung .....	83
6.5.1	Kontextwerte.....	84
6.5.2	Auswertung der Kontextwerte.....	85

---

6.6	Situationsbezogene Adaption .....	87
6.6.1	Auslösen der Adaption.....	87
6.6.2	Adaptionsbereiche .....	89
6.6.3	Semantischer Zoom.....	90
6.6.4	Proaktive Informationsbereitstellung.....	92
6.6.5	Interaktion mit dem Benutzer .....	92
6.7	Software-Komponenten .....	93
<b>7</b>	<b>Anwendungsbeispiel .....</b>	<b>97</b>
7.1	Vorbereitung .....	100
7.2	Navigation im Gebäude .....	102
7.3	Kontrolle eines Raumes.....	104
7.4	Kontrolle eines Brandschutzelementes.....	106
7.5	Abschluss der Begehung .....	107
7.6	Kontextsensitive Adaption.....	108
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>109</b>
8.1	Zusammenfassung .....	109
8.2	Ausblick.....	111
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>113</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Bereiche des Brandschutzes [Brandschutzleitfaden, 1998] .....	7
Abbildung 3-1: Notebook (www.dell.com) und Tablet PC (www.hp.com).....	19
Abbildung 3-2: Xybernaut MA IV mit Head Mounted Display [Xybernaut, 2001] .....	20
Abbildung 3-3: PDA (www.palm.com) und Portable Pen Terminal 2800 (www.symbol.com) .....	21
Abbildung 3-4: Überblick über Positionsbestimmungssysteme [Roth, 2002].....	25
Abbildung 3-5: GPS Satelliten (www.garmin.com) .....	26
Abbildung 3-6: Positionsbestimmung mit NAVSTAR GPS [Trimble, 1996] .....	27
Abbildung 4-1: Merkmale zur Kontextbeschreibung mit Kategorien .....	44
Abbildung 4-2: Kontext-Merkmale nach [Schmidt, 2002].....	50
Abbildung 4-3: Der Aufbau des Objektes Randbedingung [Bürgy, 2002].....	51
Abbildung 4-4: Kontextmodell für mobile Kartographie [Reichenbacher, 2004] .....	52
Abbildung 4-5: Erfassung und Auswertung von Kontextwerten.....	53
Abbildung 4-6: Prinzip der Adaption [Reichenbacher, 2004] .....	56
Abbildung 5-1: Systementwurf .....	67
Abbildung 5-2: XML-Daten eines Mangelobjektes .....	70
Abbildung 5-3: Ausschnitt aus dem Brandschutzmodell (Brandschutzinformation).....	71
Abbildung 5-4: Ausschnitt aus einer XML-Datei mit Gebäudedaten.....	74
Abbildung 5-5: Beispiel zur Ausgabe der Mängelhistorie eines Brandschutz-elementes auf einem mobilen Kleinstcomputer aus [Göbel, 2005] .....	75
Abbildung 6-1: Anwendungsfalldiagramm (UML) für die Begehung .....	78
Abbildung 6-2: Kontextmodell .....	82
Abbildung 6-3: Beziehungen zwischen den Klassen des Kontextmodells.....	83
Abbildung 6-4: Merkmale eines Beispielkontextes während der Begehung .....	87
Abbildung 6-5: Schematischer Aufbau der Anwendung moBI .....	94
Abbildung 7-1: Übersicht im Gebäude-Brandschutz-Managementsystem (GBM).....	97
Abbildung 7-2: Details einer Gefahrenverhütungsschau im GBM .....	98
Abbildung 7-3: Grundriss des ersten Obergeschosses [Brandschutzleitfaden, 1998].....	99

---

Abbildung 7-4: Anzeige der Metadaten .....	101
Abbildung 7-5: Anzeige der Begehungsschwerpunkte .....	101
Abbildung 7-6: Anzeige eines Begehungsschwerpunktes im Grundriss .....	102
Abbildung 7-7: Ansicht 1. OG zur Vorbereitung .....	102
Abbildung 7-8: Position des Benutzers.....	103
Abbildung 7-9: Navigation zu einem Raum .....	103
Abbildung 7-10: Benutzer erreicht den Raum .....	103
Abbildung 7-11: Anzeige Schwachpunkt Feuerlöscher .....	104
Abbildung 7-12: Anzeige eines Raumes zur Kontrolle .....	105
Abbildung 7-13: Eingabemaske für Raummangel .....	106
Abbildung 7-14: Anzeige der Maßnahmen zur Behebung.....	106
Abbildung 7-15: Eingabemaske für Mängel von Brandschutzelementen .....	107
Abbildung 7-16: Anzeige der Mangelhistorie .....	107
Abbildung 7-17: Übersicht über erfasste Mängel und angeordnete Maßnahmen .....	107

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Objekte, die einer regelmäßigen Überwachung unterliegen [Göbel, 2005] .....	13
Tabelle 4-1: Übersicht über die verschiedenen Adaptionbereiche .....	59
Tabelle 4-2: Vor- und Nachteile der verfügbaren Ein- und Ausgabemodalitäten.....	63
Tabelle 6-1: Übersicht über die Sichten auf das Gebäude- und Brandschutzmodell ..	91