

Mark Gebler

Georeferenziertes
Disponieren mit
nutzerfreundlichen,
mobilen und stationären
Multi-Touch-Systemen



Springer Vieweg

Georeferenziertes Disponieren mit nutzerfreundlichen, mobilen und stationären Multi-Touch-Systemen

Mark Gebler

Georeferenziertes Disponieren mit nutzerfreundlichen, mobilen und stationären Multi-Touch-Systemen

 Springer Vieweg

Mark Gebler
Berlin, Deutschland

Von der Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme der Technischen Universität Berlin zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften – Dr. rer. nat. – genehmigte Dissertation.

Promotionsausschuss:
Vorsitzender: Prof. Dr. Markus Feufel
Gutachter: Prof. Dr. Manfred Thüring
Gutachterin: Prof. Dr. Gudrun Görlitz

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 21. Dezember 2017

ISBN 978-3-658-21878-2 ISBN 978-3-658-21879-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-21879-9>

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Kurzfassung

Ein nutzerfreundliches IT-System als Client-Server-Anwendung mit integrierten mobilen Komponenten und Touch-Modulen ist für Leitstellen und mobile Einsatzkräfte im Polizei-, Hilfs- und Rettungswesen zu spezifizieren, zu konzipieren und zu evaluieren.

Auf dem gegenwärtigen Stand der Forschung und Technik in der Leitstellentechnologie werden bei der Informationsbetrachtung und beim Informationsaustausch zwei unterschiedliche Probleme erfasst. Anforderungen an eine optimierte Systemunterstützung wurden auf Basis von Analysen in der Leitstelle der Polizei Berlin und der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. in Berlin herausgearbeitet. Weiterhin zeigt sich, dass eine sicherheitsrelevante Lage aktuell von allen Einsatzkräften anhand unterschiedlicher Informationen beurteilt wird. Dies mindert die Qualität des Lageüberblicks. Bislang ist der Lageüberblick der Leitstelle vorbehalten. Die Verantwortlichkeit für die Erstaufnahme eines Geschehens liegt aber oftmals bei der Einsatzkraft vor Ort. Das darauffolgende Übermitteln der Informationen zur Leitstelle ist sehr zeitintensiv und fehleranfällig.

Als Lösungsweg wird in der vorliegenden Arbeit erstens eine Verbesserung des Lageüberblicks durch die georeferenzierte Positionierung der Einsatzkräfte auf digitalen Karten, zweitens eine Verbesserung des Informationsaustauschs durch eine Ablösung von Sprechfunkgeräten durch Smartphones und durch die Integration der Smartphones in das Client-Server-System sowie drittens die Gestaltung der User-Interfaces der Smartphones und der Multi-Touch-Tische nach NUI-Grundsätzen aufgezeigt.

Die Studie erörtert die Gestaltung eines stationären Leitstellensystems mit einem Multi-Touch-Tisch. Die Integration von Smartphones in die Einsätze der vor Ort tätigen Einsatzkräfte stellt hierbei einen neuartigen Ansatz dar. Die untersuchten Arbeitsabläufe in den Leitstellen der Polizei Berlin und der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. in Berlin weisen zahlreiche Gemeinsamkeiten auf, sodass ein softwareseitig flexibel designtes System für die mobilen und stationären Anwendungsbereiche adaptierbar ist.

Der Mehrwert des neuen, nutzerfreundlichen Einsatzleitsystems (NEL) wurde in zwei Nutzerstudien (Studie zum stationären NEL und Studie zum mobilen NEL) und mit ausgewählten Einsatzkräften als Probandinnen und Probanden geprüft. Die Forschungsfragen befassen sich damit, ob der Austausch von georeferenzierten Positionsangaben zu einer effektiveren Bearbeitung führt, ob die Informationseingabe bei den Einsatzkräften vor Ort am Einsatzgeschehen situativ geeigneter ist und ob die Natural User Interfaces die Bedienung verbessern.

Anlass zur Diskussion bietet dabei die Usability des Systems und die Beanspruchung bei der Systemnutzung. Das Ergebnis lautet, dass großflächige Multi-Touch-Displays als Endgeräte in der Leitstelle sehr geeignet sind. Ein umfassender Lageüberblick ist durch den neuartigen Einsatz von Smartphones im Einsatzgeschehen allen zugänglich. Die an der Studie beteiligten Einsatzkräfte bevorzugten größtenteils das neu entwickelte gegenüber dem derzeitig verwendeten System. Es wurde aber auch deutlich, dass der Übergang zu Natural User Interfaces wegen der jahrelangen Gewöhnung an die Bedienung per Maus und Tastatur erschwert ist.

Abstract

A user-friendly IT system as a client-server application with integrated mobile components and touch modules must be specified, designed and evaluated for control centers and mobile units of the police, emergency and rescue services.

There are two problems of information display and exchange recognized on the basis of research and technology. Requirements for a new system have been developed based on evaluations at the control center of the Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. and at the control center of the Berlin police.

Most team members of the Berlin police and of the Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. are on site and exchange information with the control center, using voice communication. Every rescuer evaluates the situation based on different information. There is no geo-referenced information on the map. This reduces the quality of the assessment of the situation. Furthermore, obtaining an overview of the situation is only possible in the control center. However, the first contact is initiated by the rescuer on site. The transmission of information is time-consuming and error-prone.

One approach is an improvement in the situation survey by using geo-referenced positioning. A second approach is to improve the exchange of information by replacing traditional radio devices for voice communication with smartphones. The third approach is the design of the user interfaces by NUI principles as traditional user interfaces turned out to be a primary source of errors.

Applications with multi-touch-displays can show location based information in any situation. The integration of smartphones for locally active forces represents a novel approach. The examined operations within the two control centers have common features. The software is flexibly designed and adaptable for mobile and stationary applications.

The solution of the information exchange and transmission problem is the development of a user-friendly control system (NEL, german: *nutzerfreundliches Einsatzleitsystem*) with a multi-touch-table for the rescuers in the control room

(stationary NEL) and a smartphone for on-site forces (mobile NEL). The beneficial value of both systems is presented in two user studies. The research questions are whether the exchange of geo-referenced positions results in more efficient information handling and if the provision of information on site by local forces is situationally more adequate and if natural user interfaces improve system-interaction.

The usability and subjectively perceived effort are furthermore examined. A large multi touch display at a control center proves to be useful as a coordination tool. Using this approach, it is possible to get precise information and an extensive overview. The rescuers mostly prefer the newly developed system. It has become clear that the transition to the natural user interfaces will be difficult due to the long time use of keyboard and mouse as input devices.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	2
1.2	Lösungsweg	3
1.3	Zielstellung	5
2	Leitstellensysteme bei der Polizei und beim Hilfs- und Rettungsdienst	7
2.1	Kommunikationstechnik, Lageüberblick und Geokollaboration	8
2.1.1	Einsatzkommunikation	8
2.1.2	Lageüberblick	9
2.1.3	Geoposition und Geokollaboration	11
2.1.4	Fazit zur Kommunikationstechnik, zum Lageüberblick und zur Geokollaboration	12
2.2	Polizei	13
2.2.1	Technikstand kommerzieller IT-Systeme für die Polizeieinsatzleitung	15
2.2.2	Kontextanalyse der Einsatzleitzentrale der Polizei Berlin	18
2.2.3	Fazit zur Polizei und deren Analyse	23
2.3	Hilfs- und Rettungsdienste	24
2.3.1	Technikstand kommerzieller IT-Systeme für die Hilfs- und Rettungsdienste	25
2.3.2	Kontextanalyse der Leitstelle der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.	27

2.3.3	Fazit zu Hilfs- und Rettungsdiensten und deren Analyse	33
2.4	Zusammenfassung und Fazit	35
2.4.1	Problemstellung der Informationsbetrachtung	35
2.4.2	Problemstellung des Informationsaustausches	36
2.4.3	Zukunftsorientierte Leitstellensysteme	36
2.4.4	Lösungsweg	37
2.4.5	Szenarien mit dem Lösungsweg.....	39
3	Natural User Interfaces (NUI) und Usability	41
3.1	Multi-User- und Multi-Touch-Systeme und -Interfaces....	46
3.2	Interfaces mobiler Geräte	49
3.3	Usability.....	51
3.4	Erwartete Verbesserungen durch die NUI.....	53
3.4.1	Erwartete Verbesserung für den ersten Teil des Lösungswegs (Verbesserung Lageüberblick).....	53
3.4.2	Erwartete Verbesserung für den zweiten Teil des Lösungswegs (Optimierung des Informationsaustausches).....	53
3.4.3	Erwartete Verbesserung für den dritten Teil des Lösungswegs (gebrauchstaugliche Nutzerinteraktion)	54
4	Anforderungen	55
5	Konzeption	63
5.1	NEL-Anwendungskonzept	63
5.2	Stationäres NEL.....	65
5.2.1	Szenario Einsatzauftragserstellung	66
5.2.2	Szenario Informationsempfang	68

5.2.3	Szenario Positionszuordnung	68
5.2.4	Natural User Interface des stationären NELs	69
5.3	Mobiles NEL	74
5.3.1	Szenario Einsatzauftragserstellung	75
5.3.2	Szenario Informationsempfang	76
5.3.3	Szenario Positionsänderung	77
5.3.4	Natural User Interface des mobilen NELs	78
5.4	Informationsbetrachtung	80
5.5	Informationsaustausch	82
6	Implementierung	87
6.1	Client-Server-Kommunikation	87
6.1.1	Windows Communication Foundation (WCF) Callback-Services im stationären NEL	88
6.1.2	Windows Push Notification Service im mobilen NEL	88
6.2	Client-Server-Architektur/-Implementierung	89
6.2.1	Model-Klassen-Bibliothek	89
6.2.2	Controller-Klassen-Bibliothek	90
7	Nutzerstudien	93
7.1	Nutzerstudie 1 – stationäre NEL	94
7.1.1	Fragestellung	94
7.1.2	Methode	95
7.1.3	Ergebnisse und Auswertung	98
7.1.4	Diskussion	104
7.2	Nutzerstudie 2 – mobiles NEL	107
7.2.1	Fragestellung	107
7.2.2	Methode	108

7.2.3	Ergebnisse und Auswertung.....	110
7.2.4	Diskussion.....	116
7.3	Gesamtauswertung der Nutzerstudien	117
7.3.1	Gesamtauswertung zum <i>verbesserten</i> <i>Lageüberblick</i> (Lösungsweg Teil 1)	117
7.3.2	Gesamtauswertung zum <i>optimierten</i> <i>Informationsaustausch</i> (Lösungsweg Teil 2)	118
7.3.3	Gesamtauswertung zur <i>gebrauchstauglichen</i> <i>Nutzerinteraktion</i> (Lösungsweg Teil 3)	119
8	Zusammenfassung.....	121
8.1	Fazit	122
8.2	Diskussion.....	124
8.3	Ausblick.....	124
	Danksagung	127
	Glossar.....	129
	Literaturverzeichnis.....	133
	Anhang	141
A.1	Ablaufdiagramm zur Einsatzbearbeitung.....	141
A.2	Programmcode Callback-Service.....	142
A.3	Programmcode Windows Push Notification Service.....	143
A.4	Programmcode Gesten-Architektur.....	145
A.5	10-Stufen-Instruktion	148
A.6	Aufgaben in der Nutzerstudie 1	150
A.7	Aufgaben in der Nutzerstudie 2	151
A.8	Allgemeine Angaben der Nutzerstudie 1 und 2	152
A.9	Nutzerstudie 1 (stationär) Isonorm- Fragebogenergebnisse	153

A.10	Nutzerstudie 1 (stationär) Fragebogenauswertung zur Beanspruchung bei der Systemnutzung	155
A.11	Nutzerstudie 2 (mobil) Isonorm -Fragebogenergebnisse.....	156
A.12	Nutzerstudie 2 (mobil) Fragebogenauswertung zur Beanspruchung bei der Systemnutzung	158

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Dreiteiliger Lösungsweg für die zwei Problemstellungen	3
Abbildung 2 Rasterungssystem anhand von Laternen	10
Abbildung 3 Ablaufdiagramm zur Lagebewältigung	14
Abbildung 4 Systemoberfläche FELIS	15
Abbildung 5 Mobile Einsatzleitzentrale	16
Abbildung 6 Ausschnitt der Bedienoberfläche der EDP 4 Software	26
Abbildung 7 Auflistung der Einheiten auf einem digitalen Panel in der Leitstelle	29
Abbildung 8 Kartenübersicht des Einsatzgebietes	29
Abbildung 9 Screenshot der Videoaufzeichnung im realen Einsatz	30
Abbildung 10a und 10b: a) Wave Menu und b) Flow Menu,	48
Abbildung 11 Übertragung der Tracking-Marker-Informationen	48
Abbildung 12 NEL Systemübersicht	63
Abbildung 13 Login am Multi-Touch-Tisch	65
Abbildung 14 Systemoberfläche am MTT mit einem geöffneten Einsatzauftragsmenü	66
Abbildung 15 Bewegliches und radial angeordnetes Einsatzauftragsmenü	67
Abbildung 16 Zusammengeklapptes Einsatzauftragsmenü und Einheitenliste	68
Abbildung 17 Positionszuordnung für eine Einheit aus der Einheitenliste	69
Abbildung 18 Gestenset für die Einsatzbearbeitung am MTT	71
Abbildung 19 Gestenkombination	72
Abbildung 20 Anwendungsoberfläche Smartphone	75
Abbildung 21 Eingabe des Funkmeldestatus (FMS)	76
Abbildung 22 Einblendung einer Einsatzmeldung mit Einsatztyp	76
Abbildung 23 Luftbildansicht mit Blickrichtungshilfe bzw. Kompassfunktion	77
Abbildung 24 Horizontale Ausrichtung der Elemente	78
Abbildung 25 Ausschnitt des Styleguides	81
Abbildung 26 Icons für die standardisierten Statusmeldungen	81
Abbildung 27 Icons für alle Einsatzkräfte und Einheiten	82
Abbildung 28 Optimierter Informationsaustausch	83
Abbildung 29 Diagramm Zeitdefinition im Rettungsablauf	85
Abbildung 30 Bidirektionale Interaktionen	87
Abbildung 31 Projekt- und Bibliotheksstruktur	91
Abbildung 32 Balkendiagramm zu den Isonorm-Fragebogenergebnissen	98

Abbildung 33 Ergebnisse zur Beanspruchung bei der stationären Systemnutzung.....	100
Abbildung 34 Balkendiagramm zu den Isonorm-Fragebogenergebnissen	110
Abbildung 35 Ergebnisse zur Beanspruchung bei der mobilen Systemnutzung.....	112
Abbildung 36 Ablaufdiagramm zur Einsatzbearbeitung.....	141
Abbildung 37 10-Stufen-Instruktion stationäres NEL	148
Abbildung 38 10-Stufen-Instruktion mobiles NEL	149
Abbildung 39 Vergleich Isonorm-Fragebogen-Antworten stationäre Systemnutzung	153
Abbildung 40 Vergleich Isonorm-Fragebogen-Antworten stationäre Systemnutzung	154
Abbildung 41 Vergleich Beanspruchung der stationären Systemnutzung	155
Abbildung 42 Vergleich Isonorm-Fragebogen-Antworten mobile Systemnutzung	156
Abbildung 43 Vergleich Isonorm-Fragebogen-Antworten mobile Systemnutzung	157
Abbildung 44 Vergleich Beanspruchung der mobilen Systemnutzung	158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Titel der Szenarien von beiden Benutzerrollen der Polizei.....	22
Tabelle 2 Ausschnitt der Auswertung der Videoaufzeichnung.....	31
Tabelle 3 Szenarien beider Benutzerrollen bei der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.	33
Tabelle 4 Funktionen der neu zu entwickelnden Systeme	40
Tabelle 5 Aufgaben und Anforderungen des neu zu entwickelnden Systems	56
Tabelle 6 Anforderungen und Produktfunktionen für die Clients.....	59
Tabelle 7 Gestenset für die Multi-Touch-Tisch.....	70
Tabelle 8 Gestenset für die Smartphone-Anwendung	79
Tabelle 9 Nutzerstudie 1 (stationär) t-Test-Ergebnisse Isonorm-Fragebogen	99
Tabelle 10 Nutzerstudie 1 (stationär) t-Test-Ergebnisse zur Beanspruchung ..	101
Tabelle 11 Auswertung des strukturierten Interviews	102
Tabelle 12 Auswertung des zweiten strukturierten Interviews	104
Tabelle 13 Nutzerstudie 2 (mobil) t-Test-Ergebnisse Isonorm-Fragebogen.....	111
Tabelle 14 Nutzerstudie 2 (mobil) t-Test-Ergebnisse zu Beanspruchung.....	113
Tabelle 15 Auswertung des strukturierten Interviews	115
Tabelle 16 Zusammenfassung der Szenarien zur Positionsübermittlung.....	117
Tabelle 17 Auswertung demografischer Daten.....	152



1 Einleitung

Eine Leitstelle ist eine regionale Einrichtung, die Hilfeersuchen entgegennimmt und geeignete Einsatzkräfte einteilt. Bei der Polizei und bei jeder Hilfs- und Rettungsorganisation gibt es jeweils Leitstellen mit bestimmten Arbeitsaufgaben. Dem typischen Szenario in allen Leitstellen entsprechend gilt es die Einsatzkräfte effizient zu koordinieren, zu leiten sowie sie zeitnah mit zum Teil sicherheitsrelevanten Informationen zu versorgen. Eine Leitstelle ist mit diverser Technik ausgestattet, unter anderem mit dem Leitstellensystem, welches die Arbeit der Einsatzkräfte in der Leitstelle computerunterstützt. Die Einsatzkräfte im Einsatzgeschehen vor Ort erhalten Aufträge und tauschen Informationen über Sprechfunk mit den örtlich voneinander getrennten Einsatzkräften der Leitstelle. Handfunkgeräte, auch Sprechfunkgeräte genannt, für die vor Ort tätigen Einsatzkräfte ermöglichen diese Kommunikation und werden zum Leitstellensystem dazugezählt.

Das Koordinieren und Informieren wird auch als *Disponieren* bezeichnet. Das Disponieren sowohl bei der Polizei als auch bei Hilfs- und Rettungsorganisationen umfasst die Entscheidungsbefugnis, Einheiten den Einsätzen zuzuteilen und Einsätze im Voraus sowie während des Einsatzablaufs zu planen. Einheiten setzen sich aus Einsatzkräften und Einsatzfahrzeugen zusammen. Einsatzfahrzeuge sind je nach Verwendung durch die jeweilige Einsatzorganisation ausgerüstete und ausgestattete Fahrzeuge. Das Disponieren erfolgt unter Berücksichtigung von Anforderungen und Rahmenbedingungen des Einsatzes sowie des aktuellen Einsatzortes und der Positionen der Einheiten. Eine Leitstellensoftware ist ein gängiges Mittel zur Eingabe und Bearbeitung von Informationen sowie dem anschließenden Disponieren von Einheiten. Die Eingabe von Informationen in das Leitstellensystem übernehmen ausschließlich die Einsatzkräfte in der Leitstelle (sogenannte Disponentinnen oder Disponenten). Für die Eingabe sind bislang Maus und Tastatur vorgesehen. Die Disponentinnen oder Disponenten arbeiten an stationären Arbeitsplätzen in der Leitstelle. Die Informationen eines Einsatzes erreichen auf