

IKT-Unterstützung

erhöht Sicherheit in Stress-Situationen

Bei einer Großschadenslage, wie z. B. einem Chemieunfall oder einem Großbrand, werden extreme Anforderungen an die Belastbarkeit der menschlichen Einsatzkräfte, an die Schnittstelle zwischen Mensch und Technik sowie an die Technik selbst gestellt. Notwendige Absprachen der Rettungskräfte sind aufgrund der angespannten und oftmals von Stress geprägten Situation besonders fehleranfällig, kosten permanent Zeit und lenken viel Aufmerksamkeit von der eigentlichen Aufgabe ab. Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) kann die Öffentliche Sicherheit mit verschiedenen Maßnahmen unterstützen, damit angemessen auf eine Großschadenslage reagiert werden kann. Stress hat starke Auswirkungen auf Einsatzkräfte in der Reaktionsphase, in der sie durch IKT unterstützt werden können.

► *Increasing Public Security by ICT-support in stress situations*

Major incidents, e.g., a chemistry accident or a major fire stipulate extreme requirements for the human ability to work under pressure, for the interface between humans and technology, and for the technology itself. Due to the strained and often stressful situation, necessary arrangements of the first responders are particularly error-prone; they require time and distract attention from the actual task. In the context of ICT-support in public security different approaches can be applied to facilitate appropriate reactions to major incidents. Stress strongly influences first responders in the reaction phase, where ICT can offer support.

Max Mühlhäuser, Dirk Bradler, Melanie Hartmann, Ralph Bruder • Öffentliche Sicherheit bezeichnet – vereinfacht gesagt – alle Maßnahmen, die das öffentliche Leben vor erheblichen Störungen schützen. Ganz grob können zwei Maßnahmenbereiche unterschieden werden. Die Prävention, also die Verhinderung von Störungen bzw. die Vorbereitung darauf und die Reaktion, also die Wiederherstellung des „Normalzustandes“ nach Unfällen und Katastrophen. In allen genannten Bereichen der Öffentlichen Sicherheit nimmt die Unterstützung durch IKT zu.

1. Prävention: die verwendeten IKT-Mechanismen sind sehr divergent: physischer Schutz, Planung und Anschlagvereitelung beispielsweise benötigen spezifische IKT-Konzepte.
2. Reaktion: Dieser Bereich lässt sich in zwei Schwerpunkte gliedern:
 - a. Koordinationsunterstützung in Zentralen: Hier wird unter anderem die Mensch-Technik- und



Max Mühlhäuser

Mensch-Mensch-Interaktion in Stabs- und Leitstellen verbessert, zum Beispiel durch multimodale Bedienkonzepte und Entscheidungsunterstützungs-Software

- b. Operative Unterstützung im Feld: Ein wichtiges Forschungsfeld ist hier die Ersthelfer-Ausstattung mit Sensorik und digitaler Kommunikation.

Ergänzend zum traditionellen Verständnis der Öffentlichen Sicherheit als Kombination aus Präventions- und Reaktionsmaßnahmen wird seit einiger Zeit besonderes Augenmerk auf kritische Infrastrukturen gelegt, das sind Institutionen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen.

Fragestellungen der Öffentlichen Sicherheit müssen in den drei Bereichen Mensch, Interaktions-Schnittstelle und Technik jeweils gezielt untersucht werden. Die entwickelten Konzepte sollen in allen drei Bereichen aufeinander abgestimmt werden. Folgende Problembereiche der Reaktionsphase werden im Folgenden behandelt:

- Der Bereich „Mensch“: Umgang mit Stress und menschlicher Fehleranfälligkeit
- Der Bereich „Interaktion“ mit Fokus auf der Unterstützung im Feld: Wie können Interaktionskonzepte mit „Proaktivität“ versehen werden?
- Der Bereich „Technik“ mit Fokus auf der operativen Unterstützung im Feld: Neue Konzepte für hochgradig dezentralisierte Peer-to-Peer-Netzwerke.

Der Mensch in Stress-Situationen

Insbesondere bei Großschadenslagen sind sowohl die Rettungsleitstellen als auch die Ersthelfer vor Ort extrem belastenden Arbeitsbedingungen ausgesetzt. Wie jedoch reagiert der Mensch unter solchen Bedingungen? Hierzu liefern Untersuchungen aus der Stresstheorie wichtige Erkenntnisse.

1950 wurde der Begriff Stress erstmals von Hans Selye in medizinisch-psychologischem Kontext erwähnt: „Die Belastungen, Anstrengungen und Ärgernisse, denen ein Lebewesen täglich durch viele Umwelteinflüsse ausgesetzt ist. Es handelt sich um Anspannungen und Anpassungszwänge, die einen aus dem persönlichen Gleichgewicht bringen können und bei denen man seelisch und körperlich unter Druck steht“. Stress ist eine angeborene und

Ralph Bruder



Vorhersage der nächsten Benutzerinteraktion

Um die Benutzerschnittstelle auf die relevantesten Elemente reduzieren zu können, muss das System in der Lage sein, die nächsten Schritte des Benutzers vorherzusagen. Dazu wird aus den vergangenen Interaktionen des Benutzers ein Interaktionsmodell gelernt. Mit Hilfe dieses Interaktionsmodells wird aus den letzten Aktionen des Benutzers $a_1 \dots a_n$ (im Beispiel in Abbildung 2 die Aktionen a d c) die Wahrscheinlichkeit der nächsten Aktion a_{n+1} vorhergesagt. Dies kann z. B. mit Hilfe von Mixed Order Markov Modellen erfolgen. Diese berechnen die nächste Aktion unter Berücksichtigung von unterschiedlich vielen vorangegangenen Aktionen (im nebenstehenden Beispiel die letzten eins bis drei Aktionen).

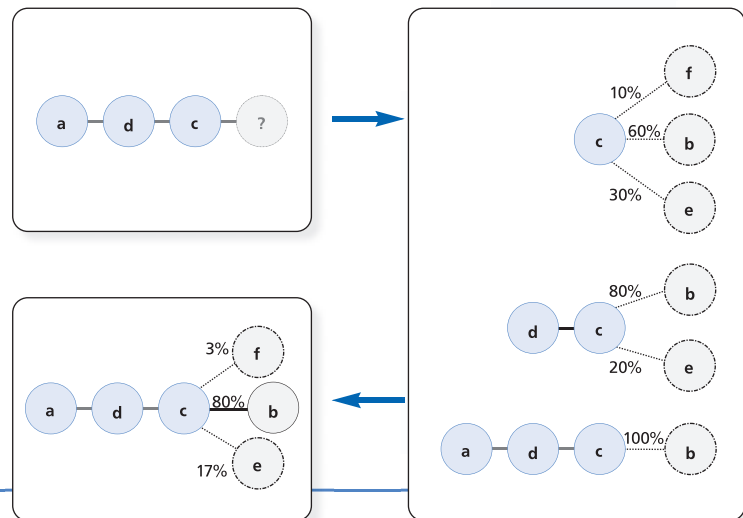


Abbildung 1
Vereinfachtes Mixed Order Markov Model unter Verwendung von Markov-Modellen erster bis dritter Ordnung und gleichen Gewichtungen.

erworbene Aktivierungsreaktion des gesamten Organismus auf Stressoren (d. h. auf alles, was das Individuum als Anforderung, Bedrohung oder Schaden bewertet). Ursprüngliches Ziel der Aktivierung war die Lebenserhaltung: Bei Gefahr kommt es zu einer raschen Bereitstellung von Energie und Kraft: Blutdruck, Adrenalin Spiegel im Blut, Herzschlagfrequenz und Atemfrequenz steigen an, innerhalb kürzester Zeit ist der Mensch kampfbereit oder fluchtbereit. Als auslösende Faktoren (= Stressoren) kommen alle inneren und äußeren Anforderungen an den Menschen in Frage. Glaubt man, eine Anforderung aktiv steuern zu können, erlebt man weniger Stress. Das Gefühl des Kontrollverlusts dagegen verstärkt die Reaktionen des Betroffenen. Überfordern die stressauslösenden Faktoren den Menschen, treten verstärkte Reaktionen auf der kognitiven (Konzentrationsstörungen), emotionalen (Angst, Wut, Verunsicherung) und körperlichen Ebene auf. Der Betroffene agiert dadurch planlos oder resigniert seine Leistung verschlechtert sich bei gleichzeitig steigender Anzahl von Fehlern. und (mittel- bis langfristig) erhöht sich seine Krankheitsanfälligkeit. Die effiziente Handlungsregulation ist unter Stress also gestört, ein vermehrtes Auftreten von Fehlhandlungen ist mög-

lich. Daraus ergeben sich besonders hohe Anforderungen an die Interaktionsgestaltung, damit Personen auch unter Stress, wie es in Großschadenslagen gegeben ist, eine optimale Leistung erbringen.

Intelligente Interaktionsunterstützung

Das Ziel intelligenter Interaktionsunterstützung ist es, Fehlhandlungen in Stresssituationen zu minimieren, dem gefühlten Kontrollverlust entgegenzuwirken und den Stress der Einsatzkräfte durch die Erstellung strukturierter und intuitiver Benutzerschnittstellen zu reduzieren. Sogenannte proaktive Benutzerschnittstellen machen dem Benutzer Vorschläge zur Interaktion statt nur auf Benutzereingaben zu reagieren. Diese proaktive Unterstützung kann die Interaktion für Einsatzkräfte in der Zentrale wie auch im Feld vereinfachen. Im Rahmen des Projekts AUGUR an der TU Darmstadt wurde eine solche proaktive Benutzerunterstützung entwickelt.

AUGUR ist in der Lage den Benutzer bei der Eingabe von Daten zu entlasten, indem es dem Benutzer Vorschläge zur Eingabe unterbreitet (siehe Abbildung 2) oder direkt Eingabefelder für den Benutzer vorausfüllt. Dadurch werden Fehlereingaben reduziert und Daten können schneller übermittelt werden. Für das Vorschlagen von Eingabedaten werden eine Reihe von vorliegenden Kontextinformationen, wie beispielsweise der Aufenthaltsort oder anwesende Personen, herangezogen. Die Zusammenhänge zwischen Kontextinformationen und benötigten Eingabedaten können entweder vormodelliert sein oder von AUGUR durch Beobachtung der Benutzerinteraktion mit der Zeit erlernt werden.

Zudem kann AUGUR durch wiederholte Nutzung erlernen, welche Elemente einer Benutzeroberfläche in einem bestimmten Kontext relevant sind. Dies versetzt AUGUR in die Lage, automatisch eine

Abbildung 2
Proaktive Eingabeunterstützung in AUGUR.

reduzierte Benutzeroberfläche mit den wichtigsten Elementen zu generieren. Dies vereinfacht die Interaktion auf mobilen Endgeräten und kann die kognitive Last des Benutzers weiter reduzieren, was in Stress-Situationen wie Großschadenslagen entscheidend ist.

Selbstorganisierende Infrastruktur

Rettungskräfte im Feld benötigen primär Zugriff auf ihre aktuellen Aufgabenstellungen, relevante Ressourcen und direkten Kontakt zu ihrem Gruppenleiter. Im Folgenden wird beispielhaft eine Anfrage an das Objekt „Bauhof“ an das dezentrale, ad-

hoc erstellte Peer-to-Peer (P2P)-Netzwerk (vgl. Abbildung 2) betrachtet.

Die beteiligten Endgeräte im Feld (z.B. innerhalb eines Fahrzeugs, in der technischen Einsatzleitung oder tragbar in Form eines PDAs) sind Teil des P2P-Netzes und können für Informationsweiterleitung (Routing), Abfragen und zur Datenspeicherung verwendet werden. Diese Kombination der Verwendungsmöglichkeiten ist als „Servent“-Konzept aus der P2P-Technologie bekannt. Servent ist ein Kunstwort, entstanden aus der Kombination der Wörter Server und Client. Nachdem das Endgerät eine Aktion des Benutzers

ANZEIGE



◁ Engineering Your Future ▷

Steigen Sie ein in die globale Welt der Schienenverkehrstechnik

Sind Sie ein(e) erfolgsorientierter(e) Ingenieur/in und möchten an umweltfreundlichen Produkten in einem internationalen Umfeld mitarbeiten?

Ja? Kommen Sie zu uns und machen Sie mit.

Wir suchen am Standort Mannheim innovative

Entwicklungs- und Projektierungsingenieure (m/w)

der Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen hauptsächlich für die Geschäftsbereiche Antriebstechnik, Nahverkehr und Lokomotivbau.

Ihre Anfragen und/oder vollständigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an

Karlheinz.Kelsch@de.transport.bombardier.com
oder kontaktieren uns unter 0621 / 7001-1223

Bombardier Transportation ist ein weltweit führender Hersteller von Schienenverkehrstechnik und Service Dienstleistungen. Zur Produktpalette zählen Fahrzeuge für den Stadt-, Regional-, Intercity- und Hochgeschwindigkeitsverkehr ebenso wie Lokomotiven, Drehgestelle, Antriebs-, Steuer- und Sicherungstechnik.

Aktuelle Stellenangebote finden Sie hier:
www.engineeringyourfuture.jobs oder
www.careers.bombardier.com

The Climate is Right for Trains

BOMBARDIER

Routing in P2P-Netzwerken

Verteilte Hashtabellen werden in P2P-Netzwerken genutzt um Datenobjekten eindeutige Schlüssel in einem definierten Wertebereich zuzuweisen. Dabei ist jeder Netzwerkteilnehmer für einen Teil des Wertebereichs zuständig. Durch Routingtabellen wird sichergestellt, dass jeder Knoten innerhalb von wenigen Suchschritten erreicht werden kann. Die Anzahl der Suchschritte lässt sich in den meisten P2P-Netzwerken durch $O(\log n)$ bzw. $O(\sqrt{n})$ abschätzen. Die nebenstehende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des P2P-Overlay Netzwerks CAN. Jeder Netzwerkteilnehmer nimmt in seiner Routingtabelle die Koordinaten des Wertebereichs und die IP-Adresse seiner direkten Nachbarn auf. Eine Nachricht wird weitergeleitet an den Nachbarn, welcher dem gesuchten Zielbereich am nächsten ist. Dieses Verfahren nennt man Greedy-Routing.

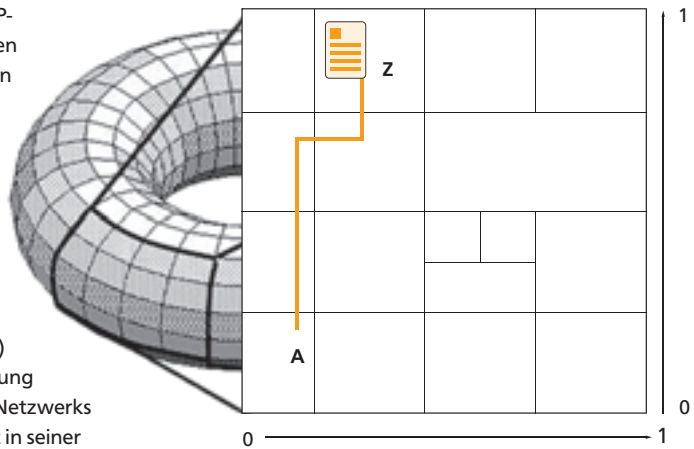


Abbildung 3
Ausschnitt des Schlüsselraumes
einer verteilten Hashtabelle.

entgegengenommen hat, z.B. durch Selektion des Objekts „Bauhof“, wird eine Route innerhalb des Netzwerkes zu dem Endgerät der dafür zuständigen Einsatzkraft gesucht. Das an der TU Darmstadt entwickelte P2P-Verfahren zur dezentralen Datenübertragung tauscht zunächst nur Routingtabellen und Basisinformationen mit anderen Geräten in Reichweite aus. In einem zweiten Schritt wird das Gerät vollständig in das Netz inte-

griert. Die Endgeräte nutzen das dezentrale und autonom arbeitende Netzwerk um Informationen zu finden oder zu veröffentlichen. Soll z.B. das Objekt „Bauhof“ aufgerufen werden, dann wird ein Pfad von dem anfragenden Endgerät zum Zielort innerhalb des P2P-Netzes gesucht. Um den gesuchten Zielort zu bestimmen, nimmt eine Funktion (z.B. die Hashfunktion SHA-1) das Schlüsselwort „Bauhof“ entgegen und generiert eine eindeutige Adresse innerhalb des Netzwerkes, diese dient als wichtigster Anhaltspunkt für die Nachrichtenweiterleitung (siehe Abbildung 3). Ist die Nachricht nach mehreren Übermittlungsschritten beim Empfänger angekommen, überprüft dieser, ob bereits Informationen über das gesuchte Objekt vorliegen und informiert den Absender. Diese nichtprobabilistische Zugriffsmethode und die dynamische Erstellung eines dezentralisierten Kommunikationsnetzwerkes erhöht die Planungssicherheit der Ersthelfer und wirkt dadurch zusätzlich stressmindernd auf die Rettungskräfte.



Max Mühlhäuser ist seit 2000 Leiter des Fachgebiets Telekooperation. Seit 2008 ist er Leiter des Arbeitsbereichs „Sichere Dienste“ des LOEWE-Zentrums CASED.



Dirk Bradler ist Leiter der Gruppe Smart Civil Security am Fachgebiet Telekooperation. Er hat 2010 seine Promotion zum Thema „P2P Concepts for Emergency Response“ abgeschlossen.



Melanie Hartmann ist Leiterin der Gruppe Smart Interaction am Fachgebiet Telekooperation. Sie hat 2010 ihre Promotion zum Thema „Context-Aware Intelligent User Interfaces“ abgeschlossen.



Ralph Bruder ist seit 2005 Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft an der TU-Darmstadt. Seit November 2004 leitete er als Präsident und Geschäftsführer die Zollverein School of Management and Design.

Fazit

Gerade bei Großschadenslagen muss die IKT-Unterstützung als ganzheitlicher Prozess verstanden werden, der sowohl den Menschen, die Interaktions-Schnittstelle als auch die zugrunde liegende Technik berücksichtigt. An der TU Darmstadt gelang durch die konsequente interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Institute im vielschichtigen Bereich der Öffentlichen Sicherheit eine ganzheitliche Analyse der Problemstellung und die Entwicklung eines integrierten Lösungskonzepts mit besonderem Fokus auf der Reaktions-Phase: Das Institut für



Einsatz eines Prototyps zur digitalen Kommunikation in Katastrophenszenarien.

Arbeitswissenschaft Darmstadt analysiert die Auswirkungen von Stress-Situationen auf den Menschen. Daraus ergaben sich besonders hohe Anforderungen an die benötigten Interaktions-Schnittstellen. Das Fachgebiet Telekooperation entwickelte für diese Anforderungen kontextsensitive und lernende Benutzerschnittstellen. Sie versprechen gerade in Extremsituationen eine Entlastung der Ersthelfer und verringern die Wahrscheinlichkeit von Fehleingaben. Aus der P2P-Technologie bekannte Konzepte wurden für die kurzfristige Erstellung eines hochdynamischen und verteilten Netzwerkes am Ort der Großschadenslage verwendet. Dadurch wird digitale Kommunikation ermöglicht und die Planungssicherheit erhöht.

Fachgebiet Telekooperation

Prof. Dr. rer. nat. Max Mühlhäuser
Tel. 06151/16-70922
E-Mail: max@informatik.tu-darmstadt.de

Dr. rer. nat. Dirk Bradler
Tel. 06151/16-6702
E-Mail: bradler@tk.informatik.tu-darmstadt.de

Dr.-Ing. Melanie Hartmann
Tel. 06151/16-4752
E-Mail: melanie@tk.informatik.tu-darmstadt.de
www.tk.informatik.tu-darmstadt.de

Institut für Arbeitswissenschaften der TU Darmstadt (IAD)

Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder
Tel. 06151/16-2987
E-Mail: bruder@iad.tu-darmstadt.de
www.arbeitswissenschaft.de