



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Anwendungen I

Steffen Hinck

RESCUE: Wearable Computer in

Desaster-Szenarien

Steffen Hinck
RESCUE: Wearable Computer in
Disaster-Szenarien

Ausarbeitung eingereicht im Rahmen der Vorlesung Anwendung 1
im Studiengang Informatik
am Studiendepartment Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer : Prof. Dr. Kai von Luck
Zweitgutachter : Prof. Dr. Gunther Klemke

Abgegeben am 20. Juli 2006

Steffen Hinck

Thema der Ausarbeitung

RESCUE: Wearable Computer in Disaster-Szenarien

Stichworte

Rescue, Wearable Computer, Feuerwehr, Sensoren, Kommunikation, Positionsbestimmung, Gebäudebrand, Forschung

Kurzzusammenfassung

Diese Arbeit soll sich mit der zukünftigen Entwicklung im Bereich der Rettungskräfte beschäftigen, in Bezug auf Neuerungen elektronischer und datenverarbeitender Systeme, welche zur Einsatzunterstützung geeignet wären. Es werden zu diesem Thema verwandte Projekte vorgestellt, und die Ziele des neuen Rescue Projektes der HAW aufgezeigt.

Steffen Hinck

Title of the paper

RESCUE: Wearable Computer in disaster-scenarios

Keywords

Rescue, Wearable Computer, Firefighters, sensors, communication, positioning system, fire, research

Abstract

This report is supposed to give an overview in the area of inventive technical and database systems to support rescue squads, like fire fighters. Research projects related to this topic are presented, and the aims of the new Rescue project of the HAW are displayed.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Motivation.....	5
1.2	Wearable Computer.....	5
1.3	Einordnung ins Szenario	5
2	Anforderungen.....	6
2.1	Sammeln von Informationen.....	6
2.2	Auswerten von Informationen.....	6
2.3	Weiterleitung von Informationen.....	6
2.4	Datenanzeige.....	6
2.5	Bedienelemente.....	6
3	Verwandte Projekte.....	7
4	Realisierung.....	8
4.1	Der Helm.....	8
4.2	Das Display.....	9
4.3	Die Anzeige.....	9
4.4	Sensorsystem.....	10
4.5	Kommunikationssystem im Anzug.....	11
4.6	Funkübertragung.....	11
4.7	Anzeigeontrolle.....	11
4.8	Rechnereinheit.....	12
4.9	Energieversorgung.....	12
4.10	Ausblick.....	12
4.10.1	Exoskelett.....	12
4.10.2	Mobile Roboter.....	13
5	Psychologische und formale Barrieren.....	13
6	Das HAW-Rescue Projekt.....	14
7	Literatur.....	15

1 Einleitung

Diese Arbeit soll sich mit der zukünftigen Entwicklung im Bereich der Rettungskräfte beschäftigen, in Bezug auf Neuerungen elektronischer und datenverarbeitender Systeme, welche zur Einsatzunterstützung geeignet wären.

Im speziellen soll hierbei der Nutzen von „Wearable Computer“ anhand des Szenario eines Gebäudebrandes innerhalb eines Chemiewerkes, und den daraus entstehenden Anforderungen, erläutert werden. Im Laufe unserer Bearbeitung teilen wir dieses Szenario in drei einzelne Bereiche auf:

- 1.) Sensorik in Disaster-Szenarien, Autor: Arno Davids
- 2.) Wearable Computer in Disaster-Szenarien, Autor: Steffen Hinck
- 3.) Leitstand für Disaster Szenarien, Autor: Andreas Piening

In dieser Arbeit wird der Teilbereich „2.) Wearable Computer in Disaster-Szenarien“ näher erläutert. Das gewählte Szenario bietet die Möglichkeit auf die Komplexität und den Nutzen des hier vorgestellten Systems näher einzugehen.

1.1 Motivation

Rettungskräfte und Polizeikräfte sind in vielfältigen Situationen Problemen ausgesetzt, die oftmals auf den Mangel an Informationen in gewissen Einsatzgebieten zur Folge haben. Dieses führt zu einer Gefährdung von Menschenleben, wo es in diesem Maße nicht notwendig wäre. An diesem Punkt setzt dieses Projekt an. Es soll einen sicheren Einsatz und eine schnelle Reaktion der Rettungskräfte ermöglichen. Hierfür soll aufgezeigt werden, inwiefern technische Neuerungen in diesem Rahmen nutzbringend eingesetzt werden können.

1.2 Wearable Computer

Wearable Computer sind Computer die man direkt am Körper trägt, wie ein Stück Kleidung, gegeben falls sind sie direkt in diese eingearbeitet. Dieses können Informationen über den Nutzer (Herzfrequenz, ...) liefern, aber ihm auch Informationen zur Verfügung stellen. Es kann eine konstante Kommunikation zwischen dem Nutzer und dem Gerät entstehen, die den Nutzer dennoch nicht in seinen anderen Tätigkeiten einschränkt.

1.3 Einordnung ins Szenario

Der Gebäudebrand in einem Chemiewerk ist auf Grund der vielfältigen Problemstellungen sehr gut für eine Veranschaulichung geeignet. Durch den Brand gibt kann eine Vermischung der Chemikalien stattfinden, und sogar vorher ungefährliche Substanzen könnten eine Gefahr darstellen. Es ist mit einer Kontamination des Umfeldes zu rechnen und ggf. sogar mit Giftstoffwolken welche die größere Umgebung bedrohen, falls nicht schnell gehandelt wird.

In diesem Teilbereich des Gesamtszenarios wird vor allem auf die einzelnen Einsatzkräfte von Feuerwehr, oder anderen Rettungseinheiten eingegangen. Im folgendem werden diese Personen als Rettungskräfte bezeichnet.

Wenn die Rettungskräfte zum Einsatz kommen, liegt bereits ein Disaster vor, welches je nach Präventiv-Maßnahmen und bereits zur Verfügung stehender Informationen mehr oder minder genau definiert ist.

Die Aufgaben liegen hierbei in der Rettung von Menschenleben, als auch in der Behebung der Gefahrensituation (Brand, Chemieunfall,...)

Im speziellen sollen in dieser Arbeit die Ausrüstung und Hilfsmittel erläutert werden, welche wir den Rettungskräften zur Verfügung stellen. Es sollen die Vorteile einer Vernetzung und des Einsatzes modernster Technik gezeigt werden.

2 Anforderungen

Schon vor Eintreffen der Rettungskräfte am jeweiligen Ort des Desasters müssen grundlegende Informationen vorliegen. Diese Informationen belaufen sich auf die Art des Desasters, und den zu erwartenden Bedarf an Rettungskräften.

Die Rettungskräfte vor Ort müssen dazu in der Lage sein dem Leitstand Informationen ihrer direkten Umgebung zur Verfügung stellen, und des weiteren sollen sie auch von diesen, und zusätzlichen, Informationen des Leitstandes profitieren.

Am Ort des Desasters muss die Mobilität der Rettungskräfte gewahrt bleiben, da sie ansonsten nur von eingeschränktem bis gar keinem Nutzen wären. Im wesentlichen lässt sich der Bereich Wearable Computer in 5 Unterbereiche aufteilen, welche für ein vollständig funktionsfähiges System alle umgesetzt werden müssen. Diese Unterbereiche werden in den folgenden Absätzen beschrieben.

2.1 Sammeln von Informationen

Das Sammeln von Informationen stellt eine wesentliche Voraussetzung dieses Szenarios dar. Dieses kann hierbei auf vielerlei Art geschehen. Die wohl einfachste Art, die auch seit langem genutzt wird, ist die Funkverbindung. Die Rettungskraft gibt ihre Eindrücke und Wahrnehmungen ihres jeweiligen Ortes wieder, oder informiert direkt über Besonderheiten, welche gerade angetroffen wurden.

Darüber hinaus sind Sensoren, zu welchen ich hier auch Kameras zähle, von entschiedenem Nutzen, vor allem da sie für die Rettungskraft selber keine Mehrarbeit darstellen. Die Informationsvielfalt wird so erhöht, ohne dass die Rettungskraft in ihrer Tätigkeit behindert wird.

Im speziellen sind für uns Daten von Nutzen, die auf eine Gefährdung der Rettungskraft hindeuten. Daher sind Informationen über den Gesundheitszustand und über nicht sofort erkennbare Gefährdungen wünschenswert. Der Gesundheitszustand kann hierbei z.B. durch die Herz- und Atemfrequenz wiedergegeben werden. Diese beide Werte lassen von außen sehr leicht erkennen, ob derzeit ein Problem für die Rettungskraft vorliegt, über welches der Leitstand ggf. genauere Informationen von der Rettungskraft, oder ihrer Kollegen im Umfeld, anfordern kann.

2.2 Auswerten von Informationen

Die von der Rettungskraft gesammelten Informationen müssen noch vor dem Weiterleiten aufbereitet werden. Dies geschieht um die Daten in eine der Übertragung angemessene Form zu bringen, aber auch um der Rettungskraft ein Teil der Informationen zur Verfügung zu stellen

2.3 Weiterleitung von Informationen

Informationen müssen an die Leitstation, und von dieser zurück an die Rettungskraft übertragen werden. Das System muss dazu in der Lage sein, Datenmengen die gleichzeitig Sprache, Bild und Sensordaten (von aktueller Position bis hin zu den Lebensfunktionen) enthalten zu übertragen.

Dies muss auf Grund der Mobilität der Rettungskraft per Funk erfolgen. Störungen dieses Funksystems sollten vermieden werden, da die Rettungskraft ansonsten an Effektivität einbüßt.

Auf diesem Wege können von der Leitzentrale ebenfalls zusätzliche Informationen übertragen werden, wie zum Beispiel Listen der eingesetzten Chemikalien und Wechselwirkungen selbiger.

Auch gegebenenfalls vorhandene Daten über Positionen einzelner Arbeiter oder rettungskrafftremder Personen innerhalb eines Gebäudes wären solch lohnende Informationen.

2.4 Datenanzeige

Die gesammelten Daten müssen in eine nutzbare Form gebracht werden, welche es der Rettungskraft ermöglicht, den größtmöglichen Nutzen von ihnen zu ziehen. Es soll ermöglicht werden, das man seine Position im Einsatzgebiet, in den meisten Fällen ein Gebäude, genau erkennen kann. Es soll die Möglichkeit gegeben werden, Statusanzeigen von Arbeitsgerät anzuzeigen. Darunter fallen Dinge wie verfügbarer Sauerstoff oder eine Batterieanzeige der Stromversorgung. Es muss gewährleistet sein, dass diese Anzeigen die Rettungskraft nicht unverhältnismäßig belasten oder in ihren Tätigkeiten einschränken. Des weiteren sollte der Energieverbrauch gering gehalten werden, um eine längere Laufzeit des Gesamtsystems in Aussicht zu stellen.

2.5 Bedienelemente

Es müssen der Rettungskraft einfache Bedienelemente zur Verfügung stehen, um gegebenenfalls Informationen einzugeben, oder die anzuzeigenden Informationen auszuwählen. Dies mag zum Beispiel das Verändern eines angezeigten Kamera Fensters sein. So soll es möglich sein, zwischen Nachtsicht, Wärmebildern, oder sogar von Kamerabildern welche vom Leitstand übermittelt wurden, zu wechseln.

Das Anzeigen rettungskraftfremder Bilder mag hierbei für genauere Instruktionen oder Wissensaustausch nötig sein.

3 Verwandte Projekte

Es gibt viele Projekte, die zumindest in Teilbereichen eine Verwandtschaft zu unserem Rescue Projekt aufweisen. Um einen kleinen Überblick zu geben sollen im folgenden einige viel versprechende Projekte vorgestellt werden.

Feuerwehr Chicago:

Die Feuerwehr Chicago stellte nach den Zwischenfällen vom 11. September, bei denen sehr viele Rettungskräfte starben, die Notwendigkeit von Neuerungen fest. Es wurde hierfür ein Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit der Universität Berkeley ins Leben gerufen.

Die Ziele des Projektes ähneln in großen Teilen den von uns angestrebten Zielen. Im Vordergrund dieser Forschung steht ein „Smart Helmet“, welcher den Rettungskräften auch unter widrigen Umständen, wie starker Rauchentwicklung, ermöglichen soll, die Orientierung zu behalten. Zur Positionsbestimmung wird auf ein Triangulationssystem zurückgegriffen, welches anhand von externen, auf Feuerwehrfahrzeugen montierten Antennen operiert.

Diese Informationen werden dann über ein Miniaturdisplay in der Nähe des Auges der Rettungskraft zur Verfügung gestellt.

Neben der Positionsbestimmung soll die Herzfrequenz über Sensoren im Nacken wahrgenommen und dem Einsatzleiter zur Verfügung gestellt werden.

Fraunhofer Institut:

Das Fraunhofer Institut unterhält im Moment ein sehr ähnliches Projekt, mit dem ggf. auch eine Zusammenarbeit möglich wäre. Viele Unternehmen und Universitäten haben beteiligen sich an diesem Projekt. Die Rettungskräfte werden mit Helmdisplays und verschiedenen Sensorsystemen, sowie einer Rechnerneinheit ausgestattet.

Es soll ein Netzwerk aus kleinen Sensoren realisiert werden, die aus kleinen Fächern in den Schuhen der Rettungskräfte fallen. Diese Sensoren, welche etwa münzgroß sind, bauen selbstständig ein Ad-Hoc Netzwerk auf, welches zur Kommunikation der Einsatzkräfte mit dem Leitstand benutzt wird.

Es wird zur Kommunikation der Teilsysteme des Anzugs auf verschiedene Methoden zurückgegriffen, z.B. Bluetooth oder Induktives Gewebe (mehr dazu im Abschnitt Realisierung).

Dieses Projekt ist durch die verfügbaren Ressourcen, die sowohl auf der Kompetenzseite, als auch auf der finanziellen Seite vorhanden sind, sehr attraktiv. Es ist absehbar, dass dieses Projekt bald die ersten Ergebnisse liefert, allerdings besteht auch hier die Gefahr, dass auf Grund der vielen interessanten Teilbereiche, die für die Nutzung wesentlichen Bereiche (z.B. Kommunikation) nicht genug Beachtung erhalten.

NIST Building and Fire Research Laboratory (BFRL):

iBR - intelligent Building Response – (Real-time Remote Building Information for Public Safety)

Bei diesem System handelt es sich im wesentlichen um ein Projekt, das auf Probleme um den Teil des Rescue Szenarios von Arno Davids eingeht. Über eine Standardisierung von Kommunikationsprotokollen und Systemen erhalten die Rettungskräfte Zugriff auf die internen Gebäudesensoren, und dies schon bevor sie am Ort des Geschehens sind. Somit wissen sie bereits im Vorfeld worauf sie sich vor Ort einzustellen haben.

Zu diesen über einen im Haus vorhandenen Server zur Verfügung Informationen gehören unter anderen Brand- und Rauchsensoren, Bewegungsmelder und Sicherheitskameras.

Am Ende dieses Projektes soll kein Produkt stehen, sondern eine Sammlung an Kommunikationsstandards, welche den Informationsaustausch zwischen dem Gebäude und den Rettungskräften ermöglichen.

Zu diesem Zweck wurde ein Kommunikationsprotokoll entwickelt, welches in diesem Bereich nun einen Standard darstellen soll. Es trägt den Namen „BACnet“ (Building Automation Controls Network).

So interessant dieses System auch ist, so wird man bei dessen Umsetzung dennoch vor Probleme gestellt. Denn für eine Nutzung, müssen sehr viele Daten offen gelegt werden, die eine dadurch für das Unternehmen eine Gefährdung darstellen können. So muss z.B. sichergestellt sein, dass nicht jeder auf diese Daten zugreifen kann, sondern nur Rettungskräfte im Rahmen eines Einsatzes. Viele Unternehmen werden ohne gesetzliche Vorschriften und Zwänge jedoch vor einer solchen Offenlegung zurückschrecken. Die ersten

Schritte in diese Richtung sind allerdings bereits unternommen, da durch den Zwischenfall vom 11. September in den USA alle Gebäude einer gewissen Stockwerkzahl ihre Baupläne in digitaler Form den Rettungsdiensten zur Verfügung stellen müssen.

Ein auch jetzt schon erkennbarer Nutzen stellen die Studien dar, die durch dieses Projekt entstanden sind. Sie handeln unter anderem über die Informationsgewinnung in einem solchen Szenario, und auch darüber, welche Informationen von den Einsatzkräften benötigt werden. Im Quellenverzeichnis sind hierzu Links zu diesen Studien zu finden.

Bedienungsanleitungen:

Derzeit gibt es ein unter anderem von Microvision angestoßenes Projekt, welches eine „augmented reality“ für Wartungsarbeiten einsetzen will. Mittels eines Displays (in diesem Falle ein VRD) wird über das über das Bild der normalen Welt ein Bild mit Anweisungen gelegt. Hierbei werden z.B. die Schrauben hervorgehoben, die festgezogen werden müssen, aber auch komplexere Schritte sind möglich. Ein solches System würde ein schnelles Anlernen geschulten Personals an neue Geräte ermöglichen, aber es könnte genauso von Rettungskräften in Notfallsituationen eingesetzt werden, wenn es z.B. darum geht einen Sicherungskasten schnell instand zu setzen.

Dieses Projekt bietet interessante Möglichkeiten, eignet sich aber vorerst wohl nur für den begrenzten Einsatz in Fabrikanlagen, in denen man firmeneigene Geräte warten muss. Denn es muss für jedes so zu wartende Gerät eine Entsprechende Anleitung vorhanden sein, etwas was zumindest in den nächsten Jahren noch nicht in Sicht ist. Diese Anleitungen stellen trotz allem noch immer einen nicht rentablen Mehraufwand für die Hersteller dar.

4 Realisierung

Dieses Kapitel wird aufzeigen wie die Anforderungen durch die uns zur Verfügung stehende Technik am besten umgesetzt werden kann. Es sollen hierbei nutzbare Technologien vorgestellt werden, und Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie man diese Technologien am besten zu einem Gesamtsystem verbinden kann. Im Mittelpunkt dieser Technologien steht die Rettungskraft, welche aus den Teilbereichen nur von einigen aktiv gebrauch macht. So wird er sich selber nie mit dem Sensorsystem, oder dem Kommunikationssystem im Anzug beschäftigen, aber dennoch von den gelieferten Daten profitieren.

Die Rettungskraft hat nach Systemstart die Möglichkeit mit dem Leitstand zu kommunizieren. Auf einem Display werden zusätzliche Informationen angezeigt, welche er mittels der Steuerung am Handgelenk beeinflussen kann. Zu diesen Informationen können z.B. die Druckanzeige der Pressluftatmer oder aber ein Wärmebild der betrachteten Region gehören.

4.1 Der Helm

In diesem Szenario soll der Helm über seine bloße Schutzwirkung hinaus dementsprechend erweitert werden, dass er eine Vielzahl an Services zur Verfügung stellt.

Während des letzten Jahrzehnts gab es ständig Neuerungen in vielerlei Hinsicht. So wurden durch die voranschreitende Materialwissenschaft neue, stabilere Helme mit einer größeren Schutzwirkung entwickelt. Vor allem im Militärssektor hat das wearable computing hier Einzug gehalten. Im letzten Golfkrieg waren Teilbereiche der amerikanischen Streitkräfte bereits mit Helmkameras und einer integrierten Funkverbindung ausgestattet.

Optimal für dieses Projekt sollte der Helm einige Eigenschaften neben seiner Schutzwirkung haben: Ein Display (siehe nächstes Kapitel), zwei Helmkameras, jeweils eine für ein normales und eine für ein Wärmebild, und eine Lichtquelle zur Beleuchtung des Einsatzortes. Was hier auf den ersten Blick als sehr viel erscheint, lässt sich in Größe und Gewicht, durch den heutigen Stand der Technik, leicht relativieren.

Die einfache Kamera würde in erster Linie dazu dienen, den Leitstand mit Informationen zu versorgen. Es ist auch denkbar, diese Bilder für eine Sichtverstärkung zu nutzen, auf die die Rettungskräfte bei schlechter Sicht zugreifen können.

Wie aus Gesprächen mit Feuerwehrleuten zu erfahren war, wären die Lichtquellen am Helm alleine schon sehr vorteilhaft, da zur Zeit am Helm oftmals einfach eine Taschenlampe befestigt wird.

Ein Wärmebild des Einsatzortes würde interessante Vorteile bieten, auf welche Rettungskräfte auch heute schon zugreifen. Hierzu zählen die Brandherd suche, oder auch die Personensuche in nicht offen einsehbaren Einsatzgebieten. Die derzeit von Rettungskräften mitgeführte Wärmebildkameras sind allerdings nur bedingt für den Einsatz geeignet, da sie ständig in der Hand gehalten werden müssen, und somit die Rettungskraft über die Maßen hinaus behindern.

Es gibt bereits Beispiele dafür, wo Helme mit einer Wärmebildkamera ausgerüstet würden. Als Beispiel hierfür sei das „Pit Viper“ System des Unternehmens „First Choice Armors“ genannt. Es wurde für den Polizeieinsatz konzipiert und stellt das Wärmebild über ein Miniaturdisplay dem Helmträger zur Verfügung.

4.2 Das Display

Das Display dient in unserem Szenario dem Zweck, sich die zusätzlichen Informationen (Wärmebild, Gebäudeplan,...) nutzbar zu machen.

Auch heute schon wird in vielen Bereichen diese Art der Informationsanreicherung betrieben. Fahrzeugführer können auf herunterklappbare Nachtsichtgeräte zugreifen und Piloten profitieren von den Vorzügen der HUD Displays, welche sie mit zusätzlichen Informationen über ihr Flugzeug, die Gegend oder den Feind versorgen.

In einem Rescue Szenario lassen sich ebenfalls diese Möglichkeiten nutzen und erweitern.

Derzeit gibt es mehrere Arten von Projektionstechniken und Anzeigetechniken, die sich in ihren Einsatzbereichen durchgesetzt haben.

An dieser Stelle wird auf die Erläuterung der meisten Techniken verzichtet, da ihr Nutzen im Rahmen des festgelegten Szenarios eher fraglich ist. Zwei für unser Problem in Frage kommende Techniken sollen im folgenden kurz erörtert werden.

Eine der viel versprechenden Techniken ist das VRD, das Virtual Retina Display (Netzhautprojektion). Es handelt sich hierbei um eine Projektionsart, welche mittels eines Schwachen Lasers ein Bild direkt auf die Netzhaut abbildet.

Dadurch kann ein sehr hoch auflösendes Bild bei einem sehr geringen Energieaufwand erreicht werden. Es besteht hierbei auch die Möglichkeit, die Bilder dreidimensional zu gestalten, wobei sich diese Art der Darstellung noch in der Entwicklung befindet.

Es gibt jedoch zwei wesentliche Nachteile dieses Systems. Zum einem ist es ein finanziell stark belastendes System, das zwar sehr gute Qualität bietet, jedoch zu einem hohen Preis. Zum anderen muss gewährleistet sein, dass der Projektor in seiner Position zum Auge nicht verrutscht, etwas, das in Rettungseinsätzen mit der einhergehenden Belastung nur schwer garantiert werden kann.

Eine sehr viel kostengünstigere Alternative stellt TLCD dar, ein transparentes Liquid Crystal Display. Ein solches System wäre direkt in den Sichtschutz des Helmes eingearbeitet, und stellt daher kein Problem bei der Fixierung dar. Allerdings erreicht TLCD nicht die gleiche qualitative Auflösung wie ein VRD.

Wie es bereits zu erkennen ist, gibt es vielfältige Anzeigetechniken zwischen denen man am Ende abwägen muss. VRD und TLCD wurden hier vorgestellt, da es sich bei ihnen um Systeme handelt, die die praktischen Rahmenbedingungen erfüllen. Sie behindern den Träger nicht übermäßig (Gewicht, Größe), stellen moderne technische Entwicklungen dar, und zeichnen sich durch eine für dieses Projekt mögliche Finanzierbarkeit aus.

Auch wenn in den ersten Versuchen auf ein einfaches Head mounted Display zurückgegriffen wird, würde es sich in späteren Einsätzen als zu störend erweisen, da die normale Sicht trotz allem noch immer stark eingeschränkt wird.

4.3 Die Anzeige

Neben der Projektionstechniken stellt sich natürlich die Frage, was man mit diesen Techniken anzeigt.

Auch in bisherigen Projekten aus dem Militärbereich verwendeten die Entwickler sehr viel Augenmerk darauf, inwiefern sie den Piloten mit Zusatzinformationen unterstützen wollen. Welche Informationen sind hilfreich, welche schaffen unnötige Verwirrung im falschen Moment.

Beim Display besteht die große Herausforderung darin es so zu konzipieren, dass die Rettungskraft mit allen nötigen Informationen versorgt wird, ohne sie durch diese Informationen unnötig zu belasten. Da die Rettungskräfte zumindest in der Anfangsphase nicht an die Systeme gewöhnt sind, besteht die Gefahr, sie einer Reiz- und Informationsüberflutung auszusetzen. Auch die Behinderung der Sicht sollte hier eine Rolle spielen, da durch die Anzeigen, Teile der wirklichen Welt überlagert werden.

Man kann bei der Anzeigenkonzeptionierung nur teilweise auf bestehende Ergonomiestudien zurückgreifen, da die meisten dieser Studien aus dem Militärbereich stammen, und daher für uns nur bedingt einsehbar sind. Die wenigen gefundenen Studien in diesem Bereich erwiesen sich für unser Szenario als nur bedingt nutzbar, da diesen Studien andere Rahmenbedingungen zugrunde lagen.

Es wird die Möglichkeit bestehen, dass jede Rettungskraft ihr Display individuell konfigurieren kann, und ihr mehrere Profile und Ansichten zur Auswahl stehen. Durch einfaches drehen des Bedienrades ist es möglich das Thermalsichtfenster, oder auf eine Kameraansicht, welche ihm gerade durch den Leitstand zur Verfügung gestellt wird, hinzu zu schalten.

Es sollte dennoch nicht möglich sein auf gewisse Informationen zu verzichten. So kann eine nicht vorhandene Gebäudeansicht mit der eigenen Position sich als lebensbedrohlich für die Rettungskraft herausstellen, vor allem bei sehr schlechten Sichtverhältnissen. Mit der Anzeige der verbleibenden Atemluft, falls ein solches System genutzt wird, verhält es sich sehr ähnlich.

Es wird eine Möglichkeit für ein adaptives Anzeigesystem bestehen. Darunter ist hier im speziellen zu verstehen, dass nur Informationen angezeigt werden, die auch benötigt werden. So ist es recht zweckfrei die verbleibende Luft anzuzeigen, wenn kein Flaschensystem in Betrieb ist.

4.4 Sensorsystem

Um dieses Gesamtszenario nutzbar zu machen brauchen wir ein Sensorsystem, welche uns mit verfügbaren Daten beliefert. Im optimalen Falle kann man auf ein bestehendes Sensorsystem zurückgreifen, welche bereits vor Ort in Betrieb ist. In einer Fabrikanlage liegt oft schon ein Brandschutzsystem vor, welches die Lokalisierung eines Brandes ermöglicht.

In fast allen industriellen Anlagen gibt es Sensoren, auf deren Daten zurückgegriffen werden kann. Es kann sich um z.B. Strahlungssensoren, chemischen Sensoren oder auch Kameras handeln.

An dieser Stelle soll hauptsächlich auf Sensoren, welche sich an der Rettungskraft befinden, eingegangen werden.

Sensoren am Anzug:

Hier wären zum einen die Sensoren zu nennen, welche den Gesundheitszustand der Rettungskraft (Life-Monitoring) dokumentieren. Als wichtigste Kenndaten seien hier die Herz- und die Atemfrequenz zu nennen. Beide können sehr leicht mit den in der Medizin üblichen Sensoren erfasst werden und stellen daher in der Umsetzung kein Problem da. Die Sensoren sollten in der Umgebung des Brustkorbes liegen, da hier eine Störung des Sensors durch Fremdeinflüsse mit geringerer Wahrscheinlichkeit auftreten wird.

Als eine weitere nicht direkt erkennbare Gefahrenquelle sei hier radioaktive Strahlung angeführt. Sie wird auch bereits jetzt mit Hilfe so genannter Filmdosimeter gemessen, welche sich über Strahlungseinfall verfärben. Jede Rettungskraft darf während ihrer gesamten Laufbahn nur einer bestimmten Strahlenmenge ausgesetzt werden und wird danach von allen Einsetzen, bei denen gefährdende Strahlung auftritt, freigestellt. Mittels elektronischer Sensoren und der Anbindung an den Leitstand könnte über dieses innerhalb einer Datenbank geschehen.

Mit den Drucksensoren der Pressluftatmer verhält es sich sehr ähnlich. Derzeit muss in der Bundesrepublik Deutschland immer eine Rettungskraft abgestellt werden, die den aktuellen Druckstand protokolliert. Dieser Stand wird von der Rettungskraft in etwa alle 5 Minuten druchgegeben. Dieser Prozess wäre mit Sensoren wieder leicht zu automatisieren. Beim Unternehmen „Dräger Safety“ wird an solchen automatisierten Systemen bereits gearbeitet, so dass wir im Rahmen unseres Projektes nur auf bestehende Technologien zugreifen müssen.

Positionsbestimmung in Gebäuden:

Als erste Möglichkeit für die Positionsbestimmung biete sich GPS an. Jedoch erweist sich das GPS System leider als nicht nutzbar, sobald sich die Rettungskraft in einem Gebäude befindet.

Wenn man nicht auf ein in der Chemanlage vorinstalliertes Positionsbestimmungssystem (z.B. Criquet, erläutert in anderen Ausarbeitungen dieses Semesters) zurückgreifen kann, und auch die Möglichkeit einer Ortung mittels eines GPS Systems begrenzt ist, so muss man sich ein System entwickeln, welches man überall bei Einsätzen nutzen kann.

Eine Technologie, welche derzeit in ähnlichen Ansätzen erprobt wird, stellt ein Triangulationssystem dar. Die Universität Berkeley in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr von Chicago testet derzeit, inwiefern sich ein solches System als für Gebäude nutzbar erweist.

Dieses System wird durch 3 „Beacon“ Sender verwirklicht. Es wird hierbei auf die gleichen Prinzipien zugegriffen, welche auch schon bei GPS Systemen zur Anwendung kommen, nur das die Sendeleistung dieser Sender innerhalb des Gefahrenumfeldes um ein vielfaches stärker wäre, als ein bestehendes GPS System.

Ein Empfänger, welcher an der Ausrüstung der Rettungskraft befestigt ist, würde nun stetig die aktuelle Position errechnen und den Leitstand senden können.

Des Weiteren muss natürlich eine Anbindung über den Leitstand an ein bestehendes Sensorsystem ermöglicht werden. So kann man zum Beispiel die eigene Positionskarte um Daten über Aufenthaltsorte zu rettenden Arbeiter erweitert (z.B. anhand Positionssystemen in Armbändern, ID Karten))

Ein großer Vorteil eines Positionssystems wäre, dass die Rettungskraft ihre eigene Position innerhalb des Gebäudes kennt. In Verbindung mit einem angezeigten Gebäudeplan kann dadurch die Orientierung auch bei sehr schlechten Sichtbedingungen gewährleistet wäre. Auf diese Weise kann auf die umständlichen Leinen verzichtet werden, die derzeit jedem Feuerwehrmann den Rückweg sichern.

Sensoren in Gebäuden:

Über den Leitstand können der Rettungskraft auch Informationen der internen Gebäudesensoren zur Verfügung gestellt werden. Über die Positionskarte kann so erkannt werden, in welchen Bereichen des Gebäudes sich ggf. ein Feuer ausbreitet.

Die Sicherheitskameras liefern dem Leitstand ebenfalls Informationen, anhand derer die Rettungskräfte auf den besten noch begehbaren Wegen zum direkten Problembereich geführt werden können.

Doch auf die Gebäudesensoren und den Leitstand soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Hierfür sind die Ausarbeitungen von Arno Davids und Andreas Piening im Rahmen des Rescue Projektes heranzuziehen.

4.5 Kommunikationssystem im Anzug

Die einzelnen Systeme des Anzuges müssen alle mit der zentralen Rechereinheit verbunden werden. Um hier eine Kommunikation aufzubauen hat man verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen bieten sich hier drahtlose Kommunikationsarten wie z.B. Bluetooth oder Zigbee an.

Als drahtbasierende Kommunikation würde sich CAN eignen, vor allem da es genau wie Bluetooth bereits seit langem erprobt ist. Dadurch lassen sich bei diesen beiden Kommunikationssystemen unnötige Fehler bei der Umsetzung vermeiden. Es gibt des Weiteren Studien über die Leistung und den Energieverbrauch solcher Systeme.

Ein anderes sehr interessantes System wird vom Fraunhofer Institut verfolgt. Es handelt sich hierbei um Leitendes Gewebe zur induktiven Kommunikation. Hierbei sind kleine Drahtleitungen direkt in den Stoff eingewoben, welche dann zur Kommunikation der einzelnen Systeme genutzt werden. Da sich dieses System aber noch in der Entwicklung befindet, sind derzeit keine näheren Informationen welchen Einfluss von Störgrößen auf die Kommunikation haben.

4.6 Funkübertragung

Zur Funkübertragung eignet sich neben den anderen Mobilfunknetzen derzeit UMTS am besten. Durch UMTS wird eine hohe Bandbreite und Reichweite sichergestellt. Es kann als eine sehr direkte Verbindung zum Leitstand genutzt werden. Allerdings stellen Metallwände ein Problem für UMTS dar. Um späteren Kommunikationsausfällen entgegen zu wirken, kann man hier auf ein zusätzliches WLAN Netz zurückgreifen, sobald die Leitzentrale über UMTS nicht erreichbar ist. Dieses WLAN Netz ist im optimalen Falle schon direkt am Einsatzort vorhanden.

Alternativ hierzu könnten auch mobile Accesspoints hierfür genutzt werden. Diese würden dann am Einsatzort von den Rettungskräften an kritischen Stellen positioniert werden.

Am Ende soll ein möglichst störunanfälliges System stehen, das auch unter extremen Bedingungen funktioniert.

4.7 Anzeigekontrolle

Für die Anzeigekontrolle soll auf ein kleines „Armband“ zugegriffen werden. Es ist hierbei darauf zu achten, dass dieses Bedienelement möglichst minimalistisch gehalten wird, um auch in Gefahrensituationen eine unkomplizierte Bedienung zu ermöglichen.

Ein Kontrollarmband wurde hierbei als Bedienelement ausgewählt, da es sich stets in einer einfach zugänglichen Position befindet. Es war darauf zu achten, dass die Rettungskraft im Einsatz möglichst schnell ihre Hände frei einsetzen kann. Daher schieden Bedienelemente, welche in der Hand gehalten werden müssen für eine spätere Verwendung aus.

Optimalerweise beschränkt man sich auf ein Funktionalitäten bereits existierender Eingabegeräte. Als Vorbild soll uns hierbei die Maus dienen. Sie verfügt über ein kleines Drehrad, einer über veränderbaren Zeigerposition und zwei Tasten.

Dieses Modell lässt sich auf das „Kontrollarmband“ anwenden. Neben einem integrierten Drehrad benötigt es 2 Tasten und ein Touchpad, wie es in Notebooks zum Einsatz kommt. So ist eine einfache und intuitive Steuerung nach einer Systemeinführung gewährleistet. Das Touchpad würde nur in Erweiterten Funktionen zum Einsatz kommen, wenn es z.B. auch einzelnen Rettungskräften erlaubt werden soll, ihre geplante Route visuell für andere offen zu legen. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass die Rettungskräfte im Allgemeinen schwere Handschuhe tragen. Dies stellt besonders für die Nutzung eines Touchpads ein Problem da.

Vor Einsatzbeginn erhält jede Rettungskraft die Möglichkeit, für sich selber individuelle Profile mit verschiedenen Anzeigearten zu erstellen. Zwischen diesen „Teilprofilen“ besteht für ihn die Möglichkeit mittels des Drehrades zu wechseln. Diese Profildaten werden unter der entsprechenden ID der Rettungskraft im Leitstand gespeichert und vor Einsatzbeginn an die entsprechende Rechneinheit der Rettungskraft übermittelt.

4.8 Rechnereinheit

Die Rechneinheit erledigt in diesem System mehrere Aufgaben. Zum einen bereitet es die erfassten Messdaten auf, so dass sie in eine nutzbare Form gebracht werden. Anschließend müssen diese Daten zum Leitstand übertragen werden, und teilweise auf dem eigenen Display angezeigt werden.

Somit kann man die Aufgaben der Rechneinheit in 3 grobe Unterpunkte aufteilen:

Datenerfassung und Datenaufbereitung, Steuerung der Kommunikation zum Leitstand, Displaysteuerung.

Anhand dieser Aufgaben muss die Rechenleistung und der damit vorhandene Energieverbrauch bemessen werden.

Der Rechner würde sich praktischerweise am Gürtel des Anzuges befinden. Somit ist er möglichst klein und leicht zu halten, damit die Rettungskraft während des Einsatzes durch ihn nicht gestört wird.

Wenn man bedenkt, in welchem Maße die Rechner in den letzten Jahren geschrumpft sind, sollten sich hier für uns zumindest was Leistung und Größe angeht, keine unlösbaren Hindernisse auf tun.

4.9 Energieversorgung

Ein wichtiger Punkt bei der Realisierung stellt die Energieversorgung dar. Er wurde hier ans Ende des Kapitels gesetzt, um dem Leser vorher einen Überblick über die zu versorgenden Systeme zu geben.

Auf Grund der benötigten Mobilität der Einsatzkräfte wird in diesem Punkt auf eine Batterieversorgung zurückgegriffen werden müssen. Hierbei muss nun ein Kompromiss zwischen der Leistung, der Größe und dem Gewicht gefunden werden.

Des weiteren muss ein Konzept ermöglicht werden, dass bei schwindenden Batteriestand ein Prioritätensystem hinzu schaltet. Weniger nützliche Daten würden vielleicht nicht mehr übertragen werden, Sensoren nicht mehr ausgelesen. Das System des Anzuges würde sich komplett auf die wichtigen Aufgaben konzentrieren, welche im Allgemeinen der Rettungskraft nur alle Hilfsmittel zum verlassen des Gebäudes (Positionssystem, Gebäudeplan, Funksystem) lassen würden.

Derzeit stellen Lithium Ionen Polymer Akkus die beste für uns nutzbare Energieversorgung dar. Sie sind sehr leicht, und liefern zur gleichen Zeit eine verhältnismäßig hohe Leistung.

4.10 Ausblick

In diesem Abschnitt soll ein kleiner Ausblick auf die Zukunft gegeben, auf Projekte die sich noch in der Entwicklung befinden, aber trotzdem schon erwähnenswert sind. Es soll aufgezeigt werden in welche Richtungen sich ein Rescue Szenario noch entwickeln könnte.

Im Folgenden sollen hier die Anwendung von Exoskeletten und Mobilen Robotern für Rettungseinsätze erläutert werden.

4.10.1 Exoskelett

Schon seit langem träumen vor allem Militärforscher von einem funktionsfähigem Exoskelett, einem „Anzug“ der die Menschlichen Kräfte verstärkt oder sogar in der Lage ist ihre Reflexe verbessern. Wo das Militär sich einen Supersoldaten wünscht

Auch in zivilen Einrichtungen, wie zum Beispiel der Notfallrettung, wäre ein solches Exoskelett von großem Nutzen. Es würde den Rettungseinheiten Kräfte verleihen, die dazu beitragen könnten eingeklemmte Personen zu befreien, Bewusstlose aus Gefahrensituationen zu befreien, oder die Kondition der Einsatzkräfte zu verbessern.

Ein führender Forscher in diesem Bereich ist Shunji Moromugi von der Universität in Nagasaki.

Von ihm und seinem Team wurde ein Exoskelett unter dem Namen Power-Pants entwickelt. Sensoren registrieren die Muskelaktivitäten und aktivieren künstliche Muskeln. Es gelang ihnen sogar über Ultraschalltechnik das zu erwartende Kraftaufkommen zu bestimmen. Diese „Vorhersage“ kann im Moment als bestenfalls grob eingestuft werden. Derzeit arbeitet die Universität von Nagasaki an Algorithmen, welche den zu erwartenden Kraftaufwand präzise bestimmen können.

Exoskelette stellen Ausrüstung da, die in ihren Anwendungsgebieten unschätzbare Vorteile bringen würden. Dennoch muss an dieser Stelle gesagt werden, dass jede praktische Anwendung für dieses Szenario noch in weiter Zukunft liegt. Die Ansätze sind allerdings sehr viel versprechend. Obwohl man ihre Entwicklung im Auge behalten sollte, macht es dennoch im Moment noch keinen Sinn, über eine Einbindung in das Rescue Szenario nachzudenken.

4.10.2 Mobile Roboter

In Gefahrensituationen wird stets versucht menschliches Leben zu schützen und nur dort zu gefährden wo es sich nicht vermeiden lässt. Derzeit gibt es viele Ansätze, wie man mobile Roboter am besten einsetzen könnte. Ihre Aufgabenbereiche gehen von der Entschärfung oder gezielten Sprengung von Bomben, bis hin zu Löscheinsetzen in Hochhäusern. In Szenarien der Feuerwehr von Chicago kamen hierbei Löschdronen zum Einsatz, die mittels Fernsteuerung von außen an die Brandherde herangeführt wurden, und von dort dann automatisch tätig wurden.

Mobile Roboter bieten viele Vorteile, und es werden auch schon die ersten ferngesteuerten Roboter eingesetzt. Bis zur Nutzung autonomer Roboter wird es noch einige Zeit dauern. Die technische Umsetzung ist hier nur eines der Probleme, aber eines, das zu lösen ist. Aber auch hier gibt es gesetzliche Richtlinien einzuhalten. Nicht zuletzt die Frage, wer für folgenschwere Fehler dieser Geräte die Haftung übernehmen müsste, entscheidet über die letztendliche Nutzung in Einsätzen. Daher werden hier vermehrt ferngesteuerte System eingesetzt werden, bevor es zu den ersten autonomen Systemen kommt.

Mobile Roboter stellen eine interessante Möglichkeit dar, das Projekt zu erweitern, doch sollte man im Moment davon absehen, bis sich der Rest des Projektes auf einem veritablen Stand befindet. Ansonsten bestünde die Gefahr, die eigentlichen Ziele des Projektes aus den Augen zu verlieren.

5 Psychologische und formale Barrieren

Ein wichtiger Punkt auf den geachtet werden muss, sind die vorherrschenden Hierarchien und Vorschriften. Es wäre fatal wenn am Ende des Projektes ein System steht, welches zwar alle Ideen der beteiligten Mitarbeiter umsetzt, aber dafür seine Anwendbarkeit verloren hat. In diesem Falle wäre nur noch der wissenschaftliche Reiz, aber keine Praktische Anwendung mehr vorhanden. Man muss trotz allem Befehlsketten und Verantwortlichkeiten sicherstellen, wenn dieses Projekt Erfolg haben soll.

Ein weiteres Problem in diesem Rahmen, was nicht zu einem direkten Scheitern des Projektes führen kann, aber dennoch letztendlich einen Teilerfolg zunichte machen würde, ist die fehlende Akzeptanz der neuen Technik bei den Einsatzkräften. Ihr Einsatz stellt neue Anforderungen an die Rettungskräfte. Hierzu zählt zum Beispiel die erhöhte Aufnahmefähigkeit die durch die zusätzlichen Informationen erforderlich ist.

Um dieses Akzeptanzproblem zu minimieren, wäre es förderlich, diese Änderungen nach und nach einzuführen/ zu nutzen. So bringt es zum Beispiel viele Vorzüge, den Druck in den Pressluftatmern in gewissen Intervallen automatisch an den Leitstand zu übertragen, anstatt diese Daten wie im Moment, ständig selber per Funk an einen Schreiber zu übertragen. Diese so freigewordene Einsatzkraft (Schreiber) könnte nun wieder anders eingesetzt werden.

Von dieser Einführung ist es nur ein kleiner Schritt dazu zusätzliche Daten der Lebensfunktionen und schließlich ein Kamarabild zu übertragen.

6 Das HAW-Rescue Projekt

In diesem Projekt geht es darum, am Ende aus einer Vision ein vorzeigefähiges und einsatzfähiges System zu entwickeln. Die ersten Schritte werden teilweise Umsetzungen einzelner Bereiche darstellen, welche als ein reales Modell der späteren Systeme dienen soll. Hierbei wird zum Beispiel vorerst ein einfaches Head-mounted Display als Anzeigemedium dienen. Es soll auf diese Weise verdeutlicht werden, dass wir mittlerweile einen Stand der Technik haben, der über eine theoretische Arbeit hinausgeht.

Daher wird dieses Modell bei den ersten Versuchen und Teilschritten alles das System aus unserer Vision darstellen, da es die Rahmenbedingungen noch nicht erfüllt. So würden die einfachen Komponenten niemals den Umweltbedingungen wie z.B. der Temperatur standhalten können.

Bereits jetzt sind ein Besuch der Feuerwehrleitzentrale, des Schulungsgeländes, und Befragungen/Gespräche mit Feuerwehrleuten geplant. Das Schulungsgelände eignet sich perfekt für die ersten Feldtests, da man hier mit der Realität nahen Bedingungen (Rauch, Hitze) konfrontiert wird.

Für die endgültige Umsetzung in ein Endsystem würde sich die Zusammenarbeit mit einem Unternehmen (z.B. Dräger Safety) eignen, welches sich auf Ausrüstung von Rettungskräften spezialisiert hat. Die hier zur Verfügung stehenden Ressourcen und Erfahrungen würden sich als einen unschätzbaren Gewinn für das Projekt erweisen.

Auch eine Zusammenarbeit mit anderen Projekten mit der gleichen Zielsetzung ist etwas, das wir verfolgen sollten. Der Vorteil hierbei wäre, dass durch die Zusammenarbeit vieler Forscher, das Projekt stark an Umfang gewinnen würde, was sich dennoch nicht negativ auf die Entwicklungszeiten auswirkt. Dieser Kompetenzzuwachs würde sich auf viele Bereiche erstrecken, die sogar über den Projektrahmen hinausgehen. Einen viel versprechenden Partner für eine Zusammenarbeit stellt hierbei das Fraunhofer Institut dar.

Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass wir uns innerhalb des großen Projektes behaupten. Durch die sinkende öffentliche Anerkennung der Einzelleistungen besteht die Gefahr in der Masse der Forschungsteilnehmer aufzugehen.

Die Schwachstellen dieses Projektes, welche ein Scheitern hervorrufen könnten, sind zum einen in der Kommunikation zu finden. Hiermit ist zum einen die Kommunikation zum Leitstand gemeint, aber auch die Kommunikation der Teilsysteme untereinander.

Daneben liegen die Probleme vor allem auf finanzieller Seite, denn ein vollständiges Projekt bedarf wie so vieles der Finanzierung.

Die technischen Teilbereiche die für die Umsetzung notwendig sind, wurden bereits zum Teil abgedeckt, so dass z.B. schon Sensoren verfügbar sind, welche auch unter sehr hohen Temperaturen noch funktionsfähig sind. Es gilt nun sicherzustellen, dass auch für die restlichen Teilsysteme diese Rahmenbedingungen erfüllen. Die Rechneinheit stellt z.B. noch ein Problem dar, da die wenigsten Rechner dafür konzipiert sind, unter extremen Bedingungen zu arbeiten.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass durch die Veränderung der Auffassung zur Technik in den Menschen, den Rettungskräften viele neue Möglichkeiten eröffnet werden. Die bisweilen zwiespaltene Meinung zum Einsatz von technischen Neuerungen innerhalb von Rettungseinsätzen wurde in den letzten Jahren durch Ereignisse wie die Anschläge vom 11. September nachhaltig verändert. Wo vorher Skepsis herrschte, ist man nun aufgeschlossen. Es besteht ein Bedarf an Forschung in diesem Bereich, was nicht nur durch die bisherigen Nachforschungen, sondern vor allem durch die vielen artverwandten Projekte deutlich wurde.

7 Literatur

Aircraft display systems

Verfasser: Malcolm Jukes; Erschienen: London: Professional Engineering Publ., 2004

Anwendungsentwicklung für den Pocket-PC : [mobile Technologien]

Verfasser: Peter Salvatori Erschienen: Düsseldorf : Data Becker, [2005]

Mobile Anwendungen

Verfasser: Franz Lehner; Andreas Meier; Henrik Stormer (Hrsg.); Erschienen: Heidelberg : dpunkt-Verl., 2005

Total vernetzt : Szenarien einer informatisierten Welt

Verfasser: Friedemann Mattern (Hrsg.) Erschienen: Berlin [u.a.] : Springer, 2003

Andere Quellen

Draeger (Ausrüstung für Rettungskräfte)

<http://www.draeger.com/>

VRD Technologie

<http://www.microvision.com/>

http://www.cs.nps.navy.mil/people/faculty/capps/4473/projects/fiambolis/vrd/vrd_full.html

Berichte über ähnliche Rescue Projekte

<http://www.coe.berkeley.edu/forefront/fall2003/helmet.html>

http://www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok_ID=82&Sp=1&MID=520

http://www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok_ID=65&Sp=1&MID=528

http://www.ife.ee.ethz.ch/~oam/publications/Lukowicz2004-IEEE_P_ICRA.pdf

Wearable Computing

<http://www.wearable-computing.de/>

<http://www.wearitatwork.com/>

<https://www.cs.tcd.ie/courses/mscmm/2005/lectures/research/wearable2004.pdf>

<http://www.eurescom.de/~pub/incoming/wwrf/VWRF15-SIG3-timmgiel-self-config-csm-wearable-03.pdf>

<http://www.tzi.de/~hwitt/data/witt05-iswc05.pdf>

Universtität Nagasaki

<http://www.eng.nagasaki-u.ac.jp/english/indexe.html>

Intelligent Building Response

<http://www.bfrl.nist.gov/ibr/>

Helm mit integrierter IR Kamera und Display

www.firstchoicearmor.com/html/docs/PIT%20VIPERT.ppt

Studie über notwendige Informationen bei Rettungskräften

<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05017.pdf>

Sonstiges

[http://www.springerlink.com/\(a3aklyu3xk35mdaqqs2rv2e\)/app/home/main.asp?referrer=default](http://www.springerlink.com/(a3aklyu3xk35mdaqqs2rv2e)/app/home/main.asp?referrer=default)

<http://www.hec.af.mil/Organization/HECV/hecv14.asp>