

Berücksichtigung unsicherer Information bei Wahrnehmungsgrenzen für Lagekarten im Falle von Katastrophen

Jutta Hild

Schlüsselwörter: Unsichere Information, Visualisierung, Arbeitsgedächtnis, Anthropotechnik, Katastrophenmanagement.

Zusammenfassung

Die Lagekarte ist wichtiges Mittel zur Entscheidungsunterstützung bei der Stabsarbeit im Katastrophenfall, weil sie die aktuelle Lage als Übersicht präsentiert. Sie erfasst die einsatzrelevanten Informationen mithilfe taktischer Schadenssymbole mit geographischem Bezug, wobei es für die Einsatzplanung notwendig ist, dass sichere und unsichere Informationen unterschiedlich dargestellt werden. Die Arbeit an der Lagekarte ist nur eine Teilaufgabe im komplexen Katastrophenmanagementprozess und muss daher mit möglichst geringer kognitiver Belastung durchgeführt werden können. Ziel der hier vorgestellten Untersuchung ist eine optimierte Darstellung unsicherer Information, die die kognitive Belastung des menschlichen Kartenlesers minimiert und zugleich gut handhabbar ist. Theoretische Überlegungen und eine experimentelle Evaluation resultieren in zwei neuen Darstellungsvorschlägen, die geringere kognitive Belastung für den Kartenleser generieren als die nach Stand der Technik verwendete Methode.

The situation map is an important tool to support emergency staff, as it provides an overview of the current situation at a glance. For this purpose, the relevant operational information is depicted on the map using a specific symbol set which represents damages and dangers. Due to operation planning requirements it is necessary to display certain and uncertain information differently. As working with the situation map is only one part within the complex emergency organization process, it should be accomplishable with least cognitive load. This contribution aims to find an optimized representation for uncertain information, which minimizes the cognitive load of the map-reader and is easily manageable. As a result of theoretical reasoning and an experimental evaluation, two new representation techniques were found which generate less cognitive load for the map-reader compared to the state-of-the-art technique.

Anwendungsdomäne und Anforderungen

Im Katastrophenfall sind die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben weit über das sonst in der täglichen Praxis gewohnte Maß hinaus gefordert. Um auch bei geographisch weit ausgedehnten Schadenereignissen die erforderlichen Maßnahmen schnell und effizient durchführen zu können, etablieren Organisationen wie die Feuerwehr sogenannte Führungsstäbe, die spezielle Führungsmittel nutzen. Zentrales Führungsmittel ist die Lagekarte, welche die aktuelle Lage vollständig als Übersicht mit geographischem Bezug präsentiert. Sie dient dem Führungsstab als visuelle Hilfe zur Entscheidungsunterstützung.

Die Lagekarte kodiert die einsatzrelevanten Informationen, die über Meldungen eingehen, mithilfe taktischer Zeichen zur Schaden- und Gefahrenkodierung. Es ist dabei wichtig, zwischen sicherer und unsicherer Information zu unterscheiden: Die Einsatzplanung muss bei unsicherer Information zusätzliche Kräfte für die Erkundung der Lage vorsehen und die Anfahrt zum Schadengebiet auf sicherer Route führen. Daher ist nach Dienstvorschrift bei der Feuerwehr unsichere Informationen speziell zu kennzeichnen (FwDV100, 2003).

Wichtige Voraussetzung für angemessene Entscheidungen bei der Einsatzplanung ist die korrekte Erkennung einer Information auf der Lagekarte als sicher bzw. unsicher. Das Lesen der Lagekarte ist jedoch nur eine kleine Teilaufgabe im komplexen Katastrophenmanagement-

prozess. Da die Mitglieder des Führungsstabs unter hohem zeitlichem und psychischem Druck stehen, muss die Arbeit an der Lagekarte mit möglichst geringer kognitiver Belastung durchgeführt werden können. Dazu ist eine einfache, klare Visualisierung der Information sowie eine leicht erkennbare Unterscheidung zwischen sicher und unsicher notwendig.

Die Entwicklung geeigneter Darstellungstechniken berücksichtigt den Stand der Technik der zivilen Lagekartendarstellung sowie den Stand der Forschung der Darstellung unsicherer Information. Bewertungskriterien für die kognitive Belastung sind Maße aus der Anthropotechnik: die Auffälligkeit einer Darstellung sowie menschliche Wahrnehmungsgrenzen, genauer die beschränkte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses auf wenige Merkeinheiten (Chunks), wie sie von Card et al. (1983) anschaulich gemacht wurde. Eine Schlüsselforderung ist demnach, so wenige Chunks wie möglich im Arbeitsgedächtnis zu belegen.

Theoretische Ergebnisse

Die Anzeige unsicherer Information auf der Lagekarte erfolgt binär: Eine Schadeninformation wird entweder als sicher oder als unsicher klassifiziert und dargestellt. Auf weitere, abgestufte Unsicherheitsgrade dazwischen wird verzichtet, weil verbale Beschreibungen verschiedener Unsicherheitsgrade nicht eindeutig auf numerische Werte abgebildet werden können (Jungermann, 2005). Diese mangelnde Eindeutigkeit könnte unter der hohen psychischen Belastung im Katastropheneinsatz leicht zu Fehlinterpretationen und fehlerhaften Darstellungen führen, was angesichts der zentralen Rolle der Lagekarte für die Stabsarbeit inakzeptabel wäre.

Lagekartendarstellung nach Stand der Technik

Abb. 1 zeigt eine beispielhafte Lagekarte. Die Wahl der Kartengrundlage, eine topographische Karte, und des Zeichenvorrats zur Schadenkodierung, die taktischen Zeichen, folgen den Standardvorgaben der FwDV 100 (2003). Der hohe Detaillierungsgrad der topographischen Karte ist günstig für die Untersuchung, denn eine Lagedarstellung, die hier gut lesbar ist, ist erst recht gut lesbar auf jeder weniger detaillierten Karte.



Abb.11: Ausschnitt aus einer Lagekarte mit Darstellung unsicherer Information nach Stand der Technik. Vorangestellte Fragezeichen markieren Schadeninformationen als unsicher.

Die Darstellung unsicherer Information erfolgt binär. Sichere Information wird vom entsprechenden Schadensymbol angezeigt, bei unsicherer Information wird dem Schadensymbol ein Fragezeichen vorangestellt („?“-Technik). Das Fragezeichen ist als Satzzeichen für die geschriebene Sprache intuitiv verknüpft mit Unsicherheit. Die „?“-Technik ist zudem gut handhabbar: Ein zusätzliches Zeichen genügt zur Darstellung von Unsicherheit, eine Statusänderung (sicher/unsicher) der Information erfolgt durch einfaches Hinzufügen bzw. Entfernen. Nachteilig ist die geringe Unterscheidbarkeit sicherer und unsicherer Informationen: Das „?“ übernimmt die darstellerischen Eigenschaften des zugehörigen Schadensymbols, seine Auffälligkeit als Markierung für Unsicherheit ist infolgedessen gering. Das Arbeitsgedächtnis wird mit zwei Chunks belastet, da jede unsichere Information aus zwei Zeichen besteht.

Neue Vorschläge

Für eine systematische Suche nach alternativen Darstellungstechniken wurden die nach Stand der Forschung verwendeten Darstellungstechniken für Unsicherheit hierarchisch kategorisiert (Abb. 2: Blattknoten; die inneren Knoten beschreiben die darstellerischen Eigenschaften):

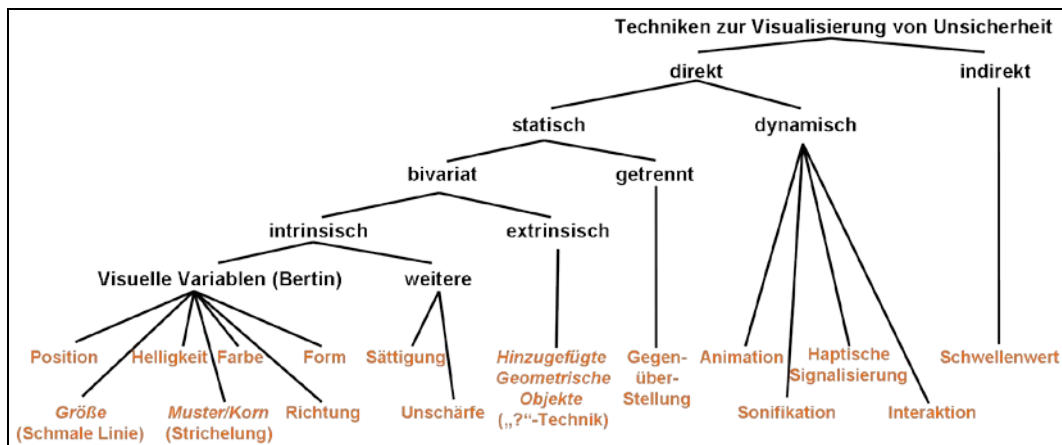


Abb.12: Taxonomie möglicher Techniken zur Darstellung von Unsicherheit (Hild, 2008); kurziv Techniken, die geeignet sind für die Unsicherheitsdarstellung auf Lagekarten (s. u.).

Die „?“-Technik gehört zu den extrinsischen Techniken, das Hinzufügen eines Fragezeichens entspricht dem Hinzufügen eines geometrischen Objekts im weiteren Sinne.

Viele der Techniken sind nicht geeignet für die Darstellung von Unsicherheit in Lagekarten, was ausführlich in (Hild, 2008) beschrieben wurde. Von besonderem Interesse bezüglich der Belastung des Arbeitsgedächtnisses sind jedoch die intrinsischen Techniken, die Unsicherheit durch Manipulation des Schadensymbols selbst kodieren: Auch unsichere Informationen benötigen dann nur ein Zeichen. Position, Farbe, Richtung und Form werden jedoch bereits zur Darstellung der Schadeninformation selbst verwendet. Die intuitiv mit der Idee von Unsicherheit verknüpften Variablen Helligkeit, Sättigung und Unschärfe sind ungeeignet, weil das helle/ungesättigtere/unscharfe Schadensymbol vor dem Hintergrund einer topographischen Karte eine zu geringe Auffälligkeit hat.

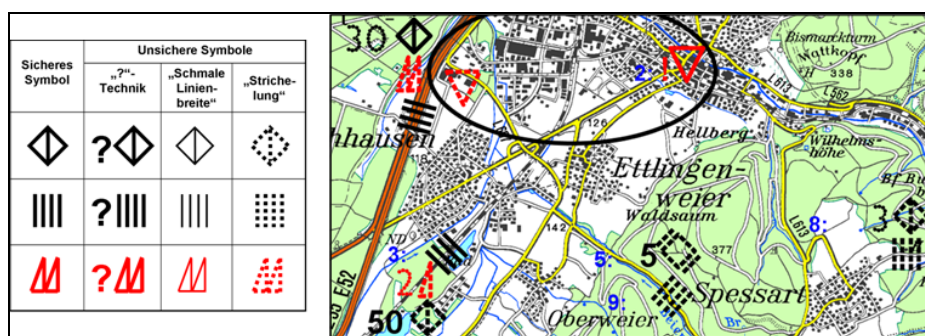


Abb.13: Links: geeignete Techniken; rechts: Lagekarte analog Abb. 1 mit Technik Strichelung.

Geeignet sind jedoch Größe und Muster/Korn: Die Variante der Variablen Größe stellt unsichere Information mit schmalere Linie dar (Technik „schmale Linienbreite“, Abb. 3, Tabelle), die Variante der Variablen Muster/Korn mit gestrichelter Linie (Technik „Strichelung“, Abb. 3). Das Konzept „Unsicherheit“ wird bei beiden Techniken intuitiv dadurch gestützt, dass Symbole für unsichere Information aus weniger Pixeln bestehen als solche für sichere Information. Trotzdem bleibt das Originalsymbol leicht identifizierbar, da wesentliche darstellerische Eigenschaften (Form, Farbe und Opazität) gleich sind. Da die unsichere Information in einem Zeichen kodiert wird, belegt sie im Arbeitsgedächtnis nur einen Chunk. Dieses Platzsparen ist

auch vorteilhaft für die Lagekartendarstellung selbst, wenn räumliche Enge, etwa in mobilen Stabsräumen, nur eine kleine Anzeigefläche erlaubt (Hild et al., 2009). Schwierigkeiten bei der Anwendung der neuen Techniken ergeben sich aufgrund des Kartenhintergrunds: Eine geeignete Linienbreite ist schwierig zu finden, wenn die Kartengrundlage bereits viele unterschiedliche Linienbreiten definiert und verwendet. Die „Strichelung“ ist so anzupassen, dass ausreichende Auffälligkeit vor gepunktetem Hintergrund (z. B. Ortschaft) erreicht wird.

Experimentelle Evaluation

In Ergänzung der theoretischen Untersuchung wurden die geeigneten Darstellungstechniken – „?“-Technik, Strichelung, Schmale Linie – einander in einem Experiment gegenübergestellt. Als Probanden konnten neben fünf studentischen Laien auch zwei Berufsfeuerwehrleute gewonnen werden, Experten im Umgang mit der „?“-Technik durch langjährige Erfahrung in Führungsstäben. Um die Güte der Darstellungstechniken bewerten zu können, musste für jede eine Erkennungsaufgabe erfüllt werden. Diese Aufgabe bestand darin, unter Zeitdruck auf einer Lagekarte jeweils die Anzahl unsicherer bzw. sicherer Informationen zu bestimmen. Die Leistung der Probanden wurde dabei gemessen unter Anwendung der Formel $\text{Leistung} = (\text{Anzahl korrekt gezählter Informationen}) / \text{Zeit}$ (Syrbe et al., 2007).

Abb. 4 zeigt das Ergebnis der experimentellen Evaluation. Die Reihenfolge, in der die Darstellungstechniken nacheinander getestet wurden, entspricht der Reihenfolge der Spalten („?“ – „gestrichelt“ – „schmal“). Die Werte zeigen deutlich, dass die Technik „Strichelung“ zu den besten Leistungen führt. Bemerkenswert ist zudem, dass auch die Feuerwehrleute die schlechteste Leistung mit der „?“-Technik erbringen. Das Ergebnis lässt sich so interpretieren, dass die Belastung des Arbeitsgedächtnisses die Leistung stärker beeinflusst als jahrelange Übung.

Proband	„?“-Technik	Strichelung	Schmale Linienbreite
1	0.74	1.11	1.06
2	0.89	1.27	1.67
3	0.33	0.73	0.48
4	0.33	0.48	0.39
5	0.53	0.91	0.65
6 (Fw)	0.37	0.73	0.48
7 (Fw)	0.57	0.63	0.64
Mittelwert	0.54	0.84	0.76

Abb.14: Ergebnisse der experimentellen Evaluation; Fw steht für Feuerwehrmann.

Literatur

- Card, S., Moran, Th. & Newell, A. (1983). *The psychology of human computer interaction*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hild, J. (2008). *Berücksichtigung unsicherer Information bei Wahrnehmungsgrenzen für Lagekarten im Falle von Katastrophen*. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de> [5. August 2009].
- Hild, J., Eckel, S. & Geisler, J. (2009). *Representing Uncertainty in Situation Maps for Disaster Management*. Verfügbar unter: <http://www.iscram.org/live/node/4787> [5. August 2009].
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2005). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung*. München: Elsevier.
- FwDV 100 (2003). *Feuerwehr-Dienstvorschrift 100*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Syrbe, M., Beyerer, J. (2007). Mensch-Maschine-Wechselwirkungen. In H. Czichos & M. Hennecke (Hrsg.), *Hütte – das Ingenieurwissen* (S. K80-K104). Berlin: Springer.