

Melanie PLATZ, Engelbert NIEHAUS, Landau

Wie kann man mit Fuzzy Logik maßgeschneidert Informationen ausliefern?

Wir fällen in unserem Alltag fast alle Entscheidungen auf Basis von unscharfen und unvollständigen Informationen. Fuzzy Logik kann die Unschärfe ausdrücken und Risikokarten können als 3-dimensionale Graphen dargestellt werden. SuS verwenden Fuzzy Logik um Risikokarten zu verschneiden. Im Risikogebiet befindliche Personen können so durch räumliche Entscheidungsunterstützung mit maßgeschneiderten Hilfestellungen beliefert werden.

1. Einleitung

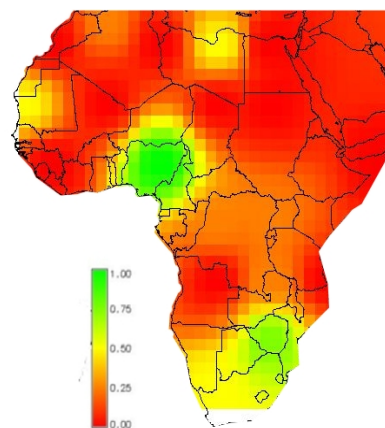
In den Bereichen Strahlung, Ökotoxikologie und Epidemiologie gibt es unsichtbare Risiken. Daher benötigen Personen in einem Risikogebiet Unterstützung, um möglichst unbeschadet Aufgaben ausführen zu können oder möglichst risikoarm dieses Gebiet wieder verlassen zu können. Deshalb befassen wir uns im Folgenden mit der Frage: Wie kann Risiko für eine im Risikogebiet befindliche Person visualisiert werden und wie kann diese Person mit maßgeschneiderten Informationen zur Frühwarnung und räumlichen Entscheidungsunterstützung, z. B. über ein digitales Endgerät (Smartphone), versorgt werden? Risiko kann mit einer Risikokarte visualisiert werden, die einem geographischen Ort ein Risiko zuordnet. Eine Ressourcenkarte ordnet einem geographischen Ort die Verfügbarkeit einer Ressource zu. Für fuzzylogische Operationen müssen die Risiko- und Ressourcenkarten zunächst in Karten umgerechnet werden, die den Grad der Gültigkeit für Risiko bzw. die Ressourceneigenschaften räumlich darstellen können (Fuzzyifizierung). Diese Karten kann man fuzzylogisch kombinieren und für die Auslieferung maßgeschneiderter Informationen für risikoexponierte Personen verwenden.

2. Methodologie

Wenn sich Personen mit einer bestimmten Zielsetzung im Raum bewegen, können Eigenschaften mit unterschiedlichem Grad im Raum erfüllt sein. Eigenschaften eines Ortes im Raum sind z. B. das Risiko an diesem Ort oder die Ressourcenverfügbarkeit für die eigene Risikominimierung. Räumliche Fuzzy-Zugehörigkeitsfunktionen visualisieren die Gültigkeit dieser Eigenschaften als eine Karte und können sich mit der Zeit verändern. Im Folgenden wird der Fall betrachtet, wenn eine Person in einem Risikogebiet möglichst unbeschadet zu einer Person vordringen möchte, die ge-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 911–914).
Münster: WTM-Verlag

rettet werden soll. Dabei muss die Person räumliche Entscheidung treffen. Eine Entscheidungsunterstützungskarte kann durch das Schneiden von Fuzzy-mengen kreiert werden, vgl. Biewer (1997), S.76. Die Zugehörigkeitsfunktionen hängen aber nicht nur von äußeren Eigenschaften ab, sondern auch von individuellen Eigenschaften der Entscheidungsträger, z. B. wenn der Benutzer gesund, stark und schnell ist, benötigt dieser weniger Zeit, um zu der Person zu gelangen, die gerettet werden muss. Fahrzeuge für den Transport und verfügbare Infrastruktur können die Zugehörigkeitsfunktion ebenso beeinflussen. Mit einem Alpha-Schnitt kann das Areal bestimmt werden, in dem eine bestimmte Information an die Person übermittelt werden soll, die eine andere Person retten soll. Somit kann mit linguistischen Werten die maßgeschneiderte Informationsauslieferung gesteuert werden, d. h. bestimmte Informationen, werden nur dann an eine Person übermittelt, wenn der linguistische Wert für das Anzeigen der Information genügend Fuzzyqualität besitzt. Ein kleiner Teilbereich im Themenkomplex der Auslieferung maßgeschneiderter Informationen wurde innerhalb eines Pilot-Projekts mit SuS eines 12.-Klasse-Mathematikleistungskurses behandelt. Dazu wurde an der Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, eine Unterrichtseinheit über Wassermanagement in Afrika durchgeführt. Die Aufgabe war die Optimierung der Brunnenverteilung in Afrika basierend auf Karten über Grundwasserressourcen in Afrika, die in MacDonald et al. (2012) beschrieben werden. Um das Problem zu lösen, diskutierten die SuS über nützliche Parameter und teilten sich in Gruppen auf um Daten zu sammeln und Risiko- und Ressourcenkarten zu erzeugen. Während dem gesamten Prozess arbeiteten die SuS selbständig und die Lehrkraft beobachtete die SuS und gab nur Hilfestellung, wenn diese tatsächlich notwendig war bzw. von den SuS erbeten wurde. Die SuS verwendeten die folgenden Parameter: Grundwasserspeicher, geschätzte Tiefe zum Grundwasser, Nachhaltigkeit des Wasserspeichers, Infrastruktur und Wasserbedarf für alle Sektoren. Die Parameter wurden bewertet, indem bestimmten Geokoordinaten zu einem bestimmten Zeitpunkt Werte zwischen 0 und 1 zugeordnet wurden, die die Qualität für den Bau eines neuen Brunnens an dem bestimmten Ort beschrieben, wobei 0 „schlechte“ und 1 „gute“ Qualität repräsentiert. Oberflächen wurden durch Interpolation generiert und mit *gnuplot* geplottet. Die entstandenen Funktionen wurden mit einer arithmetischen-Mittel-Methode, die das logischen UND verwendet, kombi-



Entscheidungsunterstützungskarte
visualisiert mit GRASS GIS

niert. Der resultierende Graph wurde mit einer Karte von Afrika kombiniert und in *GRASS GIS* dargestellt zur besseren Visualisierung.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Wasserressourcen-Unterrichtseinheit arbeiteten die SuS zum ersten Mal an einem Problem, welches räumliche mathematische Modellbildung zur Problemlösung benötigte. Auffällig war, dass die SuS ihre Lösungsvorschläge selbst eher negativ einschätzten und sie waren überrascht, dass sie zur Problemlösung mit ihren eigenen Ideen beitragen konnten und dass nicht nur eine Lösung zur Verbesserung der Situation führen kann, sondern dass verschiedene Lösungen zum Erfolg führen können. Dennoch wurde das Interesse der SuS geweckt und sie arbeiteten begeistert an der Problemlösung. Zugehörigkeitsfunktionen sind ein basales Instrument, um die Versorgungsqualität einer Person oder das Risiko, dem eine Person ausgesetzt ist, auszudrücken. Mit Hilfe von fuzzylogischen Operationen können maßgeschneiderte Informationen zugeschnitten auf verschiedene Benutzergruppen über ein digitales Endgerät ausgeliefert werden. Eine Benutzergruppe könnten lokale Farmer sein. Ein Nachteil der entwickelten Karten ist dabei jedoch folgender: Um exakte Orte zu bestimmen, an denen ein Brunnen gebaut werden soll (z. B. wenn ein Farmer einen Brunnen auf seinem Grundstück bauen möchte), ist die Auflösung unserer Karten zu gering (siehe AL-Daghastania et al. 2006, & Gupta et. al., 2010). Dennoch können unsere Karten von einer anderen Benutzergruppe, den Entscheidungsträgern, genutzt werden, z. B. von ausländischen Hilfsorganisationen, um eine größere Region zu identifizieren, in der die Konstruktion von Brunnen möglich wäre. Um die verschiedenen Benutzergruppen in ihren Entscheidungen optimal unterstützen zu können, müssten die erstellten Karten optimiert werden, z. B. durch eine gesteigerte Auflösung. Außerdem könnten andere Umwelt- und sozioökonomische Faktoren für die Optimierung der Verfügbarkeit und des Zugangs zu Wasser als die oben erwähnten hinzugefügt werden. Als weitere Parameter wurden folgende von den SuS genannt: Politische Situation, Bodenbeschaffenheit und (räumliche) Verteilungsgerechtigkeit. Diese Parameter wurden auf Grund von Zeitknappheit nicht in die Berechnung mit eingebracht. Diese und weitere Parameter, wie verfügbare Geräte zur Brunnenkonstruktion, Kosten, logistische Optimierung, Standorte von vorhandenen Brunnen und Gewässern, könnten Optionen für die Verbesserung der Karten liefern. Um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, könnten diese Parameter hinzugefügt werden und die Parameter könnten gewichtet miteinander kombiniert werden, d. h. mit Konvexkombination. Mit der entwickelten Methode zur Problemlösung wurde eine generative Struktur entwickelt, die auf andere Probleme

mit ähnlicher Struktur angewendet werden kann. Zudem kann das entwickelte Konzept erweitert werden, z. B. durch Hinzufügen, Wegnehmen oder Ersetzen von Parametern. Außerdem können reale Probleme, die mathematische Modellbildung zur Lösung benötigen, abgeleitet werden und in Projekten oder AGs behandelt werden, um den SuS neue Herangehensweisen und Methoden beizubringen und um das Interesse der SuS zu steigern. Die Nutzung von OpenSource Software und OpenContent erleichtert die Weitergabe und Weiterentwicklung für Schulen. Wenn weitere unterstützende Materialien entwickelt werden, mit denen auch für leistungsschwächere SuS ein Beitrag für nicht-normative Modellierungsaufgaben geliefert würde, könnten diese Aufgaben ggf. auch in den regulären Unterricht umgesetzt werden. Der hohe Vorbereitungsaufwand erfordert allerdings eine OpenContent-Realisierung der Materialien und kooperative Entwicklungsarbeit über Schulgrenzen hinweg (im Sinne einer Open Community, <http://at6fui.weebly.com/open-community-approach.html>, oder der Wikipedia-Gemeinde). Am Ende der Unterrichtsreihe im Rahmen der AG war trotz guter Modellierungsergebnisse eine negative Selbsteinschätzung der SuS zur eigenen Leistung zu beobachten. Als Begründungen wurden u. a. genannt, dass nicht alle selbst identifizierten Einflussparameter in die Modellbildung mit eingeflossen waren und Experten es bestimmt noch besser realisieren könnten. Dass man in komplexen dynamischen System das Optimum in der Regel auch als Experte nicht findet und jede suboptimale Verbesserung des bestehenden Systems auch eine Verbesserung darstellt, sollte daher auch als ein zentrales Lernziel während und nach einem Modellierungsprozess im Kontext der Selbsteinschätzung berücksichtigt werden.

Literatur

- Platz, M., Rapp, J., Größler, M. & Niehaus, E., (2013). Adaptive GUIs Tailored to Different User Groups for Public Health Service Delivery via Fuzzy Logic Membership Functions. In *IST-Africa 2013 Conference Proceedings, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds)*, IIMC International Information Management Corporation.
- Biewer, Benno (1997). *Fuzzy-Methoden*. Berlin: Springer.
- MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Ó Dochartaigh, B.E. & Taylor, R.G. (2012). Quantitative maps of groundwater resources in Africa. In *Environmental Research Letters*, Vol. 7, No. 2, S. 1-7.
- AL-Daghastania, N.S. & AL-Maitah, K.J. (2006). Preliminary Location of the Groundwater Wells Using GIS Techniques: a Case Study of the HRH Tasneem Bint Ghazi for Technology Research Station. In *Proceedings of the ISPRS Commission VII Symposium 'Remote Sensing: From Pixels to Processes', Volume XXXVI Part 7*. Enschede, Netherlands.
- Gupta, M. & Srivastava, P.K. (2010). Integrating GIS and remote sensing for identification of groundwater potential zones in the hilly terrain of Pavagarh, Gujarat, India. In *Water International*, Vol. 35, Issue 2, (S. 233-245).