

Selbstorganisation im Wettlauf mit tödlichen Wellen

Start des interdisziplinären Graduiertenkollegs METRIK

Im Oktober 2005 wurde das interdisziplinäre Graduiertenkolleg METRIK feierlich eröffnet, bei dem Informatiker und Geo-Wissenschaftler unter Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft zusammen wirken. Eine neue Art der Computer-Kommunikation, basierend auf dem Konzept der Selbstorganisation verbunden mit preiswerter Sensorik, soll neue Horizonte bei der Entwicklung von Geo-Informationssystemen eröffnen. – Die zu erforschenden Netzarchitekturen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie ohne eine (aufwändige) zentrale Verwaltung auskommen und sich selbst an die sich ändernde Umgebung adaptieren können. Sowohl die Erweiterung solcher Netze um neue Kommunikationsknoten als auch der Ausfall von Knoten soll ihre Arbeitsfähigkeit nicht behindern. Technologien zur modellgestützten Entwicklung Selbstorganisierender Netze und darauf aufbauender Informationssysteme in konkreten Anwendungskontexten des Katastrophenmanagements, wie z.B. der Erdbebenfrühwarnung, bilden den zentralen Untersuchungsgegenstand des Graduiertenkollegs.

Erdbebenkatastrophen auch in Europa?

Die Ursache aller schweren Erdbeben ist der langsame Aufbau und die plötzliche Freisetzung von Spannungen an der Grenze tektonischer Platten, die sich aneinander vorbeischieben. Auch Europa ist von dieser Art heftigster Kräftefreisetzungen nicht verschont. So bewegt sich beispielsweise an der Nordanatolischen Verwerfung in der Türkei (weiße Linie in Abb. 1) die nördlich gelegene Eurasische Platte relativ zur südlichen Anatolischen Platte um durchschnittlich zwei bis drei Zentimeter pro Jahr nach Osten (gelbe Pfeile) [1]. Diese so genannte Scherbewegung wird jedoch entlang des Verwerfungsverlaufes durch auftretende Reibungskräfte gebremst. Dadurch baut sich im Laufe der Zeit zunehmend eine Spannung auf. Vorstellen kann man sich dies vereinfacht so: Man denke sich einen über die Landschaft ausgebreiteten Maschendrahtzaun mit regelmäßigen Maschenmustern. Folge der Scherbewegung ist eine Deformation des imaginären Zaunes (Abb. 2), die an der Verwerfungslinie

Abb. 1
Nordanatolische Verwerfung
(Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Serkan Bozkurt, USGS)

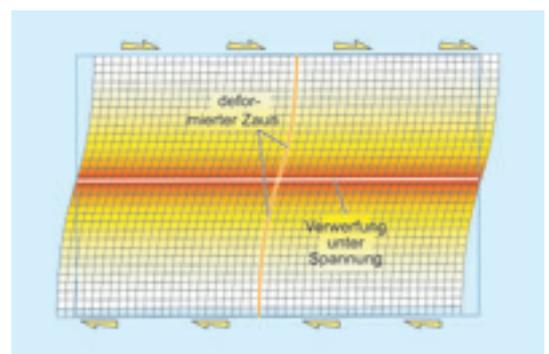


Abb. 3
Der Holzschnitt von Herman Gall zeigt einen 1556 über dem damaligen Konstantinopel gesichteten Kometen, der seinerzeit als wunderbares Vorzeichen zweier Erdbeben gedeutet wurde (Zentralbibliothek Zürich)

am stärksten ist. Die quadratischen Maschen werden zu Parallelogrammen verzerrt. Wird diese Spannung nun stärker als die Reibung, verschieben sich die Gesteinspakete auf beiden Seiten der Verwerfung in einem jähen Ruck gewaltsam gegeneinander. Durch das damit ausgelöste Erdbeben nehmen die verzerrten Parallelogrammstruktur wieder ihre ursprüngliche Gestalt an, wobei der obere Zaunbereich sich nach Osten und der untere sich nach Westen bewegen wird. Gleichzeitig entstehen aber neue Spannungen in den Endbereichen der Zaunfelder. Wandernde schwächere Nachbeben sind häufig die Folge.

Allein die vergangenen 70 Jahre weisen die Nordtürkei als ein seismisches Krisengebiet aus. Mehr als 30 große Beben haben sich neben vielen kleineren ereignet: So forderten 1939 schwere Erdstöße tausende Opfer in Erzincan. Im Jahre 1967 bebte 700 Kilometer weiter

Abb. 2
Spannungsaufbau entlang der Verwerfung (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Serkan Bozkurt, USGS)





westlich die Erde in der Provinz Adapazari, zahlreiche Gemeinden versanken in Schutt und Asche. Jüngstes Beispiel mit katastrophalen Folgen ist das 1999 stattgefundene Beben im Umkreis der Stadt Izmit. Dieses Beben mit der Stärke 7,4 forderte 25.000 Menschenleben. Seismologen, die den Gesetzmäßigkeiten der Erdbeben auf der Spur

sind, warnen: Das nächste große Beben könnte die weiter westlich gelegene Millionenmetropole Istanbul in Schutt und Asche legen und hunderttausende Opfer fordern. Man vermutet nämlich, dass sich auch künftige Beben entlang der Verwerfungslinie in Richtung Westen fortpflanzen [2]. Darüber hinaus gibt es mit Portugal, Italien, Griechenland und der Balkanhalbinsel weitere gefährdete Gebiete in Europa.

Vorhersage oder Frühwarnung von Beben

Erdbeben kündigen sich nicht an. Alle bisherigen Theorien zur präzisen zeitlichen Vorhersage von Erdbebenereignissen erwiesen sich als nicht haltbar. Fachleuten bleibt damit bislang nur eine Alternative: Wenn die Erde zu »wackeln« beginnt, können sie weiter entfernte Regionen vor den nahenden Bodenwellen warnen. Die Entwicklung solcher Frühwarnsysteme steckt jedoch noch in den Anfängen. Im Einsatz befindliche Systeme gibt es nur stark lokal begrenzt und zudem nur in einfacher Form z.B. in Taiwan, der Türkei, Mexiko, Kalifornien und Rumänien. In der Regel werden die Signale einzelner Seismometerstationen an eine Zentrale weitergeleitet oder direkt vor Ort ausgewertet. Dabei werden nur wenige Bebenparameter aus den Rohdaten extrahiert. Schwellenüberschreitungen

dienen dabei als Alarmkriterium. Am 1. August 2006 wurde jedoch in Japan das erste landesweite Frühwarnsystem in Betrieb genommen, das über Beben ab einer Stärke von 3,5 alarmiert. Erfolgreich können solche Systeme aber prinzipiell nur dann sein, wenn zwischen dem Erdbebenherd und der zu warnenden Region eine hinreichend große Entfernung besteht, so dass der Wettlauf zwischen den zerstörerischen seismischen Wellen und der Informationsweiterleitung positiv enden kann. Mitunter bleibt jedoch nur eine Vorwarnzeit von wenigen Sekunden. Bei den in jüngster Zeit Furore machenden Tsunami-Frühwarnsystemen hat man meist längere Vorwarnzeiten, wenn die Beben hunderte von Kilometern vor den potentiell gefährdeten Küstenregionen ausgelöst werden. Welche Möglichkeiten bleiben, wenn das Epizentrum in der Nähe einer Metropole liegt?

Visionäre Frühwarnsysteme und ihre Probleme

Trotz geringer Vorwarnzeiten sind jedoch eine Reihe möglicher Maßnahmen denkbar, die katastrophale Nachfolgeereignisse wie Gasexplosionen, Brände usw. stark reduzieren könnten, wenn sich Strom- und Gasleitungen abschalten ließen. Bei allen bestehenden Frühwarnsystemen gibt es jedoch drei Hauptprobleme:

- Erstens wird unberechtigterweise davon ausgegangen, dass die Infrastruktur zur Mess- und Informationsübertragung durch ein schweres Beben nicht wirklich beeinträchtigt wird. Das Kommunikationssystem müsste vielmehr so ausgelegt sein, dass es nicht nur zur Vorwarnung dienen kann, sondern auch nach der Katastrophe noch funktioniert.

METRIK

Modellbasierte Entwicklung von Technologien für selbstorganisierende Informationssysteme zur Anwendung im Katastrophenmanagement

Die stärksten Beben der jüngsten Vergangenheit [8]

Ort	Datum	Stärke nach Richter
1. Chile	22.05.1960	9,5
2. Prince William Sound, Alaska	28.03.1964	9,2
3. Andreanof Insel, Aleuten	09.03.1957	9,1
4. Kamschatka	04.11.1952	9,0
5. Vor der Küste Equadors	31.01.1906	8,8
6. Rat Islands, Aleutian Islands	04.02.1965	8,7
7. Indisch-Chinesische Grenze	15.08.1950	8,6
8. Kamschatka	03.02.1923	8,5
9. Banda See, Indonesien	01.02.1938	8,5
10. Kurilen Inseln	13.10.1963	8,5

Hypozentrum

Punkt, der den Erdbebenherd lokalisiert.

Epizentrum

Punkt an der Erdoberfläche genau über dem Hypozentrum. Das Epizentrum wird durch die geographischen Koordinaten Längengrad und Breitengrad angegeben.

Magnitude

(Richter-Skala) logarithmisches Maß für die seismische Energie eines Erdbebens. Zur Bestimmung der Magnitude müssen die Bodenbewegungen als Seismogramme mit Seismometern gemessen werden. Eine Erhöhung der Magnitude um eine Einheit entspricht einer Verstärkung der Bodenbewegung um den Faktor 10 und einer Erhöhung der Energie auf etwa das 30fache; die Skala vom amerikanischen Seismologen Charles Francis Richter beginnt bei M 0 für ein schwach wahrnehmbares Beben der Erde, und endet bisher mit M 9,5 für extrem schwere Beben, wie sie sich etwa 1960 in Chile oder 1989 in Armenien ereignet haben.

Paul Trotter vom Weather Forecast Office in Louisiana berichtete (laut Heise-Ticker [3]), welche katastrophalen Konsequenzen es in New Orleans gab, nachdem das lokale Kommunikationssystem beim Katrina-Hurrikan zusammengebrochen war. In einer Studie für die Federal Communication Commission der USA kam man zu dem Ergebnis, dass ein dezentrales Netz von WLAN-Hotspots (*Wireless Local Area Network*) das sicherste Kommunikations-Backup darstellen würde.

- Zweitens schreckt man (noch) generell vor einer Alarmierung der Öffentlichkeit zurück, weil die Auslösung von Panik unter der Bevölkerung in ihrer Auswirkung schwer zu kalkulieren ist und im Fall von Fehlalarmen die Frage der Übernahme entstandener Kosten bislang nicht geregelt werden konnte.
- Drittens ist der Aufbau einer entsprechenden technischen und logistischen Infrastruktur äußerst kostspielig, so dass viele Länder in den von Erdbeben bedrohten Zonen entsprechende Finanzierungen nicht realisieren können.

Mit dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Humboldt-Universität am Standort Adlershof geförderten Graduiertenkolleg METRIK wird vorrangig das Ziel verfolgt, Visionen zur Nutzung spezieller drahtloser Selbstorganisierender Sensor- und Kommunikationsnetze bei der Schaffung alternativer Kommunikations- und Informationssysteme konkrete Gestalt zu verschaffen. Informatiker und Geo-Wissenschaftler wirken hier zusammen, um grundlegende Technologien zu erforschen, die beim Aufbau von Frühwarn- und Katastrophenmanagementsystemen Verwendung finden sollen.

Selbstorganisation – Basis alternativer Kommunikations- und Informationssysteme

Seit wenigen Jahren werden von der Informatik neuartige Kommunikationsinfrastrukturen erforscht, konzipiert und eingesetzt, die sich in erster Linie von traditionellen drahtgebundenen oder drahtlosen Kommunikationsnetzen dadurch unterscheiden, dass sie keine zentrale Verwaltung mit aufwändiger Netzzugangs- und Wegeleitungstechnik benötigen. Sämtliche Knoten kommunizieren dabei drahtlos miteinander. Jeder einzelne Knoten muss aber auch bereit sein, empfangene

Technologischer Steckbrief der Netzwerk-Infrastruktur-Technologie in METRIK

Ad-hoc

Das Netz entwickelt sich spontan, d.h. in nicht detailliert vorausgeplanter Weise. Es benötigt keine zentrale Administrationsautorität, wie etwa einen Netzbetreiber. Die Netztopologie kann sich ungeplant, durch plötzliche und unkoordinierte Entscheidungen einzelner Knoten ändern.

Drahtlos (wireless)

Die Geräte kommunizieren drahtlos miteinander. Es wird kostengünstige Standardhardware verwendet (z.B. IEEE 802.11g WLAN), die im lizenzfreien Radiospektrum arbeitet, z.B. 2.4 GHz ISM-Band.

Multi-hop

Die Funkreichweite eines einzelnen Gerätes ist zu gering, um weit entfernte Geräte direkt zu erreichen. Eine Nachricht wird in mehreren Schritten über mehrere Geräte hinweg übertragen. Bei der Weiterleitung können Datenpakete unterschiedlich priorisiert werden.

Maschen-Netz (mesh network)

Zwischen Daten-Quelle und der verarbeitenden Station (Daten-Senke) gibt es im Netz meist mehrere Pfade. Diese müssen so genutzt werden, dass die gegenseitige Behinderung gleichzeitig übertragener Datenströme möglichst minimal ist, aber auch so, dass der Ausfall einzelner Pfade automatisch (selbst-organisierend) durch alternative Pfade kompensiert wird.

Dezentral (de-centralized)

Dienste werden durch die Geräte gemeinsam erbracht. Jedes Einzelgerät trägt einen kleinen Anteil dazu bei, ist aber individuell entbehrlich – d.h. es kann jederzeit und unangekündigt abgeschaltet werden, ohne dass dadurch das Gesamtsystem in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird (wenn zu viele Geräte gleichzeitig ausfallen, kann es jedoch zu Informationsverlust kommen).

Selbstorganisierend (self-organizing)

Das Netz kann sich nicht auf das Vorhandensein menschlicher Intelligenz, z. B. in Form eines Netzbetreibers/Operators, verlassen, der einen ordnungsgemäßen Aufbau und Betrieb überwacht. Das Netz passt sich selbständig an neue Gegebenheiten optimal an.

Nicht hochmobil (not highly mobile)

Hier ist die Begrenzung der Dynamik bei der Änderung der Struktur (Topologie) des Netzes gemeint. Netzknoten dürfen sich langsam bewegen; sie dürfen auch mit »mäßiger Häufigkeit« dem System entnommen oder hinzugefügt werden. Das System wird sich automatisch und schnell an die Änderungen adaptieren. Diese Fähigkeit erreicht ihre Grenzen, z.B. wenn sich die Netzknoten in schnell fahrenden Autos befänden oder in großen Zahlen und ständig, im Sekunden-takt, dem System entnommen bzw. hinzugefügt werden würden.

Informationen, die nicht an ihn gerichtet sind, an seine Nachbarn weiterzugeben. Ein beliebiger Kommunikationsknoten nimmt deshalb zu einem bestimmten Zeitpunkt die Rolle eines Senders, Übermittlers oder Empfängers ein und wechselt diese nach Bedarf. Hinzu kommt, dass eine Veränderung der Topologie der Netze problemlos möglich wird, da ein Ausfall oder die Zunahme weiterer Knoten vom Netz selbst erkannt wird. Vom Netz erkannt zu werden bedeutet hier, dass zunächst nur die erreichbaren Knoten einen rufenden Neuling registrieren und dann die Existenzinformation an ihre jeweiligen Nachbarn weitergeben. So werden letztendlich alle Knoten über den Neuzugang informiert, wobei auch das »Wissen« über die Menge möglicher Kommunikationswege als Knotenfolgen in jedem Knoten erweitert wird. Zu weit entfernte Knoten werden den Neuling nicht selbst erkennen. Sollte dagegen ein Knoten einen seiner bereits registrierten Nachbarn wiederholt vermissen, wird er den offensichtlichen Ausfall an seine noch existenten Partner weitergeben.

Die Informatiker sprechen hier von Ad-hoc-Netzwerken oder treffender von Selbstorganisierenden Kommunikationssystemen. Ihre Anschaffung und Installation ist um Größenordnungen preiswerter als die ihrer traditionellen Vorreiter. Da sie natürlich nicht mit den Übertragungsbandbreiten herkömmlicher Netzwerkvertreter konkurrieren können, werden sie sich »nur«

dort anbieten, wo nicht nur der Preis stimmt, sondern auch die Übertragungsleistung für die jeweilige Applikation ausreicht. Obwohl bereits über verschiedene Beispiele die Praktikabilität Selbstorganisierender Systeme nachgewiesen wurde, ist deren potentielle Funktionalität überhaupt noch nicht ausgereizt. Ihre Erforschung steckt noch in den Kinderschuhen. Insbesondere zeigte sich [6], dass die initiale einfache Übernahme bewährter Technologien aus dem traditionellen Netzwerkbereich (wie z.B. klassische Routing-Verfahren) bei Erreichen bestimmter Netzgrößen nicht akzeptable Leistungseigenschaften zur Folge hat, wogegen angepasste Verfahren zu spürbaren Verbesserungen führen.

Selbstorganisierende Sensornetzwerke

Eine große Anwendungsklasse Selbstorganisierender Systeme bilden Sensornetzwerke, wobei die einzelnen Netzknoten mit Sensoren zur Informationsaufnahme bestückt sind, dabei die aufgenommenen Daten einzeln oder in Kooperation mit ihren Nachbarn verarbeiten und Resultate dieser Verarbeitung in traditionelle Netze einspeisen oder einfach nur abrufbar speichern. Sollte sich im letzteren Fall zeitweilig (oder permanent) ein neuer Knoten in Form eines entsprechend vorbereiteten PDAs (Personal Digital Assistant) oder Laptops im Empfangsbereich des Sensornetzwerkes befinden, könnten von unterschiedlichen Nutzergruppen gewünschte

Verheerende Beben [7]

Datum	Ort	Tote	Stärke nach Richter	Kommentar
23.01.1556	China, Shansi	830.000	–	–
16.12.2004	Indischer Ozean, Sumatra	280.000	9,0	Tote durch Tsunami
27.06.1976	China, Tangshan	225.000	8,0	geschätzte Todesopfer 655.000
09.08.1138	Syria, Aleppo	230.000	–	–
22.05.1927	China, bei Xining	200.000	8,3	große Brüche
02.12.856	Iran, Damghan	200.000	–	–
16.12.1920	China, Gansu	200.000	8,6	große Brüche, Erdbeben
23.03.893	Iran, Ardabil	150.000	–	–
01.09.1923	Japan, Kwanto	143.000	8,3	großes Feuer von Tokio
05.10.1948	UdSSR (Turkmenistan, Ashgabat)	110.000	7,3	–
28.12.1908	Italien, Messina	70.000 bis 100.000	7,5	Tote durch Erdbeben und Tsunami
Sept. 1290	China, Chihli	100.000	–	–
Nov. 1667	Kaukasien, Shemakha	80.000	–	–
18.11.1727	Iran, Tabriz	77.000	–	–
01.11.1755	Portugal, Lissabon	70.000	8,7	Tote durch Erdbeben und Tsunami
25.12.1932	China, Gansu	70.000	7,7	–
31.05.1970	Peru	66.000	7,8	große Felsstürze, Fluten
11.01.1693	Italien, Sizilien	60.000	–	–
30.05.1935	Pakistan, Quetta	30.000 bis 60.000	7,5	Quetta wurde fast vollständig zerstört
04.02.1783	Italien, Kalabrien	50.000	–	–
20.06.1990	Iran	50.000	7,7	Erdbeben

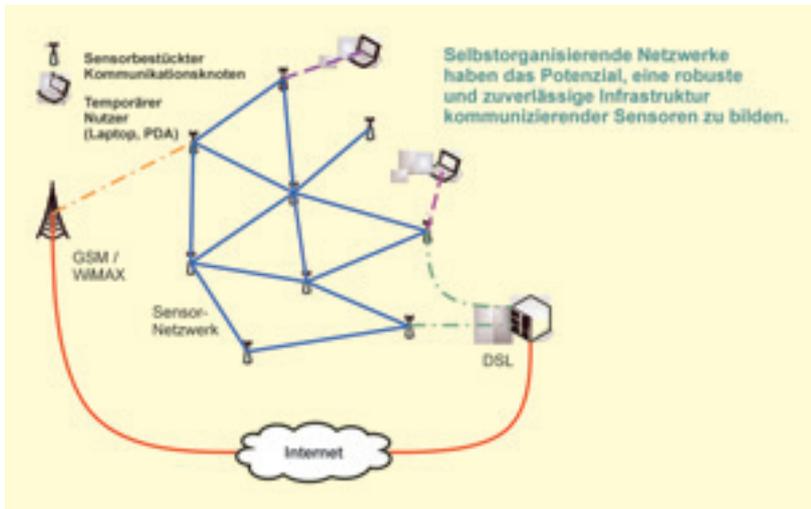


Abb. 4 Einbettung eines Selbstorganisierenden Sensornetzwerkes in bestehende Kommunikationsinfrastrukturen

Informationen aus dem verteilten Netzspeicher problemlos implizit oder explizit abgerufen werden. Möglicherweise reicht dafür auch ein Vorbeifahren des Übernahmerechners im Sendebereich des Sensornetzwerkes aus. Sollten die mit Sensoren bestückten Knoten zudem über einen GPS-Zugang (Global Positioning System) verfügen, lassen sich alle Messreihen exakt orts- und zeitabhängig aufnehmen, was natürlich den Anwen-

dungsbereich von Sensornetzwerken enorm erweitert. Darüber hinaus kann man nun erahnen, welche Vorzüge das Prinzip der Selbstorganisation mit sich bringt. In unzugänglichen Gegenden ließen sich solche Systeme schnellstens installieren und betreiben.

Das Graduiertenkolleg METRIK

Die im Graduiertenkolleg zu erforschenden Netzarchitekturen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie ohne eine (aufwändige) zentrale Verwaltung auskommen und sich selbst an die sich ändernde Umgebung adaptieren können. Sowohl die Erweiterung solcher Netze um neue Kommunikationsknoten als auch der Ausfall von Knoten soll ihre Arbeitsfähigkeit nicht behindern. Selbstorganisierende Netze und darauf aufbauende Informationssysteme in einem konkreten Anwendungskontext der Erdbebenfrühwarnung bilden den zentralen Untersuchungsgegenstand des Graduiertenkollegs.

Die Forschungen konzentrieren sich insbesondere auf die Erbringung der benötigten Grundfunktionalität der einzelnen Netzknoten für eine Selbstorganisation des Netzes. Wissenschaftlich-technische Fragestellungen unter diesen Randbedingungen betreffen die Wegwahl im Netz, die Replikation dezentraler Datenbestände,



Interdisziplinäres Graduiertenkolleg am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin

Weitere beteiligte Einrichtungen

Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik; Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut; GeoForschungsZentrum Potsdam; Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin.

Sprecher

Prof. Dr. Joachim Fischer, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik

Fördereinrichtung

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Laufzeit

04/2006 – 09/2010 (erste Förderperiode)

Homepage

<http://casablanca.informatik.hu-berlin.de/grk-wiki>

»Überall geht ein früheres Ahnen dem späteren Wissen voraus«

Alexander von Humboldt

ein automatisiertes Deployment und Update von Softwarekomponenten bei laufendem Netzbetrieb sowie die dynamische Lastverteilung bei Einsatz technisch beschränkter Endgeräte. Zudem sollen nicht-funktionale Aspekte wie Latenz, Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit berücksichtigt werden.

Bei der Entwicklung von Basistechnologien für ein IT-gestütztes Katastrophenmanagement konzentriert sich das Projekt ferner auf die Bereitstellung und Nutzung modellbasierter Methoden und Konzepte zur Realisierung von Geo-Informationssystemen über dynamische, hochflexible und Selbstorganisierende Informationssysteme und deren Integration mit Geo-Informationssystemen auf der Grundlage existierender Informationssystem- und Datenbanktechnologien.

In enger Kooperation mit dem GeoForschungsZentrum Potsdam werden in darüber hinaus eingeworbenen Drittmittelprojekten sowohl konzeptionelle als auch technologische Möglichkeiten einer verteilten Erdbe-

benfrühwarnung untersucht, die modellhaft an Erdbebenaufzeichnungen für unterschiedliche Regionen der Welt bei Einsatz modellierter Selbstorganisierender Sensornetz- und Informationsstrukturen erprobt und bewertet werden sollen. Eine reale (wenn auch prototypische) Anwendung sollen die entwickelten Methoden und Technologien im EU-Projekt SAFER (Seismic eArly warning For EuRope) in ausgewählten Regionen Europas bei Integration in bestehende Infrastrukturen erfahren [8].

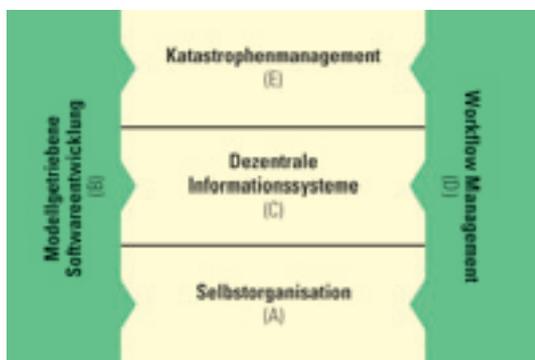


Abb. 5
Die Verzahnung der METRIK-Forschungsbereiche

Das METRIK-Forschungsprogramm

Das Forschungsprogramm ist in fünf Arbeitsbereiche gegliedert. Die vielfältigen Verzahnungen der einzelnen Forschungsbereiche sollen die Stipendiaten zur Teamarbeit anregen, ohne dabei die relative Unabhängigkeit ihrer Arbeiten aufzugeben. So sollen beispielsweise P2P-Lösungen (Peer to Peer) für die Selbstorganisation auch im Bereich dezentraler Informationssysteme auf ihre Anwendbarkeit untersucht werden. Workflows müssen sowohl im Bereich des Katastrophenmanagements als auch im Bereich der P2P-Middleware-Ebene fokussiert werden. Besonderes Augen-

merk legt das Graduiertenkolleg auf Ausbau und Pflege der Interdisziplinarität. So ist geplant, das Katastrophenmanagement sowohl von der Informatik- als auch der Anwendungsseite modelltechnisch aufzubereiten. Simulatoren in Workflow-Engines sollen das Verhalten der Sensorumgebung eines Katastrophengebietes nachbilden können, um entstehende Modelle des Katastrophenmanagements in der Ausführung testen, bewerten und hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien verbessern zu können. Informationssysteme mit verschiedenen Management- und Verteilungsprinzipien sollen insbesondere in webbasierten Umgebungen genutzt werden. Die Konsistenz von Workflow-Abläufen sowohl im Bereich der Selbstorganisation der dezentralen Netzstrukturen als auch im Bereich des Katastrophenmanagements soll mit verfügbaren oder neu zu entwickelnden Verfahren überprüft und ggf. auch formal verifiziert werden.

Referenzen

- [1] Ross S. Stein: Lauschangriff auf seismische Geflüster. Die unruhige Erde (II). Spektrum der Wissenschaft – Dossier 6/03, S.68–75.
- [2] Jochen Zschau: Wie groß ist die Gefahr einer Erdbebenkatastrophe für Istanbul? <http://www.desy.de/fortbildung/vortraege/zschau.htm>
- [3] <http://www.heise.de/newsticker/meldung/68410> (17.01.2006, 08:55)
- [4] Bruce A. Bolt: Earthquakes (5th Ed.), W. H. Freeman and Company – New York, 2004.
- [5] Swen Titz: Alarm in letzter Sekunde – Ein neues Frühwarnsystem hält bei Erdbeben in Japan die Zerstörung in Grenzen, Berliner Zeitung Nr.184, 9.8.2006.
- [6] Berlin Roof Net project. Humboldt University Berlin. Systems Architecture Group. <http://www.berlinroofnet.de>
- [7] <http://www.planet-wissen.de>
- [8] <http://www.saferproject.net>



Prof. Dr. Joachim Fischer
Jg. 1952. Nach einem Mathematikstudium von 1973–1978 promovierte er 1982 zu Modellierungsproblemen paralleler Prozesse. Sechs Jahre später habilitierte er mit einer Arbeit zum »Rapid Prototyping verteilter Systeme«. 1994 wurde Dr. J. Fischer zum Professor für Systemanalyse, Modellierung und Computersimulation an die Humboldt-Universität zu Berlin berufen.

Kontakt

Humboldt-Universität zu Berlin
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II
Institut für Informatik
Rudower Chaussee 25
D-12419 Berlin
Tel.: +49 30 2093-3109
Fax: +49 30 2093-3112
E-Mail: fischer@informatik.hu-berlin.de
www2.informatik.hu-berlin.de/~fischer/

Deployment

Prozess der Verteilung und Installation von Softwarekomponenten auf Knotenrechner eines Verteilten Systems.

Middleware

Spezielle Ebene in einem komplexen Software-System, die als »Dienstleister« anderen ansonsten entkoppelten Softwarekomponenten der Anwendungsebene wohl definierte Kooperationen/Kommunikationen untereinander ermöglicht. Meist erfolgt dies mit Hilfe eines Netzwerkes, das durch die Middleware für die sie benutzenden Softwarekomponenten transparent gemacht wird. Ihre Aufgabe ist nicht die Low-Level-Kommunikation für einzelne Bytes (wie sie beispielsweise schon ein Betriebssystem bereitstellt). Middleware organisiert den Transport komplexer Daten, vermittelt

Funktionsaufrufe zwischen den Komponenten, stellt die Transaktionssicherheit über ansonsten unabhängige Teilsysteme her usw.

Workflow

Automatisierte Realisierung eines Geschäftsvorgangs oder technologischen Prozesses, bei dem Informationen (Dokumente, Aufträge ...) über einzelnen realisierenden Einheiten entsprechend einer Menge Regeln erstellt, weitergereicht und verarbeitet werden.

Workflow-Engine

Verteiltes System als Computer-Netzwerk zur Realisierung von Workflows.