

 Inhalt archiviert am 2024-06-18



# A Quantitative Approach to Management and Design of Collective and Adaptive Behaviours

## Ergebnisse in Kürze

### Emergentes Verhalten aus kollektiven Systemen untermauert Erfolg „intelligenter Netzwerke“

„Intelligente Netzwerke“ hängen von einem Verständnis sowohl der Funktionsweise einzelner Komponenten als auch der Interaktionen quer durch das System ab. Das von der EU finanzierte QUANTICOL-Projekt hat dazu beigetragen, eine beschreibende Sprache für diese Systeme zu entwickeln, die auf den jüngsten Durchbrüchen im Bereich der formalen Methoden aufbaut.



© Scharfsinn, Shutterstock

Intelligente Städte verlassen sich auf eine erhöhte digitale Konnektivität durch Technologien wie das Internet der Dinge mit seinen Netzwerken aus drahtlosen Sensoren. Diese Systeme werden im Gegensatz zu großen, zentralisierten Rechenlösungen durch kleine, verteilte Rechenelemente geprägt. Doch diese einzelnen Elemente belegen ein adaptives Verhalten, das nicht nur vom System geprägt ist, sondern es wiederum formt. Neben dem Potenzial für verbundene

Aktivitäten stellt diese Vereinbarung auch erhebliche konstruktive und operative

Herausforderungen, wie z. B. Elemente, die um gemeinsam genutzte Ressourcen konkurrieren, obwohl sie zusammenarbeiten, um gemeinsame Ziele zu erreichen.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, verwendete das von der EU finanzierte Projekt [QUANTICOL](#) ein deskriptives Paradigma, das als „kollektives adaptives System“ (collective adaptive system, CAS) bekannt ist, um die Systemmodellierung über Zeit und Raum hinweg zu ermöglichen. Das CAS-Framework erfasste sowohl das Verhalten einzelner Komponenten als auch das emergente Verhalten aus der Systeminteraktion. Diese Modelle prognostizierten mögliche Nutzer-Interaktions-Ergebnisse, insbesondere indem es sich auf Kriterien wie Rechtzeitigkeit und Angemessenheit der Systemreaktion konzentrierte.

Adaptive Systeme für verbesserte Endbenutzer-Erfahrung nutzbar machen

QUANTICOL konzentrierte sich vor allem auf die Herausforderungen des Ressourcenmanagements im intelligenten Stadtverkehr und in intelligenten Stromnetzsystemen. Die Projektkoordinatorin, Professorin Jane Hillston, erläutert, wie der Ansatz in der Praxis funktioniert und sagte: „Man nehme Bike-Sharing-Systeme; wir wissen, dass es für eine Pick-up-Station nicht gut ist, ganz voll oder leer zu sein. Mit Hilfe der Modellierung, um Systemkomponenten und Interaktionen zu verfolgen, können wir den zugrundeliegenden IT-Systemen helfen, die Nachfrage zu antizipieren und ihre Reaktion zu verbessern, etwa durch Kapazitätenplanung.“

Bei ihrer Erläuterung, wie die Modellierung von der ersten Ermittlung einer Spezifikationsprache abhängt, die in der Lage ist, das System genau zu beschreiben, erinnert sich Prof. Hillston: „Die Sprache, die wir benutzten, gehörte zu einer Familie von formalen Sprachen, die als stochastische Prozessalgebren bezeichnet werden. Wir haben dann etablierte Regeln für die Entwicklung mathematischer Darstellungen aus den Systembeschreibungen verwendet, von denen bekannt ist, dass sie für verschiedene Analysetechniken geeignet sind.“ Das Team interessierte sich besonders für mathematische Strukturen, die eine „kontinuierliche Approximations-Analyse“ ermöglichen, da diese genaue Ergebnisse für sehr große Systeme liefert, aber mit reduziertem Rechenbedarf.

Sobald die Modellierungsanforderungen konstruiert wurden, benutzte das Team automatisierte Analysetechniken, um Hypothesen zu testen, die für die Verwendung von Szenarien angewendet wurden. Die große Anzahl der beteiligten Komponenten und ihre räumlich verteilte Natur machten die Analyse rechnerisch anspruchsvoll. Prof. Hillston fasst zusammen: „Der wichtigste Beitrag von QUANTICOL war die Entwicklung von Analysetechniken, die es ermöglichen, das Verhalten von umfangreichen Systemen innerhalb eines angemessenen Zeitrahmens, manchmal sogar in Echtzeit, vorherzusagen. Dies war eine signifikante Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik zu Beginn des Projekts und bietet die Aussicht auf Echtzeitüberwachung und -planung.“ QUANTICOL gelang es auch, die Klasse

von Modellen zu erweitern, auf die kontinuierliche Approximation angewendet werden kann, während die Genauigkeit der Approximationsdaten verbessert wird.

Sprachkenntnisse auf die nächste Stufe bringen

Man hatte große Hoffungen auf intelligente IT-Systeme für die Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen gesetzt, die globale Herausforderungen wie den Klimawandel bewältigen und gleichzeitig eine nachhaltigere und effizientere Lebensweise ermöglichen. Aber Prof. Hillston behauptet: „Da IT-Systeme durch ihre Einbettung in unsere physische Umgebung immer pervasiver werden, werden sie auch irgendwie transparenter, da die Nutzer von ihnen abhängen. Es ist entscheidend, dass diejenigen, die solche Systeme entwickeln und einsetzen, Werkzeuge zur Verfügung haben, um ihr Verhalten vor, während und nach der Inbetriebnahme zu beurteilen.“

Um die Arbeit voranzutreiben, sucht das QUANTICOL-Team weiterhin nach neuen Wegen, um formale Sprachen und Logiken mit anspruchsvollen mathematischen Modellen zu kombinieren, so dass Designer und Systembetreiber, die nicht notwendigerweise in den erforderlichen Bereichen geschult sind, trotzdem die Ergebnisse nutzen können. Das Team erweitert auch die Modellierung auf Systeme und Anwendungen, die von Fluid-Approximationsansätzen profitieren könnten. Neben der Anwendung ihrer CAS-Techniken auf vertrautere Systeme wie Datenverbreitungsprotokolle in Peer-to-Peer-Netzwerken und epidemiologischen Modellen erforscht das Team neue Klassen von Systemen. Zum Beispiel haben sie das Verhalten und die Interaktion zwischen Subsistenzlandwirten in afrikanischen Ländern südlich der Sahara erforscht, um dessen Konsequenzen für die Ernährungssicherheit besser zu verstehen.

QUANTICOL wurde offiziell innerhalb des Programms für zukünftige und sich abzeichnende Technologien (Future and Emerging Technologies, FET) der Europäischen Kommission finanziert.

## **Schlüsselbegriffe**

QUANTICOL, kollektive adaptive Systeme, CAS, formale Methoden, intelligente Städte, intelligente Netzwerke, Internet der Dinge, Fluidannäherung, Logik, Spezifikationsprache, stochastische Prozessalgebren, Transportnetze, Energienetze, Systemmodellier

**Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich**



Die Schaffung von Raum für Natur in Städten macht sie gesünder, resilienter und nachhaltiger



Intelligente Mobilität in die Wirtschaft des Teilens bringen



Auf die Wirtschaft des Teilens zugeschnittene Busse



DETECTOR: Maßnahmen gegen Schwarzfahren



Projektinformationen

**QUANTICOL**

ID Finanzhilfevereinbarung: 600708

[Projektwebsite](#) 

Projekt abgeschlossen

**Startdatum**

1 April 2013

**Enddatum**

31 März 2017

**Finanziert unter**

Specific Programme "Cooperation": Information and communication technologies

**Gesamtkosten**

€ 3 365 300,00

**EU-Beitrag**

€ 2 605 000,00

**Koordiniert durch**

THE UNIVERSITY OF  
EDINBURGH

 United Kingdom

## Dieses Projekt findet Erwähnung in ...



**Letzte Aktualisierung:** 24 August 2017

**Permalink:** <https://cordis.europa.eu/article/id/202837-emergent-behaviour-from-collective-systems-underpins-the-success-of-smart-networks/de>

European Union, 2025