

Mustererkennung und Vorhersagbarkeit von Makromobilität zur intelligenten Dienstgütegarantie in breitbandigen Mobilfunknetzen

Stefan Michaelis

<http://www.stefan-michaelis.name/>

Effiziente Steuerung in aktuellen und zukünftigen Mobilfunknetzen ist essenziell für die Wettbewerbsfähigkeit der Betreiber. Die Information über Zielzellen sich bewogender Nutzer ist dazu ein wesentliches Kriterium für Reservierungen und unterbrechungsfreie Zellwechsel. Diese Arbeit basiert auf der These, dass Mobilfunknutzer nicht vollständig zufällig zwischen den Zellen wechseln können, sondern durch die geografische Topologie und zielorientiertes Verhalten zu abschnittsweise deterministischen Wegen gezwungen werden. Diese **makroskopische Mobilität** ergibt einen Fingerabdruck aus Funknetzabdeckung, Nutzerverhalten und geografischer Topologie des Straßen- und Bahnnetzes.

Die Zellsequenzen aller Nutzer bilden eine Datenmenge, in der **Bewegungsmuster** durch Algorithmen zur Wissensentdeckung extrahiert werden. Fünf leistungsfähige Verfahren zur Mustererkennung wurden vergleichend ausgewählt, um die nächste Zelle der jeweiligen Anwender zu bestimmen. Zur Evaluation der gesamten Vorgehensweise aus Zelltransitionen, Vorverarbeitung, Mustererkennung, Nachbereitung und Ressourcenreservierung ist in dieser Arbeit ein umfangreicher **Mobilfunksimulator** entstanden, der detaillierte, realitätsnahe Modellierung von Bewegungsverhalten kombiniert mit sämtlichen Aspekten der Kommunikationstechnologie abbildet.

Die damit umfangreich modellierten Szenarien vereinen verschieden stark variable Bewegungsmodelle, wobei als komplexestes Szenario der Hochlastfall rund um ein Fußballstadion während einer Veranstaltung Anwendung findet. Prognosegenauigkeiten mit 90% sind selbst in diesem Fall durch aufwändige Bestimmung einer optimalen Parametrisierung möglich. Über die Nutzung von Messdaten konnte die **Machbarkeit validiert werden** und erreicht eine Vorhersagegenauigkeit vergleichbar zu den simulierten Szenarien.

Abschließend wird der konkrete Einsatz der Vorhersagen durch geschickte Auswahl von Reservierungsmethoden für verschiedene Optimierungen als Anwendungsfälle demonstriert. So wird gezeigt, wie **Bitratenreservierungen für Premiumnutzer** in den wahrscheinlichsten Nachbarzellen zu einer über 20% höheren Erfolgsrate beim Handover in stark belasteten Netzen führen.

Alle Schritte zum Einsatz der Makromobilitätsprognose sind ebenfalls experimentell im Testbett, bestehend aus Mobilfunkemulatoren und mobilen Endgeräten untersucht worden. Dies ermöglicht Netzbetreibern die notwendigen Schritte zum Einsatz des Systems im eigenen Netz direkt nachzuvollziehen.

Die in dieser Arbeit entwickelten Ergebnisse besitzen eine große Zukunftssicherheit, da sie nicht auf einen spezifischen Mobilfunktyp festgelegt sind, sondern als minimale Voraussetzung lediglich ein zellulares Netz benötigen. Die jeweiligen vorgestellten Schritte stellen Mobilfunknetzbetreibern ein **neuartiges Vorgehensmodell** zur Verfügung, mit dem sich einfach und zuverlässig die Auslastung im Netz verteilen lässt und das gleichzeitig flexibel angepasst für Datenaufbereitung, Algorithmenauswahl, Parametrisierung und Reservierung in die Netztechnologie integriert werden kann. Die Verfahren zur Modellierung von Nutzerbewegungen finden über diese Arbeit hinausgehend Eingang in multiskalaren Simulationen, die Mobilitätsmodellierung mit Funkplanungswerkzeugen verbinden.