

Diplomarbeit

# Energieschonung im Lokationsmanagement

Ralph Lange

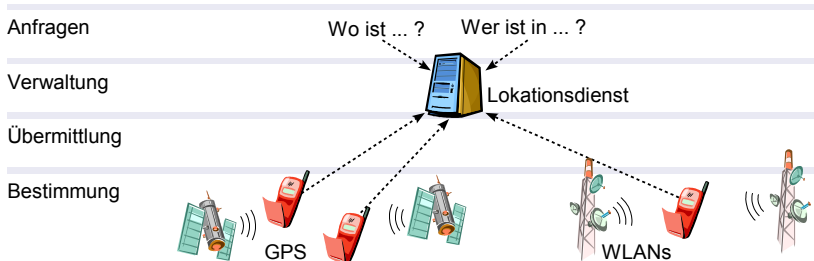
Verteilte Systeme – IPVS – Uni Stuttgart

19. September 2005

# Übersicht

- ▶ Motivation
  - ▶ Energieverbrauch zum Lokationsmanagement groß
  - ▶ Bisher nur partielle Ansätze zur Energieschonung
- ▶ Lösungsansatz
  - ▶ Anpassung an tatsächlichen Informationsbedarf
  - ▶ Nutzung der variablen Positionsbestimmung
- ▶ Toleranzen
  - ▶ Energieverbrauch durch erlaubte Ungenauigkeiten reduzieren
- ▶ Verarbeitung von Gebietsanfragen
  - ▶ Analyse des Lösungsraums
  - ▶ Vorstellung dreier konkreter Verfahren
- ▶ Simulation
  - ▶ Messungen mit Gebiets- und Gebietspositionsanfragen
  - ▶ Evaluation verschiedener Verfahren zu deren Verarbeitung
- ▶ Zusammenfassung

# Grundlagen und Problemstellung



- ▶ Mobile Objekte
  - ▶ Typische Endgeräte: Mobiltelefone, PDAs, Laptops
- ▶ Positionsbestimmung
  - ▶ Bekannte Systeme: GPS, Galileo, Place Lab
- ▶ Lokationsdienst
  - ▶ Verwaltet Positionsdaten der mobilen Objekte
  - ▶ Beantwortet Anfragen über momentane Positionen

# Grundlagen und Problemstellung (2)

## ▶ Anfragetypen

- ▶ Positionsanfragen: Position des angefragten mobilen Objekts
- ▶ Gebietsanfragen: IDs der mobilen Objekte im angefragten Gebiet
- ▶ Gebietspositionsanfragen: IDs und Positionen im angefragten Gebiet
  
- ▶ Diskret: Einmalige Antwort über momentanen Zeitpunkt
- ▶ Kontinuierlich: Ständige Beantwortung im Verlauf der Zeit

## ▶ Mobilkommunikation – Positionsübermittlung

- ▶ Bekannte Standards: GSM, UMTS, WLAN (IEEE 802.11x), WiMAX
- ▶ Position der mobilen Objekte auf Location Area genau bekannt

## ▶ Anfrageverarbeitung

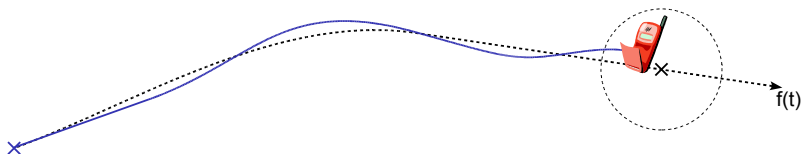
- ▶ Normalerweise direkt beim Lokationsdienst
- ▶ Benötigt stets aktuelle Positionsdaten

⇒ Ständige Positionsbestimmung und -übermittlung zu teuer!

# Existierende Maßnahmen: Koppelnavigation

## ► Prinzip

- Beidseitig verwendete Vorhersagefunktion
- Positionsübermittlung nur bei Abweichung

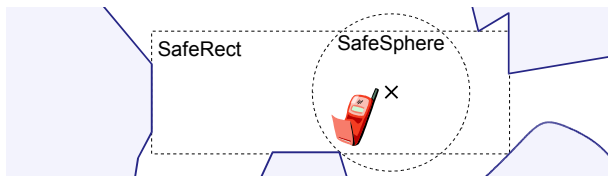


## ► Klassifikation (nach Leonhardi 2003)

- Ohne Wegevorgabe
- Wegenetz (Čivilis u.a. 2005)
- Bekannter Weg (Wolfson u.a. 1999)

# Existierende Maßnahmen: Gebietsanfragen

- ▶ AMM (Lam u.a. 2001)
  - ▶ Positionsübermittlungsrate je nach Entfernung zum angefragten Gebiet
- ▶ SafeRegions (Prabhakar u.a. 2002)
  - ▶ Keine Positionsübermittlung in SafeSphere oder SafeRect



- ▶ MQM (Cai u.a. 2004) und MobiEyes (Gedik und Liu 2004)
  - ▶ Mobile Objekte über benachbarte Gebietsanfragen informieren
  - ▶ Positionsübermittlung nur bei Betreten oder Verlassen
  - ▶ Zellen eines groben Gitternetzes bilden Verwaltungseinheiten

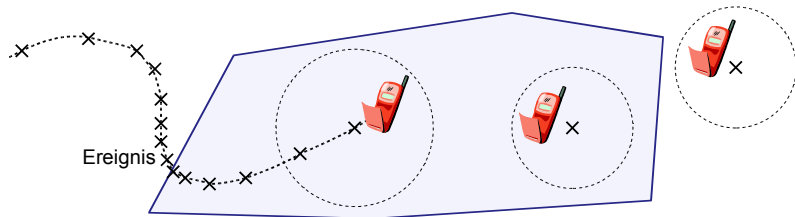
# Grundsätzlicher Lösungsansatz

Positionsbestimmung und -übermittlung abhängig vom Informationsbedarf der anfragenden Anwendungen

- ▶ Positionsübermittlung
  - ▶ Nur wenn sich Antwort geändert hat
  - ▶ Latenz bei initialer Antwort berücksichtigen
- ▶ Positionsbestimmung
  - ▶ Bei Vorliegen einer konkreten Anfrage
  - ▶ und wenn sich Antwort geändert haben könnte
- ▶ Variable Positionsbestimmung nutzen
  - ▶ Bei GPS: Push to Fix, Snap Start, FixNOW
- ▶ Ansatz leicht auf Positionsanfragen anwendbar
- ▶ Gebiets- und Gebietspositionsanfragen sind aufwändiger

# Ansatz bei Gebiets- und Gebietspositionsanfragen

- ▶ Positionsbestimmung wenn Rand möglicherweise überschritten
  - ▶ Möglicher Aufenthaltsbereich aus Maximalgeschwindigkeit
  - ▶ Positionsbestimmung wenn dieser den Rand schneidet
  - ▶ Im Inneren von Gebietspositionsanfragen wie bei Positionsanfragen

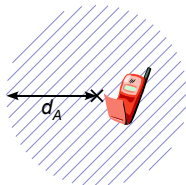


- ▶ Positionsübermittlung wenn Rand tatsächlich überschritten
  - ▶ Bei Gebietspositionsanfragen auch im Inneren
- ▶ Offene Fragen
  - ▶ Wie genau Betreten oder Verlassen erfassen?
  - ▶ Wie den mobilen Objekten die Anfragen mitteilen?

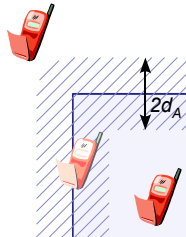


# Zeitliche und räumliche Toleranzen

- ▶ Ungenauigkeiten bei Anfrageverarbeitung
  - ▶ Positionsbestimmung nicht exakt
  - ▶ Maximale Positionsbestimmungsrate
  - ▶ Verzögerung bei Mobilkommunikation
  - ▶ Existierende Protokolle zur Positionsübermittlung



- ▶ Zeitliche Toleranz
  - ▶ Erlaubt ältere Positionsdaten in Antwort
  - ▶ und kurzzeitige Änderungen zu ignorieren

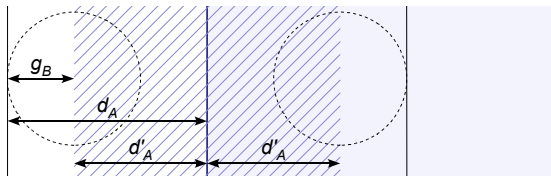
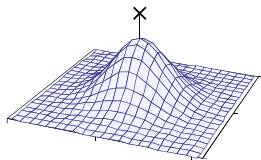


- ▶ Räumliche Toleranz
  - ▶ Bildet Toleranzkreis oder -streifen
  - ▶ Neue Antwort vor Verlassen des Toleranzkreises
  - ▶ Korrekte Antwort außerhalb des Toleranzstreifens

- ▶ Toleranzen begrenzen Positionsbestimmungsrate und Energieverbrauch

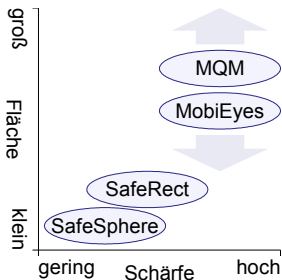
# Räumliche Toleranz und Genauigkeit

- ▶ Genauigkeit des Positionsbestimmungssystems
  - ▶ Aufenthaltswahrscheinlichkeit aus Dichte
  - ▶ Maximale Abweichung  $g_B$  von realer Position
- ▶ Ohne Toleranz: Antwort mit Wahrscheinlichkeit
- ▶ Mit Toleranz: Außerhalb des Toleranzstreifens ist Antwort korrekt
  - ▶ Maximale Abweichung  $g_B$  von räumlicher Toleranz  $d_A$  subtrahieren
  - ▶ Abstrahiert von Genauigkeiten der Positionsbestimmungssysteme



# Lösungsraum zur Verarbeitung von Gebietsanfragen

- ▶ Abwägen zwischen zwei Aspekten
  1. Positionsbestimmungen und -übermittlungen
  2. Nachrichten über angefragte Gebiete
- ▶ Dimensionen
  - ▶ Zentrale, hybride oder verteilte Verarbeitung
  - ▶ Generelles oder individuelles Informieren
  - ▶ Abstraktion von den einzelnen Anfragen
  - ▶ Schärfe der angefragten Gebiete
  - ▶ Fläche über die gleichzeitig informiert
  - ▶ Behandlung der Toleranzen
- ▶ Optimales Verfahren hängt von Energiekosten und Anfragelast ab
  - ▶ Energiekosten: Positionsbestimmung, -übermittlung und Empfang
  - ▶ Anfragen: Anzahl, Lebensdauer, Geometrie der angefragten Gebiete
- ▶ Bei sehr hoher Anfragelast ist Koppelnavigationsprotokoll optimal



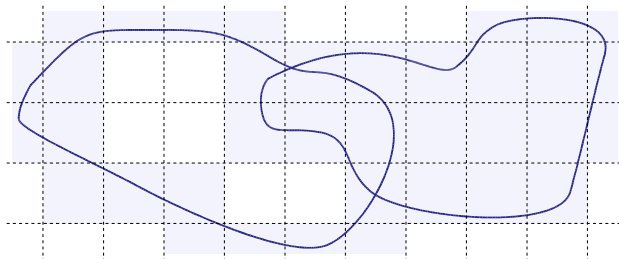
# Drei Verfahren zur Verarbeitung von Gebietsanfragen

- ▶ Auffordern zur Positionsübermittlung
  - ▶ Anfragen werden nicht mitgeteilt
  - ▶ Individuelle Aufforderung zur Positionsbestimmung
  - ▶ Jeder Positionsbestimmung folgt eine -übermittlung
  - ▶ Zentrale Anfrageverarbeitung
  - ▶ Häufige, kurze Nachrichten vom Lokationsdienst
  - ▶ Minimum an Positionsbestimmungen
  - ▶ Sehr viele Positionsübermittlungen
- ▶ Anfragen Mitteilen
  - ▶ Lokationsdienst teilt angefragte Gebiete in der Nähe mit
  - ▶ Verwendung der Location Areas als Verwaltungseinheiten
  - ▶ Positionsübermittlung nur bei Betreten oder Verlassen
  - ▶ Verteilte Anfrageverarbeitung
  - ▶ Wenige, lange Nachrichten vom Lokationsdienst
  - ▶ Minimum Positionsbestimmungen und -übermittlungen

## Drei Verfahren zur Verarbeitung von Gebietsanfragen (2)

### ▶ Grid-Verfahren

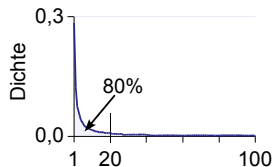
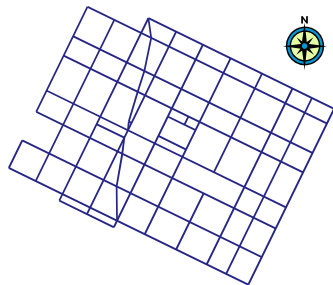
- ▶ Feines Gitternetz (Grid) aus passiven und aktiven Zellen
- ▶ Rand einer Gebietsanfrage aktiviert Gridzellen mit Toleranz
- ▶ Positionsübermittlung in aktiven Zellen mit Koppelnavigation



- ▶ Hybride Anfrageverarbeitung
- ▶ Hohe Abstraktion
- ▶ Schärfe justierbar
- ▶ Auch für sehr viele Anfragen geeignet

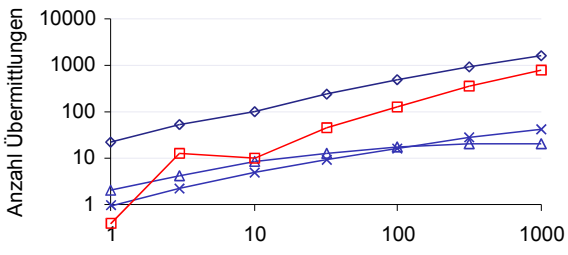
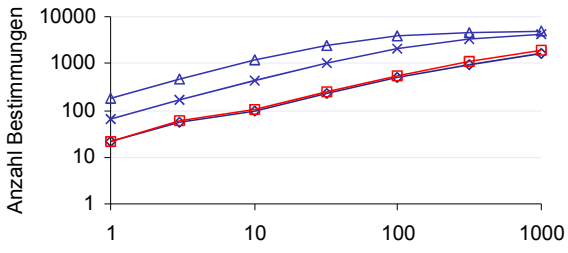
# Simulationsumgebung

- ▶ Einstündige diskrete Ereignissimulation
- ▶ Mobilität
  - ▶ CanuMobiSim zur Simulation
  - ▶ Fußgänger in Midtown Manhattan
  - ▶ Maximal 2,78 Meter pro Sekunde
- ▶ Positionsbestimmung
  - ▶ Liefert exakte Positionsdaten
  - ▶ Dauert je 0,5 Sekunden
- ▶ Kommunikation im Uni- oder Broadcast
- ▶ Gebiets- und Gebietspositionsanfragen
  - ▶ Kreisförmig mit 10 bis 100 Metern Radius
  - ▶ Hotspot-Bildung durch Zipf-Verteilung
  - ▶ Exponential verteilte Lebensdauer
  - ▶ 2,78 bis 5,56 Meter räumliche Toleranz
- ▶ 1000 mobile Objekte und 10 Läufe gemittelt



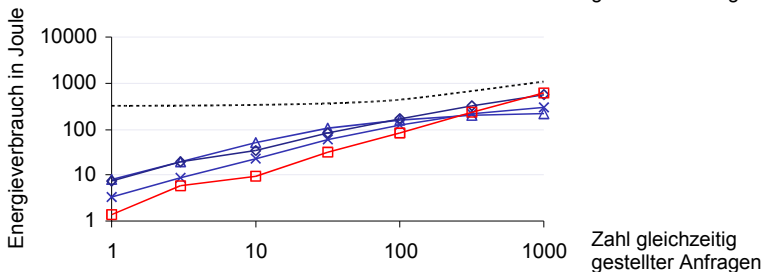
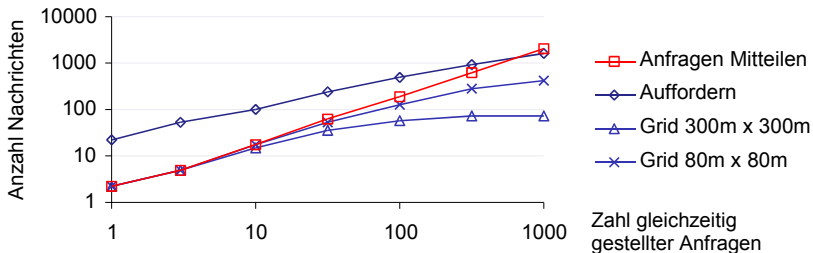


# Positionsbestimmungen und -übermittlungen je Anfragelast

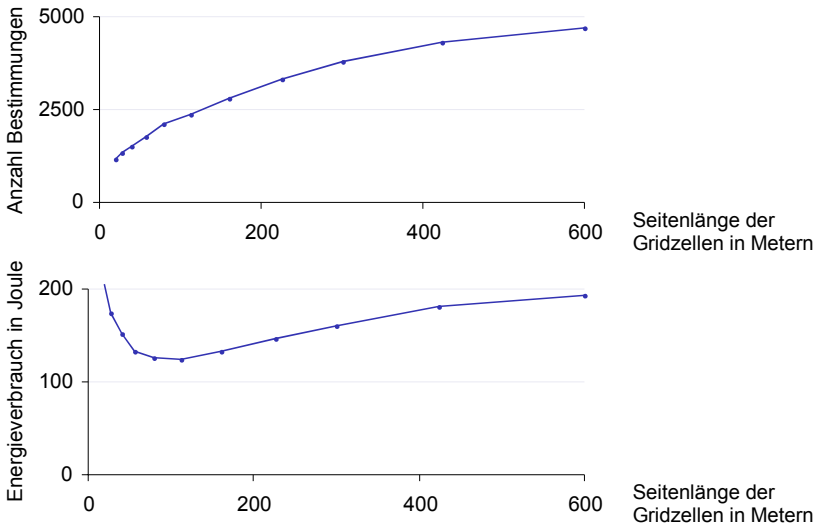




# Nachrichten und Energieverbrauch je Anfragelast



# Positionsbestimmungen und Energieverbrauch je Gridzellen



# Bewertung der Simulationen

- ▶ Zahl der Positionsbestimmungen reduziert
  - ▶ Ständige Positionsbestimmung: 3600
  - ▶ Geringe Anfragelast: Rund 100
  - ▶ Hohe Anfragelast: Minimal knapp 2200
- ▶ Energieverbrauch oft stark reduziert
  - ▶ Geringe Anfragelast: Um rund 95%
  - ▶ Hohe Anfragelast: 212 statt 613 Joule
- ▶ Verarbeitung von Gebietsanfragen
  - ▶ Kein Verfahren vollständig überlegen
  - ▶ Anfragen Mitteilen bei geringer Last optimal
  - ▶ Grid-Verfahren bei mittlerer und hoher Last optimal
  - ▶ Grid-Verfahren ist gut justierbar
  - ▶ Geeignetes Verfahren je Location Area wählen

# Zusammenfassung

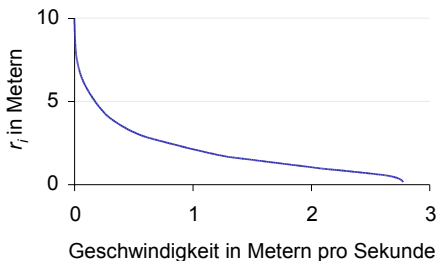
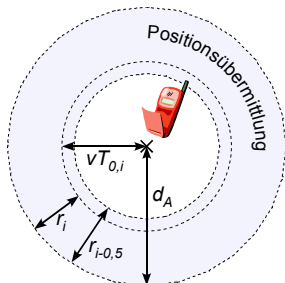
- ▶ Lokationsmanagement verbraucht viel Energie
  - ▶ Bisher Energieschonung oft nur bei Positionsübermittlung
  
- ▶ Informationsbedarf anfragender Anwendungen mitteilen und nutzen
  - ▶ Nur angefragte mobile Objekte bestimmen ihre Position
  - ▶ Positionsbestimmung abhängig vom Abstand zu angefragten Gebieten
  - ▶ Erlaubte Toleranz begrenzt Positionsbestimmungs- oder -übermittlungsrate

⇒ hybride oder verteilte Anfrageverarbeitung
  
- ▶ Großer Lösungsraum bei Gebiets- und Gebietspositionsanfragen
  - ▶ Kein Verfahren immer den anderen überlegen
  - ▶ Grid-Verfahren gut justierbar

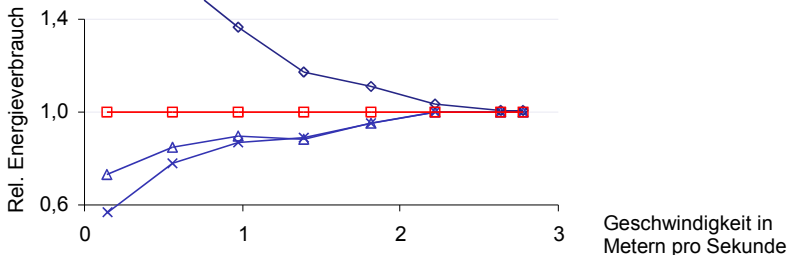
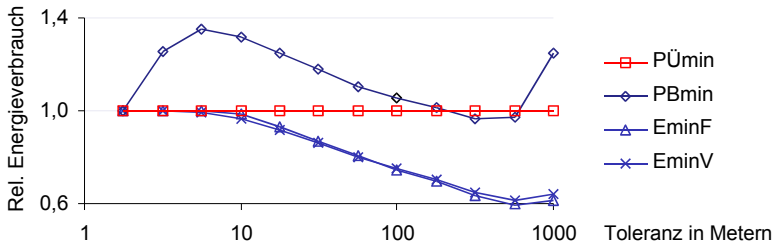
# Fragen?

# Tracking bei räumlicher Toleranz

- ▶ Bei Positionsanfragen, Gebietspositionsanfragen und Grid-Verfahren
- ▶ Entfernungsbasierte Positionsübermittlung oder Koppelnavigation
  - ▶ Positionsübermittlung bei Verlassen des Toleranzkreises
  - ▶ Minimiert die Zahl der Positionsübermittlungen
  - ▶ Häufige Positionsbestimmung dicht vor dem Rand
- ▶ Besser: Positionsbestimmungen kontra -übermittlungen abwägen



# Simulationen zum Tracking bei räumlicher Toleranz



# Literatur

► **Cai u.a. 2004**

Ying Cai; Kien A. Hua; Guohong Cao: *Processing Range-Monitoring Queries on Heterogeneous Mobile Objects*. IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM 2004). Januar 2004.

► **Čivilis u.a. 2005**

Alminas Čivilis; Christian S. Jensen; Stardas Pakalnis: *Techniques for Efficient Road-Network-Based Tracking of Moving Objects*. In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 17, No. 5, S. 698–712. Mai 2005.

► **Gedik und Liu 2004**

Buğra Gedik; Ling Liu: *MobiEyes: Distributed Processing of Continuously Moving Queries on Moving Objects in a Mobile System*. In: Proceedings of the 9th International Conference on Extending DataBase Technology (EDBT 2004), S.67–87. Heraklion, Kreta, Griechenland. März 2004.

► **Leonhardi 2003**

Alexander Leonhardi: *Architektur eines verteilten skalierbaren Lokationsdienstes*. Universität Stuttgart [Dissertation]. Juni 2003.

► **Lam u.a. 2001**

Kam-Yiu Lam; Özgür Ulusoy; Tony S.H. Lee; Edward Chan; Guohui Li: *An Efficient Method for Generating Location Updates for Processing of Location-Dependent Continuous Queries*. International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA 2001). Hongkong. April 2001.

► **Prabhakar u.a. 2002**

Sunil Prabhakar; Yuni Xia; Dmitri V. Kalashnikov; Walid G. Aref; Susanne E. Hambrusch: *Query Indexing and Velocity Constrained Indexing: Scalable Techniques for Continuous Queries on Moving Objects*. In: IEEE Transactions on Computers, Vol. 51, No. 10, S. 1124–1140. Oktober 2002.

► **Wolfson u.a. 1999**

Ouri Wolfson; A. Prasad Sistla; Sam Chamberlain; Yelena Yesha: *Updating and Querying Databases that Track Mobile Units*. In: Distributed and Parallel Databases, Vol. 7, No. 3, S. 257–287. Juli 1999.