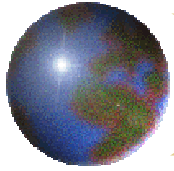


Ortsbestimmung und Ortsmodelle

Distributed Systems Seminar

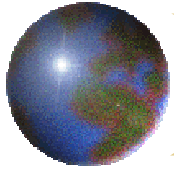
Thomas Gloor

Betreuer: Christian Frank



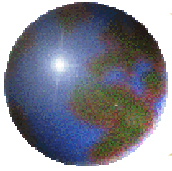
Aufteilung

- Teil 1: Ortsbestimmung am Beispiel von Place Lab
Thomas Gloor
- Teil 2: Ortsmodelle und ihre Anwendungen auf Mobiltelefonen
Gabor Cselle



Überblick

- Einführung: Was interessiert uns der Ort?
- Bestandteile von Place Lab
- Wie berechnet man seinen Standort
- Wie genau/sicher ist Place Lab
- Beispiele/Ausblick



Warum interessiert uns der Ort?

- **Proactive Computing**

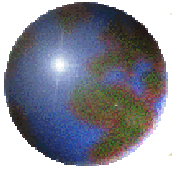
Der Computer ahnt voraus was der User will und passt sich dementsprechend an.

Dafür muss der Computer die folgenden Fragen beantworten:

- Wer?
- Wann?
- Was?
- Wo?

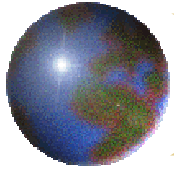
- **Ortsbasierte Dienste**

Zum Beispiel <http://local.google.com> oder Führer für neue Studenten an einer Uni



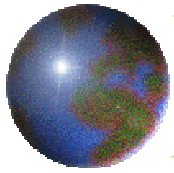
Die Place Lab Initiative

- Von Intel Labs Seattle (www.placelab.org)
- Abdeckung wichtiger als Qualität
 - Wo gilt der gleiche Leitsatz heute schon?
- Tiefe Schwelle für Einsteiger
 - Verwendung von bereits vorhandenen Radio Beacons
 - Clients sollten keine zusätzliche Empfänger benötigen
 - Vereinfachung durch Verwenden von bekannter Technologie -> Für Entwickler und User!



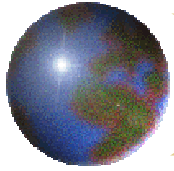
Bestandteile von Place Lab

1. Funksender (GPS, WLAN, GMS, Bluetooth)
2. Datenbanken mit den Koordinaten der Sender
3. Der Place Lab Client



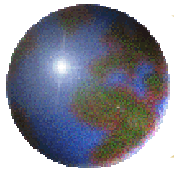
Funksender im Überblick

	Reichweite	Nachteile	Vorteile
GPS	Global	Funktioniert nur draussen! Teuer!	Exakte Lokalisierung
GSM	Mehrere Kilometer	Lokalisierung nicht präzise	Flächendeckend
802.11	~ 100 m	Nicht flächendeckend	Dichte nimmt stark zu
Bluetooth	~ 10 m	Langsame Scans Oft mobil	Sehr genau



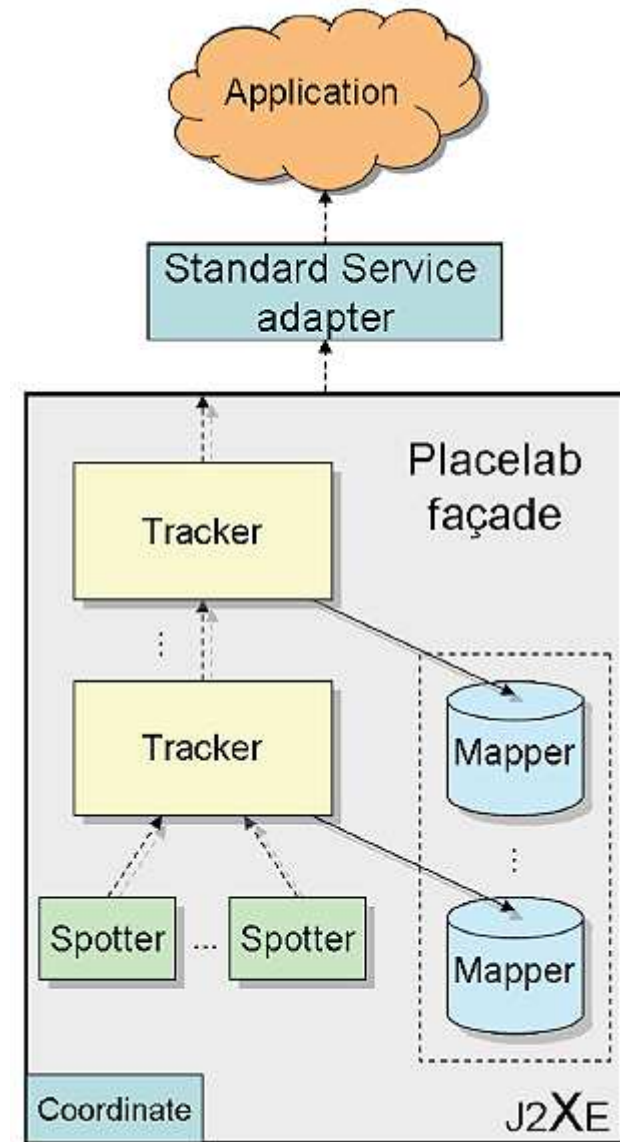
Sender-Datenbanken

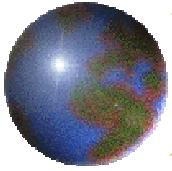
- Liefern dem Client Informationen über den Ort -> Koordinaten
- Doch woher kommen die Daten?
- Firmen, Organisationen (z.B. Universitäten)
- WLAN Koordinaten durch War-driving
 - Nur 'Schätzung' der Koordinaten
 - Dafür aber grosse Abdeckung
- Wer kontrolliert/bezahlt die Datenbank?



Place Lab Client

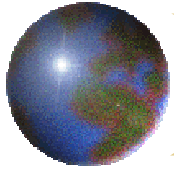
- 3 Wichtige Bestandteile
 - Spotter
 - Mapper
 - Tracker
- Austauschbar -> Flexibilität
- Plattform unabhängig





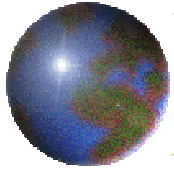
Spotter

- Augen und Ohren des Clients
 - Interessant sind vor allem die ID's
 - Je nachdem auch Signalstärke
- Normalerweise 1 Spotter pro Funkprotokol
 - Laptop z.B. mit WLAN und Bluetooth Spotter
 - Handy mit Bluetooth und GSM Spotter
- Entweder passiv mithören oder aktiv suchen
- Mit welcher Frequenz erfolgen die Updates?



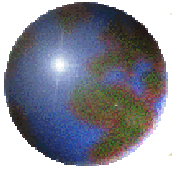
Mapper

- Mapper liefert die zur Lokalisierung benötigten Daten
 - Sender ID
 - Koordinaten
 - (Alter der Information)
 - (Genauigkeit der Daten)
 - (Stärke des Senders)
 - (Antennenhöhe)
- Daten stammen entweder direkt aus Datenbank oder aus dem Cache



Tracker

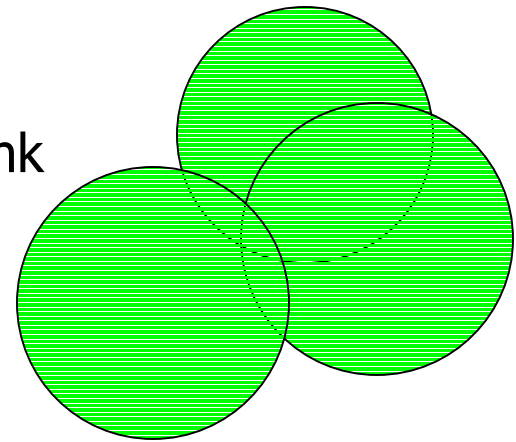
- Schätzung der momentanen Koordinaten aufgrund der Daten der Spotter und Mapper
- Messungen nicht immer perfekt
- Unter Umständen weitere Datenquellen verwenden (z.B. Strassenkarte)
- Sehr vielfältig
 - Deterministisch: z.B. Centroid, Fingerprint
 - Probabilistisch: z.B. Particle Filter



Algorithmen

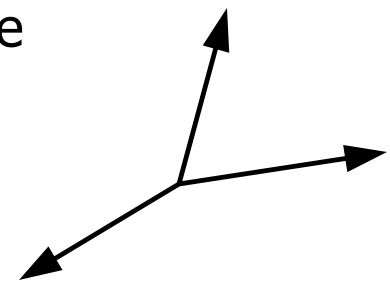
- Centroid

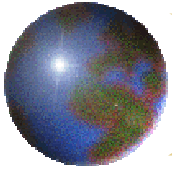
- Ein Eintrag pro Access Point in Datenbank
- User in Mitte aller empfangenen Sender
- Ausbau: Signalstärken hinzuziehen



- Fingerprint

- Man speichert Fingerabdrücke für Verschiedene Orte (Signalstärken)
- Genau die Rohdaten vom War Driving
- Euklidische Distanz zum Fingerabdruck:
$$((SS_A - SS'_A)^2 + (SS_B - SS'_B)^2 + (SS_C - SS'_C)^2)^{1/2}$$
- Middle die k besten Resultate

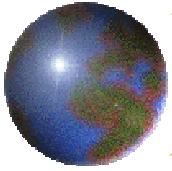




Bayes Filter (I)

Bayes filters probabilistically estimate a dynamic system's state from noisy observations.

- Zu jedem Zeitpunkt Unsicherheit durch Wahrscheinlichkeitsfunktion $\text{Bel}(x_t)$ dargestellt
- $\text{Bel}(x_t) = p(x_t|z_{1:t})$, $z_{1:t}$ = Menge an Sensordaten
- Mit der Zeit sammeln sich riesige Mengen an Messdaten -> Aufwendige Berechnung!
- Deshalb Markov: Nur aktuelle Messungen und Ort zu $t-1$ sind wichtig.



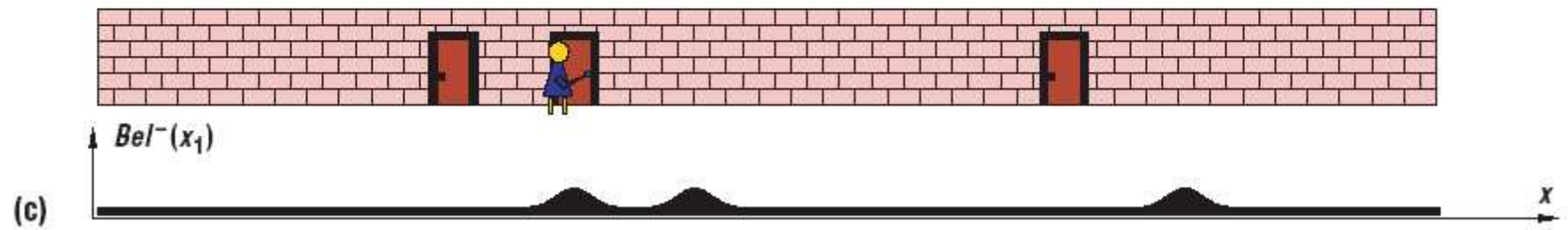
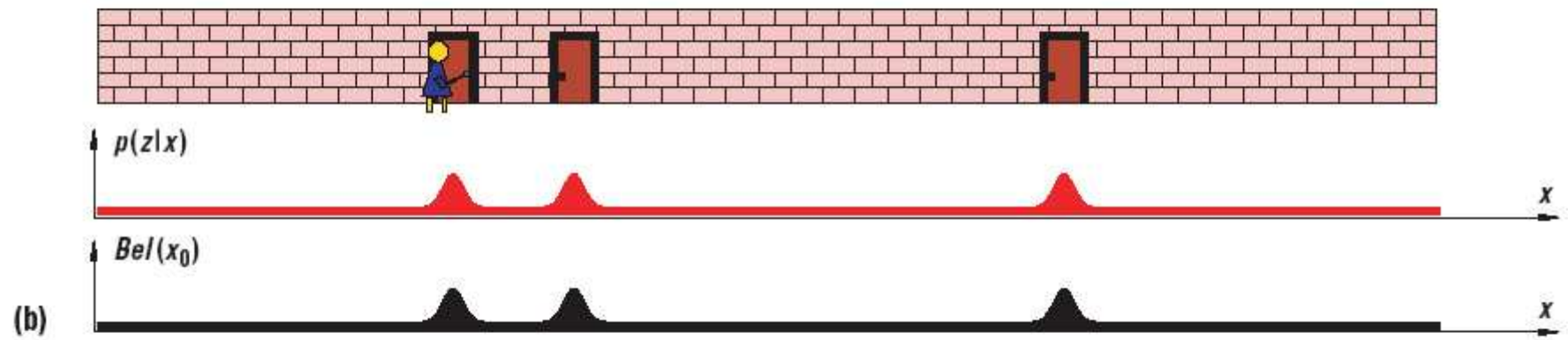
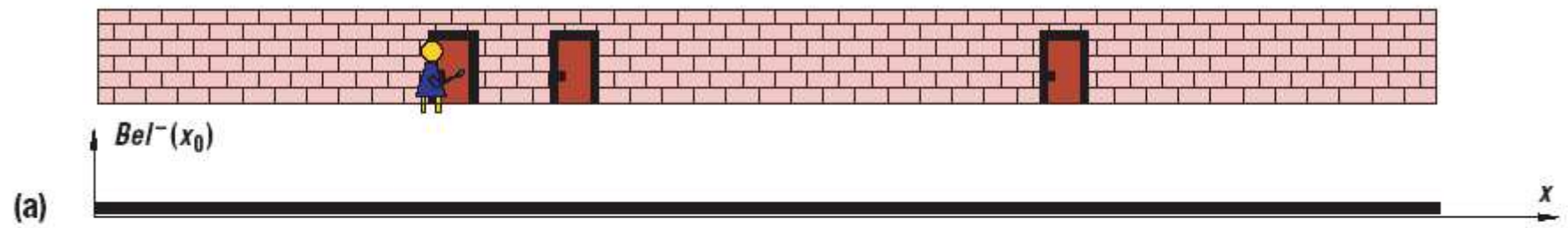
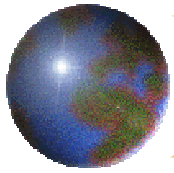
Bayes Filter (II)

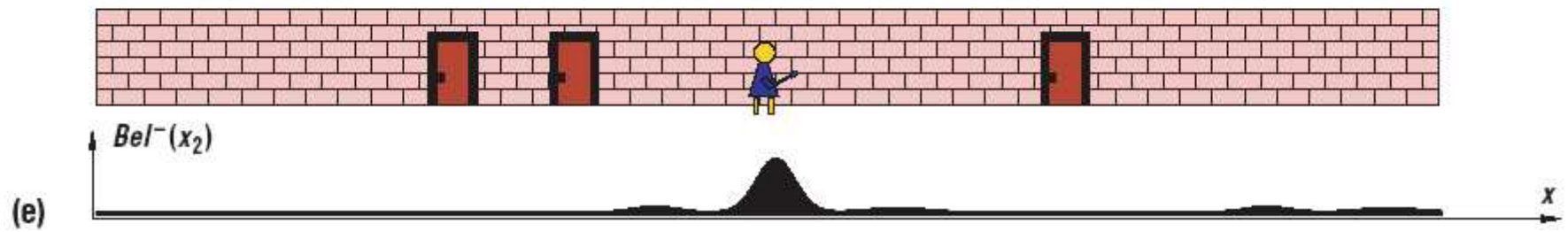
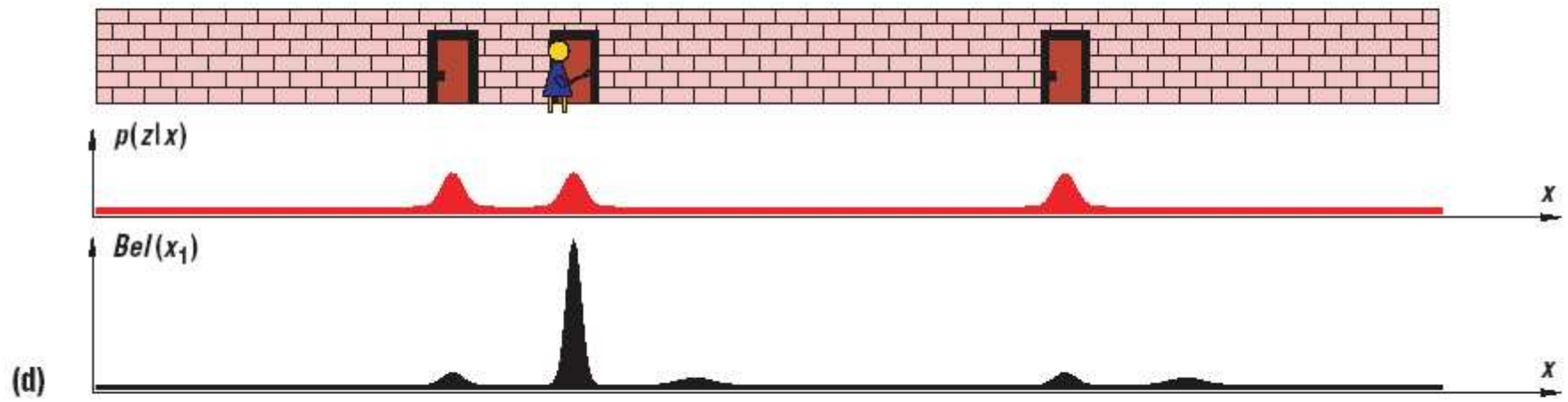
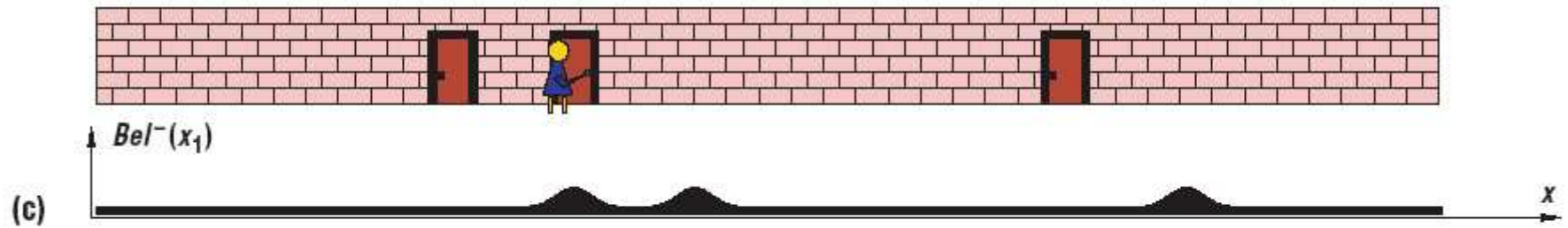
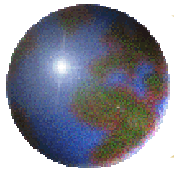
- Vorhersage: Zu jedem Zeitschritt wird der Ort geschätzt (Verwendung von System Dynamik)

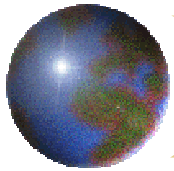
$$Bel^-(x_t) \longleftarrow \int p(x_t | x_{t-1}) Bel(x_{t-1}) dx_{t-1}$$

- Korrektur: Bei neuen Daten wird die Schätzung korrigiert (mit Wahrnehmungsmodell)

$$Bel(x_t) \longleftarrow \alpha_t p(z_t | x_t) Bel^-(x_t)$$

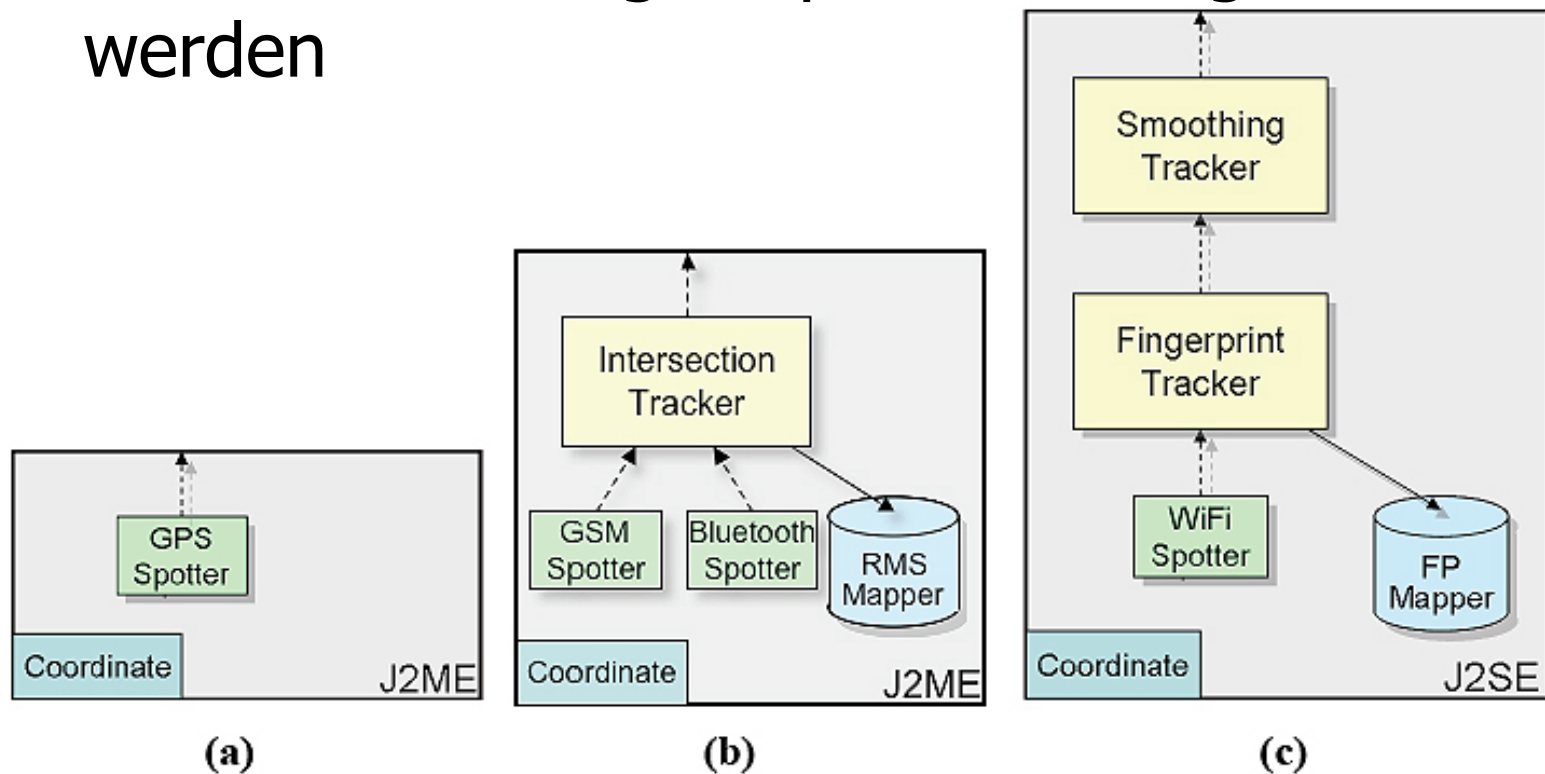


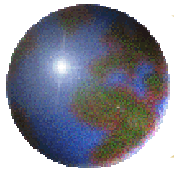




Mehrere Tracker

- Tracker können gestapelt und ausgetauscht werden



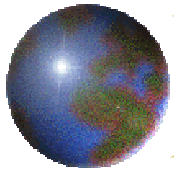


Performance I

- Messungen mit 3 Personen im Raum Seattle (1 mal pro Minute)

Test Subject	GPS		GSM		802.11	
	coverage	avg. gap	coverage	avg. gap	coverage	avg. gap
Immunologist	12.8%	68 min	100%	-	87.7%	1.6 min
Home maker	0.6%	78 min	98.7%	2 min	95.8%	1 min
Retail clerk	0%	171 min	100%	-	100%	-
Average	4.5%	105 min	99.6%	1 min	94.5%	1.3 min

- Smoothing und andere Verbesserungen noch nicht angewendet
- 802.11 mit dem Vorteil (kleinere Zellgrößen)

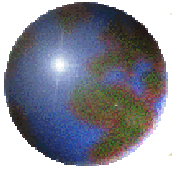


Performance II

- 2. Test um die Ungenauigkeit zu bestimmen
- Particle Filter verwendet

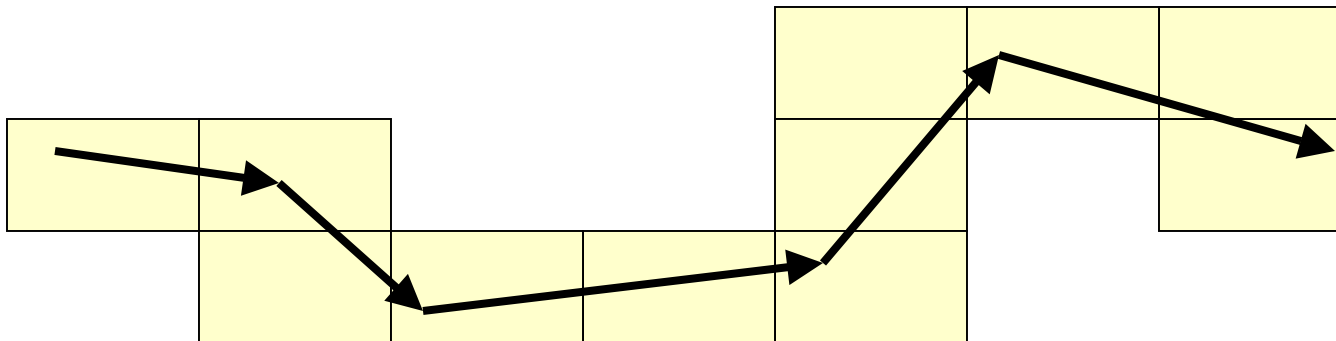
	802.11		GSM		802.11 + GSM	
	accuracy	coverage	accuracy	coverage	accuracy	coverage
Downtown Seattle (Urban)	20.5 m	100.0%	107.2 m	100.0%	21.8 m	100.0%
Ravenna (Residential)	13.5 m	90.6%	161.4 m	100.0%	13.4 m	100.0%
Kirkland (Suburban)	22.6 m	42.0%	216.2 m	99.7%	31.3 m	100.0%

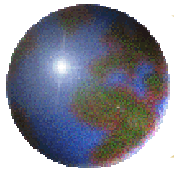
- Im Vergleich zu einfachem GPS sehr gut



Privacy

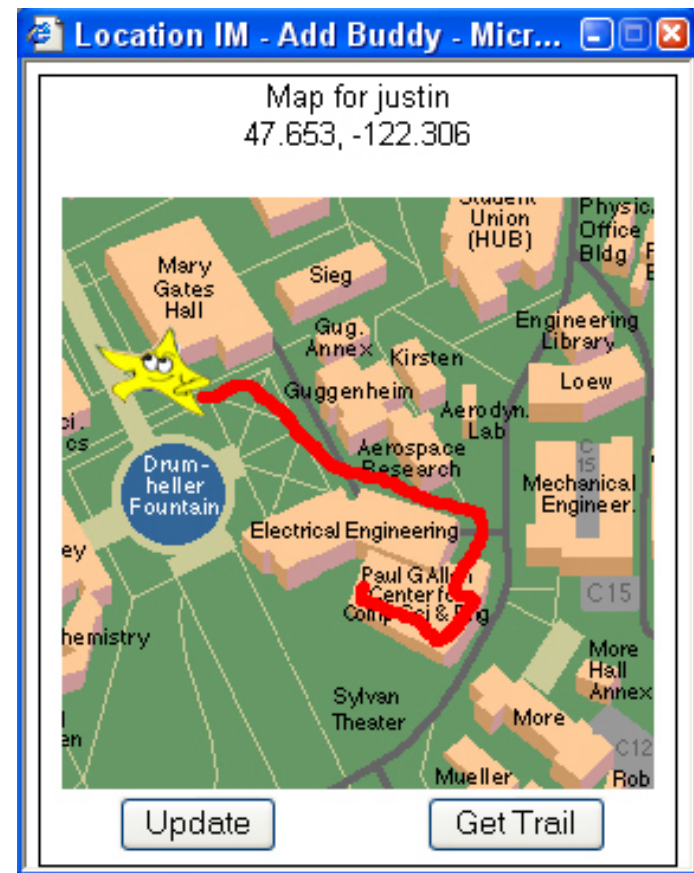
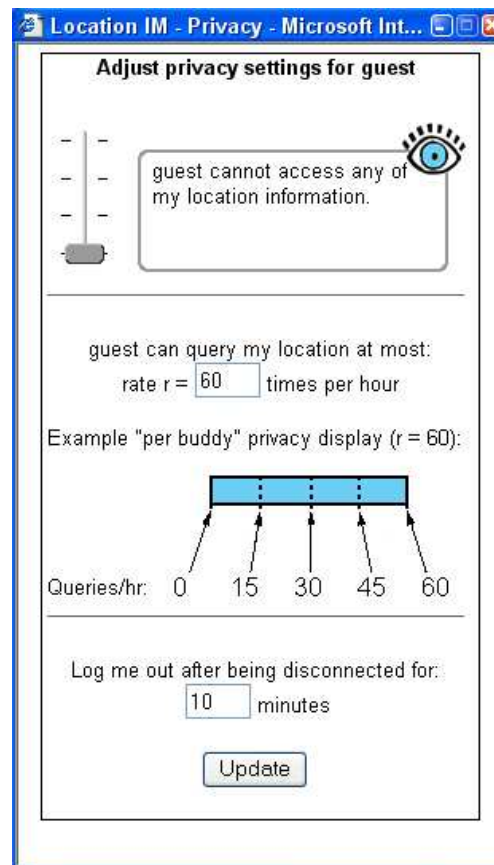
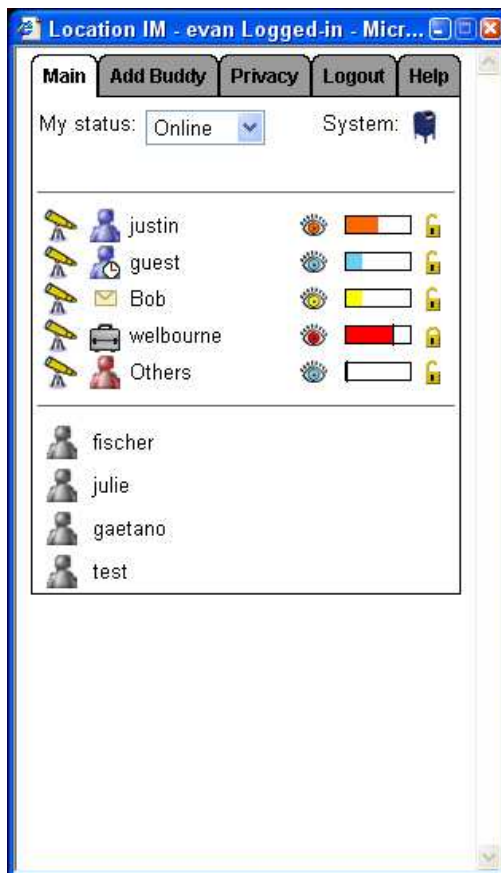
- Wenn möglich passiv mithören -> man wird von der Umgebung nicht wahrgenommen
 - Bluetooth zum Beispiel muss zum Teil aktiv nach Komponenten suchen.
 - Handy meldet sich auch beim Sender
- Koordinaten werden lokal berechnet
- Soll mein Access Point bekannt sein?
- Mapping Daten stammen jedoch aus Datenbank

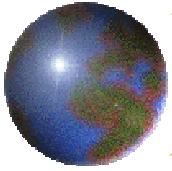




Beispiele

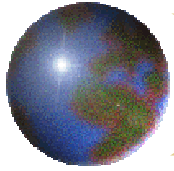
- Location-Enhanced Instant Messenger





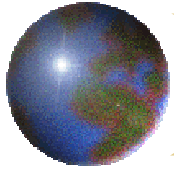
Was bringt die Zukunft?

- Mehr als nur Koordinaten
 - 'Starbucks' sagt mehr aus als (48.43456, -122.45678)
- Ausbau auf 2.5 oder 3 Dimensionen
 - 2D problematisch in Gebäuden mit mehreren Stockwerken
 - Auflösung muss aber bei 2.5D besser werden!
- Weg von GPS
 - Verwendung der eigenen Daten um neue Beacons zu lokalisieren.
- Fazit?



Das wars...

- Sind noch Fragen?
- Sonst geht's jetzt weiter mit Gabor und Teil 2.



Referenzen

- Place Lab: Device Positioning Using Radio Beacons in the Wild
- Place Lab – An Open Architecture for Location-Based Computing
- Accuracy Characterization for Metropolitan-scale Wi-Fi Localization
- Bayesian Techniques for Location Estimation
- Bayesian Filters for Location Estimation