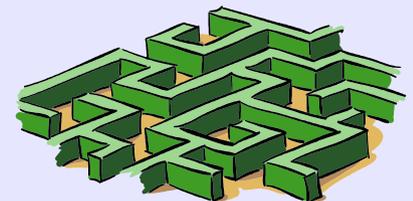


Musterbasierte Lokalisierungstechniken

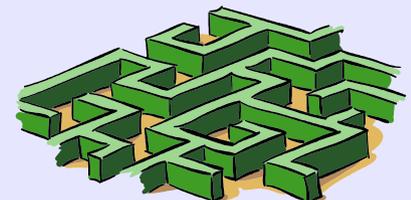
Seminarvortrag von:
Raffael Bachmann
braffael@student.ethz.ch

Betreuer:
Matthias Ringwald



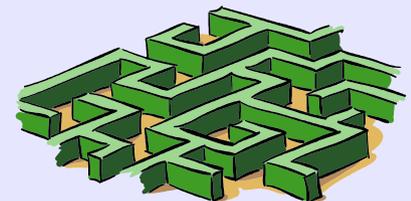
Übersicht

- ⇒ Motivation
 - Probleme der Lokalisierung in Gebäuden
- ⇒ Allgemeine Funktionsweise
 - Modelle erstellen
 - Messen
 - Auswerten
- ⇒ Beispiele
 - Nibble
 - Weitere Beispiele

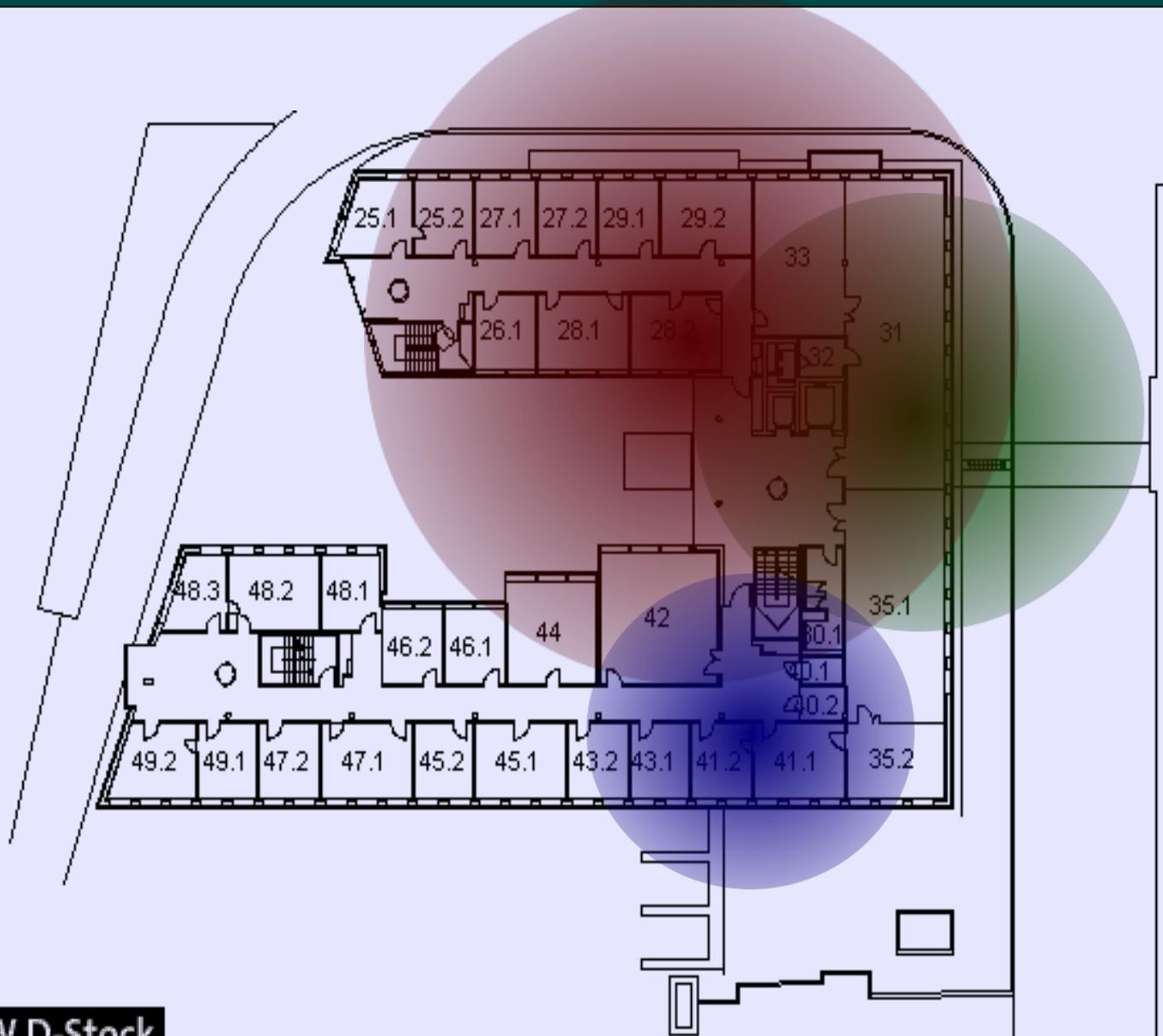


Motivation

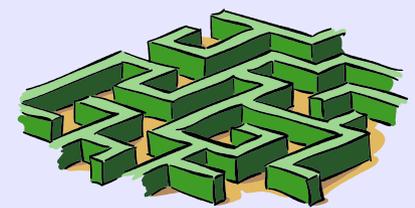
- ➔ Probleme bestehender Lokalisierungstechniken
 - Zusätzliche Hardware(Kosten)
 - Satellitengestützt (GPS)
 - Keine Verbindung ohne zusätzliche Hardware
 - Ungenau trotz zusätzlicher Hardware
 - Vorhandene Hardware
 - Bluetooth / W-LAN / GSM ...
 - Abstandsmessung ungenau



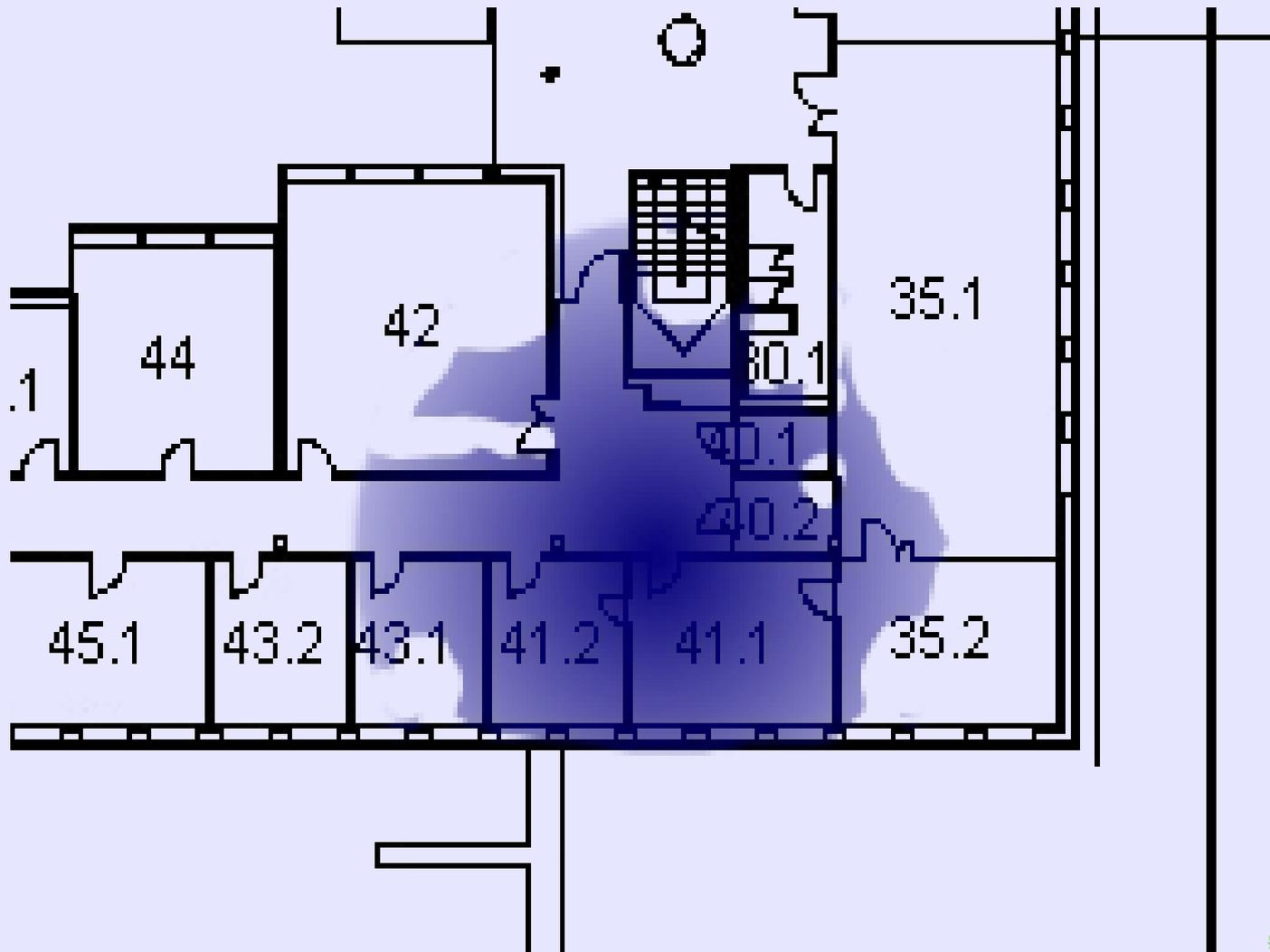
Trilateration



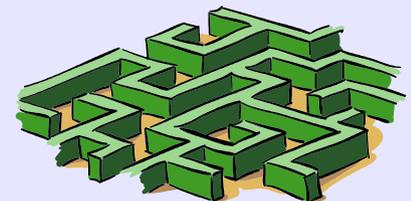
IFW D-Stock



Ungenauem Abstandsmessung

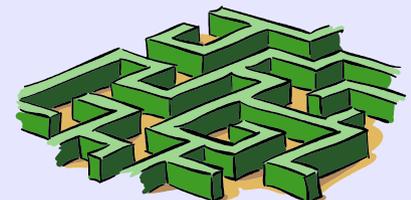


[4]



Allgemeine Funktionsweise

- ⇒ Erstellen/Messen der Basisdaten
 - Messpunkte
 - Modelle
- ⇒ Messen der Lokalisierungsdaten
 - Auf den Basisstationen
 - Auf dem Client
- ⇒ Auswertung
 - Bayessches Netz
 - Nächster Nachbar

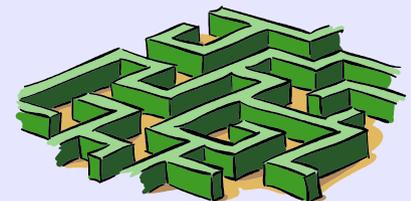


Erstellen der Basisdaten

- ➔ Messpunkte
 - Verteilung der Punkte
 - Anzahl der Messung
 - Zeit der Messungen
 - Welche Daten wie speichern
 - Zugriffsrechte

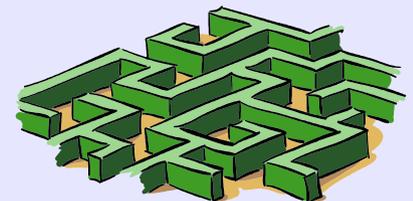
- ➔ Berechnen statt messen
 - Bsp:RADAR

$$P(d)[dBm] = P(d_{[0]})[dBm] - 10n \log \left(\frac{d}{d_{[0]}} \right) - \begin{cases} nW * WAF & nW < C \\ C * WAF & nW \geq C \end{cases}$$



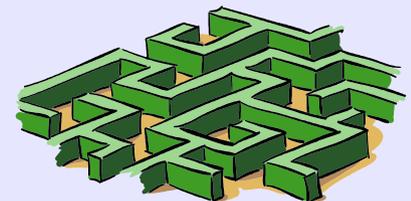
Lokalisierungsdaten messen

- ⇒ Auf den Basisstationen
 - Lokalisierung von Aussen
 - Gewisse Daten schwieriger zu erfassen
- ⇒ Auf dem Client
 - Selbstlokalisierung

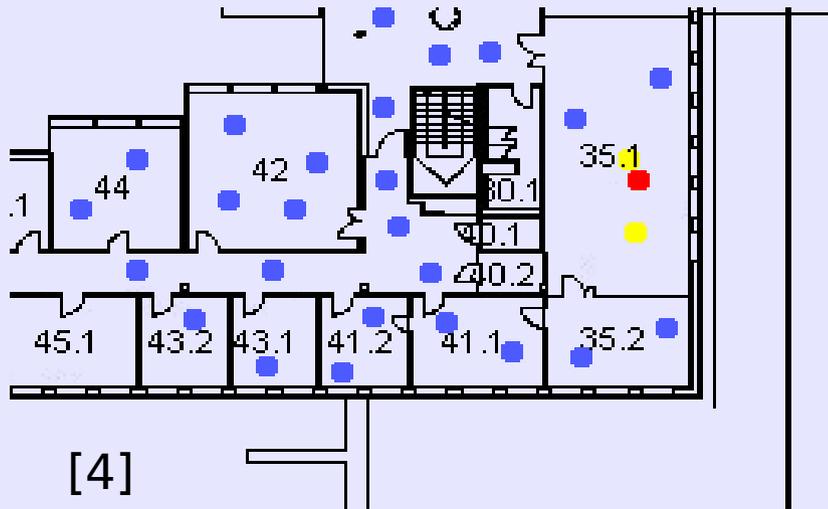


Auswertung

- ⇒ Wo auswerten
 - Auf einem Server
 - Auf dem Client
- ⇒ Wie auswerten
 - Algorithmus
 - Bayessches Netz
 - Nächster Nachbar (einer / mehrere)



Auswertung: Nächster Nachbar

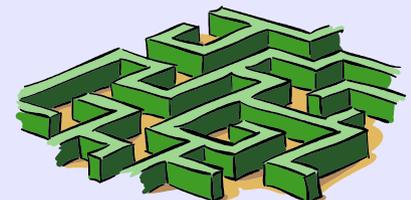


Mögliche Abstandsfunktionen

$$\sqrt{((x_1 - s_1)^2 + (x_2 - s_2)^2 + (x_3 - s_3)^2)}$$

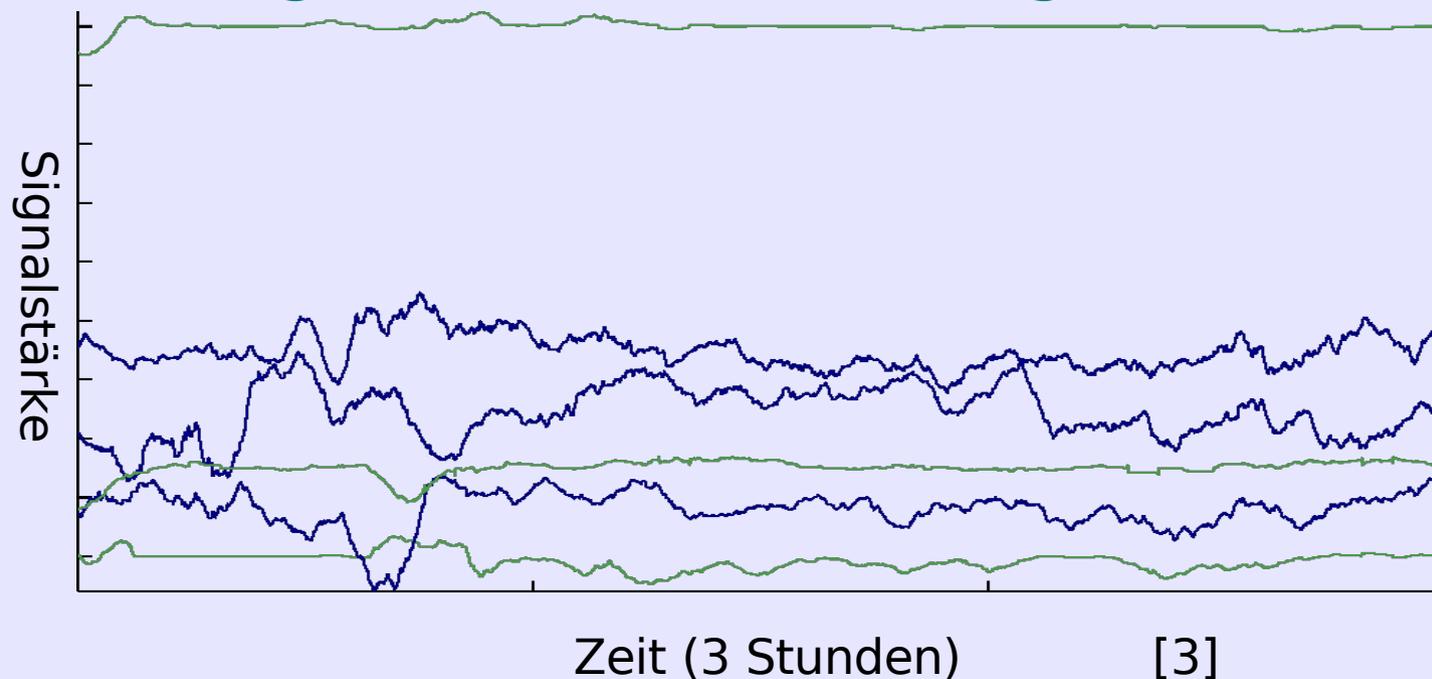
$$|(x_1 - s_1)| + |(x_2 - s_2)| + |(x_3 - s_3)|$$

- ➔ Ein Nachbar
 - Evt. ausreichend
- ➔ K Nachbarn
 - Evt. besseres Resultat
 - Zu viele Nachbarn können Resultat verschlechtern

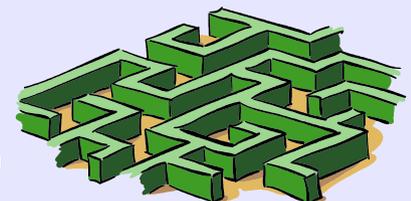


Voraussetzungen

- ➔ Änderung im Raum
 - Grosse Unterschiede der gemessenen Daten im Raum
- ➔ Konsistenz in der Zeit
 - Wenig bis keine Änderungen über die Zeit

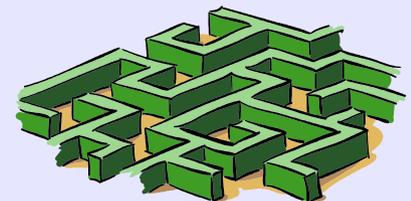


W-LAN
GSM



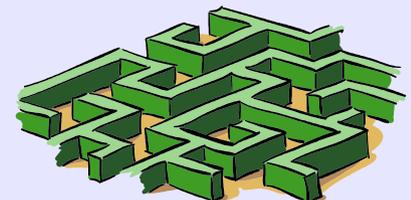
Einsatzmöglichkeiten

- ⇒ Indoor
 - Oft vorhandene oder günstige Hardware
 - Wenig andere günstige Möglichkeiten
- ⇒ Outdoor
 - GSM / W-LAN (Städte)



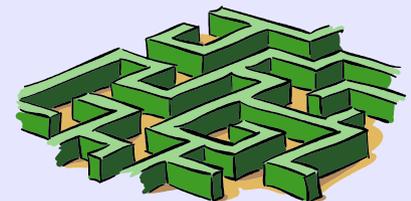
Beispiel: Nibble

- ➔ A Probabilistic Room Location Service for Wireless Networked Environments
- ➔ Paper und Programm von
 - Department of Computer Science
UCLA - the University of California, Los Angeles
 - FX Palo Alto Laboratory
- ➔ 2001
- ➔ <http://mmsl.cs.ucla.edu/nibble>

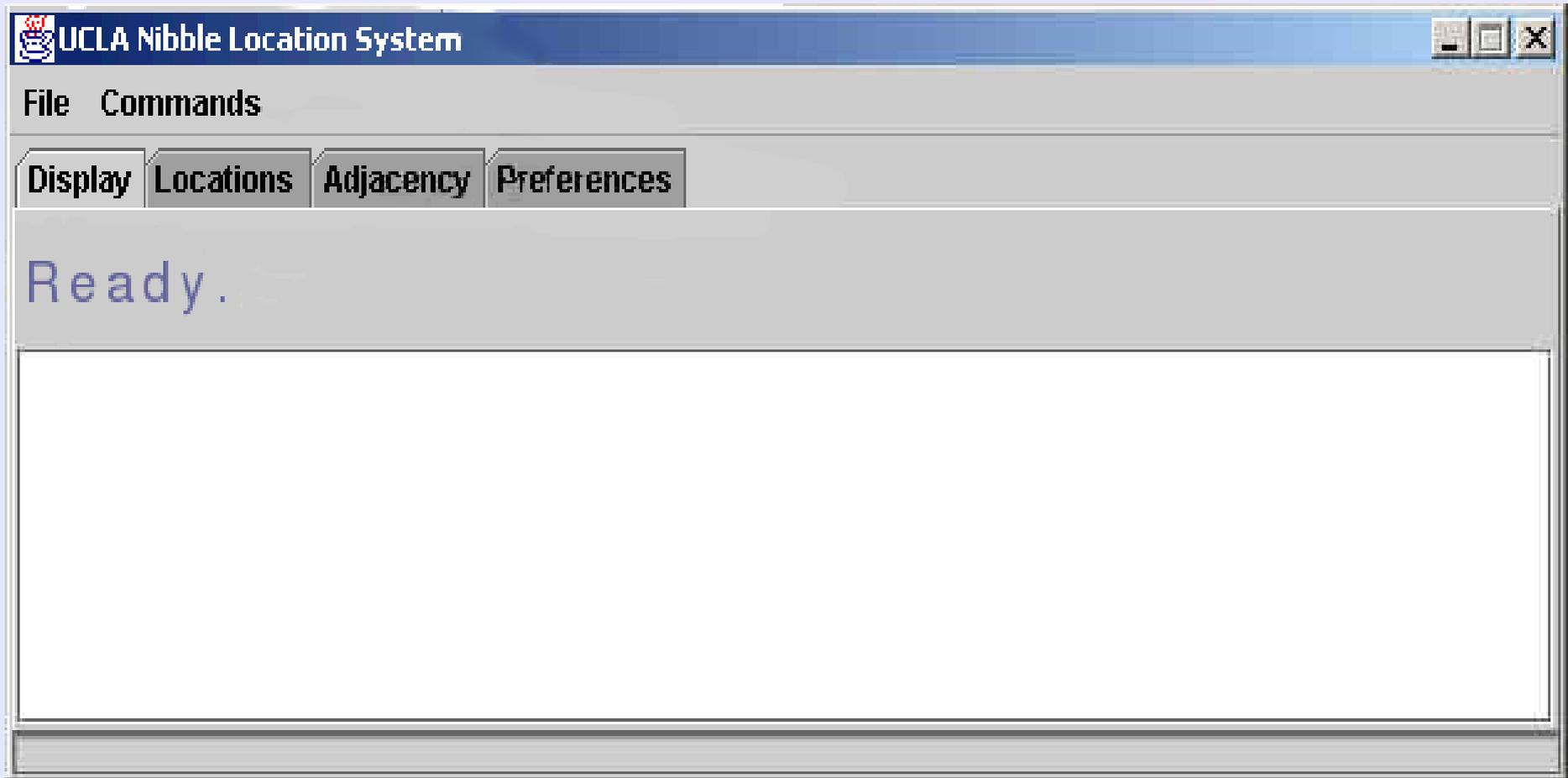


Nibble: Das Programm

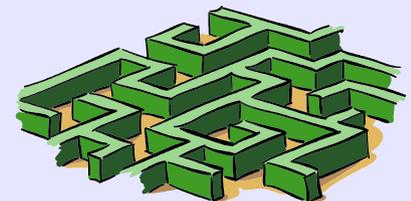
- ➔ Läuft auf dem Client (Windows Laptop)
- ➔ In Java geschrieben
- ➔ Lokalisierung basiert auf W-LAN
- ➔ Bietet Möglichkeit um Basisdaten zu erstellen
 - Sampling und resampling
- ➔ Zeigt den besten Treffer und die Auswertung durch Bayessches Netz
- ➔ Bietet Schnittstelle (API) für andere Programme



Nibble: Das Gui

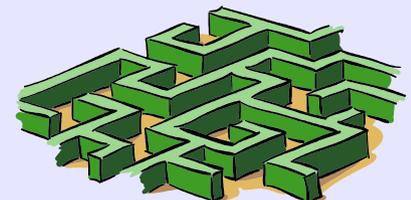


[1]

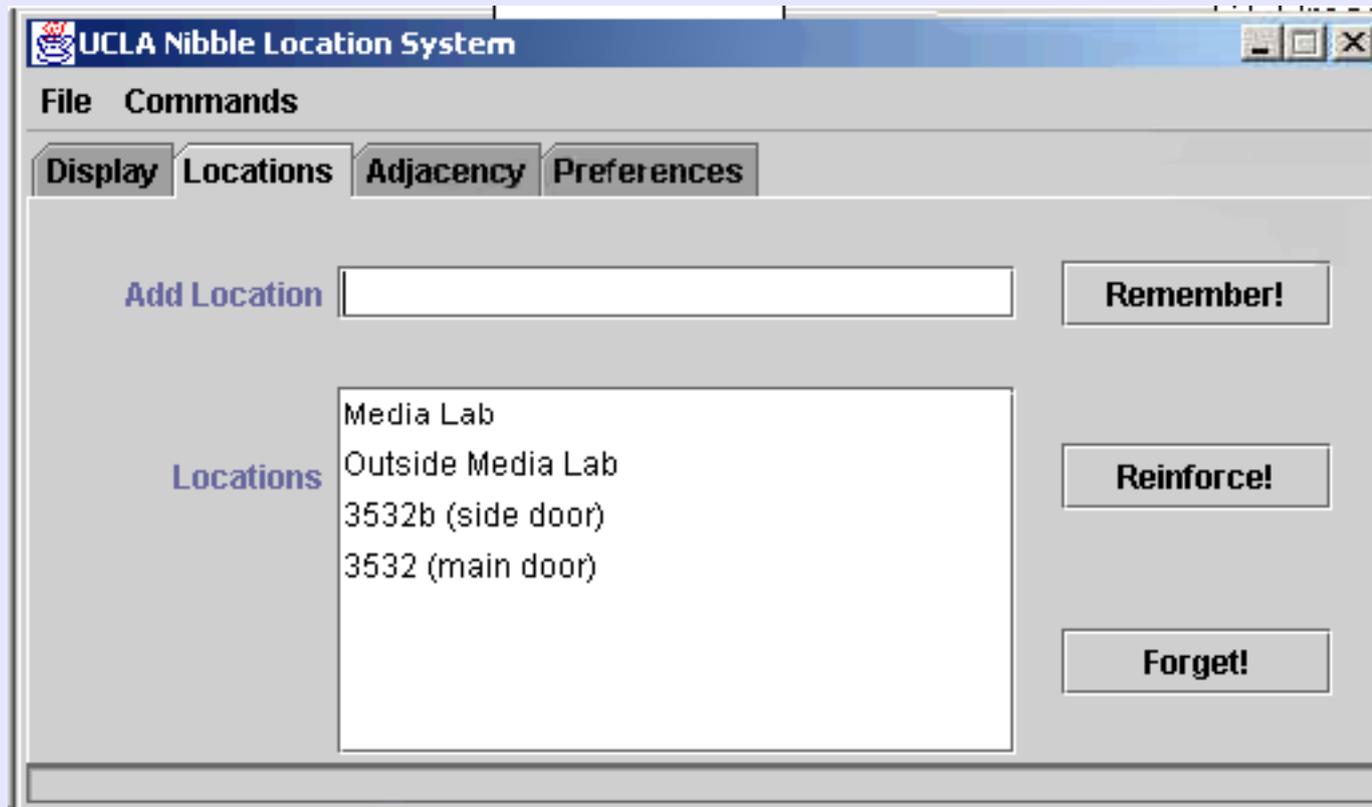


Nibble: Basisdaten

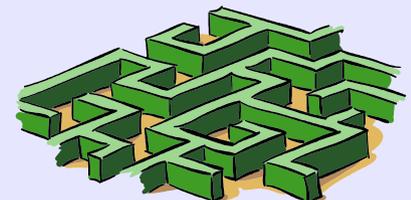
- ⇒ Werden vom Client selbst gesammelt
 - 1 pro Sekunde während 10 Sekunden
- ⇒ Können jederzeit hinzugefügt oder entfernt werden
 - Dynamisch
 - Flexibel für Veränderungen der Umgebung
- ⇒ Physikalischer Raum vs. Signalraum
 - Kein Namensschema
- ⇒ Name und SNR
 - 4 Abstufungen



Nibble: Das Gui

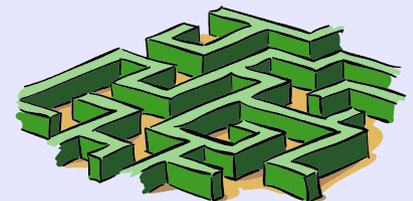


[1]

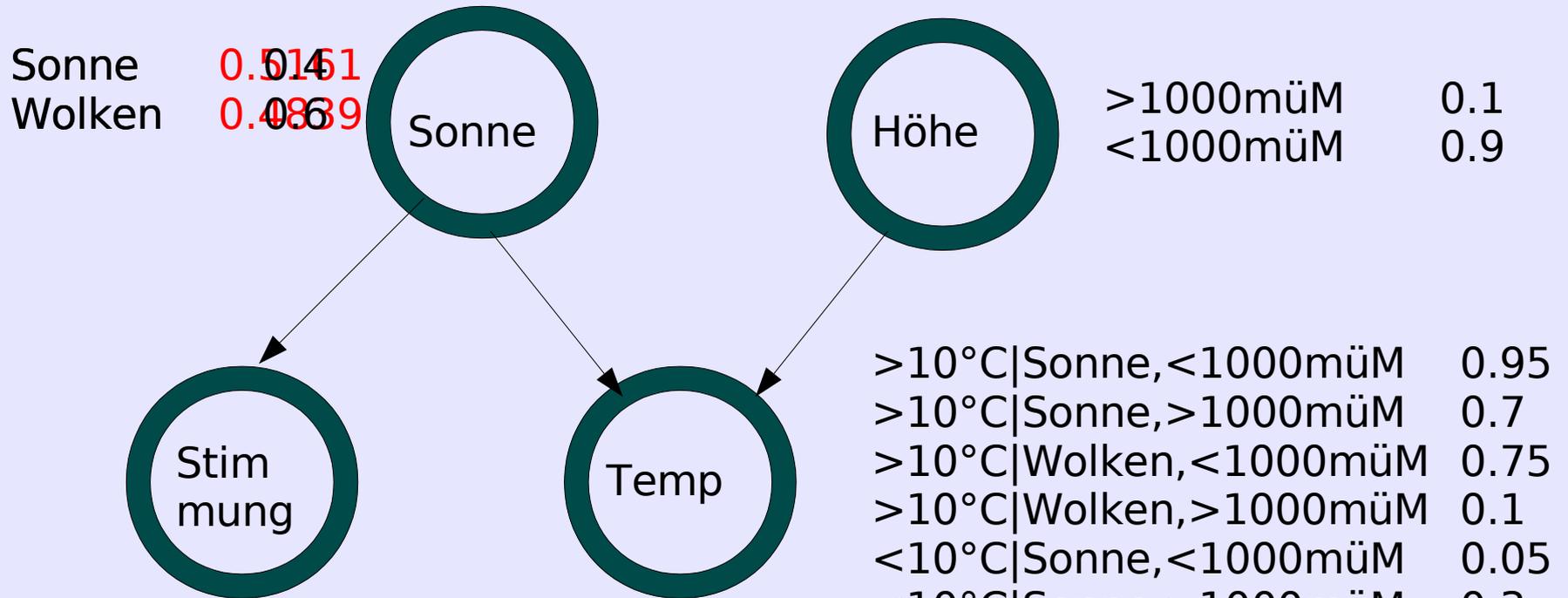


Nibble: Auswertung

- ⇒ Lokal auf dem Laptop
- ⇒ Alle 3 Sekunden
- ⇒ Bayessches Netz
 - Gibt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Standorte zurück



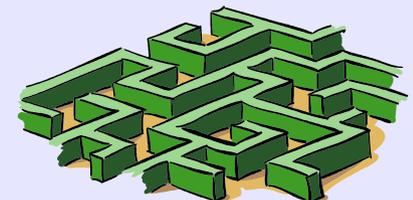
Bayessches Netz



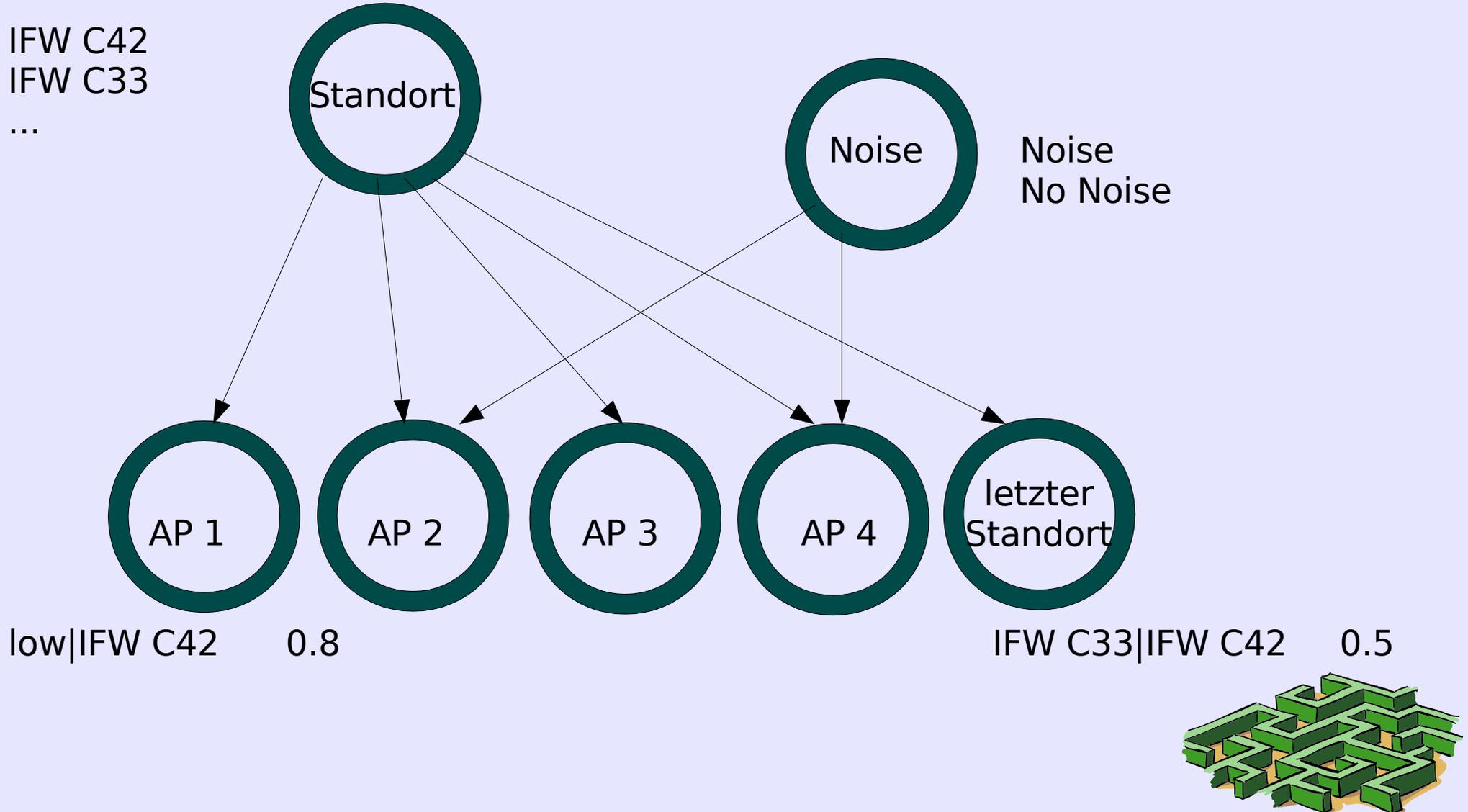
$$P(A|B) = \frac{P(B|A) * P(A)}{P(B)}$$

$$P(Sonne|Gut) = \frac{P(Gut|Sonne) * P(Sonne)}{P(Gut)}$$

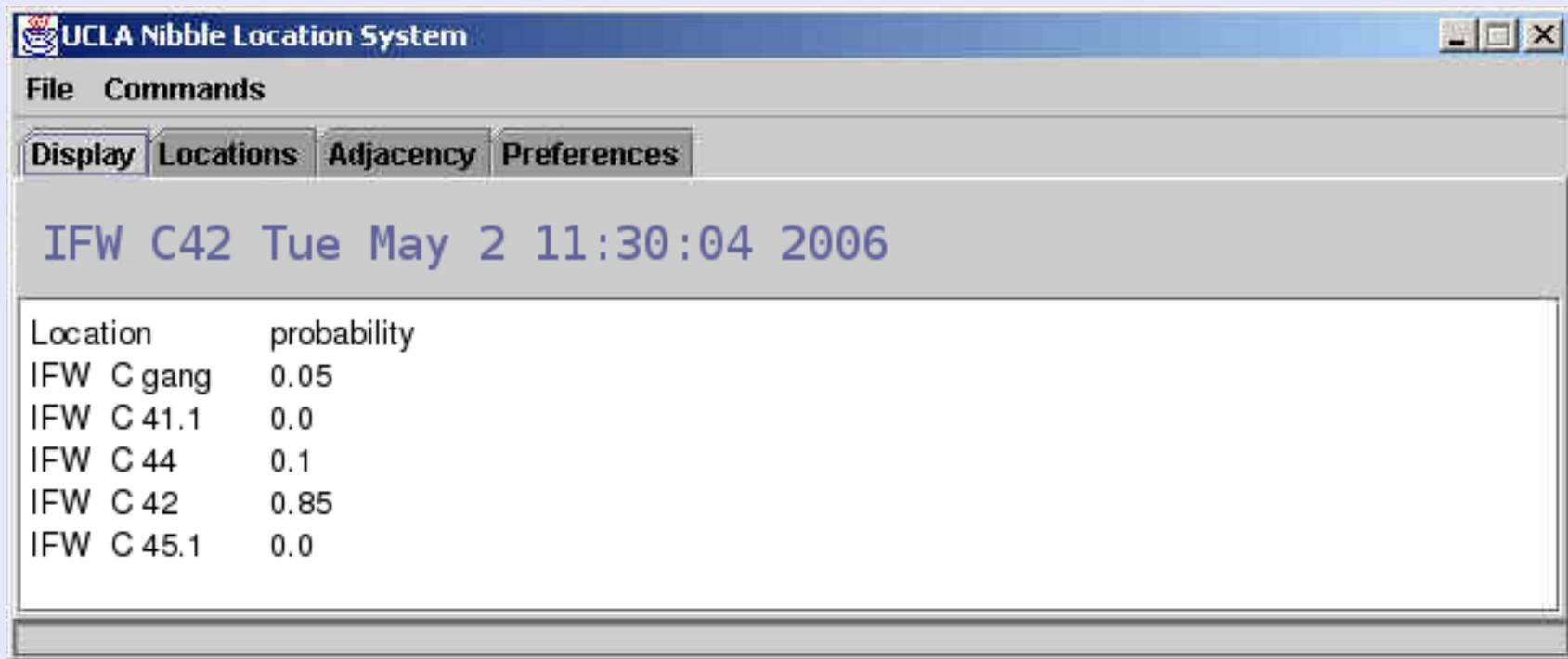
$$P(Sonne|Gut) = \frac{(0.8 * 0.4)}{(0.8 * 0.4 + 0.5 * 0.6)}$$



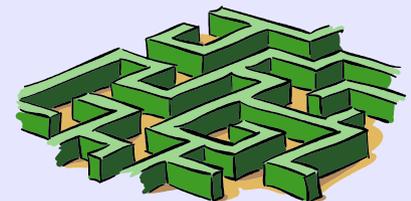
Nibble: Bayessches Netz



Nibble: Das Gui

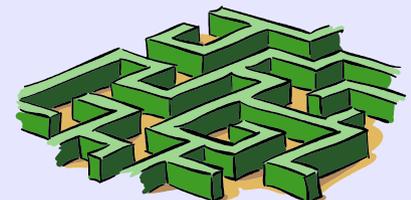


[1]

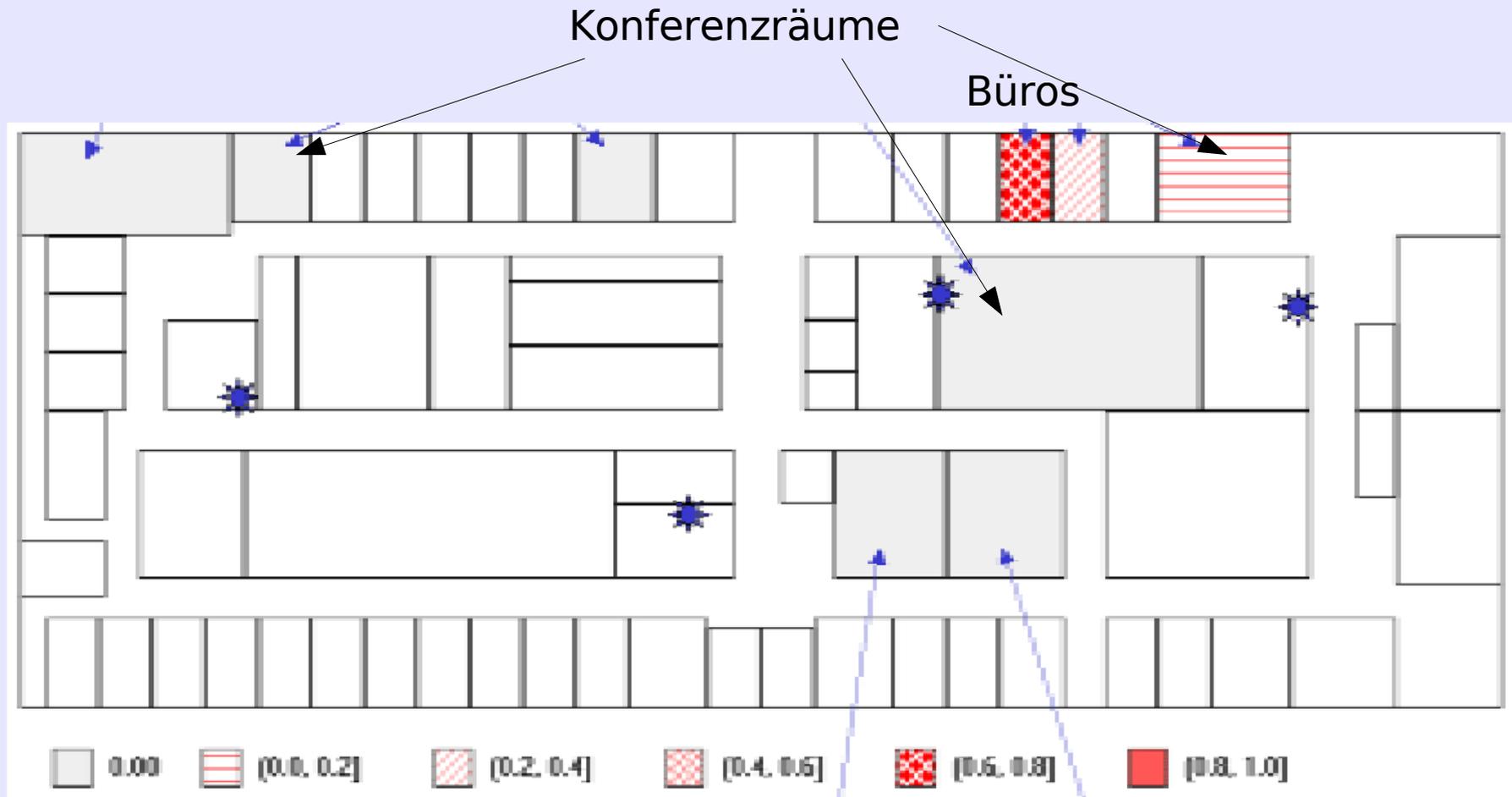


Nibble: Der Test

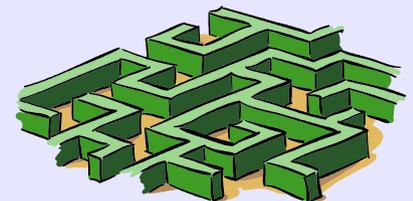
- ⇒ „Boelter Hall“ an der UCLA
 - Achtstöckiges Gebäude
 - 14 Access Points und viele Laptops
 - 2 Wege durch 12 Standorte
 - 97% korrekt 15% “don't know”
- ⇒ FX Palo Alto Laboratory
 - 68m x 30m Fläche mit 40 Büros
 - 4 Access Points und wenig Laptops



Nibble: FXPAL

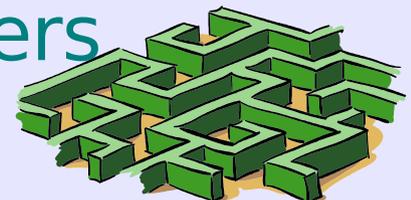


[1]



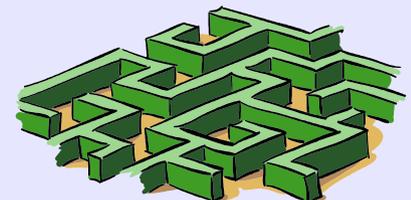
Nibble: Schlussfolgerungen

- ⇒ Lokalisieren mit W-LAN gut möglich
- ⇒ Dank Bayesschem Netz gut erweiterbar
- ⇒ Um eine gute Qualität der Information zu erhalten braucht man nicht alle Access Points
 - Etwa 3 Access Points und trotzdem 96%
 - Qualität der Information = Wahrscheinlichkeit des besten Treffers



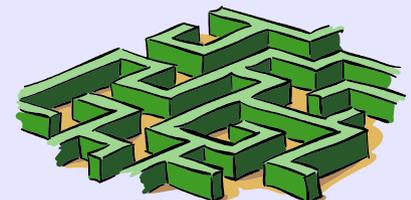
Weitere Beispiele

- ⇒ RADAR
 - W-Lan
- ⇒ Accurate GSM Indoor Localization
 - Hauptsächlich GSM aber Vergleich mit W-LAN
- ⇒ A Study of Bluetooth Propagation Using Accurate Indoor Location Mapping
 - Bluetooth Funk Ausbreitung



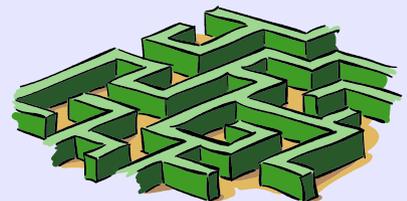
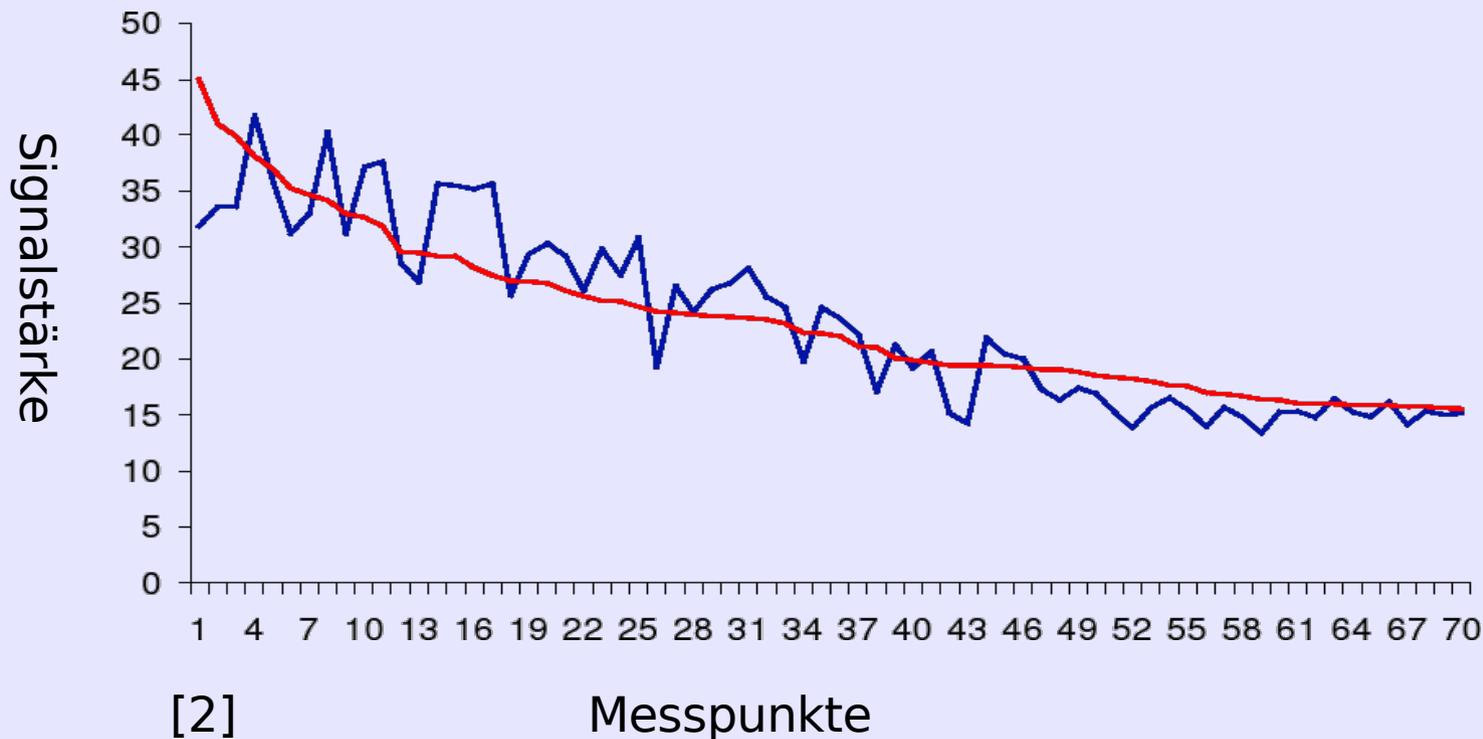
RADAR

- ⇒ **W-LAN**
 - Messung und Auswertung durch Access Points
 - Signalstärke
- ⇒ Messen und berechnen
- ⇒ Nächster-Nachbar-Auswertung
 - Mit einem und mehreren



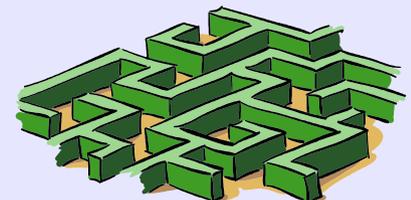
RADAR

Methode	25%	50%	75%
Empirisch	1.92	2.94	4.69
WAF	1.86	4.3	
Stärkster AP	4.54	8.16	11.5
Zufall	10.37	16.25	25.63

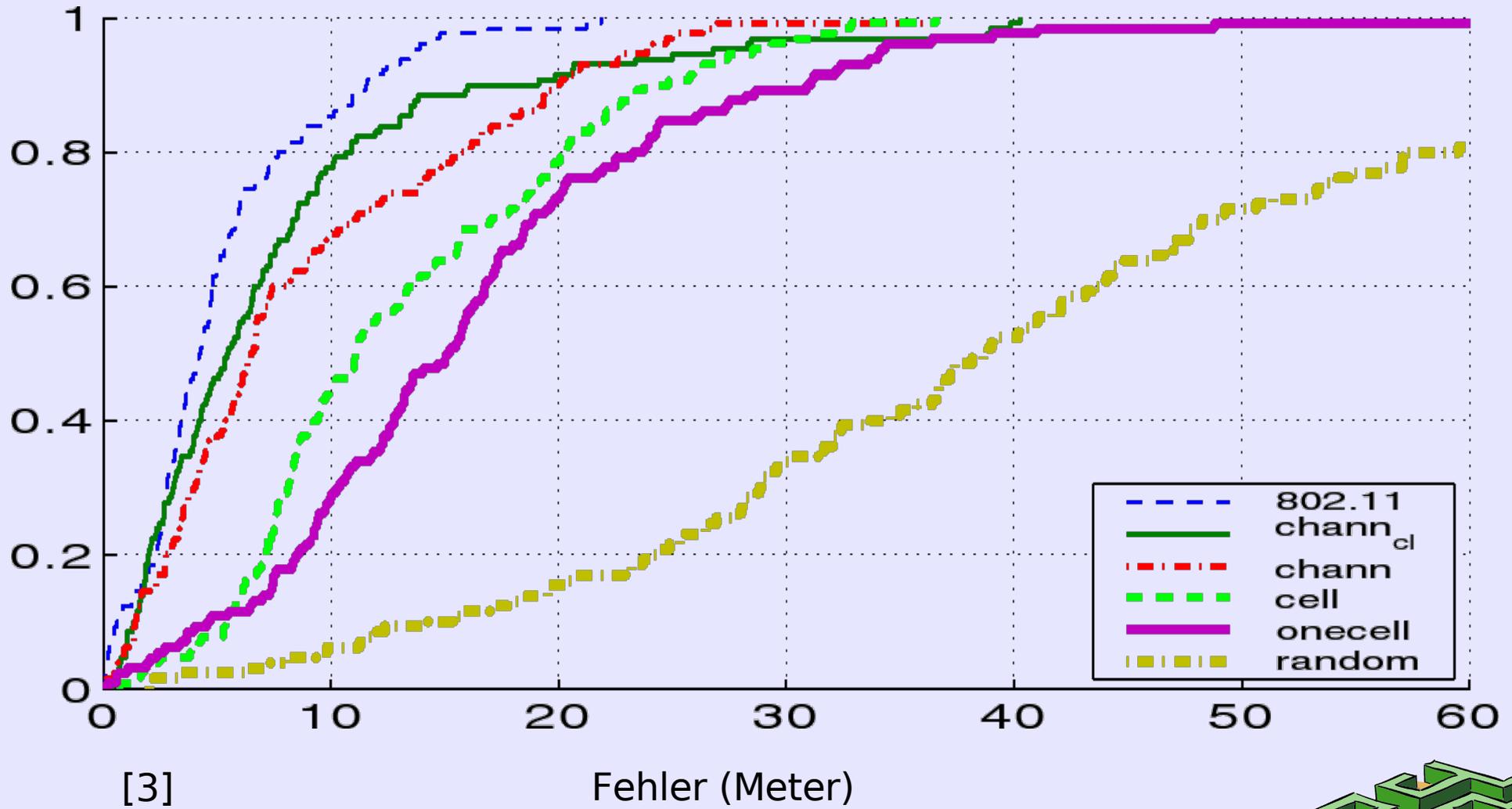


Accurate GSM Indoor Localization

- ⇒ Zeigen, dass man auch mit GSM gute Resultate erreichen kann
 - Verwendet GSM aber auch W-LAN
 - Vorteil: ISM-Band wird nicht benutzt
- ⇒ In 3 unterschiedlichen Gebäuden mit 6 verschiedenen Auswertungen
 - K-nächste-Nachbarn (k von 2 bis 4)
 - Nur 2 Messungen pro Punkt

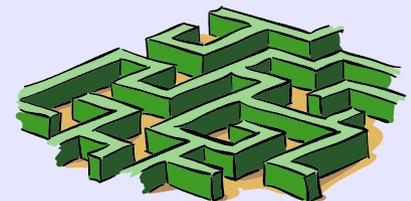


Accurate GSM Indoor Localization



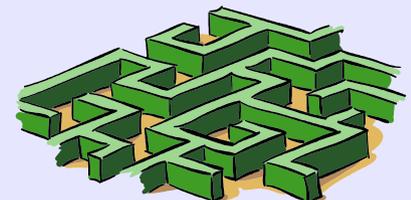
[3]

Fehler (Meter)



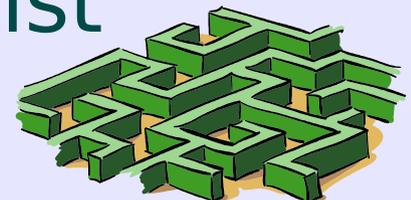
Bluetooth Propagation

- ⇒ Ausbreitung des Bluetooth-Funksignals
 - Lokalisierung durch „Active Bat“ System
 - in 95% der Fälle auf 3 cm genau
- ⇒ Bluetooth für Lokalisierung ungeeignet
 - Signalstärken erst nach Verbindung
 - Signalstärken nicht eindeutig definiert
 - Updates der Signalstärken zu selten
 - Bei gewissen Chips nur eine Verbindung



Eigene Gedanken zu den Beispielen

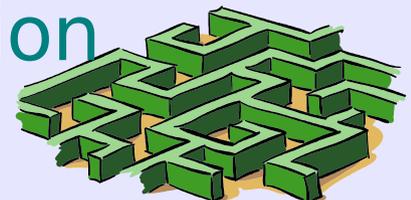
- ⇒ Erstaunt über die erzielte Genauigkeit
 - GSM über Stockwerke
 - RADAR mit WAF Modell
- ⇒ Interessiert in Möglichkeiten
 - Genauigkeit bei gemeinsamer Verwendung
 - Verbesserung der Technik
- ⇒ Praxistauglichkeit?
- ⇒ Bayessches Netz gefällt mir besser
- ⇒ Schade dass Bluetooth nicht gut ist



Zusammenfassung

- ⇒ Lokalisierung mit Muster
 - Erstellung eher aufwändig
- ⇒ Gute Möglichkeit für Lokalisierung mit vorhandener Hardware
 - Vor allem auch in Gebäuden gut
- ⇒ Erreichte Genauigkeit genügend für gewisse Applikationen

- ⇒ Hat Zukunft
 - Immer mehr kabellose Kommunikation



Referenzen

[1] A Probabilistic Room Location Service for Wireless Networked Environments (Nible)

Paul Castro(1), Patrick Chiu(2), Ted Kremenek(1), Richard Muntz(1)

(1) UCLA, Department of Computer Science, Los Angeles, CA, 90095, USA

(2) FX Palo Alto Laboratory, 3400 Hillview Ave, Bldg 4, Palo Alto, CA 94304, USA

[2] RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System

Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan

Microsoft Research

[3] Accurate GSM Indoor Localization

Veljo Otsason(1) , Alex Varshavsky(2), Anthony LaMarca(3) , and Eyal de Lara(2)

(1) Tartu University, (2) University of Toronto, (3) Intel Research Seattle

[5] www.rauminfo.ethz.ch

A Study of Bluetooth Propagation Using Accurate Indoor Location Mapping

Anil Madhavapeddy and Alastair Tse University of Cambridge
Computer Laboratory, Cambridge, CB3 0FD, UK

