



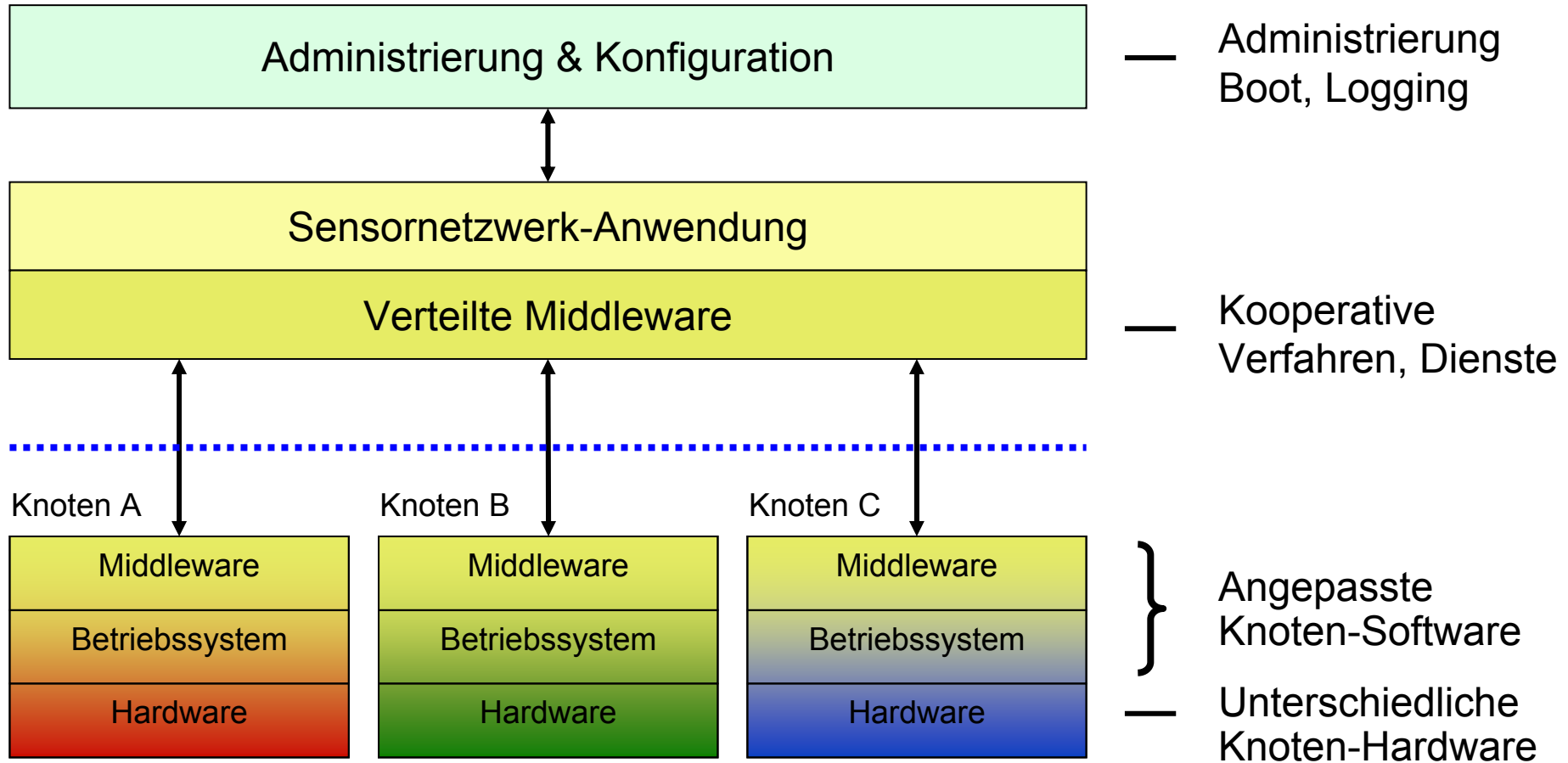
Middleware für mobile spontan vernetzte Sensornetzwerke

Jan Blumenthal, Dirk Timmermann
Universität Rostock

DFG-SPP 1140 Jahreskolloquium:
Basissoftware für selbstorganisierende Infrastrukturen für
vernetzte mobile Systeme
10.-11.11.2005, Rostock

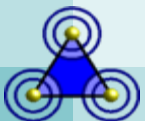
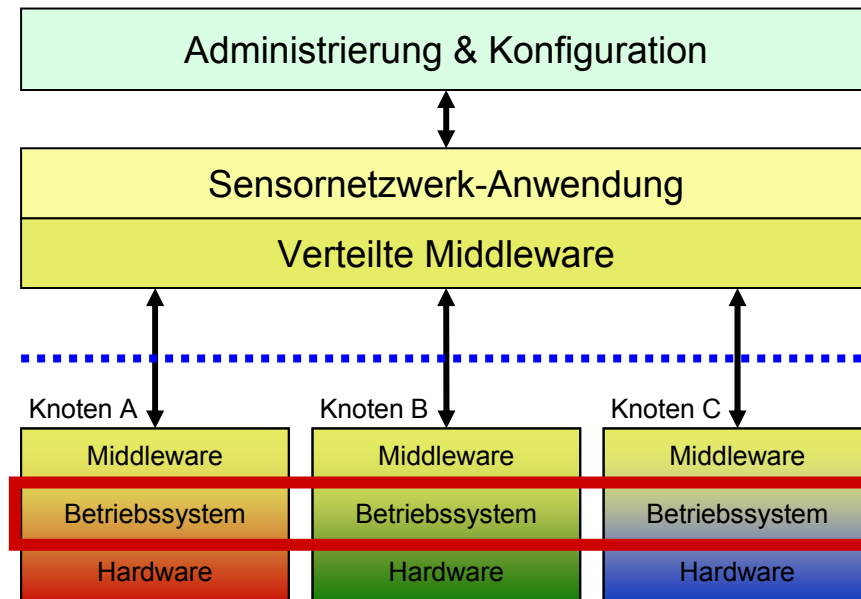


Projektübersicht



Ziel: Lokationsabhängige Dienste durch kooperative und dynamische Verfahren

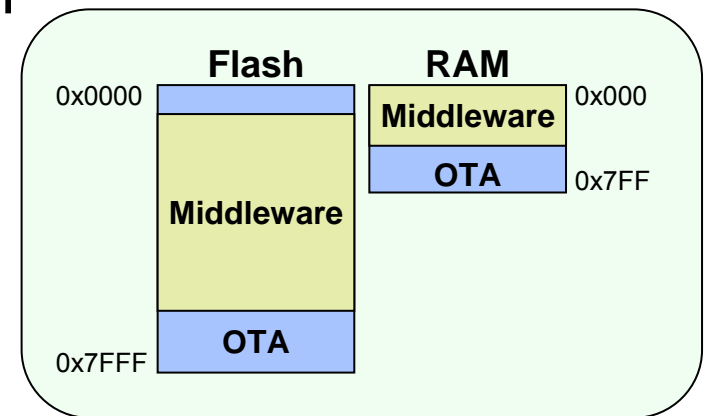
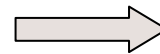
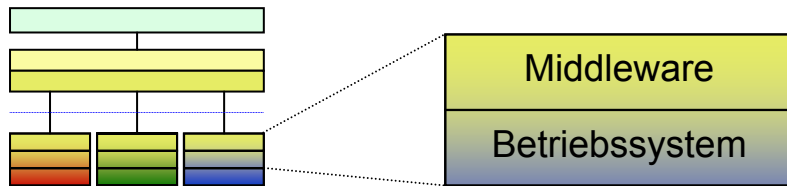
Betriebssystem



Sensorknotensoftware

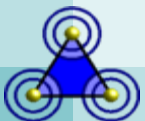
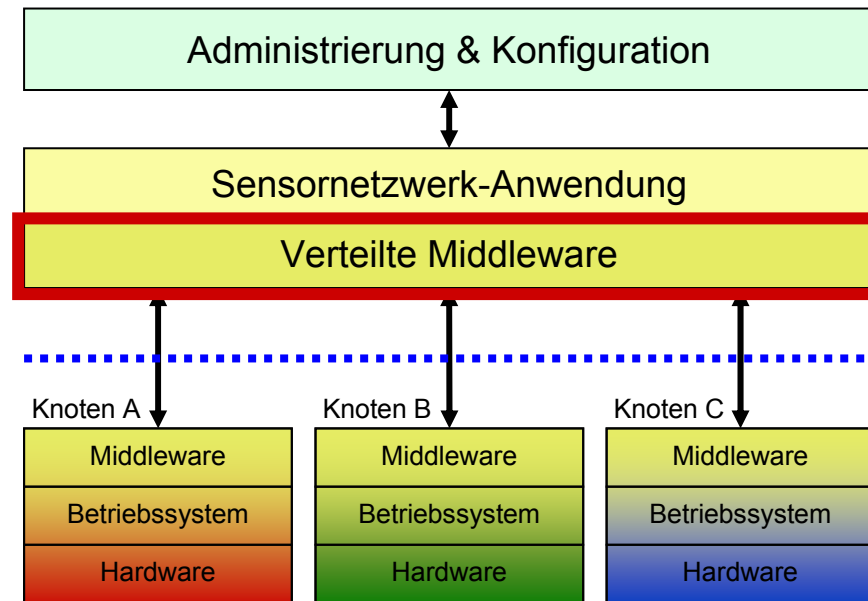
- BIOS für einfache Sensorknoten
- Übernimmt Betriebssystemaufgaben
 - Senden und Empfangen von Nachrichten
 - Forwarding
 - Nachrichtenüberprüfung (CRC)
- Einfaches und flexibles Übertragungsprotokoll
 - unterstützt Serialisierung/Deserialisierung von Daten
- Aktualisierung der Middleware durch

Over-the-Air-Flashing (OTA)



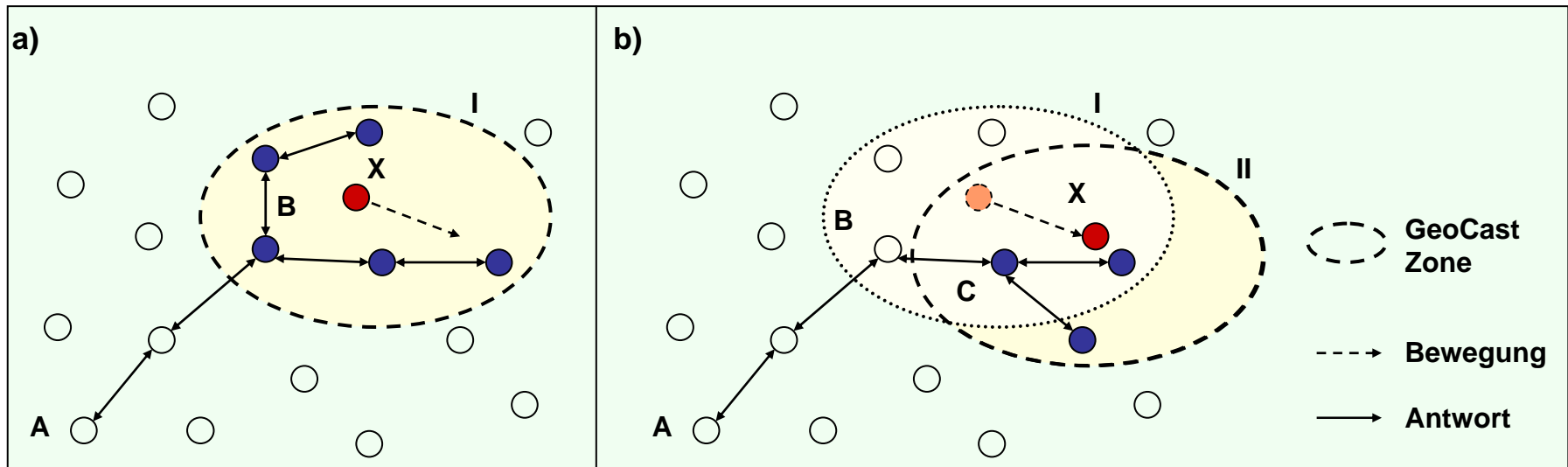
Chipcon Speicherarchitektur

Mobile Dienste



Verteilte Middleware: Mobile Dienste

- (a) Mehrere Knoten arbeiten zusammen an einer Anfrage
- (b) Dienste bewegen sich mit dem zu beobachtenden Objekt



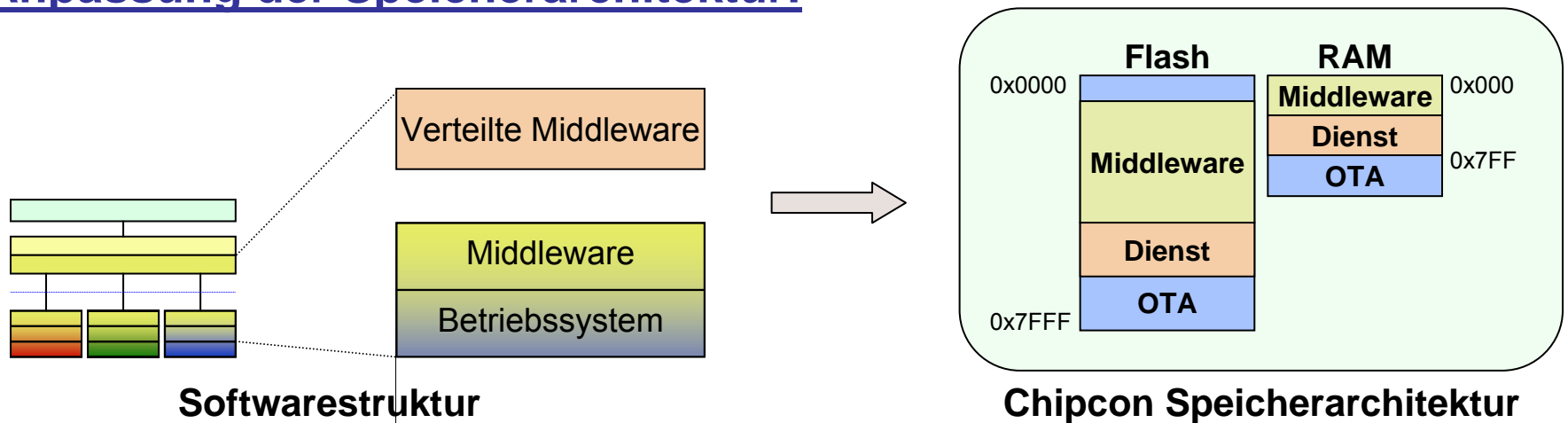
Überwachung eines mobilen Objekts in Sensornetzwerken

- Dienste sind mobil und arbeiten verteilt
- Entkopplung der Dienstanfrage von Middleware durch **mobilen Code** möglich

Verteilte Middleware: Mobiler Code

- Erweiterung der OTA-Middleware um mobile Dienstabfragen
- Vorteile mobiler Codes:
 - Verhalten wie “normale” Dienste
 - ultrakompakte Dienstbeschreibung und –abarbeitung durch μ C-Code
 - einfach und schnell
 - rebootsicher durch Flashen
- Forwarding von Daten und Code an benachbarte Knoten

Anpassung der Speicherarchitektur:



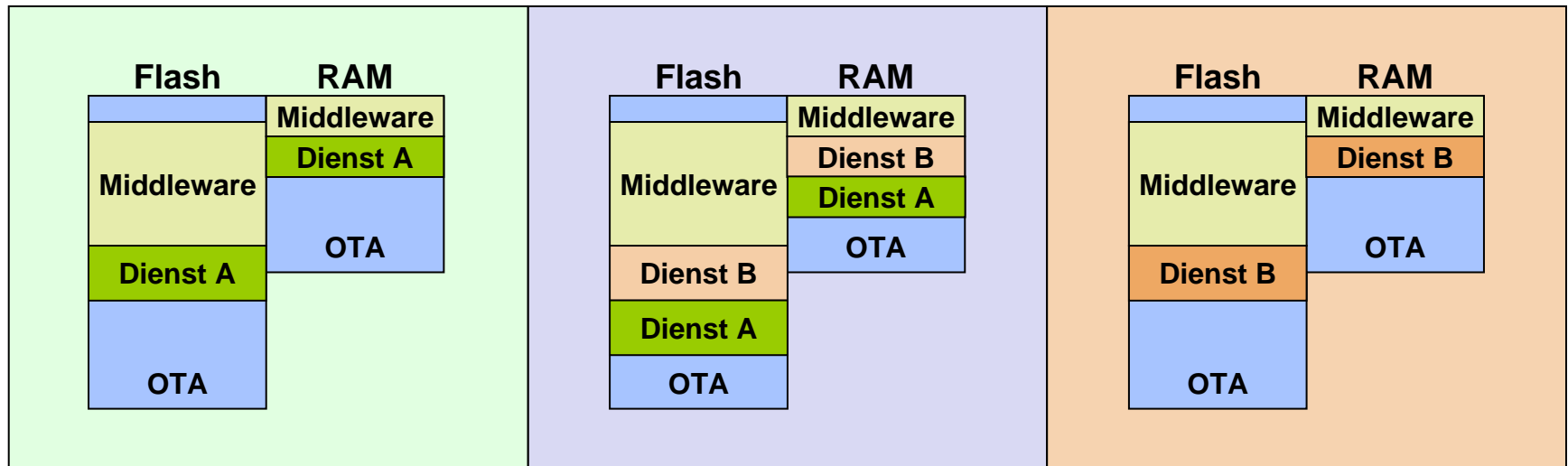
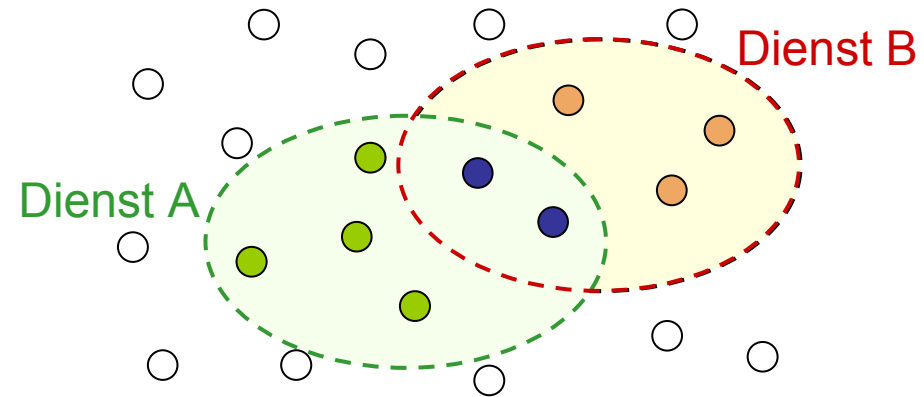
Verteilte Middleware: Mobiler Code II

- Sensornetzwerke mit heterogenen Dienstabfragen
- Gruppenüberschneidungen bedingen relozierende Dienste

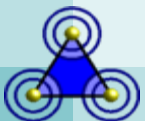
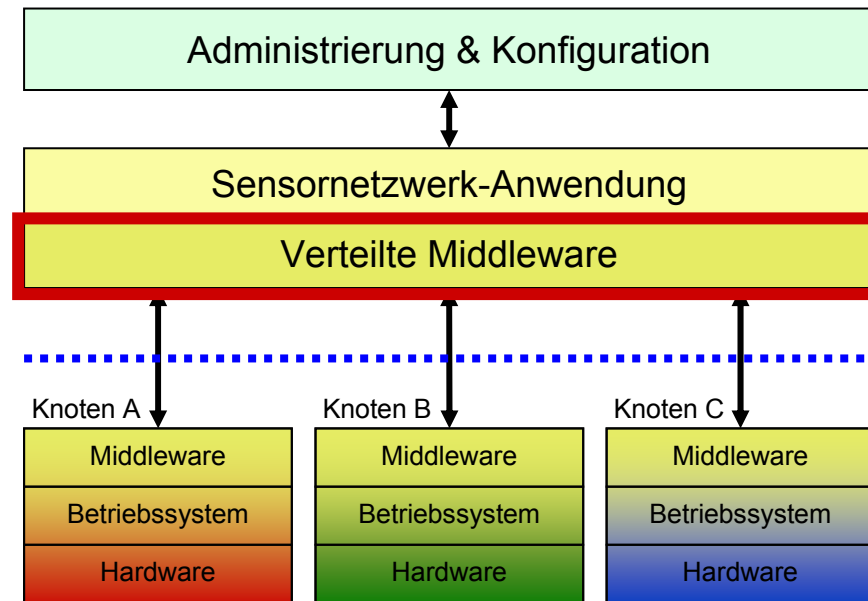
Beispiel:

Dienst A: Luftfeuchtigkeit >50%

Dienst B: Temperatur >20°C



Kooperative Verfahren



Weighted Centroid Localization (WCL)

Ansatz:

- Gemessene Distanzen in die Positionsbestimmung miteinbeziehen
- Definieren von Gewichtsfunktionen $w_{ij}()$

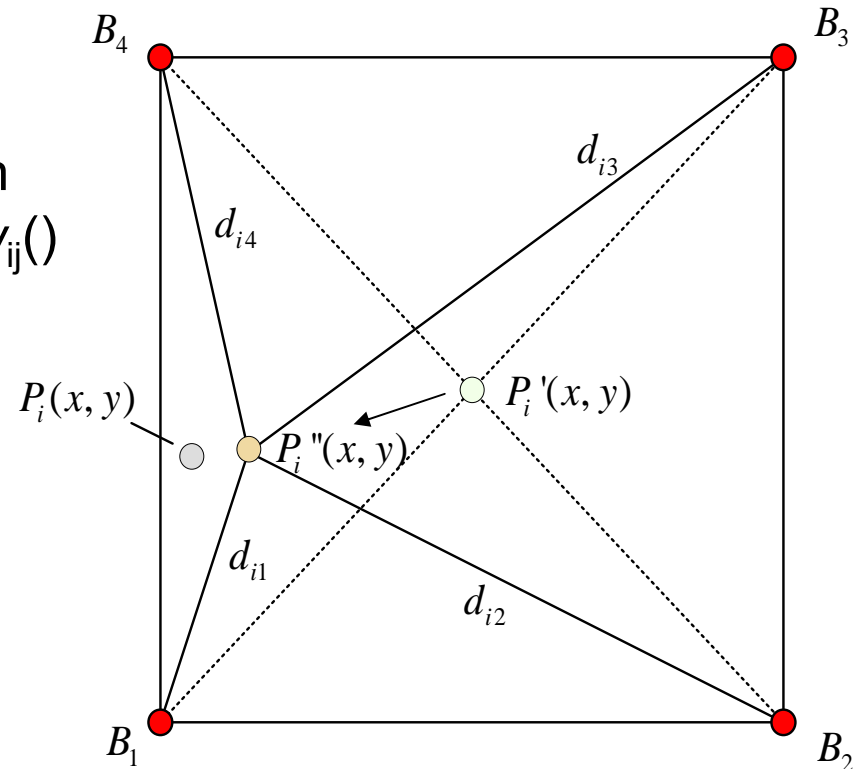
Coarse Grained Localization (CGLCD)

$$P_i'(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n B_j(x, y)$$



WCL

$$P_i''(x, y) = \frac{\left(\sum_{j=1}^b (w_{ij} \cdot B_j(x, y)) \right)}{\left(\sum_{j=1}^b w_{ij} \right)}$$



- = Beacon (Position bekannt)
- w_{ij} = Gewicht zwischen B_j und Node i
- b = Anzahl der Beacons
- $B_j(x, y)$ = Position des Beacons j

WCL: Gewichtsfunktion

Definition:

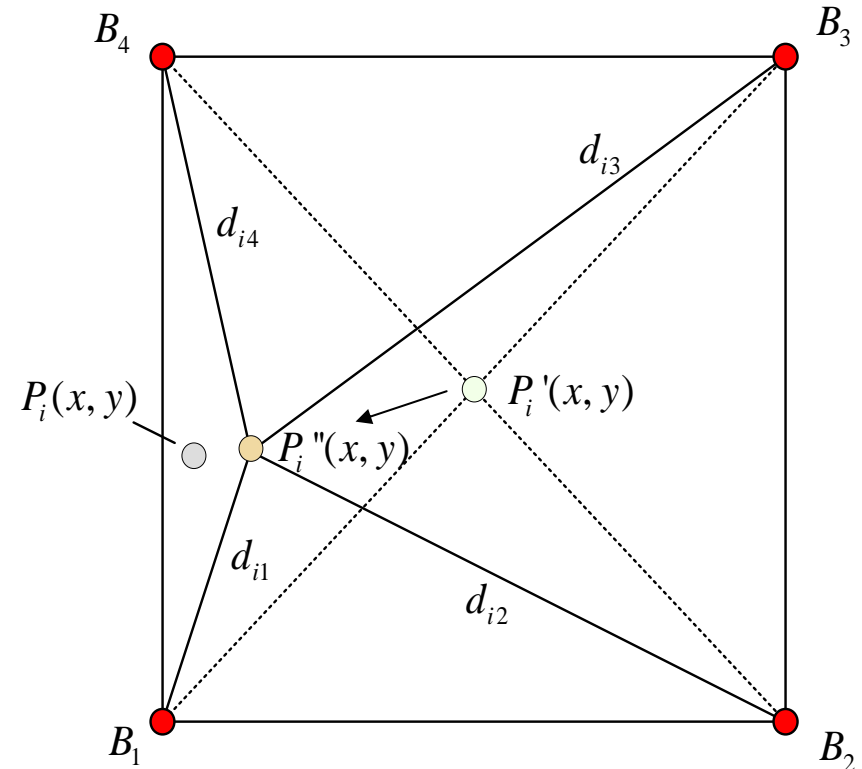
Gewicht ist abhängig von gemessener Distanz zwischen Beacon und Sensorknoten

Gleichung:

$$w_{ij} = \frac{1}{(d_{ij})^g}$$

Effekt:

P'' wird zu Beacon mit kürzester Distanz gezogen!



- = Beacon (Position bekannt)
- d_{ij} = Distanz zwischen Beacon j und Node i
- w_{ij} = Gewicht der Distanz d_{ij}
- g = Grad der Gewichtsfunktion

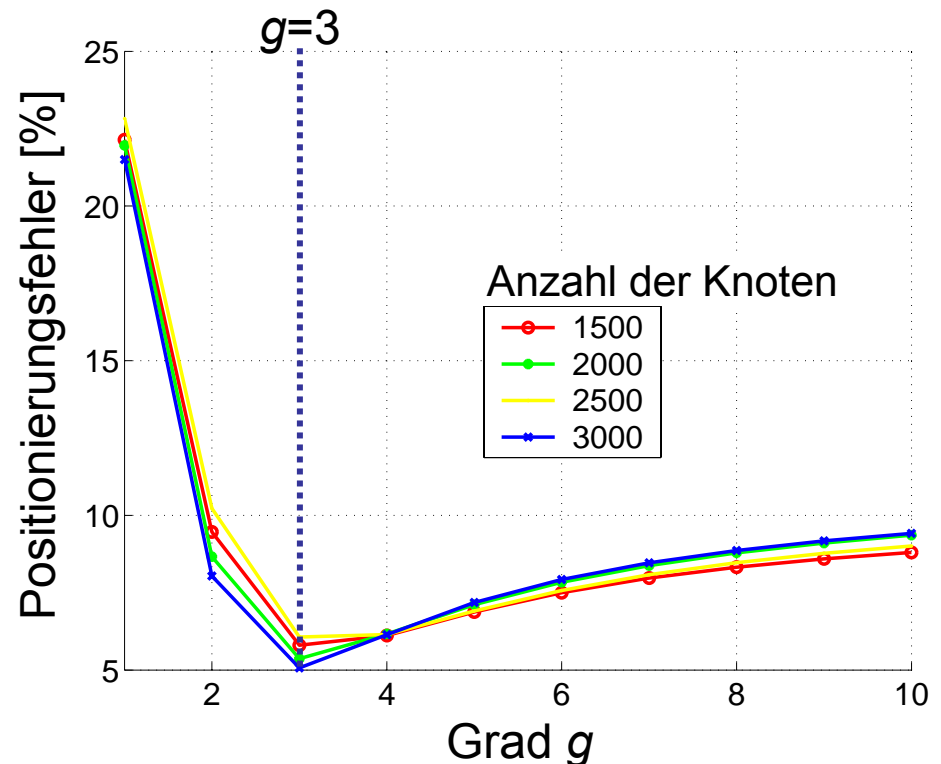
WCL: Optimaler Grad

Gewicht $w_{ij}()$ ist abhängig von Distanz d und Grad g

- d wird gemessen
- g muss bestimmt werden

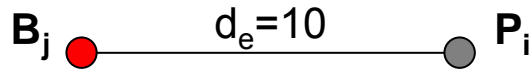
$$w_{ij} = \frac{1}{(d_{ij})^g} \leftarrow \text{Grad}$$

Positionierungsfehler ist minimal, wenn Grad $g \approx 3$.



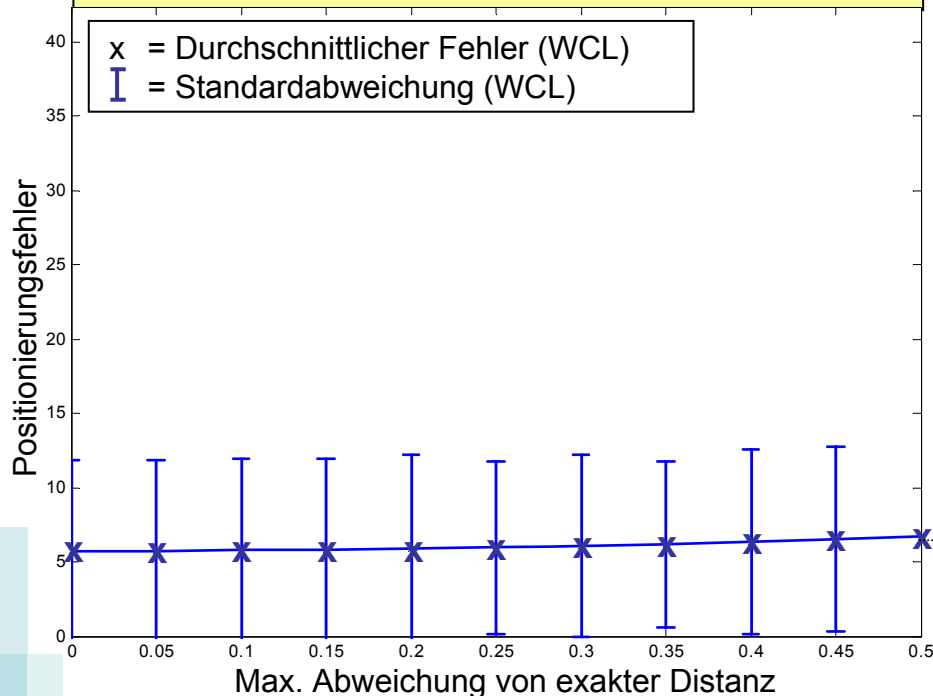
WCL: Robustheit

WCL ist relativ robust gegenüber Abweichungen der Eingangswerte(z.B. RSSI):

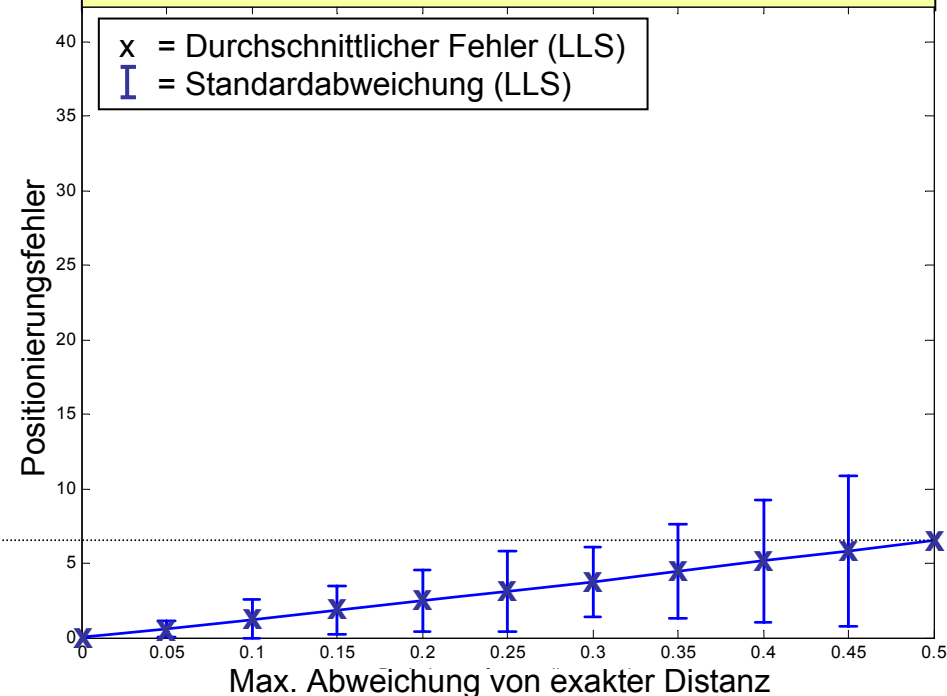


Gemessen d	Abweichung	f_i (WCL)	f_i (LLS)
10	0	5.5%	1%
12.5	25%	6%	3%
15	50%	7%	7%

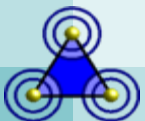
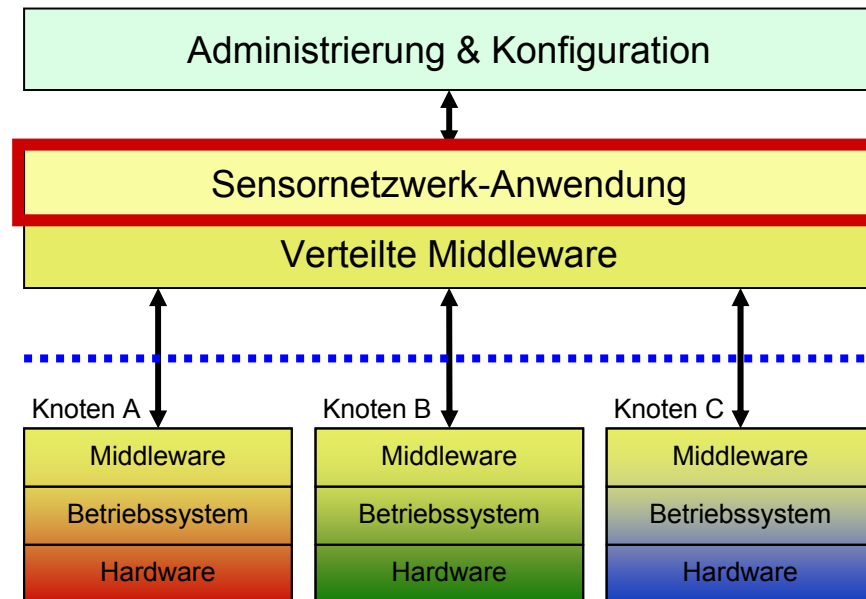
Grobkörnige Positionierung mit Weighted Centroid Localization (WCL)



Multilateration mit Methode der kleinsten Quadrate (LLS)

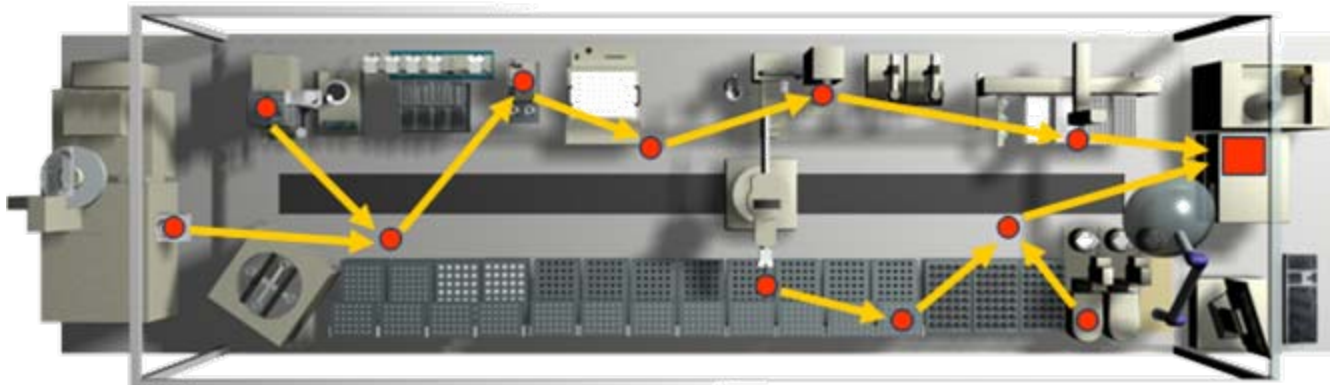
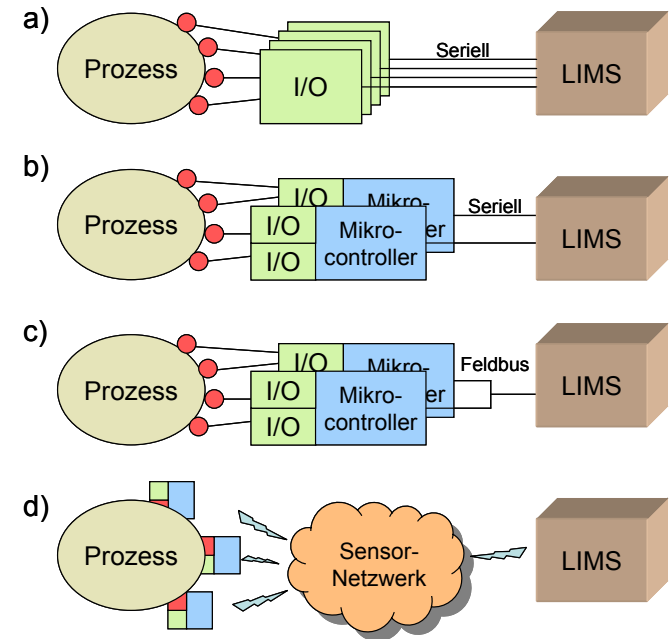


Anwendung

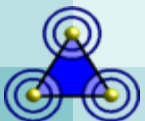
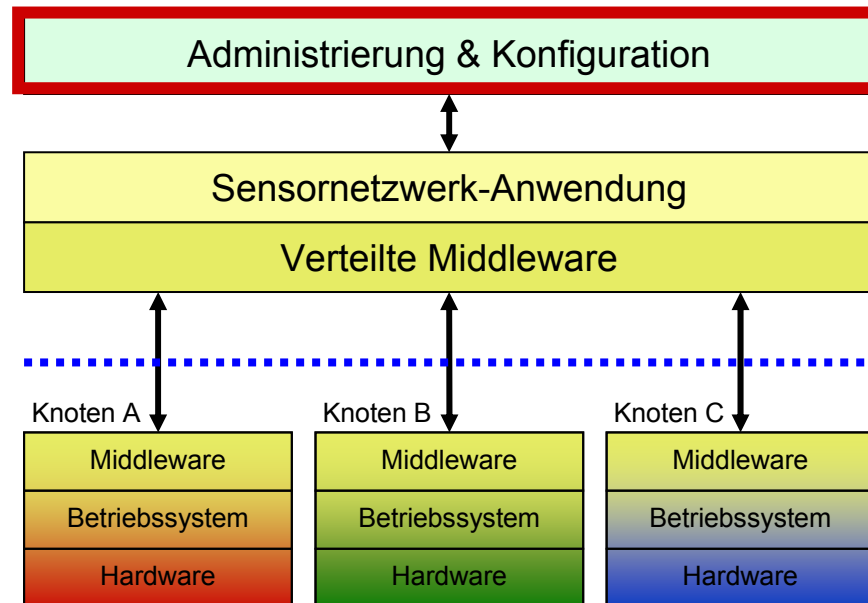


Prototypisches Sensornetzwerk

- Sensornetzwerke in der Laborautomation
- Sensorknoten entlang der physikalisch/chemischen Prozesse
- Anwendung
 - Prozessüberwachung
 - Gesundheitsdiagnose

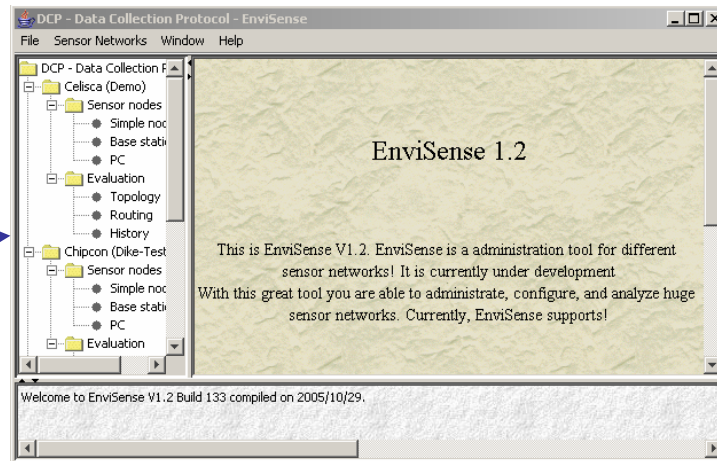


Administration



EnviSense

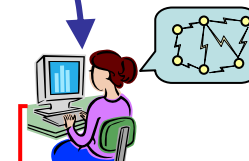
- Leistungsstarke grafische Benutzeroberfläche für große drahtlose Sensornetze
- Plattformunabhängig durch JAVA & XML
- Einfache Konfiguration von Sensorknoten (Start, Stop, Download, Reset, GetAttribute)
- Gleichzeitige Administrierung unterschiedlicher Netzwerke



Scatterweb



SeNeTs



EnviSense: Attribute-Konfiguration

The screenshot shows the 'DCP - Data Collection Protocol) - EnviSense' application window. The interface includes a menu bar (File, Sensor Networks, Window, Help), a tree view on the left for sensor networks, and a main table for sensor node attributes. The table has columns for Node name, Software, Version, Vendor, MAC, Temperature, Pressure, and Changed. The table lists various nodes including Basis station, Cluster 1-3, and Simple nodes 1-9. A status bar at the bottom displays 'Welcome to EnviSense V0.02 Build 132 compiled on 2004/12/08.' Three callout boxes with arrows point to specific parts of the interface: 'Verfügbare Sensornetzwerke' points to the tree view, 'Attribute der Sensorknoten' points to the table headers, and 'Ausgabefenster' points to the status bar.

DCP - Data Collection Protocol) - EnviSense

File Sensor Networks Window Help

DCP - Data Collection Protocol

- Bluetooth-Network
 - Base station
 - Clusterhead
 - Simple node
- Bluetooth (Pool)
 - Base station
 - Clusterhead
 - Simple node
- Chipcon (Dike)
 - Simple node

Configuration Sensornode table Topology Routing

Node name	Software	Version	Vendor	MAC	Temperature	Pressure	Changed
Basis station	dcp		Uni Rostock	00-10-DC-71-92-67	25.2	1031 hPa	10:20
Cluster 1	dcp	V1.01	Uni Rostock	00-1d-9f-74-34-67	23.4	1025 hPa	10:20
Cluster 2	dcp	V1.01	Uni Rostock	00-6d-1D-41-64-52	24.7	1042 hPa	10:20
Cluster 3	dcp	V1.01	Uni Rostock	00-d0-22-71-92-67	25.2	1030 hPa	10:20
Simple node 1	dcp	V1.02	Uni Rostock	00-20-DC-71-a9-67	24.0	1027 hPa	10:30
Simple node 2	dcp	V1.02	Uni Rostock	00-1a-a1-81-23-12	25.1	1026 hPa	10:30
Simple node 3	dcp	V1.00	Uni Rostock	00-12-ab-26-92-67	24.7	1027 hPa	10:30
Simple node 4	dcp	V1.00	Uni Rostock	00-10-DC-df-26-75	23.9	1039 hPa	10:30
Simple node 5	dcp	V1.00	Uni Rostock	00-13-af-45-26-78	25.2	1023 hPa	10:30
Simple node 6	dcp	V1.02	Uni Rostock	00-60-57-d8-0b-5f	24.6	1020 hPa	10:30
Simple node 7	dcp	V1.02	Uni Rostock	00-19-ae-71-92-62	25.0	1021 hPa	10:30
Simple node 8	dcp	V1.01	Uni Rostock	00-12-af-79-72-78	25.4	1038 hPa	10:30
Simple node 9	dcp	V1.01	Uni Rostock	00-31-74-dc-97-98	24.6	1035 hPa	10:30

Welcome to EnviSense V0.02 Build 132 compiled on 2004/12/08.

Verfügbare Sensornetzwerke

Attribute der Sensorknoten

Ausgabefenster

Übersichtliche Darstellung, Änderung und Abfrage von Attributen

EnviSense: History

The screenshot displays the EnviSense software interface. On the left, a tree view shows the project structure under 'DCP - Data Collection Protocol'. The 'History' option is selected under the 'Evaluation' folder for the 'FU-Knoten (Dike-Test)' sensor network. The main window is titled 'DCP - Data Collection Protocol - EnviSense' and contains several panels:

- Sensor Nodes:** A list of nodes from N1 to N7. Node N1 is selected.
- Attributes:** A list of attributes for the selected node: Temperature, Humidity, and Exact Position. A yellow callout box with an arrow points to this list, containing the text: 'Attribute mit History für selektierten Sensorknoten'.
- History Table:** A table showing the history of the selected attribute (Temperature) for node N1. The table has two columns: 'Number' and 'Temper...'. The data is as follows:

Number	Temper...
2	25
3	27
4	25
5	20
6	23
7	25
8	23
9	24
10	21
11	22
12	25
13	27
14	25
15	26
16	27
17	25
18	27
19	23
20	23
21	21
22	22
23	25
24	23
25	23
26	26
- History Graph:** A line graph titled 'History of Temperature at N1'. The x-axis represents time from 0.0 to 30.0, and the y-axis represents temperature from 0.0 to 27.5. The graph shows a red line representing the temperature over time, with values corresponding to the table above.

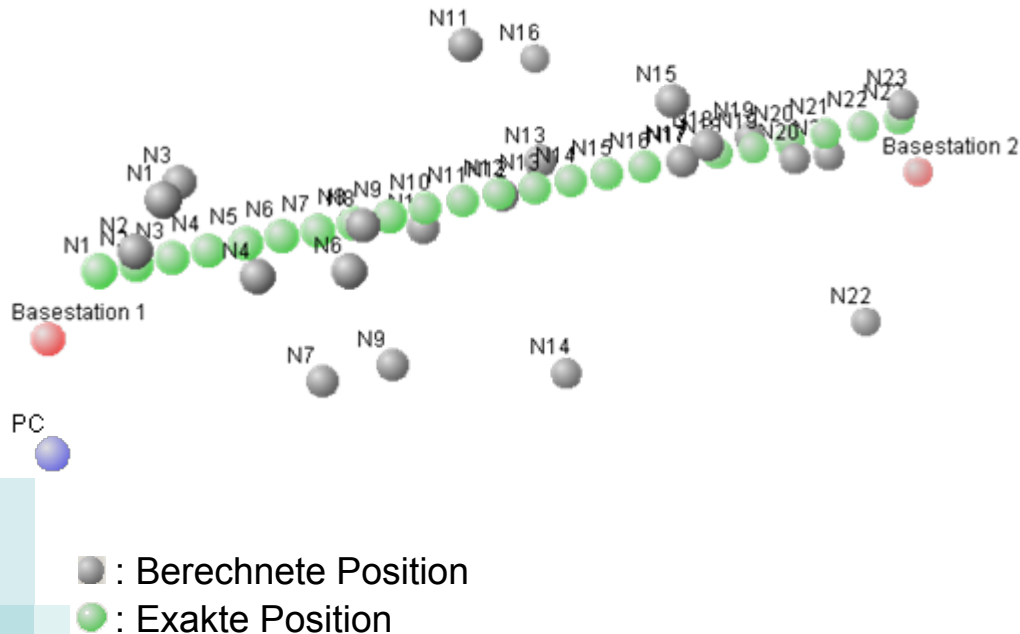
Übersichtliche Darstellung und Auswertung von Attributen durch History-Funktion

EnviSense: Auswertungen

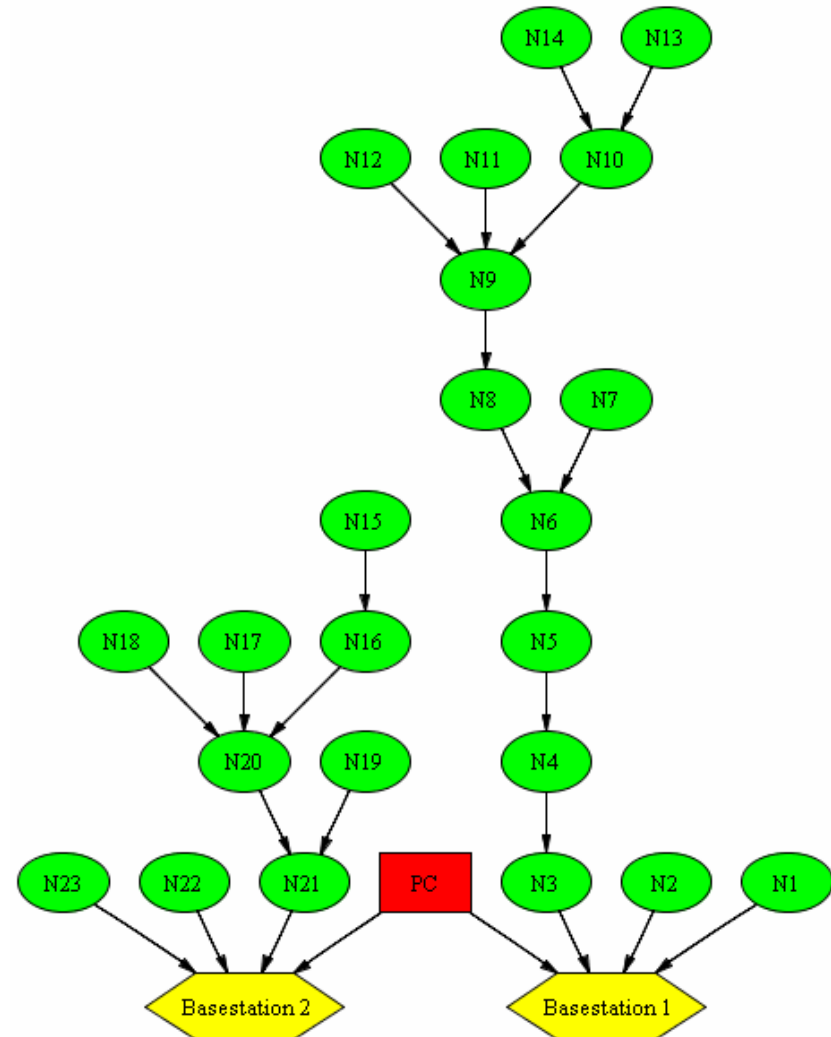
Exakte Positionen



Exakte und berechnete Positionen



Topologiebaum



Kooperationen innerhalb des SPP 1140

Swarms (Kiel/Lübeck)

- Gruppenbildung
- Netzwerk als Datenbank



COCOS (Uni Cottbus)

- Middleware-Plattformen
- Kooperative Verfahren



Veröffentlichungen, 2. Projektphase

Veröffentlichungen	2004	2005	Gesamt
International	2	4	6
National	6	3	9
Buchkapitel	1	1	2
Journal		1	1
			18

Nachwuchspreis M/V 2004 an
Diplomand F. Reichenbach für seine
Diplomarbeit "Positionsbestimmung in
drahtlosen Ad-Hoc Sensornetzwerken"

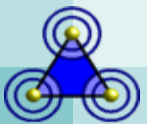


Zusammenfassung

Forschungsgebiet	Status
OTA-Flasher	Abgeschlossen
Mobile Code	Work in Progress
Weighted Centroid Localization	Abgeschlossen
Sektorbildung	Abgeschlossen
Gruppenmittelpunkt	Work in Progress
Prototypisches Sensornetzwerk	Kurz vor Installation
EnviSense	im Fluss

Vielen Dank!

www.sensornetworks.org



Publikationen I

Ralf Salomon, Jan Blumenthal: Coarse-Grained Localization: Extended Analyses and Optimal Beacon Distribution Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2005), Catania, Italien, September 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Frank Golatowski, Dirk Timmermann: Controlling Wireless Sensor Networks using SeNeTs and EnviSense, 3rd IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 05, ISBN: 0-7803-9095-4, Perth, Australien, August 2005

Jan Blumenthal, Frank Golatowski, Marc Haase, Matthias Handy: Software Development for Large-Scale Wireless Sensor Networks, Embedded Systems Handbook, Taylor & Francis, CRC Press, ISBN: 0849328241, South San Francisco, USA, August 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Precise Positioning with a Low Complexity Algorithm in Ad hoc Wireless Sensor Networks, PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Vol.28 (2005), Journal-Edition No. 2, S.80-85, ISBN: 3-598-01252-7, Saur Verlag, Deutschland, June 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Position Estimation in Ad hoc Wireless Sensor Networks with Low Complexity, Joint 2nd Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2005 (WPNC 05) & 1st Ultra-Wideband Expert Talk 2005 (05), S.41-49, ISBN: 3-8322-3746-1, Hannover, Deutschland, March 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Leistungsstarkes Softwaresystem zur Steuerung von großen drahtlosen Sensornetzwerken, 4. GI/ITG KuVS Fachgespräch „Drahtlose Sensornetze“, ETH Zürich, Deutschland, March 2005

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Drahtlose Sensornetzwerke in der Laborautomation, S. 128-129, GIT Labor-Fachzeitschrift, ISSN: 0016-3538, Landau, Deutschland, February 2005

Jan Blumenthal, Frank Golatowski, Marc Haase, Matthias Handy: Software for Wireless Sensor Networks, In: The Industrial Information Technology Handbook, Series: Industrial Electronics Volume: 1, CRC Press, Richard Zurawski, ISA Corporation, ISBN: 0849319854, South San Francisco, USA, November 2004

Jan Blumenthal, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: Drahtlose Sensornetzwerke in der Laborautomatisierung, LITUS - Laboratory IT User Service, S. 20-21, Darmstadt, Deutschland, November 2004

Jan Blumenthal, Matthias Handy, Dirk Timmermann: Software Development using SeNeTs for Wireless Sensor Networks, 2nd International Forum Life Science Automation, S. 55, ISBN: 9-938042-00-1, Rostock, Deutschland, September 2004

Jan Blumenthal: Low-Power Positionierung in Sensornetzwerken, 3rd Summer School 2004, Dagstuhl, Deutschland, September 2004

Publikationen II

Jan Blumenthal, Matthias Handy, Frank Reichenbach, Dirk Timmermann: SeNeTs - Test- und Steuerungsumgebung für Software in großen drahtlosen Sensornetzen (Slides), 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, S. 390-394, ISBN: 3-88579-380-6, Ulm, Deutschland, September 2004

Reichenbach, F.; Handy, M.; Timmermann, D. Monitoring the Ocean Environment with Large-Area Wireless Sensor Networks Proceedings of the 8th EUROMICRO Conference on Digital System Design (DSD 2005), ISBN: 3902457090, Porto, Portugal, September 2005

Timmermann, D.; Salomon, R. Wireless Sensor Systems — Constraints and Future Prospect Keynote, 8th Euromicro Conference on Digital System Design, ISBN: 3-902457-09-0, Porto, Portugal, September 2005

Timmermann, D.; Thurow, K.; Vilbrandt, R.; Stoll, R. Body Sensor Networks for Realtime Monitoring of stress reactions. Poster 1st World Conference Medical Automation, Helsinki, Finland, Juli 2005

Reichenbach, F.; Bill, R.; Timmermann, D. Lokalisierungstechniken zur verteilten Berechnung in energielimitierten drahtlosen Sensornetzwerken Münsteraner GI-Tage 2005, S. 25-37, ISBN: 3-936616-06-X, Münster, Deutschland, Juni 2005

Reichenbach, F.; Timmermann, D. „Großflächige drahtlose Sensornetzwerke zur Überwachung der Meeresumwelt“ Seminar: Physikalische Ozeanographie, Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde, Deutschland, April 2005

Timmermann, D.; Göde, B.; Stoll, N.; Thurow, K. Sensor network and information processing developments for life science and medical automation Forum Life Science Automation, Charlottesville, März 2005

Timmermann, D. Sensor networks for laboratory automation - Linking processes and processors 2nd International Forum Life Science Automation, S. 44-45, ISBN: 9-938042-00-1, Rostock, Deutschland, September 2004

Timmermann, D. Sensor networks for laboratory automation Workshop Human Interaction with Life Science Automation, ISBN: 9-938042-01-X, Rostock, Deutschland, September 2004

Handy, M.; Grassert, F.; Timmermann, D. DCP: A New Data Collection Protocol for Bluetooth-Based Sensor Networks, EUROMICRO Symposium on Digital System Design, S. 566-573, ISBN: 0-7695-2203-3, Rennes, Frankreich, August 2004

