



Experimentelle Analyse verteilter Ereigniserkennung in Sensornetzen

Verteidigung der Diplomarbeit

Christian Wartenburger

02.02.2009

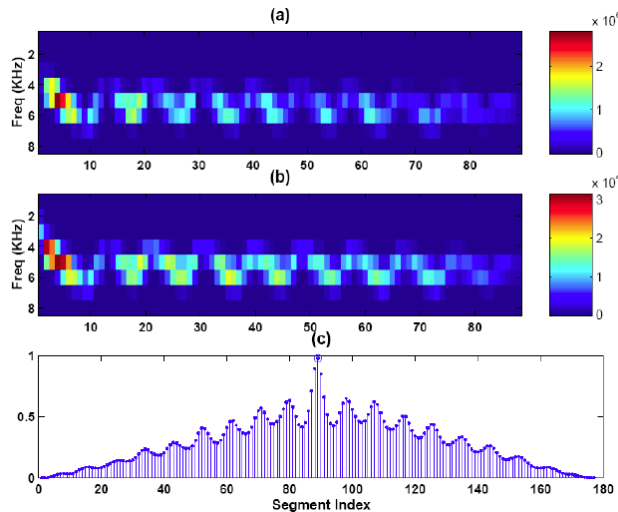
Themenübersicht

- Motivation und Zielsetzung
- Verwandte Arbeiten
- Überblick über das bestehende System
- Erweiterung der verteilten Ereigniserkennung
- Auswertung
- Zusammenfassung und Ausblick

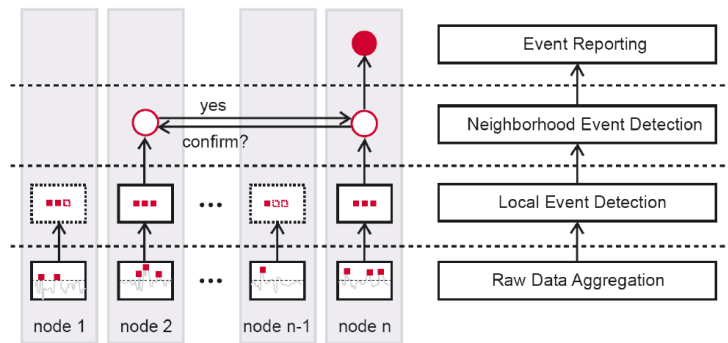
Motivation und Zielsetzung

- Arbeit basiert auf „Verteilte Ereigniserkennung in Sensornetzen“ von Norman Dziengel
 - Verteilte Erkennung von Ereignissen ohne externe Rechenleistung
 - Entwicklung und Test unter Laborbedingungen
- Weiterentwicklung bis zur Praxistauglichkeit
- Test der Praxistauglichkeit durch großangelegten Feldversuch

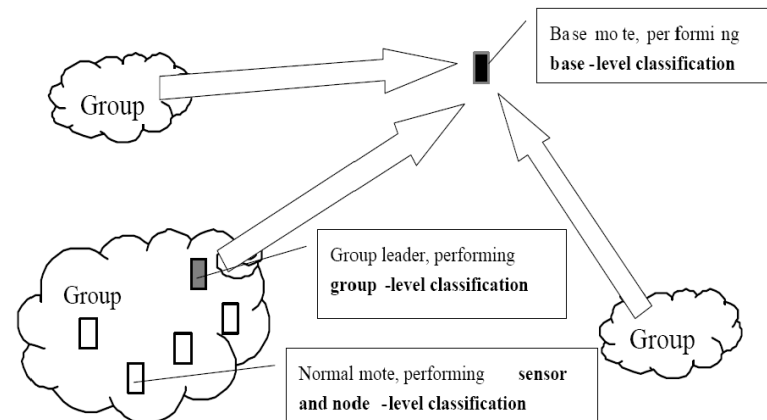
Verwandte Arbeiten



Lebensraumüberwachung [Wan03]



Fence Monitoring [Wit07]

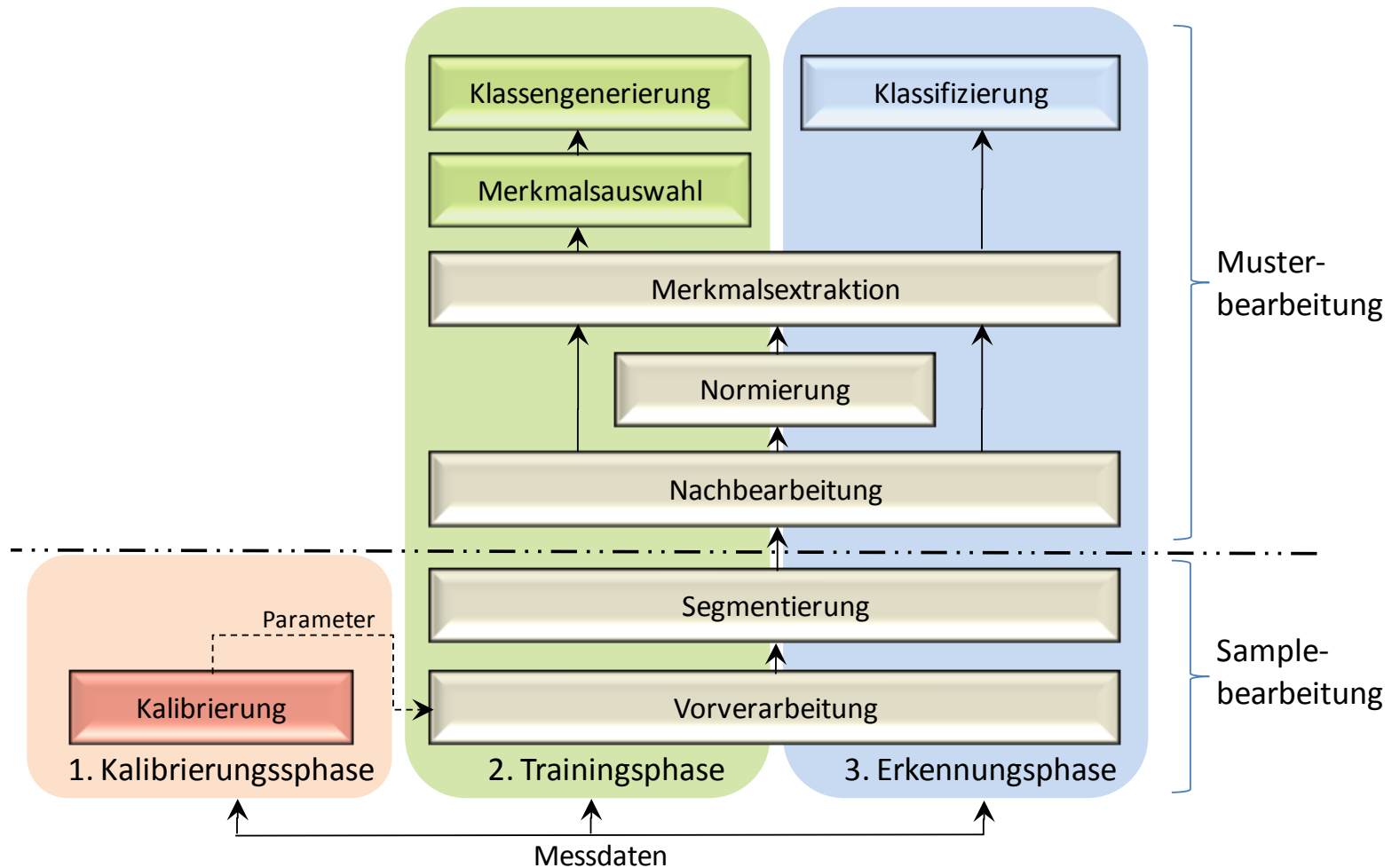


Überwachung von Kampfgebieten [Gu05]

Quellen:

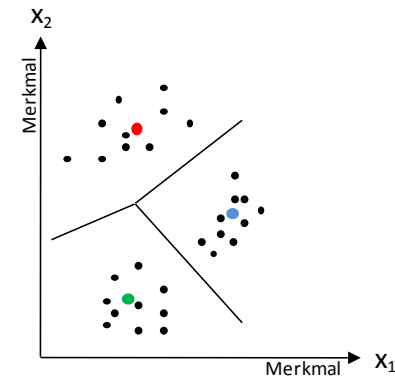
- [Wan03] Wang, H., Elson, J., Girod, L., Estrin, D., Yao, K. *Target classification and localization in habitat monitoring*. s.l. : IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 4, 2003.
- [Wit07] Wittenburg G., Terfloth K., Villafuerte, F. L., Naumowicz, T., Ritter, H., Schiller, J. 2007. *Fence Monitoring - Experimental Evaluation of a Use Case for Wireless Sensor Networks*. 2007. *Proceedings of the Fourth European Conference on Wireless Sensor Networks (EWSN '07)*, 163-178, 2007.
- [Gu05] Gu, L., Jia, D., Vicaire, P., Yan, T., Luo, L., Tirumala, A., Cao, Q., He, T., Stankovic, J., Abdelzaher, T., Krogh, B. *Lightweight Detection and Classification for Wireless Sensor Networks in Realistic Environments*. *Proceedings of the 3rd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems*, 205-217, 2005.

Bestehendes System - Mustererkennung



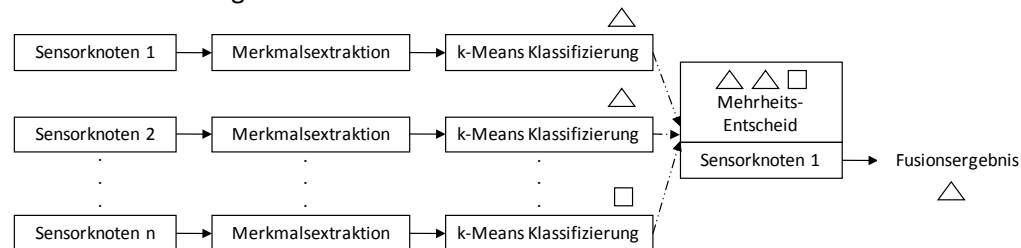
Bestehendes System – Verteilte Erkennung

- Klassengenerierung /
Klassifizierung

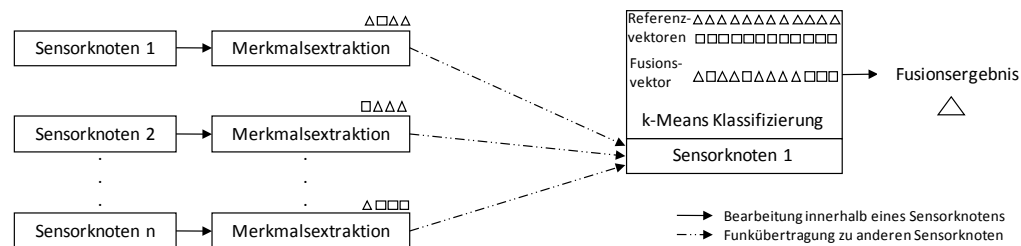


- Fusionsmethoden

Methode 1: Klassifizierungsfusion



Methode 2: Merkmalsfusion

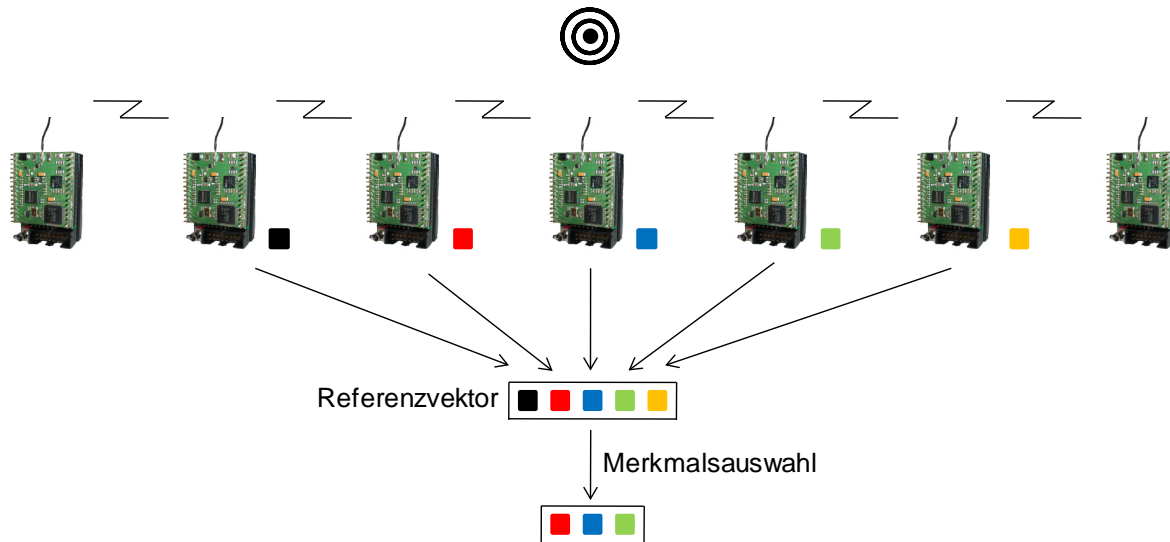


Erweiterung der verteilten Ereigniserkennung

- Ortsunabhängigkeit
 - Verteilte Erkennung von Ereignissen unabhängig von der Trainingsposition
- Dynamische Anzahl an Knoten
 - Verschieden viele Knoten können an einem Ereignis beteiligt sein
 - Koordination des Trainings erforderlich
 - Anzahl an ausgetauschten Daten für eine Erkennung muss variabel sein
- Hohe Anzahl an Knoten
 - Daten theoretisch sehr vieler Knoten sollen verwendet werden können
 - Auswahl geeigneter Merkmale aufgrund von Speicherbeschränkungen

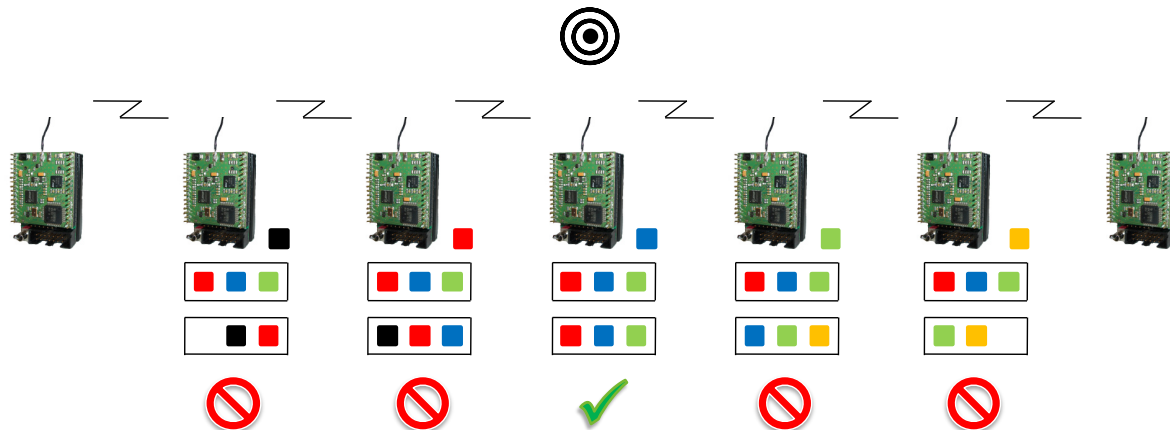
Ortsunabhängigkeit - Training

- Anpassung des Trainings
 - Wird an einem festen Ort ausgeführt
 - Fusion der Merkmalsvektoren durch eindeutige Anordnung anhand von aufsteigenden Knoten-IDs



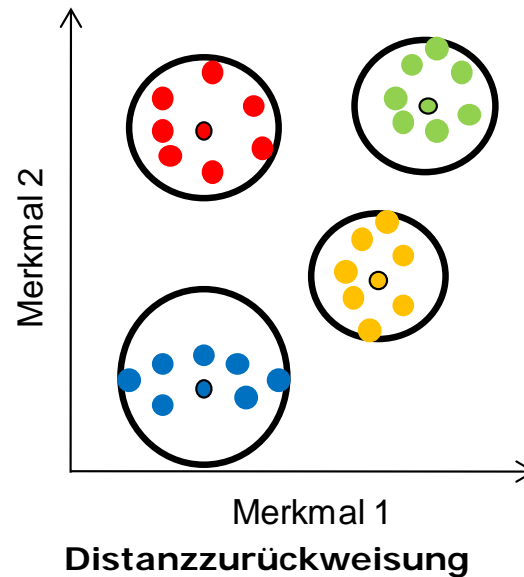
Ortsunabhängigkeit - Erkennung

- Anpassung der Erkennung
 - Jeder Knoten ordnet Merkmalsvektoren in äquivalenter Anordnung zum Training anhand eines definierten Bezugspunktes an
 - Nur eine korrekte Klassifizierung durch genau eine richtige Anordnung



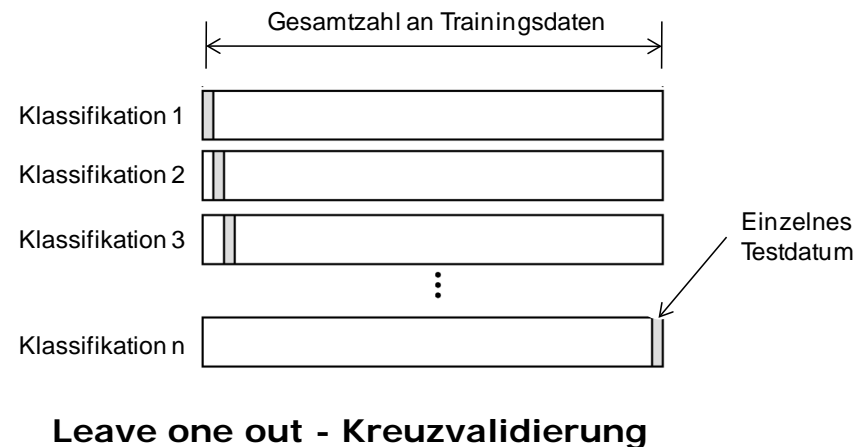
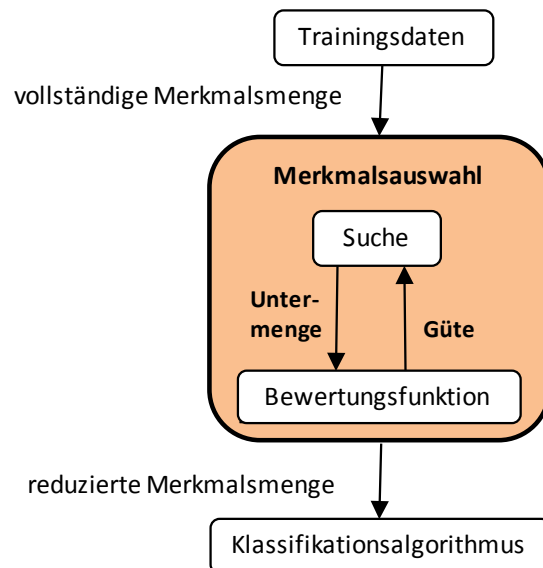
Zurückweisung

- Zurückweisung falscher Anordnungen
- Distanzzurückweisung: Zurückweisungsgrenze ist die Entfernung vom Referenzpunkt zum am weitesten entfernten Trainingspunkt



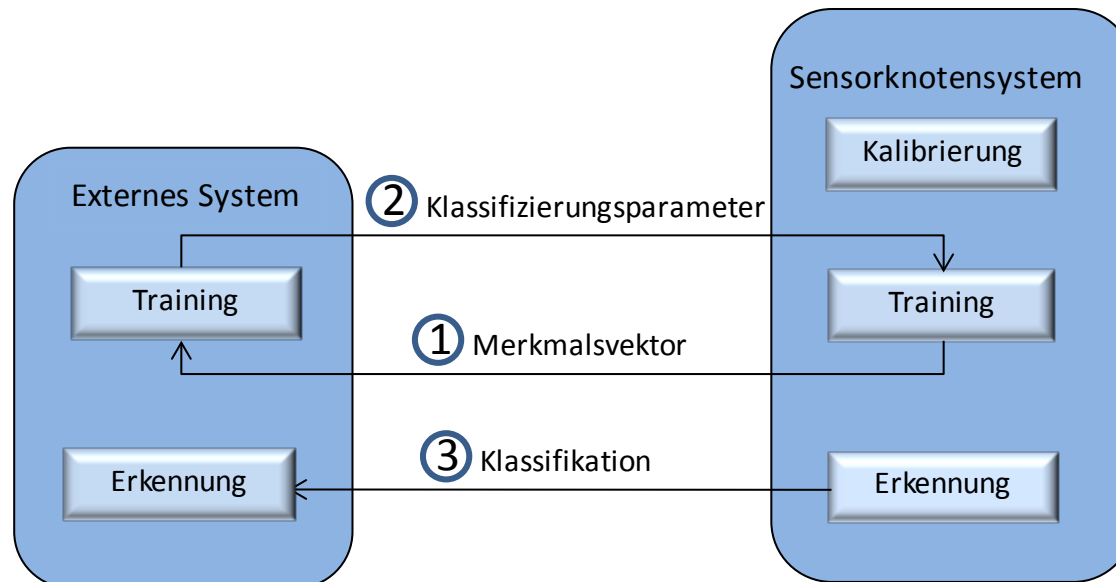
Merkmalsauswahl

- Verwendung der Referenzvektoren vieler Knoten mit allen Merkmalen überschreitet Speichergrenze und Rechenleistung der Sensorknoten
- Automatische Merkmalsauswahl zum Finden einer möglichst guten Merkmalsmenge



Systemarchitektur

- Sensorknoten können Anforderungen nicht allein bewältigen
- Einführung eines externen Systems zur Verwendung während des Trainings und Anzeige und Evaluierung von Klassifikationsergebnissen durch eine Klassifikationsfusion



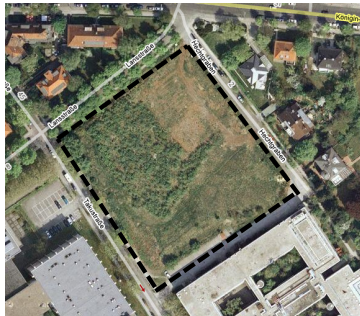
Beschreibung des Anwendungsfalls

- Erkennung sicherheitsrelevanter Ereignisse an einem Bauzaun
- Ein Sensorknoten an jedem Bauzaunelement befestigt
- Schwankung überträgt sich gedämpft auf andere Bauzaunelemente

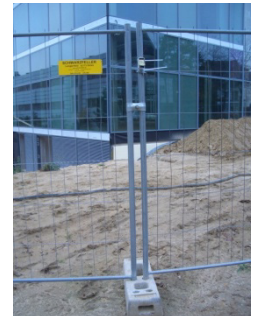
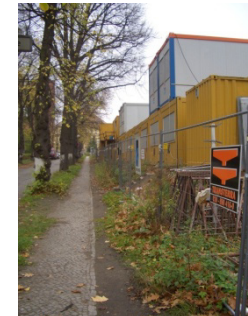


Auswertung

- Feldversuch an Hotelbaustelle mit 100 Sensorknoten
- 120 Muster (60 ortsabhängig, 60 ortsunabhängig)
- Untersucht wird in Verbindung mit Distanzzurückweisung:
 - Merkmalsfusion im Sensornetz auf dem zentralen Knoten
 - Merkmalsfusion im Sensornetz und Klassifikationsfusion auf dem externen System



© 2008 Google



Ereignisse



Langes Schütteln



Treten



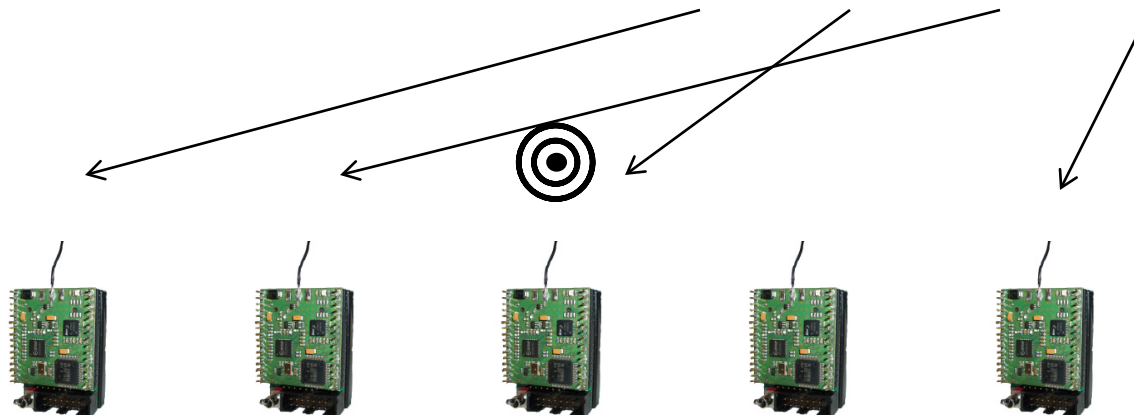
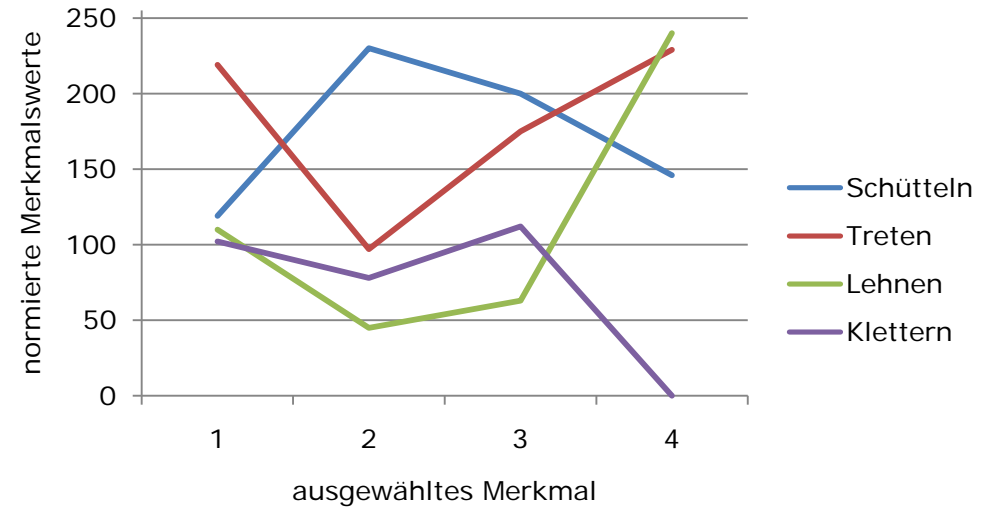
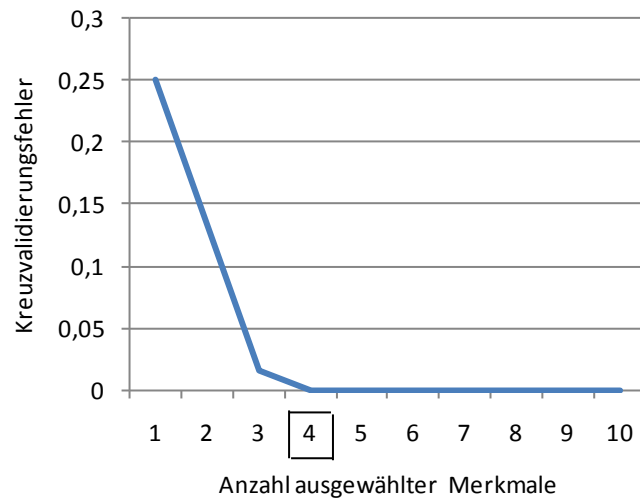
Lehnen



Klettern

Training

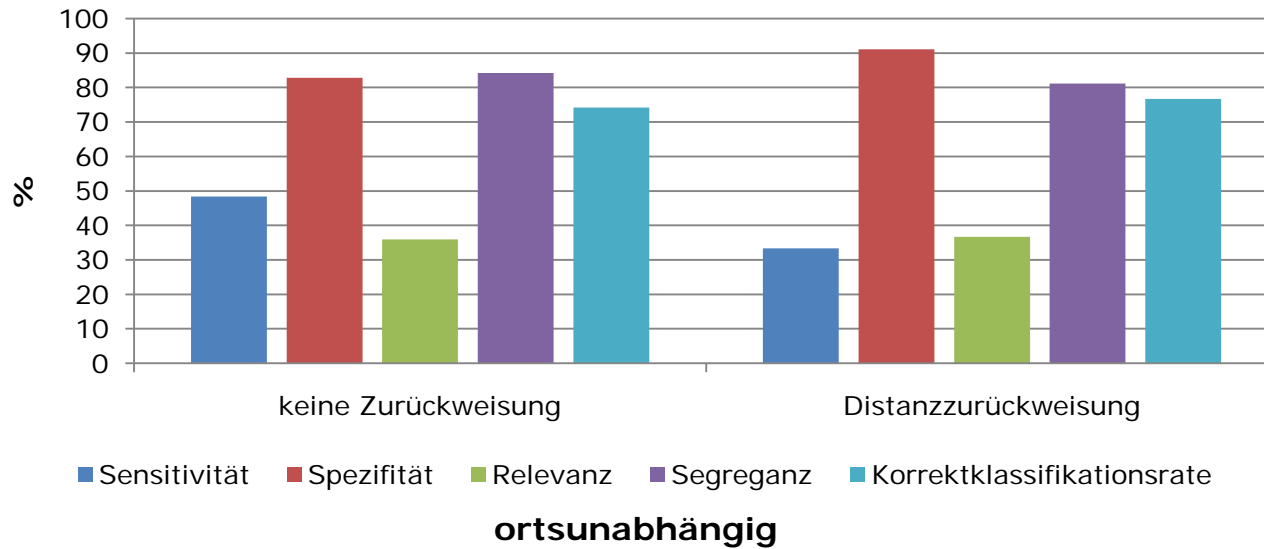
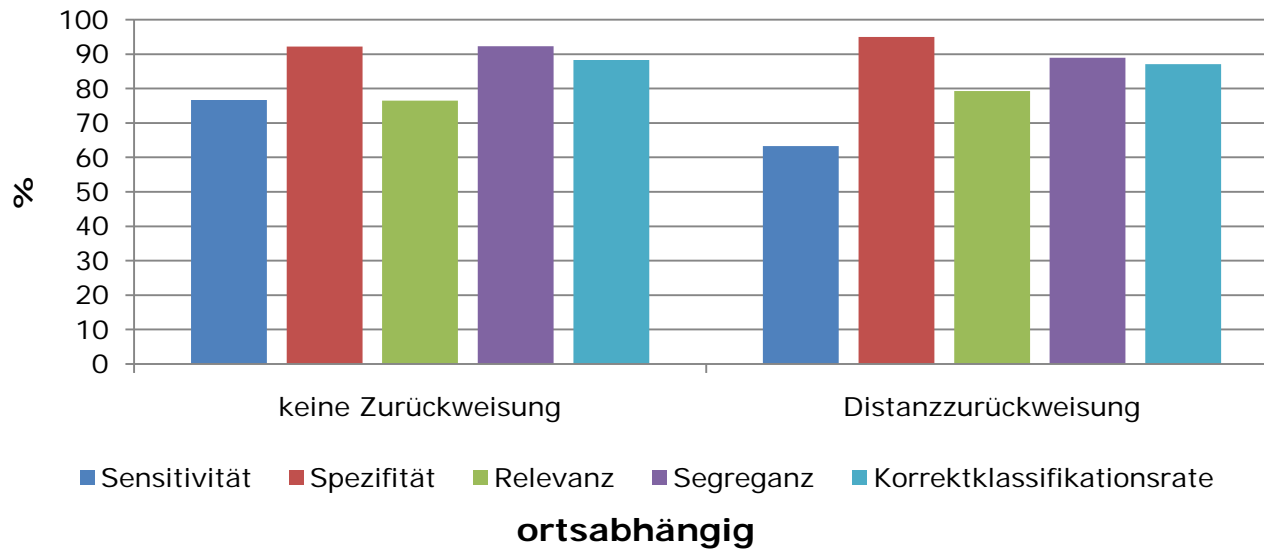
- Ausgewählte Merkmale bei der Kreuzvalidierung



Kennwerte

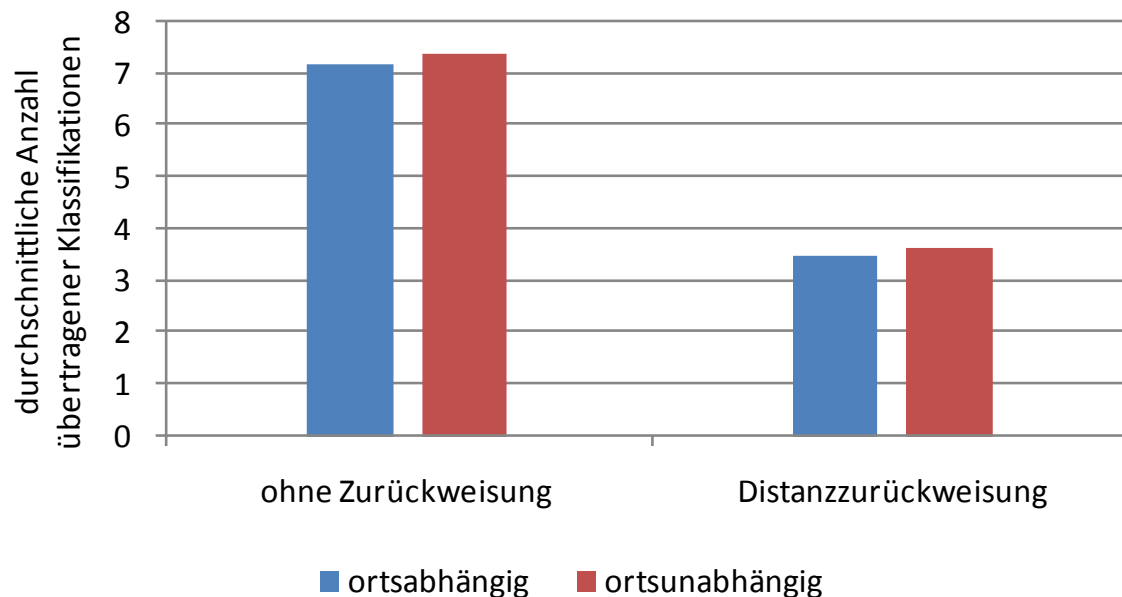
- Sensitivität
 - Wahrscheinlichkeit, dass ein gesuchtes Ereignis richtig erkannt wird
- Spezifität
 - Wahrscheinlichkeit, dass es keinen Fehlalarm gibt
- Relevanz
 - Wahrscheinlichkeit, dass ein gesuchtes Ereignis richtig erkannt wird
- Segreganz
 - Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis korrekt nicht richtig erkannt wird
- Korrektklassifikationsrate
 - Aussagen der vorherigen Kennwerte zusammengefasst
 - Wahrscheinlichkeit für eine richtige Erkennung (erkannt oder ignoriert)

Erkennung zentraler Knoten

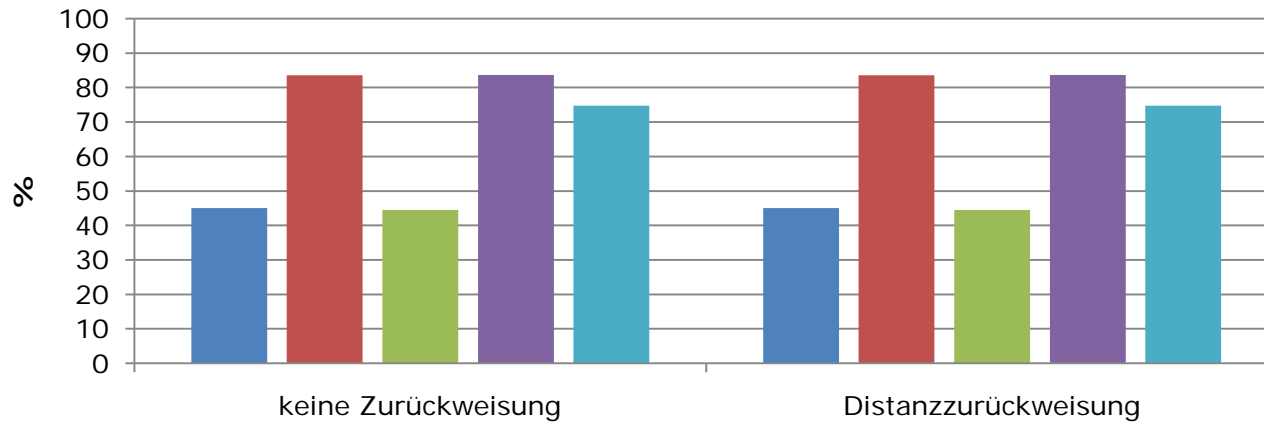


Zurückweisung über alle Sensorknoten

- Im optimalen Fall sollte durch Zurückweisung nur eine Klassifikation an das externe System übermittelt werden

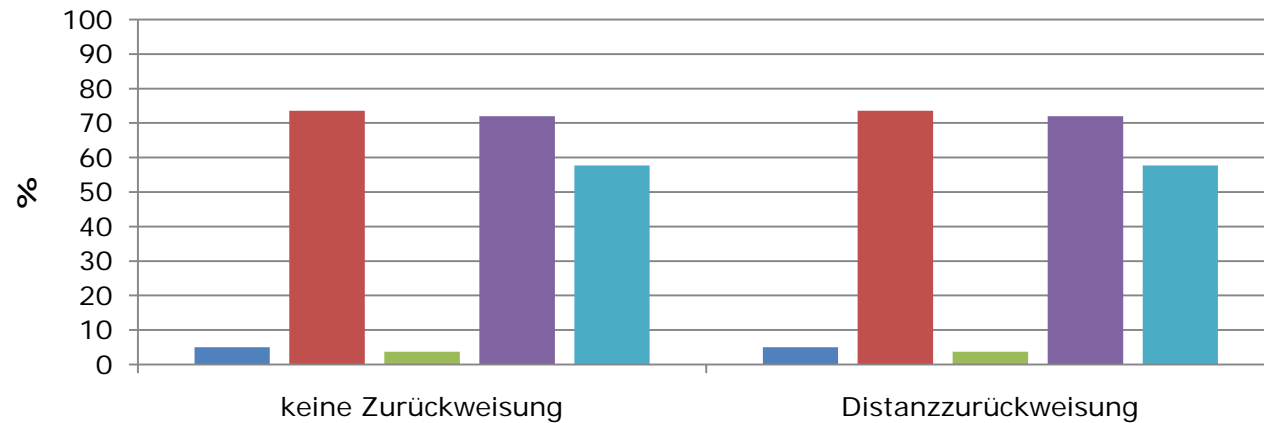


Erkennung externes System



■ Sensitivität ■ Spezifität ■ Relevanz ■ Segreganz ■ Korrektklassifikationsrate

ortsabhängig



■ Sensitivität ■ Spezifität ■ Relevanz ■ Segreganz ■ Korrektklassifikationsrate

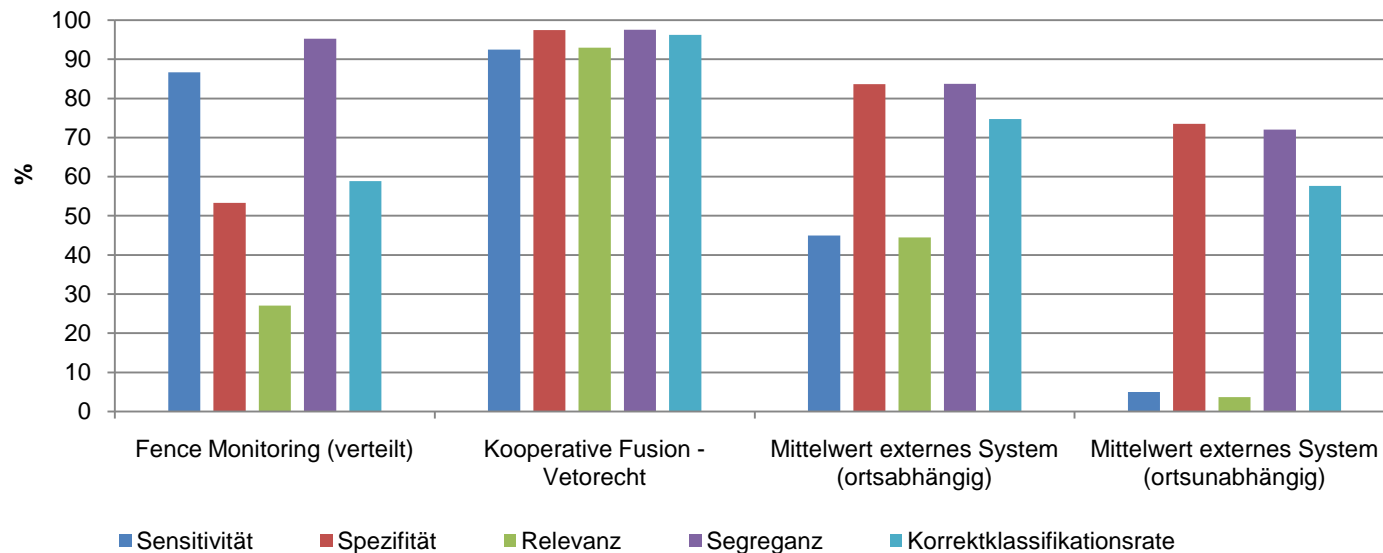
ortsunabhängig

Evaluation

- Ortsabhängige Erkennung
 - Korrektklassifikationsrate auf dem zentralen Knoten von über 84%
 - Korrektklassifikationsrate auf dem externen System von 74%
 - Rückgang durch gute Klassifikationen nicht-zentraler Knoten
- Ortsunabhängige Erkennung
 - Korrektklassifikationsrate auf dem zentralen Knoten von 74%
 - Korrektklassifikationsrate auf dem externen System von 57%
 - Geringe Sensitivität und Relevanz durch veränderte äußere Bedingungen gegenüber dem Ort des Trainings

Vergleich mit anderen Arbeiten

- Fence Monitoring (90 Versuche, Überklettern löst Alarm aus)
- Verteile Ereigniserkennung in Sensornetzen (160 Versuche)
- Feldversuch Hotelbaustelle (120 Versuche)



Zusammenfassung

- Verteilte Ereigniserkennung in der Praxis unter Einsatz eines externen Systems ist möglich
- Komplexer Versuchsaufbau und Auswirkungen der realen Umwelt verhindern Ergebnisse wie unter Laborbedingungen für ortsabhängige Erkennung
- Ortsunabhängige Erkennung zeigt Verschlechterung der Kennwerte
- Erkennung ist nicht robust gegen inkonsistente äußere Bedingungen, die sich von denen des Trainings unterscheiden

Ausblick

- Testen der Auswirkungen eines umfangreicheren Trainings
- Stärkere Sicherung und Routing von Übertragungen
- Verbesserung der ortsunabhängigen Erkennung
- Evaluation des Energieverbrauchs auf lange Zeit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?