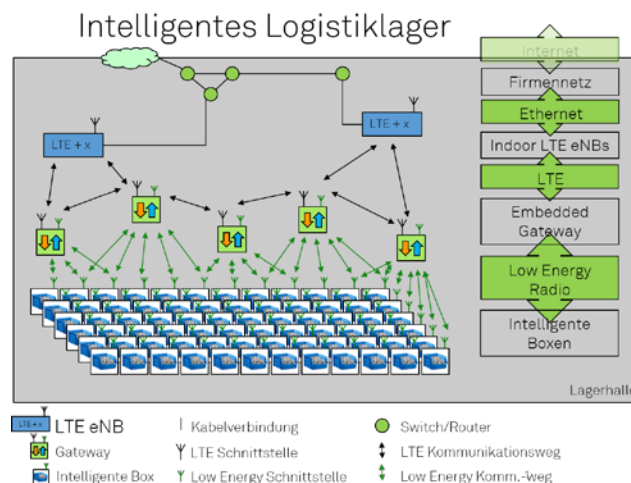


Bachelorarbeit

Simulative Skalierbarkeitsanalyse ressourcenbeschränkter Funkkommunikationsprotokolle für intelligente Logistiklager

Bei der Entwicklung in Richtung „Industrie 4.0“ werden Industrieanlagen und andere physische Systeme zur effizienteren Auslastung und Energienutzung über einen zunehmenden Kommunikationsfluss mit einander vernetzt. Die zusätzliche Anbindung an das Internet ermöglicht eine effizientere Verwendung und Verteilung von Ressourcen über mehrere Standorte hinweg.

Verkabelte Systeme sind in diesen Anwendungsfällen häufig zu unflexibel oder gar nicht realisierbar, sodass auf kabellose Kommunikationswege ausgewichen werden muss. Bei vernetzten Frachtcontainern in einem großen Logistiklager ist zusätzlich nur der Betrieb von besonders energieeffizienten oder gar energieautarken Systemen denkbar, da Batteriewechsel oder Akku-Ladevorgänge die Dynamik und Zuverlässigkeit des gesamten Lagers negativ beeinträchtigen.



Schematische Übersicht eines intelligenten Logistiklagers der Zukunft. Lagercontainer geben per Funk Auskunft über Inhalt und Position, müssen jedoch effizient mit ihrer Energie haushalten.

Aus diesem Grund müssen derartig eingebettete Systeme besonders sparsam mit der verfügbaren Energie haushalten [1]. Dies betrifft im besonderen Maße die Funkkommunikation, die vor allem beim Sendevorgang im Verhältnis zum übrigen System sehr energieintensiv ist [2] sodass Fehlübertragungen vermieden werden müssen [3]. Diesem Ziel wirken in dem Logistiklager jedoch zahlreiche Faktoren entgegen: Z.B. steigert die hohe Teilnehmeranzahl die Wahrscheinlichkeit einer Übertragungskollision und erhöht insgesamt auch die Interferenz auf den einzelnen Übertragungstrecken. Gängige Ansätze führen hierbei zu einem intensiven Anstieg des Energieverbrauchs im gesamten Netzwerk oder zu deutlich längeren Übertragungszeiten [4], [5].

Im Rahmen der Bachelorarbeit sollen aktuelle Forschungskonzepte und Protokolle für einen skalierbaren und gleichzeitig energieeffizienten Kanalzugriff in ein

OMNeT++-basiertes Simulationsframework integriert und evaluiert werden. Dabei sollen folgende Arbeitspunkte abgedeckt werden:

- Recherche, Beschreibung und Bewertung von besonders energieeffizienten Funktechnologien und Kanalzugriffsverfahren.
- Integration mehrerer Ansätze in das OMNeT++-basierte Simulationsframework des Logistikumfelds [5].
- Skalierbarkeitsanalyse hinsichtlich Energieverbrauch, Latenz und Paketverlustrate für Größenordnungen von 100.000+ Teilnehmern.
- Optional: Prototypische Implementierung eines der integrierten Verfahren auf die PhyNode Hardware [4], [5].

Voraussetzungen:

- Erforderlich: Programmierkenntnisse C++
- Erforderlich: Grundverständnis von Kommunikationsnetzen und ihrer Protokolle
- Wünschenswert: Grundlegende Erfahrung in simulativer und analytischer Modellierung, z.B. besuchtes Praktikum GSK (<https://www.kn.e-technik.tu-dortmund.de/cms/de/Lehre/Praktika/GSK/index.html>)
- Wünschenswert: Umgang mit dem Betriebssystem Linux
- Optional: Erweiterte Kenntnisse der Programmierung von Mikrocontrollern

[1] J. Emmerich, M. Roidl, T. Bich, and M. ten Hompel, "Development of self-sustaining intelligent load carriers using the example of the InBin," Logistics Journal, vol. 2012, no. 9, 2012. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0009-14-34309>

[2] P. Nguyen, M. Schappacher, A. Sikora and V. F. Groza, "Extensions of the IEEE802.15.4 protocol for ultra-low energy real-time communication," IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, Taipei, 2016, pp. 1-6. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7520415&isnumber=7520318>

[3] M. Roidl et al., "Performance availability evaluation of smart devices in materials handling systems," Communications in China - Workshops (CIC/ICCC), 2014 IEEE/CIC International Conference on, Shanghai, 2014, pp. 6-10. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7107857&isnumber=7107851>

[4] R. Falkenberg, M. Masoudinejad, M. Buschhoff, A. K. Ramachandran Venkatapathy, D. Friesel, M. tenHompe, O. Spinczyk, C. Wietfeld, "PhyNetLab: An IoT-Based Warehouse Testbed", In 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), Prague, Czech Republic, pp. 1051-1055, September 2017. <https://www.kn.e-technik.tu-dortmund.de/cni-bibliography/publications/cni-publications/Falkenberg2017b.pdf>

[5] R. Falkenberg, J. Drenhaus, B. Sliwa, C. Wietfeld, "System-in-the-loop Design Space Exploration for Efficient Communication in Large-scale IoT-based Warehouse Systems", In 2018 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon), IEEE, Vancouver, Canada, April 2018.