

Masterarbeit

Skalierbarkeitsanalyse von NB-IoT Rel. 13 / Rel. 14 / Rel. 15 Mobilfunknetzwerken unter Berücksichtigung von Smart City Anwendungsfällen

Die zunehmende Vernetzung alltäglicher Geräte und vielseitiger Sensorsysteme macht den Alltag intelligent und ist unter dem Schlagwort Internet of Things (dt. Internet der Dinge) bekannt. Auch ohne direkte Nutzerinteraktion sind Beispiele bereits heute sichtbar. Die Smart City kontrolliert den Füllstand von Mülltonnen (Smart Waste Management) und erfasst den Energieverbrauch der Haushalte (Smart Metering), erfasst die Luftqualität (Air Quality Monitoring) und steuert die Straßenbeleuchtung (Smart Lighting Control). So vielseitig derartige Anwendungen auch sind, definiert ein Großteil vergleichbar anspruchsvolle Anforderungen an die Kommunikationstechnologie. Im besonderen Fokus stehen hierbei geringe Anschaffungs- und Installationskosten, ein sehr geringer Energieverbrauch, um möglichst lange Laufzeiten zu garantieren und gleichzeitig die Gewährleistung einer zuverlässigen und robusten Konnektivität bei einer großen Anzahl von Teilnehmern.

In diesem Kontext werden aktuell im Besonderen Vernetzungsstrategien auf Basis einer innovativen, auf LTE Cat NB1 basierten Technologielösung diskutiert.

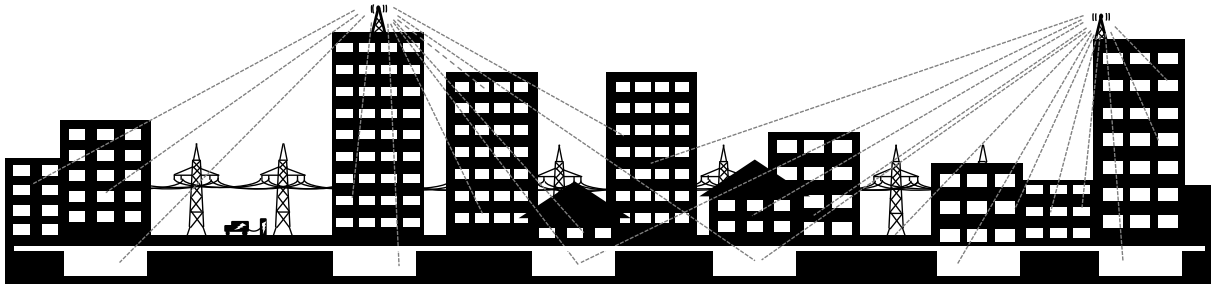


Abbildung 1: Herausfordernde Umgebungseigenschaften in Smart City Szenarien

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Analysewerkzeugs zur Bewertung möglicher Netzengpässe unter Berücksichtigung realistischer Verkehrs- und Umgebungsmodelle. Mithilfe dieses Werkzeugs soll eine Skalierbarkeitsbetrachtung der NB-IoT-basierten Mobilfunktechnologie durchgeführt werden, um abschließend Aussagen über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Technologielösungen treffen zu können.

Denkbare Arbeitspunkte dieser Arbeit sind:

- Erarbeitung der Grundlagen der neuartigen Mobilfunktechnologie NB-IoT in den Releases 13, 14, 15 (z.B. [1,2,3]).
- State of the Art Analyse von Skalierbarkeitsmodellen von NB-IoT. Aufgrund der Neuartigkeit der Technologien sowie der Ähnlichkeit zu LTE sollte die State of the Art Analyse auch für LTE durchgeführt werden. (z.B. [4,5,6]).
- Entwicklung eines umfassenden Engpass-Modells unter Berücksichtigung von:
 - NB-IoT Rel. 13 / Rel. 14 / Rel. 15 [7]
 - Verschiedene Scheduler (Round Robin, Maximum Throughput, Proportional Fair)
 - Anchor / Non-Anchor Ressourcenzuweisung
- Analytische Skalierbarkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung von geeigneten Systemumgebungen (Kanaleigenschaften, Gebäudedämpfungen, ...) sowie Datenverkehrsklassen (geringe, mittlere, hohe Anforderungen / Mischszenarien)
- Empirische Validierung der Ergebnisse durch Labormessungen unter Berücksichtigung verschiedener Kanaleigenschaften.

Voraussetzungen:

- Erforderlich: Grundverständnis von Kommunikationsnetzen und -Protokolle
- Wünschenswert: Programmierkenntnisse Python / R

[1] Liberg, O., Sundberg, M., Wang, E., Bergman, J., & Sachs, J., „Cellular Internet of Things: Technologies, Standards, and Performance”, Academic Press, 2017.

[2] Fattah, H., “5G LTE Narrowband Internet of Things (NB-IoT)”, CRC Press, 2019.

[3] Ericsson, R1-1705189, Early Data Transmission for NB-IoT, 3GPP TSG RAN1 Meeting #88, 2017.

[4] P. Jörke, R. Falkenberg, C. Wietfeld, "Power Consumption Analysis of NB-IoT and eMTC in Challenging Smart City Environments", *In IEEE Global Communications Conference Workshops (GLOBECOM Workshops), Workshop on Green and Sustainable 5G Wireless Networks*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, Dezember 2018.

[5] M. El Soussi, P. Zand, F. Pasveer and G. Dolmans, "Evaluating the Performance of eMTC and NB-IoT for Smart City Applications," *2018 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Kansas City, MO, 2018, pp. 1-7.

[6] I. Z. Kovács *et al.*, "LTE IoT link budget and coverage performance in practical deployments," *2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, Montreal, QC, 2017, pp. 1-6.

[7] GSMA, “NB-IoT Deployment Guide to Basic Feature set Requirements”, 2019