

Masterarbeit

Skalierbarkeitsanalyse von NB-IoT & eMTC Mobilfunknetzwerken unter Berücksichtigung von Smart Grid und 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 M1 /Cat NB1 basierten Technologielösung diskutiert.

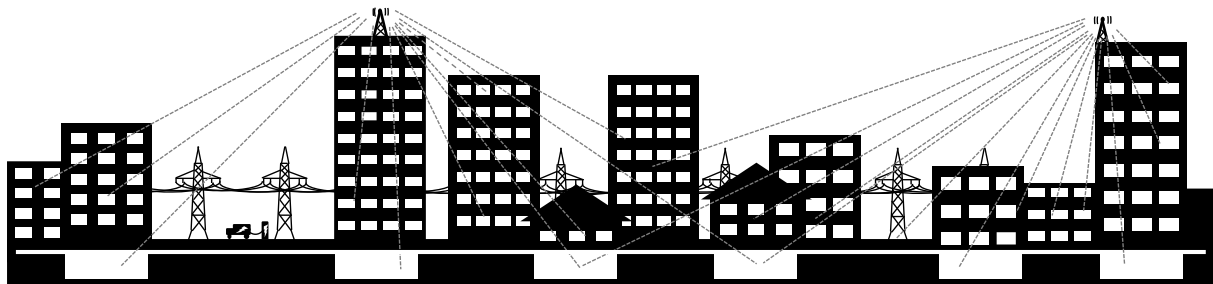


Abbildung 1: Herausfordernde Umgebungseigenschaften in Smart City Szenarien

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 von NB-IoT- / eMTC-basierten Mobilfunktechnologien durchgeführt werden, um abschließend Aussagen über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Technologielösungen treffen zu können.

Denkbare Arbeitspunkte dieser Arbeit sind:

- Erarbeitung der Grundlagen der neuartigen Mobilfunktechnologien NB-IoT und eMTC (z.B. [2-4]).
- State of the Art Analyse von Skalierbarkeitsmodellen von NB-IoT und eMTC. Aufgrund der Neuartigkeit der Technologien sowie der Ähnlichkeit zu LTE sollte die State of the Art Analyse auch für LTE durchgeführt werden. (z.B. [1, 5, 6]).
- Entwicklung eines umfassenden Engpassmodellierungs-Modells unter Berücksichtigung der dynamischen Verteilung von Netzwerkressourcen in NB-IoT und eMTC Netzen.
- Analytische Skalierbarkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung von geeigneten Systemumgebungen (Kanaleigenschaften, Gebäudedämpfungen, ...) sowie Datenverkehrsklassen (geringe, mittlere, hohe Anforderungen)
- Empirische Validierung der Ergebnisse durch Labormessungen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Teilnehmern verschiedener Kanaleigenschaften.
- Empirische Validierung der Ergebnisse durch Feldmessungen: Kontrollierte Belastung des Mobilfunknetzes durch synchronisierte Ansteuerung der Kommunikationsmodule unter Beobachtung von Scheduling-Eigenschaften

Voraussetzungen:

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

[1] 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. (forthcoming).

[2] Liberg, O., Sundberg, M., Wang, E., Bergman, J., & Sachs, J. (2017). *Cellular Internet of Things: Technologies, Standards, and Performance*. Academic Press.

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

[4] Ericsson, et al., R1-1706161 Early Data Transmission for MTC, 3GPP RAN1 Meeting #88bis, 2017.

[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.