

Masterarbeit

Performance Evaluation of Bluetooth Mesh in Internet of Things Environments

Vernetzte Lautsprechersysteme, Fitnesstracker, Lampen oder unsere neuartigen intelligenten Begleiter wie Siri, Cortana oder Alexa – schon jetzt setzt ein Großteil der Technik auf eine ganzheitliche Vernetzung. Insbesondere im Smart Body, Person und Home Bereich konnte sich in den letzten Jahren vor allem die Bluetooth Technologie durchsetzen. Spätestens mit der sehr energieeffizienten Low Energy Bluetooth Variante (BLE) tendiert die Durchdringung in kommerziellen Smartphones zu 100%.

Nun geht Bluetooth einen Schritt weiter und schließt die letzte Lücke zu älteren Automationsstandards wie ZigBee oder Z-Wave. Mit der Spezifikation der Mesh Funktionalität [2] für BLE und die auf das Internet-of-Things (IoT) optimierte Variante Bluetooth 5 [1, 3] können über klassische Punkt-zu-Punkt Verbindungen hinaus nun vollständig vermaschte Netzwerkstrukturen aufgebaut werden und so ganz neue IoT Anwendungsgebiete, wie z.B. ganzheitliche Gebäudeautomation, industrielle Fertigungsanlagen, Logistik oder Smart City Bereiche erschlossen werden. Die Stärke vermaschter Bluetooth-Netze ist eine deutliche Reichweitenerhöhung (alle stromnetzbetriebenen Bluetooth-Knoten dienen als Repeater), aber vor allem die Überbrückung natürlicher Konnektivitätsbarrieren, wie z.B. Abschattung durch Gebäudestrukturen (Wände, etc.) oder stark metallische Umgebungen in harschen Industriebedingungen.



(Abbildung: Bluetooth SIG)

Die Bluetooth SIG gibt an das Bluetooth Mesh Netzwerke hinsichtlich der Sicherheit, sowie der Robustheit im Kontext der Datenübertragung und Skalierbarkeit sehr hohen Industrieanforderungen genügen und eine effiziente Verwaltung von bis zu 32.000 Bluetooth Knoten ermöglicht. Vor diesem Hintergrund ist das Ziel dieser Arbeit die **Evaluierung der Leistungsfähigkeit vollständig vermaschter Bluetooth Netzwerke** unter Berücksichtigung realistischer Anwendungsszenarien und Verkehrsprofile. Hierzu soll für den Schwerpunkt einer simulativen Bewertung die Mesh-Funktionalität auf die Bluetooth 5 Kernspezifikation angewendet und in OMNeT++ integriert werden. Darauf aufbauend können erstellte charakteristische IoT Anwendungsfälle und –Umgebungen mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus [4, 5] für eine umfangreiche Leistungsbewertung der Bluetooth Mesh Funktionalität herangezogen werden. Mit dem Ziel der Beantwortung der maximalen

Skalierbarkeit von spezifizierten Bluetooth Mesh Netzwerken, können über den Standard hinaus eigenständige Optimierungen für eine verbesserte Performance von spezifizierten Funktionalitäten (wie z.B. Routing/Provisioning) vorgeschlagen werden.

Denkbare Arbeitspunkte dieser Arbeit sind:

- Detaillierte Grundlagendiskussion zu Bluetooth Mesh Technologie/Architektur
- Umsetzung einer auf OMNET/INET basierenden Bluetooth 5 Mesh Simulationsumgebung
- Evaluierung und Leistungsbewertung anhand ausgewählter Skalierbarkeitsszenarien im Rahmen der Simulationsumgebung (Berücksichtigung realistischer Nutz- und Störsituationen in anwendungsnahen Kommunikationsszenarien)
- Aufbau eines experimentellen Bluetooth 5 Mesh Laboraufbaus (auf Basis eines Nordic Dev-Kits) als Referenz für ausgewählte Evaluierungsszenarien unter Nutzung einer Übertragungsmatrix bzw. mehreren Dämpfungsgliedern zur Abbildung realitätsgetreuer Umgebungsszenarien
- Vorschlag zur Optimierung spezifizierter Mesh Grundlagen (z.B. Routing/Provisioning)

Erforderliche Voraussetzungen:

- Programmierkenntnisse OMNeT++/Matlab /R
- Grundverständnis von Kommunikationsnetzen und relevanter Protokolle
- Grundlegende Erfahrung in simulativer und analytischer Modellierung
- Hohes Maß an Motivation und Leistungsbereitschaft

[1] Bluetooth SIG, Bluetooth 5 Core Specification, Dec 2016.

[2] Bluetooth SIG, Bluetooth Mesh Specification, 2017.

[3] S. Böcker, C. Arendt, C. Wietfeld, "On the Suitability of Bluetooth 5 for the Internet of Things: Performance and Scalability Analysis", In IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Oktober 2017.

[4] ETSI, "Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (erm); system reference document (srdoc): Spectrum requirements for short range device, metropolitan mesh machine networks (m3n) and smart metering (sm) applications," ,ETSI TR 103 055 V1.1.1., 2011.

[5] GSMA, "3GPP Low Power Wide Area Technologies," White Paper, Tech. Rep., 2016.

[6] P. Zenker et al, "Evaluation of BLE Mesh capabilities: A case study based on CSRMESH," 2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Vienna, 2016.

[7] Y. Murillo et al, "Bluetooth now or low energy: Should BLE mesh become a flooding or connection oriented network?," 2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Montreal, QC, Canada, 2017.