

Performancevergleich von Zigbee, Thread und Bluetooth Mesh Netzwerken

Cyrill Horath¹ | Raffael Anklin¹ | Robin Bobst¹

¹ Institut für ??, Fachhochschule
Nordwestschweiz, Windisch, Aargau, 5210,
Schweiz

Correspondence

Team Blau, Institut für ??, Fachhochschule
Nordwestschweiz, Windisch, Aargau, 5210,
Schweiz
Email: TeamBlau@email.com

Funding information

Among the most popular low power mesh network protocols in free GHz ISM band the three mesh stacks Bluetooth Mesh, ZigBee and Thread are currently competing against each other. The assignment of this bachelor thesis was to build a consistent test framework for all three mesh-networks to benchmark them under realistic conditions. Due to better combability, the nRF52840 SoC from Nordic Semiconductors was the chosen microcontroller for all three network stacks. The benchmark is structured in two parts, a battery powered slave node and a master which is directly connected to a computer. The master node is responsible for controlling the measurement, whereas the slave nodes send benchmark messages to each other. These benchmark messages collect the necessary information to determine latency, RSSI, throughput and active radio time. For a better comparability an apartment house, an apartment and a labor environment were selected as different test benches. The Thread stack results the best in the different test benches. Because of its automatic routing it is able to adapt himself to the environment, as a result the latency of this stack is in every three benches similarly low. Bluetooth Mesh was able to reach the lowest latency with small payload. The ZigBee network stands out with its constant and low latency within one test bench. As a conclusion all of the three networks perform well in case of a home automation. Due to of their own assets and drawbacks it cannot be said this is the best mesh-stack. It depends on the application which mesh network performs the

best.

KEYWORDS

keyword 1, *keyword 2*, keyword 3, keyword 4, keyword 5, keyword 6,
keyword 7

1 | EINLEITUNG

In der Einleitung sollen die drei verschiedenen Stacks kurz und knapp erläutert werden und welche Vor- und Nachteile diese haben.

Im 2.4GHz ISM-Band konkurrenzieren sich derzeit die drei weit verbreiteten Low Power Mesh Netzwerk Protokolle Bluetooth Mesh, Thread und Zigbee. Alle drei wurden konzipiert für die kabellose Übertragung in sogenannten WSN (Wireless Sensor Networks) oder in Netzen für die Heim Automatisierung. Während Thread und Zigbee den IEEE 802.15.4 Standard als Physical Layer benutzen basiert der BT Mesh Stack auf dem BLE (Bluetooth Low Energy) Standard. Aufgrund der hohen Dichte an Netzwerkprotokollen die das 2.4GHz ISM-Band ebenso nutzen (z.B. Wifi) sind die Störeinflüsse auf die Mesh Protokolle eines der grössten Probleme. Die Protokollstacks begegnen diesem und weiteren Problemen auf unterschiedliche Weise. Diese Unterschiede und schliesslich die Performance der Mesh Netzwerke sollen unter unterschiedlichen Testbedingungen aufgezeigt werden wodurch ein objektiver Vergleich der drei Mesh Protokolle möglich wird.

Mesh Netzwerke im Vergleich			
	Bluetooth Mesh	Thread	ZigBee
Markt	Beleuchtung und Smart Home	Industrie und Smart Home	Beleuchtung, Haus Automation und Messtechnik
Veröffentlicht	2017	2015	2003
Applikations Layer	Mesh Model System	Verknüpfbar mit allen IPv6 basierten Protokollen	Cluster Bibliothek
IPv6	Nein	Ja	Nein
Netzwerk Zugriff	Smartphone oder Gateway	Border Router	Gateway
Ökosysteme	Ledvance	Google Nest	Ikea, Phillips Hue, Amazon und weitere
Routing	Managed Flooding	Geroutet	Geroutet
Weiteres	Ist direkt mit Smartphone erreichbar	Automatisiertes Verwalten des Netzwerks	Am meisten verbreitet

TABLE 1 Vergleich Mesh Netzwerke

2 | METHODE

Um die Performance der drei Mesh Stacks zu vergleichen wurde ein einheitliches Benchmark Konzept erarbeitet. Dieses definiert die Mesh Parameter, Testumgebungen, den Ablauf sowie sämtliche Messgrößen und Messreihen.

2.1 | Messablauf

Für den Vergleich der 3 Mesh Netzwerkstacks Bluetooth Mesh (BT Mesh), Thread und Zigbee wird ein vom Mesh Protokoll unabhängiges Testkonzept umgesetzt welches in der Abbildung 1 als Konzeptschema dargestellt ist. Die Benchmark Slave Nodes (BSN) in der Abbildung als Sensoren und Aktoren mit unterschiedlichen Funktionalitäten dargestellt, bilden zusammen mit dem Benchmark Master Node (BMN) das zu testende Mesh Netzwerk. Innerhalb des Netzwerks wird dessen Organisation vom jeweiligen Protokoll sichergestellt. Das Testnetzwerk soll ein realitätsnahes Netzwerk nachbilden. Beispielsweise wird eine Hausautomation in einem Einfamilienhaus als Referenz angenommen in welchem jeweils nur gewisse Nodes untereinander Applikationsdaten austauschen. Ein Lichtschalter kommuniziert nur mit einer Lichtquelle und umgekehrt. Der selbe Lichtschalter tauscht jedoch keine Applikationsdaten mit dem Temperatursensor aus. Trotzdem bilden die Nodes zusammen ein Mesh Netzwerk.

Die Benchmark Management Station (BMS) welche mit dem BMN via USB/UART kommuniziert, ist zuständig für die Verwaltung und Verarbeitung der Benchmarks. Während eines Benchmark Prozesses sollen sämtliche Messungen jedoch unabhängig von der BMS durchgeführt werden damit allfällige Latenzzeiten der USB/UART Verbindung die Resultate nicht verfälschen.

2.2 | Messaufbau

Unterschiedliche Testumgebungen sollen die Benchmarks und schlussendlich den Vergleich der 3 Mesh Protokolle aussagekräftiger machen. Nachfolgende Umgebungen mit den entsprechenden Eigenschaften sollen getestet werden. Die Abbildungen zu den Testumgebungen zeigen jeweils die Platzierung der Nodes sowie deren Funktion und Gruppen Zugehörigkeit. Die Farbe Grün identifiziert den Node als Client Node während Blau für einen Server Nodes steht. Die Nummerierung zeigt welcher Node zu welcher Adressgruppe gehört. Ein Client Node in Gruppe 1 sendet jeweils Nachrichten zu allen Server Nodes in der selben Gruppe.

Labor

Der Laboraufbau ist ein Extremtest welcher die Leistungsgrenzen der Protokollstacks ausloten soll. Dabei werden die Nodes auf einem Raster gemäss Abbildung ?? angeordnet. Die genauen Abmessungen sind der Abbildung zu entnehmen.

- Testaufbau unter Laborbedingungen auf engstem Raum.
- Ausgeglichene Anzahl Sensoren und Aktoren.
- Sehr Hohe Node-Dichte.
- Geringe bis keine Störbeeinflussung durch die Umgebung zu erwarten.
- Die Mesh-Beziehungen werden künstlich bestimmt sodass einfache P2P Verbindungen mit oder ohne Hop entstehen.

Einfamilienhaus

Die Testgeräte werden in einem Einfamilienhaus installiert und repräsentieren damit eine flächendeckende Heim-Automatisierung. Folgende Eigenschaften soll diese Messung abdecken:

- Einfamilienhaus über mehrere Etagen.
- Anzahl Sensoren und Aktoren vergleichbar gross.
- Node-Dichte relativ gering.
- Kleine Beeinflussung durch Nachbarsysteme sind zu erwarten.

Die Abbildung ?? zeigt den Schnitt des Einfamilienhauses in welchem der Benchmark durchgeführt wurde.

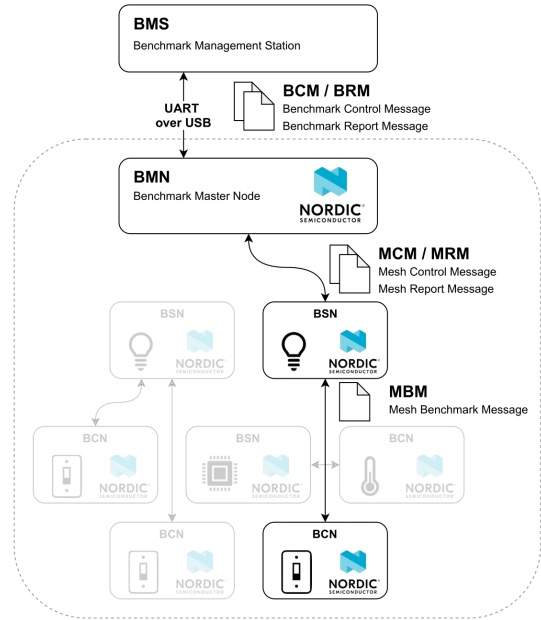


FIGURE 1 Konzeptschema Testablauf

Wohnung

Ebenfalls als Heim-Automatisierung gedacht werden die Messungen in einer Wohnung durchgeführt.

- Wohnung über eine Etage in einem Mehrfamilienhaus
- Anzahl Sensoren und Aktoren vergleichbar gross.
- Node-Dichte höher als im Haus.
- Mögliche Störeinflüsse durch andere Systeme von Nachbarn sind zu erwarten.

Bei der Wohnung handelt es sich um eine 3.5 Zimmer Wohnung mit einer Wohnfläche von 122 Quadratmetern. Die genauen Abmessungen sowie die Platzierung der Nodes ist in Abbildung 4 zu sehen.

2.3 | Messerwartung

Welche Erwartungen haben wir von den verschiedenen Stacks. (Bluetooth routet nicht daher evtl. langsamer)

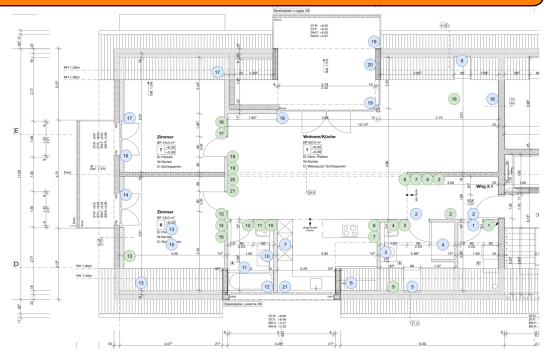


FIGURE 4 Testaufbau Wohnung

3 | **ERGEBNISSE**

Die Ergebnisse sollen hier nach verschiedenen Kriterien dargestellt werden (Anzahl Nodes, Anzahl Hops, usw.)

4 | INTERPRETATION

Interpretation der Ergebnisse (Was fällt besonders auf, wo sind die Stärken und Schwächen der einzelnen Netzwerke, usw.)

5 | VALIDIERUNG

Fehlerabschätzung und Vergleich mit Benchmarks von anderen Organisationen

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Infos die evtl. wichtig sind aber nicht unbedingt in den Kontext gehören