

Testkonzept Mesh Netzwerke

Testumgebung und Performancevergleich von Zigbee, Thread und Bluetooth Mesh Netzwerken

BACHELOR THESIS - ANKLIN, BOBST, HORATH

15. April 2020

Fachcoach:

Matthias Meier
Manuel Di Cerbo

Team:

Raffael Anklin
Robin Bobst
Cyrill Horath

Studiengang:

Elektro- und Informationstechnik

Semester:

Frühlingssemester 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Konzept	1
1.1	Mesh Benchmark Message (MBM)	2
1.2	Mesh Control Message (MCM)	3
1.3	Mesh Report Message (MRM)	3
1.4	Benchmark Control Message (BCM)	3
1.5	Benchmark Report Message (BRM)	3
2	Ablauf	4
3	Testszenarien	5
3.1	Mesh Beziehungen	5
3.2	Testumgebungen	6
4	Firmware	8
4.1	Parameter Mesh Test	8
5	Hardware	9

1 Konzept

Für den Vergleich der 3 Mesh Netzwerkstack Bluetooth Mesh (BT Mesh), Thread und Zigbee soll folgendes vom Protokoll unabhängiges Testkonzept umgesetzt werden. Die Abbildung 1.1 zeigt das Konzeptschema. 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 eine realitätsnahes Netzwerk nachbilden. Beispielsweise wird eine Hausautomation in einem Einfamilienhaus als Referenz angenommen in welchem nur jeweils 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. Diese unterschiedlichen Beziehungen innerhalb des Mesh Netzwerks sind in der Abbildung 1.1 angedeutet und werden im Abschnitt 3.1 genauer beschrieben.

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.

Das Mesh Testnetzwerk soll unter unterschiedlichen Bedingungen betrieben. Diese Testszenarien werden unter 3 genauer beschrieben.

Cyrril: Grafik beschreiben

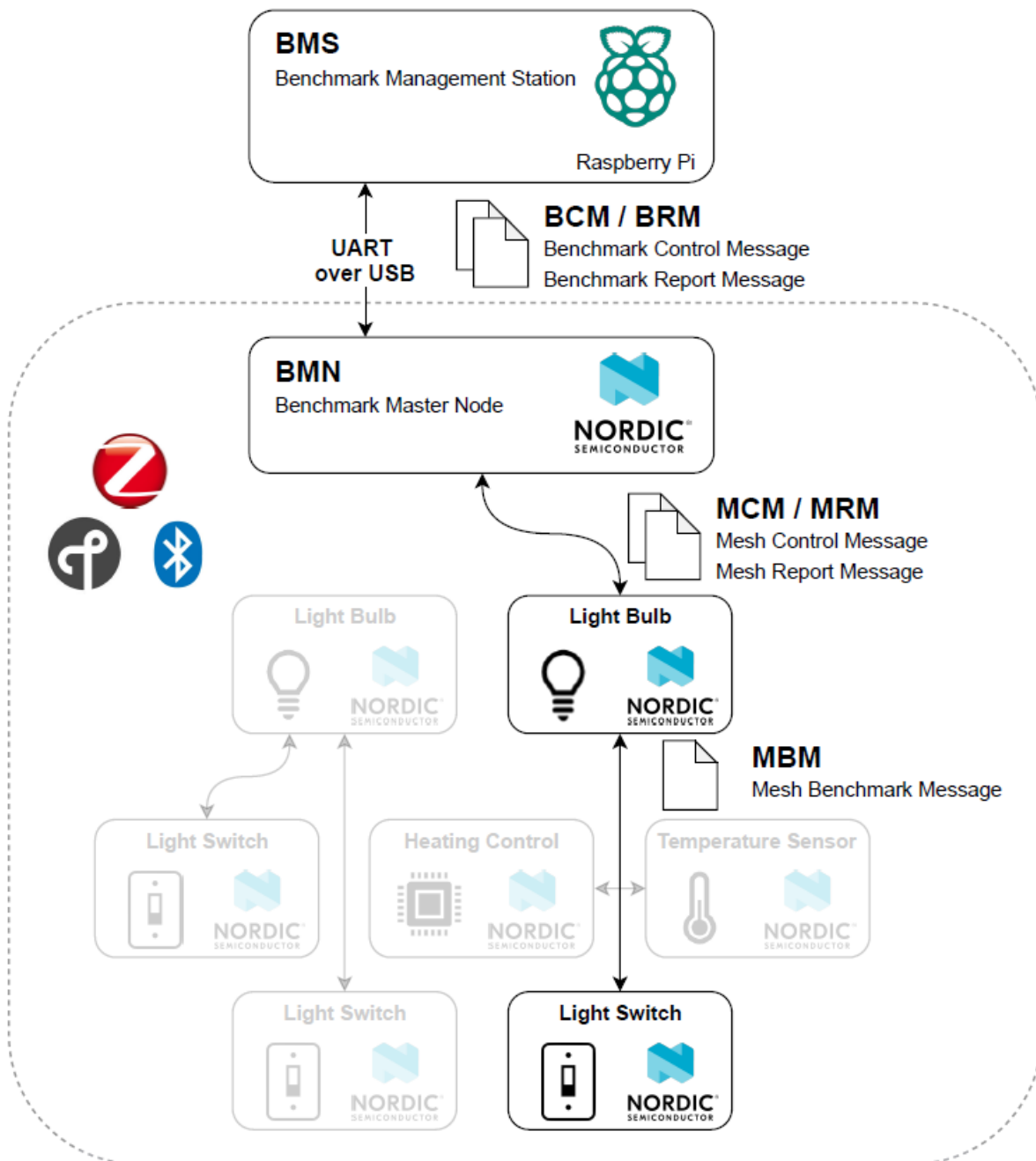


Abbildung 1.1: Konzeptschema für den Ablauf eines Mesh Benchmarks.

RAN: Beschreibung Graphik einfügen

1.1 Mesh Benchmark Message (MBM)

Die MBM ist jene Message welche die eigentlichen Messdaten produziert und diese sogleich unter den BSN (Mesh Knoten) überträgt. Anhand dieser Message werden die Parameter gemäss der Kennwerttabelle in Anhang xx erfasst.

Achtung Dummy Bild ;-)

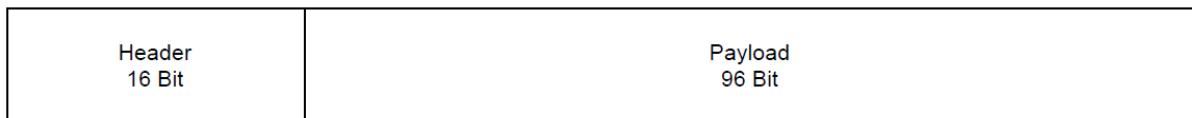


Abbildung 1.2: Packet Definition der Mesh Benchmark Message (MBM)

1.2 Mesh Control Message (MCM)

Achtung Dummy Bild ;-)

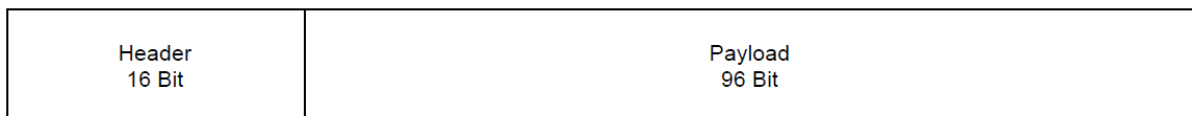


Abbildung 1.3: Packet Definition der Mesh Control Message (MCM)

1.3 Mesh Report Message (MRM)

Achtung Dummy Bild ;-)



Abbildung 1.4: Packet Definition der Mesh Report Message (MRM))

1.4 Benchmark Control Message (BCM)

Achtung Dummy Bild ;-)



Abbildung 1.5: Packet Definition der Benchmark Control Message (BCM)

1.5 Benchmark Report Message (BRM)

Achtung Dummy Bild ;-)



Abbildung 1.6: Packet Definition der Benchmark Report Message (BRM)

2 Ablauf

Ein Mesh Benchmark folgt einem klar definierten Ablauf. Die Abbildung 1.1 zeigt das Testkonzept in welchem auch der Ablauf eines Benchmarks bereits angedeutet ist.

1. **Benchmark User-Init:**

Auf dem Webinterface des BMS werden die gewünschten Parameter definiert und der Benchmark durch den Benutzer gestartet.

2. **Benchmark Init BMN:**

Die Parameter werden an den BMN übergeben welcher diese wiederum an alle teilnehmenden BSN weiterleitet. Mit einem Startsignal vom BMN wird der Benchmark auf den BSN gestartet.

3. **Benchmark Prozess:**

Die BSN führen den Benchmark Prozess mit den definierten Parametern aus. Dies geschieht autonom und jeweils nur zwischen den entsprechenden BSN die in einer direkten Beziehung zueinander stehen (siehe Mesh Beziehungen 3.1). Die entstehenden Messdaten werden auf den BSN zwischen gespeichert.

4. **Reporting:**

Nach Ablauf der Benchmark Zeit werden die Messdaten an den BMN übertragen. Dies erfolgt gesteuert durch den BMN welcher die Daten bei einem BSN nach dem anderen abfragt und direkt an das BMS weiterleitet.

5. **Finish:**

Der BMN kontrolliert ob er die Daten von sämtlichen BSN korrekt auslesen konnte und bestätigt das Ende der Messung gegenüber dem BMS.

6. **Auswertung:**

Das BMS beendet den Benchmark Vorgang, speichert die Messdaten in seiner Datenbank ab und bereitet diese grafisch auf.

3 Testszenarien

Die Benchmarks der Mesh Protokolle sollen mit unterschiedlichen Bedingungen getestet werden wobei grundsätzlich eine reelle Anwendung nachgebaut werden soll. Zum einen gibt es unterschiedliche Beziehungen innerhalb des Mesh Netzwerks, zum anderen werden Testumgebungen unterschieden.

3.1 Mesh Beziehungen

Innerhalb eines Mesh Netzwerks können 4 Beziehungen zwischen den Nodes für die Benchmarks unterschieden werden. Üblicherweise kommen mehrere oder sogar alle 4 Beziehungen innerhalb eines Netzwerkes gleichzeitig zum Einsatz. Abbildung 3.1 zeigt die Beziehungen.

- Rot stellt eine einfache P2P Verbindung ohne Hop dar. Beispielsweise schaltet ein einzelner Schalter eine einzelne, definierte Lichtquelle
- Orange ist eine many-to-one Verbindung in welcher mehrere Lichtschalter die selbe Lichtquelle schalten.
- In blau ist eine klassische one-to-many Topologie dargestellt in welcher beispielsweise ein Schalter mehrere Lichtquellen bedient.
- Grün dargestellt ist eine indirekte P2P Verbindung mit. Das bedeutet, dass Schalter und Lichtquelle keine direkte Verbindung zueinander haben und daher Mesh-typisch via einem oder mehreren Hops kommuniziert.

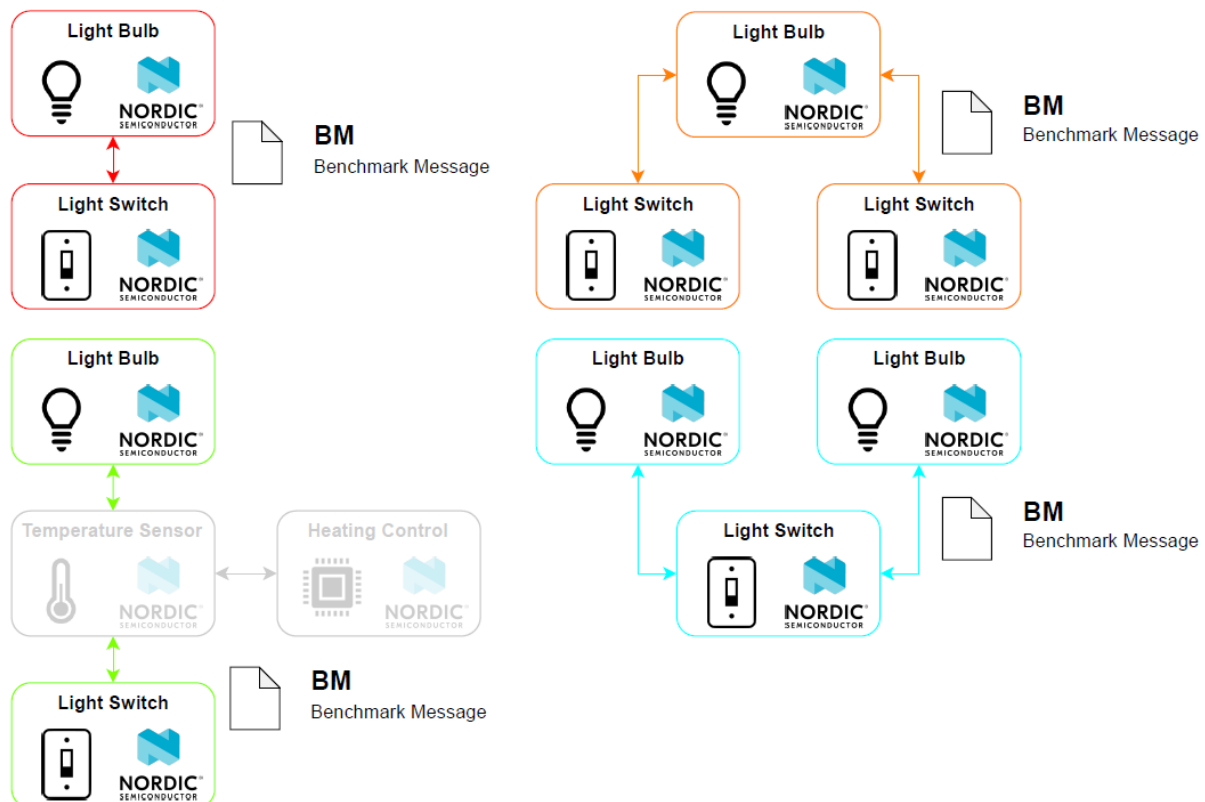


Abbildung 3.1: Beziehungen zwischen den Mesh Nodes innerhalb eines Benchmarks.

3.2 Testumgebungen

Unterschiedliche Testumgebungen sollen die Benchmarks und schlussendlich den Vergleich der 3 Mesh Protokolle aussagekräftiger machen. Abbildung 3.2 zeigt 5 unterschiedliche Umgebungen in denen Messungen durchgeführt werden sollen.

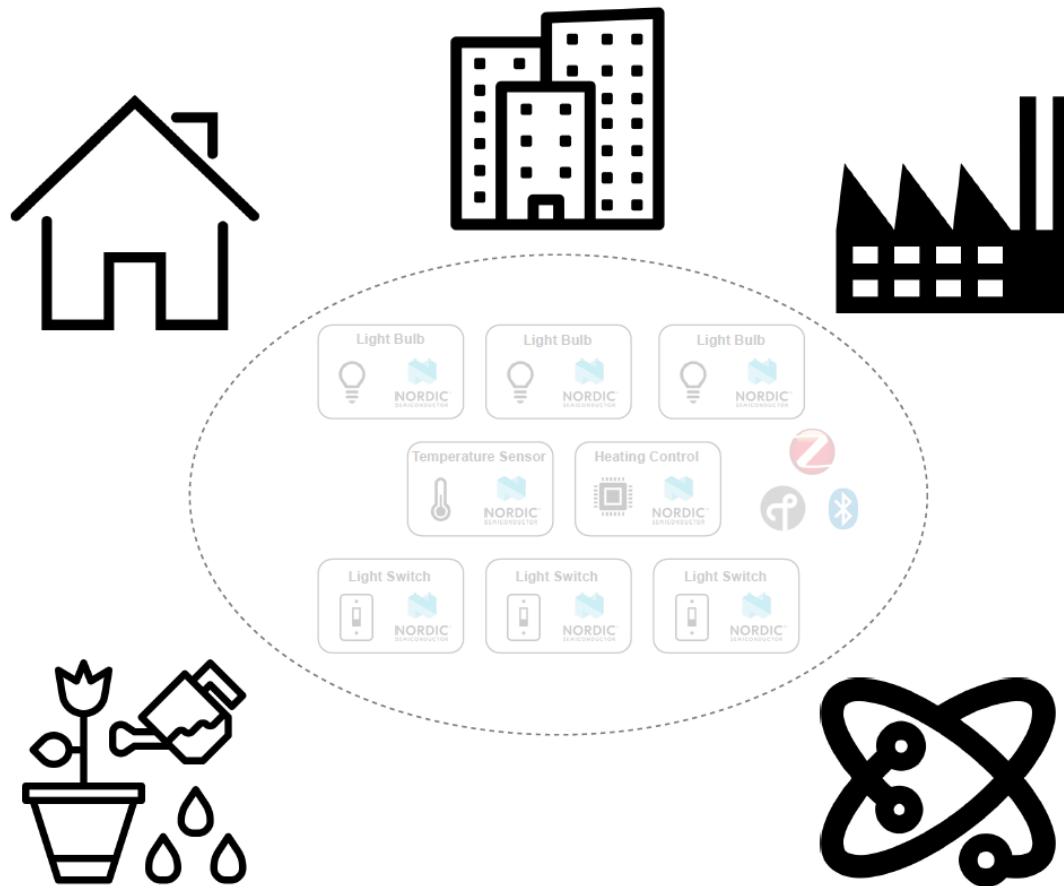


Abbildung 3.2: Mesh Netzwerk Testumgebungen

Haus Die Testgeräte werden in einem Einfamilienhaus installiert und repräsentieren damit eine flächendeckende Heim-Automatisierung.

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

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 zu erwarten.

Industrie Um eine Industrielle Anwendung zu vergleichen erfolgt eine Messung in einem Industriebetrieb.

- Industriebetrieb mit grosser Fläche.
- Grosse Anzahl Sensoren zur Überwachung von Produktionsprozessen. Vereinzelt Aktoren zur Ansteuerung von Anlageteilen.
- Hohe Node-Dichte.
- Mögliche Störeinflüsse durch Maschinen oder Abschirmwirkung durch metallische Gegenstände zu erwarten.

Landwirtschaft (optional) Für die Überwachung und Kontrolle von landwirtschaftlichen Flächen kann ein Test auf offenem Feld erfolgen.

- Landwirtschaftsfläche mit grosser Ausbreitung (z.B. Gemüseanbau).
- Grosse Anzahl Sensoren. Nur wenige bis gar keine Aktoren.
- Sehr geringe Node-Dichte mit weiten Distanzen.
- Geringe bis keine Störbeeinflussung durch die Umgebung zu erwarten.

Labor Der Laboraufbau ist ein Extremtest welcher die Leistungsgrenzen der Protokollstacks ausloten soll.

- Testaufbau unter Laborbedingungen auf engstem Raum.
- Ausgeglichene Anzahl Sensoren und Aktoren.
- Sehr Hohe Node-Dichte.
- Geringe bis keine Störbeeinflussung durch die Umgebung zu erwarten.

4 Firmware

Eine Hardwareplattform. Dongle mit Akku für die BSN und DK für den BMN. Firmware dementsprechend gibt es folgende: BMN, BSN Sensor, BSN Aktor

Räffu: Mesh-5, 7, 8, 9

Robin: Mesh-1, 3, 4

Robin: Mesh-2, 6, 10

4.1 Parameter Mesh Test

5 Hardware

Eine Hardwareplattform. Dongle mit Akku für die BSN und DK für den BMN. Firmware dementsprechend gibt es folgende: BMN, BSN Sensor, BSN Aktor