

Studentische Arbeit

Distanzmessung von digitalen Namensschildern im Bezug auf einen Master-Knoten mit Hilfe von Wake-up-Radio

Hintergrund

Mit *Helicoph* wurde zusammen mit dem Helios Klinikum in Stralsund ein System entwickelt, welches durch Schaffung von Anreizmechanismen zur Desinfektion der Hände die allgemeine Hygienesituation im Krankenhaus verbessert hat. Über ein digitales Namensschild können die durchgeführten Händedesinfektionen der Personen getracked werden, was neben der eigenen Kontrolle auch eine spätere Analyse auf Krankensebene ermöglicht. (Erklärungsvideo von Helios: <https://youtu.be/K3RcfRq9xdg>)

Das Namensschild und die Desinfektionsmittelspender sind dafür jeweils mit einem Bluetooth-Sendemodul ausgestattet. Bei Betätigung eines Spenders wird nach dem Namensschild gesucht, welches die geringste Entfernung zum Spender aufweist, um einen Desinfektionsvorgang zu verbuchen. Die Namensschilder senden dafür regelmäßig Informationen über sich selbst in Form eines Bluetooth Beacon aus, die von dem Spender eingesammelt werden.

Um Energie zu sparen, senden die Namensschilder nur einmal pro Sekunde das Beacon aus, können dann aber nur eine sehr kurze Zeit auf mögliche Antworten von einem Spender hören. Da diese jedoch keine synchronisierte Uhr haben und mehrere Pakete ausgetauscht werden müssen, kann ein Buchungsvorgang bis zu zehn Sekunden andauern, bis alle Namensschilder in der Nähe abgefragt wurden. Bei Experimenten wurde jedoch beobachtet, dass die Zeitspanne zwischen Spendernutzungen jedoch wesentlich kleiner ausfällt und Buchungen von Händedesinfektionen verloren gehen.

Das Wake-up-Radio Verfahren bietet Potenzial, die Zeit, die für einen vollständigen Buchungsvorgang notwendig ist, drastisch zu reduzieren. Dabei sendet der Spender bei Betätigung ein bestimmtes, festdefiniertes Datenpaket an die Namensschilder in der Umgebung aus, wodurch diese aus dem Stromsparmodes aufgeweckt werden. Die Wartezeit zur Bestimmung soll dadurch drastisch reduziert werden, da alle Namensschilder gleichzeitig aktiv sind und mit dem Spender kommunizieren können.

Aufgabenbeschreibung

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Plausibilität des Wake-up-Radio Verfahrens für dieses Szenario analysiert und prototypisch umgesetzt werden. Für die Entwicklung können kleine Entwicklungsboards herangezogen werden, wie z.B. ESP32, Arduino, Raspberry Pi. Ein Funkchip, der Wake-up-Radio realisiert, ist z.B. der FH101RF (<https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/ic-design/rf-ic/wakeup.html>). Es können jedoch auch andere Chips verwendet werden, wenn gewünscht. Diese werden für die Arbeit gestellt und müssen nicht eigenständig beschafft werden. Erste Erfahrungen mit C/C++ und mit der Verwendung von Entwicklungsboards sind wünschenswert, aber nicht notwendig.

Folgende Arbeitsschritte können dabei in Betracht gezogen werden:

- Einarbeitung in die Funktionsweise von Wake-up-Radio
- Entwicklung eines Protokolls zur Bestimmung der Distanz der Namensschilder mit Hilfe von Wake-up-Radio (die eigentliche Distanzbestimmung kann hier abstrakt gehalten werden)
- Einarbeitung in die Programmierung von Entwicklungsboards und dem FH101RF Funkchip
- Prototypische Umsetzung zur Durchführung von Experimenten

Mögliche Fragestellungen

Die praktische Nutzbarkeit des entwickelten Systems soll anhand von diversen Experimenten erprobt werden. Nachfolgende Fragestellungen können als Grundlage für mögliche Experimente herangezogen werden. Dabei ist eine sinnvolle Auswahl zu treffen, es müssen nicht unbedingt alle Fragen beantwortet werden. Sollten während der Bearbeitung weitere, spannende Fragestellungen auftreten, können auch diese ausführlicher behandelt werden.

- Wie zuverlässig funktioniert das System mit Wake-up-Radio?
- Wie oft wacht ein Namensschild eventuell nicht auf?
- Wie verändert sich der Energieverbrauch der Namensschilder mit Wake-up-Radio?
- Wie lange dauert eine Messung in Abhängigkeit von der Anzahl von Namensschildern?
- Welche potenziellen Schwierigkeiten können bei der Nutzung des Systems mit der neu entwickelten Technologie auftreten?

Literatur

- [DD16] Fatima Zahra Djiroun und Djamel Djenouri. “MAC protocols with wake-up radio for wireless sensor networks: A review”. In: *IEEE Communications surveys & tutorials* 19.1 (2016), S. 587–618. DOI: [10.1109/COMST.2016.2612644](https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2612644).
- [LR10] Philippe Le-Huy und Sébastien Roy. “Low-power wake-up radio for wireless sensor networks”. In: *Mobile Networks and Applications* 15.2 (2010), S. 226–236. DOI: [10.1007/s11036-009-0184-3](https://doi.org/10.1007/s11036-009-0184-3).
- [SCM25] Lukas Schulthess, Silvano Cortesi und Michele Magno. “WakeMod: A 6.9 μ W Wake-Up Radio Module with -72.6 dBm Sensitivity for On-Demand IoT”. In: *2025 10th International Workshop on Advances in Sensors and Interfaces (IWASI)* (2025). DOI: [10.1109/IWASI66786.2025.11122000](https://doi.org/10.1109/IWASI66786.2025.11122000).