

Projektbezeichnung: Tytuł projektu:	[SmartRiver: Intelligentes Odergebiet/SmartRiver: Inteligentne Nadodrze]
Antragsnummer: Numer wniosku:	[85029892]
Output / Produkt:	Dokument: „Drahtloses Sensornetzwerk“ / “Bezprzewodowa Sieć Sensorów“

Thema: Aktivität 5 - **Drahtloses Sensornetzwerk**

Beschreibung der Aktivität: In dieser Aktivität wird die Definition eines drahtlosen Sensornetzes erläutert, das die Übertragung der von den Sensoren erfassten Daten an die Datenzentren ermöglicht.

Die Autoren des Dokuments: IHP, UZ

Empfänger des Dokuments: Endanwender

Inhaltsübersicht

1. Einführung
2. Lage der Knotenpunkte
3. Multi-hop Protokoll Kangaroo
4. Zusammenfassung
5. Fassungen des Dokuments

1. Einführung

Das drahtlose Sensornetz ist die nächste Stufe bei der Verwirklichung des Überwachungssystems für die Deiche und die an die Oder angrenzenden Gebiete auf der Ebene der Städte Frankfurt (Oder) und Słubice. Die in den vorangegangenen Projektphasen entwickelten Dokumente definierten die Nutzungsszenarien (KW2), die Anforderungen an das entworfene System (KW3), die erste Systemspezifikation (KW4) und die Definition von Demonstratoren (KW6). Diese Dokumente bilden die Grundlage für die Definition des drahtlosen Sensornetzes.

In dem Dokument "Nutzungsszenarien" werden vier Nutzungsszenarien definiert: 1) Netzüberwachung (SU1), 2) Überwachung von Deichen und angrenzenden Gebieten (SU2), 3) Überwachung von Wetter- und Luftparametern (SU3) und 4) Überwachung von Oberflächenwasser und Boden (SU4). Drei davon beziehen sich auf Umweltmessungen, das vierte auf die Überwachung von drahtlosen Kommunikationsknoten. Das drahtlose Sensornetz wird zur

Übertragung aller gemessenen Parameter verwendet. Es wird auch im Rahmen von SU1 überwacht.

2. Lage der Knotenpunkte

Das Gebiet der Doppelstadt, das durch das Überwachungssystem für Deiche und an die Oder angrenzende Gebiete abgedeckt wird, ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Lage aller Messpunkte, die in dieser Phase in der Umgebung von Frankfurt (Oder) und Słubice installiert werden sollen.

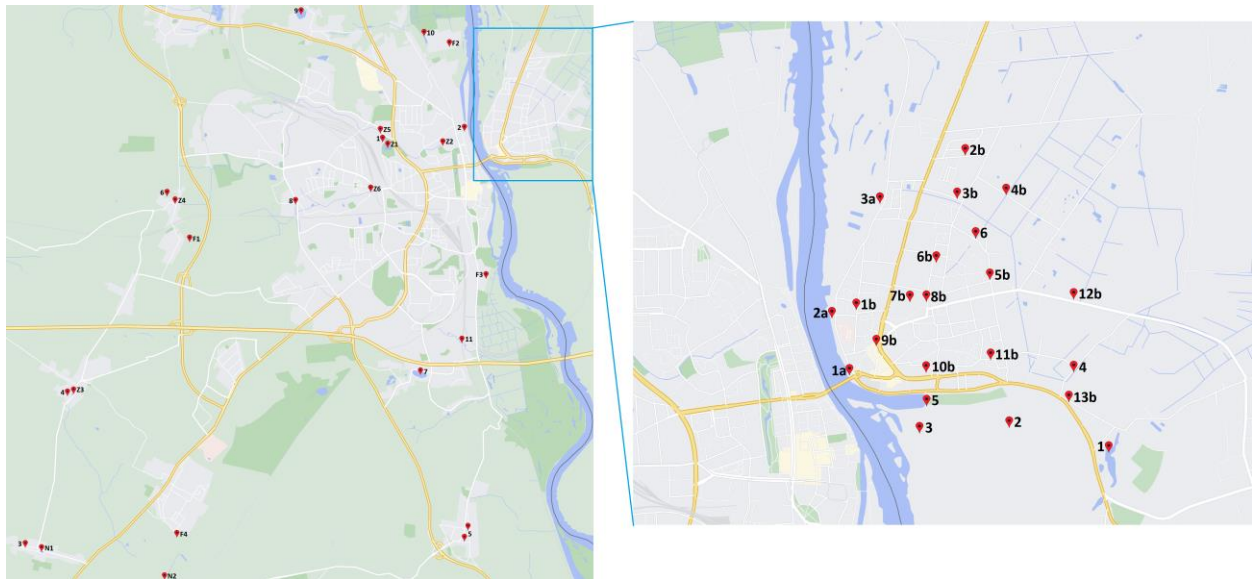


Abbildung 1: Lage der Messstellen in den Städten Frankfurt (Oder) und Słubice

Aus der Abbildung geht nicht hervor, wo die Datenzentren und Netzgateways liegen werden. Die Messdaten aus dem Gebiet auf polnischer Seite sollen in den Räumlichkeiten des Rechenzentrums der Universität Zielona Góra erhoben werden, während die Messdaten aus dem Gebiet auf deutscher Seite in den Räumlichkeiten des IHP in Frankfurt (Oder) erhoben werden sollen. Wie in dem Dokument "Definition der Demonstranten" erwähnt, sind aber auch andere Standorte möglich (Rechenzentren der Stadt Słubice und FDH in Frankfurt (Oder)).

Zusätzlich zu den in Abbildung 1 dargestellten Messknoten sollen in der Stadt Frankfurt (Oder) weitere Zwischenknoten (sogenannte Repeater) platziert werden, um die Reichweite des Funknetzes zur Übertragung der Messdaten an die Rechenzentren zu erhöhen. Die Platzierung zusätzlicher Repeater wurde durch die Verteilung der Messpunkte über ein großes Gebiet sowie die unterschiedliche Höhe des Messgebiets erforderlich. In der Stadt Słubice ist die Platzierung von zusätzlichen Repeatern aufgrund des kleineren Messgebietes und der dichteren Verteilung der Messpunkte nicht erforderlich. Das Messgebiet in Słubice ermöglicht die Verwendung von Knotenpunkten an den Messpunkten als Repeater. Messknoten befinden sich oft in unzugänglichen Gebieten, wo die Netzabdeckung durch Hindernisse blockiert sein kann. Alle

beschriebenen Herausforderungen machen den Einsatz von Repeatern und die Implementierung eines Mehrwegeprotokolls, das die Datenübertragung über Repeater ermöglicht, zur geeignetsten Lösung für das Überwachungssystem für die Deiche und die an die Oder angrenzenden Gebiete.

3. Multi-hop Protokoll Kangaroo

Wie zu erkennen ist, weisen die Gebiete der Städte Frankfurt (Oder) und Słubice Unterschiede in Bezug auf die Entfernungen zwischen den für die Sensornetzabdeckung erforderlichen Messpunkten auf. Ziel der gewählten Technologie ist es, die Lösung so weit wie möglich zu skalieren, so dass sowohl Kleinstädte als auch große Städte abgedeckt werden können.

3.1. Anforderungen an das Protokoll

Die erste Anforderung an das Protokoll besteht darin, dass das Protokoll in Bezug auf die physikalische Schicht universell sein sollte. Im Falle des Überwachungssystems für Deiche, Gebiete an der Oder und städtische Gebiete wurde aufgrund der großen Entfernungen zwischen den Messpunkten davon ausgegangen, dass das Protokoll eine physikalische Schicht verwenden sollte, die die Übertragung von Daten über große Entfernungen ermöglicht (Long Range).

Die zweite Protokoll Anforderung besteht darin, ein Medium-Zugriffsprotokoll zu verwenden, das eine geringere Anfälligkeit für Paketkollisionen garantiert. Im Falle des entwickelten Protokolls wurde das CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) Medium-Zugriffsverfahren verwendet, welches Teil der Funkmodul Treibern der Geräte die den Betrieb der Messknoten verwalten, ist.

Die dritte Anforderung war das Vorhandensein eines ACK-Mechanismus (Acknowledgment), mit dem ein Knoten den Empfang von Daten an einen anderen Knoten bestätigen kann. Der ACK-Mechanismus wird nur für Pakete angewendet, die direkt an den betreffenden Knoten gesendet werden, und nicht für Pakete, die mit einer Broadcast-Adresse gesendet werden, oder für ACK-Pakete selbst.

Die vierte Anforderung ist die Unterstützung der Multi-Hop-Übertragung, die es ermöglicht, Daten über andere Knoten des drahtlosen Sensornetzes zu übertragen, anstatt sie direkt an das empfangende Gateway zu senden. Mit dieser Lösung lässt sich die Netzabdeckung erweitern (Skalierung), ohne dass zusätzliche Gateways installiert werden müssen.

Für die Multi-Hop-Übertragung muss ein Mechanismus geschaffen werden, der den Aufbau des Netzes (Topologie) und die Weiterleitung der Daten durch das Netz zu den Zielknoten ermöglicht. Der Mechanismus, der für den Aufbau des Netzes verantwortlich ist, basiert auf der Überflutung des Netzes mit Discovery Paketen, mit denen benachbarte Knoten entdeckt werden können. Sobald die Knoten entdeckt wurden, wählt der betreffende Knoten den besten Master-Knoten für sich aus und sendet ein Join-Paket, um ihn über seine Wahl zu informieren. Der Mechanismus wird zyklisch, d. h. in einem konfigurierbaren Zeitmuster, aufgerufen.

Das Routing im Uplink, d. h. zum Gateway, basiert auf der Kenntnis seiner Master-Knoten. Ein Knoten sendet Daten an seinen Master-Knoten, der sie dann an seinen Master-Knoten weiterleitet, bis die Daten den Gateway erreichen. Das Downlink-Routing wird durch ein Informationspaket unterstützt, das für jede Phase des Netzaufbaus mindestens einmal gesendet wird. Dieses Paket sammelt Informationen über alle Knoten auf einem bestimmten Pfad und leitet sie an den Gateway weiter. Auf der Grundlage dieser Informationen kennt der Gateway den Pfad zu jedem Knoten und kann auf dieser Basis Daten im Downlink senden.

Die fünfte Anforderung ist die Zeitsynchronisation zwischen den Knoten, um die Zeit für die Kennzeichnung von Messungen und Paketen mit einem Zeitstempel zu nutzen. Die Zeitsynchronisierung erfolgt während der Netzüberflutung über Discovery-Pakete.

3.2. Implementierung des Protokolls

Die Grundlage für das Kommunikationsprotokoll, das für das Überwachungssystem für Deiche und an die Oder angrenzende Gebiete implementiert wurde, ist das SimpleLink Long Range Physical Layer Codierungsverfahren, welche die Übertragung von Daten über größere Entfernungen auf Kosten der Übertragungsgeschwindigkeit ermöglicht. Diese Technologie erfordert keine zusätzlichen Funkmodule, da sie von den Geräten unterstützt wird, die den Betrieb der Messknoten verwalten. Diese Lösung ermöglicht auch die Verwaltung des drahtlosen Sensornetzes, da die Daten nicht über Netze, die von externen Anbietern verwaltet sind, übertragen werden.

Das für das SmartRiver-System entwickelte Kangaroo-Protokoll ist in Schichten unterteilt. Die Aufteilung des Protokolls ist in der Abbildung 2 dargestellt. Das Protokoll besteht aus drei grundlegenden Schichten: der Netzwerkschicht, der MAC-Schicht und der MAC-Unterschicht.

Die Netzwerkschicht ist für die Netzbildung, das Routing und die Zeitsynchronisation zuständig. Diese Schicht bietet Funktionen für höhere Schichten zur Initialisierung des Protokolls und des Funkmoduls sowie zur Initialisierung des Sendevorgangs und zur Übertragung von Daten an höhere Schichten.

Die MAC-Schicht ist für die Vorverarbeitung der empfangenen Daten, das Senden von ACK-Bestätigungen und die Überprüfung des Funkstatus vor dem Senden von Daten zuständig.

Die MAC-Unterschicht ist die Schicht, die die Funktionen der darunter liegenden Schichten anpasst und übersetzt. Sie wurde aufgrund der ersten Anforderung, d. h. der Universalität in Bezug auf die physikalische Schicht, geschaffen. Die MAC-Unterschicht ermöglicht es, die physikalische Schicht zu ändern, ohne das gesamte Protokoll (neu) zu implementieren. Diese Schicht nutzt die von den darunter liegenden Schichten bereitgestellten Funktionen für die Funkabwicklung.

Das Protokoll verfügt über eine Reihe von Konfigurationsvariablen, die eine Anpassung des Protokolls an verschiedene Betriebsszenarien ermöglichen. Solche Variablen sind die Anzahl der von einem Knoten gespeicherten Master- und Slave-Knoten, die Paketgröße und die maximale

Anzahl von Paketen, die auf einmal bearbeitet werden können, sowie die maximale Anzahl von wiederholten Übertragungen sowohl auf der MAC-Schicht als auch auf der Netzwerkschicht im Falle eines Übertragungsfehlers. Das Protokoll ermöglicht auch die Konfiguration der Zeit zwischen den Netzaufbauphasen. Zwei weitere Konfigurationsvariablen werden nur von der Netzwerkschicht verwendet. Die erste ermöglicht es zu konfigurieren, ob ein Knoten nur seinen besten Master-Knoten oder alle ausgewählten Master-Knoten mit einem Join-Paket informiert, und die zweite bestimmt, ob ein Knoten Informationen über Slave-Knoten an den Master-Knoten sendet.

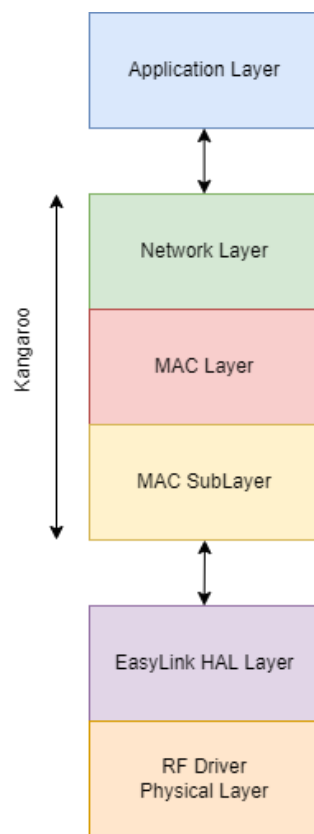


Abbildung 2: Schichten des Multi-Hop Kangaroo-Protokolls

Aufgrund der Multicast-Anforderungen des Protokolls müssen die Knoten Informationen über ihre Nachbarn speichern, um Daten an die entsprechenden Knoten senden zu können. Aus diesem Grund speichert das Protokoll Netzwerkinformationen in vier verschiedenen Strukturen. Die erste Struktur speichert allgemeine Informationen über das Netzwerk oder seine Konfiguration, wie z. B. die Geräte- und Broadcast-Adresse, die Mindestentfernung vom Gateway, die Anzahl der Slave-Knoten und Master-Knoten, die derzeit im Array gespeichert sind. Die zweite Struktur speichert Daten über bestimmte Master-Knoten, wie die Adresse des Master-Knotens, seine Entfernung vom Gateway (Hop Count), den RSSI der von diesem Master-Knoten empfangenen Pakete und den aus den letzten beiden Parametern berechneten Qualitätsindex

der Verbindung. Die dritte Struktur enthält Informationen über die Slave-Knoten des Knotens. Sie enthält die Adresse jedes Slave-Knotens und den RSSI der von diesem Slave-Knoten empfangenen Pakete. Die Verwendung der vierten Struktur hängt von der aktuellen Protokollkonfiguration ab, da sie Informationen über Enkelkinder (Slaves von Slaves) speichert und die Übertragung dieser Informationen zwischen Knoten optional ist. Wenn diese Funktion aktiviert ist, speichert diese Struktur die Adresse des Slave-Knotens, die Anzahl seiner Slave-Knoten (d. h. die Anzahl der Enkelkinder) und deren Adressen.

Für das Kangaroo-Protokoll wurde eine Paketstruktur definiert, die den Anforderungen entspricht. Diese Struktur ist in Abbildung 3 dargestellt.

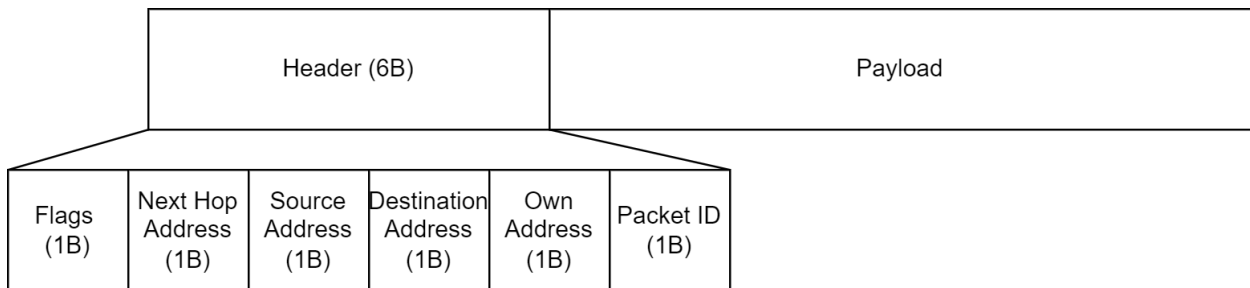


Abbildung 3: Struktur des Kangaroo-Protokollpakets

Die Struktur des im Protokoll verwendeten Pakets besteht aus zwei Hauptteilen, dem Header und dem Datenfeld. Der Header ist so aufgebaut, dass er alle Felder enthält, die für das Funktionieren des Protokollstapels erforderlich sind. Der Header enthält die Adressfelder, d. h. die Quell- und Zieladresse, die Adresse des sendenden Knotens und die Adresse des nächsten Knotens. Darüber hinaus enthält es das Feld für die Kontrollkennung. Das letzte Feld im Header ist ein Feld, das bis zu 8 benutzerkonfigurierbare Flags enthalten kann.

4. Zusammenfassung

Das Dokument stellt die Herausforderungen vor, denen sich ein drahtloses Sensornetz im Falle eines Überwachungssystems für Deiche und an die Oder angrenzende Gebiete in der Umgebung der Städte Frankfurt (Oder) und Słubice stellen muss. Darüber hinaus wird die Methode der Datenübertragung in dem genannten System vorgestellt und das Kommunikationsprotokoll sowie die Anforderungen für seine Implementierung beschrieben.

5. Fassungen des Dokuments

Geändert von	Änderung	Ausgabe	Version
IHP	Initiale Version	A	0
		A	1