Projekt SOOP - Sichere Offshore Operationen

MOIN - Mobile Open Infrastructure Network Protocol

Im Rahmen des Forschungsprojektes SOOP wird ein drahtloses Sensonetzwerk zur Lokalisierung und Kommunikation realisiert. Eingesetzt wird dabei eine impulsbasierte **Ultra Wideband Radio (UWB)**-Technologie. Diese ermöglicht es, auch unter harschen Bedingungen, hoch präzise Distanzmessungen in Abängigkeit von Signallaufzeiten durchzuführen. Zur Bestimmung der Position werden mindestens vier Distanzmessungen zu unterschiedlichen und zuvor eingemessenen Referenzpunkten benötigt (**3D-Multilateration**). Durch diese Gegebenheiten der Lokalisierung in Kombination mit einer Daten-Kommunikation, werden an das drahtlose Sensornetzwerk in SOOP besondere Anforderungen bezüglich eines geeigneten Netzwerkprotokolls gestellt werden. Daher wurde das **Mobile Open Infrastructure Network Protocol (MOIN)** entwickelt. Realisiert worden ist dies mit der in **Abb. 1** dargestellten Netzwerktopologie und den folgenden Netzwerkkomponenten.

MOIN-Master: Ist für die Koordination des Netzwerkes verantwortlich und nutzt die über Ethernet angeschlossenen MOIN-Koordinatoren, um die Reichweite des Netzwerkes zu erhöhen

MOIN-Koordinator: Versorgt die ihm zugehörige Sensor-Domäne mit Netzwerkinformationen

Slave: Besitzt die Möglichkeit seine Position zu bestimmen und diese, zusammen mit anderen Sensordaten an den zugehörigen MOIN-Koordinator zu senden

Anchors: Stellen die benötigten Distanzmessungen für die Slaves bereit, welche für die Positionsbestimmung erforderlich sind

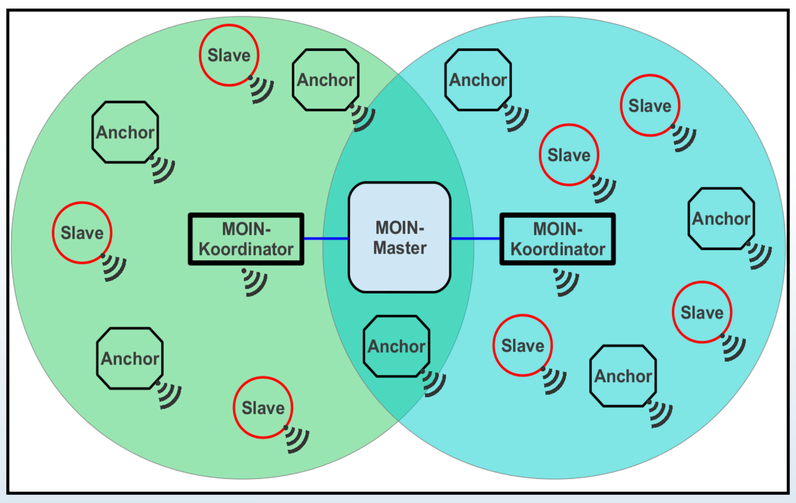

Abb. 1: Netzwerktopologie des drahtlosen Sensornetzwerks im Forschungsprojekt SOOP, dargestellt mit zwei Sensor-Domänen

Protokollbeschreibung von MOIN

Um den Kanalzugriff, und damit die gemeinsame Nutzung des physikalischen Übertragungsmediums zu regeln, wurde basierend auf dem **IEEE 802.15.3 MAC-**Standard eine Superframe-Struktur (siehe **Abb. 2**) entwickelt, welche sich in drei unterschiedliche Phasen einteilen lässt.

Beacon Period:
Innerhalb eines jeden Superframes wird ein Beacon via Broadcast vom MOIN-Master über die MOIN-Koordinatoren an alle Slaves ausgesandt. Dieses Beacon beinhaltet wichtige Netzwerkinformationen zur Synchronisation des gesamten Netzwerkes, wie beispielsweise eine vordefinierte Slotzuteilung.

Ranging Period:
In dieser Phase wird es den Slaves ermöglicht, durch die im Beacon vordefinierte Slot-Zuteilung, ihre erforderlichen Distanzmessungen zur Positionsbestimmung, sequenziell durchzuführen.

Data Period:
Hier besitzen die Slaves die Möglichkeit, ihre gesammelten Sensordaten zusammen mit ihrer berechneten Position, zurück an den MOIN-Master zu senden.

Für eine kollisionsfreie Kommunikation innerhalb des drahtlosen Sensornetzwerkes, wurde ein hybrides Zugriffsverfahren entwickelt, welches aus dem sog. **Code Division Multiple Access (CDMA)** und dem **Time Division Multiple Access (TDMA)** besteht. Die Kombination dieser beiden Zugriffsverfahren ermöglichen es beispielsweise innerhalb der Ranging Period, **simultane Distanzmessungen** zwischen einzelnen Slaves und den Referenzpunkten (Anchors) durchführen zu können. Dies ist erforderlich, da die Referenzknoten in unserem System nicht synchronisiert sind und somit die Koordination in eigener Verantwortung liegt, um Kollisionen im Netzwerk zu verhindern. In der Data Period wird die Kommunikation aktuell durch ein reines TDMA umgesetzt. Das bedeutet, dass alle im Netzwerk befindlichen Slaves ihre Daten nacheinander an den MOIN-Master über die MOIN-Koordinatoren übermitteln. **Abb. 3** zeigt die Slot-Konfiguration und den Kanalzugriff des MOIN Protokolls. Dabei erhält jeder MOIN-Koordinator einen unabhängigen Kontrollkanal, welcher als Kommunikationskanal innerhalb einer Sensor-Domäne dient (interferenzfrei gegenüber anderen Sensor-Domänen). Außerdem besteht die Möglichkeit neu hinzukommende Slaves über einen Anmeldeprozess, welcher parallel zur Ranging Period ausgeführt wird, dem Netzwerk hinzuzufügen, um möglichst flexibel auf Änderungen im Netzwerk reagieren zu können.

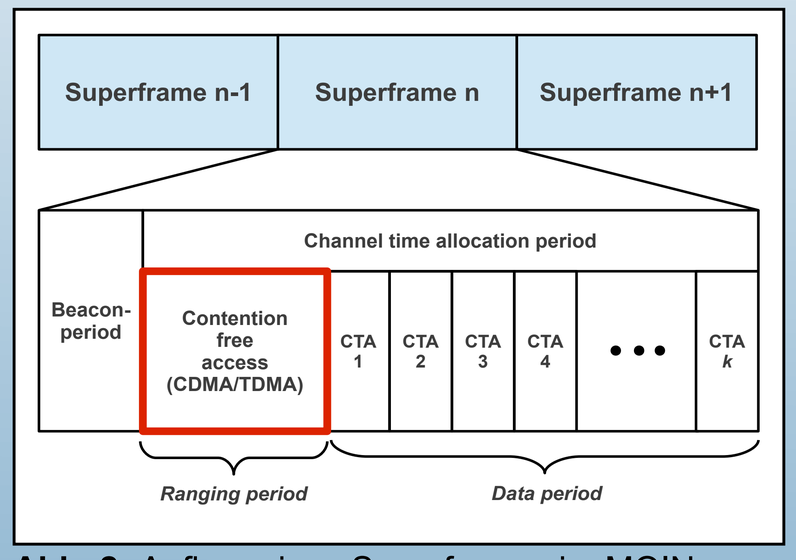

Abb. 2: Aufbau eines Superframes im MOIN-Protokoll

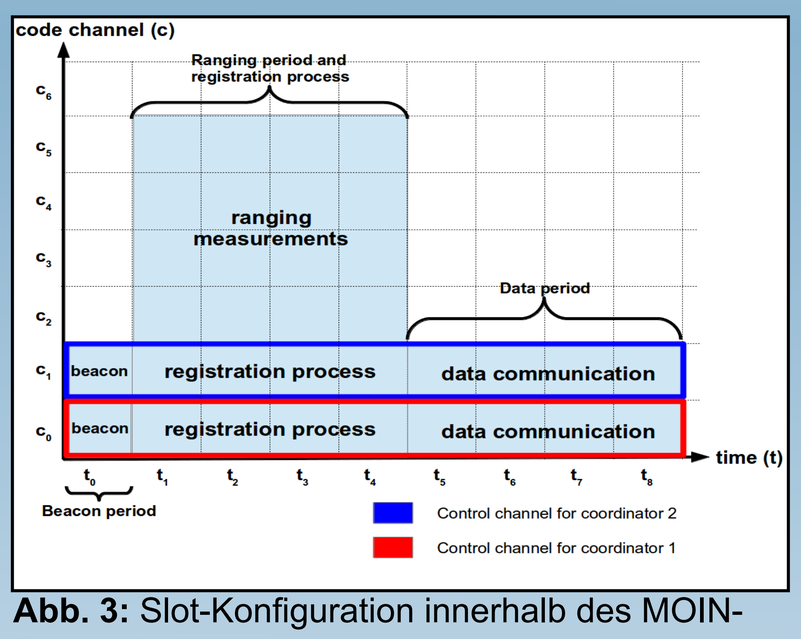

Abb. 3: Slot-Konfiguration innerhalb des MOIN-Protokolls

MOIN-Timing

Damit die Dauer eines Superframes aus **Abb. 2** möglichst gering ist, wurde ein adaptives Verfahren zur Slotzuteilung entwickelt. Dieses ermöglicht in Abhängigkeit der Anzahl von verbundenen Slaves, die Ranging Period dynamisch anzupassen (siehe **Abb. 4**). Dabei werden zunächst alle Slaves in einer Art Pipelineverarbeitung innerhalb der Ranging Period eingereiht und in Abhängigkeit der Anzahl an Slaves und Code Channels die Größe eines sog. Slot-Frames definiert. Zugewiesene Ranging-Slots, die über dieses Slot-Frame hinaus gehen, werden den noch ungenutzen Ranging-Slots innerhalb des Slot-Frames zugewiesen. Ist ein Slot-Frame voll, so wird abhängig von der Anzahl an Code Channels ein neuer generiert.
Die Berechnung der Dauer eines Superframes allgemein (t_{sf}) und der beinhaltenden Ranging (t_r) und Data Period (t_d) sind in **Abb. 5** abgebildet. Die Berechnung der Dauer einer Ranging Period gilt dabei nach der Optimierung aus **Abb. 4**.

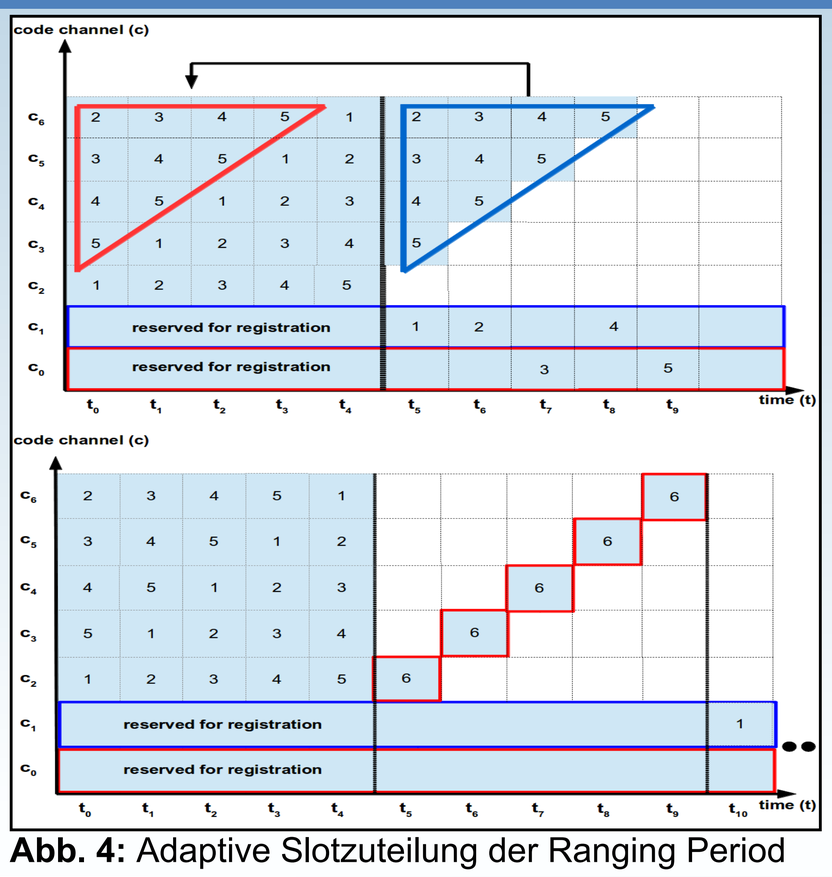

Abb. 4: Adaptive Slotzuteilung der Ranging Period

Dauer eines Superframes:

$$t_{sf} = t_b + t_r + t_d$$

Minimale Dauer der Ranging Period:

$$t_r = \begin{cases} ((m \ \mathbf{div} \ r) + 1) * r * t_{r_{slot}} \ , & m \neq r \\ \frac{m}{r} * r * t_{r_{slot}} \ , & (m \mod r) = 0 \end{cases}$$

Dauer der Data Period:

$$t_d = m * t_{d_{slot}} \ , \ m > 0$$

Abb. 5: Berechnung der Dauer eines Superframes

Fachlicher Ansprechpartner:

Manuel Janssen, MEng

manuel.janssen@
hs-emden-leer.de

+49-4921-807-7021

Labor S105