

Seminararbeit: Lorawan

Tobias Sigmann

23. April 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in Lora	3
2	Aufbau eines Lora-Netzwerk	4
2.1	Gateway	4
2.2	??End-Gerät zu End-Gerät	5
3	Lora Funktionsweise	5
3.1	Schichtenmodell	5
3.2	Protokoll	5
3.3	Übertragungsart	5
3.3.1	Adaptive Data Rate	6
4	Lora Geräte Klassen	6
4.1	Klasse A	7
4.1.1	Uplink	7
4.1.2	Downlink	8
4.2	Klasse B	8
4.3	Klasse C	9
5	Sicherheit	9
6	Live-Beispiel	9
7	Fazit	10

Zusammenfassung

[Tec15]

[sem]

1 Einführung in Lora

Lora ist ein Low Power, Wide Area (LPWA) Netzwerkprotokoll und somit sehr gut für batteriebetriebene kabellose Geräte geeignet. Deswegen wird Lora auch im Internet of Things (IoT) Bereich verwendet. Mittels der bidirektionalen Kommunikation ist es möglich Daten und Befehle über weite Strecken zu übertragen. Leider leidet darunter die Geschwindigkeit, sodass sich Lora nicht als WLAN Ersatz eignet. Trotzdem können zwischen 0.3 und 50 kbps erreicht werden. In Europa werden 863 MHz bis 870 MHz verwendet. Allerdings variiert der Frequenzbereich für andere Kontinente. Je nach Bedingungen können so bis zu 20km entfernte Endgeräte erkannt und mit diesen kommuniziert werden. Es ist sogar möglich den Standort des Gerätes zu bestimmen.

Eine Alternative zu Lora ist Sigfox, hierauf werde ich nicht weiter eingehen. [Tec15](Optimiert für Batterie Kapazität (Teilnehmer) Reichweite, Kosten mehrjährige Batterielaufzeit, kleine Datenmengen, große Reichweite, LPWAN (Low Power WAN))

Kriterien für Lora: Netzwerk Architektur, Reichweite, Batterielaufzeit, Interferenzrobustheit, Anzahl Knoten, Sicherheit, bidirektionale Kommunikation, verschiedene Anwendungsunterstützung

Orientiert für Mobile Adressierbare Endgeräte)

[AVTP⁺17](alternativen: Sigfox, Ingenu, Dash7)

Klassen Kompromiss zwischen Reichweite, Performance (Latzen/ Durchsatz) und Energiebedarf

Energiesparend durch ADR (Adaptive Daten Rate))

Es wird folgen: Was ist lora, wo und wofür wird es benutzt, wie weit kann man senden und wie schnell...

2 Aufbau eines Lora-Netzwerk

[Tec15](Architektur hat größten Einfluss auf Batterie, anz Teilnehmer, qualität, sicherheit,
)

2.1 Gateway

Um die mittels Lora übertragenen Daten weiterzuverarbeiten, ist ein Gateway nötig, das über Lora empfangenen Daten an einen im Internet befindlichen Server sendet. Dies wird möglich, indem das Gateway die RF Pakete in IP/TCP Pakete umwandelt. Die Endgeräte kommunizieren direkt mit dem Gateway (Single-Hop-Connection) und stellen somit eine Sterntopologie her.

Ein Endgeräte kann gleichzeitig an mehreren Gateways senden. Dabei sind die Endgeräte in Multicast Gruppen unterteilt. [the] [Tec15](Meistens wird ein Netzförmiges Netzt aufgebaut. Knoten leiten Nachrichten weiter => größere Reichweite aber kompliziert, erlaubt weniger Teilnehmer und energieaufwändig).

Lora Sternförmig => Energie-effizient, Knoten senden direkt an Gateways. Gateways senden an Server, Server muss doppelte Pakete filtern, Sicherheitscheck, ACK über bestes Gateway senden, datenrate anpassen.

Keine Handover

Gateway müssen viele Geräte handeln da Stern. erreichen durch (adaptive Datenrate, multi chanel/multi modem transive) mehrere Nachrichten auch verschieden Channels gleichzeitig empfangen

Wichtige Faktoren(anz. chanel, datenrate(time on air), payload länge, Sendehäufigkeit)

Skaliert sehr gut => gemacht für große Nutzerzahlen Neues gateway kann Knoten 6-8 x verbessern) [SOR17](Applikation Server -> Zentraler Server(leitend Pakete weiter) -> Gateway(wandelt lorawan in ip Pakete um) -> Endgerät/Knoten) [Far18]

Es wird folgen: Wie baut man ein Netzwek mit einem Gateway auf. Wie greift

man auf die übermittelten Daten zu ...

2.2 ??End-Gerät zu End-Gerät

Sehr wenig Quellen. Urprünglich nicht vorgesehen

3 Lora Funktionsweise

Die Datenrate ist einstellbar, jedoch wird die Reichweite bei höherer Datenrate gemindert. Ein Vorteil von Lora ist, dass die einzelnen Datenraten nicht interferieren und so jedes Endgerät seine eigene Datenrate unabhängig von den anderen verwenden kann. Außerdem wird die Datenrate und die Sendeleistung für jedes Gerät separat gesteuert (ADR, Adaptive Data Rate) [Far18] [SOR17] [Tec15]()

3.1 Schichtenmodell

[Tec15](

Application

Lora MAC

MacOptions(Classes)

LoraModulation(Regionales ISB)) Lora: Long Range ist Physikalische Schicht (gibt an wie die kabellose Übertragung geschieht) LoRaWAN: Protokoll das.

3.2 Protokoll

3.3 Übertragungsart

[SOR17](Knoten können zu jeder Zeit, auf beliebigen Kanälen, beliebig schnell, beliebig lange senden, solange folgende Regeln befolgt werden.

- Channels werden per Pseudozufallszahl geändert
- Sendezeit erfüllt die Regionalen Bestimmungen

)

[AVTP⁺17](Chrip Signal => Zeitliche Änderung in Trägerfrequenz(höhere Frequenz als Datenrate)(positiv chrip/negativ chrip)

Datensignal wird in Chrip Signal moduliert. Resultierende Signal ist breitbandiger als Datensignal. Maximale Datenrate auch mit Rauschen erreichbar.

Durch orthogonale SSpread Factor"mehrere Signale auf einem Chanel) [Tec15](normal FSK, schon sehr effcient. Lora "chirp spread spectrum odulation". Ist wie FSk aber größere Rechiweite, robuster. Stammt aus dem Militär/raumfahrt.Lora als erstes für kommerziellen billigen Einsatz.

Spread spectrum => signale sind Ortohonal für versch. spreizraten, fakto koreliert mit datenrate => verschiedene Datenraten auf einem Kanal

Nähere Geräte sind schneller => höhere Datenrate => kürzee übertragungsdauer und lassen somit merh zeit für andere, => bessere Batterielaufzeit. Deswegen sidn symetrische up/downlinks nötig.) Frequenzhopping, spread spectrum, code-channels

3.3.1 Adaptive Data Rate

[AVTP⁺17](Datenrate und Funkfrequenz(RF) werde passend zum Abstand angepasst

nahe Knoten => hohe Datenrate => kurze Sendezeit => weniger RF-Power kann nach Bedarf geändert werden

=> immer möglichst schnelle senden => weniger Energie

)

4 Lora Geräte Klassen

[SOR17](GGeräte müssen mindestens A können, alle die mehr können werden auch "high class End-Devices"genannt) Vielleicht zu klein => in anderes Kapitel stopfen.

Die Endgeräte sind je nach Kommunikationsart/Protokoll Art in drei Klassen (A, B und C) unterteilt.) [Far18] [CB⁺17] [Tec15](Asynchrone Knoten wegen Batterie => Event/Scheduler gesteuert verwendet ALOHA

Normal Netze müssen sich synchronisieren und Nachrichten abrufen. Lora partiell nicht => laut GSMA 3 bis 5 fach effizienter)

zur besseren Anpassung/ Anpassung an Batterie

EU: 10 Kanäle (8: 250bps bis 5.5kbps) (1: FSK 50kbps) (high rate Lora 114kbps)

)

4.1 Klasse A

Klasse A zeichnet sich durch sehr geringer Stromverbrauch aus. Die Kommunikation kann bidirektionalen Stadtfinden, allerdings muss die Kommunikation von dem Endgeräte gestartet werden. Das bietet die Möglichkeit das das Endgerät, wenn keine Daten gesendet werden müssen, in einen sehr sparsamen Schlafmodus wechselt. Um das Endgeräte nicht zum aufwachenßwingen zu müssen, wurde auf einen "Hardbeatöder ähnliches verzichtet. Das Endgerät kann so lange ßchlafen"wie es möchte. Dadurch ist die Klasse A auch die potenziell Stromsparende Endgeräteklasse.

Das Endgerät startet die Kommunikation in dem es Daten an das Gateway sendet(uplink). Daraufhin hat das Gateway die Möglichkeit 2 mal Daten zum Endgeräte senden(downlink). Da die Kommunikation asynchron Stadtfinden wartet das Endgeräte bis es beide uplinks empfangen hat.gewünscht.

Um zu ermitteln, wann gesendet werden darf, wird das ALOHA-Protokoll verwendet. Da das Gateway nicht immer Daten an die Endgeräte senden kann, muss es diese zwischenspeichern um diese bei der Nächsten Kommunikation zum senden. [SOR17](Es wird zwischen up- / downlink unterschieden)

4.1.1 Uplink

[SOR17] (vom Knoten zum Gateway(1..n), Lora radio packet mode, (Preamble, PHDR, PHDR_CRC, PHYPayload, CRC(cyklische Redundanz Prüfung))))

4.1.2 Downlink

[SOR17] (radio packet explicit mode, vom Gateway(1) zum Knoten(1), ausgelöst vom Netzwerkservers, auch multikasts möglich, (Preamble, PHDR, PHDR_CRC, PHYPayload) Um Nachricht kurz zu halten kein CRC am ende, nach Receiver_Delay1 / Receiver_Delay2 kann empfangen werden (rx1, rx2))

4.1.2.1 Rx1 [SOR17](Frequenz abhängig von Uplinkfrequenz, Datenrate abhängig on Uplinkdatenrate, wird nach Receiver_Delay 1 +/- 20 msec erwartet, Datenrate auch abhängig von Regionalen regeln, Standart: Datenrate = Uplinkdatenrate)

4.1.2.2 Rx2 [SOR17](feste Frequenz/Datenrate, nach Delay2 +/- 20 msec, Frequenz/Datenrate mittels MAC änderbar) [SOR17](Öffnungslänge muss für Preamble ausreichen, nach RX1 + MIC und authentigitätscheck muss nicht zwingen RX2 geöffnet werden, Sender muss in einem der beiden Fenster stattfinden, Falls Downlink über beide Fenster => frames müssen gleich sein. Knoten dürfen nicht während empfangen/ zwischen RX1 und RX2 senden, ander Protokolle dürfen gesprochen werden wenn gesendet werden darf)

4.2 Klasse B

Die Klasse B bietet bidirektionale Kommunikation mit einer deterministischen downlink Latenz. Um diese latenz zu gewährleisten, muss die Kommunikation Synchron ablaufen. Außerdem muss festgestellt werden, ob das Endgerät bzw das Gateway noch in Reichweite ist. Dies wird mittels eines periodischem "beacon" die zu festgelegten Zeitpunkten gesendet werden realisiert.

Die Latenz ist einstellbar und kann bis zu 128 Sekunden.

Obwohl das Endgerät durch die periodischen "beacons" nicht schlafen kann, ist die Klasse B für den Batteriebetrieb gedacht.

4.3 Klasse C

Um eine möglichst geringe/keine Latzen zu erzielen ist die Klasse C gemacht. Dies bedeutet aber auch das der Stromverbrauch am höchsten ist und somit nicht für den Batteriebetrieb geeignet. Das Gateway kann immer Daten senden außer wenn das Endgerät gerade Daten sendet. Hier sind Geschwindigkeit von bis zu 50mb möglich.

Es ist auch möglich während des Betriebes eines Endgerätes die Klasse zu wechseln. Dies wird am häufigste zwischen A und B getan/ ist nur zwischen A und B möglich.

5 Sicherheit

Lora bietet die end-to-end Sicherheit an, indem es die Signale zweimal verschlüsselt.

Die erste Verschlüsselung dient dazu die gesendeten Daten vor eventuellen Mithörern zu verschlüsseln. Die Verschlüsselung geschieht mit einem 128-bit Network-Session-Key.

Die zweite Verschlüsselung wird bis zur endgültigen Weiterverarbeitung der Daten auf z.B. einen Server verwendet und ist ein 128 bit Application-Session-Key.

Das zur Verschlüsselung verwendete Protokoll ist AES. Auch zu Authentifizierung und zur Überprüfung der Integrität wird AES verwendet. [GAS17] [Far18] [Tec15](Applikationsverschlüsselung(schutz der Daten for mitlesen) Netzwerk(Autentiizierung der Knoten) AFS, Key Exnage IEEE EU164) [SOR17](symetrischer Schlüssel => nur einer benötigt, Sessionkey ist abgeleitet von Knoten-rootkey. JoinServer setllt verbindung der Keys her.)

6 Live-Beispiel

wenn vorhanden.

7 Fazit

8 Sonstige quellen

<https://lora-alliance.org/resource-hub> QuickStart für ein kleines Projekt:
<https://www.thethingsnetwork.org/docs/devices/node/quick-start.html#setup-arduino-ide>

Weitere Infos http://www.multitech.com/documents/publications/marketing-guides/lora_device_dev_guide_orange.pdf

Literatur

- [AVTP⁺17] ADELANTADO, FERRAN, XAVIER VILAJOSANA, PERE TUSET-PEIRO, BORJA MARTINEZ, JOAN MELIÀ-SEGUÍ und THOMAS WATTEYNE: *Understanding the Limits of LoRaWAN*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8030482>, September 2017. Eingesehen am 09.04.2019.
- [CB⁺17] CHEONG, PHUI SAN, JOHAN BERGS, , CHRIS HAWINKEL und JEROEN FAMAHEY: *Comparison of LoRaWAN Classes and their Power Consumption*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8240313>, November 2017. Eingesehen am 09.04.2019.
- [Far18] FARRELL, S.: *RFC 8376: Low-Power Wide Area Network (LP-WAN) Overview*. <https://tools.ietf.org/pdf/rfc8376.pdf>, Mai 2018. Eingesehen am 09.04.2019.
- [GAS17] GEMALTO, ACTILITY und SEMTECH: *LoRaWANTM SECURITY WHITE PAPER PREPARED FOR THE LoRa ALLIANCETM*. <https://lora-alliance.org/resource-hub/lora-alliance-security-whitepaper>, Februar 2017. Eingesehen am 09.04.2019.
- [sem] *Semtech*. <https://www.semtech.com/>. Eingesehen am 09.04.2019.
- [SOR17] SORNIN, N. (Herausgeber): *LoRaWANTM 1.1 Specification*. Lora-Alliance, <https://tools.ietf.org/pdf/rfc8376.pdf>, 1.1 Auflage, Oktober 2017. Eingesehen am 09.04.2019.
- [Tec15] TECHNICALMARKETINGWORKGROUP1: *A technical overview of LoRa® and LoRaWANTM*. <https://lora-alliance.org/resource-hub/what-lorawantm>, November 2015. Eingesehen am 09.04.2019.

[the] *The Thing Networke.* <https://www.thethingsnetwork.org/>.
Eingesehen am 09.04.2019.