

LoRa

Comunicazione a medio e lungo
raggio per IoT

POLITECNICO OPEN
unix LABS

Giacomo Tommaso Petrucci
<giacomo.tom.petrucci@tiscali.it>

Argomenti del talk

- Introduzione a LoRa
- Introduzione a LoRaWAN
- Comunicazione Point-to-Point con LoRa

Cos'è LoRa?

LoRa sta per Long Range ed è un protocollo di livello fisico. È agnostico riguardo i protocolli di livello superiore e spesso il termine viene usato impropriamente per indicare l'intera pila protocollare usata.

Sacrifica la velocità di trasmissione a favore della distanza e del risparmio energetico.

Per cosa usare LoRa

Qualsiasi applicazione dove il risparmio energetico e/o la distanza raggiungibile sono più importanti della velocità

Esempio: inviare periodicamente dati ottenuti da sensori

Per cosa *non* usare LoRa

Qualsiasi applicazione dove si devono inviare molti dati in poco tempo

Esempio: guardare in streaming la vostra serie TV preferita

Trasmissione

Utilizza un tipo di Chirp Spread Spectrum modulation, una tecnica di modulazione dove l'onda portante cambia frequenza nel tempo. I principali vantaggi sono:

- Serve poca energia per trasmettere
- Elevata resistenza ad interferenze
- Resistenza all'effetto doppler

Per approfondire: “LoRa modulation basics”

<https://www.semtech.com/uploads/documents/an1200.22.pdf>

Limitazioni fisiche

La frequenza “bassa” (in Europa intorno agli 868MHz) limita
la banda disponibile

Limitazioni legali

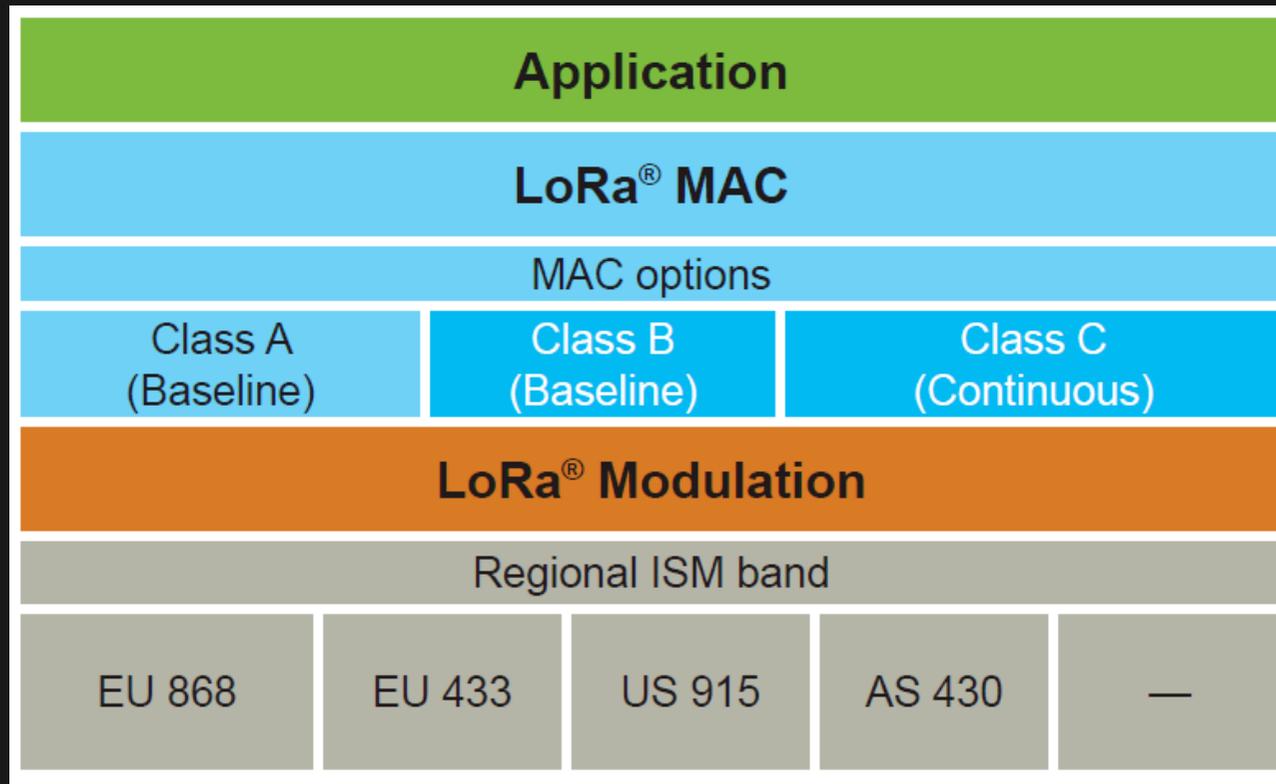
La legge impone che il duty cycle della trasmissione non superi l'1%

NOTA: alcune librerie potrebbero tener conto automaticamente di questa limitazione, mentre con altre dovrete scrivere voi il codice in modo da non sforare. Controllate sempre questo aspetto prima di usare una libreria!

Introduzione a LoRaWAN

È un protocollo Low Power Wide Area Network (LPWAN), utilizza la modulazione LoRa per consentire ad una rete di dispositivi di comunicare tra loro. È anche possibile disporre di una connessione ad internet appoggiandosi ad una rete preesistente come The Things Network o assemblando il proprio gateway LoRa.

La pila protocollare



Ulteriori limitazioni

Oltre alle limitazioni fisiche e legali citate prima la “Fair use policy” di The Things Network impone per ogni nodo una durata di trasmissione (uplink) massima di 30 secondi al giorno ed una ricezione (downlink) di massimo 10 messaggi al giorno. Queste limitazioni servono per permettere ad ogni gateway di gestire un numero elevato di nodi.

Per approfondire

Documentazione sul sito della LoRa Alliance: <https://loro-alliance.org/resource-hub>

Comunicazione Point-to-Point con LoRa

Permette a due dispositivi di comunicare tra loro e di stabilirne i ruoli. Ciascun dispositivo può essere impostato come:

- transmitter: trasmette messaggi, non può ricevere
- receiver: riceve messaggi, non può trasmettere
- transceiver: può sia ricevere che trasmettere

Alcune librerie permettono di instaurare un collegamento cifrato, altre non implementano la crittografia ma è possibile cifrare il messaggio con altre librerie prima di inviarlo.

NOTA: ricordatevi la limitazione sul duty cycle!

Vantaggi rispetto a LoRaWAN

- Facilità di utilizzo
- Indipendenza da infrastrutture gestite da altri
- Costo inferiore (rispetto al caso in cui si volesse costruire il proprio gateway)

Svantaggi rispetto a LoRaWAN

- Niente connessione ad Internet
- Non è pensata per collegare fra loro più di due dispositivi

Come rispettare il limite sul duty cycle

Alcuni chip restituiscono un messaggio d'errore se si prova a trasmettere troppo velocemente. Per tutti gli altri si possono calcolare il bitrate della trasmissione, la dimensione del pacchetto che si trasmette e $\text{dimensione_pacchetto/bitrate}$ per ottenere la durata della trasmissione

Un po' di terminologia

- **Spreading Factor (SF):** rapporto tra symbol rate e chip rate, cioè quanti bit vengono rappresentati da un simbolo
- **Code Rate (CR):** $\text{bit_utili}/(\text{bit_utili}+\text{FEC})$

LoRa Data Rate (Rb) Formula : -

$$R_b = SF * \frac{\left[\frac{4}{4+CR} \right]}{\left[\frac{2^{SF}}{BW} \right]} * 1000$$

SF = Spreading Factor (6,7,8,9,10,11,12)
CR = Code Rate (1,2,3,4)
BW = Bandwidth in KHz
(10.4,15.6,20.8,31.25,41.7,62.5,125,250,500)
Rb = Data rate or Bit Rate in bps

Tool per il calcolo online: <http://www.rfwireless-world.com/calculators/LoRa-Data-Rate-Calculator.html>

Calcolare la dimensione del pacchetto

Due possibili formati, uno per la explicit header mode ed uno per la implicit header mode. I campi sono:

- Preamble: usato per sincronizzare il ricevitore, lunghezza: 10-65539 simboli, default: 12 simboli
- Header (solo in explicit mode): lunghezza variabile, difficile da calcolare! Contiene:
 1. lunghezza del payload in byte
 2. Il Code Rate utilizzato
 3. Flag per indicare se il payload ha un CRC opzionale
 4. CRC dell'header

I primi 3 campi dell'header sono trasmessi con CR=4/8

- Payload
- CRC del payload (opzionale), lunghezza: 16 bit Per semplificare i calcoli è utile fare approssimazioni per eccesso, soprattutto per il calcolo dell'header. Se invece si usa la implicit mode è necessario assicurarsi che trasmettitore e ricevitore abbiano gli stessi parametri.
NOTA: Se si utilizza SF=6 l'implicit header mode è l'unica possibile

Maggiori informazioni: SX1276 datasheet

<http://modtronix.com/prod/components/wireless/sx1276.pdf>

Librerie

Due librerie principali: LoRa e RadioHead. LoRa è scaricabile direttamente dall'Arduino IDE ed è la più facile da usare.

NOTA: entrambe le librerie non rispettano automaticamente il limite dell'1% sul duty cycle della trasmissione! Se scegliete di usare una di queste librerie dovrete implementare voi il limite.

Per approfondire: <https://github.com/sandeepmistry/arduino-LoRa>

RadioHead è più complicata ma implementa più funzioni, inclusa la crittografia. La maggiore complessità di RadioHead deriva principalmente dal dover istanziare uno specifico “driver” a seconda della scheda/chip che si utilizza per trasmettere/ricevere più (facoltativo ma consigliato) un “manager” che si occupa ad alto livello della trasmissione/ricezione di messaggi.

Per approfondire: <https://www.airspayce.com/mikem/arduino/RadioHead/index.html>

Demo libreria LoRa

Demo libreria RadioHead

Protocollo LoRa:

- “LoRa modulation basics”: <https://www.semtech.com/uploads/documents/an1200.22.pdf>
- Documentazione ufficiale LoRa Alliance: <https://loralliance.org/resource-hub>
- SX1276 datasheet: <http://modtronix.com/prod/components/wireless/sx1276.pdf>

Librerie:

- LoRa: <https://github.com/sandeepmistry/arduino-LoRa>
- RadioHead: <https://www.airspayce.com/mikem/arduino/RadioHead/index.html>

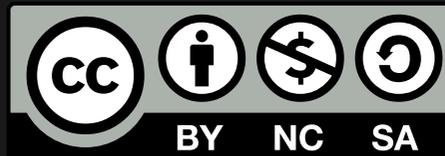
Risorse extra

- Per approfondire gli aspetti teorici: “LoRa/LoRaWAN tutorials” <https://www.youtube.com/playlist?list=PLmL13yqb6Oxde0i97EvI8Qe08o-PqeQ0g>
- Per approfondire gli aspetti pratici: “LoRa” https://www.youtube.com/playlist?list=PL3XBzmAj53Rkkogh-lti58h_GkxzU1n7U

Thank you!



Rilasciato sotto licenza Creative Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



Giacomo Tommaso Petrucci