

On the Coverage of LPWANs: Range Evaluation and Channel Attenuation Model for LoRa Technology

Adriano Ricardo de Abreu Gamba
Davi Wei Tokikawa

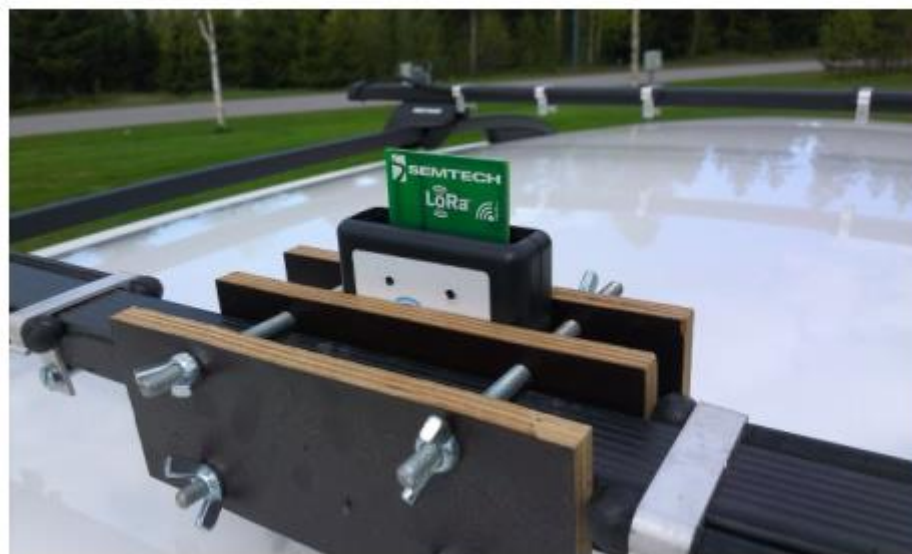
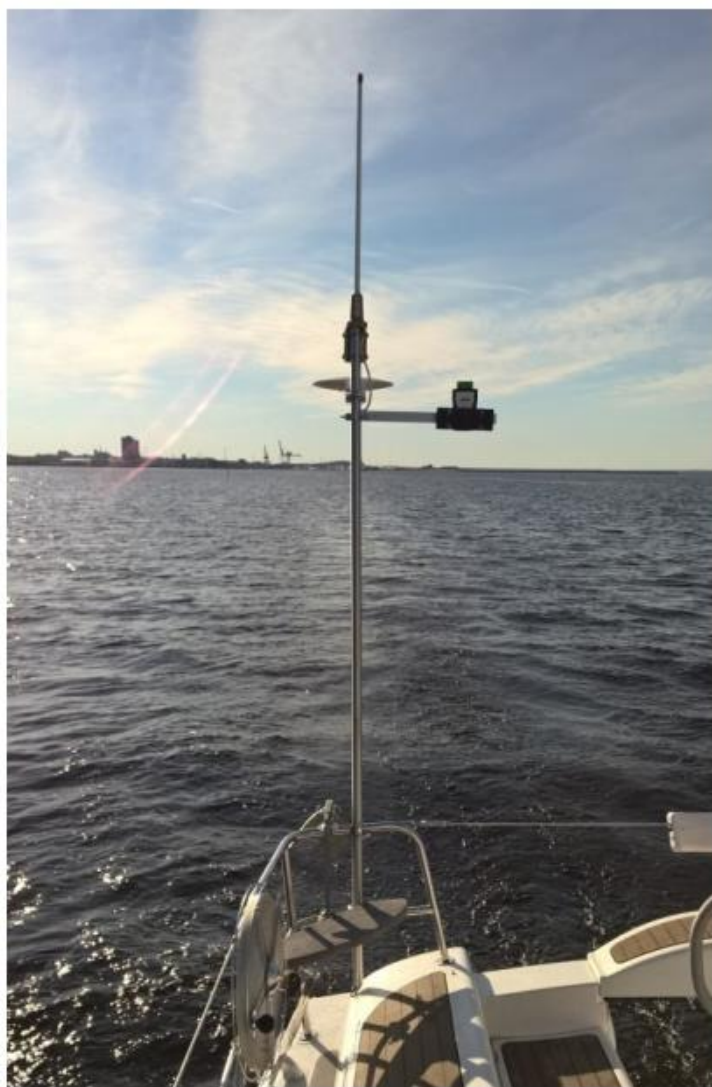
Introdução

- LPWAN – Low Power Wide Area Networks
- Autonomia de bateria, baixo custo, cobertura
- Uma estação base e vários nós

Objetivo

- Avaliar o alcance utilizando LoRa e obter um modelo de atenuação de canal
- 14 Dias de experimentos na cidade de Oulu, Finlândia
- Região no nível do mar com uma cidade
- Experimento: Rádio em um veículo e em um barco transmitem para uma base na cidade com 24m de altura

Metodologia



Bateria de 9V
Banda de 125kHz
Taxa de dados de 293bps
26 transmissões por hora
Potência de transmissão de 25mW (14dBm)

Resultados e Conclusões

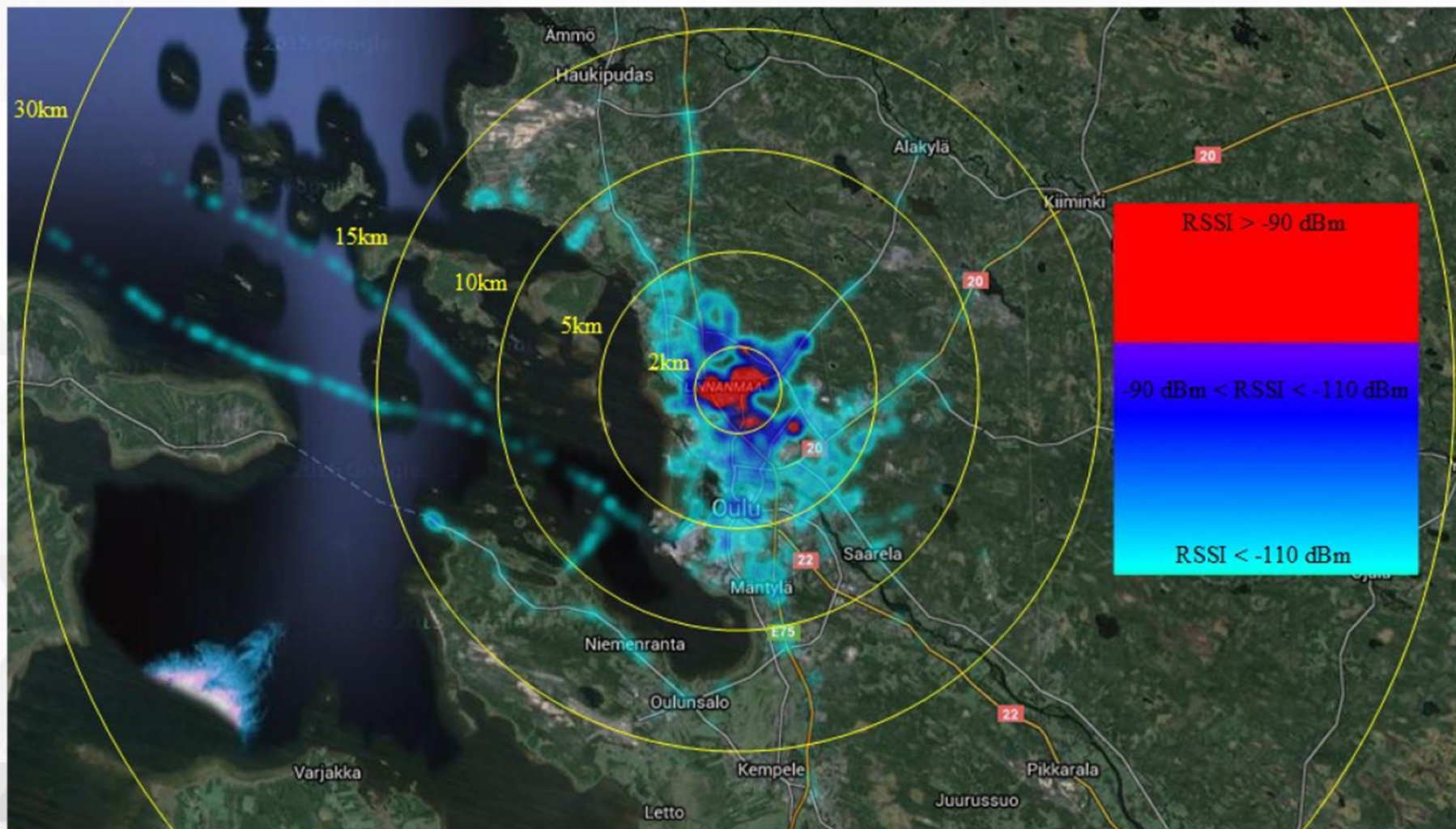


Fig. 3. Received signal strength from different locations in Oulu, Finland, centered at the location of the base station ($P_{TX} = 14 \text{ dBm}$, $G_{RX} = 2 \text{ dBi}$, $R = 293 \text{ bps}$, $h_{TX} = 2\text{m}$, $h_{RX} = 24\text{m}$).

Resultados e Conclusões

TABLE II. RESULTS OF MEASUREMENTS WITH CAR

Range	Number of transmitted packets	Number of received packets	Packet loss ratio
0-2 km	894	788	12 %
2-5 km	1215	1030	15 %
5-10 km	3898	2625	33 %
10-15 km	932	238	74 %
Total	6813	4506	34 %

TABLE III. RESULTS OF MEASUREMENTS WITH BOAT

Range	Number of transmitted packets	Number of received packets	Packet loss ratio
5-15 km	2998	2076	31 %
15-30 km	690	430	38 %
Total	3688	2506	32 %

Resultados e Conclusões

$$PL = |RSSI| + SNR + P_{TX} + G_{RX}$$

$$EPL = B + 10n \log_{10}(d / d_0)$$

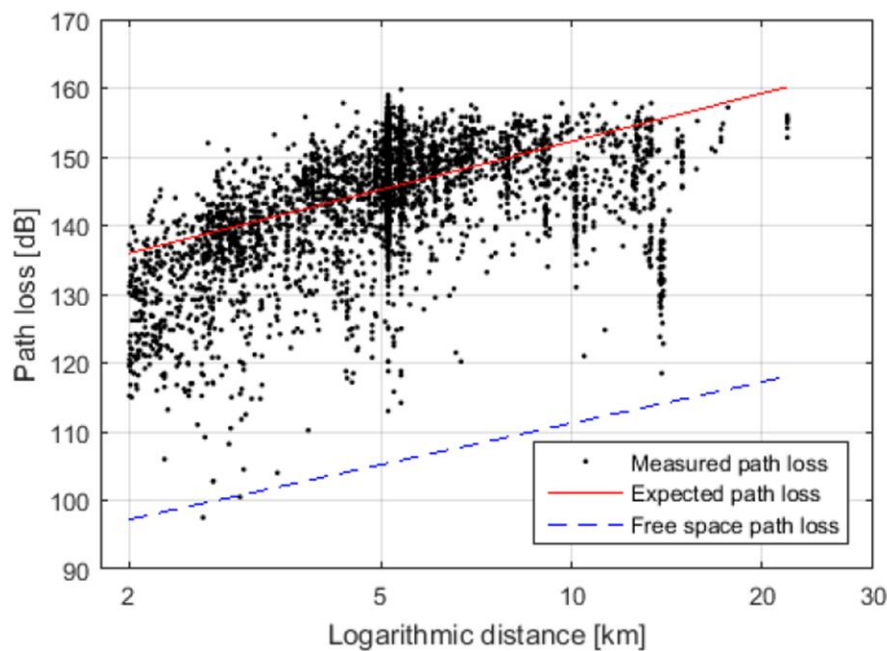


Fig. 4. Path loss for on-ground measurements.

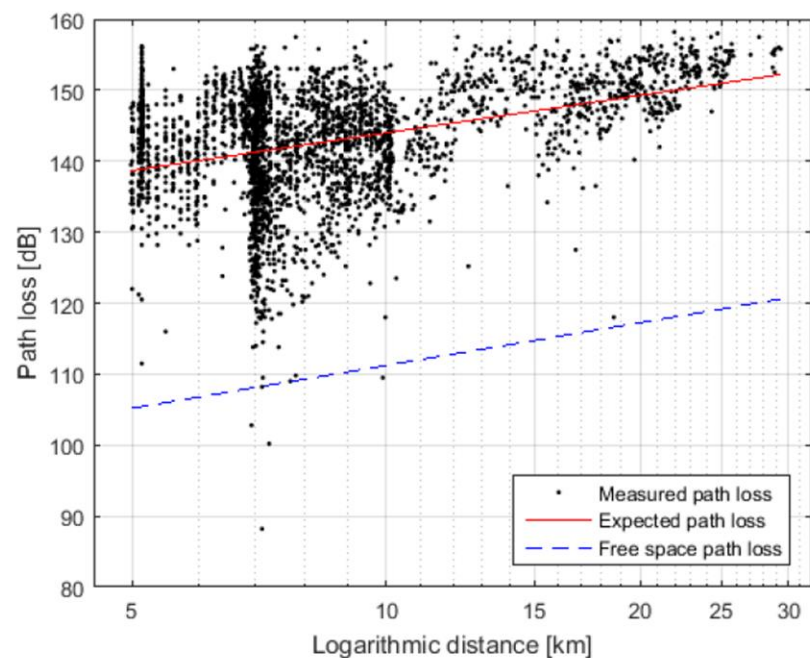


Fig. 5. Path loss for on-water measurements.

Resultados e Conclusões

TABLE IV. CHANNEL CHARACTERISTICS

Metric	Measurement scenario		Free space
	Car	Boat	
Path loss exponent (n)	2.32	1.76	2.00
Path loss intercept (B)	128.95	126.43	91.22
Shadow fading (σ_{SF})	7.8 dB	8.0 dB	-