

UNIVERSITÀ DI PISA



Dipartimento di Informatica
Corso di Laurea Triennale in Informatica

Localizzazione Indoor Basata su Beacon Bluetooth a Bassa Potenza Attraverso Tecniche di Deep Learning

un progetto realizzato per Consorzio Metis e ASL Toscana

Relatori:
Prof. Gianluigi Ferrari

Presentata da:
Marco Pampaloni

Sessione Estiva
Anno Accademico 2019/2020

Indice

1	Introduzione	1
2	Localizzazione Indoor	2
2.1	Introduzione al problema	2
2.2	Possibili soluzioni	2
2.3	Beacon BLE	2
2.4	RSSI e propagazione del segnale	2
2.5	Variabilità e rumore di fondo: requisiti di usabilità	2
2.6	Installazione dei Beacon e Acquisizione dei Dati	2
3	Deep Learning	3
3.1	Neurone Artificiale: Perceptron	4
3.2	Multi Layer Perceptron	4
3.3	Attivazione: ReLU e Funzioni Sigmoidee	4
3.4	Apprendimento: Metodo del Gradiente e BackPropagation	4
3.5	Reti Neurali Convoluzionali	4
3.6	Regolarizzazione	4
3.6.1	Overfitting e Underfitting	4
3.6.2	Regolarizzazione L2	4
3.6.3	Dropout	4
3.7	Dataset Augmentation e Preprocessing	4
3.7.1	Jittering	4
3.7.2	Ridimensionamento (Scaling)	4

3.7.3	Magnitude Warping	4
3.7.4	Permutazione di Sottoinsiemi (Subset Shuffling)	4
3.7.5	Deattivazione Selettiva	4
4	Architettura Software	5
4.1	TensorFlow	6
4.2	Keras	6
4.3	Google Colab	6
4.4	Weights & Biases	6
4.5	Modello di Apprendimento	6
4.5.1	Input del Modello	6
4.5.2	Blocco Convolutionale	6
4.5.3	Uso della Bussola e Output Ausiliario	6
4.5.4	Coefficiente di Memoria Residua e Input Ausiliario	6
4.5.5	Output del Modello	6
4.6	Addestramento del Modello	6
4.7	Ensembling	6
4.8	Compilazione e Deploy del Modello	6
5	Applicazione Mobile	7
5.1	Flutter	7
5.2	Planimetrie e Poligoni	7
5.3	Backend TensorFlow	7
5.3.1	TensorFlow Lite	7
5.3.2	Implementazione del Bridge di Comunicazione	7
5.4	Stabilizzazione del Modello	7
5.4.1	Utilizzo di Sensori Inerziali	7
5.4.2	Filtro di Kalman	7
6	Conclusioni	8
6.1	Risultati Sperimentali	8

6.1.1	Metriche di Errore: MSE, MAE, MaxAE	8
6.2	Lavori futuri	8
6.2.1	Input a Lunghezza Variabile	8
6.2.2	Reti Neurali Residuali	8
6.2.3	Variational Autoencoder: Generazione di nuovi dati	8
6.2.4	Transfer Learning	8
6.2.5	Input Masking e Ricostruzione dei Segnali	8
6.2.6	Transformers per Problemi di Regressione	8
6.2.7	Simulatore BLE	8
6.2.8	Posizionamento Magnetico	8

Sommario

Capitolo 1

Introduzione

Capitolo 2

Localizzazione Indoor

2.1 Introduzione al problema

2.2 Possibili soluzioni

2.3 Beacon BLE

2.4 RSSI e propagazione del segnale

2.5 Variabilità e rumore di fondo: requisiti di usabilità

2.6 Installazione dei Beacon e Acquisizione dei Dati

Capitolo 3

Deep Learning

3.1 Neurone Artificiale: Perceptron

3.2 Multi Layer Perceptron

3.3 Attivazione: ReLU e Funzioni Sigmoidi

3.4 Apprendimento: Metodo del Gradiente e BackPropagation

3.5 Reti Neurali Convoluzionali

3.6 Regularizzazione

3.6.1 Overfitting e Underfitting

3.6.2 Regularizzazione L2

3.6.3 Dropout

3.7 Dataset Augmentation e Preprocessing

3.7.1 Jittering

3.7.2 Ridimensionamento (Scaling)

Capitolo 4

Architettura Software

4.1 TensorFlow

4.2 Keras

4.3 Google Colab

4.4 Weights & Biases

4.5 Modello di Apprendimento

4.5.1 Input del Modello

4.5.2 Blocco Convolutionale

4.5.3 Uso della Bussola e Output Ausiliario

4.5.4 Coefficiente di Memoria Residua e Input Ausiliario

4.5.5 Output del Modello

4.6 Addestramento del Modello

4.7 Ensembling

Capitolo 5

Applicazione Mobile

5.1 Flutter

5.2 Planimetrie e Poligoni

5.3 Backend TensorFlow

5.3.1 TensorFlow Lite

5.3.2 Implementazione del Bridge di Comunicazione

5.4 Stabilizzazione del Modello

5.4.1 Utilizzo di Sensori Inerziali

5.4.2 Filtro di Kalman

Capitolo 6

Conclusioni

6.1 Risultati Sperimentali

6.1.1 Metriche di Errore: MSE, MAE, MaxAE

6.2 Lavori futuri

6.2.1 Input a Lunghezza Variabile

6.2.2 Reti Neurali Residuali

6.2.3 Variational Autoencoder: Generazione di nuovi dati

6.2.4 Transfer Learning

6.2.5 Input Masking e Ricostruzione dei Segnali

6.2.6 Transformers per Problemi di Regressione

6.2.7 Simulatore BLE

6.2.8 Posizionamento Magnetico