

Indice

1	Introduzione	1
2	Stato dell'Arte	2
3	Il Sistema	3
3.1	Sensore	3
4	Analisi dei Dati	4
4.1	Raccolta Dati	4
4.2	Elaborazione Dati	4
5	Sviluppi Futuri	6

1 Introduzione

Scopo di questa tesi è ricavare degli indicatori utili all'identificazione dello stile di guida di una bicicletta a partire dai dati inerziali forniti da un sensore al fine di identificare i comportamenti pericolosi del pilota e rendere quindi più sicura la navigazione per le strade cittadine.

2 Stato dell'Arte

Durante la lettura degli articoli per trovare qualcosa che fosse utile mi sono imbattuto in sistemi che volevano ottenere gli stessi risultati che volevo ottenere io ma adottando strategie differenti (O.O ??), utilizzando sensori aggiuntivi (normalmente GPS e/o telecamere), spostando la piattaforma inerziale sul manubrio al fine di rilevare il movimento dello stesso per mantenere la bicicletta in equilibrio (la rotazione periodica del manubrio può essere utilizzata come indicatore dello stile di guida e, per quanto visibile anche se il sensore è montato altrove), utilizzando più sensori inerziali dispiegati in diversi punti (della bicicletta e della persona), utilizzando anche dati biomedici (ecg,...), utilizzando la tensione erogata dalla batteria in caso di biciclette elettriche, utilizzando sensori per misurare la velocità della bicicletta o della ruota (magnete per vedere il tempo di rivoluzione della ruota, accelerometro montato sulla ruota).

3 Il Sistema

Il sistema è costituito da una bicicletta da un sensore.



(a)



(b)

Figura 1: La bicicletta 1a e il sensore 1b usati durante le uscite per acquisire i dati

3.1 Sensore

Il sensore utilizzato è il Blue Coin della ST Microelectronics (<https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-bcnkt01v1.html>) sulla quale è stato montato il software di valutazione dello stesso STSW-BCNKT01 presente sulla pagina del sito del produttore che è, al momento della stesura, alla versione 2.4.0.

Il sensore utilizzato è dotato di accelerometro, giroscopio, magnetometro, barometro, sensore di temperatura e microfono. Nello svolgimento di questa tesi sono stati utilizzati solo i sensori di accelerazione, velocità angolare e campo magnetico in quanto sufficienti per ottenere i risultati da noi cercati.

Interessante potrebbe essere l'introduzione del sensore di pressione per identificare quando la bicicletta si muove in salita o in discesa.

Data la struttura della bicicletta, il sensore è stato montato su un'asse inclinato rispetto al piano parallelo al suolo. Questo ha causato la necessità di ruotare i dati dell'accelerometro al fine di portare il vettore gravità perpendicolare al suolo e di far coincidere il sistema di riferimento del sensore con quello della bicicletta.

4 L'esperimento

Nonostante siano state prese misure anche in salita e discesa, l'esperimento si è concentrato prevalentemente sull'identificazione di parametri su percorsi il più possibile piani.

All'inizio di ogni sessione di acquisizione dati le prime misure sono state prese al fine di calcolare la matrice di rotazione per portare il sistema di riferimento dell'accelerometro a coincidere con quello della bicicletta. Questo è stato fatto mantenendo quest'ultima dapprima ferma in posizione verticale per ruotare la componente gravitazionale che giace sul piano XZ in modo da farlo coincidere con l'asse Z ruotando il sistema di riferimento attorno all'asse Y e, successivamente, inclinandola di lato in modo da portare una parte della gravità sul piano XY e ruotando quindi attorno all'asse Z per rendere nulla la componente lungo l'asse X.

5 Analisi dei Dati

5.1 Raccolta Dati

Nonostante siano state prese misure anche in salita e discesa, l'esperimento si è concentrato prevalentemente sull'identificazione di parametri su percorsi il più possibile piani. Questo perché manca un qualcosa che adesso non mi viene in mente come sia chiama per rimuovere la gravità dalle misure. Dal momento che il sensore percepisce la gravità come un'accelerazione che lo tira verso l'alto, evitando di farlo precipitare verso il centro della terra, e che la bicicletta quando affronta una salita o una discesa ruota attorno all'asse Y, abbiamo che durante il movimento in salita (discesa) il sensore ruota attorno all'asse Y in verso positivo (negativo), il vettore gravità si sposta quindi parzialmente sull'asse X facendo credere al sensore di stare accelerando (rallentando), falsando così le misure. Si è quindi preferito proseguire lo studio su superfici il più possibile piane.

Ci sono stati tentativi di eliminare il problema della gravità utilizzando i filtri ahrsfilter e complementaryFilter che utilizzano le misure di accelerazione, velocità angolare e campo magnetico per ricavare, tramite un filtro di Kalman il primo e complementare il secondo, l'orientamento nel tempo della bicicletta. Con questo sarebbe stato possibile rimuovere la gravità applicandogli la matrice inversa di rotazione trovata. I due filtri però sono pensati per applicazioni dove il sensore accelera poco, infatti entrambi i filtri faticavano a stabilire quale fosse la gravità e quale fosse l'accelerazione della bicicletta.

All'inizio di ogni sessione di acquisizione dati le prime misure sono state prese al fine di calcolare la matrice di rotazione per portare il sistema di riferimento dell'accelerometro a coincidere con quello della bicicletta. Questo è stato fatto mantenendo quest'ultima dapprima ferma in posizione verticale per ruotare la componente gravitazionale che giace sul piano XZ in modo da farlo coincidere con l'asse Z ruotando il sistema di riferimento attorno all'asse Y e, successivamente, inclinandola di lato in modo da portare una parte della gravità sul piano XY e ruotando quindi attorno all'asse Z per rendere nulla la componente lungo l'asse X.

5.2 Elaborazione Dati

Gli indicatori valutati sono quelli trovati nell'articolo [2] nella quale si prende in considerazione un'automobile.

I dati raccolti durante i rilevamenti sono stati dapprima osservati così come sono, poi è stata eseguita l'analisi in frequenza, dell'accelerazione, per identificare dove si concentra la maggior parte dell'energia. Una volta identificato a che frequenze si trovano i disturbi il segnale è stato tagliato mediante un filtro passa-basso.

Durante i rilievi, è stato utilizzato il sistema di riferimento NED (North-East-Down). Le direzioni positive degli assi sono quindi:

- di fronte alla bicicletta: la direzione positiva dell'asse X coincide con la direzione di movimento della bicicletta.
- a destra della bicicletta.

- sotto alla bicicletta

Dal momento che non viene eseguita la rimozione della gravità, questa appare come un vettore accelerazione di modulo pari all'accelerazione gravitazionale e direzionato verso l'alto, ovvero lungo l'asse negativo delle Z. Questo avviene perchè il sensore interpreta il fatto che non sta cadendo in caduta libera come una forza che lo tira verso l'alto evitandogli di cadere.

Il magnetometro registra i dati del campo magnetico, in assenza di disturbi (qualsiasi cosa emetta un campo magnetico abbastanza potente da falsare le misure) può essere quindi utilizzato come una sorta di bussola. per questo motivo è molto comodo per individuare le curve.

[1]

Al contrario delle automobili, le biciclette hanno la possibilità di rollare e impennare, questo si riflette sulla dinamica del veicolo e quindi sui dati raccolti. Ad esempio, durante una curva la bicicletta ruota attorno all'asse X e questo si riflette sulle letture dell'accelerometro, avremo infatti che, mentre l'accelerazione lungo il senso di marcia diminuisce, le accelerazioni lungo l'asse y e z variano a causa dello spostamento del vettore gravità che ora non si trova più sotto la bicicletta ma anche, parzialmente, a fianco.

6 Sviluppi Futuri

Sviluppi futuri:

- articolo sullo stabilire se una persona sta pedalando in piedi, sta andando contromano,...
- dynamic time warping

Bibliografia

- [1] Jessica Leoni, Mara Tanelli, Silvia Carla Strada, and Sergio Matteo Savaresi. “Assessing e-scooters safety and drivability: a quantitative analysis”. In: *IFAC-PapersOnLine* 55.24 (2022). 10th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control AAC 2022, pp. 260–265. ISSN: 2405-8963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.294>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322023266>.
- [2] Yao Chen, Ke Wang, and Jian John Lu. “Feature selection for driving style and skill clustering using naturalistic driving data and driving behavior questionnaire”. In: *Accident Analysis & Prevention* 185 (2023), p. 107022. ISSN: 0001-4575. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107022>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457523000696>.