

INTERNET OF THINGS PER L'INDUSTRIA DEI VIDEOGAME E DELLA REALTÀ VIRTUALE

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

Tesina Gruppo 3

Compilazione di un dataset di forme d'onda acquisite tramite unità inerziali durante l'esecuzione di una serie di gesti standard.

Il dataset

Il dataset è composto da 17 acquisizioni, suddivise tra 4 utenti. Ogni utente ha il proprio set di gesti da eseguire:

- **Utente 1:** S, AS, Z, AZ
- **Utente 2:** Up, CW, CCW, Down
- **Utente 3:** CW, CCW, Push, Pull
- **Utente 4:** Push, Pull, CW, CCW

Il dataset contiene 4 acquisizioni per ogni utente, ad eccezione dell'utente 2 che ne ha 5.

Studiando il dataset finale, si può notare che l'acquisizione 2 dell'utente 2 non sia compatibile con le altre.

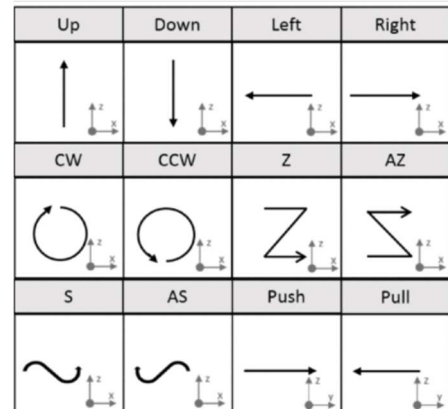
Ciò è accaduto perché l'utente ha erroneamente svolto un movimento aggiuntivo dopo aver concluso il quarto gesto e lo script ha fallito tutti i tentativi di segmentazione automatica.

Questo è l'unico campione che lo script non è riuscito a segmentare automaticamente.

Essendo stato raccolto con il metodo **Guidato** però, l'utente ha un aiuto aggiuntivo nella segmentazione manuale.

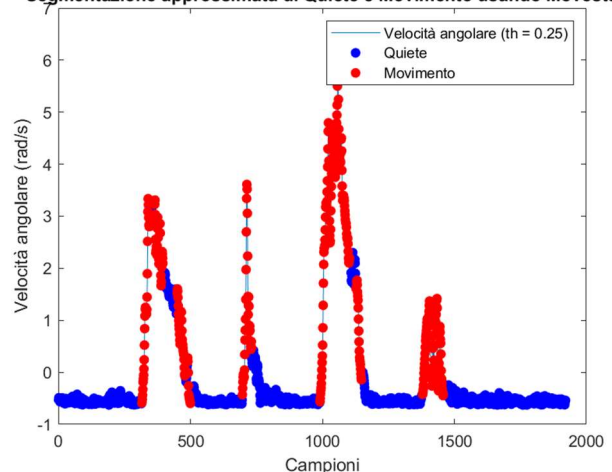
Abbiamo deciso di lasciare il dato invariato in modo da far notare ciò che l'utente vedrebbe prima di dover segmentare manualmente il segnale.

L'ordine di esecuzione dei gesti è casuale per ogni acquisizione in modo da rendere il dataset più eterogeneo. Inoltre, ogni membro del gruppo ha eseguito almeno un'acquisizione per ciascun utente con il proprio smartphone.



Abbiamo osservato che le acquisizioni effettuate da iPhone (per esempio la 3.3 in figura) presentano un segnale tagliato prima dei 20 secondi. Tuttavia ciò non impedisce o altera il corretto funzionamento degli script.

Segmentazione approssimata di Quiet e Movimento usando Movestd



Le acquisizioni sono salvate su due file diversi, collegati tra loro.

Il file “samples.mat” contiene tutte le acquisizioni di tutti gli utenti e può essere visualizzato in MATLAB.

Le acquisizioni sono salvate in una struttura ad albero di tipo “struct”.

Ogni acquisizione ha il segnale dell’accelerometro e gli altri segnali scelti dell’utente.

Ogni segnale è rappresentato tramite 3 array così come sono restituiti dallo smartphone.

In figura, le acquisizioni dell’utente 1.

samples.user(1).acquisition				
Fields	acc	mag	orientation	ang_vel
1	1971x3 double	[]	[]	[]
2	1861x3 double	1861x3 double	1861x3 double	1881x3 double
3	1969x3 double	[]	[]	[]
4	1982x3 double	[]	1973x3 double	[]

Il file “metadata.csv” viene generato a partire da “samples.mat” appena l’acquisizione si conclude con successo.

Può essere visualizzato sia su MATLAB che esternamente (blocco di testo, Excel...).

In figura, la visualizzazione interna di MATLAB dei metadati di tutte le 17 acquisizioni.

metadata																
ID_Subject	Idx_Acquisi...	Hand	Smartphon...	Available_S...	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureA	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureB	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureC	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureD
Number	Number	Categorical	Categorical	Number	Number	Number	Categorical	Number	Number	Categorical	Number	Number	Categorical	Number	Number	Categorical
ID_Subject	Idx_Acquisi...	Hand	Smartphon...	Available_S...	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureA	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureB	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureC	Start_Gest...	End_Gestur...	ID_GestureD
1	1	right	Galaxy S10e	1	263	460	AZ	814	1058	AS	1256	1490	S	1741	1899	Z
2	1	right	Galaxy S10e	2	241	466	CW	606	728	Up	1033	1256	CCW	1506	1696	Down
3	1	right	Galaxy S10e	5	269	357	Push	544	648	Pull	802	991	CW	1136	1355	CW
3	2	left	Galaxy S10e	2	282	375	Push	674	881	CW	1122	1229	Pull	1410	1692	CW
4	1	right	Galaxy S10e	1	384	391	Pull	682	828	CW	1193	1459	CCW	1705	1803	Push
1	2	right	iPhone - iP...	5	327	455	AZ	776	948	Z	1156	1310	S	1528	1733	AS
2	2	right	iPhone - iP...	1	2	4.0732607	Up	5.0732607	7.5499717	Down	8.5499717	11.8963053	CW	12.8963053	16.4080379	CCW
3	3	right	iPhone - iP...	4	326	505	CW	698	776	Pull	989	1163	CW	1383	1469	Push
4	2	right	iPhone - iP...	5	319	396	Push	610	683	Pull	938	1144	CCW	1379	1617	CW
4	3	right	iPhone - iP...	5	445	659	CW	876	1087	CCW	1334	1413	Pull	1648	1758	Push
1	3	right	Galaxy S9+ ...	1	365	515	Z	873	1052	S	1218	1384	AS	1600	1778	AZ
1	4	left	Galaxy S9+ ...	3	290	459	AS	726	846	Z	1159	1346	AZ	1510	1686	S
2	3	left	Galaxy S9+ ...	5	279	494	Down	715	1001	CW	1230	1472	CCW	1666	1862	Up
3	4	left	Galaxy S9+ ...	4	400	428	Pull	790	897	CW	1241	1255	Push	1478	1713	CW
4	4	right	Galaxy S9+ ...	5	322	551	CCW	766	869	Pull	1085	1171	Push	1415	1645	CW
2	4	right	Galaxy S9+ ...	1	356	517	Up	801	1069	CCW	1278	1501	CW	1737	1882	Down
2	5	left	Galaxy S9+ ...	5	423	557	CCW	979	1066	Up	1274	1501	CW	1646	1770	Down

Tutti i campi dei metadati vengono riempiti prima ancora di passare alla fase di processing, ad eccezione dei sample di inizio e fine dei gesti; quest'ultimi verranno compilati dallo script di processing durante la segmentazione automatica.

Campo	Significato
<i>ID_Subject</i>	Identificativo del soggetto che sta eseguendo il gesto
<i>Idx_Acquisition</i>	Numero progressivo da che indica il numero dell'acquisizione relativamente al soggetto
<i>Hand</i>	Mano con cui è stato eseguito il gesto, intesa come right o left
<i>Smartphone_model</i>	Inserire il modello dello smartphone utilizzato
<i>Available_Sensors</i>	Sensori disponibili per l'acquisizione corrente <ol style="list-style-type: none"> 1. Accelerometro 2. Magnetometro 3. Orientamento 4. Giroscopio 5. Tutti
<i>Start_GestureA</i>	Sample o secondo* di inizio del primo gesto eseguito
<i>End_GestureA</i>	Sample o secondo* di fine del primo gesto eseguito
<i>ID_GestureA</i>	Nome del primo gesto eseguito
<i>Start_GestureB</i>	Sample o secondo* di inizio del secondo gesto eseguito
<i>End_GestureB</i>	Sample o secondo* di fine del secondo gesto eseguito
<i>ID_GestureB</i>	Nome del secondo gesto eseguito
<i>Start_GestureC</i>	Sample o secondo* di inizio del terzo gesto eseguito
<i>End_GestureC</i>	Sample o secondo* di fine del terzo gesto eseguito
<i>ID_GestureC</i>	Nome del terzo gesto eseguito
<i>Start_GestureD</i>	Sample o secondo* di inizio del quarto gesto eseguito
<i>End_GestureD</i>	Sample o secondo* di fine del quarto gesto eseguito
<i>ID_GestureD</i>	Nome del quarto gesto eseguito

** Solo se viene usato il metodo Guidato durante l'acquisizione*

Script principale – GestureMain.m

Questo script permette di eseguire gli altri due script attraverso un menù testuale.

È uno script non indispensabile per il funzionamento degli altri due, ma può risultare comodo qualora si volessero fare più operazioni consecutive.

```
>> GestureMain

SCEGLIERE OPERAZIONE
1 - Avvio
2 - Processa e Visualizza
0 - Esci
-----
fx|
```

Script di acquisizione – DataAcquisition.m

Lo script richiede la connessione a MATLAB Mobile.

Tramite un menù testuale, l'utente può scegliere i sensori da attivare:

1. Accelerometro
2. Magnetometro
3. Orientamento
4. Giroscopio
5. Tutti

Durante le acquisizioni abbiamo notato che l'accelerometro era il sensore più adatto per studiare le variazioni del segnale e quindi i gesti.

Dunque, abbiamo deciso di raccogliere il segnale dell'accelerazione in ogni acquisizione, a prescindere dalla scelta effettuata.

Successivamente, sceglie il set di gesti da eseguire e la mano da utilizzare.

I set disponibili (utenti) sono:

1. **Utente 1:** S, AS, Z, AZ
2. **Utente 2:** Up, CW, CCW, Down
3. **Utente 3:** CW, CW, Push, Pull
4. **Utente 4:** Push, Pull, CW, CCW

I gesti vengono quindi presentati in ordine casuale per essere acquisiti.

Viene aperta anche un'immagine che mostra tutti i gesti con il corretto asse e movimento per aiutare l'utente.

L'acquisizione può essere effettuata con 2 metodi diversi:

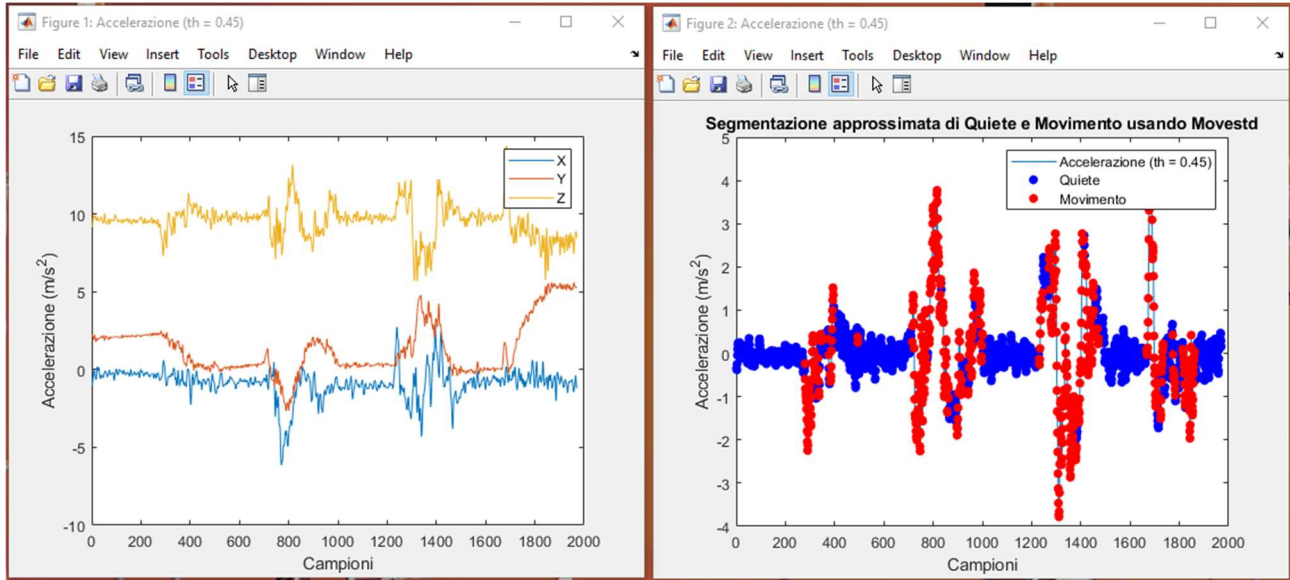
<p>Il metodo Normale mostra su schermo i 4 gesti da acquisire e richiede di premere il tasto solo per avviare e fermare l'acquisizione. Le pause sono gestite dall'utente.</p>	<p>Gesti da eseguire, in questo ordine: CW CCW Down Up Fare una pausa di almeno 1 secondo tra un gesto e l'altro. Premere un tasto una volta finito.</p>
<p>Il metodo Guidato mostra su schermo 1 gesto alla volta e richiede di premere il tasto per ogni gesto completato. Le pause sono gestite e visualizzate a schermo. I tempi in cui sono stati eseguiti i singoli gesti vengono salvati nei metadati per un'analisi approssimativa.</p>	<p>Premi un tasto per avviare il logging... Logging avviato. Rimanere in posizione iniziale... Esegui gesto 1: Push Premi un tasto quando il gesto è completo. Attendere... Massimo 15.6 secondi rimanenti. Esegui gesto 2: CW Premi un tasto quando il gesto è completo. Attendere... Massimo 8.5 secondi rimanenti. Esegui gesto 3: CW Premi un tasto quando il gesto è completo.</p>

La maggior parte delle acquisizioni sono state eseguite tramite il metodo Guidato da due membri. Mentre il primo membro esegue i gesti, l'altro segue le istruzioni fornite dallo script e aiuta nell'acquisizione premendo i pulsanti.

Se l'acquisizione supera i 20 secondi viene scartata, altrimenti viene scritta su file, pronta per essere visualizzata e processata.

Script di visualizzazione e processing – DataProcessing.m

Questo script permette di scegliere tramite un menù testuale l'acquisizione salvata su file da visualizzare. Il segnale viene mostrato sia al suo stato naturale che in uno stato segmentato approssimativamente in periodi di quiete e movimento.



Nel caso in cui l'acquisizione contenga segnali da più sensori, si apre un sottomenù testuale che permette di scegliere quale segnale visualizzare.

L'opzione "Tutti" mostra i 2 grafici per ogni segnale.

```
Scegliere sensori da visualizzare:  
1 - Accelerometro  
2 - Magnetometro  
3 - Orientamento  
4 - Giroscopio (Velocità angolare)  
5 - Tutti  
1
```

Per fare la segmentazione approssimativa del secondo grafico, lo script trasforma il segnale in un segnale a media zero e calcola la deviazione di movimento standard tramite movstd.

Eseguiti questi passaggi, le 3 dimensioni del segnale vengono unite in un singolo segnale più facile da elaborare.

I periodi di quiete e movimento del segnale vengono separati tramite un confronto con la soglia impostata dall'utente.

A partire dalla segmentazione approssimativa, lo script tenta di eseguire la segmentazione automatica.

Per prima cosa, filtra gli indici di quiete e movimento per eliminare gli indici prossimi tra loro e scoprire solo i punti in cui c'è un cambiamento tra quiete e movimento (funzione filterData).

A questo punto, vengono eseguiti dei confronti incrociati tra gli indici filtrati di quiete e movimento per rimuovere i falsi positivi, ovvero dei punti anomali che potrebbero essere interpretati per gesti dallo script.

In questo fase, per esempio, vengono rimossi dei punti di movimento imprevisti dentro una pausa, oppure dei punti di quiete imprevisti dentro il movimento del gesto.

Finiti tutti i controlli, se sono stati trovati esattamente 8 punti di interesse, la segmentazione è andata a buon fine e il csv viene riempito con i campi mancanti, altrimenti lo script riprova automaticamente con soglie diverse.