

Numerosi sono gli studi condotti al fine di comprendere lo stile di guida adottato dal conducente di un veicolo, tuttavia la maggior parte di questi si sono focalizzati sulle automobili. In questi articoli la componente z dell'accelerazione e le rotazioni attorno agli angoli di *rollio* e *beccheggio* sono stati trascurati in quanto ritenuti poco rilevanti per descrivere il comportamento dinamico dalle automobili. Una bicicletta, però, si muove in modo significativamente differente rispetto a un'auto. In particolare, durante le curve, la bicicletta ruota sia attorno all'asse di *rollio* che a quello di *beccheggio* mentre lungo l'asse z è possibile osservare la forza centrifuga.

Negli articoli consultati, gli indicatori più comunemente utilizzati sono risultati essere media, varianza e distanza picco-picco. Oltre a quelli citati, però, ne sono stati utilizzati degli altri. In particolare, l'articolo [?], riguardante lo stile di guida delle automobili, fornisce una lista molto completa di indicatori e sperimenta l'introduzione di nuovi come, per esempio, lo shape factor e il margin factor.

Durante questa ricerca sono stati utilizzati i seguenti indicatori:

- Indicatori temporali
 - Media (*mean*), Valor Medio Rettificato (*arv*) e Valore Efficace (*rms*)
 - Varianza (*var*) e Deviazione Standard (*std*)
 - Kurtosis (*krt*)
 - Skewness (*skw*)
 - Massimo (*max*), Minimo (*min*) e Distanza Picco-Picco (*pk*)
- Indicatori adimensionali
 - Shape factor (*sf*)
 - Crest factor (*cf*)
 - Impulse factor (*if*)
 - Margin factor (*mf*)
- Indicatori basati sulla frequenza
 - Ampiezza media (*amp*)
 - Frequency centroid (*cnt*)
 - Varianza delle frequenze (*fvar*)
 - Entropia spettrale (*ent*)

[width=.7]img/lungaFP/Acc/Media

Figure 1: Media dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i dei dati di accelerazione, raccolti su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse X è possibile notare come le fasi di accelerazione siano più pronunciate adottando uno stile di guida aggressivo.

Questi indicatori sono stati applicati ai dati provenienti dall'accelerometro, dal giroscopio e dal magnetometro e alla velocità durante le fasi di accelerazione, curva e frenata. Di seguito verranno descritti gli indicatori che si sono rivelati più interessanti durante le tre fasi appena citate.

Indicatori Temporali		Indicatori Adimensionali	
Indicatore	Formula	Indicatore	Formula
Media	$mean(v) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i$	Shape Factor	$sf(v) = \frac{rms(v)}{arv(x)}$
Valor Medio Rettificato	$arv(v) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^v x_i $	Crest Factor	$cf(v) = \frac{max(v)}{rms(v)}$
Valore Efficace	$rms(v) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^2}$	Impulse Factor	$if(v) = \frac{max(v)}{arv(v)}$
Varianza	$var(v) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - mean(v))^2$	Margin Factor	$mf(v) = \frac{max(v)}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{ v_i })^2}$
Deviazione Standard	$std(v) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - mean(v))^2}$	Indicatori Basati sulla Frequenza	
Kurtosis	$krt(v) = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - mean(v))^4}{(n-1) \cdot std(v)^4}$	Indicatore	Formula
Skewness	$skw(v) = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - mean(v))^3}{(n-1) \cdot std(v)^3}$	Ampiezza Media	$amp(V) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m V(k)$
Massimo	$max(v)$	Frequency Centroid	$cnt(V) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m f_k V(f)$
Minimo	$min(v)$	Varianza delle Frequenze	$fvar(V) = \frac{\sum_{k=1}^m (f_k - cnt(V))^2 V(k)}{\sum_{k=1}^N V(k)}$
Distanza picco-picco	$pk(v) = max(v) - min(v)$	Entropia Spettrale	$ent(V) = - \sum_{k=1}^m P(k) \log_2 P(k)$ con $P(k)$

Table 1: Tabella contenente gli indicatori e la loro formula dove v rappresenta un generico segnale registrato dal sensore (per esempio l’accelerazione lungo l’asse x) e V la sua trasformata di Fourier.

Figure 2: Varianza dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i dei dati di accelerazione, raccolti su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse X è possibile notare come le fasi di accelerazione siano più pronunciate adottando uno stile di guida aggressivo. Inoltre, sono osservabili anche le frenate. Sull'asse Y , invece, le frenate non sono osservabili.

[width=.7]img/lungaFP/Acc/Max

Figure 3: Valore massimo dei 10 valori, cioè $0.4s$, centrata al tempo t_i dei dati di accelerazione, raccolti su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). L'andamento è simile a quello della varianza (Figura 2figure.caption.2) con la differenza che le frenate sono evidenziate con un valore negativo.

1.1 Accelerazione e Frenata

Durante le fasi di accelerazione e frenata gli indicatori che si sono rivelati maggiormente utili sono:

- media accelerazione in x
- varianza accelerazione in x e y
- massimo accelerazione in x
- distanza picco-picco accelerazione in x e y
- varianza velocità in x
- distanza picco-picco velocità in x
- deviazione standard *rollio*
- distanza picco-picco *rollio*

[width=.7]img/lungaFP/Acc/Peak

Figure 4: Distanza picco-picco dei 10 valori, cioè $0.4s$, centrata al tempo t_i dei dati di accelerazione, raccolti su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). L'andamento è simile a quello della varianza (Figura 2figure.caption.2).

[width=.7]img/lungaFP/Vel/Varianza

Figure 5: Varianza dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i della velocità, ottenuta su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse X è possibile notare un picco in corrispondenza delle frenate. È, inoltre, possibile osservare un innalzamento in corrispondenza dei forti aumenti di velocità come, per esempio, quando la bicicletta parte da ferma.

[width=.7]img/lungaFP/Vel/Peak

Figure 6: Distanza picco-picco dei 10 valori, cioè $0.4s$, centrata al tempo t_i della velocità, ottenuta su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse X è possibile notare un picco in corrispondenza delle frenate. Inoltre, sugli assi X e Y sono visibili le fasi di accelerazione.

[width=.7]img/lungaFP/VAng/Deviazione Standard

Figure 7: Deviazione Standard dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i della velocità angolare, raccolti su un percorso rettilineo in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sugli assi sono visibili le fasi di accelerazione. Il picco finale è dovuto a una leggera curva.

L'andamento medio dell'accelerazione in x , calcolata come media degli ultimi $1.6s$, mostra un incremento durante le fasi di accelerazione della bicicletta che tende a diminuire fino a 0 all'aumentare della velocità. Risulta essere negativa solo nei momenti in cui il ciclista smette di pedalare, procedendo per inerzia, e quando frena. In quest'ultimo caso è visibile una netta e rapida diminuzione di questo parametro in funzione dell'intensità della frenata.

Figure 12: Distanza picco-picco dei 10 valori, cioè $0.4s$, centrata al tempo t_i della velocità, ottenuta su un percorso con una curva a U, al centro, in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Della curva al centro è visibile l'effetto che essa ha sulla velocità della bicicletta.

1.2 Curva

Durante la fase di curva gli indicatori che si sono rivelati maggiormente utili sono:

- media accelerazione in x
- varianza accelerazione in x
- varianza velocità in x
- distanza picco-picco velocità in x
- media *beccheggio* e *imbardata*
- deviazione standard *rollio* e *imbardata*
- massimo *beccheggio* e *imbardata*
- media campo magnetico in x
- varianza campo magnetico in x

[width=.7]img/CurvaUFP/VAng/Media

Figure 13: Media dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i della velocità angolare, raccolta su un percorso con una curva a U, al centro, in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse *Roll* sono visibili un picco negativo, all'inizio, e uno positivo, alla fine della curva. Sull'asse *Pitch* è visibile un picco sempre positivo tanto pronunciato quanto più la curva è percorsa velocemente. Sull'asse *Yaw* il picco è positivo quando la curva viene eseguita in senso orario, negativo altrimenti.

[width=.7]img/CurvaUFP/VAng/Deviazione Standard

Figure 14: Deviazione standard dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i della velocità angolare, raccolta su un percorso con una curva a U, al centro, in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Oltre agli effetti dell'accelerazione sono visibili due picchi in corrispondenza dell'inizio e della fine della curva.

[width=.7]img/CurvaUFP/VAng/Max

Figure 15: Valore massimo dei 10 valori, cioè $0.4s$, centrata al tempo t_i della velocità angolare, ottenuta su un percorso con una curva a U, al centro, in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). L'andamento è simile a quello della media della velocità angolare (Figura 13figure.caption.13).

L'accelerazione media lungo l'asse x mostra una decelerazione durante le curve, rendendo così possibile una loro identificazione.

Anche in questo caso media rettificata, valore efficace, varianza e deviazione standard dell'accelerazione lungo x hanno un andamento molto simile e mostrano un picco durante le fasi di curva.

Per quanto riguarda la velocità, gli indicatori varianza e deviazione standard rilevano le curve in corrispondenza del rallentamento della bicicletta durante le stesse.

[width=.7]img/CurvaUFP/Mag/Media

Figure 16: Media dei 40 valori, cioè $1.6s$, centrata al tempo t_i del campo magnetico, ottenuto su un percorso con una curva a U, al centro, in condizioni di guida tranquilla (a sinistra) e aggressiva (a destra). Sull'asse X è visibile il cambio di orientamento della bicicletta durante la curva.

La velocità angolare è un ottimo modo per riconoscere le curve. La media della velocità angolare degli angoli di *rollio*, *beccheggio* e *imbardata* riesce a fornire una chiara indicazione di quando avviene una curva. Tra questi, si distinguono in particolare gli ultimi due. La media del *beccheggio* fornisce informazioni sull'entità della curva e sulla velocità alla quale la si sta percorrendo: più ampia è la curva minore sarà il suo valore, maggiore è la velocità della bicicletta più questo sarà elevato. Il *beccheggio* non può, però, fornirci informazioni sul verso della curva stessa. Per risalire a questa informazione è stata selezionata l'*imbardata*. Anche il massimo di questi angoli si comporta in modo analogo.

Infine, nella varianza e nella deviazione standard degli angoli di *rollio* e

