

Ricerca di traiettorie ottimali nel pattinaggio a rotelle – corsa di Claudio Giorgi

Ragioni della ricerca

Osservando le riprese degli ultimi campionati del mondo su pista (1997) per le categorie Juniores e Seniores colpisce l'osservazione che atleti di livello assoluto abbiano avuto distacchi minimi nella prova a cronometro (pochi centesimi di secondo), pur avendo percorso le curve con traiettorie assolutamente disomogenee. Ad esempio, l'atleta cinese che ha vinto la gara Juniores femminile ha percorso una curva molto bassa (praticamente alla corda), mentre le due atlete italiane che hanno fatto il 1° e 2° posto nella gara Seniores, con tempi estremamente simili, hanno seguito una curva praticamente a mezza altezza. Evidentemente questa seconda traiettoria comporta uno sviluppo assai maggiore.

Nasce la domanda se non sia possibile predeterminare una traiettoria "ottimale", così da evitare lunghi e faticosi esperimenti e, soprattutto, che eviti il dubbio di aver perso una medaglia solo per aver sbagliato curva.

Le esperienze riconducibili al pattino tradizionale si rivelano poco recuperabili, visto che con il pattino in linea attuale praticamente non esiste più la scelta delle ruote, né tantomeno la possibilità di variare l'aderenza che le ruote stesse trovano sulla pista. Forse per questo si è persa quella sensibilità, tipica degli atleti italiani di alto livello del passato, che permetteva loro di risolvere il "problema meccanico" della curva in modo superiore agli atleti stranieri.

Metodologia

È stato sviluppato un modello al computer per simulare la percorrenza di un giro di pista a curve sopraelevate. Questo modello considera le seguenti informazioni:

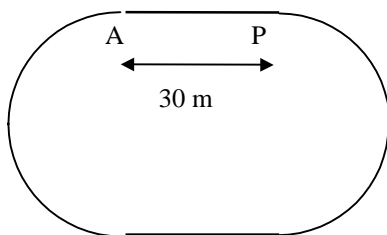
1. Caratteristiche geometriche della pista : lunghezza dei rettilinei, raggio di curva, larghezza della corsia, profilo delle curve e delle rampe di raccordo
2. Caratteristiche di aderenza: angolo di attrito radente statico delle ruote
3. Caratteristiche di prestazione: velocità massima in rettilineo che l'atleta sa esprimere

In questo modello sono state fatte alcune ipotesi, elencate nel seguito, che alla prima prova hanno mostrato di non essere completamente accettabili:

1. Omogeneità della tenuta delle ruote (costanza dell'angolo di attrito radente statico)
2. Omogeneità della distribuzione dello sforzo (curva percorsa a potenza costante); questa ipotesi porta al disegno di una traiettoria simmetrica tra entrata e uscita di curva

Al gruppo di atleti velocisti partecipanti al raduno della nazionale Italiana Juniores tenuto a Piombino nei giorni 20/22 marzo 1998 è stato proposto inizialmente di provare un giro lanciato essendo liberi di percorrere la traiettoria che ognuno riteneva ottimale; la prestazione doveva essere massimale. Le condizioni atmosferiche (temperatura, vento) erano ideali. Con cronometraggio elettronico sono stati rilevati i tempi seguenti:

1. tempo di percorrenza di 30 m prima del giro lanciato
2. tempo di percorrenza degli ultimi 30m del giro lanciato
3. tempo sul giro



Io primi due tempi sono serviti a riconoscere la costanza della velocità espressa dall'atleta nella prova. La tabella seguente mostra i risultati ottenuti; nella tabella è anche indicato, qualitativamente, a quale altezza l'atleta è passato a centro curva. Il dato di velocità media è calcolato come segue:

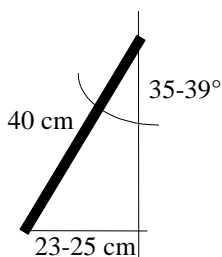
$$v = (30 + 30) / (t_{I30} + t_{II30})$$

Pertanto, esso esprime la velocità media dei due rettilinei da 30 m, ritenuta rappresentativa della velocità media sull'intero giro.

N	seesso	I 30 m [s]	II 30 m [s]	giro [s]	vel. media [m/s]	note
1	F	2,88	2,93	17,77	10,33	½ curva
2	F	2,82	2,78	17,49	10,71	½ curva
3	M	2,78	2,72	17,33	10,91	½ curva
4	M	2,61	2,62	16,54	11,47	¾ curva
5	M	2,55	2,52	16,22	11,83	¾ curva
6	M	2,46	2,48	15,66	12,15	¾ curva

Si nota una buona costanza della velocità, visto che il tempo di ciascun atleta nei primi e nei secondi 30 m differisce al massimo di 6 centesimi di secondo. Delle prove e' stata fatta una ripresa televisiva.

E' stato fatto il rilievo plano-altimetrico della pista, cosi' da caratterizzarla nel modello di simulazione. Infine, per valutare l'angolo di attrito radente statico delle ruote si e' cercato di misurarlo sulla pista stessa usando le ruote scelte da tutti gli atleti (durezza 85 shore) ed altre di durezza inferiori (fino a 81 shore). Questa misura e' stata abbastanza difficoltosa. Tuttavia, ha mostrato che non esiste una differenza apprezzabile di tenuta al variare delle ruote, che hanno tutte un angolo di attrito radente statico di circa 30°. Questa informazione collima con le indicazioni riportate dai tecnici, i quali dicono che non esiste ragione di usare ruote di bassa durezza sulle piste a curve sopraelevate, visto che la tenuta e' sostanzialmente la stessa per tutte.



Con queste informazioni a disposizione e' stato utilizzato il modello di simulazione al computer. Il risultato del modello consiste in un tracciato di curva considerata ottimale ai fini del tempo sul giro (miglior compromesso tra velocità, sviluppo del percorso, attuabilità della curva). Il profilo proposto, basato sul tempo di uno degli atleti maschi, e' indicato in tabella. Esso risulta sensibilmente piu' "basso" di quello scelto spontaneamente dagli atleti.

Posizione	distanza dalla corda	note
5 m prima della curva	m 4.8	massima larghezza
entrata curva	4.6	
30° in curva (7 m dall'entrata)	3.5	
60° in curva (14 m dall'entrata)	2.4	
centro curva (21 m dall'entrata)	1.9	

Il profilo e' stato riportato sulla pista usando dei birilli per dare una traccia da seguire agli atleti, i quali, nel frattempo, avevano avuto un recupero completo. Successivamente, e' stato loro chiesto di provarlo a velocità media, cosi' da esprimere un primo parere. Notevole che tutti abbiano dichiarato di essere in grado di percorrerlo e che tutti abbiano chiesto di abbassarlo ulteriormente in uscita di circa mezzo metro (creando cosi' un profilo asimmetrico). A questo punto tutti hanno ripetuto la prova del giro lanciato con le stesse modalità della prima prova. La tabella seguente riporta i tempi ottenuti. Il calcolo della vel. Media e', anche in questo caso, basato sui secondi 30 m.

N	I 30 m [s]	II 30 m [s]	giro [s]	vel. media [m/s]	note
1	3,04	2,98	18,45	9,97	lenta
2	2,93	2,81	17,53	10,45	
3	2,80	2,76	17,31	10,79	
4	2,77	2,66	17,08	11,05	1 m piu' alto
5	2,75	2,63	16,69	11,15	
6	2,73	2,53	16,23	11,41	½ metro piu' alto

Notiamo che due atleti non hanno seguito la traiettoria indicata, girando piu' alti in modo apprezzabile. Notiamo anche un altro fatto interessante: TUTTI gli atleti hanno concluso la prova a velocità piu alta che all'ingresso (il tempo dei secondi 30 m e' stato per tutti inferiore a quello dei primi 30, da 6 centesimi a 20). Un comportamento del genere non si registra nella prova libera, per cui va cercata una spiegazione. L'ipotesi proposta e' questa: tutti i soggetti hanno provato queste traiettorie concedendosi un margine di sicurezza, sia perché non le conoscevano, sia perché la presenza dei birilli in curva non dava loro la sensazione di essere totalmente a proprio agio; al momento della prova, pero' tutti hanno potuto andare piu' veloci di quanto avessero pensato inizialmente.

Per valutare l'effettivo risultato prodotto dalla traiettoria proposta si rende necessario normalizzare i risultati. Il metodo utilizzato e' il seguente:

1. Calcolare lo sviluppo percorso nel giro guidato come $s = \text{tempo giro} * v \text{ media}$
2. Calcolare il tempo di percorrenza di questo sviluppo alla $v \text{ media}$ della prova libera

La tabella seguente mostra i risultati del calcolo

N	t giro libero [s]	v giro libero [m/s]	t giro guidato [s]	v giro guidato [m/s]	sviluppo giro guidato [m]	t corretto [s]	variazione [s]
1	17,77	10,33	18,45	9,97	183,89	17,81	0,04
2	17,49	10,71	17,53	10,45	183,24	17,10	-0,39
3	17,33	10,91	17,31	10,79	186,80	17,12	-0,21
4	16,54	11,47	17,08	11,05	188,73	16,45	-0,09
5	16,22	11,83	16,69	11,15	186,13	15,73	-0,49
6	15,66	12,15	16,23	11,41	185,13	15,24	-0,42

Possiamo notare come solo un'atleta (la n. 1) abbia peggiorato nel giro guidato. Tutti gli altri mostrano miglioramenti, il piu' limitato dei quali (9 centesimi, atleta n.4) corrisponde alla traiettoria piu' lontana da quella proposta.

I miglioramenti dei due atleti piu' veloci (n. 5 e 6) sono talmente elevati da far nascere il dubbio che siano troppo ottimistici (l'atleta 6 potrebbe effettivamente percorrere la curva proposta ai 12,15 m/s della prova libera?).

Tuttavia, che ci sia un progresso e' ampiamente dimostrato.

Critiche al modello di simulazione

Il modello ha dato buona prova di se. Tuttavia, per almeno due aspetti può e deve essere migliorato:

1. Bisogna tenere conto che la tenuta delle ruote non e' omogenea in senso radiale. Esiste una zona "sporca" in prossimità della corda dove l'aderenza e' piu' bassa che altrove. Il modello attuale (che non considera questo fenomeno) tende spesso a proporre traiettorie bassissime, che si sono mostrate inattuabili. E' stato necessario forzare il modello riducendo il valore dell'angolo di attrito radente statico (30° invece dei 35° misurati). Il modello, invece, dovrebbe considerare 2 valori diversi (zona sporca e zona pulita) ed anche l'ampiezza della zona sporca.
2. Gli atleti hanno mostrato la preferenza a distribuire il proprio impegno in modo asimmetrico rispetto alla mezzeria della curva. Preferiscono tenersi piu' alti nella fase di entrata e piu' bassi in quella di uscita. Questo comportamento (che non e' detto che sia effettivamente proficuo e non sia piuttosto il risultato di un'abitudine) dovra' essere studiato partendo dalle riprese televisive effettuate.

Inoltre, e questo non e' un aspetto intrinseco del modello, e' necessario provare con maggiore tempo a disposizione le traiettorie, cosi' da farle proprie e rimuovere quelle remore psicologiche prima descritte.

Conclusioni

Il modello di simulazione proposto ha consentito di tracciare una traiettoria di curva pseudo-ottimale, tenendo conto dei **fattori geometrici** (pista), dei **materiali** (ruote) e di **prestazione** (velocità soggettiva). Non tiene, invece, conto dei parametri antropometrici dei soggetti, certamente di piu' difficile caratterizzazione.

Può essere applicato a qualunque percorso su pista, essendo sufficiente costruire un rilievo della pista stessa ed, in particolare, del profilo delle curve.

Ha consentito alla prima prova di ridurre i tempi sul giro in 5 soggetti su 6 per un valore che, in media, e' di 32 centesimi.

Considerato che una prova a cronometro, spesso, vede parecchi atleti compresi in qualche decimo, sembra opportuno applicarlo anche in sede di gara.

Perché la cosa abbia successo, tuttavia, è opportuno fare prove con maggior tempo a disposizione, così da costruire la fiducia degli atleti e dei tecnici interessati.