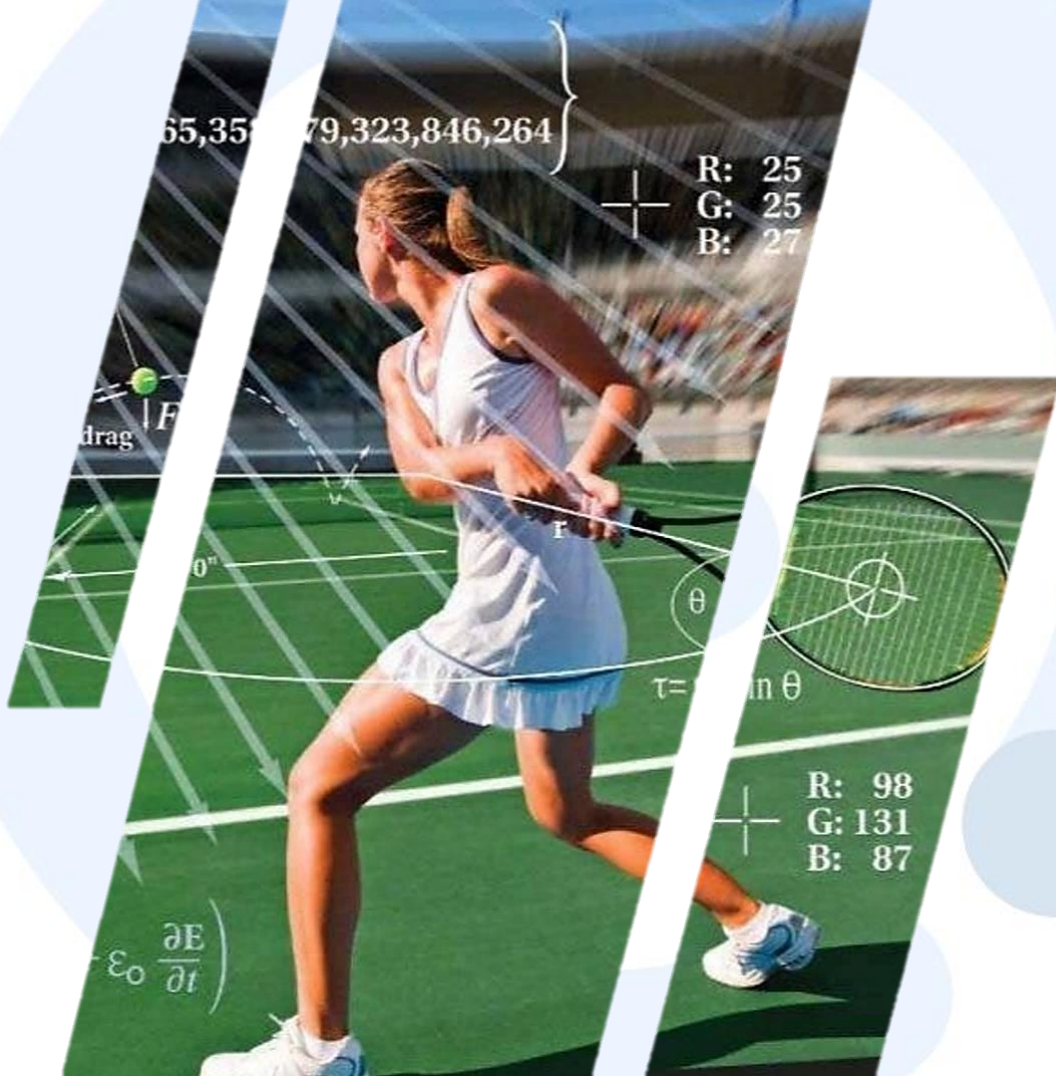


settembre 2022



# Intelligenza Artificiale e Machine Learning al servizio del tennis.

 INTESA SANPAOLO  
INNOVATION CENTER

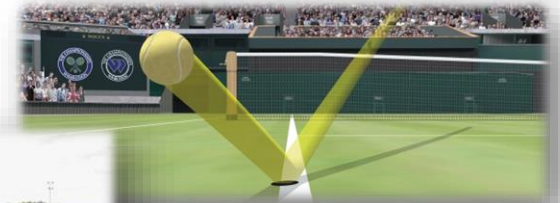
 quant4sport<sup>®</sup>  
research

Nell'ultimo secolo lo sport è cambiato in modo significativo

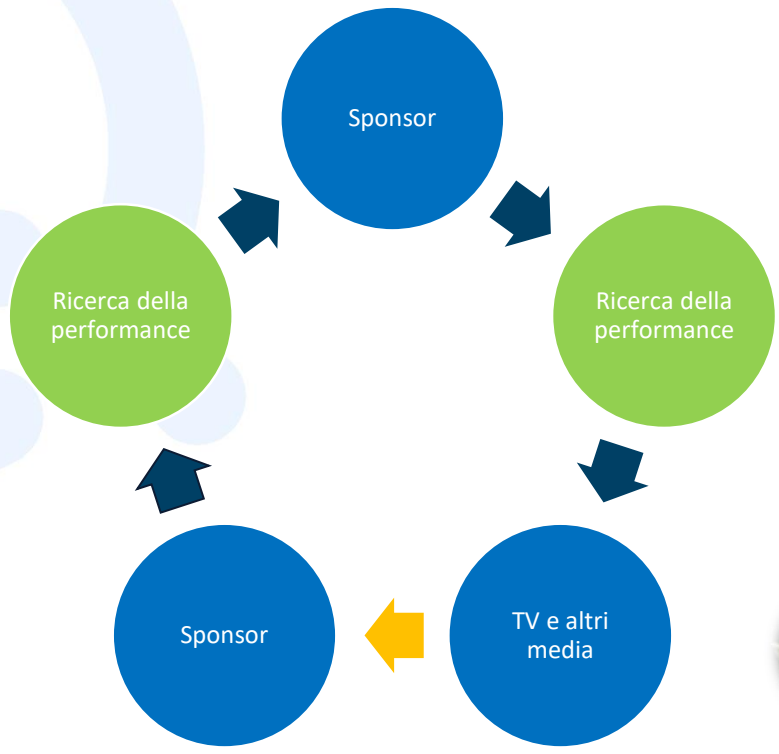


I cambiamenti sono stati sia **tecnici** che **economici** e hanno riguardato:

- Tecnologie disponibili
- Dimensioni economiche
- Livello delle performance
- Esigenze da parte degli amanti/praticanti
- Crescenti attese degli sponsor
- Maggiore disponibilità di denaro (anche per le scommesse)
- .....
- .....



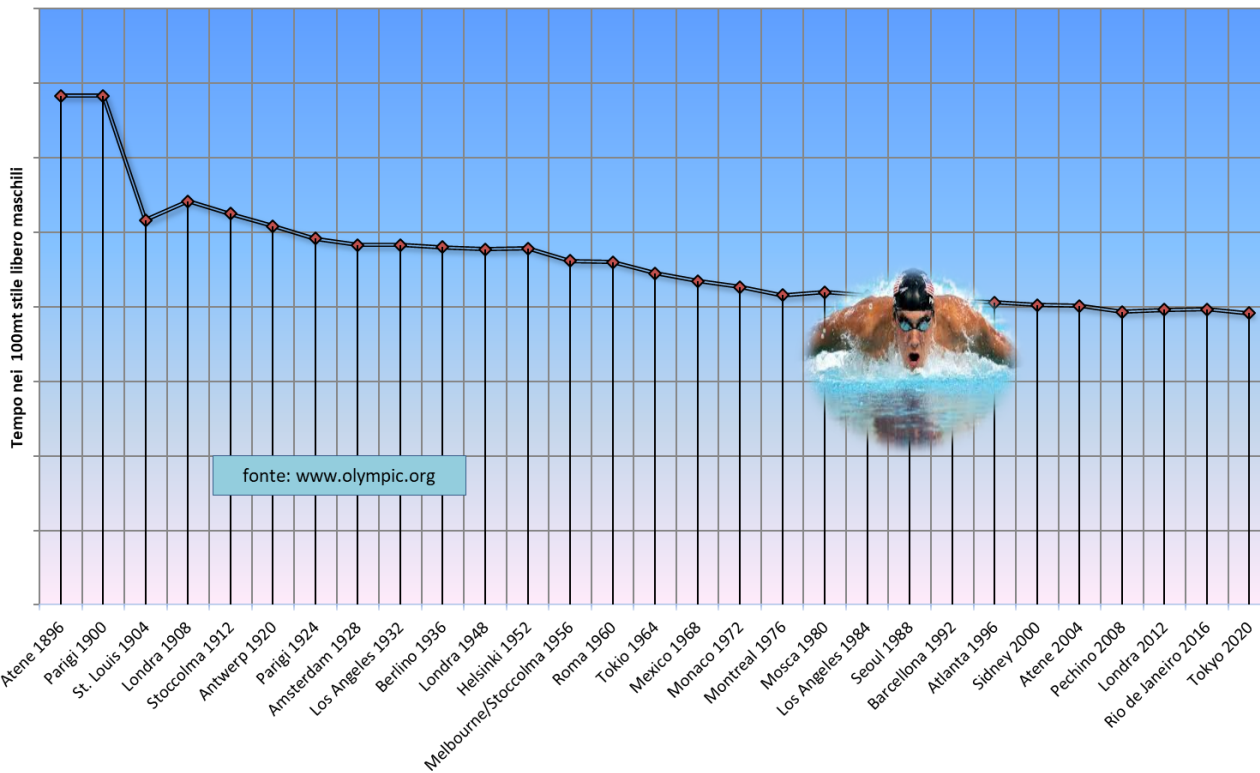
Betting





Alcuni esempi sono sufficienti per dimostrare il costante miglioramento delle performance

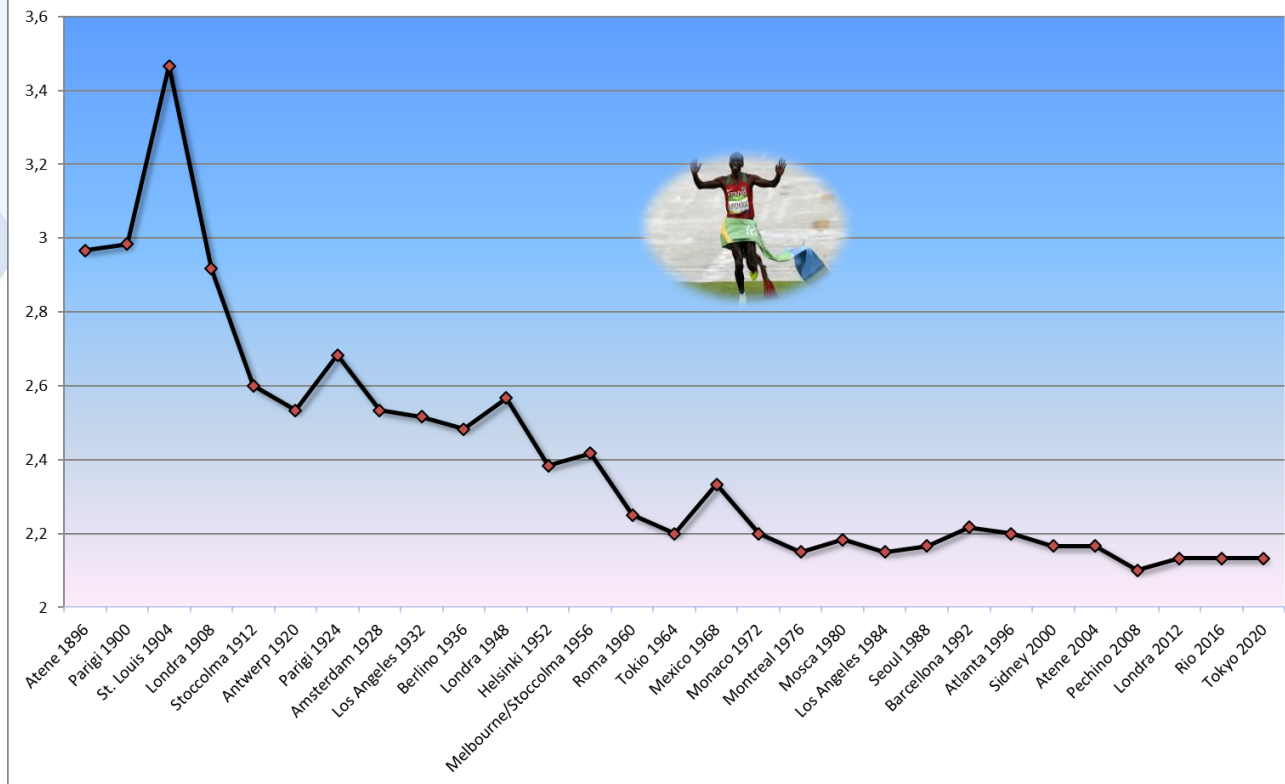
## Medaglie d'oro olimpiche (nuoto) - tempo nei 100mt stile libero maschili



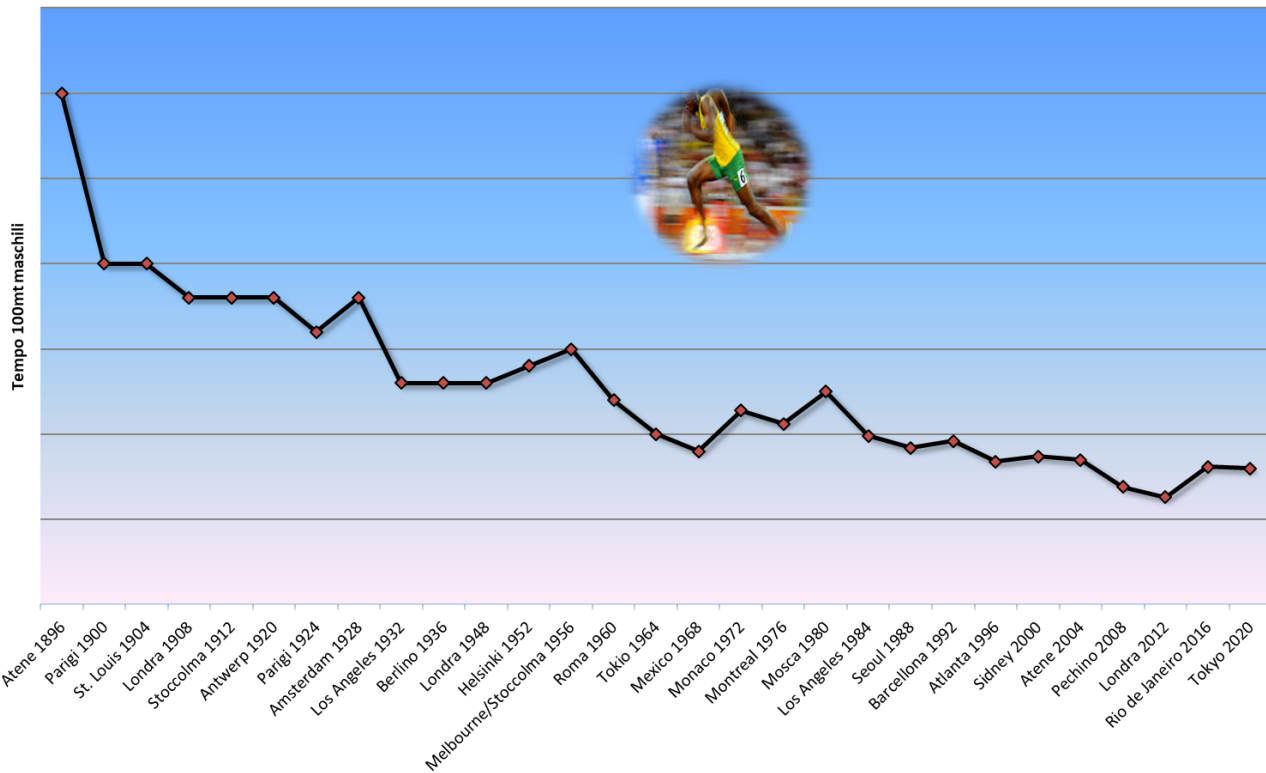


Alcuni esempi sono sufficienti per dimostrare il costante miglioramento delle performance

### Medaglie d'oro olimpiche (atletica leggera) - tempo nella maratona maschile



## Medaglie d'oro olimpiche (atletica leggera) - tempo nei 100mt maschili



Alcuni esempi sono sufficienti per dimostrare il costante miglioramento delle performance

Modifiche regolamentari  
(es: palo snodabile nello  
sci)

Tecniche di analisi  
statistica

Progressivo  
miglioramento della  
*performance*  
sportiva

Nuovi materiali (es:  
fibra di carbonio,  
altri materiali  
sintetici)

Dieta e  
alimentazione

Tecniche di  
allenamento





L'apprendimento artificiale (ovvero Machine Learning) è l'area dell'Intelligenza Artificiale che si occupa della ricerca, della sperimentazione e dello sviluppo di nuovi algoritmi in grado di apprendere.

Tutti i

vengono tradotti in

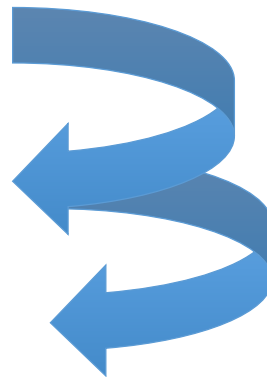
e le informazioni in

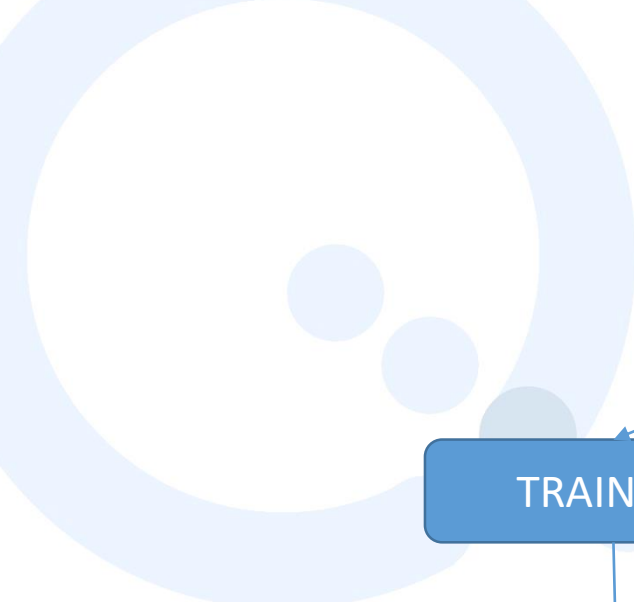


**DATI GREZZI**  
(raw data)

**INFORMAZIONI**

**CONOSCENZA**





APPLICATIONS

TRAINING

MATCH

strategia

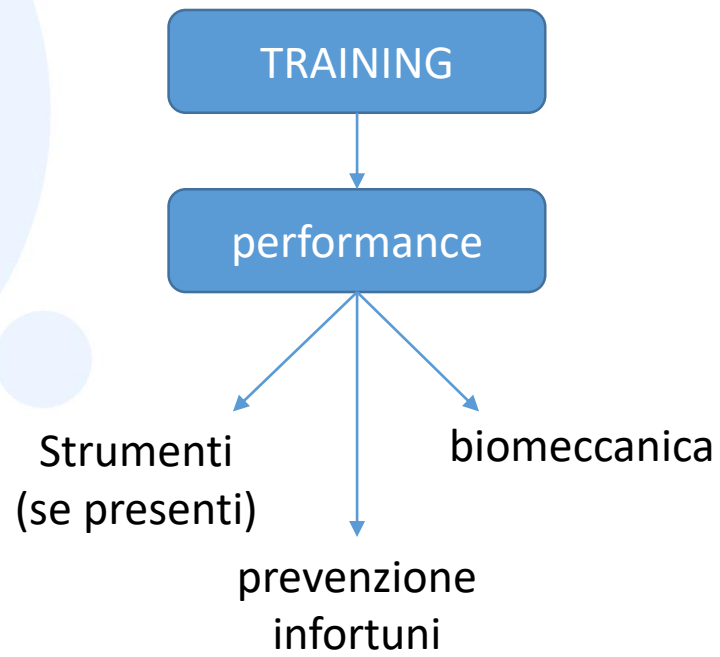
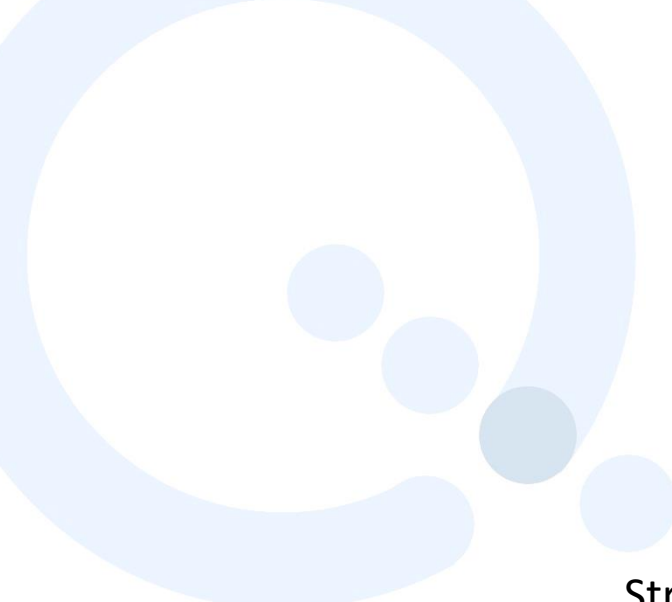
optical  
GPS

Motion tracking  
Sensori

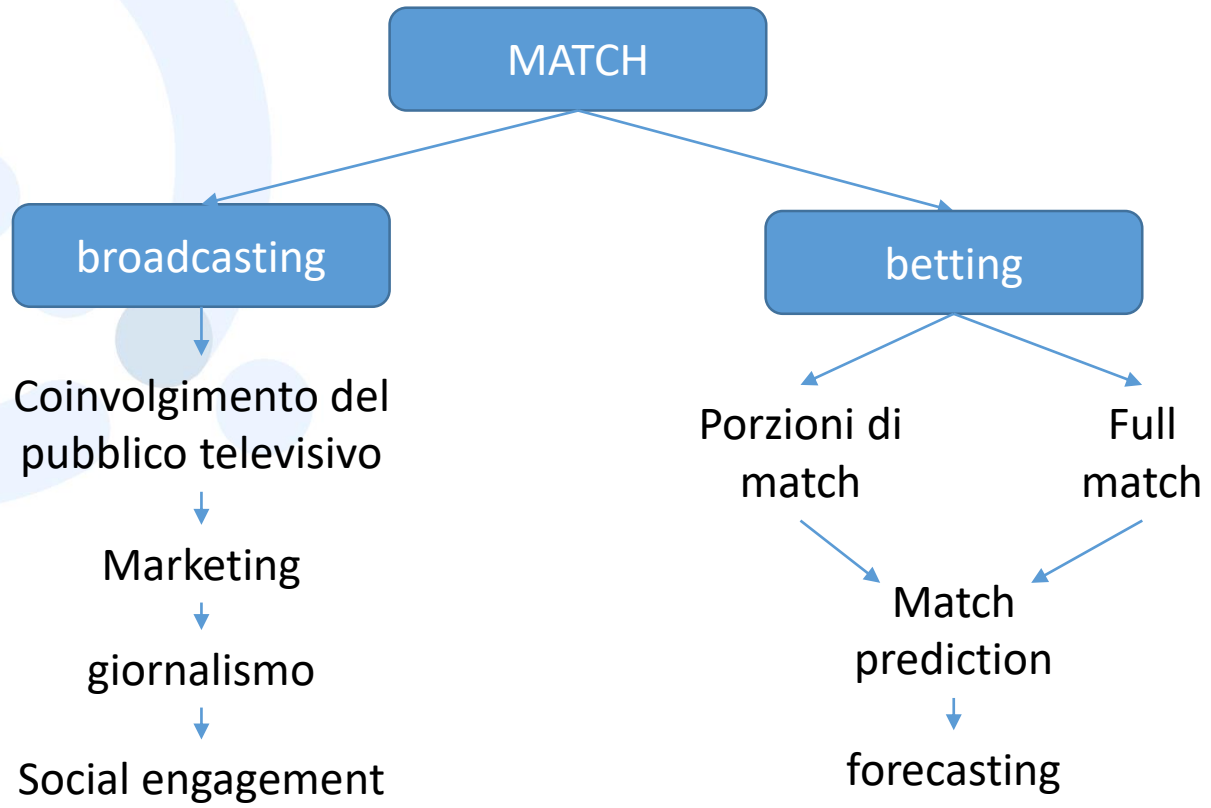
wearables

Motion tracking

optical  
GPS



Progetto con **KAMA.**



```
graph TD; TRAINING --> decisioni; MATCH --> decisioni;
```

TRAINING

MATCH

decisioni

Dati rilevabili:

Tempo

Velocità

Posizione

Distanza

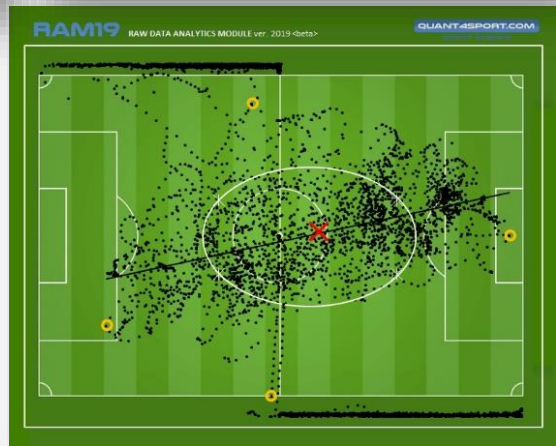
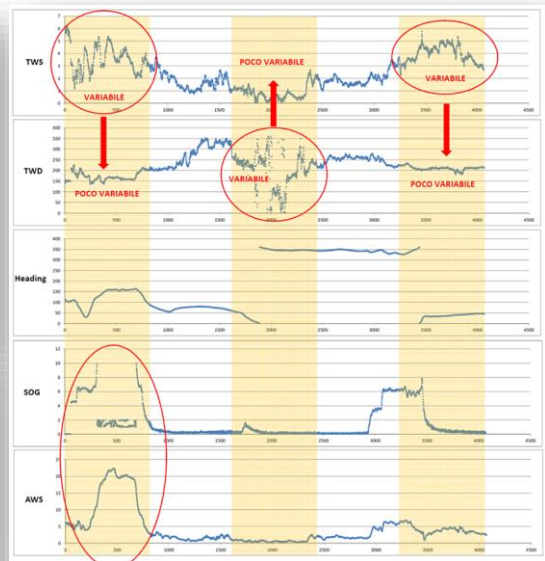
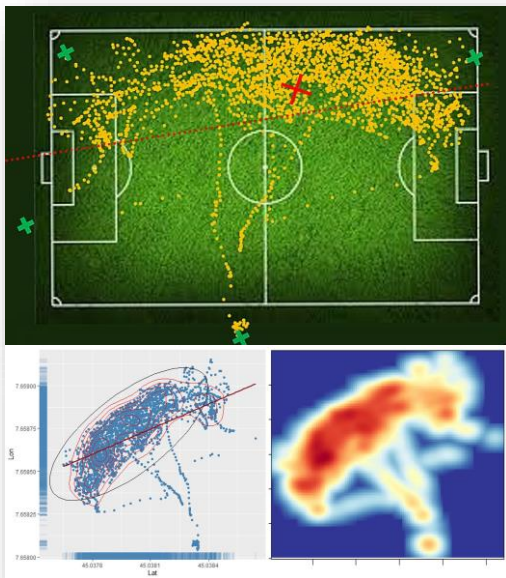
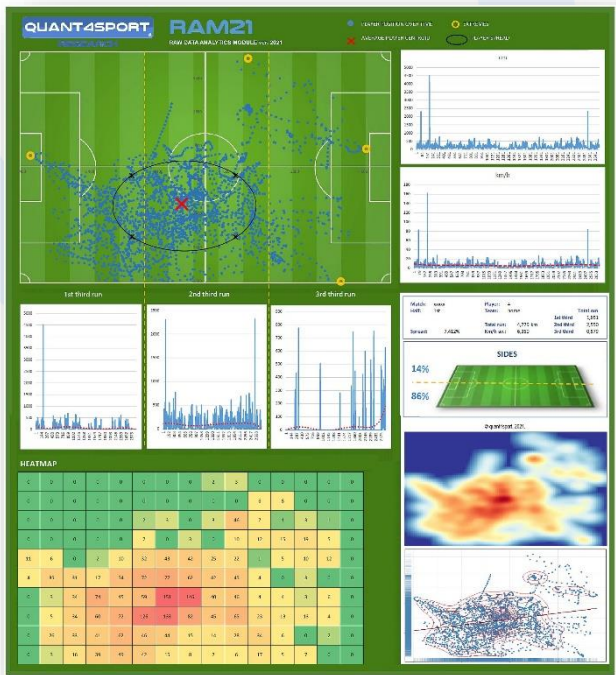
Altitudine

Direzione

Accelerazione

Forza

# Alcune analytics possibili



Il tennis è uno sport che si presta particolarmente bene all'utilizzo di tecniche di Computer Vision.

Questo per una serie di motivi:

1. I giocatori hanno a disposizione una loro parte di campo e non invadono quella altrui;
2. Tranne casi specifici la visione del match, soprattutto quella televisiva, è piuttosto statica;
3. Normalmente la visuale del campo è completa.

Quindi a differenza, ad esempio, del calcio i giocatori non si incrociano, non esistono gruppi di giocatori in altre parti del campo senza possesso palla (giocatori non coinvolti nell'azione), il campo è di dimensioni limitate.

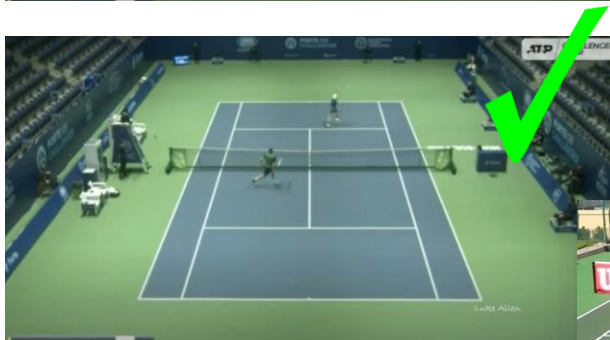
Esistono però nel tennis alcune caratteristiche che rendono più complicato l'utilizzo di algoritmi di Machine Learning:

1. La pallina è piccola;
2. La pallina è veloce;
3. La prospettiva del campo è molto accentuata, soprattutto nelle riprese televisive;
4. I campi da tennis non sono tutti del medesimo colore;
5. I campi da tennis possono essere poco uniformi (campi in erba) →



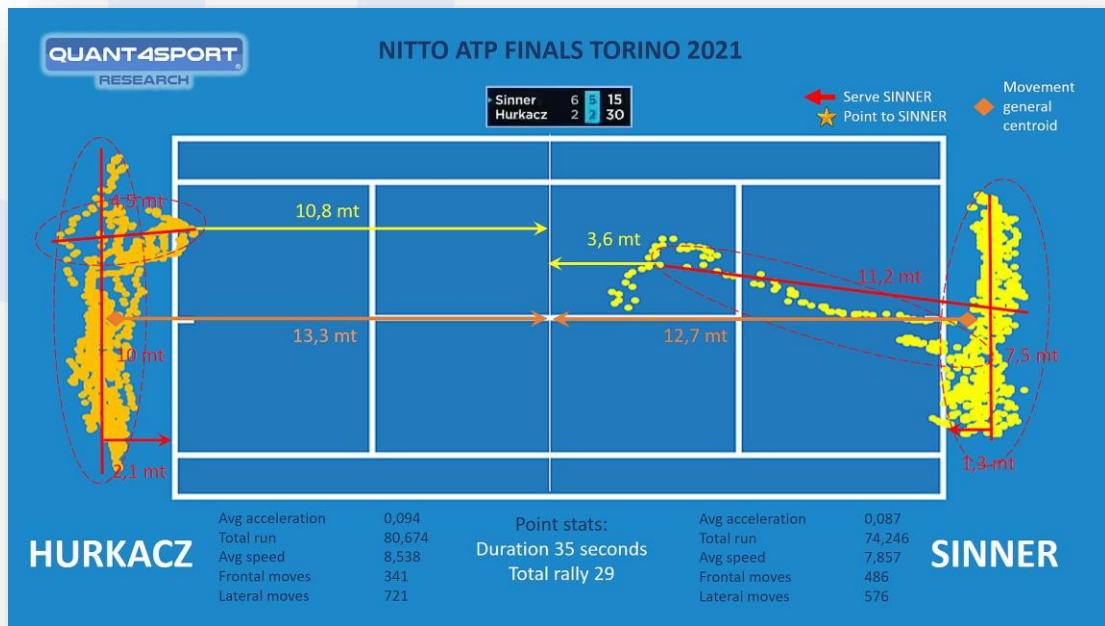
L'angolazione della ripresa è decisamente influente nell'analisi.

Più il campo è ripreso dal basso, e più difficile ottenere buoni risultati dagli algoritmi di tracking.

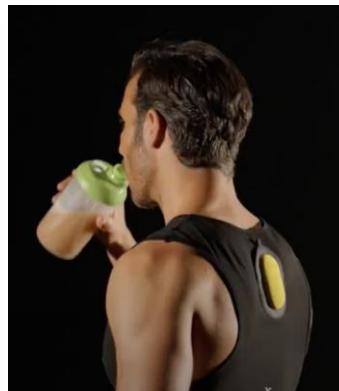
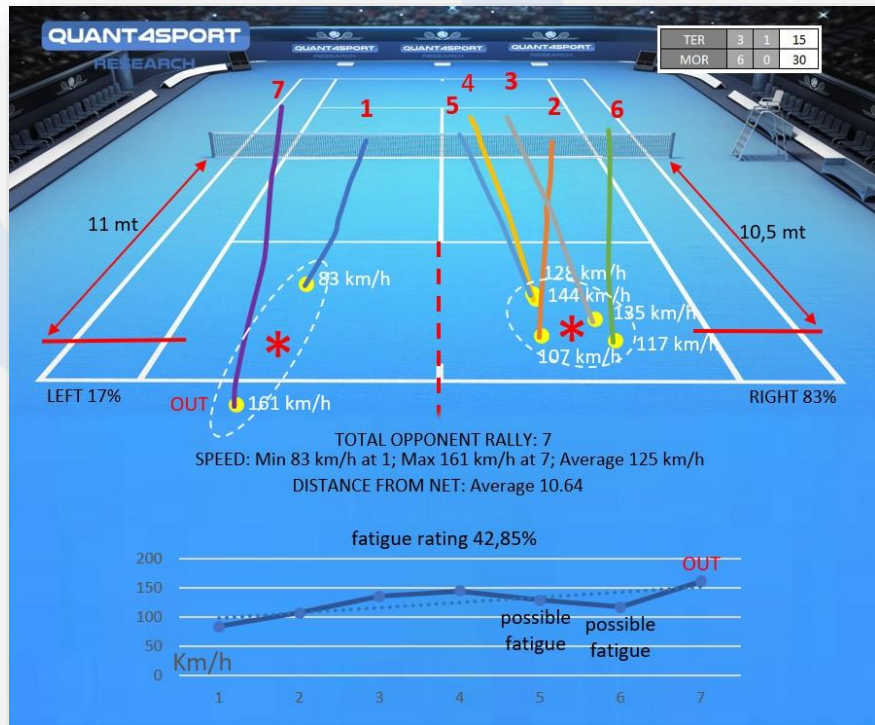




Il movimento determinato dagli algoritmi è la differenza di posizione di giocatori e pallina fra ogni singolo video frame. Il movimento completo può essere rappresentato graficamente, e dalla rappresentazione grafica possono essere calcolate ulteriori misure di distanza. Si possono aggregare i dati per singoli punti, oppure per games. Oltre alle distanze e alla mappatura completa dei movimenti, è possibile evidenziare il numero di scambi e la durata. E' possibile anche determinare il totale della corsa effettuata, la velocità di corsa media e di picco, l'accelerazione media e di picco, la quantità di movimenti laterali (a destra e sinistra) e frontali (in avanti e indietro).



L'Intelligenza Artificiale consentirà di determinare indici specifici, come l'indice di fatica, mediante l'integrazione con dati da wearables (con accelerometri, indossati sui polsi e sulle caviglie), maglie elettromiografiche, sensori di analisi del sudore e sensori meteo.



Analizzatore di sudore di Biometrica

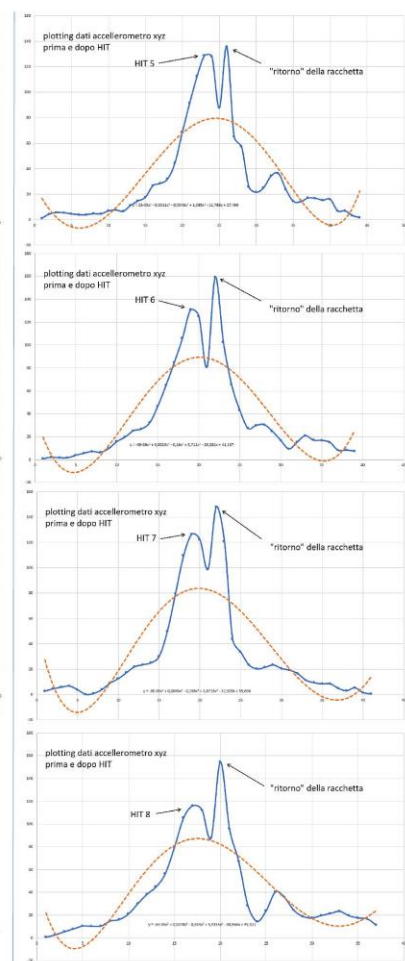
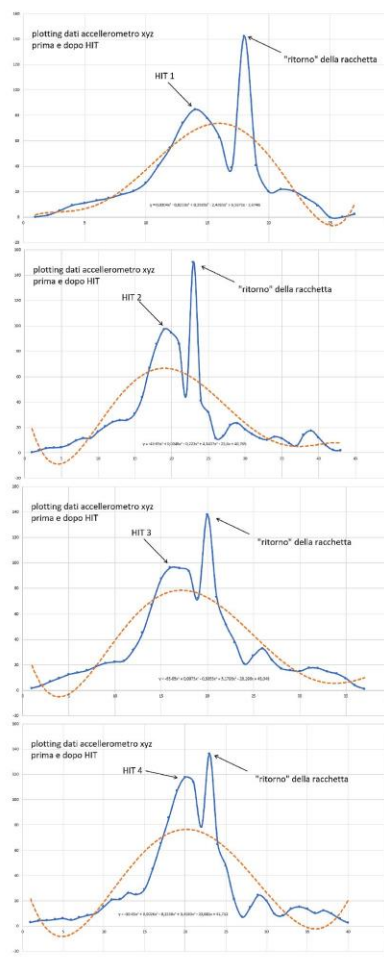
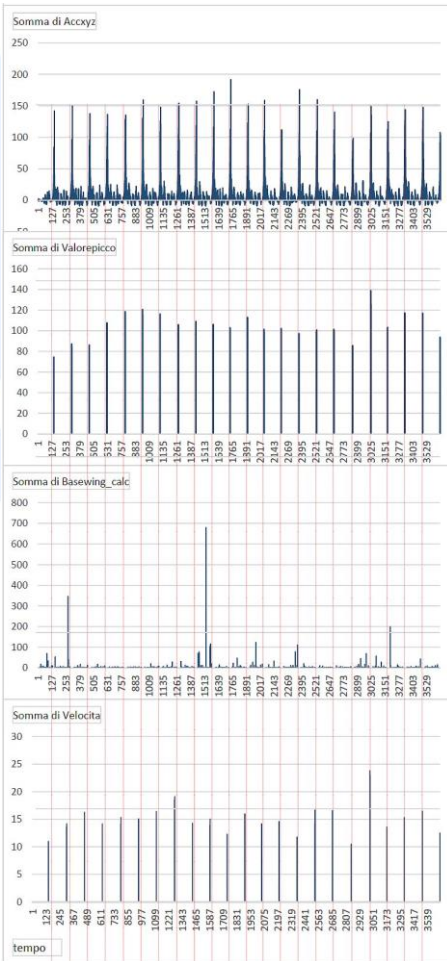


Sensore IMU (Inertial Measurement Unit)



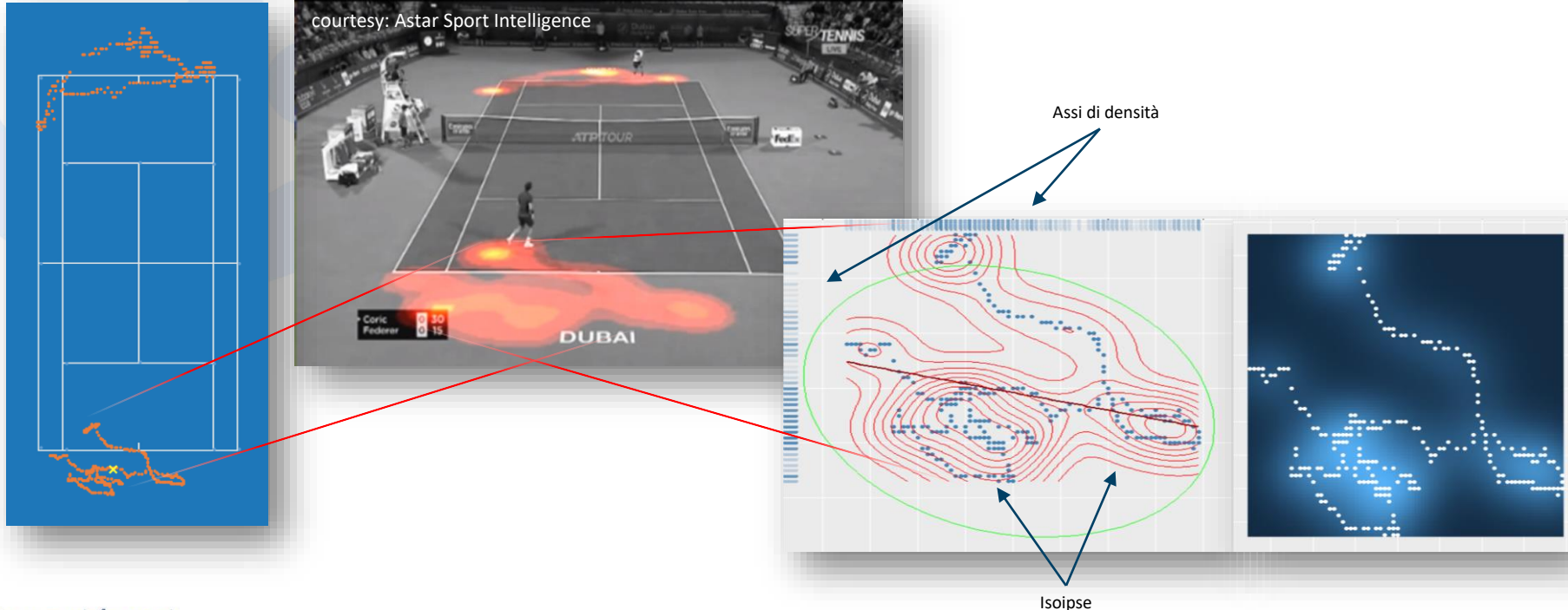
Meteo Tracker



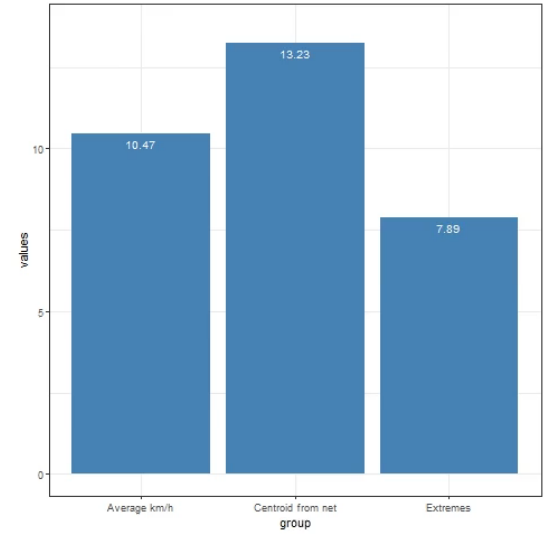
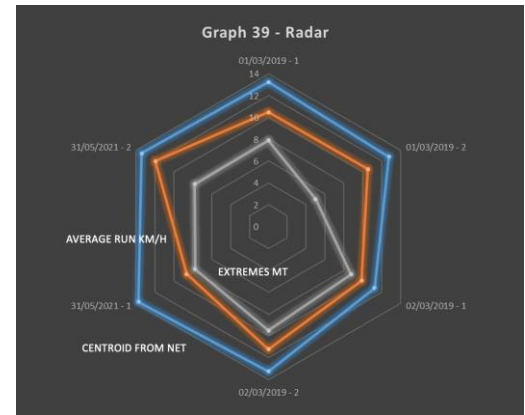
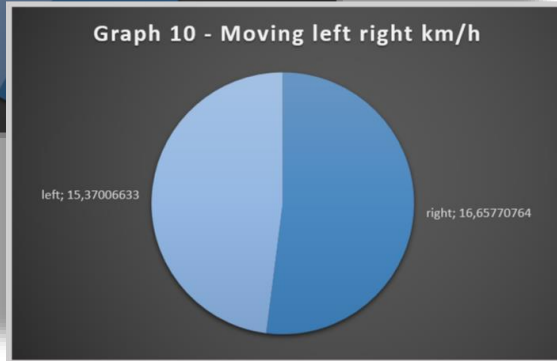
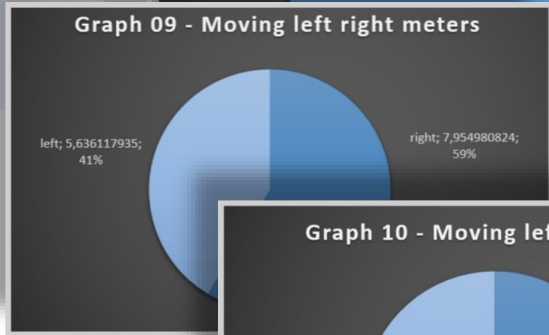
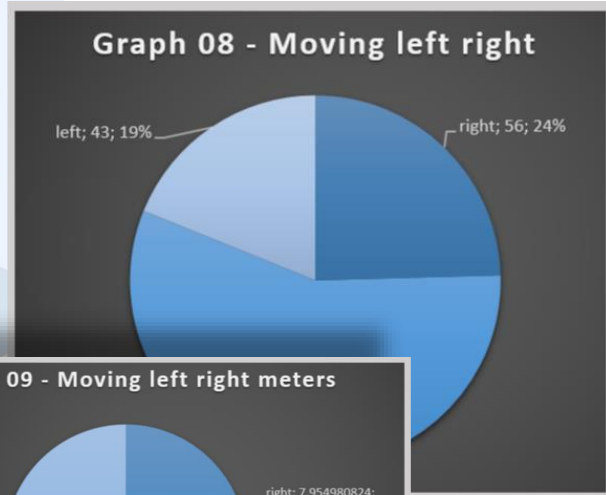


# Trasformazione delle informazioni in conoscenza

Le informazioni generate mediante gli algoritmi di Machine Learning diventano poi oggetto di studio e di analisi dettagliata. L'analisi del movimento viene dettagliata mediante algoritmi di grafica.



# Trasformazione delle informazioni in conoscenza

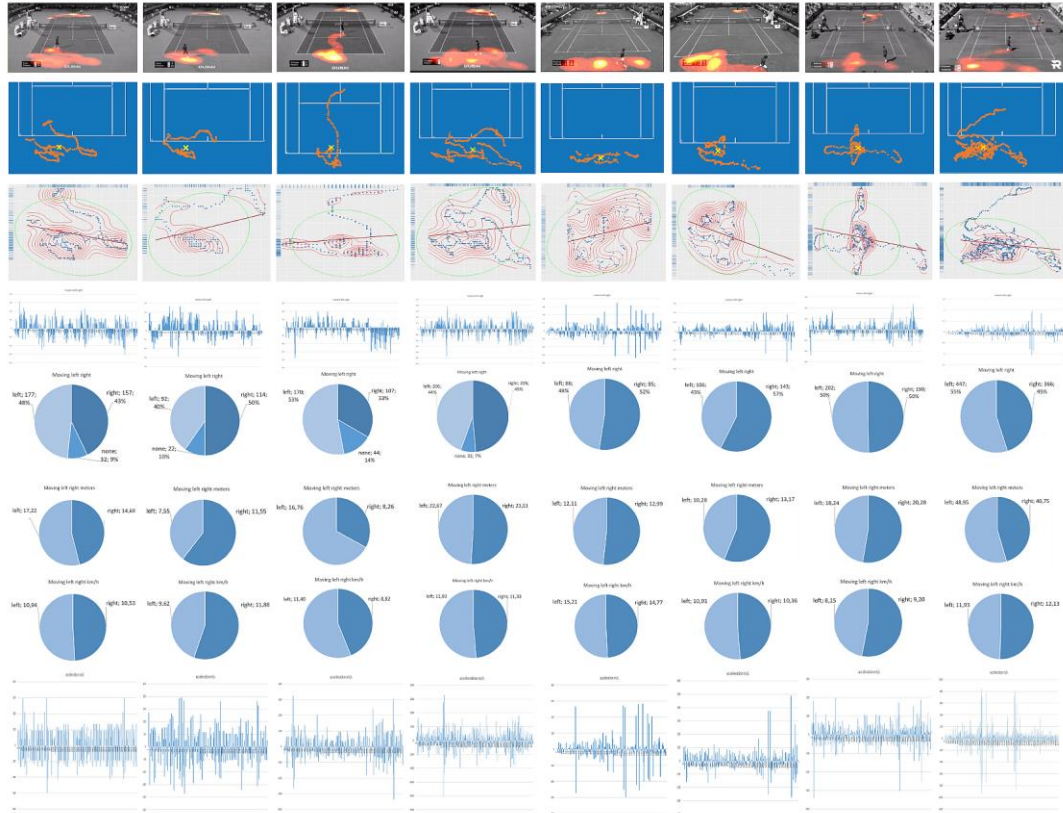


Extremes distance in m; Centroid to the net m; Centroid to the net m; centroid is a median point of the running area, it is represented by the yellow cross; the distance is from the centroid to the middle of the net)

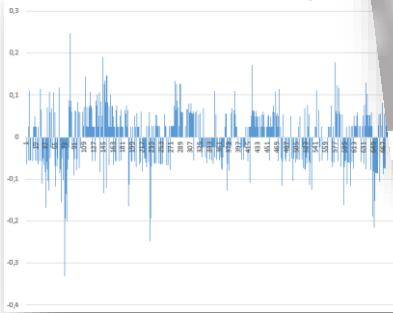


Roger Federer Borna Coric Dubai 2019	Roger Federer Borna Coric Dubai 2019	Roger Federer Stefanos Tsitsipas Final Dubai 2019	Roger Federer Stefanos Tsitsipas Final Dubai 2019	Roger Federer Pablo Andujar Geneve 2021	Roger Federer Pablo Andujar Geneve 2021	Roger Federer Denis Istomin Roland Garros 2021	Roger Federer Denis Istomin Roland Garros 2021	Roger Federer Denis Istomin Roland Garros 2021
Average run in meters: 34.00 Average run in km/h: 35.47 Extremes distance in m: 7.89 Centroid to the net m: 13.23	Average run in meters: 20.47 Average run in km/h: 22.53 Extremes distance in m: 5.00 Centroid to the net m: 13.77	Average run in meters: 27.45 Average run in km/h: 9.88 Extremes distance in m: 8.75 Centroid to the net m: 11.23	Average run in meters: 47.80 Average run in km/h: 51.20 Extremes distance in m: 9.51 Centroid to the net m: 13.25	Average run in meters: 24.88 Average run in km/h: 15.54 Extremes distance in m: 7.17 Centroid to the net m: 15.47	Average run in meters: 23.45 Average run in km/h: 22.55 Extremes distance in m: 6.55 Centroid to the net m: 12.88	Average run in meters: 38.53 Average run in km/h: 8.67 Extremes distance in m: 7.77 Centroid to the net m: 15.76	Average run in meters: 38.53 Average run in km/h: 8.67 Extremes distance in m: 7.77 Centroid to the net m: 15.76	Average run in meters: 35.79 Average run in km/h: 11.97 Extremes distance in m: 7.79 Centroid to the net m: 15.45

Touch or click on screenshot to get video tracking



meters left right



Un caso particolare ancora è rappresentato dal Padel.

La complessità rispetto al tennis aumenta per via della dimensione del campo, dal numero di giocatori, e quindi dalla velocità dell'azione.

Oltre a questi elementi è da considerare il fatto che la pallina rimbalza sulle pareti, e le stesse pareti in vetro creano artefatti visivi a causa dell'effetto specchio.

