

REMOT - GNSS e IMU per il tracking della cinematica di atleti

di Tiziano Cosso, Guglielmo Formichella, George Kurshakov

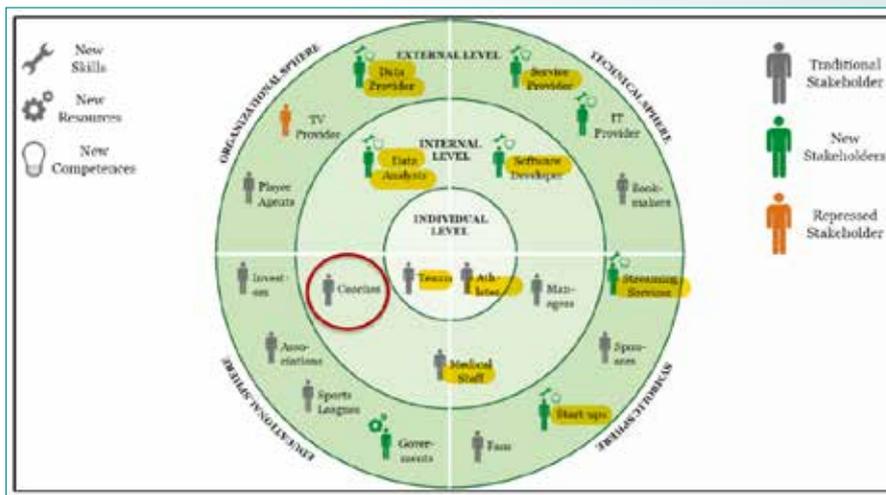


Fig. 1 - Gruettner, A. (2019). What We Know and What We Do Not Know About Digital Technologies in the Sports Industry.

Il progetto REMOT nasce da una esigenza molto precisa degli utenti finali, ed in questo senso è un forte esempio di open innovation. L'idea è quella di applicare una tecnologia già utilizzata in altri campi, basata sull'integrazione di sensori inerziali (IMU) e ricevitori satellitari (GNSS), per effettuare il tracking con grande precisione, affidabilità e continuità della cinematica del corpo umano.

L'ecosistema sportivo - Il bisogno degli allenatori e dei preparatori atletici

Negli anni, lo sport si è evoluto da un'attività con focus principale sul gioco, sull'aspetto ludico e ricreativo ad un'attività organizzata e codificata, con progressivo sviluppo del professionismo e della commercializzazione. Ad oggi, l'industria sportiva ha un impatto economi-

co e sociale importante e influenza in maniera considerevole l'ecosistema sportivo e le relazioni che intercorrono tra allenatori, atleti e staff. Questa evoluzione è almeno in parte da attribuire al progressivo e crescente sviluppo delle tecnologie digitali, a tal punto che l'ecosistema sportivo può essere ridisegnato alla luce della compenetrazione delle tecnologie digitali nel tessuto sportivo.

Comprendere come l'evoluzione tecnologica modifica l'ecosistema sportivo è fondamentale per capire come cambiano i rapporti tra atleti, allenatori e staff e come di conseguenza si adattano i sistemi di allenamento, di valutazione degli atleti e l'analisi delle competizioni.

Prendiamo quindi come riferimento il modello proposto da Gruettner (2019 - fig. 1), che identifica tre livelli (livello individuale, livello interno e livello

REMOT è una nuova piattaforma prototipale per il tracking dei movimenti precisi degli atleti, durante le fasi di allenamento. Basata su device GNSS e IMU consente la misura del passo e della falcata con grande precisione, per l'intera durata dell'allenamento.

esterno), quattro sfere (sfera organizzativa, sfera tecnica, sfera simbolica e sfera educativa) e tre tipologie di stakeholder (stakeholder tradizionali, nuovi stakeholder e stakeholder non più fondamentali)

E' opportuno menzionare la presenza di nuovi stakeholder all'interno del sistema sportivo. Tra questi identifichiamo ad esempio gli esperti di analisi dati (anche definiti sport analyst), gli sviluppatori di software e i fornitori di servizi di dati. Per esempio, lo sport analyst è una figura presente nell'organico di molti teams professionali (ma non solo) di una serie di discipline sportive. E' necessario quindi che l'allenatore, il preparatore atletico, il fisioterapista, il medico dello sport comprendano l'importanza di questa nuova figura e sappiano interagire con questa e le altre in maniera efficace.

Allenatori preparatori atletici e fisioterapisti muovono molte delle proprie analisi a partire da considerazioni sulla biomeccanica e sulle dimensioni degli spostamenti nel tempo lungo il percorso di gara (con la sua altimetria, planimetria, la sua lunghezza, le sue pendenze che condizionano le scelte e le decisioni tecnico-tattiche e le strategie di integrazione/idratazione) o degli spostamenti nel campo di gioco. Le informazioni relative alla biomeccanica vogliono mostrare come l'atleta ha realizzato il gesto sportivo e con quali parametri di frequenza (quante volte e con quali variazioni angolari l'atleta ha mosso gli arti superiori ed inferiori? ed in che direzione?), di ampiezza del passo, di altezza del passo, di altezza del torace dal suolo (se in un tratto in salita l'atleta ha mantenuto la stessa altezza dal suolo del suo torace è per certo in ottime condizioni in quel punto della gara/allenamento e si sta affaticando meno e lo staff dei fisioterapisti può pensare di fare una certa valutazione muscolare post gara/allenamento). Lo studio dei movimenti del corpo e l'analisi della cinematica dello stesso, in condizioni quanto più possibile vicine al vero sono quindi il requisito fondamentale per avviare considerazioni che portino a definire strategie riabilitative, valutazioni delle performance, interventi migliorativi delle prestazioni. Affinché l'allenatore possa dare un feedback efficace è inoltre opportuno dosare qualità e quantità del feedback e questa opportunità può essere garantita solo da misure accurate fornite dalla tecnologia.

Il progetto REMOT

REMOT (<https://www.remot-project.eu/>) è un progetto finanziato da EUSPA che ha visto

protagonisti Gter e Stonex, che ha finanziato la fase di sviluppo e validazione della tecnologia. Il progetto, chiuso a Luglio 2023 è durato 24 mesi e ha portato la tecnologia a TRL6.

L'obiettivo principale del progetto è stato quello di progettare e sviluppare un prototipo per validare la tecnologia e testare l'applicabilità dell'idea ipotizzata a priori. È stato progettato un sensore e un software per il post processamento, che mediante l'integrazione tra GNSS e IMU portano alla stima molto accurata della lunghezza del passo e della falcata a diverse velocità.

Il dispositivo prototipale è stato disegnato ad-hoc, sviluppato da Stonex in due versioni successive, utilizzando dispositivi sul mercato a basso costo. L'integrazione di dati GNSS e IMU è stata realizzata a livello di hardware e firmware, con un device che acquisisce e memorizza i dati grezzi a bordo, per una successiva postelaborazione. La piattaforma infatti, in questa fase, non è pensata per il tempo reale poiché si rivolge, come spiegato nel precedente paragrafo, a chi deve effettuare analisi a posteriori.

Il SW è stato progettato interamente da zero e sviluppato

utilizzando in parte librerie e utilities presenti sul mercato a codice aperto. L'idea è quella di utilizzare il GNSS come strumento che consente la sincronizzazione dei dispositivi IMU e che consente di fissare la deriva tipica degli stessi sensori. Si tratta in altre parole, come detto, di applicare tecniche di sensor fusion che già sono utilizzate in altri contesti (si pensi alla guida autonoma ad esempio), ma che nel caso specifico sono rese particolarmente complesse dal fatto che il GNSS lavora in condizioni molto difficili. L'antenna ruota continuamente, le accelerazioni sono molto variabili in intensità e direzione. Per questo motivo è stato sviluppato un algoritmo di preprocessing che tenga in conto questi fattori per fornire un dato grezzo il più possibile "usabile".

I test e i primi risultati

Obiettivo

L'obiettivo dei primi test è stato quello di validare la tecnologia, sia da un punto di vista SW che HW. Verificare cioè se l'algoritmo sviluppato e il ricevitore costruito consentono di calcolare lunghezza di passo e falcata di un atleta a diverse velocità.

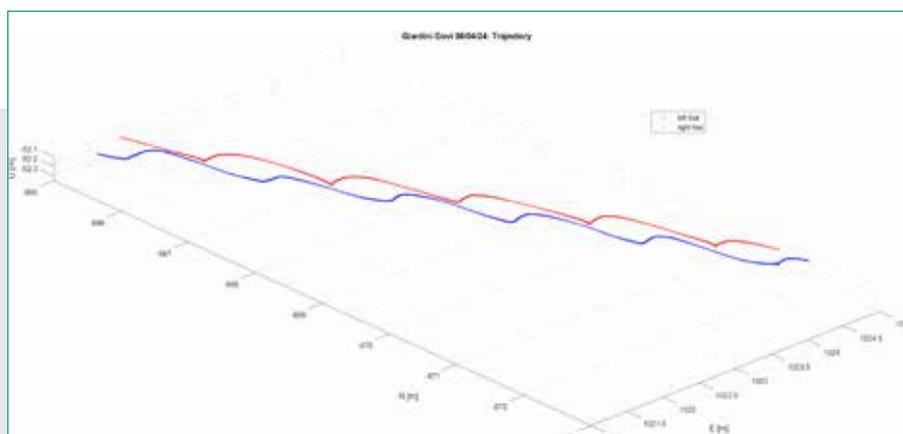


Fig. 2 – Andamento dei sensori posti sui due piedi, in rappresentazione tridimensionale, lungo una camminata veloce.

Realizzazione

Sono stati posti 3 ricevitori sul soggetto che ha realizzato i percorsi di prova.

Il primo device sulla testa, rappresenta la stazione master, e due device rispettivamente su piede destro e piede sinistro per la misura della camminata.

E' stato percorso un tratto rettilineo a tre diverse velocità di camminata poiché la velocità stessa e soprattutto le accelerazioni influiscono sulla qualità del segnale GNSS ricevuto. Il motivo è da ricercarsi in una frequenza nel loop di tracciamento del ricevitore e nell'incapacità di prevedere accelerazioni e decelerazioni improvvise.

Questo problema può essere in parte mitigato utilizzando dei modelli dinamici (a livello di firmware), che rendono il ricevitore stesso maggiormente pronto a cogliere le accelerazioni stesse.

Risultati

I risultati hanno evidenziato come l'uso combinato del GNSS + IMU anche in un contesto come quello dei dispositivi indossabili, può portare a risul-

tati molto buoni.

Quando la soluzione GNSS è scarsa o non disponibile, cosa che accade spesso soprattutto per i ricevitori posti sopra i piedi che hanno evidenti problemi di visibilità, il sensore inerziale garantisce continuità. Al contrario la soluzione GNSS, che si riesce ad ottenere con grande precisione anche a seguito di una serie di filtri sul rumore locale sviluppati ad-hoc, consente di ottenere una soluzione valida nel tempo senza una significativa deriva. Nel complesso, il sistema fornisce una soluzione continua per analizzare la cinematica dei punti del corpo umano.

In fig 2 è rappresentata la traiettoria di due piedi che camminano lungo una linea retta. Si distinguono correttamente gli andamenti dei due piedi lungo la camminata.

In figura 3 sono invece rappresentate le serie temporali delle coordinate di un singolo piede. In rosso le soluzioni, discrete, ottenute con il GNSS, mentre in blu le soluzioni complete ottenute dall'integrazione tra GNSS e IMU.

Da ultimo, in figura 4, sono rappresentate le lunghezze della falcata, calcolate a partire dai dati omstrati nei grafici precedenti, rispettivamente per il piede destro e sinistro.

L'evoluzione nella proposta GESTUS

REMOT è stato un progetto di grande successo, all'interno del quale abbiamo raggiunto gli obiettivi previsti da un punto di vista tecnologico.

Ancora più importante, se possibile, la buona riuscita di un approccio di open lab che ha previsto il coinvolgimento degli utenti finali fin dalle prime fasi di progetto. I feedback ricevuti, sia dagli utenti interni al progetto sia da quelli esterni coinvolti attraverso le attività di disseminazione sono stati frequenti e molto positivi. Il potenziale mercato ha dimostrato fin da subito un grande interesse per il progetto REMOT, evidenziando come il progetto stesso e la soluzione tecnologica stia centrando un bisogno esistente. Tali considerazioni, unitamente ai risultati incoraggianti provenienti dai test di validazione della tecnologia, hanno spinto il team a pensare l'evoluzione di REMOT.

Ne è nata la proposta di progetto GESTUS coordinata da Gter, con la quale si vuole portare la tecnologia validata, molto vicina al mercato.

E' stato intanto coinvolto un team internazionale di aziende esperte nei singoli domini tecnologici. Questo ha consentito di creare un team molto solido che garantisce una importante massa critica e pronto per affrontare una sfida tecnologica importante. Inoltre sono stati coinvolti soggetti appartenenti alla classe degli end users, che coordineranno l'attività di test in campo.

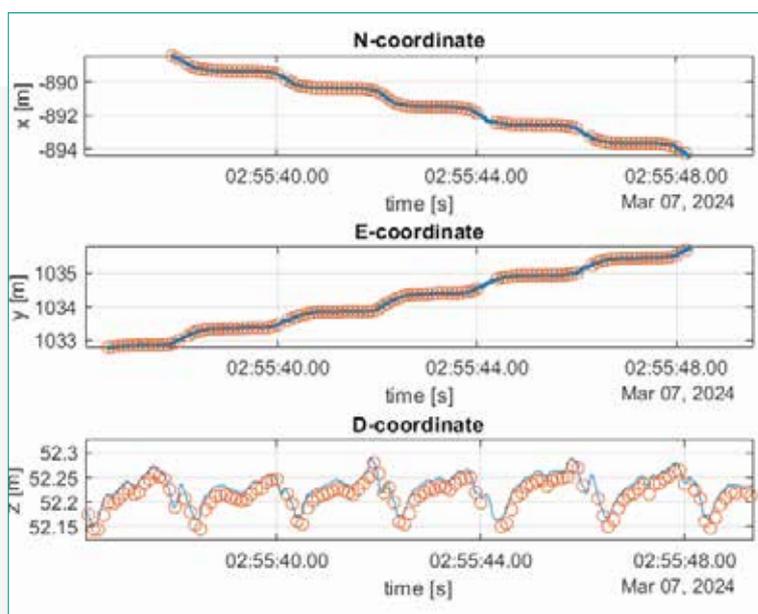


Fig. 3 – Andamento delle 3 coordinate ottenute sia con soluzioni GNSS (circoli rossi) che con soluzione integrata GNSS+IMU (linea blu)

L'idea è quella di partire dalla tecnologia di Remot e sviluppare una soluzione, pur prototipale, ma che sia molto vicina ad un prodotto presentabile al mercato, sia da un punto di vista HW che SW.

I nuovi sviluppi, che nel frattempo si stanno portando avanti, sono certamente molto incoraggianti, l'algoritmo di processing è ormai consolidato e fornisce risultati molto buoni. Si lavorerà ad un device maggiormente indossabile e al coinvolgimento di atleti e pazienti per capillari campagne di test in campo.

Si tratta quindi di un lavoro del tutto work in progress, che il team sta portando avanti con l'obiettivo di raggiungere il mercato quanto prima.

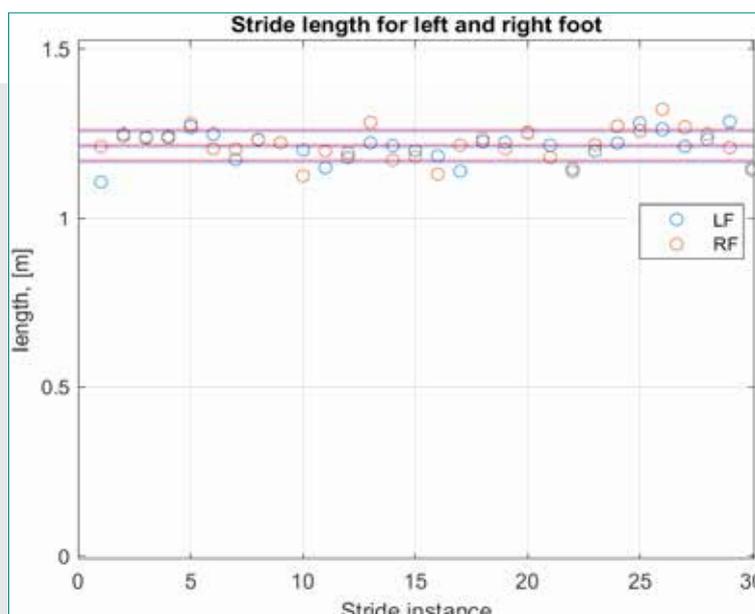


Fig. 4 – Misura della falcata. I valori dei due piedi hanno una media pressoché identica e una variabilità inferiore ai 10 cm.

PAROLE CHIAVE

WEARABLE; GNSS; IMU HUMNA MODELLING; REMOT

ABSTRACT

The REMOT project originates from a very specific end-user need, and in this sense is a strong example of open innovation. The idea is to apply a technology that is already used in other fields, based on the integration of inertial sensors (IMU) and satellite receivers (GNSS), to track the kinematics of the human body with great precision, reliability and continuity.

AUTORI

TIZIANO COSSO - GTER
TIZIANO.COSSO@GTER.IT

GUGLIELMO FORMICHELLA
GUGFOROMPT@GMAIL.COM

GEORGE KURSHAKOV – GTER
GEORGE.KURSHAKOV@GTER.IT

G.ter

Innovations in Geomatics

www.gter.it

info@gter.it

