

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Corso di Laurea in Ingegneria, Informatica

SISTEMI DI RILEVAMENTO TEMPI IN AMBITO MOTORISTICO SPORTIVO E LUDICO

Elaborata nel corso di: Ingegneria del Software.

Tesi di Laurea di:
ANDREA BONDI

Relatore:
Prof. ANTONIO NATALI.
ANNO ACCADEMICO 2016-2017
SESSIONE I

PAROLE CHIAVE

GPS

TELEMETRIA

RACE

SISTEMI DI RILEVAMENTO TEMPI IN AMBITO MOTORISTICO SPORTIVO E LUDICO

Tesi di Laurea di: ANDREA BONDI

Annamaria mia Moglie per il sostegno sempre presente

Loretta e Luciano miei Genitori

Tutti i miei familiari per i preziosi consigli

INDICE

PAROLE CHIAVE	1
INDICE	3
INTRODUZIONE	6
COMPETIZIONE	7
COMPETITIVITÀ.....	7
AGONISMO DI PRESTAZIONE	8
ATTIVITÀ LUDICO MOTORIE.	9
TEMPI E DISTANZE.....	9
L'imperfezione del giudizio sportivo	9
Un cammino verso la precisione	10
Il cavallo di Muybridge	11
I primi record e la misurazione dei tempi nelle prime Olimpiadi.....	13
La nascita dell'AIC.....	15
Nuovi sistemi di rilevazione	16
Photofinish e blocchi di partenza	19
Vittorie al centesimo e al millesimo di secondo	21
L'uso del transponder	25
Punteggi e misure fantasma	26
I vantaggi della tecnologia	28
LA MISURA DELLA PRESTAZIONE.....	29
IL LIVELLO DI SICUREZZA PER IL PILOTA	30
VISION.....	31
IL SISTEMA	31
Descrizione del Sistema.....	31
Descrizione dell'obiettivo	32
Analisi dei Sistemi attuali.....	32
USE CASE	37
ANALISI LOGICA.....	38
ANALISI TECNOLOGICA.....	39

RADIOFREQUENZA.....	40
GLI STANDARD DI DEFINIZIONE DEL TEMPO: UTC, GPS, LORAN E TAI.....	41
Tempo UTC - Tempo Coordinato Universale	41
Tempo GPS.....	41
Tempo LORAN.....	42
Tempo TAI - Tempo Atomico Internazionale	43
SISTEMA DI POSIZIONAMENTO GLOBALE.....	45
Il sistema	45
Principio di funzionamento	46
Il segmento spaziale	47
Il segmento di controllo	49
Stazioni di tracciamento e centro di calcolo	49
Stazioni di soccorso.....	50
Il segmento utente: il ricevitore GPS.....	50
GPS e teoria della relatività.....	51
Analisi ed origine degli errori.....	51
Aumento della Precisione	52
Applicazioni	52
Il GPS nell'utilizzo quotidiano	52
Il GPS su dispositivi mobili	53
Il GPS nelle applicazioni topografiche	55
Il GPS nella sincronizzazione degli orologi terrestri	55
Sistemi alternativi	55
RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION.....	56
Importanza e diffusione	56
Descrizione fisica	58
Tipi di tag RFID	59
RFID tag o Transponder.....	61
Modalità read-only e read/write.....	62
Vantaggi dell'RFID rispetto a codici a barre e bande magnetiche	64
Applicazioni RFID.....	64
ANALISI TECNOLOGICA ATTUALE	67
Smartphone e dispositivi Mobili.....	67
CONFRONTO TECNOLOGIE E ATTIVITA	68
USER INTERFACE.....	69
Interfaccia grafiche per attività Ludica.....	69
Interfaccia grafiche per attività Competitiva	70

SISTEMI DI RILEVAMENTO TEMPI IN AMBITO MOTORISTICO SPORTIVO E LUDICO

Tesi di Laurea di: ANDREA BONDI

SMARTPHONE	71
WEARABLES	72
SMARTGLASS	73
SMARTGLASSES PER REALTA AUMENTATA.....	74
CONCLUSIONI	75
BIBLIOGRAFIA.....	76

INTRODUZIONE

Oggigiorno qualsiasi persona, in possesso di un dispositivo mobile, utilizza applicazioni che spesso hanno bisogno di interagire con l'ambiente circostante utilizzandolo per svariate funzioni.

L'obiettivo di questa tesi `e quello di fornire le informazioni di base che, permettano di impostare un lavoro a sviluppo di rilevamento tempi in ambito motoristico indirizzato al settore ludico.

La tesi si apre citando qualche aneddoto storico sulla nascita e introducendo l'ambiente attuale e parte della storia sull'evoluzione del rilevamento tempi.

Saranno analizzate le componenti fondamentali dei sistemi attuali e verrà introdotto e approfondito il la possibilità dello sviluppo di tecnologie per avere sistemi con costi contenuti agevolando il settore ludico.

L'utilizzo di Tecnologie diverse e l'evoluzione tecnologica dei sistemi ci permettono utilizzando schemi logici analizzati su sistemi già sviluppati di riorganizzare e dare soluzioni per alcuni ambiti indirizzati in ambienti diversi.

COMPETIZIONE

La competizione è un fenomeno presente in ogni ambiente sociale: è definita come la pressione a raggiungere un certo obiettivo/risultato, che un individuo sviluppa verso altre persone, che ritiene al suo stesso livello di preparazione fisica, tecnica, cognitiva o conoscitiva.

La competizione è un tratto fondamentale dell'uomo, pensiamo ad esempio alla teoria sull'origine dell'uomo di Darwin. Alcuni penseranno che sia datata, invece è di estrema attualità e ci consente di comprendere che senza competizione, senza volontà di sopravvivere, di sfuggire ai pericoli che la natura e i predatori costituivano per l'uomo, senza la tendenza a adattarsi ai cambiamenti l'uomo stesso non sarebbe potuto sopravvivere. La nostra esistenza oggi è ben diversa, l'uomo ha eliminato i pericoli che potrebbero causare la sua scomparsa dalla Terra e contemporaneamente ha creato nuovi scenari competitivi: lo sport in primis, ma anche il mondo del lavoro.

COMPETITIVITÀ

La competitività, invece, è la tendenza individuale a impegnarsi a fare del proprio meglio per prevalere sugli altri; in poche parole, lo sforzo che l'atleta fa per vincere ma che non necessariamente si sviluppa in ogni atleta in ugual misura. Ci sono atleti che la sviluppano di più di altri e solitamente il "livello di competitività" è molto più elevato negli sportivi professionisti rispetto che nelle persone "comuni" e agli atleti amatori, poiché possiamo dire che lo sport professionistico è uno dei mondi in cui "per essere qualcuno devi vincere", conseguenza lo sportivo deve anche essere allenato a essere competitivo, a voler prevalere rispetto agli altri.

Un altro mondo caratterizzato di fortissima competitività è quello del management: il manager migliore è chi sa sopportare la pressione e lo stress, governare le emozioni, soprattutto quelle negative come l'ansia, la rabbia, la tensione e nello stesso tempo sa gestire la comunicazione delle sue decisioni agli altri, anche quando queste non sono piacevoli.

Posto che per gli atleti è fondamentale essere competitivi è bene ricordare che altre due dimensioni specifiche della loro personalità, che possono influenzare la loro competitività, sono: l'orientamento al compito e l'orientamento alla vittoria. Il primo indica la volontà di migliorarsi e di migliorare le proprie prestazioni, indipendentemente dalla vittoria; il secondo invece indica la volontà assoluta di primeggiare sugli altri. Ovviamente questi aspetti sono presenti in misura differente nei diversi atleti e potremmo dire che una commistione di: "Competitività, in altre parole impegno a dare il massimo", "orientamento al compito, ovvero volontà di miglioramento delle proprie prestazioni" e "orientamento alla vittoria" da origine alla prestazione perfetta, non irraggiungibile ma sicuramente privilegio di pochi campioni. Questi sono tali poiché sanno gestire la pressione agonistica in quelle sfide in cui sanno che

l'avversario è esattamente al loro livello di capacità tecnica, ma la differenza tra i due viene fatta dalla mente, dalla capacità di gestire la pressione, le proprie emozioni, di pensare attimo dopo attimo, anziché pensare solo all'obiettivo finale della vittoria.

AGONISMO DI PRESTAZIONE

La competizione ha la necessità di un'ufficializzazione attraverso gare o eventi competitivi nasce la necessità di avere strumenti per creare una classifica che deve poter essere creata in conformità a regole e riconosciuto da una Federazione che certifica il risultato dell'agonista e che definisce le regole agonistiche.

Classifica che deve essere creata con una misurazione di tempi e distanze e soprattutto identificazione dell'atleta che partecipa alla manifestazione che pertanto necessita dell'utilizzo di una tecnologia che permetta il rilevamento della prestazione in maniera più accurata possibile.



Figura 1

ATTIVITÀ LUDICO MOTORIE.

La competitività dell'atleta nel confronto con se stesso si evidenzia fundamentalmente nelle attività ludico motorie in cui la necessità dell'atleta di rilevare la propria prestazione diventa elemento di confronto con le proprie prestazioni precedenti per poter permettere il proprio miglioramento.

La rilevazione della prestazione pertanto non ha bisogno di una rilevazione esatta assoluta per un confronto con altri ma può permettere una misurazione relativa con un errore che deve essere pertanto il più costante possibile.

Il settore fortemente in sviluppo sono le attività Ludico Motorie con inserimento di elementi di competizione con l'utilizzo di tecnologia personali di rilevamento prestazione ma soprattutto di visualizzazione e confronto con altri nelle prestazioni da misurare su cui si può competere

TEMPI E DISTANZE

L'imperfezione del giudizio sportivo

Ogni misura è affetta da errore e ogni giudizio umano è imperfetto. Lo prova la finale dei 100 stile libero ai Giochi Olimpici di Roma, disputata alle 21.10 del 27 agosto 1960 allo Stadio del Nuoto. Erano di fronte lo statunitense Lance Larson, miglior tempo in batteria e in semifinale, in corsia 4, e l'australiano John Devitt, primatista del mondo, in corsia 3. L'arrivo fu serrato. Sopra ogni corsia vegliavano tre cronometristi e, a bordo vasca, tre giudici. I tempi erano rilevati in maniera ufficiosa anche da un'apparecchiatura elettronica, collegata alla pistola dello starter. Dei sei giudici coinvolti, tre videro vincitore Devitt e tre Larson. I tempi rilevati dai cronometristi, invece, furono per Larson uno 55,0" e due 55,1", per Devitt tutti 55,2". Per loro Larson aveva vinto in 55"1. Il giudice arbitro, lo svedese Hans Runstroemer, però, attribuì la vittoria a Devitt. Nel regolamento della Federazione internazionale di nuoto (FINA), al comma E dell'articolo 60 si leggeva: "Se in una gara i tempi registrati dai cronometristi non concordano con l'ordine d'arrivo stabilito dai giudici e se i tempi del nuotatore secondo classificato sono migliori, i nuotatori classificati primo e secondo saranno accreditati di un tempo ottenuto attraverso la media dei tempi registrati per i primi due posti". In conformità a quel comma il giudice arbitro alzò il tempo di Larson a 55"2 e diede la vittoria a Devitt. Più tardi Max Ritter, presidente della FINA, confermò l'errore. In un comunicato ufficiale ammise: "Successive indagini effettuate sulle riprese cinematografiche, pur non potendo cambiare il risultato sancito dalla FINA, confermarono l'esattezza del responso cronometrico, documentando che tra i due arrivi esisteva la differenza di un fotogramma".

Un cammino verso la precisione

Cronometro è una parola “greca” che significa "misura del tempo", ma per i Greci nelle gare atletiche non contava il tempo, bensì la vittoria. Era importante solo il vincitore; il nome dei piazzati non passava alla storia e nemmeno i distacchi. Le gare avevano una lunghezza che variava da città a città, perché era diversa l'unità di misura fondamentale, il piede. Così la gara principe, lo stadio, che corrispondeva a 600 piedi misurava 192,28 m a Olimpia, 184,96 m ad Atene e 177,55 m a Delfi. L'occhio del giudice, non il cronometro, decideva la gara. Per questo motivo non mancavano le contestazioni. Nel 396 a.C., per es., Eupolemo fu dichiarato vincitore della gara dello stadio a Olimpia. Uno dei tre giudici, però, vide primo Leone di Ambracia, che presentò ricorso. Non ottenne la vittoria, ma fu inflitta un'ammenda ai giudici corrotti.

Dalla clessidra, impiegata al tempo dei Greci, all'orologio atomico la misurazione del tempo è passata per gradi intermedi: orologi solari, ad acqua, a sabbia, meccanici, elettronici, con precisione sempre maggiore. L'unità di tempo del Sistema Internazionale, il secondo, era definita fino al 1967 come 1/86.400 del giorno solare medio. Poi questa misura è stata sostituita da quella fornita dall'orologio al cesio: oggi il secondo è l'intervallo di tempo durante il quale avvengono 9.192.631.770 oscillazioni di un atomo di cesio (cioè le rotazioni che il nucleo e l'elettrone più esterno di quell'atomo compiono, con uguale periodo, attorno al proprio asse).

Nel 1665, nella brughiera di Kensington, il fisico Isaac Newton, ventiduenne, misurò una gara di miglio con un cronometro fabbricato dall'orafo Hans Diettmer di Ginevra. Sir Archibald Glover di Nottingham, nobile 'spiantato', aveva scommesso che avrebbe corso il miglio in meno di 5 minuti. Newton rilevò che il miglio era stato coperto in 4'58"1/2.

Il 22 settembre 1796 il francese Alexis Bouvard, astronomo dell'Observatoire de la République, al Champs-de-Mars di Parigi, cronometrò al quinto e al decimo di secondo una serie di prove di corsa a piedi. Negli ippodromi si cronometrava al quinto di secondo già nel Settecento, quando ebbero vita le gare di Epsom (Derby e Oaks) e di Ascot, e le St. Leger Stakes. Furono le scommesse a promuovere l'ippica. Quando a Newmarket, nel 1622, un cavallo di Lord Salisbury batté uno del marchese di Buckingham, la posta era di 100 sterline, una cifra enorme. Con grosse puntate l'esigenza di migliorare la certezza degli arrivi e la qualità dei tempi si fece presto sentire.

Anche in atletica il primo motore fu la scommessa. Le corse sul miglio o suoi sottomultipli erano abituali all'inizio dell'Ottocento. Si partiva con un battito di mani (hand clap) o con la bandiera (drop of a flag, per i francesi start au drapeau) o per mutuo consenso (mutual consent). I cronometri, di solito, erano al secondo, poi al mezzo secondo. Quando presero piede le prove veloci, non bastò più.

Infatti, misurare una gara di sprint al mezzo secondo comportava che, in caso di un reale 9"6, 9"7, 9"8 o 9"9, il cronometro desse sempre 9"1/2, visto che la lancetta sarebbe scattata sui 10 netti.

Il 10 giugno 1829 nella prima sfida tra gli equipaggi delle università di Oxford e Cambridge sul Tamigi, da Hambleden Lock a Henley Bridge, controcorrente, sulla distanza di due miglia e un quarto, si impose Oxford in 14'30".

Il distacco fu talmente netto che la vittoria avvenne, secondo le cronache dell'epoca, easily. Oxford, insomma, vinse 'bene', cioè con un vantaggio tale da non ammettere contestazioni. Nonostante il sensazionale ex aequo del 24 marzo 1877, ancora oggi la Boat Race è misurata al secondo.

Furono cronometrate al secondo anche le prime gare di nuoto. Il 14 febbraio 1846, ai Robinson Baths di Sydney, W. Redman coprì 440 yards in 8'43".

Ancora nel 1908, il primo record femminile omologato dalla FINA – 1'35" della tedesca Martha Gerstrung nei 100 stile libero – fu misurato al secondo.

L'atletica, dove la velocità è cinque volte più alta, fu subito più esigente, così le gare del primo dual meet tra le università di Oxford e di Cambridge, nel marzo 1864, furono misurate al quarto di secondo. Alla fine dell'Ottocento si affermarono i cronometri al quinto di secondo. Ma nelle prove lunghe, in terra e in acqua, bastava il minuto. Così, se il 31 maggio 1868 a Parigi, nel Parc de Saint-Cloud, la prima gara per velocipedi sui 1200 m fu vinta dal britannico James Moore in 3'50", lo stesso Moore il 7 novembre 1869 s'impose nella Parigi-Rouen, di 123 km, in 10h40'. Il 2 febbraio 1870 la prima corsa su strada disputata in territorio italiano, la Firenze-Pistoia, di 33 km, venne vinta dall'americano Rynner Van Heste in 2h12'. La prima traversata della Manica, 24 agosto 1872, fu compiuta da Matthew Webb in 21h45'.

Ancora al minuto venne misurata la prima Parigi-Roubaix, il 19 aprile 1896, vinta dal tedesco Josef Fischer in 9h17', in un'epoca in cui i velocipedi avevano già ceduto il posto alle bici.

Il cavallo di Muybridge

Nell'Ottocento la ricerca inventò nuovi mezzi per valutare la prestazione sportiva. Al cronometro, che misura il tempo reale, si aggiunse il cronografo – dal greco *crónos*, "tempo", e *grápho*, "scrivo" – che misura intervalli di tempo.

Nel cronografo sdoppiante (in francese *rattrapante*) la lancetta dei secondi poteva essere fermata e riavviata senza fermare l'orologio.

Erano comparsi intanto gli orologi elettrici. Il 10 ottobre 1840 Alexander Bain depositò il primo brevetto.

Subito dopo Matthias Hipp inventò il cronoscopio registratore per tempi ultracorti.

Alla fine dell'Ottocento si misurava già con cronometri elettrici al centesimo di secondo. Tuttavia non erano ancora molto affidabili.

Il 14 novembre 1902, per es., sul campo dell'università di Tokyo, diedero a Minoru Fujii 9,20" sulle 100 yards (91,44 m) e 10,24" sui 100 metri: tempi impossibili per l'epoca

Un grande aiuto venne dalla fotografia. Il 15 giugno 1878 Eadweard Muybridge a Palo Alto, in California, fotografò il trottatore Abe Edgington che tirava il sulky. Il proprietario del cavallo, Leland Stanford, magnate delle ferrovie, aveva scommesso che nella corsa c'era un momento in cui le zampe non toccavano il suolo e voleva la prova. Muybridge usò 12 camere stereoscopiche allungando fili nella pista. Il cavallo, rompendo i fili, fece scattare gli otturatori. Le 12 fotografie di quel cavallo, prese in mezzo secondo, diedero ragione a Stanford e regalarono allo sport le prime sequenze di un movimento congelato nel tempo. Su quella pista fu costruita la Stanford University, 'culla' di molti olimpionici.

Muybridge e il fisiologo francese Étienne-Jules Marey, inventore del fusil photographique, capace di fissare il volo degli uccelli, furono i primi a usare le tecniche fotografiche per catturare il moto. Il passaggio dalla ricerca alla pratica fu immediato. Nel 1886, a Hartford, nel Connecticut, nel Grand Prix Circuit Trotting Meeting, fu scattata la prima fotografia istantanea dell'arrivo di una corsa. L'occhio umano era sostituito dalla fotografia. Poco dopo, ai Campionati AAU (Amateur Athletic Union) di St. Louis del 1891, i vincitori segnarono i primi tempi automatici della storia in una gara ufficiale, con la rottura del filo di Muybridge, che azionava meccanicamente un cronografo.

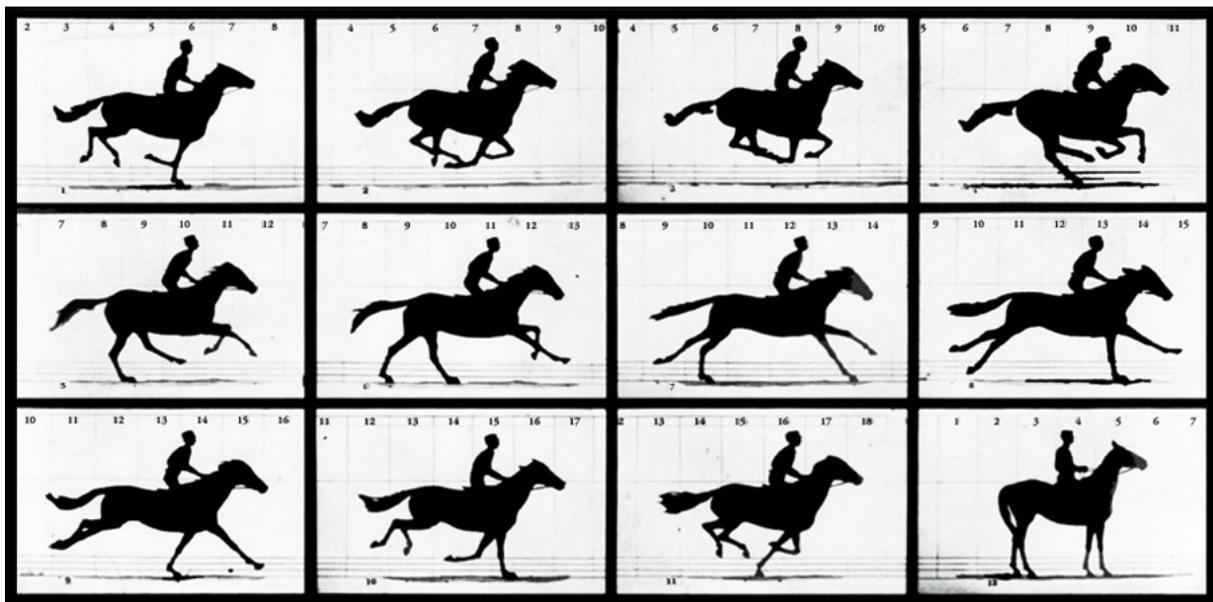


Figura 2

I primi record e la misurazione dei tempi nelle prime Olimpiadi

La prova principale dello sprint nei paesi anglosassoni era rappresentata dalle 100 yards. Il primo grande sogno dei velocisti moderni fu di scendere sotto i 10 secondi su quella distanza. C'erano già oltre cento 10"0, quando, l'11 ottobre 1890, John Owen segnò 9"4/5 ai Campionati AAU. Quel giorno due cronometri segnarono 9"4/5, il terzo non si fermò. Anche se il regolamento imponeva tre cronometri per il record, il tempo di Owen fu egualmente omologato dalla AAU. Sulle 100 yards in acqua, il 'muro' del minuto venne abbattuto dall'australiano Freddy Lane che, nel luglio 1902 a Manchester, nuotò in 59"3/5 in vasca da 33 yards e 1/3.

Ad Atene la prima gara delle Olimpiadi moderne, una batteria dei 100 m, fu misurata da un Longines al quinto di secondo, il 25 marzo 1896 del calendario giuliano ivi vigente, il 5 aprile del calendario gregoriano altrove adottato. Vinse lo statunitense Francis Lane in 12" e 1/5 sull'ungherese Alajos Szocoly, 12" e 3/5.

Al quinto di secondo furono misurati ad Atene le gare di corsa, ciclismo e nuoto. In un quinto di secondo, sui 100 metri piani, si percorrevano quasi due metri: un cronometro più preciso sarebbe stato utile. Poco senso avrebbe avuto, invece, usare cronometri più raffinati, per es., nei 1200 m stile libero, nuotati nel mare mosso della baia di Zea, con partenza dalle barche, senza corsie, e arrivo segnato solo da una bandiera rossa. In ogni caso Alfréd Hajos vinse con due minuti e mezzo di vantaggio.

Nel 1904, ai Giochi di St. Louis, i limiti del cronometraggio al quinto di secondo risultarono evidenti. Nelle 50 yards stile libero l'ungherese Zoltan Halmay precedette di un piede lo statunitense Scott Leary, ma i cronometri diedero lo stesso tempo: 28"1/5. Il giudice statunitense ne approfittò per dire che aveva vinto Leary. Si dovette disputare nuovamente la gara. Halmay s'impose in 28"0 contro i 28"3/5 di Leary.

Per ridurre l'errore umano, all'inizio del secolo, in Svizzera, fu sperimentato le système du fil coupé, il sistema del filo spezzato. L'atleta, partendo, rompeva un filo che reggeva un peso: questo, cadendo, stabiliva un contatto elettrico. L'impulso era registrato da un cronografo sulla linea d'arrivo, dove un secondo filo, spezzato dall'atleta, arrestava la lancetta. Questo sistema automatico esordì con successo al concorso ginnico di Basilea nel 1912.

Ai Giochi di Londra del 1908, nei 100 e 200 metri piani fu preso solo il tempo del vincitore al quinto di secondo e i distacchi erano dati in yarde (yards), piedi (feet) e pollici (inches). A quelli di Stoccolma del 1912, si abolirono le corde rette da picchetti per delimitare le corsie, sostituite da righe di gesso, comparve la pistola elettrica e ci fu il primo cronometraggio elettrico. Allo sparo dello starter un contatto chiudeva il circuito e un elettromagnete faceva partire il cronometro, fermato poi a mano sulla linea d'arrivo: i tempi erano al decimo di secondo. Il cronometro del giudice-capo faceva scattare anche una foto istantanea. Grazie a essa, nei 1500 m lo statunitense Abel Kiviat ricevette l'Argento a spese del connazionale Norman Taber, arrivato al traguardo insieme a lui in 3'56,9". Sempre a Stoccolma, il 6 luglio,

Donald Lippincott, correndo in 10,6" nelle batterie dei 100 m, stabilì il primo record del mondo ufficiale ratificato dalla neofondata IAAF (International association of athletics federations).

Il cronometraggio al centesimo di secondo fu usato per la prima volta il 2 febbraio 1924 a Chamonix sulla pista da bob. Quella misura storica fu effettuata con il système du fil coupé nel bob a quattro. Dopo due giorni di gare e quattro discese Svizzera 1 s'impose in 5'45,54" con oltre 3" su Gran Bretagna 2 e addirittura 17" su Belgio 1. L'equipaggio italiano del marchese Torielli fu sesto con un minuto e mezzo di distacco.

Il bob fu ancora – a Lake Placid nel 1932 e a Garmisch nel 1936 – l'unico sport olimpico cronometrato al centesimo primo della Seconda Guerra Mondiale. Molti anni dopo, a Grenoble nel 1968, il centesimo di secondo non impedì che Eugenio Monti e Luciano De Paoli, dopo quattro discese, finissero alla pari con i tedeschi dell'Est Horst Floth e Pepi Bader: 4'41,54". L'oro fu dato agli italiani, protagonisti della discesa più veloce. Ma dopo quell'episodio il regolamento fu cambiato, così, quando a Nagano, nel 1998, i canadesi Pierre Lueders-Dave MacEachern e gli italiani Günther Huber-Antonio Tartaglia realizzarono lo stesso tempo, 3'37,24", furono assegnate due medaglie d'oro (e nel bob a quattro ci furono due medaglie di bronzo).

Tab. 2. Evoluzione delle misurazioni dei tempi ufficiali ai Giochi Olimpici	
Data/luogo	Misurazione dei tempi
776 a.C. Olimpia	Il tempo non conta
1896 Atene	Tempi manuali al quinto di secondo
1912 Stoccolma	Tempi elettrici semiautomatici al decimo
1924 Chamonix	Centesimo elettrico automatico nel bob a 4
1960 Roma	Centesimo nel ciclismo, canoa, canottaggio
1964 Innsbruck	Centesimo nello sci alpino
1972 Monaco	Centesimo in atletica (gare veloci) e nuoto
1976 Innsbruck	Millesimo nello slittino
1976 Montreal	Millesimo nel ciclismo su pista
1996 Atlanta	Millesimo nella canoa
1998 Nagano	Millesimo nello short-track

Figura 3

La nascita dell'AIC

Nella prima parte del Novecento il cronometro divenne centrale per gli atleti. Paavo Nurmi, miglior fondista del secolo, lo portava in allenamento e in gara. Ma ancora ai primi Europei di canottaggio sul Lago d'Orta, il 10 settembre 1893, i cronometristi non c'erano. Nemmeno i primi due Giri d'Italia d'automobilismo, nel 1901 e 1902, furono cronometrati. Agli Assoluti di atletica del 1903 i cronometristi non arrivarono e le gare furono senza tempi. I cronometristi erano appassionati volenterosi. Qualcuno divenne famoso, come Gilbert Marley, un inglese trapiantato a Milano, campione dell'era dei bicli, soprannominato 'Castigo di Dio', primo a introdurre in Italia il cronografo al decimo. Altri potevano solo vantare il possesso del cronometro. Nel dopoguerra, però, lo sport divenne così importante, che la sua misura non poté più, essere lasciato ai dilettanti.

Il 3 novembre 1921, a Milano, nacque il Sindacato italiano cronometristi ufficiali, i cui fondatori erano Gilbert Marley, Carlo Legnazzi, Leonardo Acquati, Achille Macoratti, Ferruccio Massara, Giancamillo Avezano, Edoardo Teoli. L'associazione fu riconosciuta dal

CONI nel settembre 1925. Dal 1927 si chiamò Associazione italiana cronometristi (AIC) ed ebbe per marchio una clessidra.

Riguardo all'attendibilità dei cronometri agli Europei di nuoto di Bologna, il 31 agosto 1927, il segretario della FINA Leo Donath radunò gli aspiranti cronometristi, diede il via ai loro cronometri e dopo 20 minuti comandò l'alt: i cronometri furono controllati uno a uno e quelli che marcavano uno scarto di qualche quinto di secondo furono rifiutati. Chi superò l'esame ebbe la soddisfazione di firmare il grande record del mondo di Arne Borg, 19'07"1/5 sui 1500 m.

Mancando un'organizzazione internazionale – solo nel 1983 il CIO riconobbe la Federazione internazionale cronometristi – non c'era uniformità. Soltanto ai Giochi di Los Angeles del 1932 gli organizzatori diedero a un'unica ditta, l'Omega, la responsabilità del cronometraggio e per la prima volta si usarono cronometri identici.

In Italia il 19 ottobre 1933 Achille Starace, presidente del CONI, stabilì che tutte le manifestazioni sportive dovessero essere presenziate da cronometristi ufficiali e ammise l'aIC tra le federazioni 'non olimpiche'. Allora un cronometrista di classe A e B – i migliori, impiegati nelle gare nazionali e internazionali – doveva essere in possesso di due cronografi sdoppianti, di cui uno certificato da uno dei seguenti osservatori: Neuchâtel, Physical Laboratory Teddington, Ginevra, Kew, Istituto Idrografico di Genova. Solo i cronometristi di classe A venivano impiegati nei tentativi di record.

Nuovi sistemi di rilevazione

La IAAF insisteva nell'omologare i primati al quinto di secondo, anche quando si erano diffusi i cronometri al decimo. Questo complicò le cose. Così, quando Charles Paddock, il 15 maggio 1926, a Los Angeles, segnò 9,5" sulle 100 yards, il suo tempo fu omologato come 9" e 3/5, il che corrispondeva ad aver eguagliato il primato del mondo; in realtà un cronometro al quinto di secondo al 9,4" reale sarebbe scattato sul 9" e 2/5 e la lancetta sarebbe rimasta lì fino al 9,6" reale, attestando che Paddock aveva battuto il record del mondo.

Con il miglioramento del cronometraggio si cominciò a fare attenzione ai campi di gara. Così, ai Campionati italiani del 1°-2 settembre 1928, nel nuovissimo Stadio del Nuoto di Roma, si scoprì che la vasca non era regolamentare. Il presidente dell'Opera Nazionale Balilla, Renato Ricci, in polemica con il CONI, aveva voluto una piscina trapezoidale: i lati misuravano 50,18 e 49,95 m. I primati italiani furono omologati ugualmente.

Nel 1930 la IAAF decise di riconoscere come primati del mondo della velocità solo i tempi al decimo di secondo. Questo decretò la fine dei cronometri al quinto di secondo anche in Italia.

Il 1° agosto 1932, al Memorial Coliseum Stadium di Los Angeles, Eddie Tolan e Ralph Metcalfe giunsero insieme al traguardo della finale olimpica dei 100 m. La decisione, contrastata, fu presa dopo aver consultato un apparecchio nuovo, la Photo-electric Camera,

inventata da Gustavus Thaddeus Kirby. Era chiamata anche Two eyes camera, "camera a due occhi", uno fissato sul traguardo, l'altro su un cronografo digitale; l'apparecchio aveva la possibilità di filmare 128 immagini al secondo e permetteva la lettura dei tempi fino ai centesimi. Il nuovo strumento mostrò che la parte dorsale del corpo di Tolan, più inclinato sul traguardo, era un pollice avanti a quella di Metcalfe; tuttavia a entrambi fu assegnato un tempo di 10,38", arrotondato poi a 10,3", record del mondo eguagliato. Oggi si considera vincitore chi 'raggiunge' per primo il traguardo con una qualsiasi parte del torso; all'epoca, invece, chi lo 'oltrepassava' per primo. L'analisi del filmato mostra che Tolan e Metcalfe raggiunsero insieme il traguardo con il petto, ma, un piede dopo, i due dorsi non erano allineati: quello di Tolan era avanti. Parecchie ore dopo la gara, la vittoria fu assegnata a Tolan. Da allora, però, la regola fu cambiata e venne presa in considerazione la prima parte del torso che raggiunge il traguardo (petto o spalla).

Quel giorno la macchina si era mostrata migliore dell'uomo. Così l'uomo incominciò ad affidarsi alla macchina come a un giudice superiore. La Kirby Camera fu protagonista anche agli Europei di Torino del 1934. L'8 settembre di quell'anno i giudici dei 100 metri videro primo il tedesco Erich Borchmeyer in 10,6". La folla, invece, aveva applaudito l'olandese Christiaan Berger, che aveva esultato certo di aver vinto. Fu analizzato il film dell'arrivo e il giorno successivo – la pellicola fu inviata a Milano per lo sviluppo – il risultato fu rovesciato.

Due anni dopo, il 6 agosto 1936, ai Giochi di Berlino, per decifrare l'arrivo degli 80 ostacoli, si fece ricorso a un apparecchio derivato dalla Kirby Camera, la Ziel-Zeit Kamera, che dava 50 immagini al secondo, ma leggeva un cronometro marino al millesimo. Sotto gli occhi di Hitler quattro atlete arrivarono insieme sul traguardo e due erano italiane. La Ziel-Zeit Kamera, dando il primo responso della storia olimpica al millesimo, le allineò così: 1. Ondina Valla (Italia) 11,748"; 2. Anni Steuer (Germania) 11,809"; 3. Betty Taylor (Canada) 11,811"; 4. Claudia Testoni (Italia) 11,818". Tutte e quattro furono accreditate dello stesso tempo ufficiale: 11,7".

La tecnologia dello sport non riguardava soltanto il cronometro. Nella scherma il problema di ridurre l'errore umano era pressante. I verdetti davano luogo a polemiche, risse, duelli. Agli Europei di Budapest del 1934 fu provato un congegno rivoluzionario nella spada: sulla stoccata la punta provocava un contatto elettrico che registrava il punto in maniera automatica. Il sistema, perfezionato ai Mondiali di Losanna del 1935, debuttò sulla scena olimpica a Berlino. Ci vollero vent'anni per introdurre il fioretto elettrico, provato ai Mondiali di Roma del 1955, e poi lanciato ai Giochi di Melbourne del 1956, e addirittura cinquanta anni per la sciabola elettrica, che fece il suo esordio nelle finali di Coppa del Mondo del 1985 a Dourden, in Francia, ma comparve sulla scena olimpica solo nel 1992 a Barcellona. Le armi elettriche rivelavano subito la precedenza della stoccata.

A poco a poco furono messe a punto le periferiche di comando a contatto elettrico: il traguardo a filo, tagliato dall'atleta sulla linea d'arrivo; il pressostato, sollecitato da una variazione di pressione prodotta dallo schiacciamento di un tubo di gomma sul traguardo; il

cancelletto di partenza dello sci, in cui un'asta ruotando chiude il circuito elettrico di comando del cronometro; e, soprattutto, la cellula fotoelettrica, nella quale un fascetto di luce sostituisce il filo: l'interruzione del fascio dovuta al passaggio di un oggetto – sciatore, atleta, cavallo, vettura – provoca un impulso elettrico recepito dal cronometro. Già nel 1929 le prime fotocellule comparvero negli ippodromi del Nord America. Nel 1934 furono introdotte le cellule a raggi infrarossi, non sensibili all'influenza della luce esterna. In Italia, nel 1935, l'IC pubblicò un manuale intitolato *Il cronografo Leroy-Brillié* e gli interruttori a cellula fotoelettrica. Quel cronografo fu adottato nell'automobilismo, spesso collegato al cronometro Nardin da marina: a ogni passaggio di una vettura tra gli interruttori della fotocellula del traguardo, la stampante registrava su carta i tempi al centesimo. Il 15 febbraio 1935 cronometrò i record di Hans von Stuck sull'autostrada Firenze-Mare: 308,483 km/h sul chilometro (primato nazionale) e 326,975 km/h sul miglio (primato mondiale). Il 15 giugno misurò anche i record di Tazio Nuvolari: 321,428 e 323,325 km/h.

Il 12 maggio 1935, nel GP di Tunisi sul circuito della Mellaha, vinto da Rudolf Caracciola, un grande tabellone elettronico indicò nomi e tempi dei primi cinque. Le alte velocità dell'automobilismo – Caracciola nel 1938, sull'autostrada Francoforte-Heidelberg, raggiunse i 423,3 km/h – pretendevano misure precise. Così il 12 ottobre 1936, la vittoria di Nuvolari nella Coppa Vanderbilt a Long Island fu cronometrata al centesimo: 4h32'44"04.

La IAAF, al congresso di Berlino del 1936 affrontò il problema del vento e stabilì che nelle corse veloci e nei salti per l'omologazione del record la velocità-limite fosse di +2 m/s. Così ai Giochi del 1936, nei quarti di finale dei 100 m, Jesse Owens segnò 10"2: sarebbe stato record del mondo uguagliato, ma non fu omologato per la presenza di un vento di +2,3 m/s. Nel 1970 la IAAF prese la singolare decisione di considerare per pentathlon e decathlon una velocità-limite del vento di +4 m/s, doppia di quella delle gare individuali. Il vento ha spesso fatto discutere. Al Sestriere, il 29 luglio 1995, il cubano Ivàn Pedrosa saltò 8,96 m in lungo. Sarebbe stato il record del mondo. L'anemometro registrò un vento di +1,2 m/s. Solo per caso una telecamera mostrò una persona piazzata davanti all'apparecchio, che impediva la misura corretta del vento.

Il 2 settembre 1938 il cronometraggio elettrico al centesimo fu introdotto all'Idroscalo di Milano agli Europei di canottaggio. Due finali furono decise per un centesimo: il 4 con tedesco bruciò l'armo azzurro di Fioretti, Del Neri, Achini, Isella, timoniere Bardelli, 7'01,21" contro 7'01,22", mentre il 2 con italiano di Bergamo, Santin, timoniere Bettini, batté la barca tedesca, 8'14,57" contro 8'14,58".

In piena guerra le fotocellule furono usate ai Mondiali di sci di Cortina. Il 2 febbraio 1941 cronometrarono la discesa libera vinta da Josef Jennewein, 4'03,97", e rivelarono le qualità del giovane Zeno Colò: scese da apripista e segnò il secondo tempo assoluto, 4'08,36". Furono al decimo, invece, le vittorie di Celina Seghi e Vittorio Chierroni nella discesa obbligata, come si chiamava allora lo slalom. A Cortina anche il fondo fu cronometrato al centesimo. Nella 4x10 km gli azzurri furono terzi, con 2h33'50,21". Quindici anni dopo, alle

Olimpiadi Invernali del 1956, sempre a Cortina, i tempi del fondo furono invece cronometrati al secondo.

La prima vittoria italiana ai Giochi Invernali fu al decimo di secondo, il 5 febbraio 1948, quando Nino Bibbia, dopo sei prove, vinse lo skeleton a St. Moritz con il tempo ufficiale di 323"2. Anche Colò, il 16 febbraio 1952, quando trionfò in discesa ai Giochi di Oslo, fu cronometrato al decimo in 2'30,8". Lo stesso toccò a Toni Sailer nei Giochi del 1956.

Photofinish e blocchi di partenza

A Montreal '76 i sensori mostrarono che Guy Drut aveva vinto i 110 ostacoli grazie al miglior tempo di reazione: 0,135" contro 0,223" del cubano Alejandro Casañas (tempi finali: 13,300" e 13,330"). Per lo stesso motivo, invece, Carl Lewis il 14 giugno 1991 mancò il record del mondo, bruciato da Leroy Burrell: 9,91" contro 9,90", primato mondiale, con tempi di reazione di 0"166 contro 0,117".

All'inizio del Novecento non c'era limite alle false partenze. Il vincitore dei 100 m di Stoccolma 1912, Ralph Craig, ne subì 16 negli ultimi due turni, 9 in semifinale e 7 in finale: Craig stesso ne causò tre in finale. Una cosa L'ippica era all'avanguardia nella tecnologia sportiva. Già nel 1913 a Ellerslie, Auckland, in Nuova Zelanda, era stato inaugurato il primo totalizzatore automatico, completamente meccanico, ideato da George Alfred Julius. Nel 1931 all'ippodromo Hawthorne di Chicago funzionavano cronometraggio e totalizzatore elettrici. Nel 1932 operava già il primo photofinish. Nel 1940 le gabbie, introdotte già alla fine degli anni Venti, ebbero l'apertura elettrica simultanea.

Per una misura corretta la fotocellula non bastava: controllava solo un punto e un concorrente, e poteva cogliere il braccio dell'atleta, invece del petto. Era necessario dunque un apparecchio in grado di riprendere tutti i punti di un corpo o più concorrenti in parallelo. Inventato da Lorenzo Del Riccio, ingegnere ottico del laboratorio di ricerche della Paramount Pictures, a Hollywood, il photofinish produceva una serie continua di fotografie del passaggio in un punto fisso, il traguardo, e permetteva di decifrare l'ordine d'arrivo dei concorrenti. Divenne uno strumento fondamentale per lo sport.

Il primo photofinish usato ufficialmente ai Giochi Olimpici, il Racend Omega Timer, fu impiegato a Londra nel 1948 nel ciclismo, sulla pista di Herne Hill e a Windsor Great Park. In atletica, invece, servì solo come supporto dei giudici, però diede la vittoria a Harrison Dillard su Barney Ewell nei 100 m.

Fu ancora il photofinish a delineare l'arrivo della finale dei 100 m alle Olimpiadi di Helsinki del 1952: quattro uomini si proiettarono insieme sul traguardo nel più serrato arrivo della storia. Lindy Remigino, oriundo piemontese, appena arrivato disse: "Sono sicuro di essere stato battuto da McKenley". Ma il photofinish mostrò chiaramente che la sua spalla destra aveva raggiunto il traguardo un pollice prima del petto di Herb McKenley.

I blocchi di partenza fecero la loro prima comparsa ai Giochi a Londra 1948. Già nel 1927 gli americani George T. Breshnahan e William W. Tuttle li avevano messi a punto per le gare veloci. Secondo i due ricercatori i blocchi di partenza davano un vantaggio di 34 millesimi di secondo. L'8 giugno 1929 i blocchi furono usati a Chicago ai campionati universitari. George Simpson corse le 100 yards in 9,4", ma il tempo non fu omologato dalla IAAF, che ammise i blocchi nel 1937 e li rese obbligatori a Mosca 1980. Così Owens vinse 100, 200 e 4x100 olimpici partendo da buchette che si era scavato nella pista.

Gli starting blocks non risolsero il problema delle partenze simultanee. Già negli anni Venti gli starter tedeschi erano diventati celebri per la partenza fertig-bum, la partenza volante: azionavano la pistola (bum!) subito dopo il segnale "pronti!" (fertig!). Armin Hary sembrava figlio di quella scuola. In realtà aveva riflessi pronti e un'accelerazione straordinaria. Un buon velocista reagisce in 15/100 di secondo allo sparo. Hary era più rapido. La sua partenza divenne nota come Blitz-Start, partenza-fulmine, un'ossessione per gli starter. Fu Hary, primo atleta a correre i 100 in 10"0, medaglia d'oro ai Giochi di Roma, a stimolare la ricerca sui tempi di reazione.

A Città del Messico '68, dietro a ciascun atleta venne posto un altoparlante, per avere segnali di partenza simultanei: il suono nell'aria si propaga a 340 m/s, quindi due atleti distanti 10 metri possono percepire lo stesso segnale con 3/100 di ritardo (nei 200, nei 400, in staffetta le distanze sono molto maggiori). Quattro anni dopo, a Monaco '72, i tecnici della Junghans piazzarono nei blocchi dei sensori a pressione per misurare i tempi di reazione allo sparo: al di sotto dei 100 millesimi di secondo era falsa partenza.

impensabile nell'era della TV, in cui non ci devono essere tempi morti nella programmazione. Così dal 2003 la IAAF consente una sola falsa partenza: poi scatta la squalifica.



Figura 4



Figura 5

Vittorie al centesimo e al millesimo di secondo

Nel 1950, quando nacque il Campionato del Mondo di Formula 1, si usavano cronometri al decimo di secondo. Nella prima prova, a Silverstone, in Inghilterra, il 13 maggio, Giuseppe Farina, su Alfa Romeo, conquistò la pole position in 1'50,8", poi vinse la gara alla presenza di re Giorgio VI.

La prima gara del Campionato del Mondo di motociclismo, il Tourist Trophy, si era già svolta all'isola di Man il 17 giugno 1949: nella classe 250 aveva vinto la Guzzi dell'irlandese Manliff Barrington in 3 ore 23'13,2".

Nel mondo dei motori, caratterizzato da alte velocità, i progressi furono rapidi. Già nel GP del Messico, 25 ottobre 1964, vinto da Dan Gurney, si cronometrò al centesimo. A Watkins Glen, 3 ottobre 1971, fu introdotto il millesimo. Nella stagione 1982, per la prima volta, tutti i Gran Premi di F1 furono al millesimo. Il Motomondiale seguì a breve distanza: il centesimo fu introdotto nel 1974, poi, nel 1990, si passò al millesimo di secondo. Il millesimo, però, non risolse ogni problema. Il 25 ottobre 1997, nel GP d'Europa a Jerez de la Frontera, tre piloti – Jacques Villeneuve, Michael Schumacher e Heinz-Harald Frentzen – segnarono lo stesso tempo, 1'21,072" nelle prove di qualificazione. Villeneuve ebbe la pole position, avendo ottenuto per primo quel tempo, Frentzen, che lo aveva realizzato per ultimo, partì in seconda fila.

Il primo oro individuale al centesimo della storia dei Giochi Olimpici fu conquistato nel ciclismo da Sante Gaiardoni il 26 agosto 1960, quando vinse il chilometro da fermo in 1'07,27", primato del mondo. Al Velodromo Olimpico all'Eur e al Lago di Albano, campo di gara di canoa e canottaggio, furono installate fotocellule collegate a un apparecchio scrivente al centesimo.

In atletica e ciclismo, ai Giochi di Roma, il photofinish, collegato alla pistola dello starter, impressionava cento fotogrammi al secondo. Non ci furono dubbi nel decifrare l'arrivo dei 400 m, quando lo statunitense Otis Davis e il tedesco Karl Kaufmann tagliarono insieme il filo di lana: il photofinish mostrò che i due erano divisi da un centesimo di secondo, 45,07" contro 45,08", anche se ebbero lo stesso tempo ufficiale, 44,9", record del mondo.

Ai Giochi di Innsbruck del 1964 anche lo sci alpino ebbe tempi ufficiali al centesimo. Il cronometraggio automatico, però, si mostrò subito insufficiente: nel gigante non riuscì a separare Christine Goitschel e Jean Marlene Saubert, 1'53,11", medaglie d'argento dietro Marielle Goitschel. Alle Olimpiadi il decimo di secondo nel fondo fu introdotto nell'edizione di Lake Placid del 1960. Fondo e pattinaggio di velocità furono misurati al centesimo solo a Sapporo nel 1972. Il ritardo fu grave per il pattinaggio, inflazionato dagli ex aequo. A St. Moritz, nel 1928, cinque pattinatori erano saliti sul podio dei 500 m. Per quattro volte si erano avuti tre atleti a pari merito sul podio. Un solo pattinatore, il sovietico Yevgeni Grishin, aveva collezionato tre medaglie olimpiche ex aequo.

Il progresso non fu immune da errori. A Tokyo 1964 nelle corse veloci i tempi elettrici vennero abbassati di 5/100 e arrotondati al decimo. Così il 15 ottobre 1964 Bob Hayes vinse i 100 m in 10,06", che fu letto 10,01" e arrotondato a 10,0", record del mondo uguagliato. Ma i cronometri manuali segnarono 9,8", 9,9" e 9,9".

Il 20 giugno 1968 a Sacramento Jim Hines vinse la prima semifinale dei Campionati AAU su Ronnie Ray Smith. Charles Green s'impose nell'altra semifinale. Tutti e tre ebbero 9,9". Ma i

tempi elettrici furono 10,03" e 10,14" per Hines e Smith, e 10,10" per Green. I tempi manuali non erano più credibili. Grazie a essi Smith, che non lo meritava, divenne primatista del mondo. Il primo storico 'meno dieci' sui 100 m fece molto discutere. La IAAF, poche settimane dopo, valutò il vantaggio del cronometraggio manuale su quello elettrico in 24/100. Come dire che a Bob Hayes fu negato il primo 'meno dieci' della storia e che Jim Hines aveva corso in 9,8" a Sacramento.

Nel nuoto il photofinish non serve poiché la mano tocca il bordo della piscina sott'acqua, dove la visione è artefatta. Furono quindi realizzate piastre sensibili al tocco della mano e non al moto ondoso, che non potevano avere uno spessore superiore a 1 cm, per non superare il limite di tolleranza della vasca (3 cm). Le piastre di contatto, già presenti a Tokyo 1964 e agli Europei di Utrecht 1966, furono usate ufficialmente ai Panamericani di Winnipeg: lì, il 27 luglio 1967, Ken Walsh, nuotando i 100 m stile libero in 52,58", stabilì il primo record del mondo al centesimo. Le piastre di contatto trasformarono il nuotatore in cronometrista. Era la mano dell'atleta a fermare il tempo.

Le piastre erano salite agli onori della cronaca già ai Giochi di Tokyo 1964. Nei 100 m stile libero il tedesco Hans-Joachim Klein e lo statunitense Gary Ilman toccarono contemporaneamente, in 54,0", dietro a Schollander e McGregor. Per assegnare il bronzo si consultò l'impianto automatico. I due avevano lo stesso tempo anche al centesimo di secondo, ma Klein era di un millesimo più veloce. Dopo 35 minuti di discussione i giudici decisero che bastava, anche se il cronometraggio elettronico non era ufficiale, e diedero il bronzo a Klein. Un millesimo di secondo, però, equivaleva a meno di 2 mm e la tolleranza nella misura della vasca, da percorrere due volte, era di 3 cm.

Ai Giochi Olimpici, fino al 1972, nelle corse veloci e in vasca, i tempi ufficiali continuarono a essere arrotondati al decimo, nonostante la presenza di sistemi elettronici affidabili. Nell'atletica, però, si registrarono ancora primati manuali fino al 1° maggio 1977: da quel momento ebbero valore solo i record elettrici al centesimo. Ai Giochi Olimpici il cronometraggio al centesimo di secondo integrale incominciò a Monaco 1972. Fu usato nella prima edizione dei Mondiali di nuoto a Belgrado 1973, così, il 9 settembre 1973, firmò il record del mondo di Novella Calligaris sugli 800 m stile libero: 8'52,97". Nel 1974 si cronometrava già al centesimo nei Campionati italiani di atletica a Roma e di nuoto a Firenze.

Già a Monaco nel 1972 il centesimo si mostrò insufficiente. Nei 400 m misti, al termine di una grande battaglia, lo svedese Gunnar Larsson e lo statunitense Tim McKee toccarono con lo stesso tempo: 4'31,98". Tra i due c'erano due millesimi di differenza, 4'31,981" per Larsson contro 4'31,983" per McKee. Come a Tokyo i giudici decisero che quella differenza bastava e assegnarono l'oro a Larsson. Fu una scelta sbagliata: due millesimi di secondo equivalgono a meno di 4 mm. Con otto vasche da percorrere basta una differenza della lunghezza delle corsie di 0,5 mm a produrre quello scarto. Considerare il millesimo in una vasca che ha una tolleranza di 3 cm su 50 m – quindi di 240 mm su 400 m, 60 volte il

distacco di McKee – era assurdo. Così la FINA decise che dal 1° gennaio 1977, in caso di tempi uguali al centesimo, si assegnasse l'ex aequo.

Questa circostanza si verificò nella finale dei 100 m stile libero femminile ai Giochi di Los Angeles 1984: Nancy Hogshead e Carrie Steinseifer ottennero 55,92" e per la prima volta nel nuoto furono assegnate due medaglie d'oro. Non si trattò di un episodio unico. A Seul 1988 furono assegnate due medaglie di bronzo a Katrin Meissner e Jill Sterkel nei 50 stile libero femminili. Ai Giochi di Sydney 2000 gli ex aequo furono due: l'oro dei 50 stile libero fu spartito tra Anthony Ervin e Gary Hall jr, 21,98", e il bronzo dei 100 stile libero fu diviso tra Dara Torres e Jenny Thompson, 54,43".

Ai Giochi di Monaco del 1972 la Zeiss introdusse la misura elettronica delle distanze nei salti e nei lanci. Il nuovo sistema, che sfruttava un tacheometro elettronico per la triangolazione e un computer portatile che calcolava la misura applicando una formula trigonometrica, fu subito al centro di un caso nel lancio del giavellotto. Il tedesco Klaus Wolfermann, al quinto lancio di finale, raggiunse 90,48 m e balzò in testa. Al sesto e ultimo lancio del primatista del mondo, il lettone Janis Lūsis, fu attribuita la misura di 90,46 m, due centimetri in meno, il minimo scarto possibile: la polemica s'infiammò. La rotella metrica, dopo Monaco, non finì in museo. Pur sostituita dal laser, dai raggi infrarossi, dal computer, ogni tanto si rivelò ancora necessaria. Nel salto con gli sci, ai Giochi di Nagano del 1998, per es., quando Masahiko Harada, dopo un volo magnifico, atterrò a 136 m, fuori dell'area di misura elettronica, fu necessario misurare manualmente.

Ai Giochi del 1976 il sistema di cronometraggio ed elaborazione dati era ormai così sofisticato che i tempi di passaggio, parziali e finali comparivano all'istante sugli schermi televisivi. I tabelloni elettronici luminosi, controllati dal computer, illustravano i campi di gara. L'elettronica migliorò in modo incredibile la visibilità delle misure e dei giudizi. Il telespettatore misurava in diretta la prestazione. Il suo quadrante era il video: diventava cronometrista e giudice.

I tempi erano maturi per l'introduzione del millesimo di secondo. Quando lo slittino venne ammesso ai Giochi, nel 1964, fu cronometrato al centesimo. La qualità della misura era alta, ma non impedì che a Sapporo 1972, nel doppio, si registrasse l'ex aequo tra gli italiani Hildgartner-Plaikner e i tedeschi dell'Est Hoernlein-Bredow, entrambi vincitori con 1'28,35". Perciò nell'Olimpiade successiva, a Innsbruck, il cronometraggio passò al millesimo. Così, ai Giochi di Nagano del 1998, Silke Kraushaar ha potuto vincere l'oro per due millesimi di secondo.

La corsa verso il 'sempre più preciso' subì una brusca inversione nel fondo, dopo che nella 15 km dei Giochi Olimpici di Lake Placid 1980 il finlandese Juha Mieto fu battuto dallo svedese Thomas Wassberg per un solo centesimo: 41'57,63" contro 41'57,64". Quella sconfitta indusse i dirigenti a un clamoroso passo indietro: il ritorno al decimo di secondo, che produsse subito, ai Campionati del Mondo di Oslo del 1982, un clamoroso doppio ex aequo

nella staffetta 4x10 km (dopo quasi due ore di gara). Il sovietico Alexander Zavjalov arrivò insieme al norvegese Oddvar Braa, mentre, anche per il terzo posto, Juha Mieto e il tedesco dell'Est Frank Schroeder giunsero appaiati. Allora fu introdotto il photofinish, che nella combinata fu decisivo nel dare l'oro a Bjørn Daehlie su Vladimir Smirnov ai Mondiali di Falun del 1993 (1h01'45,0") e a Elena Vjalbe su Stefania Belmondo (39'13,5") a quelli di Trondheim del 1997.

Nel 1988 a Seul anche nel ciclismo furono introdotti i blocchi di partenza per l'inseguimento e il chilometro da fermo. Costruiti da Gastone Capacci, erano stati presentati ai Mondiali juniores di Bergamo nel 1987, e provati a quelli di Odense nel 1988. Tenevano verticale la ruota posteriore con morsetti che, collegati alla pistola, liberavano la bici allo sparo.

Il cronometraggio al millesimo di secondo nel ciclismo fu allargato alla velocità e all'inseguimento a Barcellona 1992, fu adottato dalla canoa a Lake Lanier 1996 e dallo short track a Nagano 1998. Al Giro d'Italia è comparso nella crono di Marostica il 6 giugno 1996, quando Berzin precedette Olano di 1,137" e Tonkov salvò la maglia rosa per 54 centesimi.

I blocchi di partenza della canoa, che fecero l'esordio olimpico a Barcellona 1992, erano anfibi: tenevano perfettamente allineate le prue e, comandati da un impulso elettrico, scomparivano sott'acqua al colpo di pistola. Quel sistema automatico, che sostituiva quello tradizionale, un po' romantico, dei ragazzi sdraiati sui pontoni a tenere le punte delle barche, era stato introdotto ai Mondiali di Vaires-sur-Marne nel 1991. I blocchi furono subito adottati anche nel canottaggio ai Mondiali di Praga del 1993 e poi a Lake Lanier ai Giochi del 1996. Garantendo partenze simultanee, resero possibile nella disciplina l'introduzione delle gare-sprint. Nella storia della disciplina c'erano stati spesso arrivi serrati: il 3 agosto 1975, per es., Oreste Perri aveva vinto il titolo mondiale nel K1 1000 metri alla pari col polacco Grzegorz Sledziwski in 3'43,55". Con le gare sui 200 m ci volle il cronometraggio al millesimo.

L'uso del transponder

Già nel 1976, sulla pista di Fiorano, sulle Ferrari venne messo un piccolo trasmettitore di onde radio a bassa frequenza (transponder): il suo segnale, captato da un apparecchio ricevente sul traguardo, consentiva di registrare il tempo al giro. Nel 1978 questa tecnologia debuttò nel GP di Long Beach e da allora si è affermata ed evoluta. Il sistema principale di rilevamento dei tempi è costituito da antenne interrate nel circuito in cinque punti, tra cui la linea di partenza e d'arrivo, un punto dove si registra la velocità massima e lungo la pit lane, che delimita lo spazio riservato a ogni scuderia. I transponders sulle auto sono impostati su frequenze diverse. Le antenne captano il segnale, identificando il veicolo e ne memorizzano il tempo. Lungo il percorso quattrospeed traps, coppie di rilevatori – in pratica due antenne distanziate di 30 m – misurano la velocità. Una videocamera ad alta definizione sul traguardo riprende i passaggi con una frequenza di cento fotogrammi al secondo e a ogni fotogramma è associato il tempo. Nella zona del via, sotto il manto stradale, un sistema di sensori segnala il

minimo spostamento delle vetture e rivela le false partenze: una novità introdotta nel GP di Spagna del 1995. Altri sensori sulla pit lane misurano il tempo impiegato dai meccanici durante le soste ai box e valutano eventuali penalità dei piloti, mentre antenne all'ingresso e all'uscita della pit lane misurano la velocità (il limite è 120 km/h) consentendo ai giudici di intervenire: un sistema complesso – 38 km di cavi – che necessita di tre Boeing 747 per il trasporto.

I transponders, provati nelle maratone di Rotterdam e Berlino del 1994, hanno risolto il problema costituito dai passaggi e degli arrivi nelle corse di massa. Nel 1996 hanno fatto il loro esordio olimpico ad Atlanta. Ai lacci delle scarpe di ciascun concorrente era attaccato un chip, piccolo disco di plastica contenente un trasmettitore con il codice di identificazione dell'atleta. Il transponder restava passivo finché non entrava nel campo magnetico di due antenne, che generando una corrente elettrica lo attivavano, così che poteva inviare il codice alle antenne. I vari codici con i tempi venivano immagazzinati nel computer ed elaborati. Con questo sistema, alla maratona di Boston del centenario, nel 1996, sono stati presi i tempi di 36.000 atleti. Nel 2000 i transponders sono entrati anche al Giro d'Italia. Sono inoltre usati nel triathlon, fondo, biathlon, marcia, perfino nelle corse di cani e cammelli.

Nel 2002 nelle gare di fondo a Salt Lake City, grazie ai transponders, i tempi apparivano in TV un decimo di secondo dopo il passaggio nei punti di controllo. Diverso il sistema usato nello sci alpino. Nell'istante in cui il concorrente tocca la barra collegata al cancello di partenza, un segnale elettrico viene inviato al sistema di cronometraggio, che inizia a funzionare e a mostrare il tempo progressivo sui tabelloni. I tempi intermedi e finali, oltre alle velocità, sono dati da coppie di fotocellule. Sulla linea d'arrivo una videocamera ad alta velocità prende 2000 fotogrammi al secondo a colori. Lo sci è abituato ad arrivi serrati. In supergigante Hermann Maier ha diviso la vittoria con Lasse Kjus ai mondiali di Vail 1999 (1'14,53") e il secondo posto con Body Miller a quelli di St. Moritz 2003. Del resto, già nella prima stagione di Coppa del Mondo, nel 1967, nella discesa del Sestriere, Giustina Demetz e Marielle Goitschel furono classificate insieme al primo posto in 2'01,75". Fu la prima di una serie di dieci vittorie ex aequo: questa sorte nel 1997 toccò a Isolde Kostner, nella discesa di Cortina, e a Lara Magoni, nello slalom di Vail. Il 26 ottobre 2002 sul ghiacciaio di Rettenbach, sopra Soelden, nel primo gigante di Coppa tre sciatrici si divisero la vittoria: la norvegese Andrine Flemmen, l'austriaca Nicole Hosp, la slovena Tina Maze segnarono tutte 1'49,91". Tre concorrenti sullo stesso gradino del podio si erano già visti nel pattinaggio e anche nel nuoto: agli Europei in vasca corta del 2000, Fioravanti, Malek e Warnecke vinsero a pari merito i 50 rana. Ma nello sci è stata una prima storica.

Punteggi e misure fantasma

Tecnologie raffinate riducono la possibilità d'errore, ma non la eliminano. La storia dello sport è ricca di punteggi e misure 'fantasma'.

Il 4 febbraio 1924, a Chamonix, Anders Haugen era finito quarto nella combinata nordica con 17.916 punti contro 18.000 del terzo, il grande Thorleif Haug. Molti anni dopo il secondo di quella gara, Thoralf Stromstad, ebbe tra le mani il libro dei risultati ufficiali e si accorse di uno strafalcione aritmetico: scoprì che Haug aveva totalizzato solo 17.821 punti. Così il 12 settembre 1974 a Holmenkollen la figlia di Haug, erede delle medaglie del padre, consegnò a Haugen, 85 anni, il bronzo che meritava.

Anche quando Fausto Coppi batté il primato dell'ora al Vigorelli, il 7 novembre 1942, la misura, 45,871 km, era sbagliata: sei anni dopo, la distanza fu corretta in 45,798 km.

La vittoria del lettone Dainis Kula nel giavellotto ai Giochi di Mosca 1980 fu figlia di un errore diverso. Nel terzo lancio di qualificazione (88,76 m) l'attrezzo toccò terra con la coda: il lancio era nullo. Avendo già registrato due nulli, Kula doveva essere messo fuori gara. Invece venne graziato. Poi, in finale, trovò il lancio vincente (91,20).

L'errore compiuto all'Olimpico di Roma il 5 settembre 1987 fu invece premeditato. Nella finale del salto in lungo dei Mondiali, Giovanni Evangelisti, al sesto e ultimo tentativo, fu gratificato di un 8,38 m, che gli diede il bronzo. In realtà aveva saltato mezzo metro in meno, ma il giudice Tommaso Ajello, mentre pubblico e atleti erano distratti da una cerimonia di premiazione, aveva piantato il prisma ottico su quella distanza e lo aveva inquadrato con l'apparecchio per favorire l'atleta di casa.

Il photofinish si è rivelato utile per stabilire il vincitore in alcuni casi controversi. Il 16 agosto 1993, nella finale dei 100 ai Mondiali di Stoccarda, la giamaicana Merlene Ottey aveva segnato 10,82" come Gail Devers, ma era stata battuta al photofinish. Il 27 luglio 1996 la finale di Atlanta le offrì l'occasione della rivincita, invece la Ottey ottenne di nuovo lo stesso tempo di Gail Devers, 10,94" – perfino il tempo di reazione, 0,166", fu uguale – e l'identico, crudele verdetto: sconfitta al photofinish. Nemmeno il photofinish, però, può risolvere tutti i casi. Il 9 agosto 2001, ai Mondiali di Edmonton, nella finale dei 200 m, non riuscì a separare Shawn Crawford e Kim Collins, cronometrati in 20"198, 20"20 ufficiale, terzi a pari merito. Ancora più clamoroso fu l'ex aequo che si registrò ai Giochi Olimpici di Salt Lake City, il 14 febbraio 2002, su una distanza cento volte più grande: un photofinish da 2000 fotogrammi al secondo non poté separare Frode Estil e Thomas Alsgaard, 49'48,9", nella volata per l'argento della combinata.

Nel dicembre 2002 la Federazione francese ha cancellato sei record di Francia ottenuti nelle vasche di Rouen, Wattrelos, Amiens, Lione. Quando furono costruite erano regolari. L'inserimento delle placche elettroniche aveva però fatto sì che le vasche risultassero troppo corte.

Lo sport moderno pretende onestà e precisione non solo nella misura finale. Il record di Tim Montgomery nei 100 m, 9,78" del 14 settembre 2002, fu ottenuto con un tempo di reazione di 0,104" e un vento di +2,00 m/s, due dati al limite, decisivi per il record.

I vantaggi della tecnologia

Anche se la perfezione non appartiene all'uomo, la tecnologia computerizzata ha portato nelle misure precisione, equità, rapidità, sicurezza, visibilità, universalità.

Il moderno photofinish può stabilire ordini d'arrivo istantanei con una precisione di un decimillesimo di secondo. I sistemi elettronici di misura della distanza sbagliano di 1 mm su 100 m.

Anche la possibilità di errore grossolano si è obiettivamente ridotta grazie al photofinish. Le gare importanti sono filmate. Nel 2002 l'NBA ha introdotto la prova TV al fine di stabilire se il tiro è partito prima del tempo zero.

La misura dei lanci, con la rotella metrica, richiedeva tempo, oggi è istantanea. Nelle gare di massa, grazie ai transponders, la classifica è immediata. I computer hanno tempi di elaborazione minimi. La rapidità è così importante che in atletica viene immediatamente mostrato il tempo rilevato da due cellule fotoelettriche, mentre si analizza febbrilmente il photofinish: il risultato ufficiale viene comunicato entro 45 secondi.

Per motivi di sicurezza gli ufficiali di gara non entrano più in pista. Nel GP di Germania del 1926 la Mercedes di Adolf Rosenberger uccise tre cronometristi. Troppi lanci hanno prodotto vittime, dopo il mitico disco di Apollo, deviato dal Vento dell'Ovest, che uccise Giacinto. Ormai il controllo è centralizzato ed esterno alla competizione.

Le gare sono immediatamente leggibili grazie a tabelloni elettronici e display. In atletica, dai Mondiali di Stoccarda del 1993 vengono dati perfino i tempi di reazione nelle gare veloci. Le tenute da gara diventano più trasparenti: nel 1999 nella scherma è stata adottata la maschera visibile che consente di vedere gli occhi dello schermidore.

Anche la televisione e il Web sono tabelloni elettronici. A partire dagli anni Novanta, grazie a Internet, le misure del tempo sono entrate in un sistema globale computerizzato di informazione. Lo stadio si è allargato al mondo intero: con un clic del mouse si può conoscere tutto da ogni angolo della Terra.

In questo contesto l'essere umano, apparentemente messo ai margini dalla tecnologia, è sempre l'elemento decisivo. Un photofinish male allineato può dare differenze di alcuni millesimi di secondo, come accadde al primato del mondo dei 1500 m di Noureddine Morceli a Rieti nel 1992; da questo, in caso di black-out, tocca dunque all'uomo intervenire. È l'uomo che costruisce la tecnologia ed è lui a stabilirne le regole del gioco.

LA MISURA DELLA PRESTAZIONE

Nel settore motoristico il rilevamento della prestazione avviene normalmente con il rilevamento esatto del tempo o con il rilevamento esatto della posizione e distanza percorsa.

- Rilevamento del tempo
- Velocità - minor tempo possibile a percorrere un tracciato
- Regolarità tempo prestabilito a percorrere un percorso.
- Ludico tempo limite di sotto al quale si può percorrere un tracciato.
- Rilevamento della posizione o distanza percorsa.
 - Velocità - maggior distanza possibile percorsa su un tracciato nel tempo stabilito.
 - Regolarità - distanza prestabilirà su un tracciato nel tempo stabilito.
 - Ludico - minima distanza percorsa su un tracciato nel tempo stabilito.
- Rilevamento di un parametro oggettivamente misurabile associato a tempo o distanza esempio minor consumo benzina.
- Rilevamento della prestazione di abilità associato a un percorso in cui sono associate penalità a tempo in conformità a procedure non eseguite correttamente esempio prove di abilità con percorso delineato da birilli.

La prestazione può essere misurata:

- Percorso chiuso detto circuito
 - Percorso aperto

Possiamo avere percorsi

- Stradali
- Fuoristrada

in ogni caso il rilevamento della prestazione è regolamentato da norme emesse dalla Federazione che possono prevedere anche penalità di tempo o di distanza in base a non rispetto del regolamento

La partenza può avvenire

- Scaglionata uno per volta
- Partenza di gruppo

Nell'agonismo la misura precisa della prestazione è parte fondamentale per la certificazione ufficiale del risultato mentre andando sulla competizione la prestazione rilevata può avere una tolleranza all'errore maggiore fino alle prestazioni Ludico Motorie in cui il rilevamento può permettere anche errori grossolani o addirittura il non rilevamento senza pregiudicare il risultato del sistema di rilevamento o apprezzamento dell'utente.

Facendo un esempio se in una gara di Formula1 non si riesce a definire con certezza chi è il vincitore questo diventa un grosso problema mentre se in allenamento di minimoto il rilevamento non avviene, l'atleta non è soddisfatto ma il livello del problema è sicuramente inferiore.

IL LIVELLO DI SICUREZZA PER IL PILOTA

Nell'analisi di un rilevamento di prestazioni quindi di un sistema completo bisogna tenere presente anche il livello di sicurezza per il Pilota del veicolo.

Gli strumenti hardware devono essere posti o addirittura non essere presenti in base alla velocità dei veicoli che percorrono il tracciato.

Esempio la collisione di un Veicolo di Formula1 o di MotoGP con una fotocellula posta a bordo percorso a una velocità di oltre 300 Km/h ha una pericolosità sicuramente mortale.

La stessa collisione in cui è coinvolta una moto da Mini Cross con una velocità approssimativa di 30 Km/h ha una pericolosità nettamente inferiore e al massimo può causare piccoli traumi.

VISION

Timekeeping
data



Becomes
relevant info



IL SISTEMA

Descrizione del Sistema

Il Sistema deve essere composto principalmente da Rilevatore Spazio/Temporale identificativo del Pilota/Veicolo (POSITION) e (TIMER) che necessita interagire con un sistema di elaborazione delle informazioni (FUSION) per poterle visualizzare ciò che è stato elaborato in forme differenti in base alle necessità (DISPLAY).

Il Tracciato lo possiamo definire come il luogo dei punti da percorrere in cui noi vogliamo rilevare la posizione e tempo del Pilota/Veicolo in determinate zone (TRACK).

Necessario individuare Linee di rilevamento tempo per determinare la prestazione (LINE)

La conoscenza precisa dello spazio/tempo del Veicolo/Pilota, l'elaborazione e visualizzazione dell'informazione nel formato necessario è la descrizione astratta del sistema.

La risoluzione del sistema è un confronto con le Tecnologie attuali e con il risultato che vogliamo ottenere rispetto all'errore che possiamo commettere.

Come normalmente la storia ci insegna i concetti astratti analizzano problematiche e propongono soluzioni, in seguito lo sviluppo tecnologico o riduzione del costo delle tecnologie permette la diffusione del sistema all'utente finale.

Descrizione dell'obiettivo

Dopo analisi della storia e di sistemi esistenti si evidenzia una grande diffusione di sistemi per il rilevamento agonistico mentre poco o nulla sembra essere esistente per attività, ludiche in cui risulta più rilevate l'interfaccia grafica e la semplicità di utilizzo rispetto alla rilevazione del tempo con massima precisione.

Individuare la miglior tecnologia per lo sviluppo di un'applicazione per sistemi mobili.

Trasmissione delle informazioni in Real/Time o Simil real/Time a dispositivi mobili di elaborazione e visualizzazione

Analisi dei Sistemi attuali

Il sistema è composto di un lettore/decodificatore che crea attraverso un'antenna interrata, una linea del traguardo elettronica e da apparati transponder che sono installati sul mezzo da rilevare. Scopo di tale sistema è appunto quello di identificare automaticamente uno o più mezzi all'attraversare della linea del traguardo. Contemporaneamente all'identificazione univoca del transponder è registrato il tempo totale e il tempo trascorso tra un passaggio e il successivo, informazioni base per la gestione della gara o della manifestazione, che sono gestite attraverso il software appositamente realizzato e fornito con gli apparati. Gli apparati di trasmissione e di rilevazione sono esenti da influenze esterne quali fango acqua neve e quant'altro di solito impedisca la rilevazione dei mezzi in situazioni veramente critiche.

COMPOSIZIONE DEL SISTEMA:

- **TRANSPONDER (TX)** Il transponder è un apparato montato sul mezzo in movimento da identificare; ogni transponder ha un numero univoco d'identificazione ID che trasmette alla base ricevente, è montato a una altezza che può partire da 2 centimetri ad un massimo di 150 centimetri dal suolo a seconda del modello
- **ANTENNE (DETECTS LINE)** Ad ogni passaggio l'antenna di rilevazione capta la trasmissione del transponder e il lettore/decodificatore processano il dato convalidando il transponder transitato.

- LETTORE/DECODIFICATORE (DECODER) e (TIMER) Il lettore/decodificatore sono l'apparato che interpreta i segnali inviati dal transponder e captati dall'antenna e li invia al Personal Computer che provvede ad elaborarli tramite apposito software.
- CONVERTITORE DI PROTOCOLLO (DISPLAY) Il convertitore di protocollo è in grado di dialogare con il lettore/decodificatore presente sulla linea del traguardo. Quest'apparato riceve i transiti validati e li trasmette al Personal Computer attraverso il collegamento.

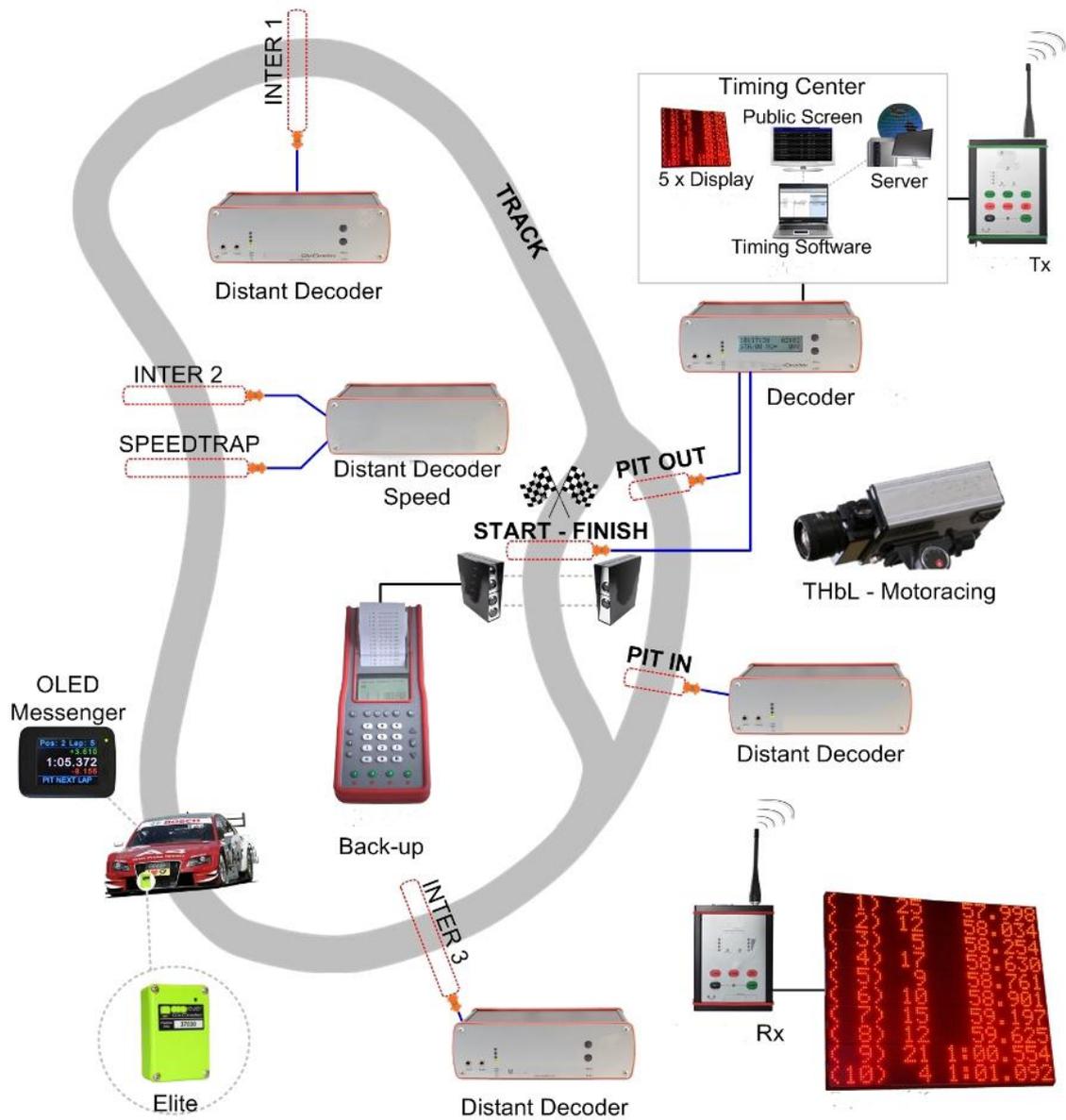


Figura 6

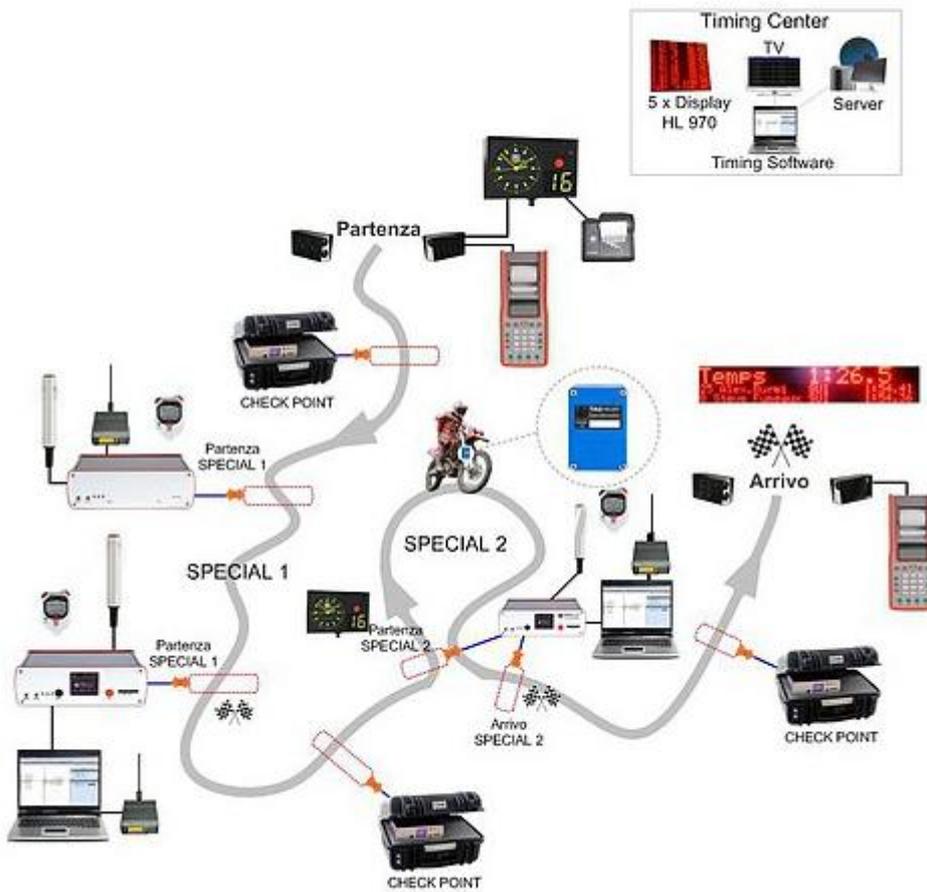


Figura 7

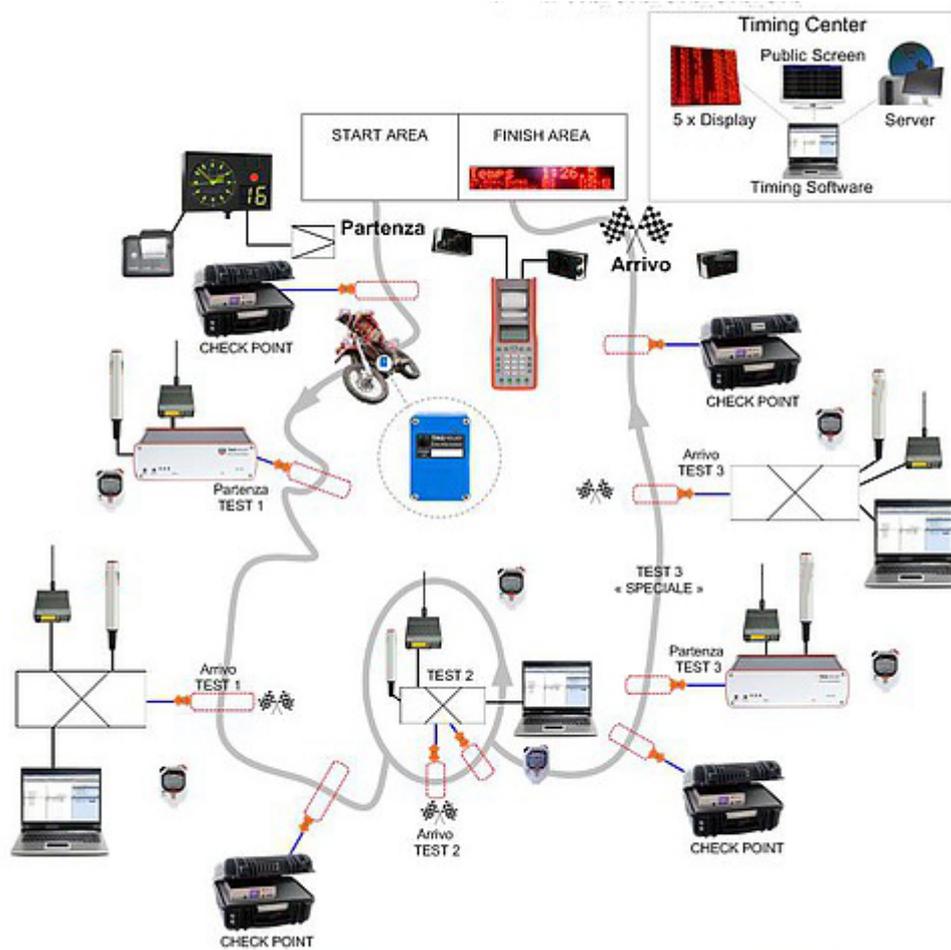


Figura 9

USE CASE

Dall'analisi dei Requisiti, si deduce che occorre affrontare i problemi concernenti le seguenti funzionalità del sistema, riassunte nel diagramma di Realizzazione dei Casi d'Uso:

con individuate la Funzione di:

- Identificare User
- Misurare il Tempo
- Rilevare Posizione
- Visualizzare Informazioni

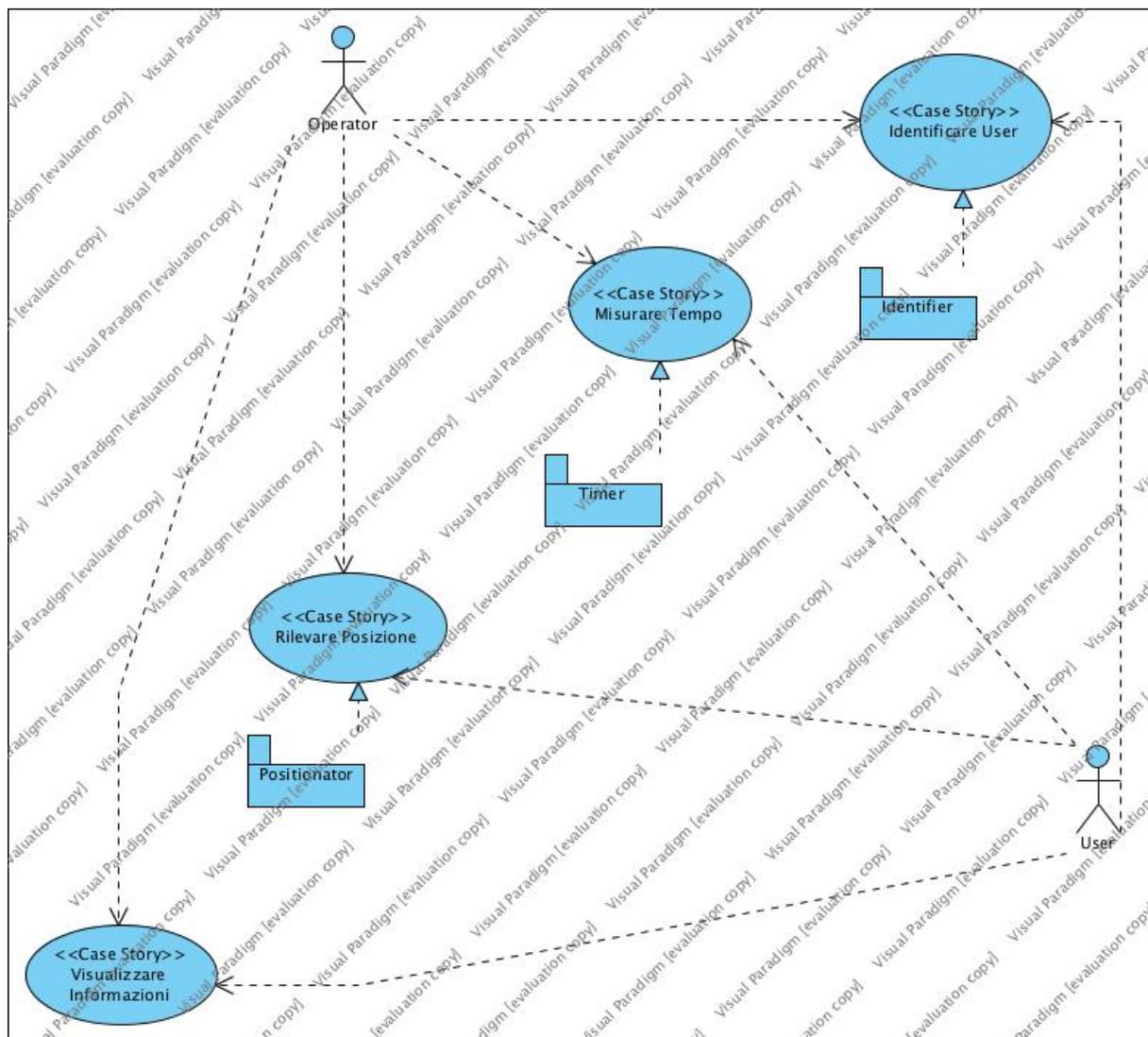


Figura 10

ANALISI LOGICA

Con un'analisi logica dei dispositivi esistenti si evidenzia immediatamente che elementi fondanti sono una rilevazione spazio/temporale in determinate linee (TIME GATE) e visualizzatori di informazioni (DISPLAY).

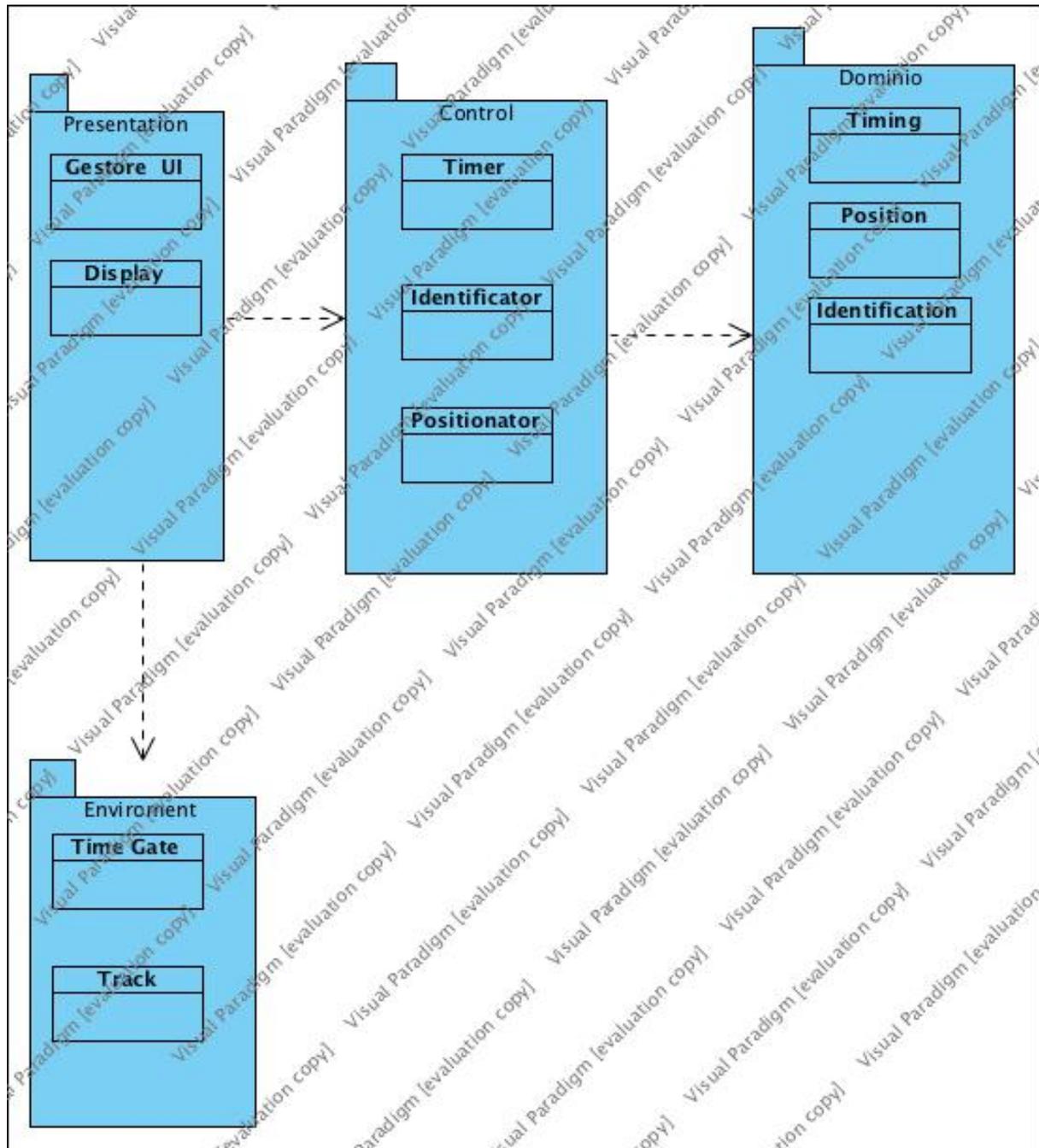


Figura 11

ANALISI TECNOLOGICA

È evidente che l'analisi Logica del sistema si riduce a temi semplici perché la conoscenza di un identificativo la posizione e il tempo ci permettono attraverso elaborazione dei dati la conoscenza della prestazione e la visualizzazione d'informazioni richieste.

Analizziamo con quali tecnologie si mette in atto una soluzione per poter confrontare tecnologie utilizzate con tecnologie più attuali

Analisi Tecnologie

L'implementazione del sistema per il rilevamento di prestazione nel settore sportivo si compone principalmente di:

TRASPONDER un dispositivo attivo o passivo attivabile che permette l'identificazione (IDENTIFICATION)

ANTENNE dispositivi che rilevano il passaggio di un trasponder in determinati passaggi (TIME GATE)

FOTOCCELLULE dispositivi che permettono di inviare un segnale quando è interrotto il fascio luminoso (TIME GATE)

DECODER dispositivo che funge da convogliatore delle informazioni e da assegnatore di tempo (TIMER) Identificando ogni TRASPONDER che attraversa un'ANTENNA e abbinando se necessario un elemento di precisione temporale da una FOTOCCELLULA.

ELABORATORE normalmente un computer dotato di un software che funge da interazione con l'utente (GESTORE UI) visualizzatore o distributore delle informazioni richieste (DISPLAY).

TABELLONI MONITOR visualizzatori delle informazioni (DISPLAY).

GLI STANDARD DI DEFINIZIONE DEL TEMPO: UTC, GPS, LORAN E TAI

Molta della tecnologia attuale per funzionare correttamente richiede una definizione del tempo molto precisa. Tipicamente tale tempo è mantenuto da esatti orologi atomici e distribuiti via satellite. Esistono numerosi standard di definizione del tempo, ma i principali sono quattro: UTC, GPS, LORAN e TAI.

Tempo UTC - Tempo Coordinato Universale

Il tempo coordinato universale è il fuso orario "0" da cui sono poi calcolati tutti gli altri fusi orari del mondo. È simile al tempo medio di Greenwich (GMT), ma a differenza di questo non si basa esclusivamente sul tempo di rotazione della terra, bensì su misurazioni effettuate da orologi atomici (più precisi e soprattutto molto più stabili nel tempo),

Semplificando, il tempo UTC divide il tempo in giorni, ore, minuti e secondi, ma, mentre un giorno è costituito sempre da 24 ore e un'ora sempre da 60 minuti, un minuto, pur essendo quasi sempre costituito da 60 secondi, a volte può avere una durata di 59 o di 61 secondi. Lo scorso 30 giugno 2015 è stato considerato un minuto con durata 61 secondi: tale variazione dipende dal tempo di rotazione della terra intorno al sole, che, a causa delle oscillazione nella sua velocità, non è costante. Mediante questa variazione della durata del minuto, si fa quindi in modo di mantenere il ritardo tra il tempo UTC e il "tempo terrestre" entro 0,9 secondi: quando necessario (tipicamente il 30 giugno o il 31 dicembre), su indicazione dell'International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS, che si occupa tra l'altro di misurare la rotazione terrestre), è considerato un minuto con durata di 59 o di 61 secondi. Tipicamente viene tolto un secondo ogni 36 mesi, anche se ovviamente questa non è una regola certa e scientifica. Questo secondo è chiamato "leap second" e il suo calcolo parte dal 1972.

A volte il tempo UTC è anche chiamato "tempo Zulu", semplicemente perché tale tempo è brevemente indicato come "tempo Z" nella navigazione aeronavale e che la lettera Z viene scandita come "Zulu" nell'alfabeto fonetico della NATO.

Tempo GPS

Il tempo GPS si basa su orologi atomici e non è in alcun modo corretto rispetto alle variazioni temporali della rotazione terrestre: le uniche correzioni apportate sugli orologi atomici presenti nei satelliti sono delle piccolissime correzioni per fare in modo che questi rimangano perfettamente sincronizzati con gli orologi atomici installati a terra (tipicamente per correggere derive dovute a effetti relativistici). Il tempo "0" da cui è iniziata la misurazione del tempo GPS è la mezzanotte del 6 gennaio 1980 (tempo UTC): in quell'anno, il tempo

GPS coincideva esattamente con il tempo UTC; a seguito delle correzioni introdotte al tempo UTC, oggi quest'ultimo si discosta di 17 secondi rispetto al tempo GPS (fino al 30 giugno 2015 erano 16), che come scritto prima non è soggetto nessun tipo di correzione astronomica.

La data trasmessa dai GPS si basa sull'istante "0" appena citato: sostanzialmente il sistema trasmette il numero di settimane passate dal 6 gennaio 1980 e il numero di secondi trascorsi all'inizio della settimana corrente. Le settimane sono trasmesse con una codifica a 10 bit: ciò significa che il numero di settimane passate si azzerano ogni 1.024 settimane (circa 19,6 anni): l'ultimo e per ora unico azzeramento è avvenuto il 21 agosto 1999.

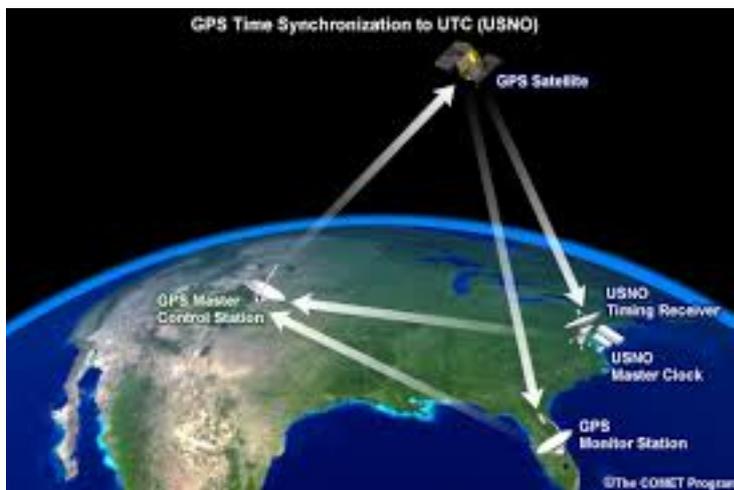


Figura 13

Tempo LORAN

Il LORAN è un sistema di radionavigazione terrestre sostanzialmente utilizzato per determinare la posizione delle navi e degli aerei sul globo terrestre; l'acronimo significa LOnG Range Navigator.

Pur essendo finalizzato a gestire sistemi di posizione, anche questo sistema (come il GPS) è in grado di fornire in maniera molto precisa il "tempo LORAN", che è sempre un tempo basato su orologi atomici (in particolare a quelli installati sulla catena trasmittente di LORAN-C) il cui istante zero inizia il primo gennaio 1958. Anche il tempo LORAN (così come l'ora GPS) non è affetto da alcuna correzione temporale astronomica (come l'ora UTC), pertanto si discosta dall'ora UTC di diversi secondi (ora tale differenza è di 26 secondi - fino al 30 giugno 2015 era di 25), corrispondenti ai "leap second" introdotti dal 1972.

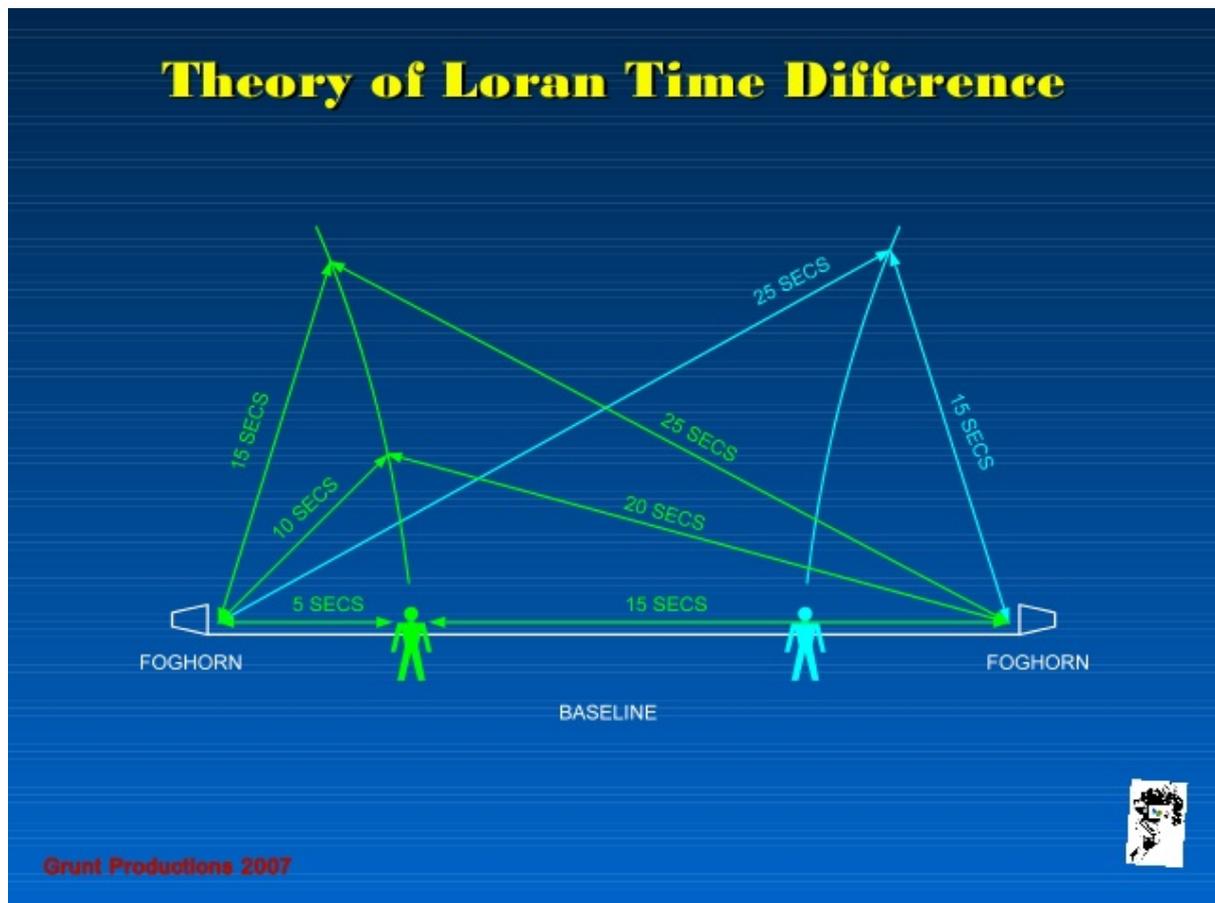


Figura 14

Tempo TAI - Tempo Atomico Internazionale

Il Tempo Atomico Internazionale si basa sull'ora media mantenuta da 200 orologi atomici dislocati in oltre 70 laboratori nazionali in varie parti del mondo, sempre senza introdurre alcuna correzione astronomica. Anche se il primo di questi orologi atomici iniziò ad essere operativo nel 1955, l'istante zero è stato fissato al primo gennaio 1958; diversamente dall'ora LORAN, però, si è ipotizzato che dal 1958 al 1972 (data di introduzione dei "leap second") ci sarebbero dovuti essere altri 10 "leap second" da introdurre: per questo motivo questa ora si discosta dall'ora UTC di 36 (35 fino al 30 giugno 2015) secondi anziché dei 26 secondi da cui si scosta l'ora LORAN.

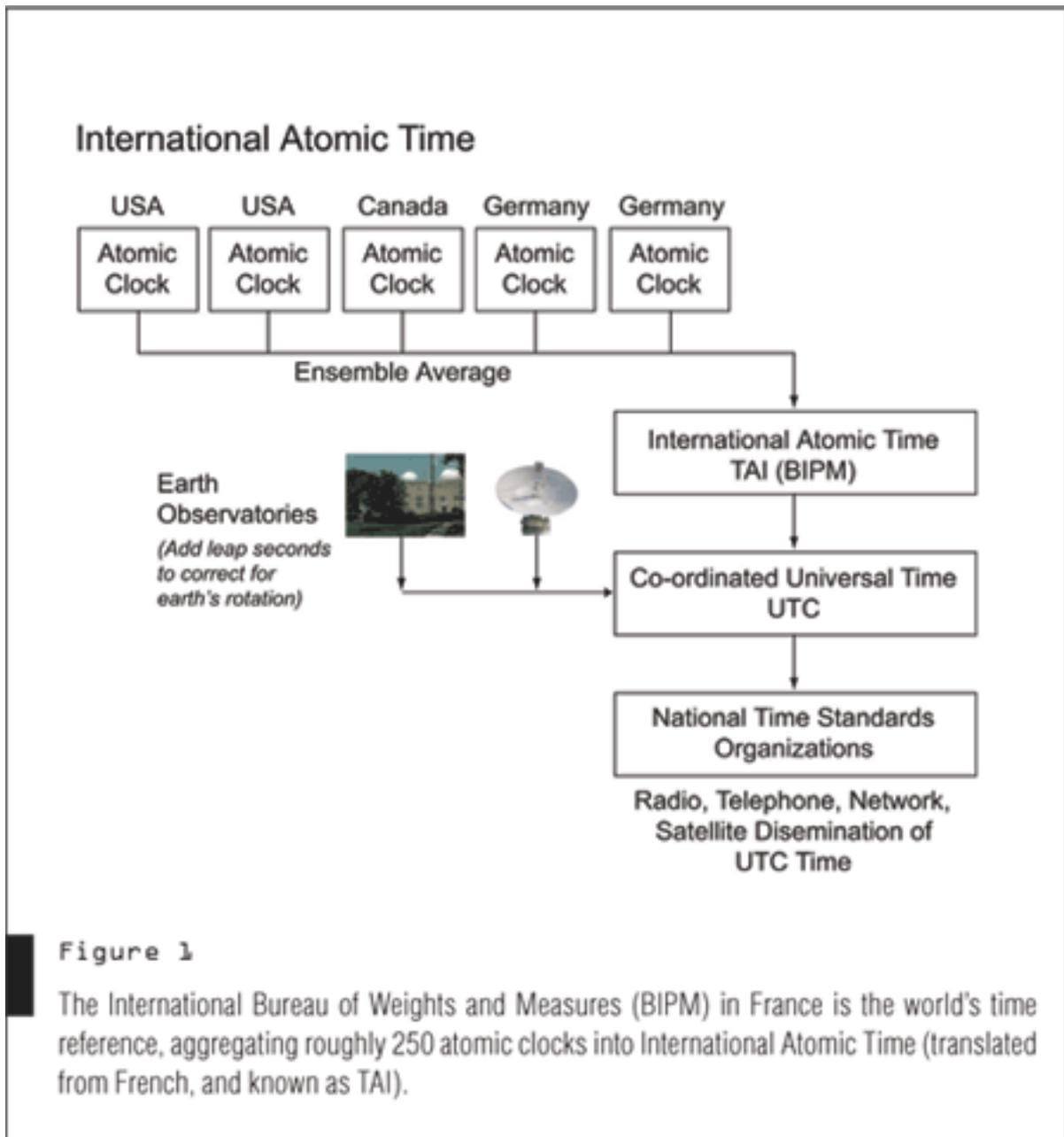


Figura 15

SISTEMA DI POSIZIONAMENTO GLOBALE

Il sistema di posizionamento globale (in inglese: Global Positioning System, in sigla: GPS, a sua volta abbreviazione di NAVSTAR GPS, acronimo di NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System o di NAVigation Signal Timing And Ranging Global Position System) è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare civile che, attraverso una rete satellitare dedicata di satelliti artificiali in orbita, fornisce ad un terminale mobile ricevitore GPS informazioni sulle sue coordinate geografiche ed orario, in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra o nelle sue immediate vicinanze ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema. La localizzazione avviene tramite la trasmissione di un segnale radio da parte di ciascun satellite e l'elaborazione dei segnali ricevuti da parte del ricevitore.

Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d'America ed è liberamente accessibile da chiunque sia dotato di un ricevitore GPS. Il suo grado attuale di accuratezza è dell'ordine dei metri, in dipendenza dalle condizioni meteorologiche, dalla disponibilità e dalla posizione dei satelliti rispetto al ricevitore, dalla qualità e dal tipo di ricevitore, dagli effetti di radiopropagazione del segnale radio in ionosfera e troposfera (es. riflessione) e dagli effetti della relatività.



Figura 16



Figura 17

Il sistema

Il sistema di posizionamento si compone di tre segmenti: il segmento spaziale (space segment), il segmento di controllo (control segment) ed il segmento utente (user segment). La sviluppa, gestisce ed opera il segmento spaziale ed il segmento di controllo.

Il segmento spaziale comprende da 24 a 32 satelliti. Il segmento di controllo si compone di una stazione di controllo principale, una stazione di controllo alternativa, varie antenne

dedicate e condivise e stazioni di monitoraggio. Il segmento utente infine è composto dai ricevitori GPS.

Attualmente sono in orbita 31 satelliti attivi nella costellazione GPS (più alcuni satelliti dismessi, alcuni dei quali riattivabili in caso di necessità). I satelliti supplementari migliorano la precisione del sistema permettendo misurazioni ridondanti. Al crescere del numero di satelliti, la costellazione è stata modificata secondo uno schema non uniforme che si è dimostrato maggiormente affidabile in caso di guasti contemporanei di più satelliti.

Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento si basa su un metodo di posizionamento sferico (trilaterazione), che parte dalla misura del tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite-ricevitore.

Poiché il ricevitore non conosce quando è stato trasmesso il segnale dal satellite, per il calcolo della differenza dei tempi il segnale inviato dal satellite è di tipo orario, grazie all'orologio atomico presente sul satellite: il ricevitore calcola l'esatta distanza di propagazione dal satellite a partire dalla differenza (dell'ordine dei microsecondi) tra l'orario pervenuto e quello del proprio orologio sincronizzato con quello a bordo del satellite, tenendo conto della velocità di propagazione del segnale.

L'orologio a bordo dei ricevitori GPS è però molto meno complicato di quello a bordo dei satelliti e deve essere corretto frequentemente, non essendo altrettanto accurato sul lungo periodo. In particolare la sincronizzazione di tale orologio avviene all'accensione del dispositivo ricevente, utilizzando l'informazione che arriva dal quarto satellite, venendo così continuamente aggiornata. Se il ricevitore avesse anch'esso un orologio atomico al cesio perfettamente sincronizzato con quello dei satelliti, sarebbero sufficienti le informazioni fornite da 3 satelliti, ma nella realtà non è così e dunque il ricevitore deve risolvere un sistema di 4 incognite (latitudine, longitudine, altitudine e tempo) e per riuscirci necessita dunque di 4 equazioni.

Ciascun satellite emette su due canali: L1, l'unico disponibile al servizio SPS (per uso civile), e L2 per l'uso esclusivo per il servizio PPS (uso militare). Le frequenze portanti sono di 1575,42 MHz e di 1227,6 MHz rispettivamente, derivate da un unico oscillatore ad alta stabilità di clock pari a 10,23 MHz che viene moltiplicato per 154 e 120 per ottenere la frequenza delle due portanti. Negli ultimi 5-10 anni alcuni modelli di ricevitori GPS per uso civile in campo ingegneristico hanno la possibilità di usufruire del secondo canale L2 permettendo così di raggiungere un margine di precisione centimetrico.

Lo scopo della doppia frequenza è quello di eliminare l'errore dovuto alla rifrazione atmosferica. Su queste frequenze portanti, modulate in fase, viene modulato il messaggio di

navigazione che ha una velocità di trasmissione pari a 50 bit per secondo con una modulazione numerica di tipo binario (0;1), contenente:

- tempo della trasmissione del satellite (satellite time-of-transmission);
- effemeridi satellite (satellite ephemeris);
- grado di funzionalità del satellite (satellite (SIS) health);
- correzione relativistica dell'orologio satellitare (satellite clock correction);
- effetti di ritardo del segnale dovuti alla ionosfera (ionospheric delay effects);
- correlazione con il tempo coordinato universale (UTC) come specificato dallo United States Naval Observatory (USNO);
- stato della costellazione (constellation status).

La funzione del ricevitore di bordo è prima di tutto quella di identificare il satellite attraverso la banca dati di codici che quest'ultimo ha in suo possesso; infatti ogni satellite ha un codice e il ricevitore lo identifica grazie a quest'ultimo. L'altra funzione importante del ricevitore è quella di calcolare il delta t, ovvero il tempo impiegato dal segnale per arrivare dal satellite al ricevitore. Esso viene ricavato dalla misura dello slittamento necessario ad adattare la sequenza dei bit ricevuta dal satellite a quella identica replicata dal ricevitore di bordo.

Ogni satellite trasmette l'almanacco (parametri orbitali approssimati) dell'intera costellazione, ma esclusivamente le effemeridi relative a sé stesso. La parte relativa alle effemeridi dura 18 secondi e viene ripetuta ogni 30 secondi. Per scaricare completamente l'almanacco dell'intera costellazione sono necessari invece 12,5 minuti.

In tal modo il ricevitore GPS, mentre effettua il conteggio Doppler, riceve i parametri dell'orbita da cui deriva la posizione del satellite: viene così a disporre di tutti gli elementi necessari a definire nello spazio la superficie di posizione.

Il segmento spaziale

Dal 2010 il sistema è costituito da una costellazione di 31 satelliti NAVSTAR (navigation satellite timing and ranging), disposti su sei piani orbitali con una inclinazione di 55° sul piano equatoriale. Seguono un'orbita praticamente circolare (con eccentricità massima tollerata di 0,03) con raggio di circa 26 560 km viaggiando in 11 h 58 min 2 s, o metà giorno siderale. I satelliti, osservati da terra, ripetono lo stesso percorso nel cielo dopo un giorno siderale.

Ciascun piano orbitale ha almeno 4 satelliti, e i piani sono disposti in modo tale che ogni utilizzatore sulla terra possa ricevere i segnali di almeno 5 satelliti. Ogni satellite, a seconda della versione, possiede un certo numero di orologi atomici (al cesio o al rubidio).

In orbita vi sono un minimo di 24 satelliti per la trasmissione di dati GPS, più 3 di scorta per garantire copertura globale del servizio. Ciascun satellite dispone di razzi a idrazina per effettuare le correzioni di orbita e di pannelli solari fotovoltaici per la produzione di energia

elettrica uniti a una batteria per garantire l'energia per le operazioni anche quando il sole è eclissato.

Le generazioni che si sono susseguite sono denominate:

- Block I: i primi 11 satelliti del sistema, in orbita tra il 1978 ed il 1985, prodotti da Rockwell International, erano in programma per una missione media di 4,5 anni ed una durata di vita di 5 anni, ma la loro vita media è salita a 8,76 anni, il più longevo restò in attività per 10 anni. Il loro compito principale era quello di convalidare il concetto di GPS. Oggi nessun satellite di questa generazione è ancora in uso;
- Block II: i satelliti di questa generazione sono i primi satelliti operativi GPS. Molti miglioramenti sono stati fatti per questi satelliti rispetto alla versione precedente, soprattutto per quanto riguarda la loro autonomia. Essi sono in grado di rimanere 14 giorni senza contatto con il segmento di terra, mantenendo una sufficiente precisione. Nove satelliti sono stati lanciati nel 1989 e nel 1990. Anche se si è preventivata una vita operativa di 7,5 anni, la maggior parte di loro rimase in funzione per oltre 10 anni. Dal 2010, non è più attivo alcun satellite Block II;
- Block IIA: vennero lanciati 19 satelliti di questo tipo tra il 1990 ed il 1997 e rappresentano un ulteriore sviluppo di satelliti Block II dall'originale. Essi sono stati in grado di operare in modalità degradata per il comparto civile. Sono dotati di due orologi atomici al cesio e due orologi al rubidio. Hanno segnato, nel 1993, l'inizio della fase operativa del GPS. Nel 2014 sono ancora attivi 6 satelliti della generazione IIA;
- Block IIR: i satelliti Block IIR sono dotati di maggiore autonomia, costruiti dalla Lockheed Martin e messi in orbita tra il 1997 e il 2009, possono scambiarsi messaggi senza nessun contatto con la Terra, consentendo agli operatori di sistema di comunicare con i satelliti che non sono accessibili in comunicazione diretta. Sono dotati di tre orologi atomici al rubidio. Ventuno dei satelliti di questo blocco sono stati lanciati il 17 agosto 2009 e venti sono ancora attivi. Gli ultimi otto sono nominati con l'acronimo IIR-M perché emettono un nuovo codice (L2C) per uso civile e un nuovo codice militare (M). Il satellite IIR-M7 ha portato a bordo un emettitore sperimentale in grado di trasmettere sulla frequenza di 1176,45 MHz, chiamata L5, che sarà adottata dai satelliti del Blocco F. I segnali L1 ed L2 saranno inutilizzabili a causa di interferenze tra questi segnali ed il segnale L5;
- Block IIF: i satelliti del blocco IIF (Follow-On) sono costruiti dalla Boeing e ne sono previsti 12 esemplari. Il primo della serie è stato lanciato nel maggio 2010 ed il lancio di altri satelliti verrà effettuato gradualmente fino al 2016.

- Block III: i satelliti di questa serie sono ancora in fase di sviluppo e sono destinati a sostenere il sistema GPS almeno fino al 2030. I primi studi sono stati avviati nel novembre 2000 e, nel maggio 2008, Lockheed Martin è stata scelta per realizzare 32 satelliti. Una prima serie consiste di otto satelliti (Block IIIA) che sarà lanciata a partire dal 2016.

Il segmento di controllo

Il segmento di controllo è composto da:

- Una stazione di controllo principale (master control station);
- Una stazione di controllo principale alternativa (alternate master control station);
- Quattro antenne terrestri dedicate;
- Sei stazioni di controllo dedicate;

La stazione di controllo principale può accedere anche alle antenne della rete di controllo satellitare dell'aeronautica degli Stati Uniti (AFSCN) per ottenere capacità di comando e controllo aggiuntive, e alle stazioni di controllo della NGA (National Geospatial-Intelligence Agency). Le traiettorie dei satelliti sono rilevate da apposite stazioni dell'aeronautica nelle Hawaii, su Kwajalein, nell'isola dell'ascensione, nell'isola di Diego Garcia, a Colorado Springs ed a Cape Canaveral, assieme alle stazioni dell'NGA condivise, in Inghilterra, Argentina, Ecuador, Bahrain, Australia e Washington DC.

Le informazioni di tracciamento sono inviate alla stazione di controllo principale, all'Air Force Space Command nella base aerea di Schriever, a 25 km da Colorado Springs, che è gestito dal 2nd Space Operations Squadron (2° Squadrone operazioni spaziali) dell'aeronautica. Quindi il Comando mette in contatto regolarmente ogni satellite GPS per i necessari aggiornamenti con le antenne dedicate o condivise (le antenne dedicate sono a Kwajalein, nell'isola dell'ascensione, a Diego Garcia, ed a Cape Canaveral).

Questi aggiornamenti servono a sincronizzare gli orologi atomici a bordo dei satelliti a pochi nanosecondi l'uno dall'altro, e ad aggiornare le effemeridi del modello orbitale interno. Gli aggiornamenti sono creati da un filtro di Kalman che utilizza i dati delle stazioni di controllo a terra, le informazioni della meteorologia spaziale e vari altri parametri.

Le manovre satellitari non sono accurate per gli standard GPS. Così durante il cambiamento dell'orbita di un satellite, il satellite viene messo fuori servizio (unhealthy), in modo che non venga utilizzato da un ricevitore. Poi, una volta terminata la manovra, l'orbita può essere controllata ed acquisita da terra ed il satellite rimesso in servizio con le nuove effemeridi.

Stazioni di tracciamento e centro di calcolo

Il tracciamento dei satelliti comprende tutte quelle operazioni atte a determinare i parametri dell'orbita. A ciò provvedono 5 stazioni principali, site nei pressi dell'equatore, dette appunto

di tracciamento (main tracking stations), ed in particolare a Colorado Springs, Diego Garcia, Hawaii, l'isola di Ascensione e Kwajalein. Colorado Springs è anche sede del centro di calcolo. Ogni volta che ciascun satellite nel suo moto orbitale sorvola il territorio americano, le stazioni di tracciamento ne registrano i dati doppler che sono avviati al centro di calcolo e qui valorizzati per la determinazione dei parametri orbitali. Per risolvere questo problema è stato necessario venire in possesso di un fedele modello matematico del campo gravitazionale terrestre. La costruzione di questo modello è stato uno dei problemi di più ardua soluzione nello sviluppo del progetto Transit da cui è derivato l'attuale Navstar. I risultati di questa indagine sul campo gravitazionale terrestre, che sono di vasta portata dal punto di vista geodetico, possono riassumersi in un'immagine del globo nella quale sono riportate le linee di eguale scostamento del geoide (LMM) dall'ellissoide di riferimento APL.

Stazioni di soccorso

I parametri orbitali di ciascun satellite, appena determinati presso il centro di calcolo, sono riuniti in un messaggio che è inoltrato al satellite interessato mediante una delle stazioni di soccorso. Il satellite registra i parametri ricevuti nella sua memoria e li irradia agli utenti.

Il segmento utente: il ricevitore GPS

Il segmento utente è composto dalle centinaia di migliaia di ricevitori militari che usano il PPS e le decine di milioni di ricevitori dell'utente civili, commerciali e scientifici che fanno uso del SPS. In generale i ricevitori si compongono di un'antenna, un microprocessore e una sorgente di tempo (come un oscillatore al quarzo o un TCXO). Possono anche includere un display per fornire le informazione all'utente.

Un ricevitore è spesso descritto dal numero di canali di cui dispone che indica il numero di satelliti che è in grado di monitorare simultaneamente. Il numero di canali è stato incrementato progressivamente nel tempo. Tipicamente un moderno ricevitore commerciale ha un numero di canali compreso tra 20 e 32 anche se sono disponibili ricevitori con un numero maggiore.

Esistono in commercio ricevitori GPS ("esterni"), interfacciabili mediante porta USB o connessioni senza fili come il Bluetooth, che consentono di realizzare navigatori GPS su vari dispositivi: palmari, PC, computer portatili e, se dotati di sufficiente memoria, anche telefoni cellulari. Per la navigazione esistono software appositi, proprietari o open source che utilizzano una cartografia, che può essere anch'essa pubblica o proprietaria. I dati di navigazione sono generalmente forniti a PC o altri device attraverso il protocollo NMEA 0183. Nonostante il protocollo sia ufficialmente definito dalla National Marine Electronics Association (NMEA), sono disponibili molte informazioni pubbliche che hanno permesso lo sviluppo di vari strumenti software (anche open source) senza violare proprietà intellettuali. Esistono anche protocolli proprietari come SiRF o MTK o UBX specifici del produttore.

Sempre più spesso i ricevitori GPS sono integrati all'interno smartphone, PDA, Tablet PC, orologi e vari oggetti di uso consumer adatti all'uso in mobilità.

GPS e teoria della relatività

Gli orologi a bordo dei satelliti sono corretti per gli effetti della teoria della relatività che porta a un anticipo del tempo sui satelliti. L'osservazione di tale anticipo è considerata una verifica della teoria di Einstein in un'applicazione al mondo reale. L'effetto relativistico rilevato corrisponde a quello atteso in teoria, nei limiti di accuratezza della misura. L'anticipo è l'effetto combinato di due fattori: la velocità relativa di spostamento rispetto a terra rallenta il tempo sul satellite di circa 7 microsecondi al giorno, mentre il potenziale gravitazionale, minore sull'orbita del satellite rispetto a terra, lo accelera di 45 microsecondi. Pertanto, il bilancio è che il tempo sul satellite accelera di circa 38 microsecondi al giorno. Per ovviare alla differenza tra orologi a bordo e a terra, gli orologi sul satellite sono corretti per via elettronica. Senza queste correzioni, il sistema GPS genera errori di posizione dell'ordine dei chilometri su un giorno di utilizzo, e non il livello centimetrico a cui il sistema realmente riesce ad arrivare.

Va notato che per raggiungere i livelli di precisione indicati, occorre tenere in conto altri errori di tempo sui satelliti rispetto a terra, non solo quelli di origine relativistica. Ne esistono altri, legati alla propagazione di segnale in atmosfera o ai ritardi dell'elettronica di bordo. Mentre gli errori relativistici sono compensati, un'efficace compensazione di quelli atmosferici o elettronici è più complessa.

Analisi ed origine degli errori

L'analisi degli errori per il Global Positioning System è un processo complesso, che deve tenere in conto molte variabili. Innanzitutto occorre distinguere tra l'analisi del segmento di terra e quello spaziale. Un'altra importante distinzione è tra errori concernenti l'orbitografia dei satelliti, di timing, errori legati alla propagazione dei segnali verso terra e quelli determinati dall'elettronica. Gli errori dovuti all'elettronica, come per esempio i ritardi di tempo, sono in genere gestiti tramite la taratura e i test diretti sull'hardware. Un limite a questa gestione deriva dall'eventuale degradazione dell'hardware nel tempo, che il lancio in orbita o l'esposizione a raggi cosmici e vento solare può causare.

Gli errori legati alla propagazione del segnale sono in prevalenza legata al ritardo di propagazione, che ha come variabile fondamentale il tasso di elettroni liberi in atmosfera. Questo parametro a sua volta dipende nuovamente dal vento solare e dai raggi cosmici. Così, l'attività solare può influenzare direttamente la qualità del segnale e delle prestazioni del GPS. Gli errori di orbitografia (per esempio, causati dagli errori delle effemeridi) sono gestiti con un continuo monitor di tutta la costellazione satellitare dal segmento di terra.

Gli errori di timing, oltre a quelli cui si è accennato, sono in gran parte imputabili agli orologi di bordo, ai loro comportamenti stocastici, a eventuali anomalie. Per ridurli, nel corso dell'evoluzione del sistema sono state adottate contromisure diverse. Innanzitutto a bordo esiste una ridondanza di orologi, in altre parole tre-quattro orologi sono presenti, in modo che, oltre a rispondere ai problemi di guasto totale di un orologio, l'insieme possa garantire un timing più accurato. In secondo luogo, il miglioramento delle tecniche di controllo da terra, e migliori performance degli orologi stessi, ha costituito degli elementi importanti per il monitor degli errori. Fino al 2000 la precisione del GPS per usi civili era intenzionalmente degradata per decisione del governo statunitense (Selective Availability).

Aumento della Precisione

La caratteristica chiave del sistema GPS (accuratezza, integrità, disponibilità) possono essere incrementate grazie all'uso di sistemi di GNSS Augmentation. Tali sistemi possono basarsi su satelliti geostazionari (Satellite Based Augmentation Systems) come il WAAS(statunitense) o l'EGNOS (europeo), oppure su collegamenti radio terrestri per distribuire agli utenti le informazioni correttive da applicare durante il calcolo della posizione. Nel caso di collegamenti radio terrestri ci si riferisce a sistemi Ground-based augmentation_system(GBAS). La modalità DGPS-IP sfrutta invece la rete Internet per l'invio di informazioni di correzione.

Applicazioni

Le applicazioni più comuni di un sistema di posizionamento e navigazione satellitare GPS sono la navigazione assistita sia passiva cioè con semplice rilevazione delle coordinate geografiche, sia attiva cioè con la possibilità, a partire dalla posizione locale, di ricevere indicazioni stradali con l'aiuto di un opportuno algoritmo, che sulla base ad una mappa stradale, presente in memoria sul dispositivo, calcola il percorso stradale più breve per giungere ad una certa destinazione reimpostata o semplicemente seguire determinate rotte aree e nautiche nella navigazione aerea e marittima. Altre importanti applicazioni sono in caso di emergenza/soccorso ovvero segnalazioni incidenti, infortuni, incendi e come radionavigazione nelle tipiche attività sportive all'aria aperta (es. trekking, alpinismo, cicloturismo, podismo ecc...).

Il GPS nell'utilizzo quotidiano

I moderni ricevitori GPS hanno raggiunto dei costi molto contenuti e il navigatore satellitare personale è divenuto un oggetto di uso comune. Il mercato offre soluzioni a basso costo, per tutti gli impieghi, che si rivelano efficaci non soltanto per la navigazione satellitare in sé, ma anche per usi civili, per il controllo dei servizi mobili e per il controllo del territorio.

Esistono varie soluzioni:

- Integrate: sono dispositivi portatili all-in-one che incorporano un ricevitore GPS, uno schermo LCD, un altoparlante, un processore che esegue le istruzioni, date solitamente da un sistema operativo proprietario, uno slot per schede di memoria ove memorizzare la cartografia;
- Ibride: sono dispositivi portatili (personal computer, palmari, smartphone) che, nati per scopi diversi, sono resi adatti alla navigazione satellitare attraverso un ricevitore GPS integrato oppure con il collegamento di un ricevitore GPS esterno (Bluetooth o via cavo) e l'adozione di un software dedicato in grado di gestire la cartografia.

Il GPS su dispositivi mobili



Figura 18



Figura 19

Con la diffusione dei sistemi GPS, e il conseguente abbattimento dei costi dei ricevitori, molti produttori di telefoni cellulari/smartphone hanno cercato di inserire un modulo GPS all'interno dei loro prodotti, aprendosi quindi al nuovo mercato dei servizi (anche sul web) basati sul posizionamento (o LBS, location based services). Tuttavia, la relativa lentezza con cui un terminale GPS acquisisce la propria posizione al momento dell'accensione (in media, tra i 45 e i 90 secondi), dovuta alla necessità di ricercare i satelliti in vista, ed il conseguente notevole impegno di risorse hardware ed energetiche, ha frenato in un primo momento questo tipo di abbinamento. Negli ultimi anni, però, è stato introdotto in questo tipo di telefoni il sistema Assisted GPS, detto anche "A-GPS", con cui è possibile ovviare a tali problemi: si fanno pervenire al terminale GPS, attraverso la rete di telefonia mobile, le informazioni sui satelliti visibili dalla cella radio cui l'utente è agganciato. In questo modo un telefono A-GPS può in pochi secondi ricavare la propria posizione iniziale, in quanto si assume che i satelliti in vista dalla cella siano gli stessi visibili dai terminali sotto la sua copertura radio. Tale sistema è molto utile anche come servizio d'emergenza, ad esempio per localizzare mezzi o persone ferite in seguito ad un incidente.

Il GPS nelle applicazioni topografiche

Il GPS viene utilizzato anche frequentemente per scopi topografici/cartografici. In Italia esiste una rete di punti determinati dall'IGM chiamata IGM95, determinati con la precisione planimetrica di 2 cm e altimetrica di 4 cm.

Solitamente per le applicazioni topografiche si usa un altro metodo per determinare la propria posizione con sufficiente precisione (la precisione di 10 metri, conseguibile nei normali ricevitori, è inaccettabile in topografia), in altre parole la misura di fase dell'onda portante L1 e la risoluzione del numero delle ambiguità. Con metodi piuttosto complessi si raggiunge a una precisione anche di 2 ppm, ovvero 1 millimetro su un chilometro.

Il GPS nella sincronizzazione degli orologi terrestri

Il sistema GPS si presta ottimamente alla sincronizzazione di precisione degli orologi terrestri accoppiati a un ricevitore GPS grazie alla presenza degli orologi atomici presenti sui satelliti e al segnale orario trasmesso da questi verso Terra, e la tal cosa è effettivamente fatta in diverse situazioni di interesse.

Sistemi alternativi

Oltre al GPS, in questo periodo sono in uso o in fase di sviluppo altri sistemi. Il russo Global Navigation Satellite System (GLONASS) è stato impiegato solamente dai militari russi e sovietici, fino a quando è stato reso pienamente disponibile anche ai civili nel 2007. Alcuni moderni smartphone, come l'iPhone 4S, il Samsung Galaxy S3, il Samsung Galaxy Ace 2 ed il Samsung Galaxy Xcover 2, e tablet come il Nexus 7, presentano un'antenna in grado di ricevere sia i segnali GPS sia i segnali GLONASS. La Cina ha realizzato il sistema di posizionamento Beidou, per uso civile esteso a tutta l'Asia, ed il sistema di navigazione COMPASS (il cui completamento è previsto per il 2020).

L'India ha pianificato il sistema di navigazione regionale IRNSS, previsto nel 2012, che coprirà l'India ed l'oceano Indiano.

L'Unione europea ha in progetto il completamento di una propria rete di satelliti, il "sistema di posizionamento Galileo", per scopi civili e militari. Il sistema Galileo è un sistema duale, cioè nato per compiti sia civili che militari. Questo progetto ha un'evidente valenza strategica perché la rete statunitense è proprietà dei soli Stati Uniti d'America ed è gestita da autorità militari, che, in particolari condizioni, potrebbero decidere discrezionalmente e unilateralmente di ridurre la precisione o bloccare selettivamente l'accesso al sistema: la condivisione dell'investimento e della proprietà da parte degli stati utilizzatori garantisce continuità, accessibilità e interoperabilità del servizio europeo.

RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION

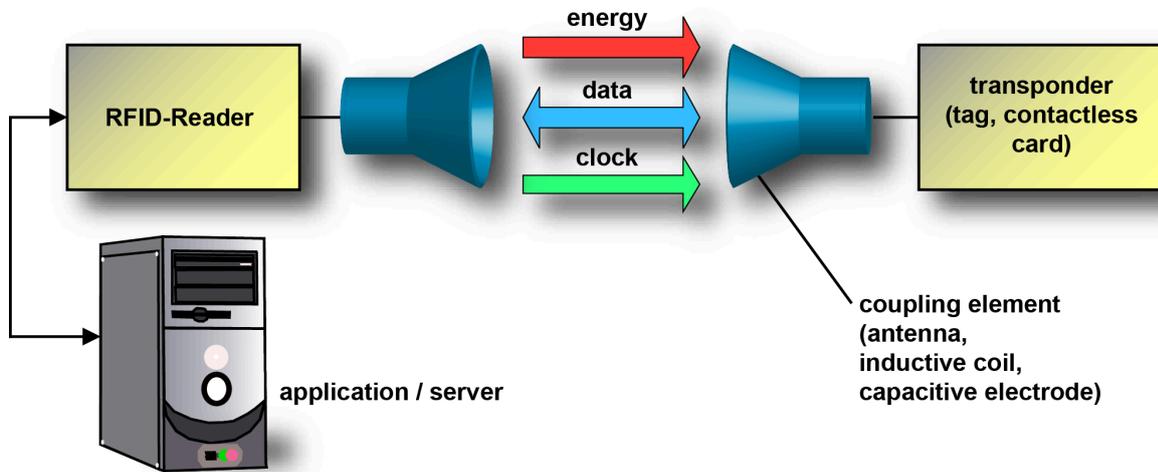


Figura 20

In telecomunicazioni ed elettronica con l'acronimo RFID (dall'inglese Radio-Frequency IDentification, in italiano identificazione a radio frequenza) si intende una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti oggetti, animali o persone (automatic identifying and data capture, AIDC) basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche, chiamate tag (o anche transponder), e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili, chiamati reader (o anche interrogator). Questa identificazione avviene mediante radiofrequenza, grazie alla quale un reader è in grado di comunicare e/o aggiornare le informazioni contenute nei tag che sta interrogando; infatti, nonostante il suo nome, un reader (ovvero: "lettore") non è solo in grado di leggere ma anche di scrivere informazioni.

In un certo senso, i dispositivi RFID possono essere quindi assimilabili a sistemi di lettura e/o scrittura senza fili con svariate applicazioni. In questi ultimi anni si sta affermando man mano anche lo standard NFC (Near Field Communication, 13,56 MHz e fino a 10 cm, ma con velocità di trasmissione dati fino a 424 kbit/s) che estende gli standard per consentire lo scambio di informazioni anche tra lettori.

Importanza e diffusione

La tecnologia RFID prende origine dalla seconda guerra mondiale e si sviluppa a partire dagli anni sessanta come derivazione a scopi civili del sistema militare a radiofrequenza di Identification friend or foe, ma la sua diffusione è avvenuta principalmente dagli anni novanta in poi. I transponder IFF inventati in Gran Bretagna nel 1939, basati su una tecnologia analoga, furono ampiamente utilizzati dagli alleati durante la seconda guerra

mondiale per identificare gli aerei e capire se si trattava di mezzi amici o nemici. I transponder sono impiegati ancora oggi sui velivoli, sia per scopi militari che commerciali.

Un altro testo del passato dedicato alla tecnologia RFID è *Communication by Means of Reflected Power* (Atti dell'IRE, pp. 1196–1204, ottobre 1948), di Harry Stockman. In questa opera, che rappresenta una vera pietra miliare, Stockman dichiarava: "saranno necessarie ancora intense attività di ricerca e sviluppo per risolvere gli ultimi problemi inerenti alla comunicazione con potenza riflessa, e prima di poterne esplorare le applicazioni pratiche". Il primo vero predecessore della moderna tecnologia RFID è stato brevettato da Mario Cardullo nel gennaio 1973 (brevetto Usa 3.713.148): si trattava di un transponder radio passivo dotato di memoria.

Questo dispositivo pioniere, costituito da un transponder con 16 bit di memoria e alimentato dal segnale che lo interrogava, era di tipo passivo, ed era stato concepito per usi doganali. Venne presentato nel 1971 all'autorità portuale di New York e ad altri potenziali utenti. Il brevetto-base di Cardullo comprende l'uso della radio frequenza, di onde sonore e luminose come mezzo di trasmissione. Il business plan originario, presentato agli investitori nel 1969, prevedeva l'applicazione di questi dispositivi nei seguenti settori: trasporti (identificazione delle vetture, sistemi doganali automatici, targhe elettroniche, segnali elettronici, instradamento del traffico, monitoraggio delle prestazioni dei veicoli), bancario (libretti degli assegni elettronici, carte di credito elettroniche), sicurezza (identificazione del personale, cancelli automatici, sorveglianza) e sanità (identificazione, storia clinica dei pazienti).

Nel 1973 Steven Depp, Alfred Koelle e Robert Freyman organizzarono una storica dimostrazione del funzionamento dei tag RFID a potenza riflessa (backscattering modulato), sia di tipo passivo che attivo, presso il Los Alamos Scientific Laboratory. Questo sistema portatile funzionava con una frequenza di 915 MHz e impiegava tag a 12 bit. Questa tecnica è impiegata ancora oggi sulla maggior parte dei tag UHF (Ultra High Frequency) e RFID a microonde.

Il primo brevetto in cui figura la sigla RFID è stato depositato da Charles Walton nel 1983, brevetto USA 4.384.288, ma in realtà la tecnologia è stata depositata nell'agosto del 1973 con il brevetto USA 3.752.960, da allora ne sono stati registrati altri quasi 4000 (2011). La procedura di riconoscimento automatico (Auto ID) si è successivamente sviluppata in altri settori: industriale, automobilistico, medico, e-Government (vedi passaporti, carte d'identità, ecc.), commercio (moneta elettronica come biglietti per i trasporti, ecc.). Altri esempi sono da quello di acquisto e distribuzione di servizi logistici a quello industriale, manifatturiero, metalmeccanico, domotico, ecc.

La tecnologia RFID è considerata per la sua potenzialità di applicazione una tecnologia general purpose (come l'elettricità, la ruota, etc) e presenta un elevato livello di "pervasività", in altre parole una volta trovata una applicazione in un punto della filiera, l'applicazione ed i benefici si propagano velocemente a monte e a valle della stessa. Con i RFID, grazie allo

sviluppo delle tecnologie dell'informazione e di Internet è possibile creare una rete di oggetti e l'adozione a vasta scala in svariate applicazioni prevista nei prossimi decenni nonché la probabile interconnessione dei dati ottenuti in un'unica grande rete globale.

Descrizione fisica

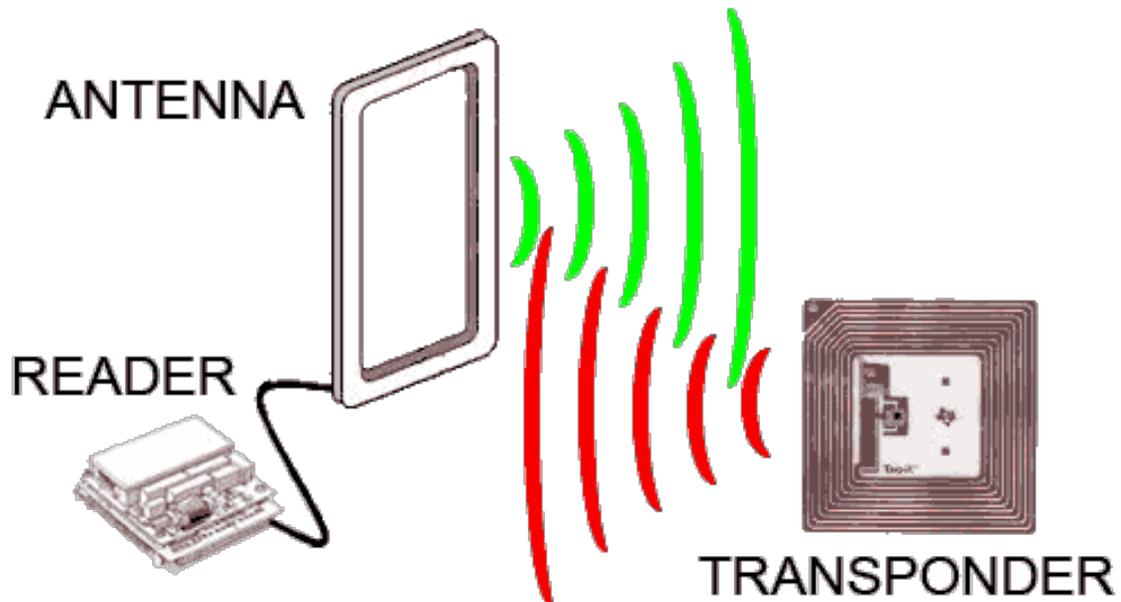


Figura 21

Nello specifico un sistema RFID è costituito da tre elementi fondamentali:

- Un apparecchio di lettura e/o scrittura (lettore).
- Uno o più etichette RFID (o tag o Transponder)
- Sistema informativo di gestione dei dati per il trasferimento dei dati da e verso i lettori.

L'etichetta RFID può essere attiva, passiva, semi-passiva o semi-attiva. Se è attiva, ha :

- Una batteria per alimentarla
- Una o più antenne per inviare il segnale di lettura e ricevere le risposte anche su frequenze diverse.
- Uno o più transponder/tag RFID e possono contenere sensori.
- in genere hanno distanze operative maggiori dei tag passivi e in genere arrivano al massimo a 200 m.

Se è passiva: contiene semplicemente un microchip (con identificativo univoco ed eventuale memoria), privo di alimentazione elettrica, un'antenna e un materiale che fanno da supporto fisico chiamato "substrato" e che viene "eccitato, alimentato e/o scritto" al passaggio di un

lettore che emette un segnale radio a frequenze basse o medie o di alcuni gigahertz (sotto le diverse bande usate). La radiofrequenza attiva il microchip e gli fornisce l'energia necessaria a rispondere al lettore, ritrasmettendogli un segnale contenente le informazioni memorizzate nel chip ma che, come abbiamo già detto, può anche scrivere dati sul tag.

Se semi-passiva: è dotata di batteria usata solo per alimentare il microchip o apparati ausiliari (sensori) ma non per alimentare un trasmettitore perché in trasmissione si comporta come un'etichetta RFID passiva.

Se semi-attiva: è dotata di batteria che alimenta il chip e il trasmettitore in cui per risparmiare energia l'etichetta RFID è disattivata e viene attivata tramite un ricevitore con tecnologia dei tag passivi e quindi in assenza di interrogazioni il tag può operare per tempi lunghi.

L'elemento principale che caratterizza un sistema RFID è l'etichetta RFID o transponder o tag ed è costituito da:

- un microchip che contiene dati in una memoria (tra cui un numero univoco universale scritto nel silicio),
- una antenna,
- un supporto fisico che tiene insieme il chip e l'antenna chiamato "substrato" e che può essere in Mylar, film plastico (PET, PVC, ecc), carta o altri materiali.
- (in rari casi viene usata una batteria).

L'antenna riceve un segnale, che tramite il principio della induzione trasforma in energia elettrica, che alimenta il microchip. Il chip così attivato trasmette i dati in esso contenuti tramite l'antenna (circuito di trasmissione del segnale) all'apparato che riceve i dati. In sintesi, un tag RFID è in grado di ricevere e di trasmettere via radiofrequenza le informazioni contenute nel chip ad un transceiver RFID.

Il Lettore emette un campo elettromagnetico/elettrico che tramite il processo della induzione genera nell'antenna del tag una corrente che alimenta il chip. Il chip così alimentato comunica tutte le sue informazioni che sono irradiate tramite l'antenna verso il Lettore ed il Lettore, come più volte detto, può anche scrivere i dati sul tag.

Tipi di tag RFID

Esistono numerosi tipi di tag RFID, alcuni dei quali normati da standard ISO e bande di frequenza operative ben definite che si possono riassumere brevemente in queste sotto:

- 125/134 kHz (LF Low Frequencies, valida in tutto il mondo)
- 13,56 MHz (HF High Frequencies, valida in tutto il mondo)
- 433 MHz (UHF Ultra High Frequencies bassa, solo per tag Attivi, solo in Europa)
- 860-960 MHz (UHF Ultra High Frequencies media, secondo i continenti che hanno potenze massime e bande di frequenze diverse)

- 2,4 GHz (UHF Alta, principalmente per attivi, anche se esistono anche tag passivi, in tutto il mondo)
- 5,8 GHz (SHF Super High Frequencies, solo tag attivi, esempio è il tag attivo "Telepass" che molti possiedono nelle auto in Italia per l'accesso automatico alle Autostrade a pagamento)
- > 5,8 GHz (UWB Ultra Wide Band (3.1 GHz-10.6 GHz), solo tag Attivi)

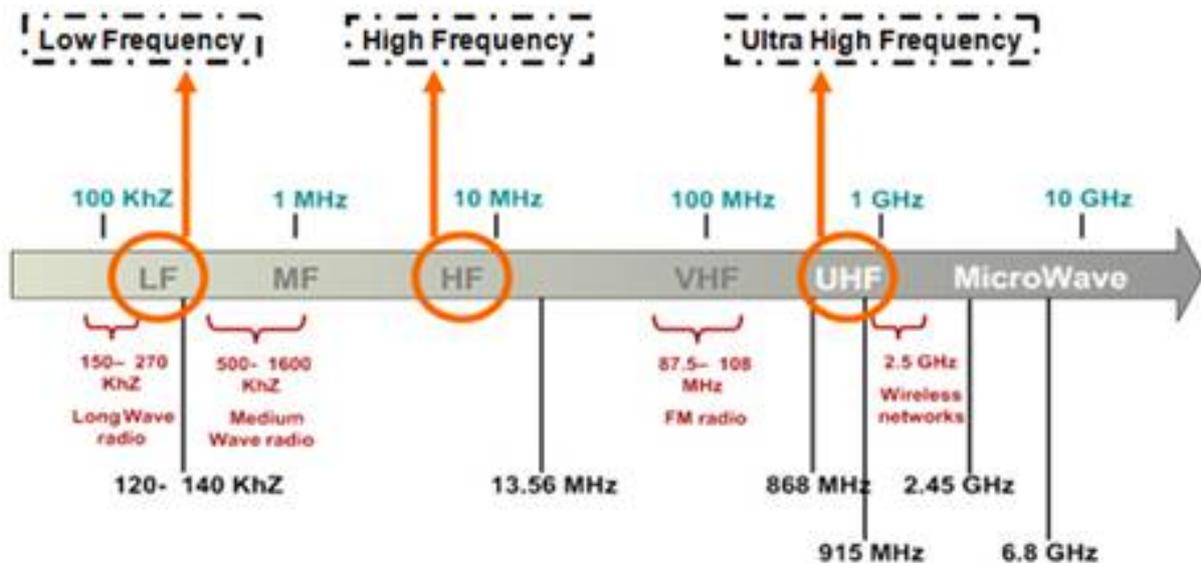


Figura 22

I tag LF (125/134 kHz) ed HF (13,56 MHz) sono previsti dalle norme ISO come passivi (senza batterie) mentre per i tag RFID UHF e Ultrawide band (UWB) esistono attivi, semi-attivi e passivi. I tag attivi sono alimentati da batterie, i tag semiattivi sono alimentati da batterie solo per mantenere attiva la parte circuitale interna mentre per l'irradiazione utilizzano una parte dell'energia ricevuta dall'onda radio che trasmette anche le informazioni, mentre i tag passivi non hanno nessuna fonte di alimentazione interna ma traggono l'energia dall'onda radio inviata dal lettore che li interroga per attivarsi e ritrasmettere i dati.

Epc Gen2 *Electronic Product Code Generation 2*. È il protocollo EPC di seconda generazione, progettato per operare a livello internazionale. L'EPC Gen è al centro dell'attenzione perché sembra probabile una convergenza fra gli standard UHF Gen 2 e una revisione dell'ISO 18000-6, ovvero si applica solo ai tag UHF. Il processo di unificazione potrebbe contribuire a un'ulteriore accelerazione nell'adozione su scala globale degli RFID.

RFID tag o Transponder

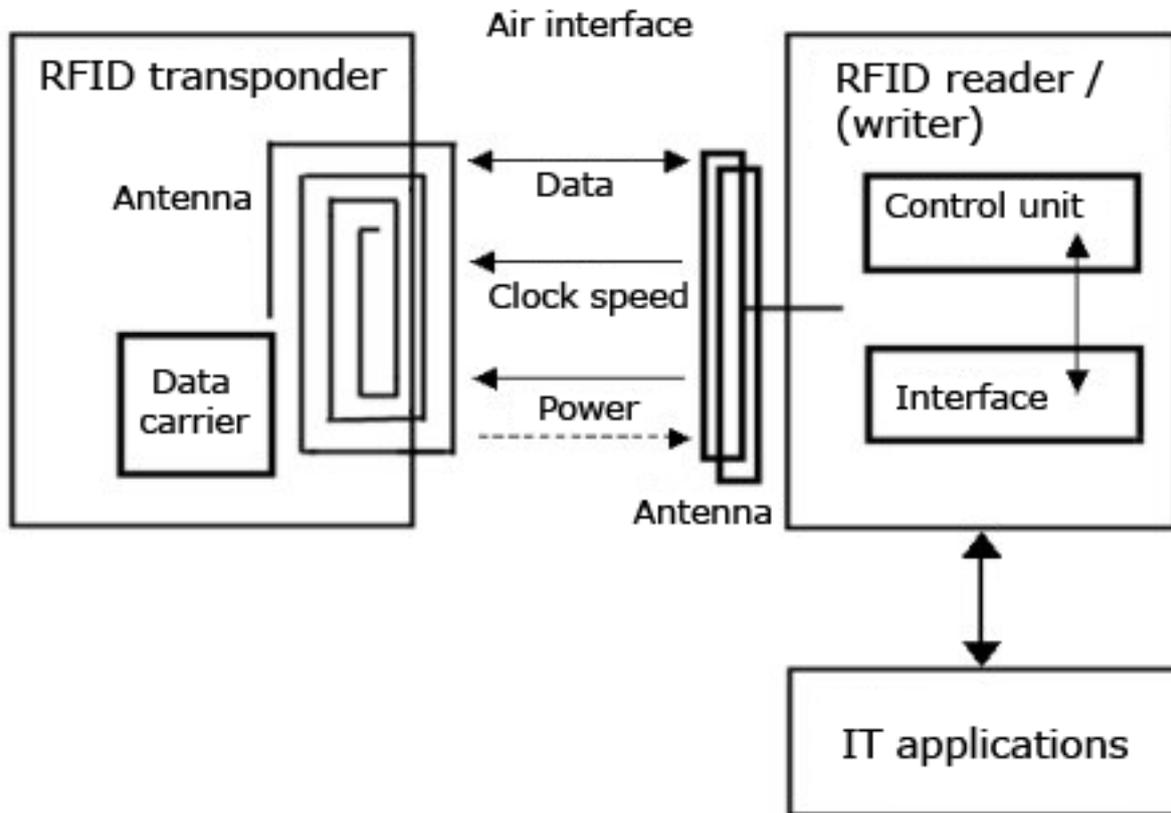


Figura 23

L'elemento che caratterizza un sistema RFID è il transponder o tag. Il tag è un dispositivo elettronico funzionante composto da un chip ed un'antenna RF montati su un "substrato" che ha anche il compito di sostenerli. Il chip (grande pochi millimetri) è la parte "intelligente" costituita da una memoria non volatile (tipicamente EEPROM o FRAM quest'ultima più costosa ma tecnologicamente più avanzata) ed un codice in genere univoco (UID), il quale viene trasmesso tramite l'antenna RF (la spira risonante o circuito di trasmissione del segnale wireless) all'apparato lettore che leggerà i dati ricevuti o li aggiornerà.

Nei tag passivi, il lettore emette un campo elettromagnetico o elettrico (secondo le frequenze) che tramite il processo dell'induzione genera nell'avvolgimento elicoidale del tag una tensione che alimenta il chip. Il chip così alimentato comunica tutte le sue informazioni irradiandole tramite l'avvolgimento verso il Lettore. I tag attivi invece sono alimentati da una piccola batteria interna (RFID attivi). Transponder e antenna sono inseriti in un supporto che caratterizza l'uso specifico di ognuno di questi oggetti.

È possibile realizzare RFID in infiniti formati: inseriti in etichette del tutto simili a quelle normalmente utilizzate nei capi di abbigliamento, sotto forma di adesivi da applicare sulle

confezioni di cartone dei prodotti, o all'interno di tessere carta di credito, ma anche piccolissimi. Per accedere alle informazioni contenute nell'etichetta, è necessario un lettore fisso o portatile. Il vantaggio offerto da questo tipo di tecnologia rispetto ai sistemi d'identificazione adesso più utilizzati (codici a barre e lettori a banda magnetica), è che il lettore non ha bisogno di avere la visibilità ottica rispetto all'etichetta e funziona in tempi veramente ridotti (circa 1 decimo di secondo), ma per esempio in UHF possono essere anche letti fino a 8-10m.

Modalità read-only e read/write

How does RFID work?

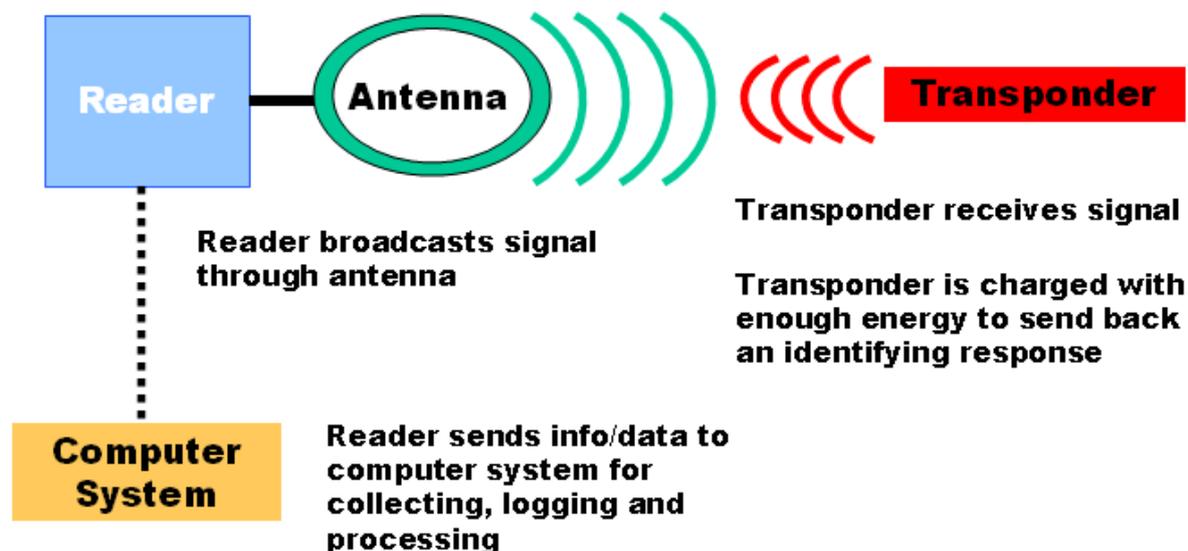


Figura 24

La modalità read-only consente di utilizzare la tecnologia RFID in sostituzione del codice a barre sfruttando i seguenti vantaggi:

- Affidabilità della lettura
- Eliminazione della necessità di "vedere" l'etichetta (le etichette radio possono essere contenute all'interno dei prodotti ed essere lette anche in più esemplari contemporaneamente)
- Capacità di lavorare in ambienti contaminati e sporchi.
- Capacità di resistere, con opportune protezioni, all'aggressione di agenti chimici e ambientali, di poter operare immerso in un fluido, dentro l'oggetto che si vuole identificare oppure all'interno di un altro contenitore (purché non completamente metallici)

- Possibilità di leggere, nello stesso contenitore, il codice di decine o centinaia di etichette in un lasso temporale di pochi secondi, e di trasmetterlo al sistema informativo di gestione.

I tag dotati di memorie non volatili (qualche kilobyte) possono contenere informazioni molto articolate sull'oggetto cui sono associate. La modalità read/write permette non solo una trasmissione di informazioni ma un loro aggiornamento sul chip. Il tag diventa un sistema di identificazione che può tenere traccia della storia di un prodotto fin dalla fase di lavorazione ed essere poi utilizzata in modo interattivo lungo tutta la filiera fino alla distribuzione al dettaglio e in alcuni casi sino al consumatore.

Alcuni vantaggi di questa modalità sono costituiti dalla possibilità di memorizzare dati relativi agli indici di qualità, ai problemi riscontrati e successivamente, dalla semplice lettura del tag, valutare le caratteristiche positive e negative dei prodotti o dei lotti; per esempio applicati alle confezioni di prodotti deperibili alle alte temperature sono in grado di informare il consumatore che il livello di guardia di queste è stato superato (esempio: camion guasto fermo per ore sotto il sole). Nei sistemi industriali particolarmente complessi e operanti in ambienti ostili, la presenza di un tag con queste modalità può sostituire sia il network sia la necessità di avere sempre attivo il controllo di un sistema di gestione e in questo modo automatizzare alcuni processi amministrativi o industriali, localizzare in magazzino i differenti modelli, smistare in distribuzione modelli e prodotti in funzione di alcune caratteristiche (prezzo, dimensioni, packaging, ecc.). Questi tag si rivelano utili anche per generazione automatica di bolle e fatture, grazie alla possibilità di leggere contemporaneamente più codici. Anche la fase di vendita trova vantaggi dall'uso dei tag, sia per realizzare inventari real time all'ingresso e alla vendita del prodotto, sia perché i tag possono essere utilizzati come dispositivo antitaccheggio.

Vantaggi dell'RFID rispetto a codici a barre e bande magnetiche



Figura 25

La tecnologia RFID ha alcuni vantaggi semplici rispetto alle tradizionali tecnologie dei codici a barre e delle bande magnetiche:

- Non deve essere a contatto per essere letto come le bande magnetiche.
- Non deve essere visibile per essere letto come per i codici a barre.
- Si possono anche aggiungere informazioni sui chip in funzione della tipologia del chip (Read Only: si possono solo leggere le informazioni contenute, Write Once, Read Many: si possono scrivere nel chip le informazioni una sola volta, ma leggerle un numero illimitato di volte, Read and Write: si può leggere e memorizzare informazioni per un numero limitato ma grande di volte)
- L'identificazione e la verifica avvengono in 1/10 di secondo.
- La comunicazione può essere in chiaro o cifrata.

Applicazioni RFID

Diversi i campi di applicazione della tecnologia. In particolare i campi di adozione principali esistenti sono:

- Le soluzioni su tag 125/134 kHz trovano campi applicativi: tracciabilità animali domestici e di allevamento (cani, mucche, ecc.), Immobilizer per auto (sono ormai contenuti in tutte le chiavi di apertura e avviamento delle auto, moto, camion, ecc.), apertura serrature (settore alberghiero e controllo accessi)
- Le soluzioni su tag 13,56 MHz trovano applicazioni in:

- standard ISO 15693 fino ad 1 m, per la tracciabilità (alimentare, prodotti, etc), borsellini elettronici non bancari (villaggi vacanze, discoteche, logistica in generale, etc);
- standard ISO 14443 fino a 10 cm, (ad alta sicurezza) per carte bancarie, tessere documenti di identità elettronici, titoli di viaggio elettronici, sistemi di bigliettazione elettronica per metropolitane, treni, autobus, moneta elettronica per Macchine Distributrici prodotti alimentari, ecc.
- Standard NFC Near Field Communication, fino a 10 cm, è il nuovo standard ISO 18092 NFCIP-1 e ISO 21841 NFCIP-2, ma che con i recenti chip permette di leggere/scrivere anche tag ISO 14443 e ISO 15693, Felica e quindi divenendo un lettore/scrittore universale di tutti i protocolli HF, ed addirittura evolvendo il concetto di tag e Lettore/Scrittore potendo scambiare dati ad alta velocità max 424 kb/s anche tra 2 lettori/Scrittori come possono essere 2 cellulari NFC e che sostituirà man mano i contanti e le carte di debito e credito, usando direttamente il proprio cellulare, per pagamenti Bigliettazione, pagamenti vari, ma potrà essere anche usato per scambio dati tra cellulari come foto, video, biglietti da visita, ecc. Ne sentiremo sempre più parlare nel prossimo futuro.
- le soluzioni con tag UHF ISO 18000 in teoria fino a 10 m, sono dedicate alla logistica sia interna che esterna d'azienda, ma anche per la protezione del marchio o prodotto da clonazione (brand Protection), identificazione auto mentre viaggiano, ed in generale dove si necessita di tantissimi tag e pochi lettori in proporzione ai tag.
- Le soluzioni con tag 2,4 GHz e oltre per la mobilità (Telepass e similari) e gli interporti.

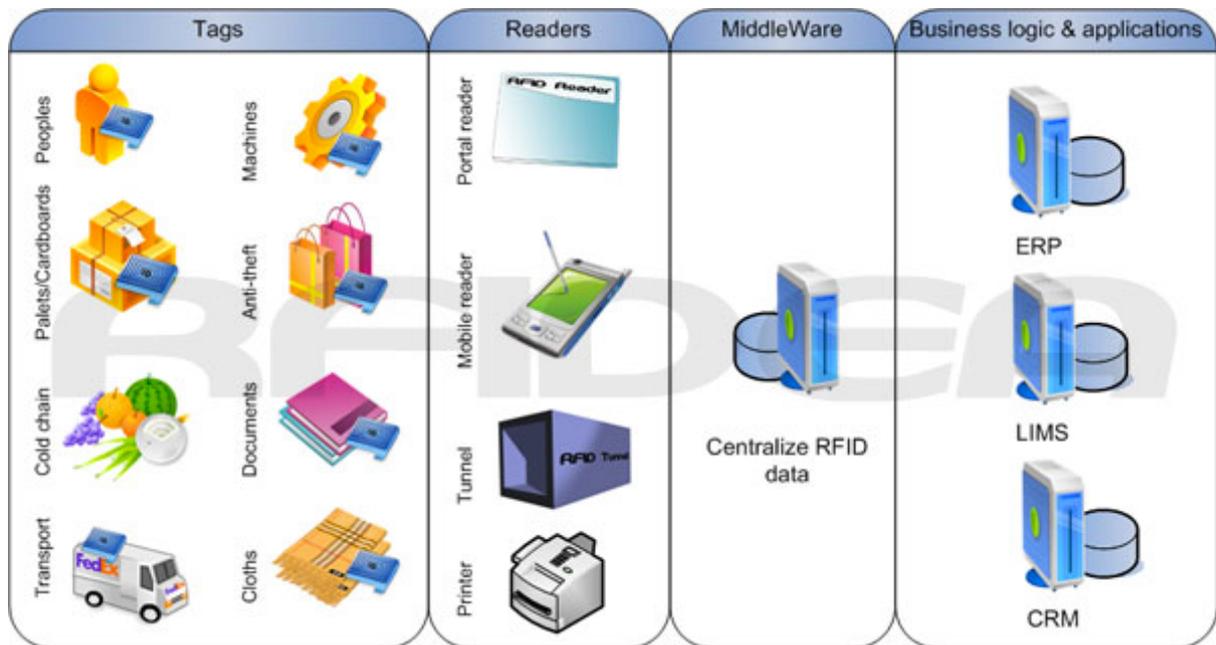


Figura 26

ANALISI TECNOLOGICA ATTUALE

Verificando la tecnologia attuale possiamo subito identificare che la rilevazione di prestazioni in ambito sportivo è molto legato alla precisione mentre se analizziamo la rilevazione in ambito ludico, sono elemento preponderante la facilità di utilizzo e il riscontro economico.

In base alla tipologia di rilevazione possiamo ottimizzare i costi benefici utilizzando la tecnologia giusta.

In Ambito Motoristico Sportivo in determinati casi è più importante l'identificazione come conteggio di passaggi attraverso una linea che il rilevamento esatto del tempo

Altro elemento da considerare è che la prestazione in ambiente sportivo deve permettere la comparazione delle prestazioni dei partecipanti in real time o in ogni caso in simil real time

In ambito ludico è molto più importante l'analisi della prestazione personale e poi in un secondo momento la comparazione della propria prestazione con altri utenti

Smartphone e dispositivi Mobili

Le tecnologie attuali ci permettono di avere dispositivi mobili che già raggruppano tecnologie di rilevamento Posizione identificazione del tempo vengono riconosciuti con un identificativo unico, questi dispositivi sono in grado di elaborare informazioni e visualizzarle in vari formati attraverso .

Le tecnologie dispositivi mobili Smart Phone permettono di scambiare dati con sistemi di archiviazione dati condivisi e con la conseguente possibilità di rendere disponibili informazioni ad altri utilizzatori.

Elemento fondante per lo sviluppo di applicazioni mobili in ambito ludico è la continua ricerca di prestazione legata alla Competizione in primis verso se stessi nel cercare di migliorarsi e poi verso gli altri nel competere confrontandosi.

CONFRONTO TECNOLOGIE E ATTIVITA

In base alla Tipologia di Attività si analizzano le Tecnologie adattabili per l'ottenimento del risultato atteso.

	Tecnologia	Strumenti	Display
Agonismo di prestazione	RF Trasponder Tempo UTC, Tempo GPS	Antenna Decoder Fotocellula Monitor	Monitor Tabelloni
Competizione con Tempo preponderante	RF Trasponder Tempo UTC, Tempo GPS	Antenna	
Competizione con percorso preponderante	RFID	Reader	
Ludico	Tempo UTC, Tempo GPS	Dispositivo Mobile (Smart Phone)	Dispositivo Mobile (Smart Phone)

USER INTERFACE

L'interfaccia utente, anche conosciuta come UI (dall'inglese User Interface), è ciò che si frappone tra una macchina e un utente, consentendo l'interazione tra i due. In generale può riferirsi a macchina di qualsiasi natura, tuttavia l'accezione più nota è in ambito informatico.

L'interfaccia utente è generalmente realizzata come strato software esterno alla parte del programma che contiene invece la logica dell'esecuzione o elaborazione. Questo significa che i dati immessi dall'utente, o che a quest'ultimo sono resi disponibili, non sono generati all'interno del codice che gestisce l'interfaccia stessa, ma in uno strato sottostante. Il vantaggio è che è possibile sviluppare indipendentemente lo strato che realizza e implementa l'interfaccia e quello che realizza la logica di esecuzione o l'accesso ai dati (divide et impera), al punto che sono sorti pattern come il Model View Controller (MVC).

Interfaccia grafiche per attività Ludica

È evidenziato che con l'utilizzo di dispositivi mobili diventano preponderanti la Ergonomia e la Usabilità rispetto alla quantità di informazioni distribuite su base giornaliera, mensile, settimanale.

- Km Totali
- Tempo Totale
- Attività
- Obiettivo



Figura 27



Figura 28

Interfaccia grafiche per attività Competitiva

Nelle attività competitive diventa prevalente nella visualizzazione delle informazioni la parte di confronto. In cui gli elementi informativi prevalenti sono

- Numero di gara
- Cognome Nome
- Veicolo
- Categoria
- Giri
- Ultimo Tempo
- Miglior Tempo
- Differenza

Session: Qualifying - T5 Net Green					
Timing: 00:05:42				15:37:02	
Time to go: 00:04:17			Laps to go: 9999		
#36 Stefan Niederreiter SBK 1000					
1	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:44.290	1	01:43.340	
#33 Tom Bartels SSP 600					
2	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:45.811	1	01:43.440	0.100
#32 Till Bartels SSP 600					
3	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:46.705	1	01:44.133	0.793
#5 Markus Schwarzmann SBK 1000					
4	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	1	01:44.510	1	01:44.510	1.170
#6 Mario Brunner					
5	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:45.570	1	01:44.588	1.248
#17 Martin Blechschmidt SBK 1000					
6	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:50.979	1	01:46.946	3.606
#286 Martin Exner SBK 750					
7	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	2	01:49.457	1	01:47.822	4.482
#118 Martin Bajs (Hinz) SBK 1000					
8	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	1	01:48.063	1	01:48.063	4.723
#35 Marc Cedli					
9	Laps	Last Time	Best Lap	Best Time	Diff
	1	01:51.555	1	01:51.555	8.215

Timing and results are not official.

SMARTPHONE

Lo smartphone, o telefono intelligente, cellulare intelligente, telefonino multimediale, è un telefono cellulare con capacità di calcolo, di memoria e di connessione dati molto più avanzate rispetto ai normali telefoni cellulari, basato su un sistema operativo per dispositivi mobili.

I primi smartphone combinavano le funzioni di un computer palmare con quelle di un telefono mobile. I modelli più recenti si sono arricchiti della funzionalità di dispositivi multimediali in grado di riprodurre musica, scattare foto e girare video. Molti smartphone moderni inoltre sono dotati di touchscreen ad alta risoluzione e web browser che sono in grado di caricare sia normali pagine web sia siti web appositamente creati per i dispositivi mobili. Caratteristica diffusa è inoltre quella di poter installare funzionalità aggiuntive attraverso le cosiddette App (applicazioni dedicate ai dispositivi mobili) scaricate dai rispettivi market di vendita.

I principali sistemi operativi mobili (OS) sono: iOS, Windows Phone, Symbian, Blackberry 10, Bada, Open webOS e dei sistemi GNU/Linux embedded come Android, Embedded Linux, Tizen, Sailfish OS, Maemo, MeeGo, Ångström, Ubuntu Touch e Ubuntu Phone, QNX (in realtà con kernel simile, ma non Linux), Firefox OS, LiMo, Openmoko, ed altri.



WEARABLES

Con il termine wearable technology ci si riferisce a tutte quelle tecnologie portabili ed indossabili, modellate attorno al corpo delle persone, che vengono utilizzate come supporto naturale al loro funzionamento.

Il monitoraggio e la rilevazione di segnali del corpo, anche di natura emozionale, permettono a queste tecnologie di diventare un valido assistente per i bisogni dell'utente, estendendo anche la sue capacità sensoriali.

In questa tecnologia si distinguono tre differenti categorie di wearable devices, capaci di elaborare dati, di dialogare con uno smart connected device (PC, smartphone o tablet), se non addirittura di connettersi autonomamente in rete senza appoggiarsi ad altri dispositivi.

- **Complex Accessories:** Sono dispositivi che richiedono la connessione ad uno smartphone per poter essere pienamente operativi. In questa categoria rientra gran parte dei braccialetti per il fitness o per il controllo dell'attività sportiva (Fitness Tracker). Essi consentono di raccogliere dati e in alcuni casi comunicano anche tramite display, tuttavia necessitano sempre di una connessione ad uno smartphone o tablet, per poter elaborare e salvare le attività.
- **Smart Accessories:** Sono dispositivi che hanno la possibilità di installare applicazioni o software di terze parti, potendo integrare ulteriori funzionalità. E comunque necessario il collegamento ad uno smartphone o tablet connesso a internet.

Esempi di device di questo tipo sono molti Smartwatches, quelli non dotati di SIM, tra i quali anche l'Apple Watch.

- **Smart Wearables:** Sono dispositivi che possono funzionare in piena autonomia, senza la necessità di appoggiarsi ad altri devices, come nei casi precedenti. Si collegano direttamente a Internet e permettono di espandere numerose funzionalità.

Un esempio di questi devices sono gli Smartglasses o gli Smartwatches dotati di SIM, come l'ultimo modello della Samsung (Gear S), che consente di telefonare anche senza cellulare

SMARTGLASS

Gli Smartglasses o Digital Eye Glasses o Personal Imaging Systems non sono solo dei semplici wearables ma posso aggiungere informazioni a quello che vede chi li indossa attraverso ad esempio la Realta Aumentata.

In genere questo si ottiene attraverso un optical head-mounted display (OHMD) o con occhiali computerizzati connessi ad internet con un trasparente heads-up display (HUD) che grazie alla realt`a aumentata si ha la capacità di sovrapporre e riflettere immagini digitali proiettate oltre che permettere all'utente di vedere attraverso esso. I primi modelli erano in grado di eseguire operazioni di base come ad esempio servire solo un display front-end per un sistema remoto, come nel caso degli smartglasses che utilizzano la tecnologia cellulare o wifi.

I smartglasses moderni sono diventati a tutti gli effetti dei wearable computers che possono funzionare in modo indipendente.

Alcuni sono in grado di comunicare con Internet tramite il linguaggio naturale attraverso comandi vocali (handsfree) mentre altri attraverso l'uso di pulsanti touch.

Come qualsiasi computer gli smartglasses sono in grado di raccogliere informazioni provenienti da sensori interni o esterni.

Possono controllare o recuperare dati da altri strumenti o computer.

Essi sopportano tecnologie wireless come Bluetooth, Wifi e GPS.

Un numero minore di modelli esegue un proprio sistema operativo e funziona come lettore multimediale portatile per inviare file audio e video.

Alcuni modelli hanno la caratteristica dell' activity tracker.

Così come gli activity tracker, l'unità di localizzazione GPS e la fotocamera digitale possono essere utilizzate per registrare i dati storici.

Ad esempio dopo il completamento di un allenamento i dati possono essere caricati su un computer o in un account per creare un registro delle attività per l'analisi.

Anche se alcuni modelli sono completamente funzionali come prodotti autonomi la maggior parte dei produttori raccomandano o richiede che i consumatori acquistino smartphones che eseguano lo stesso sistema operativo in modo che i due dispositivi possano essere sincronizzati per funzionalità aggiuntive.

Infatti gli smartglasses possono funzionare come estensione dello smartphone attraverso il HUD avvisando l'utente in caso di ricezione di chiamate, messaggi SMS, email ed eventi in calendario.

SMARTGLASSES PER REALTA AUMENTATA

Un requisito importante `e la visualizzazione dell'AR in questi dispositivi.

La tecnica che caratterizza per l'appunto gli smartglasses che utilizzano AR `e quella del Head Mounted Display.

In questo caso i display utilizzano piccoli visori ottici che posso essere di tre tipi:

- Optical see trough : Essi utilizzano un visore di fascio ottico, consistente in uno specchio traslucido che trasmette la luce in una direzione e contemporaneamente la riflette nell'altra riuscendo a permetter di guardare un'immagine virtuale sovrapposta alla vista reale. •
- Video see trough : Questi utilizzano due telecamere, una per ciascun occhio, che acquisiscono le immagini reali che vengono inviate e riproiettate sui display, anch'essi uno per ciascun occhio, arricchite di informazioni sintetiche. Questo tipo di tecnologia impone però una continua messa a fuoco su tutta la scena. •
- Retinal display : Questa tecnologia `e la nuova frontiera. Proiettano un fascio di luce direttamente sulla retina permettendo un'alta risoluzione e luminosità, illudendo all'osservatore di vedere l'immagine come se fosse a 50 cm da un display a 14".

I requisiti ottici come il campo di vista (FOV, field of view) del display possono legarsi alla destinazione e ai vincoli delle applicazioni. Per quanto riguarda gli smartglasses non e necessario un FOV particolarmente grande in quanto si deve continuare a poter vedere bene anche la vista reale a differenza delle tecnologie VR. E sufficiente un FOV che va dai 15 ` ◦ ai 20◦ con una risoluzione nHD (640x360 pixels circa un nono del fullHD) fino ad un massimo di 720p. Ora verrà presentato come queste tecnologie vengono utilizzate in base alle necessità di alcuni smartglasses di creare determinate applicazioni.



Figura 29

CONCLUSIONI

Dopo una analisi si ritiene che l'utilizzo di strumenti Smart Phone integrando le tecnologie esistenti di aumento precisione rilevamento Tempo e Posizione possa portare nei prossimi anni allo sviluppo di applicazioni per utilizzo Ludico o Ricreativo più orientate al Design estetico o praticità di utilizzo rispetto alla precisione della prestazione che potrà poi successivamente essere affinata con lo sviluppo Tecnologico.

BIBLIOGRAFIA

A. Anghileri, *Alla ricerca del nuoto perduto*, Milano, SEP, 2003.

The ATFS Golden Jubilee book. Celebrating the 50 year history of the Association of Track & Field Statisticians 1950-2000, ed. R. Quercetani, B. Phillips, Londra, ATFS, 2000.

G. Bonacina, *I più veloci*, Milano, Longanesi, 1977.

C. Dionisio, *L'attimo fuggente. I 75 anni della Federazione Italiana Cronometristi 1921-1996*, Bari, Adda, 1996.

E. Kamper, B. Mallon, *Il libro d'oro delle Olimpiadi*, Milano, Vallardi, 1992.

M. Martini, *Storia dell'atletica italiana*, Roma, FIDAL (Federazione italiana di atletica leggera), 1995.

R. Quercetani, *Atletica. Storia dell'atletica moderna dalle origini ad oggi (1860-1990)*, Milano, Vallardi, 1990.

K.A. Scherer, *100 Jahre Olympische Spiele*, Harenberg, Dortmund, 1995.

D. Wallechinsky, *The complete book of summer Olympics*, Sydney 2000 Edition, Woodstock (NY), The Overlook Press, 2000.

<https://it.wikipedia.org>