

Dispositivi di localizzazione, sensori e principi di funzionamento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

DE Department of
Engineering
Ferrara

Dott. Ing. Marcello Bonfè

Dipartimento di Ingegneria - Università di Ferrara

E-mail: marcello.bonfe@unife.it

Web: <http://docente.unife.it/marcello.bonfe>

YouTube: <http://www.youtube.com/user/AutomazioneUnife>

Introduzione del relatore

► Ing. Marcello Bonfè, ricercatore in Automatica

- docente del corso *Fondamenti di Automatica* (teoria dei sistemi di controllo e automazione)
- docente del corso *Tecnologie dei Sistemi di Controllo* (sensori/trasduttori, sistemi di acquisizione ed elaborazione dati)
- **Attività di ricerca:**
 - Automazione Industriale: progetto di controllo e supervisione con metodi formali
 - Robotica Industriale: controllo di robot collaborativi (interazione fisica con gli umani)
 - Robotica Chirurgica: pianificazione e controllo del moto autonomo

Sommario dell'intervento

- Dispositivi per la sicurezza di lavoratori isolati
 - Localizzazione
 - Rilevamento di cadute / eventi traumatici
 - Riconoscimento di perdita di coscienza
 - Segnalazioni di allarme
- Tecnologie attuali, limiti e sviluppi futuri dei dispositivi considerati
- Panoramica di mercato
- Conclusioni e discussione

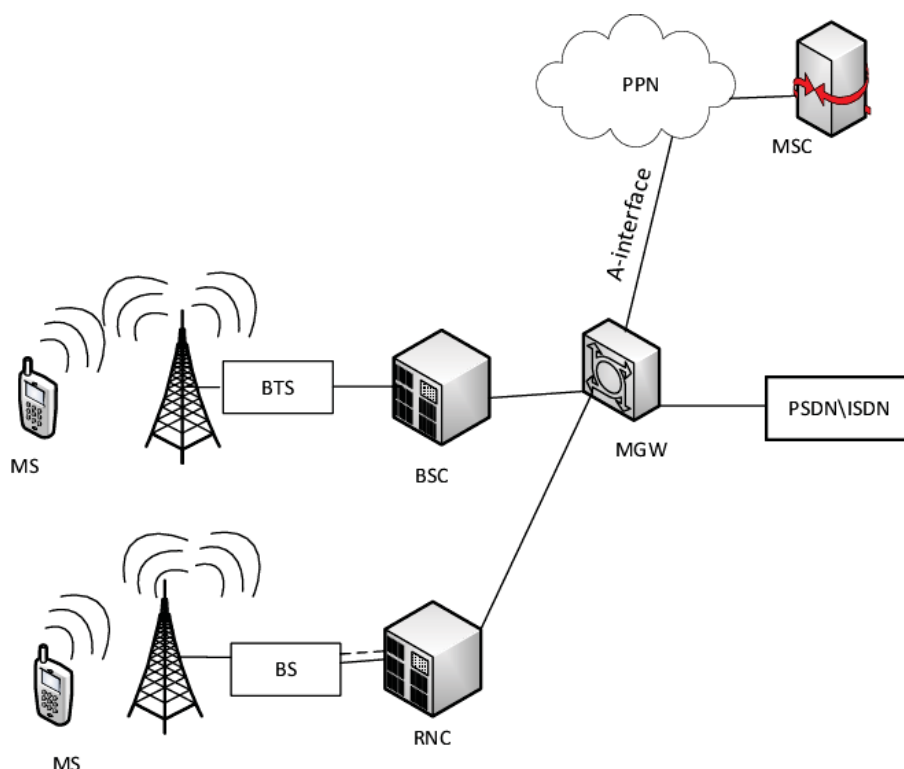
3 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Localizzazione di lavoratori isolati: cellulare

- Tramite rete cellulare (GSM / UMTS / LTE)



MS: Mobile System
BS/BTS: Base Stations
BSC/RNC: Base Station / Radio Network Controller
MGW: Media Gateway
MSC: Mobile Switching Center

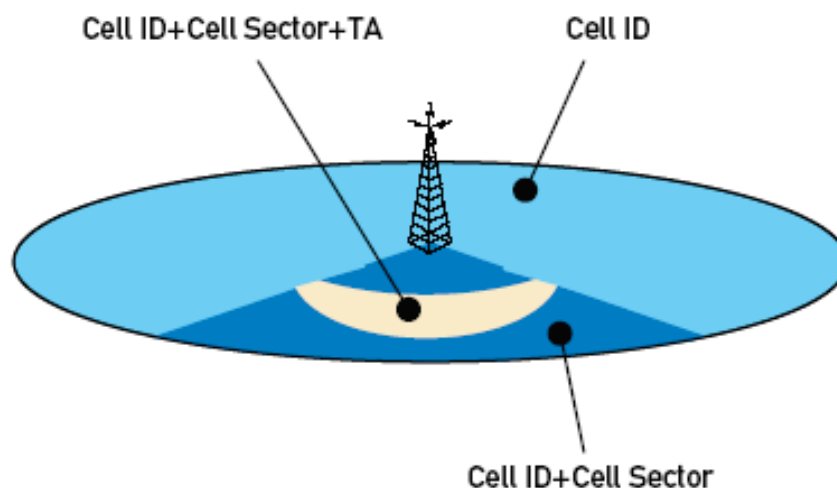
4 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



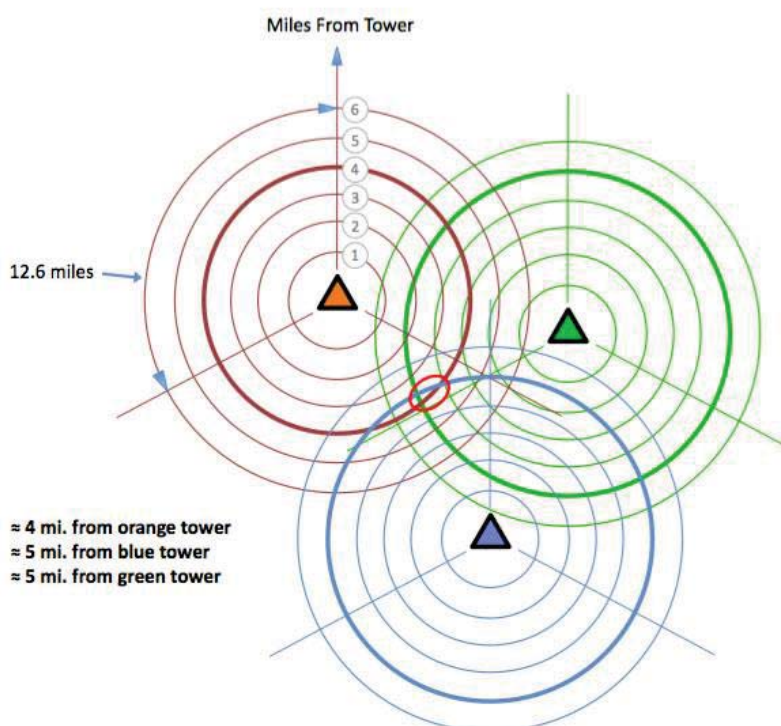
Localizzazione di lavoratori isolati: cellulare

- Localizzazione via rete cellulare con Last **LAC** (Location Area Code) / Last **Cell ID** / **Cell Sector**: informazione di base, minima accuratezza



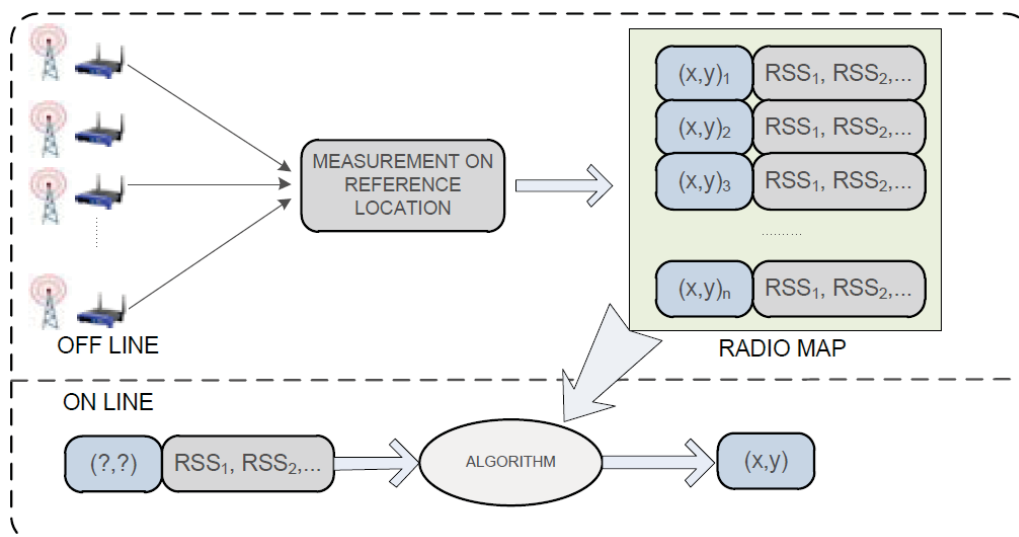
Localizzazione di lavoratori isolati: cellulare

- Localizzazione per triangolazione da rete cellulare



Localizzazione di lavoratori isolati: cellulare

- Localizzazione tramite **fingerprinting** della rete cellulare (es. elaborazione **RSS**, *Receiver Signal Strength* di almeno 6 celle) → Accuratezza 5-6 m



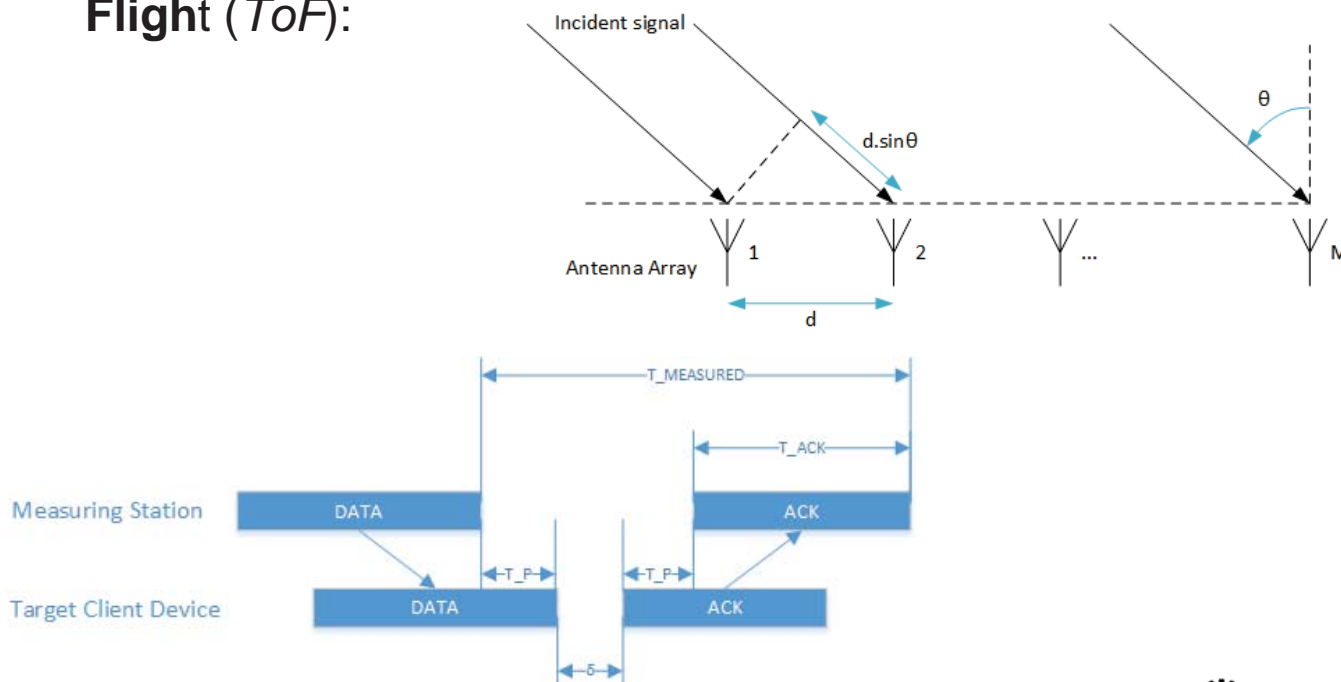
7 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Localizzazione di lavoratori isolati: Wi-Fi

- Come per reti cellulari: multi-laterazione, analisi RSSI
- Ulteriori possibilità: **Angle of Arrival (AoA)** e **Time of Flight (ToF)**:



8 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori

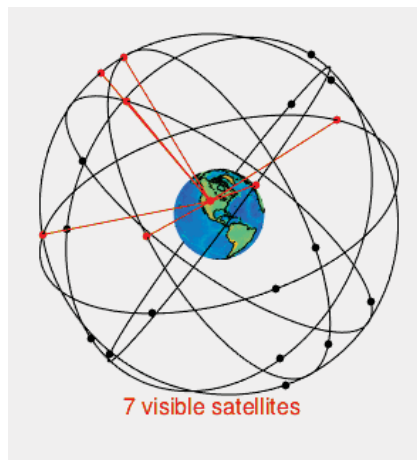


Localizzazione di lavoratori isolati: GNSS

- ➡ Tecnologia nata per la localizzazione: **Global Navigation Satellite System (GNSS)**
- ➡ **GNSS** è il termine generico riferito alle diverse infrastrutture di satelliti standardizzate e gestite da diversi enti mondiali
 - **GPS (Global Positioning System)** sviluppato dal Ministero della Difesa USA
 - **GLONASS** sviluppato dalle Forze Spaziali Russe
 - **Galileo** sviluppato dall'Agenzia Spaziale Europea
 - **Beidou** sviluppato dalla Cina

Localizzazione di lavoratori isolati: GNSS/GPS

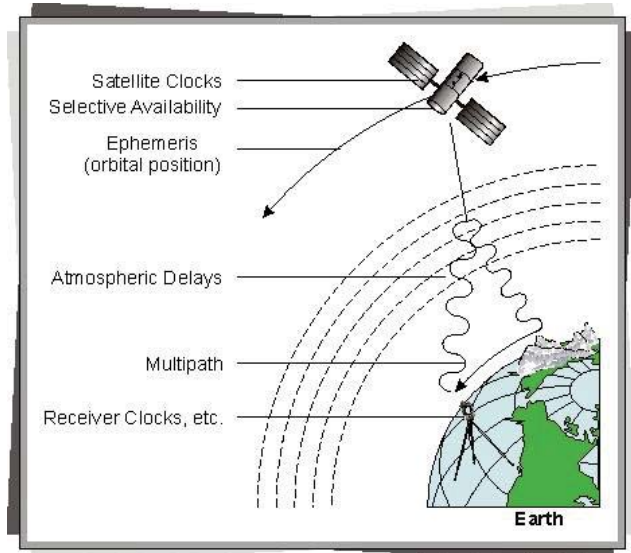
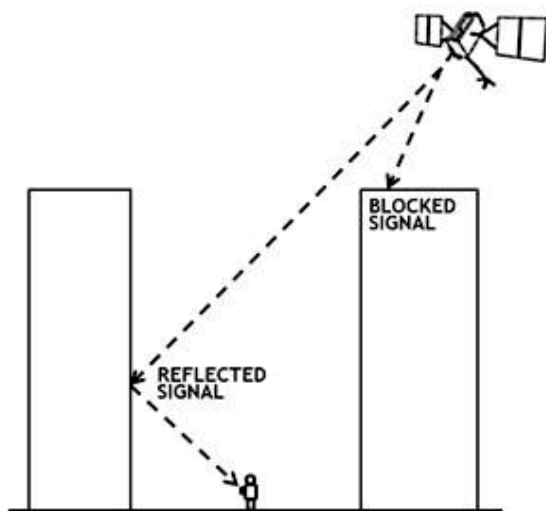
- ➡ **GPS**: basato su una costellazione di 32 satelliti artificiali disposti su sei piani orbitali



- ➡ Permette la localizzazione terrestre del terminale abilitato se questo è in grado di stabilire contatto con **almeno quattro** satelliti

Localizzazione di lavoratori isolati: GNSS/GPS

- **Altre problematiche:** riflessioni, effetti atmosferici, affidabilità delle mappe, ecc.



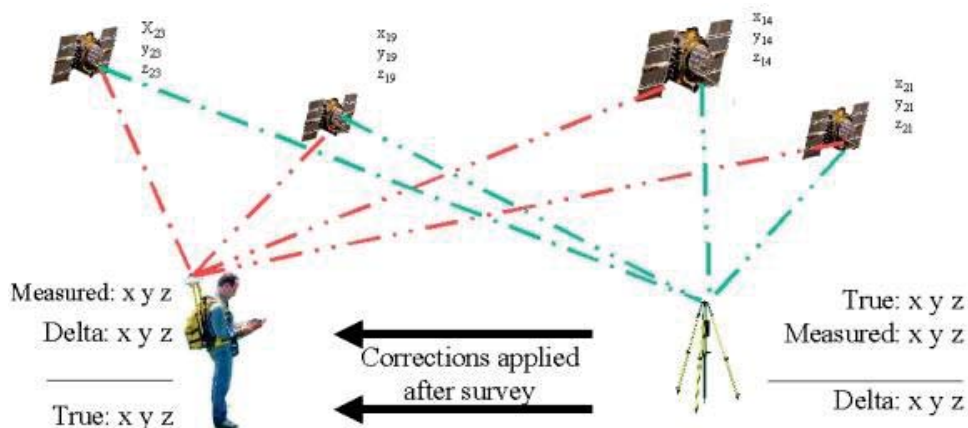
11 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Localizzazione di lavoratori isolati: GNSS/GPS

- **Accuratezza** di un terminale medio: 5 m
- **Migliorabile** (fino a pochi cm) sfruttando la comunicazione su due frequenze e/o l'elaborazione dei segnali ricevuti dal terminale portatile e da una stazione fissa (**GPS differenziale** o **GPS-RTK**)



12 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Localizzazione di lavoratori isolati: riepilogo

- ➡ **GSM/UMTS/LTE (reti cellulari):** mediamente valido sia per ambienti interni che per esterni, accuratezza di alcuni metri ottenibile con complessa elaborazione software
- ➡ **Wi-Fi:** valida per ambienti interni e opportunamente mappati, tecnologia in espansione e diffusione in crescita
- ➡ **GNSS (GPS):** valido solo in ambienti esterni, ma su scala mondiale (o quasi)

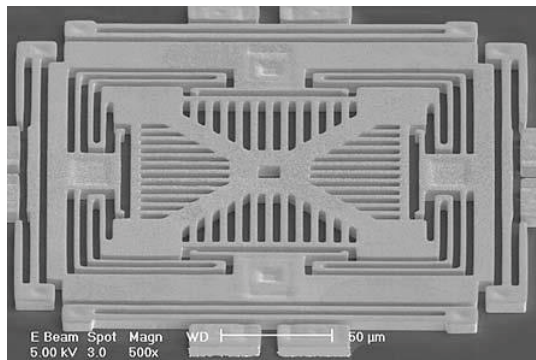
Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

- ➡ **Situazioni di rischio** per il lavoratore in solitario: cadute accidentali, perdita di coscienza (conseguente alla caduta o meno)
- ➡ Sensori fondamentali per il rilevamento di tali situazioni: **accelerometri**
- ➡ I moderni accelerometri sono dispositivi **MEMS** (*Micro Electro-Mechanical Systems*) sensibili al movimento, ma utilizzabili anche per rilevamenti statici (i.e. sensibili all'accelerazione di gravità)

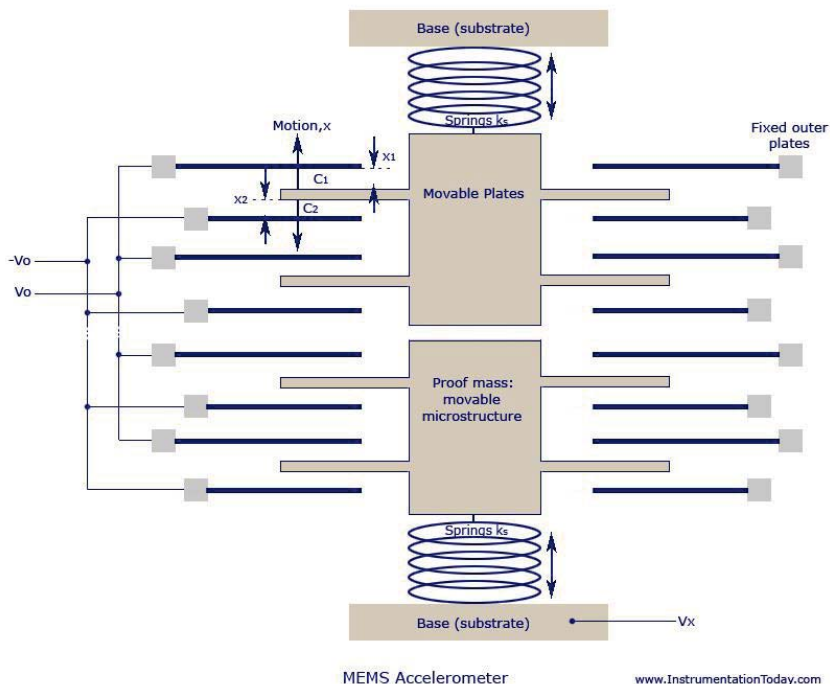
Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

Accelerometri MEMS:

Visione al microscopio:

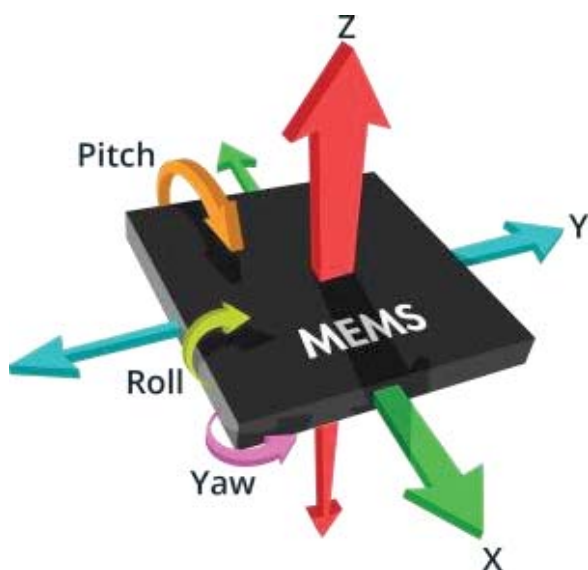


Principio operativo:



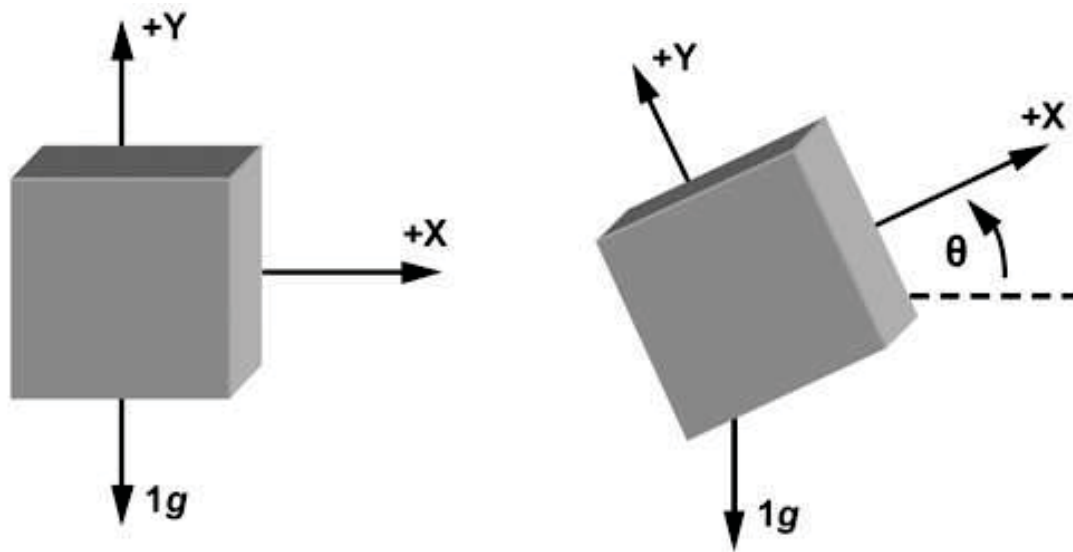
Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

Accelerometri MEMS tri-assiali:



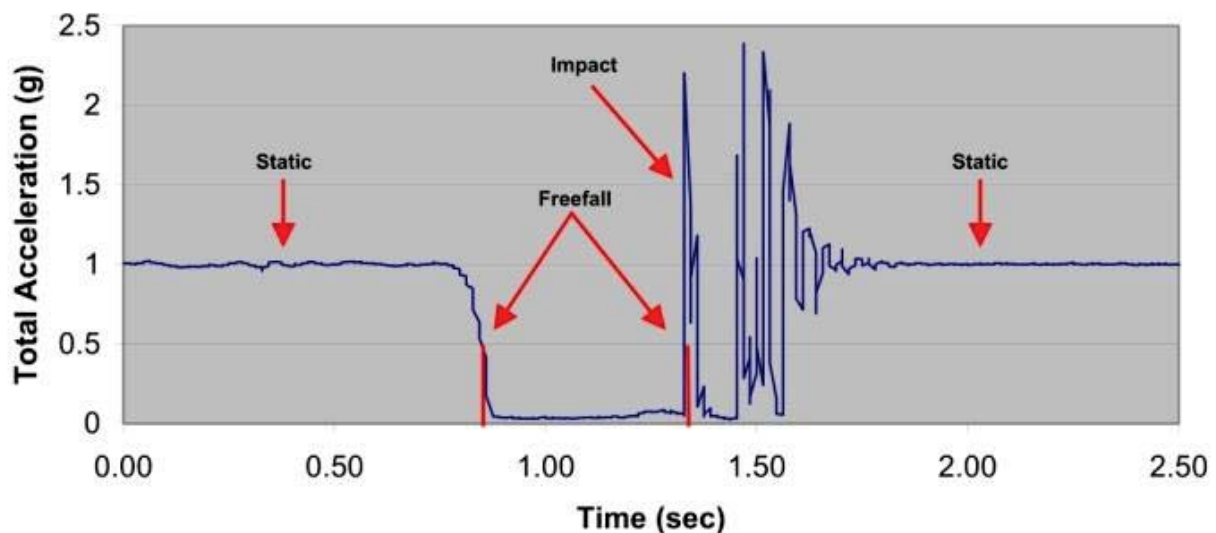
Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

Accelerometri MEMS come inclinometri:



Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

Accelerometri MEMS per *free-fall detection*: in caduta libera l'accelerometro NON rileva l'accelerazione di gravità...



Monitoraggio del lavoratore: sensori di movimento

- **Accelerometri MEMS per *man-down detection*:**
ovviamente, se la misura dell'accelerometro è statica (anche non in seguito al rilevamento di un impatto) per un periodo di tempo prolungato, in funzione del livello di rischio è possibile attivare diverse segnalazione di allarme
 - **Locale** (richiesta all'utente di tacitazione manuale esplicita)
 - **Sonora**
 - **Remota** (tramite comunicazione punto-punto o cellulare)

Monitoraggio del lavoratore: altri sensori..

- **Sensori di gas / fumo:** configurabili per sensibilità ad agenti tossici specifici, in funzione del rischio ipotizzato
- **Sensori di battito e frequenza cardiaca:** presenti nei moderni smartwatch, anche per rilevare condizioni di stress psico-fisico
- **Sensori di radioattività**
- ...

Dispositivi per la sicurezza

- Portatili per segnalazione via rete cellulare della posizione GPS, con funzioni Free-fall / Man-Down configurabili



21 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Dispositivi per la sicurezza

- Portatili con GPS, comunicazione audio bidirezionale, Man-Down, IP67 / Ex, ecc.



22 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Dispositivi per la sicurezza

- ➡ Portatili con più rilevatori di gas configurabili



23 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Dispositivi per la sicurezza

- ➡ App per trasformare un qualunque smartphone in un dispositivo di sicurezza



24 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Dispositivi per la sicurezza

- ➡ App/dispositivo associato a software centrale di monitoraggio



25 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Dispositivi per la sicurezza

- ➡ Dispositivi con **GPS + comunicazione satellitare**

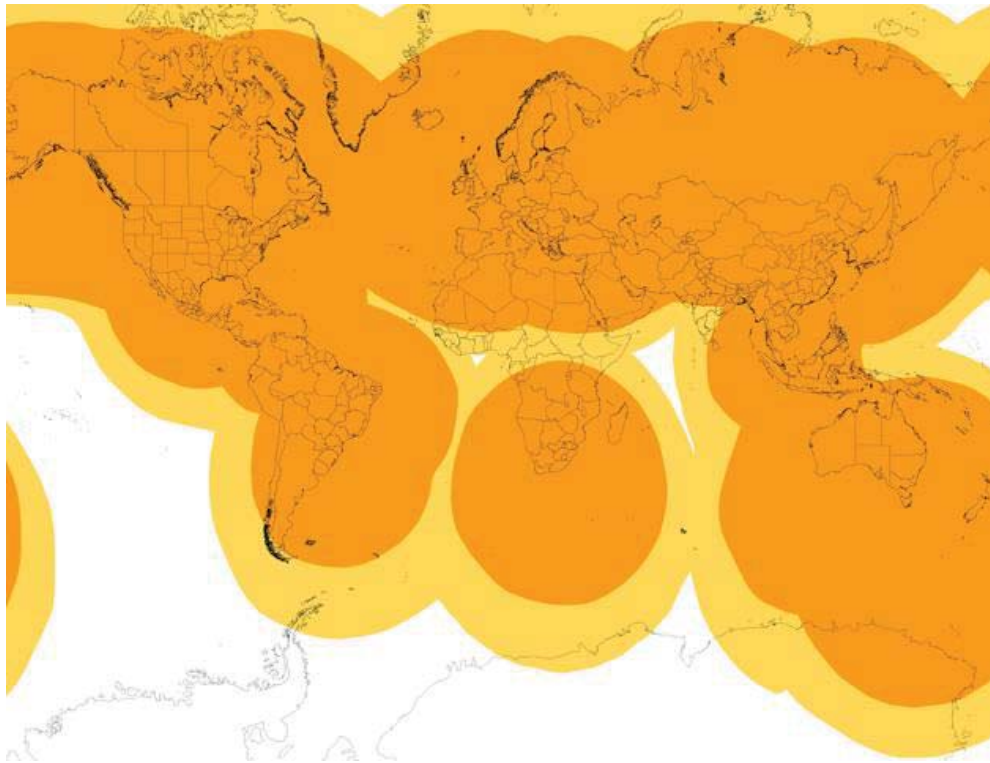


26 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



► Copertura mondiale servizio SPOT GEN3:



27 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori



Conclusioni / discussione

- Le tecnologie di comunicazione, localizzazione ed i sensori di movimento oggi disponibili anche negli smartphone / smartwatch più evoluti sono alla base dei dispositivi specifici per la sicurezza dei lavoratori isolati
- Casi d'uso specifici richiedono la valutazione del dispositivo specifico e della possibilità di uso dello smartphone, in base al rischio atteso ed alle (eventuali) normative di riferimento

28 - Tavola 81 – Imola, 28/11/2017

Lavoro in solitario – Localizzazione e sensori

