

MAGLIETTA "INTELLIGENTE" PER MONITORARE IL BENESSERE DEL LAVORATORE

Finalità del progetto

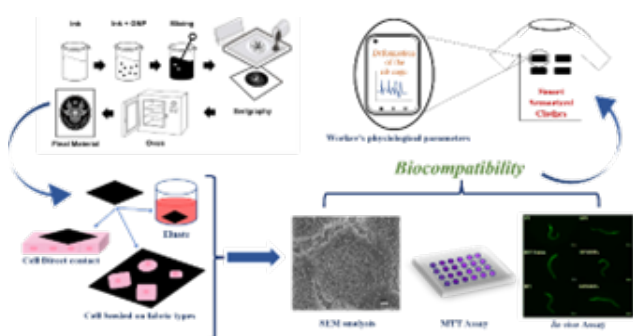
Il progetto concerne lo sviluppo di abiti realizzati con tessuti ingegnerizzati per monitorare i parametri fisiologici del lavoratore. L'abito intelligente è dotato di sensori integrati nel tessuto e lavabili o rimovibili durante il lavaggio. I sensori integrati nel tessuto, che valutano parametri di tipo fisico, chimico e biologico, consentono la prevenzione e la mitigazione dei rischi tipici di alcuni ambiti lavorativi nel settore industriale e nelle attività di produzione e di processo. L'indumento sensorizzato è integrato attraverso una piattaforma modulare *wearable* che comunica via *wireless* con dispositivi mobili (*smartphone*) e, attraverso algoritmi biocooperativi innovativi, consente di segnalare in tempo reale potenziali rischi di infortunio del singolo lavoratore. L'algoritmo di intelligenza artificiale, sviluppato all'interno del progetto, è in grado di utilizzare i dati provenienti dai vari sistemi presenti sull'abito intelligente ed estrarne informazioni utili al fine del monitoraggio del lavoratore.



Descrizione della soluzione tecnologica

Le unità operative coinvolte nel progetto, ciascuna per la propria competenza, hanno sviluppato, caratterizzato, testato ed implementato sulla maglietta intelligente le seguenti tipologie di sensori:

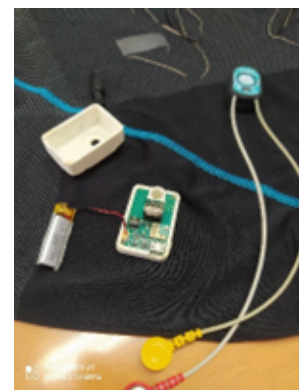
- estensimetri e sensori di deformazione piezoresistivi con nanomateriali ad elevata sensibilità a base grafene stampati direttamente sulla maglietta e collegati all'elettronica di controllo mediante fili conduttivi in tessuto. La biocompatibilità di questi sensori è stata valutata attraverso prove di citotossicità in vitro e in vivo



- sensori ottici FBG-Fiber Bragg Grating, e sensori magnetoinerziali per il monitoraggio di alcuni parametri biofisici (ad esempio respirazione, movimento, frequenza cardiaca...) integrati in tessuto intelligente, utilizzati per effettuare test comparativi tra i sensori di movimento e il benchmark. Dai dati delle prove sperimentali è stato dimostrato che il segnale respiratorio registrato utilizzando il sistema di riferimento (FBG) presentava un ottimo accordo con gli andamenti dell'uscita del sistema piezoresistivo proposto.
- senore di sudore integrato nell'abito intelligente, rimovibile durante la fase di lavaggio e successivamente riutilizzabile, ha consentito la misurazione della sudorazione sulla base della rilevazione del gradiente di umidità sulla pelle del lavoratore e ne ha valutato le condizioni di affaticamento.



Fiber Bragg Grating FBG-funzionalizzati



Sensore sudore e ECG

- senore chimico usa e getta e a basso costo per la rilevazione dell'esposizione a stirene, di tipo dosimetrico, che segnala il livello di esposizione all'agente chimico attraverso una metamorfosi cromatica. Tale dispositivo sfrutta la reattività del permanganato di potassio ($KMnO_4$), caricato su un materiale inorganico, per valutare l'esposizione allo stirene in un certo arco di tempo.

Lo scale-up progettuale ha portato a un'innovazione sulla sensoristica stampata su tessuto; attraverso l'utilizzo di tecniche di transfert printing si è migliorato il grado di integrazione tra sensori su tessuto e contatti elettrici, necessari per le interconnessioni con l'elettronica. Il prototipo di "abito intelligente" (la maglietta) è lavabile, con caratteristiche di elevata vestibilità, costo e funzionalità adatte a mitigare il rischio negli ambienti di lavoro tipici dei settori di processo e di produzione. Il sistema è *plug-&play*, semplice da utilizzare senza necessità di una formazione specifica da parte dell'utilizzatore finale, così da essere versatile e di ampio utilizzo.

Scenari applicativi

Partendo da un'analisi dettagliata del numero dei lavoratori e degli infortuni registrati, gli ambienti operativi di riferimento individuati sono il settore dell'edilizia, il settore agricolo e zootecnico e quello cantieristico navale. Per tutti i settori la

maglietta intelligente avrà integrati i sensori per la stima di alcuni parametri fisiologici (frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, temperatura sistemica, sudorazione, indice attività fisica) e di alcune grandezze ambientali (temperatura, umidità). Inoltre, sensori specifici saranno inseriti nella maglietta per la stima di parametri ambientali selezionati sulla base del rischio di esposizione del lavoratore ad agenti chimici legati all'ambiente lavorativo scelto. Ad esempio per

il settore cantieristico navale, i lavoratori possono essere esposti a concentrazioni elevate di stirene presente nelle resine poliesteri utilizzate in alcune fasi della produzione dello scafo. Lo stirene è classificato dall'International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 2B, possibile cancerogeno per l'uomo. Considerando l'adattabilità del dispositivo, questo può essere impiegato in scenari differenti, data l'elevata versatilità della tecnologia utilizzata.

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: dit@inail.it

PAROLE CHIAVE

Nanosensori; Abili intelligenti; Monitoraggio; Sensoristica; Prevenzione