

AMBIENTE

a cura di Luigi Campanella



I sensori indossabili sono uno dei traguardi della medicina personalizzata, a cui però il contributo principale proviene dalla chimica. Sostanzialmente, il controllo dello stato di salute 24 ore su 24 è affidato a sensori indossati dal paziente, al pari di un indumento, un orologio o un paio di occhiali, durante tutto il tempo. Ciò consente di monitorare la dinamica di alcuni indici igienico-sanitari, di rilevare momenti di allerta, come in occasione di alcune patologie respiratorie e cardiovascolari, e di intervenire in tempo reale in caso di necessità ed urgenza. Oggi, l'alleanza tra chimica e medicina gode di un altro successo: prima i sensori venivano indossati come vestiti, ora i vestiti stessi fungono da sensori. I dispositivi indossabili, così come li conosciamo oggi, sono destinati a scomparire per essere assorbiti dagli abiti. Arriva l'era degli smart clothes, dei vestiti intelligenti. Questi indumenti sono dotati delle migliori tecnologie per migliorare la comodità e il benessere di chi li indossa. Il futuro parla già di vestiti che si integrano perfettamente al nostro stile di vita, con l'obiettivo di migliorarlo attraverso sensori di vario tipo che monitorano i cambiamenti fisiologici durante lo sforzo e il semplice movimento.

Restando in un contesto più realistico e attuale, la tecnologia già ci permette di indossare indumenti capaci di controllare la temperatura, gli odori e la traspirazione, così come di proteggerci dai raggi solari e dalla crescita di funghi e altri microrganismi (antimicrobici). Questi sono già vestiti intelligenti. I tessuti sintetici, attualmente in voga, saranno sostituiti da materiali più naturali, sostenibili e biodegradabili. Il cotone è la fibra regina e permetterà di testare al meglio anche quelle idee futuristiche di cui abbiamo accennato poco sopra.

Sul tema affascinante e innovativo è attivo il progetto SENSE RISC, promosso e finanziato

da INAIL, che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi dell'ambito core della Missione Istituzionale dell'INAIL, specificamente alla tematica programmatica ID10 «Abiti Intelligenti per Lavoratori». L'obiettivo è lo sviluppo di abiti sensorizzati intelligenti per il monitoraggio e la prevenzione della salute e sicurezza sul lavoro. Si tratta di abiti realizzati con tessuti ingegnerizzati per monitorare sia i fattori ambientali di un contesto lavorativo (fisici, chimici, biologici), sia i parametri fisiologici del singolo lavoratore (frequenza cardiaca e respiratoria, temperatura corporea, sudorazione).

I sensori proposti, integrati nei tessuti, sono basati su nanotecnologie e nanomateriali (grafene, nanostrutture di ossido di zinco ZnO, nanoparticelle e polimeri ad elevata biocompatibilità, Fiber Bragg Grating - FBG - funzionalizzati) per le rilevazioni di parametri fisici, ambientali e agenti chimici e biologici durante l'attività lavorativa. La tossicità dei tessuti con sensori a base di grafene è stata valutata in vitro tramite test di vitalità cellulare e microscopia elettronica a scansione a emissione di campo (FESEM), e in vivo nel nematode *C. elegans* (*Caenorhabditis elegans*).

Inoltre, è stato realizzato e integrato nella maglietta un sensore del sudore, rimovibile durante la fase di lavaggio, riutilizzabile e che consente la misurazione della sudorazione sulla base della rilevazione del gradiente di umidità sulla pelle del lavoratore. Questi sistemi sono connessi tra loro attraverso una piattaforma modulare wearable che comunica via wireless con dispositivi mobili (smartphone) e, grazie a innovativi algoritmi biocooperativi, 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, estrarre informazioni utili per il monitoraggio dell'ambiente e del lavoratore; inoltre, grazie

alla mole di dati, strutturati e non, provenienti dai diversi lavoratori, il sistema riesce a essere sempre più robusto in termini di affidabilità e prevenzione dei livelli di rischio.

Lo scale-up progettuale ha portato a un'innovazione sulla sensoristica stampata su tessuto; attraverso l'utilizzo di tecniche di transfert printing si è potuto migliorare 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 stato progettato per essere lavabile, con caratteristiche di elevata vestibilità, costo e funzionalità adatte all'uso come dispositivo individuale di protezione e mitigazione del rischio negli ambienti di lavoro tipici dei settori di processo e di produzione. Il sistema è semplice da utilizzare, senza necessità di una formazione specifica da parte dell'utilizzatore finale, così da essere versatile e di ampio utilizzo.

La platea dei lavoratori a cui è diretto questo progetto è molto estesa; infatti, comprende i settori dell'agricoltura, della zootecnia, delle costruzioni, della cantieristica (es. navale) e dell'industria di processo (chimica e petrolchimica), dove sono presenti rischi dovuti alla movimentazione manuale dei carichi, all'esposizione a eccessivi livelli di sostanze chimiche e allo stress fisico di carattere ambientale.

I partner del progetto sono università e istituti italiani altamente qualificati: Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica, Energetica, SAPIENZA Università di Roma (UR-DIAEE), Roma; Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici (INAIL) Roma; Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Charles Darwin" SAPIENZA Università di Roma (UR-DBBCD), Roma; Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa (UP-DCCI), Pisa; Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna (SSSA), Pontedera; Facoltà di Ingegneria dell'Università Campus Bio-Medico di Roma (UCBM), Roma; Polo Tecnologico della Fondazione Don Gnocchi "IRCCS" (FDG), Milano.

L'attualità del tema è confermata dal fatto che il progetto INAIL non è l'unico attivo in materia. Infatti, il Consorzio Eteria ha prodotto la camicetta smart finalizzata alla sicurezza dei lavoratori, monitorando in continuo gli indici di benessere e di buona salute durante un turno di lavoro. I dati rilevati vengono trasmessi a una piattaforma tecnologica e allo smartphone dell'utente. Periodicamente, vengono prodotti dei report, l'insieme dei quali rappresenta la storia igienico-sanitaria del lavoratore.

Complessivamente, possiamo come chimici rilevare con orgoglio quanto piacere dia vedere che contributi essenziali alla sicurezza dei lavoratori provengano dalla nostra disciplina. I famosi due volti della chimica segnano ancora un punto a favore del volto buono.



Più volte ho scritto che quando si parla di sviluppo del verde ci si ferma al primo anello della catena e cioè quello della piantumazione di un albero, mentre si trascura quello della cura del verde: eppure un albero per svolgere la sua funzione di protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo deve essere in buone condizioni ed avere superato una dimensione minima. Per agevolare la gestione del verde da questo punto di vista è stata realizzata una piattaforma digitale per monitorare gli alberi di Roma, in particolare applicata agli alberi del XV Municipio di Roma. In tutta la città gli alberi sono poco più di 300 mila e molti di loro richiedono manutenzione e potatura, soprattutto quelli più vicini al traffico intenso, quest'ultima mediamente da considerare opportuna una volta ogni 5 anni. Il monitoraggio satellitare contribuisce ad una mappatura completa del verde e la suddetta piattaforma ne agevola la gestione intelligente. Per capire l'importanza di questo servizio si tenga conto del fatto che la superficie di Roma misura 130 mila ettari, che ben 2 terzi di tale superficie è verde, ma il verde fruito da ogni romano è solo di 17 mq contro una media nazionale di 20 mq.