PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 28 - numero 6045 di Martedì 24 marzo 2026

I nuovi smart DPI: esempi applicativi e sensoristica wearable

Un documento Inail sugli smart DPI si sofferma su alcuni esempi applicativi e sulle funzionalità dei nuovi dispositivi di protezione individuale. Focus su tecnologie IoT, sensoristica wearable e nanotecnologie.

Roma, 24 Mar ? La campagna europea 2023-2025 " Lavoro sano e sicuro nell'era digitale" ha più volte sottolineato come le **nuove tecnologie** stiano cambiando non solo il mondo del lavoro ma anche la gestione della salute e sicurezza dei lavoratori.

In particolare l'introduzione delle **tecnologie IoT nei dispositivi di protezione individuale** ? come ricordato anche nell'intervista ad Alessandro Ledda (" L'importanza dei nuovi smart DPI: gli esempi, i vantaggi e la prevenzione") - permette di combinare protezione e prevenzione in ambienti lavorativi caratterizzati da medio-elevati livelli di rischio. E le innovazioni tecnologiche che stanno rivoluzionando il settore dei DPI "si basano su una serie di principi e tecnologie cardine", dove "le comunicazioni wireless, come WiFi, Bluetooth e Radio frequency identification (RFID), costituiscono l'infrastruttura fondamentale per la trasmissione dei dati".

A ricordarlo è il documento Inail " SMART DPI. Prospettive, applicazione, gestione", realizzato dal CTSS Inail (Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza). Il documento segnala che questi sistemi "permettono ai dispositivi di **raccogliere, elaborare e condividere informazioni** in tempo reale, garantendo un flusso costante di dati tra lavoratori, macchinari e centri di controllo".

Inoltre l'integrazione di sensori biometrici "consente il monitoraggio continuo di parametri fisiologici, mentre i tessuti intelligenti offrono proprietà avanzate, quali la capacità di adattarsi a condizioni ambientali variabili o di reagire a sollecitazioni fisiche". Questi progressi si combinano poi con "metodologie visive innovative, come la Realtà Aumentata (AR) e la Realtà Virtuale (VR), che migliorano la percezione del rischio e facilitano la formazione dei lavoratori".

Un capitolo del libro si sofferma su alcuni esempi applicativi della Tecnologia IoT nei DPI intelligenti, sulla sensoristica wearable e sulle nanotecnologie.

Nel presentare il capitolo ci soffermiamo sui seguenti argomenti:

- Smart DPI: gli esempi applicativi e l'intelligenza artificiale
- Smart DPI: la sensoristica wearable e le nanotecnologie

Pubblicità

Smart DPI: gli esempi applicativi e l'intelligenza artificiale

Riguardo agli **esempi applicativi** si segnala che le funzionalità dei dispositivi di protezione individuale intelligenti, arricchiti dalle tecnologie IoT, includono la "localizzazione GPS per il tracciamento del lavoratore, la comunicazione in tempo reale con i supervisori, il monitoraggio continuo delle condizioni del portatore e delle caratteristiche ambientali del luogo di lavoro".

Alcuni dispositivi integrano "sistemi di riscaldamento o raffreddamento per regolare la temperatura interna in risposta alle condizioni esterne. Ulteriori innovazioni includono materiali luminescenti o segnalatori visivi per emergenze, oltre a meccanismi di arresto di emergenza per prevenire incidenti in prossimità di apparecchiature pericolose".

Inoltre, numerosi sistemi avanzati "sfruttano **sensori** (soprattutto con tecnologie di comunicazione RFId e Bluetooth) per monitorare l'uso dei DPI, abilitare o inibire l'accesso a zone a rischio e fornire allarmi in caso di anomalie. Questi sistemi possono verificare in tempo reale che l'operatore indossi i dispositivi previsti, registrando ogni evento in un log centralizzato. Altri utilizzi includono piattaforme di gestione delle informazioni sulla sicurezza fisica (PSIM) che raccolgono e analizzano dati da DPI e ambienti di lavoro per prevedere e prevenire situazioni pericolose. Ad esempio, i **tessuti intelligenti con inchiostro conduttivo** non solo possono condurre il segnale che per permettere di monitorare i parametri biometrici come la frequenza cardiaca e lo sforzo muscolare, ma possono anche trasmettere i dati a piattaforme esterne per una visione globale dello stato del lavoratore".

Si ricorda poi che altre tecnologie come la **realtà aumentata** e la realtà virtuale "rappresentano strumenti utili e molto diffusi per migliorare la sicurezza e la formazione dei lavoratori. La realtà aumentata può ad esempio fornire informazioni in tempo reale durante l'esecuzione di compiti complessi, facilitando la comprensione di macchinari pericolosi. La realtà virtuale consente simulazioni sicure di scenari ad alto rischio, come incendi o incidenti industriali, permettendo ai lavoratori di acquisire competenze senza esporsi a pericoli reali".

Infine l'integrazione dell' intelligenza artificiale (AI) nei DPI "costituisce un'innovazione cruciale per l'Industria 5.0". Ad esempio, relativamente al **progetto SENSE-RISC**, sviluppato dall'Inail, un dispositivo, "dotato di sensori ambientali e biometrici, utilizza algoritmi di *machine learning* per adattarsi a condizioni variabili, identificando segnali di affaticamento o stress che potrebbero precedere un incidente. L'AI consente anche una personalizzazione avanzata dei DPI, migliorando la loro efficacia e adattabilità a diversi ambienti di lavoro".

Il libro si sofferma anche sulle questioni etiche rilevanti, come la tutela della privacy, la trasparenza nell'uso dei dati e la gestione dei pregiudizi algoritmici.

Smart DPI: la sensoristica wearable e le nanotecnologie

Veniamo ad un approfondimento sulla **sensoristica wearable**.

Si ricorda che con il termine tecnologia "**wearable**" si identifica "l'insieme di quelle tecnologie finalizzate alla produzione di

dispositivi elettrici e/o elettronici, di piccole dimensioni, integrati su indumenti o accessori indossabili, spesso costituiti da uno o più sensori e dotati di capacità computazionale".

E i dispositivi indossabili, "attualmente più diffusi sul mercato, si possono dividere in tre categorie:

- **Accessori Smart**: dispositivi con la possibilità di installare applicazioni o software di terze parti, ampliandone le funzionalità; essi operano tramite connessione a uno smart device, a sua volta connesso a internet (es. smartwatch non dotati di SIM);
- **Accessori Complessi**: dispositivi che lavorano parzialmente in modo indipendente, perché comunque connessi a un dispositivo e quindi ad internet (braccialetti per il fitness/ activity tracker); essi raccolgono dati e, in alcuni casi, comunicano tramite display; ma necessitano di scaricare i dati raccolti su un dispositivo connesso per poterli processare;
- **Smart Wearable**: dispositivi indipendenti, che non si appoggiano ad altri apparecchi, ma si connettono autonomamente a internet e hanno la possibilità di istallare APP e software di terze parti, con l'intento di espanderne le funzionalità (ad es. Smart Glass o tessuti smart); essi si stanno dimostrando strumenti molto utili per monitorare salute e stile di vita delle persone, con il vantaggio di essere poco intrusivi ed economici".

Si ricorda poi che lo sviluppo scientifico e la manipolazione dei materiali alla scala atomica, grazie alla nanotecnologia, "hanno permesso di sviluppare metodi e tecniche per modificare la materia su **scala nanometrica** ($10^{?9}$ m) e studiare nuove interazioni della materia stessa. È stato dimostrato che su tale scala, la materia non segue le leggi della fisica classica, bensì quelle della fisica quantistica, con la conseguenza che si presentano nuove proprietà e comportamenti, non osservabili a livello macroscopico".

Si segnala che un **nano-sensore** "non si riferisce unicamente ad un dispositivo con dimensioni nell'ordine dei nanometri, ma rappresenta anche un dispositivo che sfrutta le proprietà dei nanomateriali per rilevare e misurare nuovi tipi di eventi su scala nanometrica, per poi poterli trasdurre a livello macroscopico". E nuovi nanomateriali, "come il grafene e le strutture che ne derivano, ovvero nanoplacchette di grafene (GNP) o nanotubi di carbonio (CNT), forniscono eccezionali capacità elettriche e meccaniche, che sono alla base di molte tipologie di materiali sviluppati e ingegnerizzati nell'ambito della sensoristica".

In definitiva si afferma che il mercato dei sensori sta subendo un "cambiamento assai rilevante, dovuto dalla necessità di utilizzare un gran numero di dispositivi di controllo, diversi e altamente sensibili, economici, piccoli, leggeri e non invasivi; questi inoltre devono garantire un'elevata produzione di massa e avere un protocollo di installazione e manutenzione semplice ed economico". E queste caratteristiche "si riscontrano, attualmente, in una nuova tipologia di sensori, ovvero quelli **tessili**".

Inoltre l'attenzione si è spostata su un'altra tipologia, ovvero "quella degli **inchiostri conduttivi**, anche detti 'stretchable', ovvero estensibili elastici e flessibili, stampati sul tessuto e in grado di assorbire elasticamente le sollecitazioni meccaniche, mantenendo livelli di conduttività appropriati".

Nel capitolo, che riporta numerosi altri dettagli su queste nuove tecnologie, si parla anche della funzionalizzazione e l'ingegnerizzazione, mediante nanoparticelle, "di **vernici ed inchiostri** a base polimerica: ciò ha permesso di rendere utilizzabili questi ultimi come prototipi di sensori, applicabili su tessuto tramite tecniche differenti di stampa e con caratteristiche avanzate per il tipo di applicazione".

Si ricorda poi che i principali campi dove possono essere applicate queste nuove tecnologie "sono il settore medicale, mediante il monitoraggio, in tempo reale, dei parametri fisiologici dei pazienti; il settore sportivo per seguire gli andamenti prestazionali; il settore benessere tramite sistemi di controllo e quello della sicurezza sul lavoro per la gestione di rilevamento di possibili situazioni di pericolo, servizi di monitoraggio a distanza e di emergenza".

Rimandiamo alla lettura integrale del documento Inail sugli Smart DPI che si sofferma ampiamente anche sulle problematiche per la loro adozione in azienda.

Tiziano Menduto

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza, " SMART DPI. Prospettive, applicazione, gestione", a cura di Maria Rosaria Fizzano e Ruggero Maialetti (Inail, CTSS), Alessandro Ledda (Inail, DIT), Rosaria Falsaperla (Inail Dimeila), Cinzia Frascheri (giuslavorista, Dipartimento nazionale Cisl SSL), Fabrizio Marra (Sapienza Università), Cecilia Vivarelli (Istituto Superiore Sanità), con la collaborazione di Federico Pecoraro (Accredia), Collana Salute e Sicurezza, edizione 2025 (formato PDF, 3.60 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Novità, applicazione e gestione degli smart DPI".

Licenza Creative Commons

www.puntosicuro.it