Simone Paternich, Viviana Paolini

AI Contact

Un evoluto complemento d'arredo domestico che impiega l'AI, la visione e la luce per diagnosticare e monitorare in modo non invasivo i disturbi del sonno

Anno I, 2025.
DOI 10.7413/ijod0002

Fasc. 1
ISBN 9791222324265

Parole chiave
Benessere/
AI/
Smartliving/
Contactless/
OSA

Categoria
Saggio
Progetto

Abstract

L'Apnea Ostruttiva del Sonno (OSA) è un disturbo che causa interruzioni della respirazione durante il sonno, portando a cicli frammentati e impatti sulla vita quotidiana, tra questi: stanchezza, problemi cognitivi e rischi cardiovascolari. In Italia, oltre 24 milioni di persone soffrono di OSA, molti dei quali non diagnosticati a causa dei limiti dei metodi attuali, come la polisonnografia, invasiva e costosa. In questo contesto è stato sviluppato AI Contact, che si propone come un dispositivo medico diagnostico progettato per rilevare le apnee notturne impiegando il contatto visivo e l'AI. Il dispositivo ha lo scopo di consentire ai pazienti di sottoporsi al monitoraggio del sonno nel comfort delle loro case, senza la necessità di sensori ed elettrodi invasivi, avendo così la possibilità di ottenere un monitoraggio continuo e non limitato a sedute dedicate. Questo approccio ha condotto ad una soluzione efficiente, centrata sul paziente e capace di inserirsi nell'arredo degli ambienti domestici come qualsiasi altro complemento d'arredo.

Obstructive Sleep Apnea (OSA) is a disorder that causes interruptions in breathing during sleep, leading to fragmented sleep cycles and impacts on daily life, including fatigue, cognitive issues, and cardiovascular risks. In Italy, over 24 million people suffer from OSA, many of whom remain undiagnosed due to the limitations of current methods, such as polysomnography, which is invasive and expensive. In this context, AI Contact was developed as a diagnostic medical device designed to detect sleep apnea using visual contact and AI. The device is designed to allow patients to undergo sleep monitoring in the comfort of their own homes, without the need for invasive sensors and electrodes, thus enabling continuous monitoring not limited to dedicated sessions. This approach has led to an efficient, patient-centered solution that can be integrated into home decor like any other piece of furniture.

Introduzione

L'Apnea Ostruttiva del Sonno (OSA) è un disturbo comune che induce i pazienti a interrompere temporaneamente o a diminuire ripetutamente la respirazione durante il sonno (Semelka, 2016). Gli episodi sono causati da un'ostruzione parziale o totale delle vie aeree superiori. Tali episodi, che possono durare da 10 secondi fino a oltre 3 minuti, compromettono significativamente la qualità del riposo in quanto si traducono in un sonno frammentato e non riposante, con gravi implicazioni per la salute generale. La presenza di ipossiemia intermittente e risvegli parziali ricorrenti alterano il sonno, portando a una combinazione di sintomi debilitanti: russamento, sonno non ristoratore, stanchezza cronica, deficit di concentrazione e memoria, irritabilità e un aumento del rischio di malattie cardiovascolari e metaboliche.

L'apnea ostruttiva notturna colpisce persone di tutte le età, con una prevalenza crescente in quelle di età superiore ai 60 anni. La prevalenza esatta non è nota, ma si stima che sia compresa tra il 2% e il 14% (Semelka, 2016).

Secondo le stime, in Italia più di 24 milioni di persone soffrono di OSA, ma solo il 4% dei casi riceve una diagnosi corretta e un trattamento adeguato (Armeni, 2019). Questo *mismatch* riflette le limitazioni delle strategie diagnostiche attuali, in particolare l'accessibilità alla polisonnografia (PSG), considerata il *gold standard* per la diagnosi di OSA. Sebbene la PSG offra un quadro diagnostico completo, essa richiede apparecchiature sofisticate e personale altamente specializzato, risultando spesso invasiva, costosa e poco accessibile per la popolazione generale. Tali barriere hanno stimolato la ricerca di soluzioni diagnostiche alternative, meno invasive, più economiche e utilizzabili anche a domicilio.

È in questo spazio che si inserisce il progetto AI Contact, progetto di tesi che è stato sviluppato da Alessandra Mezzabarba, studentessa del corso specialistico in Design del

Prodotto di ISIA Firenze. La tesi, discussa nel febbraio 2023, ha visto come relatore il prof. Simone Paternich e come co-relatrice l'ing. Viviana Paolini.
Il progetto esplora le potenzialità delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale applicata al design del prodotto, focalizzandosi su soluzioni in grado di generare nuove forme di interazione tra uomo e tecnologia.

Il sonno, funzione biologica essenziale per il mantenimento dell'omeostasi dell'organismo, non è un semplice stato passivo, ma un processo attivo con ruoli fondamentali nella regolazione delle funzioni cognitive, nella protezione cardiovascolare, nella modulazione del sistema immunitario e nella riparazione dei tessuti. Le conseguenze dell'OSA non trattata includono stanchezza cronica, deficit cognitivi, aumento del rischio di malattie cardiovascolari (come ipertensione, ictus e infarto miocardico), alterazioni metaboliche (tra cui insulino-resistenza e diabete mellito di tipo 2) e compromissione della salute mentale, con manifestazioni di ansia e depressione. Dal punto di vista sociale, la frammentazione del sonno e la stanchezza diurna sono associate a un incremento degli incidenti stradali e lavorativi, oltre a una riduzione della produttività. Questo quadro evidenzia l'urgenza di sviluppare strategie diagnostiche e terapeutiche innovative per una gestione efficace dell'OSA.

La Patologia: Fisiopatologia e Sintomi dell'OSA

L'OSA si sviluppa quando i muscoli delle vie aeree superiori si rilassano durante il sonno, causando un restringimento o una chiusura completa delle vie respiratorie. Questo fenomeno porta alla manifestazione di: 1) Apnea (assenza di respirazione) e ipopnea (riduzione del flusso respiratorio); 2) Ipossiemia intermittente, con riduzione dei livelli di ossigeno nel sangue; 3) Risvegli parziali o completi, che frammentano il ciclo del sonno e ne compromettono la qualità.

L'OSAS è diagnosticata quando si registrano almeno cinque episodi di apnea o ipopnea per ora di sonno. Un parametro comunemente utilizzato per valutare la gravità dell'OSA è l'indice di apnea-ipopnea (AHI), che classifica la condizione in base al numero di episodi per ora di sonno: 1) Lieve: 5-15 episodi per ora; 2) Moderata: 16-30 episodi per ora; 3) Grave: più di 30 episodi per ora.

I sintomi più comuni dell'OSA includono: 1) Russamento, spesso accompagnato da pause respiratorie osservate dal partner o dai familiari; 2) Stanchezza diurna, causata dalla frammentazione del sonno e dai risvegli frequenti; 3) Deficit cognitivi, come difficoltà di memoria, riduzione dell'attenzione e della concentrazione; 4) Altri sintomi, tra cui cefalea mattutina, depressione, irritabilità e riduzione della libido.

Se non trattata, l'OSA può portare a complicanze gravi a lungo termine, tra cui: 1) Ipertensione arteriosa; 2) Aritmie cardiache; 3) Insufficienza cardiaca; 4) Ictus ischemico.

La Sfida della Diagnosi di OSA

La polisonnografia (PSG), analisi multimodale dei parametri neurologici (elettroencefalogramma) e cardio-respiratori durante il sonno, è considerata il gold standard per la diagnosi dell'OSA. La PSG fornisce un'analisi dettagliata delle fasi del sonno e delle interruzioni respiratorie, essenziale per una diagnosi accurata di condizioni come l'apnea ostruttiva del sonno. Tuttavia, nonostante la sua alta precisione diagnostica, la PSG presenta diverse limitazioni: 1) disagio per il paziente: l'uso di sensori invasivi applicati al corpo interferisce con le condizioni naturali del sonno, creando disagio e potenzialmente influenzando la qualità del riposo (van Gastel, 2021); 2) costi elevati: l'esame richiede apparecchiature sofisticate e personale altamente qualificato, rendendo la PSG onerosa e limitata nella sua accessibilità; 3) ambiente controllato: in molti casi il monitoraggio avviene in un laboratorio del sonno, il che può influenzare la qualità del riposo a causa dell'ambiente estraneo rispetto a quello domestico. La necessità di recarsi in centri specializzati per eseguire la PSG inoltre rappresenta un ostacolo per molti pazienti; 4) minore accuratezza nei test domiciliari: sebbene i test PSG domiciliari possano migliorare il comfort per il paziente, non offrono la stessa precisione diagnostica del monitoraggio ospedaliero e sono meno affidabili, in particolare per i pazienti con comorbilità o OSA lieve (Mohammadieh, 2017).
Un'alternativa meno invasiva alla PSG è l'ossimetria notturna, che misura la saturazione di ossigeno nel sangue tramite un sensore applicato al dito. Sebbene più economica e meno invasiva, l'ossimetria presenta limitazioni: non rileva direttamente le apnee e risulta meno accurata nei casi di OSA lieve o moderata.
I dispositivi portatili, come i monitor da polso, offrono una soluzione comoda per il monitoraggio, ma la loro precisione e affidabilità possono essere compromesse, specialmente

in pazienti con pattern respiratori complessi o con OSA lieve. Mostrano altresì una buona correlazione con la PSG solo nei casi di OSA moderata o grave (Ibid., 2017).
L'evoluzione tecnologica ha aperto la strada a dispositivi alternativi come i monitor portatili e le videocamere 3D. Tali tecnologie offrono vantaggi in termini di monitoraggio non invasivo e maggiore accessibilità, ma presentano anche alcune limitazioni: 1) i monitor portatili possono non rilevare accuratamente le apnee o le ipopnee, soprattutto in pazienti con pattern respiratori complessi o comorbilità; 2) le videocamere 3D, sebbene promettano un monitoraggio non invasivo, necessitano di ulteriori miglioramenti in termini di precisione diagnostica per essere considerate una valida alternativa alla PSG (Veauthier, 2019).



Figura 1. AI Contact acceso posizionato su un comodino accanto al letto.

AI Contact: Una Soluzione Innovativa per il Monitoraggio dell'Apnea Ostruttiva del Sonno (OSA)

AI Contact è un dispositivo inedito progettato per superare le limitazioni delle tecnologie diagnostiche tradizionali, come la polisonnografia (PSG), offrendo una soluzione non invasiva e accessibile per il monitoraggio del sonno. Utilizzando una videocamera avanzata e algoritmi di intelligenza artificiale, AI Contact analizza in tempo reale parametri cruciali del sonno, permettendo una diagnosi precoce ed efficiente dei disturbi respiratori, come l'OSA.
L'architettura tecnologica sviluppata per AI Contact non si limita a presentare un'innovazione tecnica e medicale, ma determina le condizioni anche per un' innovazione di natura tipologica. Il principale obiettivo di questo progetto è quello di offrire una soluzione medicale altamente efficace e non invasiva, ma allo stesso tempo di superare il tradizionale concetto di dispositivo medico che sempre risulta essere un elemento alieno negli ambienti domestici e di conseguenza stigmatizzante. Per raggiungere questo scopo, pur mantenendo alta la funzionalità e l'efficacia del monitoraggio e rilevamento dei dati, è stata elaborata una morfologia capace di manifestarsi generando un oggetto privo di quelli che sono i tratti formali tipici di uno strumento medicale. Un complemento d'arredo che si adatta perfettamente agli ambienti domestici, con forma, materiali, finiture e colori che lo rendono compatibile con qualsiasi ambiente, indistinguibile da un normale complemento d'arredo domestico (Figura. 1).
Questa fusione tra funzione medica e design d'interni non solo risponde alla necessità di integrare tecnologie avanzate nella vita quotidiana, ma anche alla volontà di abbattere le barriere tra la sfera medica e quella domestica, creando così una tipologia di oggetto che possa essere facilmente accettata e utilizzata dai pazienti senza che risulti invasiva o stigmatizzante. Un processo analogo è in atto da diversi anni e ben consolidato nel campo dei *device* indossabili dove la sintesi tra dimensione medica ed estetica ha condotto alla

generazione di una nuova tipologia di prodotti, non solo strumenti per la misurazione delle performance del corpo ma veri e propri strumenti per accompagnare quotidianamente le persone affette da patologie croniche.
AI Contact intende quindi presentarsi come un oggetto che si integra nel paesaggio domestico senza esplicitare la complessità dell'apparato tecnologico che lo anima, garantendo una doppia modalità di accesso, usabilità per pazienti e usabilità per professionisti medico sanitari.
Questa condizione di sistema *dual-interface* ha aperto ad un'ampia fase esplorativa nel corso della quale sono state elaborate diverse configurazioni e successivamente verificate, analizzando come gli utenti di entrambe le categorie si sarebbero posti e come avrebbero interagito con il dispositivo. Scopo di questa fase è stata ottimizzare l'esperienza, migliorare l'efficienza e minimizzare i possibili errori di interazione da parte degli utenti, in particolare da parte degli utenti pazienti.
Tra gli aspetti più critici dei tradizionali sistemi di monitoraggio dell'OSA c'è la loro invasività che si manifesta con la complessità di "applicazione", condizione che non li rende confortevoli per i pazienti, che altera i comportamenti dei pazienti e che, come già detto in precedenza, richiede l'intervento di professionisti per la "vestizione" e "svestizione".
Per ovviare a queste criticità si è scelto di "smaterializzare" l'interfaccia paziente, non prevedendo contatti fisici e tattili con AI Contact o applicazioni sul corpo del paziente.
Si è quindi perseguito un processo di abdicazione, di rinuncia: il paziente delega alla tecnologia il compito di monitoraggio, raccolta dati, primo livello di interpretazione e loro trasmissione.
Un processo negoziale in cui il paziente cede controllo a favore di un'esperienza più naturale, confortevole e che non genera fratture nelle *routine* domestiche introducendo un nuovo

paradigma, la possibilità di un monitoraggio quotidiano e continuo, condizione capace di generare una base dati decisamente più ampia la cui imprecisione può essere ampiamente stemperata e corretta dalla sua estensione che presenta ordini di grandezza superiori rispetto ai sistemi attualmente impiegati.
Anche il versante dell'interfaccia rivolta ai medici presenta una formula diversa rispetto ai sistemi attuali; trattandosi di un monitoraggio in continuo la formula della raccolta *on-site* risulta inadeguata ed è quindi sembrato naturale prevedere un sistema con raccolta dati *on-line*: passaggio non complesso da un punto di vista tecnologico in quanto soluzione consolidata e ampiamente impiegata da molti anni in molti contesti, dagli ambienti sportivi al mondo dell'intrattenimento, ma certamente delicato da un punto di vista normativo per la gestione e conservazione di un dato sanitario certificato.
Assunte le condizioni poste dalle interfacce per due categorie distinte di utenze (paziente e medico) e verificati i requisiti dimensionali e di configurazione spaziale dell'architettura elettronica, l'attenzione si è spostata sulla natura formale dell'oggetto.
Trattandosi di un oggetto tipologicamente nuovo si è scelto di sperimentare un percorso che ha condotto alla definizione di una soluzione formale che collochi AI Contact all'interno di quell'insieme di oggetti tecnologici che non hanno rinunciato al ruolo di disegnare e popolare gli ambiente domestici e che non fanno prevalere la natura tecnico tecnologica. Da qui l'impegno e l'attenzione nella scelta e definizione dei colori, dei materiali e delle finiture. Il risultato è una tecnologia discreta, quasi mimetica, che rifugge l'autocelebrazione tecnicistica.

Funzionamento del Dispositivo

Step 1 - Raccolta *dei Dati*
AI Contact raccoglie informazioni vitali durante il sonno tramite una videocamera HD e sensori integrati, monitorando parametri chiave come la respirazione (analisi del ritmo respiratorio e delle interruzioni nel flusso d'aria, come le apnee o le ipopnee), i movimenti corporei (rilevazione dei cambi di posizione o dei movimenti improvvisi associati a episodi di apnea o risvegli notturni e russamento e suoni (monitoraggio dei rumori emessi durante il sonno, inclusi i segnali acustici correlati a interruzioni respiratorie, come il russamento).
Step 2 - Analisi e Elaborazione.
I dati raccolti vengono inviati al processore interno equipaggiato con AI, che esegue un'analisi avanzata per analizzare il respiro e i movimenti corporei al fine di identificare episodi di apnea.
Step 3 - Output e Utilizzo Clinico.
I dati vengono elaborati per generare un diario dettagliato del sonno contenente informazioni su durata, qualità e anomalie riscontrate. Il report può essere visionato dal paziente tramite una App dedicata e dai medici curanti per facilitare la valutazione clinica e per indirizzare gli interventi terapeutici.

Monitoraggio Basato su Camera: Potenzialità e Limitazioni

L'idea di utilizzare le videocamere a servizio delle OSA è stata già validata all'interno della letteratura scientifica. Un *proof of concept* del 2021 ha mostrato infatti che tramite le videocamere è possibile rilevare parametri vitali come il battito cardiaco e il ritmo respiratorio con una buona accuratezza, raggiungendo la soglia del 92% per la frequenza cardiaca e del 91% per la frequenza respiratoria, superando i metodi tradizionali in termini di comfort e non invasività (van Gastel, 2021).
Anche la *Remote Photoplethysmography* è in grado di integrare le informazioni a questo scopo senza contatto diretto, mostrando risultati promettenti. La fotopletismografia remota (rPPG) è una tecnologia che permette di rilevare la HRV in modo non invasivo. Questo metodo analizza i cambiamenti nel flusso sanguigno attraverso l'uso della luce, catturata dalla videocamera, per stimare la frequenza cardiaca e la variabilità del battito cardiaco. La HRV è un indicatore cruciale dello stato fisiologico e può essere utilizzata per monitorare la salute cardiovascolare e le fasi del sonno (van Meulen, 2023).
L'analisi del comportamento dell'utente durante il sonno per mappare e classificare gli eventi è una pratica nota, prodotti come la telecamera SAMi sono progettati specificamente per monitorare l'attività del sonno e possono rilevare movimenti e comportamenti anomali. Tale dispositivo avvisa i caregiver quando si manifestano movimenti significativi, che possono essere cruciali per controllare e di conseguenza anche intervenire nel manifestarsi di condizioni di crisi.
Studi recenti hanno dimostrato come i dispositivi basati su intelligenza artificiale e videocamere 3D possano rilevare le apnee con una sensibilità dell'90% e una specificità del 71,4%, risultati paragonabili a quelli ottenuti da dispositivi diagnostici portatili (Veauthier, 2019).
Vantaggi dei sistemi basati su tecnologie *contactless* sono la non invasività, consentendo al

paziente di dormire in modo naturale e riducendo l'ansia legata alla presenza di dispositivi attaccati al corpo (van Meulen, 2023) e l'accessibilità, eliminando la necessità di spostamenti soprattutto nei pazienti che hanno difficoltà a recarsi in centri specializzati.
Nonostante i significativi progressi, i sistemi contactless non sono ancora in grado di catturare tutte le variabili fisiologiche monitorate dalla PSG essenziali per una diagnosi approfondita, soprattutto in casi complessi o in presenza di disturbi del sonno gravi. La PSG fornisce una visione completa e dettagliata delle fasi del sonno e delle interruzioni respiratorie e per tale motivo ad oggi rimane il gold standard per effettuare diagnosi. Un altro punto da sottolineare è che l'accuratezza dei sistemi basati su videocamera può variare in base alle condizioni ambientali, come l'illuminazione e il posizionamento della videocamera. Fattori come una luce ambientale troppo intensa o un'angolazione errata della videocamera possono compromettere la qualità dei dati raccolti, influenzandone la precisione.

Potenziale Clinico e Socio-Economico di AI Contact

AI Contact rappresenta una soluzione innovativa con un impatto significativo nella gestione dell'apnea ostruttiva del sonno (OSA), offrendo vantaggi che spaziano dalla diagnosi precoce al monitoraggio continuo e alla riduzione dei costi sanitari.
1. *Screening* Precoce e Diagnosi Rapida: il dispositivo AI Contact consente una diagnosi precoce ed efficiente dell'OSA, grazie alla sua capacità di monitorare parametri vitali senza bisogno di sensori invasivi. Questo approccio consente di ridurre i ritardi diagnostici, un fattore critico per il trattamento tempestivo dell'OSA, che se non trattata può portare a gravi complicanze, tra cui malattie cardiovascolari e ictus.
2. Monitoraggio Continuo e Valutazione dei Trattamenti: AI Contact è particolarmente utile per il monitoraggio continuo dei pazienti, permettendo di seguire l'andamento della malattia e l'efficacia dei trattamenti. Ad esempio, per i pazienti che utilizzano CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*), il dispositivo può essere impiegato per valutare l'efficacia del trattamento a lungo termine, adattandosi alle necessità individuali.3. Riduzione dei Costi Sanitari: l'adozione di AI Contact potrebbe portare a una significativa riduzione dei costi sanitari, riducendo la dipendenza dalla polisonnografia ospedaliera (PSG). Poiché il dispositivo è meno costoso da produrre e gestire rispetto alla PSG, il sistema sanitario potrebbe beneficiare di un approccio più economico per la diagnosi e il monitoraggio dell'OSA.
4. Benefici Socio-Economici: secondo uno studio del CERGAS SDA Bocconi, il costo annuale delle condizioni legate all'OSA in Italia è di circa 31 miliardi di euro. La PSG richiede apparecchiature costose e personale altamente qualificato. L'introduzione di AI Contact potrebbe ridurre notevolmente questi costi, grazie ai seguenti benefici: 1) Diagnosi precoce e prevenzione: un'identificazione rapida dei pazienti affetti da OSA potrebbe prevenire l'insorgenza di complicanze cardiovascolari, riducendo così i costi associati a malattie gravi

come infarti e ictus, specialmente per diagnosi iniziali e *follow-up*, alleggerendo il carico economico sui sistemi sanitari; 2) Miglioramento della produttività lavorativa: oiché l'OSA è una causa comune di stanchezza diurna e deficit cognitivi, una diagnosi tempestiva e un trattamento efficace potrebbero ridurre le assenze dal posto di lavoro e migliorare la produttività lavorativa dei pazienti; 3) Risparmio sui costi di trattamento: la possibilità di monitorare l'OSA a casa ridurrebbe il ricorso alle strutture ospedaliere, alleggerendo il carico sui sistemi sanitari (Veauthier, 2019).

Conclusioni

AI Contact rappresenta un modello innovativo nella diagnosi e nel monitoraggio dell'OSA con un approccio paziente-centrico. Le sue capacità di screening precoce, monitoraggio domiciliare e riduzione dei costi sanitari potrebbero non solo migliorare la gestione clinica dell'OSA, ma anche apportare significativi benefici socio-economici. Nonostante i suoi vantaggi rimane importante utilizzare il dispositivo in combinazione con altri strumenti diagnostici, come la PSG, per garantire una diagnosi accurata nei casi complessi.
È importante inoltre sottolineare come i benefici prodotti da un monitoraggio in continuo del sonno non sono in questo momento stimabili ma è molto probabile che possano condurre a nuovi scenari per la prevenzione di questa patologia e di altre.
Disporre di una estesa base dati per persone a cui è stata già diagnosticata l'OSA e di persone che non manifestano problemi di questo tipo potrebbe condurre alla creazione, ad esempio di vere e proprie "impronte" del sonno che intrecciate con altri dati contribuirebbero a un miglioramento della qualità di vita di un gran numero di persone a fronte di un ridotto impegno economico.
Nel corso del tempo, il processo di miniaturizzazione delle tecnologie elettroniche e digitali ha rappresentato una sfida per designer e progettisti, che si sono trovati a dover conciliare la riduzione delle dimensioni delle tecnologie con la necessità di dar loro una forma e una conseguente identità, dispositivi sempre più minuti e più leggeri.
I cicli di riduzione delle dimensioni e redesign degli oggetti elettronico-digitali si sono ripetuti numerose volte nel corso del secolo scorso proseguendo in questi primi decenni del nuovo secolo mantenendo un costante e regolare aumento della loro frequenza.
Dalla miniaturizzazione per alcuni oggetti o componenti si è giunti alla loro sostanziale smaterializzazione conducendo designer e progettisti a dover dare forma all'informe.

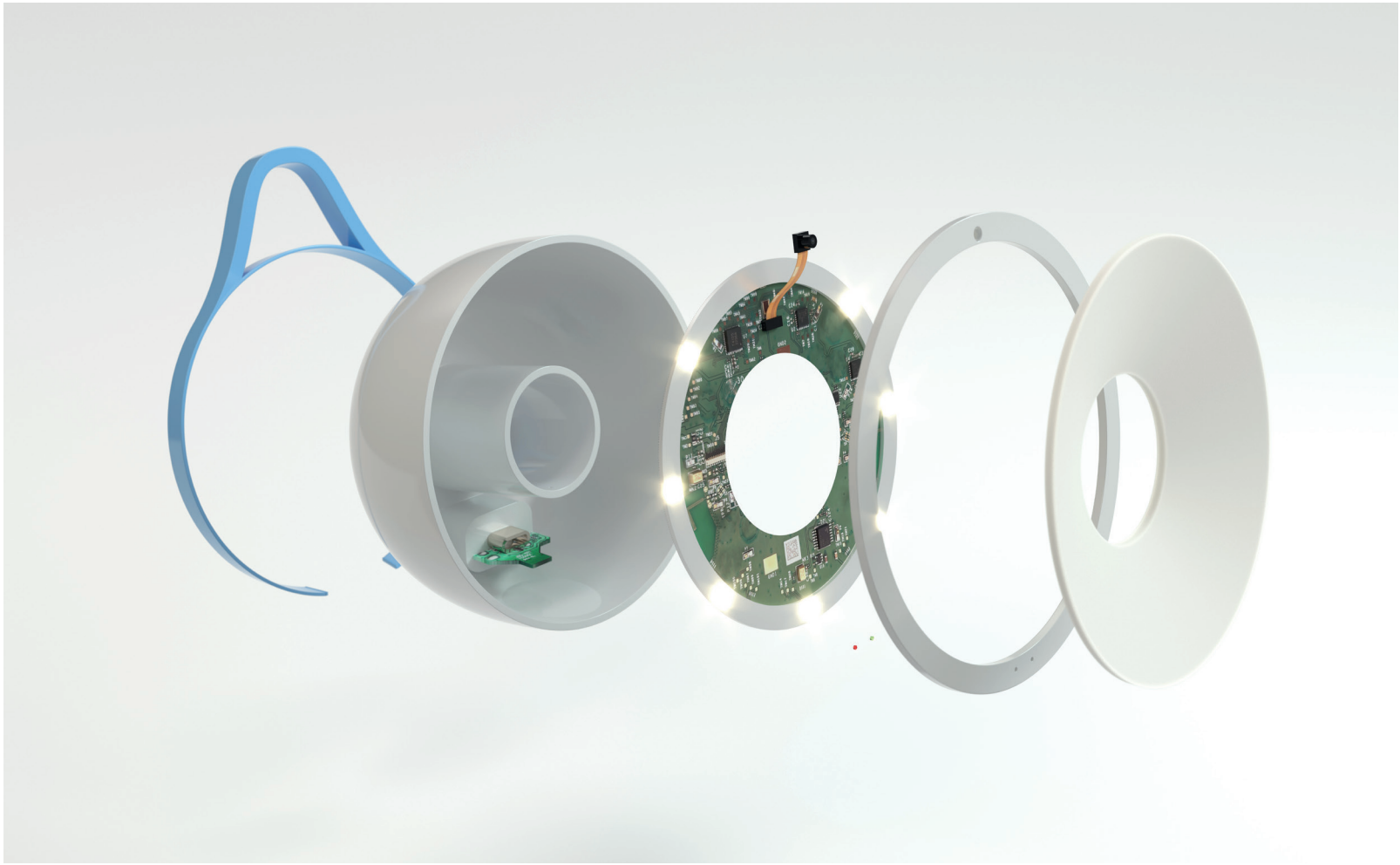


Figura 2. Esploso delle componenti principali di AI Contact

La tecnologia si è fatta così pervasiva ed ha iniziato a colonizzare il corpo con quelli che sono stati identificati all'inizio con i termini wearable device. Inizialmente impiegati per il monitoraggio delle performance del corpo in ambito sportivo per poi giungere al monitoraggio e controllo di alcuni dati vitali per la gestione di patologie croniche o per il rilevamento di segnali che potessero prevenire l'insorgere di patologie.
AI Contact appartiene ad una curva di sviluppo, sperimentazione e ricerca del design diversa, che condivide la stessa origine dei casi citati sopra (wearable device) ma a differenza di questi non invade il corpo, colonizzando piuttosto gli spazi in cui le persone vivono quotidianamente.
Non si tratta di semplice adozione dell'internet delle cose ma è la generazione di un vero e proprio nuovo dominio di oggetti in cui le funzioni classiche risolte dai tradizionali oggetti d'arredo si ibridano e si espandono, accogliendo le tecnologie digitali.
Si configura come un processo in cui il design non è tenuto necessariamente a inseguire la riduzione delle dimensioni, il design in questo caso deve garantire forme e dimensioni che rendano l'oggetto presente nello spazio (Figura 2).

References

Semelka, M., Wilson, J., & Floyd, R. 2016. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea in adults. *American Family Physician*, 94 (5), 355-360. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27583421

Armeni, P., Borsoi, L., Costa, F., Donin, G., & Gupta, A. 2019. *Final report: Cost-of-illness study of Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS) in Italy.*

Van Gastel, M., Stuijk, S., Overeem, S., van Dijk, J. P., van Gilst, M. M., & de Haan, G. 2021. Camera-based vital signs monitoring during sleep: A proof of concept study. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 25 (5)*, 1409-1418. https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3045859

Mohammadieh, A., Sutherland, K., & Cistulli, P. A. 2017. Sleep disordered breathing: Management update. *Internal Medicine Journal*, 47 (11), 1241-1247. https://doi.org/10.1111/imj.13606

Veauthier, C., Ryczewski, J., Mansow-Model, S., et al. 2019. Contactless recording of sleep apnea and periodic leg movements by nocturnal 3-D video and subsequent visual perceptive computing. *Scientific Reports*, 9, 16812. https://doi.org/10.1038/s41598-019-53268-3

Van Meulen, F. B., Grassi, A., van den Heuvel, L., Overeem, S., van Gilst, M. M., van Dijk, J. P., Maass, H., van Gastel, M. J. H., & Fonseca, P. 2023. Contactless Camera-Based Sleep Staging: The HealthBed Study. Bioengineering (Basel, Switzerland), 10 (1), 109.
https://doi.org/10.3390/bioengineering10010109
https://www.samialert.com/ consulted on 29.11.2024