

Asse Prioritario 3 - Competitività del sistema produttivo

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

Innova4Health

Prototipo: Script per rilevare pause in un audio

Asse Prioritario 3 - Competitività del sistema produttivo

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

**QUESTA PAGINA È LASCIATA
INTENZIONALMENTE BIANCA**

STATO DEL DOCUMENTO

TITOLO DEL DOCUMENTO			
Innova4Health- Prototipo: Script per rilevare pause in un audio			
CLASSIFICAZIONE DEL DOCUMENTO			
USO INTERNO			
EDIZ.	REV.	DATA	AGGIORNAMENTO
1	0	25/05/2023	Prima Stesura

STATO DI AGGIORNAMENTO			
PAR	EDIZ.	REVISIONE	MOTIVO DELL'AGGIORNAMENTO

Indice

<i>Indice delle figure</i>	3
1. Introduzione	4
2. Descrizione Generale	4
2.1 Descrizione del sistema	4
2.2 Livello di industrializzazione	5

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

1. Obiettivo

Il progetto Innova4Health mira alla realizzazione di un sistema integrato di Digital Health in grado di supportare il processo di diagnosi, attraverso la validazione di una piattaforma per il trattamento ed il monitoraggio dei pazienti affetti da disturbo depressivo maggiore (DDM) adottando un approccio personalizzato (precision medicine). Il progetto sta rivoluzionando l'approccio alla cura delle persone affette da Disturbo Depressivo Maggiore (DDM), utilizzando biomarcatori digitali ed ambientali come ausili per la caratterizzazione e il monitoraggio dell'andamento clinico della Depressione Maggiore. Questi biomarcatori, ottenuti attraverso l'uso di tecnologie avanzate, quali strumenti predittivi di recidiva o remissione della patologia, hanno consentito una valutazione accurata della gravità della psicopatologia espressa attraverso la misurazione quotidiana della variazione sintomatologica depressiva tra i soggetti coinvolti nel progetto. Durante lo svolgimento del progetto sono stati screenati 30 soggetti affetti da Disturbo Depressivo Maggiore (DDM) e ne sono stati selezionati 20 sulla base dei criteri di inclusione dello studio; gli stessi sono stati poi suddivisi in maniera casuale in due gruppi: il primo gruppo ha ricevuto le cure cliniche standard, mentre il secondo gruppo, con la stessa distribuzione, ha sperimentato l'integrazione tra le cure standard e l'utilizzo di biomarcatori digitali. Di questi, solo uno ha lasciato lo studio per un peggioramento significativo del quadro psicopatologico tale da non potergli permettere di proseguire, ed un secondo ha ritirato il consenso per difficoltà personali. Durante il periodo valutativo dello studio, ovvero al momento dell'arruolamento ed al terzo mese, sono stati prelevati campioni di sangue e saliva e sono state somministrate diverse scale psicometriche per valutare l'andamento clinico. L'aspetto innovativo del progetto consiste proprio nel mettere in correlazione i dati clinici con i dati ambientali col fine di sviluppare un modello basato su intelligenza artificiale capace di effettuare una predizione del grado di depressione per i pazienti osservati. Per realizzare ciò sono state sviluppate diverse componenti:

- Web Application
- Mobile application
- Purificatore Pothos
- Smartwatch API
- Modello di Sentiment analysis
- Modello di predizione del livello di depressione

Web Application:

Il processo di monitoraggio è stato realizzato attraverso lo sviluppo di una web application che funge da sistema integrato in grado di collezionare e processare dati provenienti da diverse fonti, per comprendere quali di essi concorrono all'insorgenza del disturbo depressivo maggiore. La piattaforma, quindi, vuole essere un supporto per i medici nel monitoraggio dei pazienti e nella comprensione dell'impatto dei fattori clinici, ambientali e comportamentali sull'insorgenza e sul decorso del disturbo. Il sistema è stato progettato con accessi profilati ad hoc e permette, rispetto alle autorizzazioni, la gestione completa dei volontari, il censimento ed il monitoraggio del suo percorso osservazionale. Sono stati previsti i seguenti profili: responsabile scientifico, medico, ricercatore volontario/paziente e amministratore del sistema. Ogni utente, quindi, ha il proprio profilo e di conseguenza il proprio scope informativo. La webapp, essendo l'hub centrale, ha un duplice compito: quello di controllare i dispositivi wearables (smartwatch), Pothos e Mobile App e quello di monitorare l'avanzamento della validazione attraverso la collezione e l'integrazione delle

Asse Prioritario 3 - Competitività del sistema produttivo

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

sorgenti dati. Nella sezione di controllo è possibile avere informazioni sullo stato di funzionamento dei Fitbit e dei Pothos e, contestualmente, è possibile configurare i task di self-reporting che i

volontari devono svolgere attraverso l'utilizzo della mobile app. Nella sezione di monitoraggio gli utenti autorizzati hanno accesso sia alle informazioni anamnestiche dei pazienti che ai dati relativi alle informazioni sullo stato di avanzamento del progetto (dal punto di vista globale e per singolo volontario): questo è reso possibile grazie a delle dashboard che permettono di avere un cruscotto informativo.

La web application soddisfa inoltre i seguenti requisiti non funzionali: sicurezza, privacy, user-friendly, mobile-friendly, disponibilità, usabilità, flessibilità, scalabilità, FHIR compliant, IPS compliant e multilanguage. L'applicativo è stato realizzato utilizzando java ed il framework springBoot per l'infrastruttura back-end e il framework Angular per il front-end.

Mobile App:

Per la validazione della piattaforma si è reso necessario lo sviluppo di uno strumento per i volontari che rendesse possibile sia le attività di monitoraggio (self-reporting) che le attività di configurazione e gestione del Pothos. L'accesso alla mobile app è riservato soltanto ai volontari che, attraverso le credenziali, hanno accesso alle funzionalità di self-reporting:

- Lettura testo
- Feedback umore.

Entrambi i task sono pianificati e configurati dalla web application. La lettura testo consiste nel sottoporre al volontario un testo da leggere allo scopo di monitorare la cadenza di lettura attraverso la registrazione e l'invio della stessa alla web application, dove verrà archiviata ed analizzata. Il feedback dell'umore è un ulteriore task che permette il monitoraggio dell'umore del candidato scegliendo tra diversi stati (molto triste, triste, neutro, felice e molto felice). Oltre a queste funzionalità relative alla validazione della piattaforma, il sistema offre anche le funzionalità di controllo del Pothos; nel dettaglio esso fornisce:

- Funzionalità di associazione del Pothos all'utenza;
- Funzionalità di controllo:
 - Accensione;
 - Spegnimento;
- Controllo della velocità della ventola.

L'applicativo è stato realizzato utilizzando il framework React Native con l'utilizzo di Bootstrap.

Pothos:

Pothos è un dispositivo innovativo, in grado di racchiudere all'interno di un package, fatto in materiale PLA interamente riciclabile, 3 diverse fasi: monitoraggio degli inquinanti, purificazione mediante filtro meccanico e sanificazione mediante LED UVC.

Il dispositivo è interamente controllato mediante apposita App Mobile Innova4Health, mentre il pairing con lo smartphone avviene per mezzo di un solo pulsante fisico posto sul retro del dispositivo. All'interno del progetto Innova4Health il compito del Pothos è quello di raccogliere ed inviare alla web application i dati relativi alla qualità dell'aria. I sensori posti a bordo permettono:

- il monitoraggio delle polveri sottili (PM1, PM2.5, PM10)
- la rilevazione dei livelli di CO2
- la rilevazione dell'intensità luminosa

Asse Prioritario 3 - Competitività del sistema produttivo

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

Inoltre Il dispositivo Pothos al proprio interno è dotato di un sistema di filtrazione meccanico. Il filtro in questione è un filtro ad altissima efficienza appartenente alla categoria HEPA H13. Grazie ad esso è possibile trattenere fino al 99.97% delle impurità da particolato. A sua volta il filtro HEPA ha la necessità di essere sanificato per consentire sempre il massimo dell'efficienza di funzionamento; per ottemperare a ciò, è implementato un modulo di sanificazione basato sulla tecnologia a LED UVC. Tale modulo è nascosto all'interno del filtro HEPA ed effettua la sanificazione delle pareti interne del filtro HEPA senza arrecare nessun danno agli utenti in quanto il confinamento dei raggi UVC è limitato ad una area molto ristretta e nascosta del dispositivo Pothos. La raccolta dati avviene tramite i segnali digitali provenienti dai sensori ubicati all'interno del dispositivo Pothos che vengono trasmessi attraverso il bus I2C. Una volta raccolti i dati e compattati in un unico pacchetto dati, essi vengono inviati, mediante l'apposito modulo di comunicazione Wi-Fi, al sistema software di riferimento culminante nella dashboard del progetto. In questo requisito funzionale, la tempistica di raccolta dei dati non può subire variazioni o ritardi, pertanto il dispositivo interrogherà i sensori posti al suo interno con cadenze prestabilite di 5 minuti. Il dispositivo Pothos utilizza un protocollo di comunicazione estremamente versatile, flessibile, sicuro e largamente diffuso in ambito IoT. Il protocollo adoperato è l'MQTT che è basato sul funzionamento della pubblicazione e sottoscrizione (publish/subscribe) di dati e/o comandi su cartelle da noi create (topic) in cui un server (broker MQTT) gestisce l'interscambio dei messaggi. L'MQTT viene utilizzato sul Pothos non solo per inviare dati, ma anche e soprattutto per ricevere i comandi di gestione del dispositivo impartiti dall'utente mediante l'interfaccia grafica dell'App Mobile. Il firmware è stato sviluppato utilizzando il linguaggio C/C++, per piattaforma hardware ESP32.

Smartwatch API:

Per comunicare i dati biometrici ed ambientali alla web application è stato sviluppato il modulo smartwatch API che permette di interfacciarsi con i servizi offerti dallo smartwatch FitBit e dal Pothos. Il sistema di acquisizione è organizzato come segue:

- Acquisizione da Fitbit:

Ogni giorno alle ore 06:00 vengono interrogate le API di Fitbit per scaricare i dati vitali di ogni volontario (bpm, hrv, SpO2, activities level) relativi al giorno precedente. Questi dati vengono salvati in un database relazionale.

- Acquisizione da Pothos:

Smartwatch API è sottoscritto ad un broker (Eclipse Mosquitto) sul quale i Pothos inviano le loro misurazioni (pm1, pm2.5, pm4, pm10, temperatura, umidità, tvoc, CO2, lux) ogni 5 minuti. Questi dati vengono salvati in un database relazionale.

Unione e storicizzazione dati:

Una volta ottenuti i dati Fitbit relativi ad un particolare giorno, questi vengono uniti con i dati Pothos dello stesso giorno in base alla data di acquisizione della singola misurazione. Questi dati vengono poi accumulati in un unico file CSV, destinato ad essere analizzato. In questo file CSV vengono altresì salvate informazioni aggiuntive riguardanti l'invio dello stato di umore e registrazione della lettura di un testo da parte dei volontari.

APIs:

Smartwatch API agisce da back-end per la visualizzazione dei dati che raccoglie. I servizi REST implementati consentono di ottenere i dati di un particolare volontario acquisiti in dato intervallo di tempo, eventualmente ordinati.

Asse Prioritario 3 - Competitività del sistema produttivo

Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo

Modello AI

Per l'operatività di self-reporting è prevista la lettura del testo. Tale testo è scelto tra una pletera di testi configurati da web application e condivisi ad intervalli schedulati attraverso la mobile app. Lo scopo della lettura è il calcolo delle pause che avvengono durante la lettura e la loro lunghezza. Tali dati vengono integrati con le altre informazioni raccolte dalla piattaforma smartwatch e Pothos nella dashboard di progetto. È stato sviluppato uno script Python per analizzare l'audio che i volontari inviano durante la lettura del testo, al fine di riportare il numero di pause in esso contenute, la lunghezza media delle pause e il sentiment indicativo dell'umore del paziente durante la lettura.

Si sfrutta la libreria pydub, che permette di rilevare il silenzio in un audio.

Ciò avviene segmentando l'audio in piccoli chunk e controllando se il volume di ogni chunk è al di sotto di una determinata soglia. Come indicatore di volume si utilizza il valore RMS, che rappresenta il volume medio di un segnale in un dato intervallo di tempo utilizzando la potenza media del segnale.

Si definisce poi pausa un intervallo di audio formato da chunk "silenziosi" che dura per un tempo minimo specificato.

I parametri utilizzati in questo script sono:

- tempo minimo affinché la parte di audio sia considerata pausa: 50 ms
- soglia di volume al di sotto della quale l'audio viene considerato silenzioso: -16 dBFS

La prediction dell'umore avviene tramite un ensemble che comprende tre algoritmi di classificazione: un Multi-Layer Perceptron, una Random Forest e un Gradient Boosting. La fase di feature selection viene svolta con l'ausilio dell'algoritmo "Particle Swarm Optimization".

Conclusioni

Lo staff dello studio, grazie alle notifiche via mail di completamento dei task da svolgere, ha monitorato da remoto la partecipazione attiva allo studio ed è prontamente intervenuto in caso di difficoltà tecniche. I partecipanti al progetto hanno mostrato apprezzamento per l'idea alla base della sperimentazione e hanno riferito un importante miglioramento soggettivo, anche grazie all'uso dei device digitali. Inoltre, il personale medico ha tratto grandi benefici da questi strumenti, poiché essi hanno fornito una vasta gamma di dati sia sulla qualità ambientale sia sulla qualità della vita dei pazienti. L'utilizzo quotidiano dello smartwatch e del purificatore d'aria Pothos ha aumentato il coinvolgimento e l'attenzione dei pazienti, i quali, d'altra parte, si sono sentiti più seguiti e supportati dai loro medici. I dati preliminari del progetto indicano l'importanza della "medicina di precisione" per migliorare l'outcome prognostico, in particolare, nell'affrontare la Depressione Maggiore, una patologia che, se non curata adeguatamente, può portare a una cronicizzazione dei sintomi compromettendo significativamente la qualità della vita.