



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA

A.A. 2018/19

Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 0F

TITOLO PROGETTO: Dispositivi per non udenti

AUTORE 1: Carmina Giuseppe

AUTORE 2: Arestia Giovanni

Sommario

1. Obiettivi del progetto	2
1.1 Introduzione al progetto Dispositivi per non udenti	2
1.2 Tipi di sordità con relative problematiche di udito	2
1.3 Dispositivi esterni per migliorare la vita e le relazioni dei non udenti	3
1.4 Approfondimento sul Vibrato di Shane Kerwin	4
1.5 Approfondimento sulla sveglia per non udenti	4
1.6 Futuro di queste tecnologie con eventuali dispositivi in fase di progettazione	5
2. Metodo Proposto	6
2.1 Storia e analisi della sordità	6
2.2 Effetti dei suoni acuti e ultrasuoni	7
2.3 Effetti della vibrazione	7
2.4 Trasformazione del suono in vibrazione	8
2.5 Trasformazione del suono in immagine	9
2.6 Trasformazione del suono in testo scritto	9
3. Risultati Ottenuti	10
3.1 Segnale in uscita in base al dispositivo di output utilizzato	10
3.2 Aspettative del progetto	10

1. Obiettivi del progetto

1.1 Introduzione al progetto Dispositivi per non udenti

“Tu sei cieco e io sono sordo e muto: se la tua mano tocca la mia ci capiremo.”

Khalil Gibran

Questa mano è oggi rappresentata dalla tecnologia. Un tempo la sordità, anche lieve, era considerata un handicap che limitava fortemente la vita di chiunque ne soffrisse. Oggi non è così, la tecnologia ha fatto passi da gigante sviluppando dispositivi che permettono di vivere quasi normalmente. Ovviamente i più famosi sono gli apparecchi acustici di amplificazione sonora, ma tratteremo in particolare tre tecnologie in via di sviluppo che sfruttano sostanzialmente due sensi: il tatto e la vista. La prima tecnologia è il rivoluzionario **Vibrato di Shane Kerwin** che permette di trasformare i suoni in vibrazioni, le seconde tecnologie sfruttano sempre la vibrazione e i suoni acuti e migliorano la vita di tutti i giorni (un esempio è la **sveglia intelligente** per sordi) e la terza tecnologia è in piena fase sperimentale, ma consiste sostanzialmente nella versione migliorata dell'occhio bionico **Argus II** o dei **Google Glass** e sarebbe in grado di modificare i suoni in immagini e/o in sottotitoli.

In questo caso ci soffermeremo in particolar modo sui dispositivi hardware, ma esistono numerosi esempi software che migliorano non poco la vita dei non udenti o degli ipoudenti. Faremo qualche accenno a **Transcense** e **MotionSavvy** perché svolgono compiti di sostegno alle tecnologie sopracitate oltre che a tutti i dispositivi già esistenti come “semplici” smartphone e smartwatch.

1.2 Tipi di sordità con relative problematiche di udito

La sordità è la riduzione più o meno grave dell'udito. Secondo la classificazione audiologica della sordità si distinguono quattro gradi in relazione all'entità della perdita uditiva espressa in decibel:

- **Lieve:** con soglia tra 20 e 40 decibel;
- **Media:** con soglia tra 40 e 70 decibel;
- **Grave:** con soglia tra 70 e 90 decibel;
- **Profonda:** con soglia uguale o superiore ai 90 decibel.

Nelle **sordità lievi** il bambino ha uno sviluppo del linguaggio normale, cioè non è in ritardo rispetto alle tappe più significative, non ha problemi di comprensione del significato delle parole, ma ha solo difficoltà nel discriminare alcuni fonemi, ovvero che li omette/altera.

Nella **sordità media** il danno riguarda sia il significante che il significato, cioè il concetto sottostante alla parola. Si parla di ritardo nello sviluppo del linguaggio parlato (sia nella comprensione che nella produzione). Se si aumentasse l'intensità della voce migliorerebbe la comprensione del linguaggio vocale, per cui sono indispensabili la protesi e l'intervento logopedico precocissimi, prima che la componente linguistica sia compromessa.

Nella **sordità grave** non c'è percezione del parlato. Quello che il bambino riesce a comprendere, senza protesi, anche parlando a voce molto alta vicino all'orecchio, sono la durata e il ritmo, riuscendo a distinguere, ad esempio, un suono ripetuto da uno continuo. Solo attraverso l'intervento logopedico il bambino imparerà a parlare, ma a questo livello l'educazione è molto complessa ed è difficile che il sordo raggiunga una competenza linguistica completa sia nell'italiano scritto che parlato.

Nella **sordità profonda** c'è un'ulteriore suddivisione:

- **1° gruppo:** sordità con curva pantonale che abbraccia tutte le frequenze tra i 125 e i 4000 Hertz all'intensità di 90 decibel;
- **2° gruppo:** sordità con curva dai 125 ai 2000 Hertz all'intensità uguale o maggiore di 90 decibel;

- **3° gruppo:** sordità con curva detta a virgola dai 125 ai 1000 Hertz ad intensità maggiore ai 90 decibel.

In essa la parola non viene assolutamente udita per cui senza un ausilio protesico associato alla lettura delle parole sulle labbra non è possibile alcuna forma di apprendimento del linguaggio verbale.

1.3 Dispositivi esterni per migliorare la vita e le relazioni dei non udenti

Diversi sono i dispositivi realizzati per aiutare i non udenti o gli ipoudenti e renderli autonomi il più possibile ad operare efficacemente nella società. Vi sono dispositivi medici molto costosi per contribuire a migliorare l'udito e dispositivi di più semplice funzionalità spesso con funzioni visive che aiutano i non udenti a rendersi conto di cosa accade attorno a loro senza bisogno del suono. Questi dispositivi sono:

- **Svegli:** sfruttano la vibrazione e i suoni molto acuti per aiutare nelle attività quotidiane più semplici come lo svegliarsi o il percepire il pianto dei propri figli.
- **Vibrato di Shane Kerwin:** è in grado di trasformare suoni in vibrazioni percepibili con il tatto.
- **Sistemi di avvisi per la domotica:** avvisano quando vi è un pericolo, una chiamata o semplicemente il campanello che suona, ma lo fanno attraverso fasci di luce che si proiettano e si intensificano grazie ad una luce stroboscopica installata sulla parete.
- **Dispositivi di ascolto assistito (ALD):** per lo più sono presenti in campo medico e si adattano alle orecchie in modo tale che i pazienti possano udire i suoni ambientali. Questi dispositivi migliorano il rapporto segnale-rumore per l'ascoltatore e amplificano i suoni. L'oratore parlerà in un microfono e tramite un segnale FM trasferirà le parole alla ALD, che filtrerà il rumore e renderà le parole di chi parla più chiare.
- **Impianto cocleare:** è a tutti gli effetti un orecchio artificiale (definito anche orecchio bionico) elettronico in grado di ripristinare la percezione uditiva nelle persone con sordità profonda, ed è utilizzato quando gli apparecchi acustici non ottengono il risultato sperato. L'impianto cocleare (CI) è uno strumento che si sostituisce alla coclea patologica inviando direttamente al nervo acustico il linguaggio e i rumori ambientali quindi è a tutti gli effetti una neuro-protesi che ha bisogno di un delicato intervento per essere inserita.
- **Text-telephone (DTS):** sono composti da una tastiera e da uno schermo o da un display. Due utilizzatori possono collegarsi tramite una linea telefonica e colloquiare scrivendo messaggi sulla tastiera che vengono visualizzati in tempo reale sul display dell'altro apparato. Il loro funzionamento è, per certi versi, simile alle attuali applicazioni di messaggistica istantanea.
- **Cellulari Video (ASL Mobile):** consente ai non udenti di comunicare con il linguaggio dei segni per mezzo di smartphone e tablet.
- **Apparecchi acustici:** sono degli amplificatori di suoni per coloro che non hanno una sordità profonda, consentendo loro di captare le parole e i suoni.



1.4 Approfondimento sul Vibrato di Shane Kerwin

Uno dei principali dispositivi per non udenti è il **Vibrato**, si tratta di un altoparlante rivoluzionario progettato da Shane Kerwin, laureato in Product Design alla Brunel University, che permette alle persone sorde di "sentire" la musica attraverso le loro dita. Questo dispositivo trasmette la vibrazione degli strumenti musicali



su cinque differenti cuscinetti per le dita: in questo modo le persone con problemi di udito possono rivivere la sensazione dell'ascolto musicale tramite il tatto.

Le differenti vibrazioni trasmesse sui cuscinetti permettono di individuare le note, il ritmo e le combinazioni di queste in modo tale che le dita riescano a distinguere suoni diversi. Inoltre, connettendo il dispositivo al PC, si potrà utilizzare un software specifico per esplorare diversi tipi di produzione musicale.

Il Vibrato può avere un impatto positivo nelle scuole, stimolando i bambini con problemi di udito a divertirsi durante le lezioni di musica, così come può essere utilizzato dai musicisti sordi e, in generale, per scopi di svago.

Questa soluzione può essere un ottimo veicolo di integrazione, alleviando gli effetti collaterali di un handicap che, soprattutto fra i più giovani, crea emarginazione. Infatti per i non udenti poter sentire la musica che ascoltano gli udenti è un passo in avanti: potranno divertirsi sia con la musica che con le nuove tecnologie di produzione. Le sensazioni tattili prodotte dal Vibrato possono aiutare in questa direzione: si tratta di un modo per far scoprire ai non udenti la bellezza della musica.

1.5 Approfondimento sulla sveglia per non udenti

Un altro esempio di dispositivi per non udenti è la sveglia intelligente per sordi, chiamata **sveglia Wake & Shake**. Si tratta di una sveglia digitale che grazie alle sue funzionalità consente di scegliere l'allarme più adatto alle esigenze dei non udenti.

Le funzionalità principali sono l'allarme sonoro, la spia lampeggiante a luce stroboscopica e la vibrazione trasmessa dal cuscinetto.

È chiaro che per i non udenti se si dovesse scegliere come sveglia solamente la spia lampeggiante potrebbe risultare difficile svegliarsi, per questo motivo essa viene combinata con una delle altre due funzionalità e ha il solo scopo di individuare, grazie all'alta luminosità, il pulsante di interruzione dell'allarme. Inoltre, è anche possibile combinare tutte e tre le funzionalità sopraelencate per chi volesse dormire sonni tranquilli.

La sveglia ha un grande display in cui la retroilluminazione dei numeri digitali è regolabile in diversi livelli d'intensità in modo da poter vedere chiaramente l'ora visualizzata con la giusta intensità luminosa anche se si ha gli occhi stanchi la mattina.

Riguardo l'allarme sonoro la suoneria è regolabile su livelli di frequenza che vanno da 800 Hz a 1,5 kHz mentre il volume della suoneria è regolabile fino a +90/95 dB SPL. Quindi si può regolare l'allarme in base alle tonalità acute fino a trovare la frequenza che la persona con problemi di udito riesce a percepire di più, ma questo riguarda coloro che non sono totalmente non udenti.

Il cuscinetto, collegato con la sveglia, viene collocato sotto il cuscino o sotto il materasso e ha il compito di trasmettere la



vibrazione che, a sua volta, può essere regolata su due diversi livelli d'intensità. Rappresenta la funzionalità chiave per i non udenti infatti può non essere accompagnata dalle altre due funzionalità ed è utile per le persone con sordità profonda, ovvero coloro che non sono in grado di percepire i suoni a +90 dB SPL.

Altre funzionalità secondarie sono: la funzione "snooze" (9 minuti), che indica l'intervallo tra un allarme e l'altro; la possibilità di installare una batteria come riserva che si attiva solo nel caso in cui si abbia un'interruzione della corrente elettrica durante la notte.

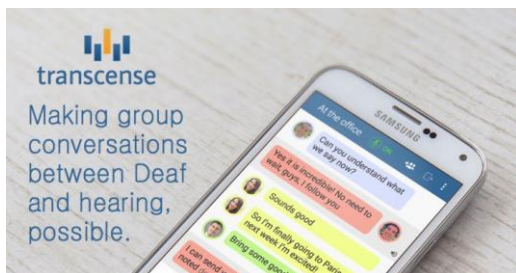
Questa sveglia, quindi, garantisce ai non udenti la sicurezza di alzarsi quando giungerà l'ora, in altre parole svolge lo stesso compito di una qualunque sveglia per udenti.

1.6 Futuro di queste tecnologie con eventuali dispositivi in fase di progettazione

Il progresso tecnologico non si ferma mai e in ogni settore possiamo osservare tecnologie che fino a qualche anno fa pensavamo fossero fantascienza. In campo medico e in particolar modo quando si parla di patologie come la sordità o la cecità, questi progressi sono ancora più evidenti poiché aiutano le persone affette da queste patologie a compiere azioni, anche basilari, che poco prima non pensavano di poter compiere.

Al riguardo, infatti, sono molte le tecnologie in fase di progettazione o sperimentazione. Una delle più importanti è l'**impianto cocleare invisibile** ovvero un impianto cocleare sottocutaneo, completamente invisibile e in grado di autoricararsi con i movimenti del corpo. Si sta anche sperimentando la possibilità di essere indossato sott'acqua attraverso un sistema di assorbimento e di galleggiamento che protegge il processore e l'impianto elettrico dell'apparecchio. Altre tecnologie sono:

- **StorySign**: è una nuova applicazione realizzata da Huawei che aiuta i bambini sordi a imparare a leggere insieme ai genitori.
- **Apparecchi acustici del marchio ReSound**: possono trasmettere dei sottotitoli o delle immagini direttamente sullo smartphone utilizzando accessori come un trasmettitore collegato al retro del televisore. Questi diventano molto utili in dotazione con un mini-microfono che trasmette chiaramente le parole pronunciate anche in condizioni di rumore, specialmente durante i viaggi in auto, in bus o comunque nei luoghi affollati.
- **Transcense**: è un'app attualmente in fase di sviluppo, che sarà in grado di trascrivere conversazioni



con diversi partecipanti in tempo reale. Le conversazioni di gruppo sono particolarmente complicate per le persone non udenti o con problemi di udito, che trovano più facile la conversazione faccia a faccia utilizzando l'ASL o la lettura delle labbra. L'app Transcense, una volta installata su diversi dispositivi mobili, li trasforma in sostanza in un sistema di microfoni. Trascrive diverse voci simultaneamente e

assegna a ciascun partecipante un bollino colorato diverso su un unico display a scorrimento.

- **MotionSavvy**: sarà disponibile quest'autunno e utilizzerà una fotocamera specializzata per tracciare i movimenti del dito di un utente e trascriverli in ASL in tempo reale, pronunciando la traduzione a voce alta. Il sistema è disponibile come software o su un tablet dotato di Leap Motion e presumibilmente sarà in grado di riconoscere almeno 2.000 segni, al momento del rilascio.
- **Occhio bionico intelligente**: già sperimentato con i Google Glass, potrebbe essere implementata una tecnologia simile negli Argus II. Un non udente che indossasse uno di questi dispositivi vedrebbe la vita come nei più famosi film di fantascienza, dove ogni suono e gesto viene trasposto in sottotitoli e indicazioni visive. Le prime sperimentazioni sono state effettuate al MoMa di New York e al Museo Egizio di Torino. In quest'ultimo all'avvicinarsi dell'utente ad un'opera, un traduttore registrato

appariva sulla lente e ne comunicava istantaneamente in LIS tutte le informazioni e le didascalie relative.

- **Heli:** acronimo di Hearing Enhancement for Life Improvement – è un dispositivo che permetterà ai non udenti di interagire con una o più persone contemporaneamente in chat, indossando un semplice bracciale Bluetooth chiamato “Myo”, che in real time riconosce ed interpreta, attraverso dei sensori elettromiografici, la LIS (la lingua italiana dei segni) e lo invia in formato testuale ad un’app del telefono. Sullo smartphone il tutto si interfacerà attraverso una chat, con due possibili funzioni: la conversazione semplice, in cui la chat sullo schermo è divisa e disposta verso i due interlocutori, in modo tale che entrambi posano capirsi semplicemente osservando lo smartphone, e la chat condivisa, nella quale ogni persona che prende parte alla conversazione apparirà nella chat con il suo nome (e volendo con la propria foto profilo), in modo tale che il non udente non perda il filo del discorso.



Queste tecnologie potranno essere utili per inserire più facilmente i non udenti nel mondo del lavoro e far compiere loro anche funzioni finora ritenute impossibili.

2. Metodo Proposto

2.1 Storia e analisi della sordità

La storia della sordità fu piena di avvenimenti, riportiamo qui i momenti più salienti.

Innanzitutto nell'antichità non vi era consapevolezza del legame fra sordità e mutismo. In tutta Europa i sordi non godevano di alcun diritto perché considerati persone con problemi mentali. Per esempio, i Romani ereditarono dai Greci l'amore per la perfezione fisica e ciò li indusse ad uccidere tutti i neonati con problemi. Un decreto di Romolo (753 a.C.) allargò la fascia temporale sino ai tre anni e questo permise di identificare e quindi sopprimere anche i bambini sordi che, considerata la relativa "invisibilità" del loro deficit, avrebbero invece potuto salvarsi.

Successivamente, sotto l'imperatore Giustiniano (527 - 565 d.C.) si cominciò a distinguere tra sordità e mutismo e ai sordi che fossero in grado di scrivere e di parlare vennero attribuiti pieni diritti legali.

Invece, i sordi dalla nascita vennero considerati inadatti a ricevere un'istruzione fino al 1600, in Italia addirittura fino al 1923!

Il campo dell'educazione dei sordi subì un effetto benefico con l'avvento dell'Umanesimo e del concetto di uomo nuovo in cerca di riscatto e dignità attraverso la cultura. Le prime notizie arrivarono dalla Spagna: i monaci per aggirare la regola del silenzio comunicavano con i segni ed ogni monastero sviluppava al suo interno una personale versione di questa lingua.

La prima scuola pubblica per sordomuti venne fondata in Francia (nella seconda metà del '700) e successivamente, con la diffusione della lingua dei segni, vennero fondati diversi istituti in alcuni paesi europei ed americani.

Ma in Italia, nonostante l'impegno di molti allievi sordi (che divennero a loro volta docenti) nel promuovere la lingua dei segni sia per la trasmissione dei contenuti scolastici che per l'insegnamento della lingua scritta, il Congresso di Milano del 1880 impedì che questa forma di comunicazione avesse un'ampia diffusione soprattutto in ambito educativo: proibita nelle classi si diffondeva nei corridoi con un conseguente impoverimento linguistico e con la mancata consapevolezza che la lingua dei segni italiana costituisca la lingua

madre dei sordi, non inferiore alla lingua degli udenti. In tutti gli altri paesi, invece, la lingua dei segni iniziò ad essere studiata da un punto di vista linguistico solo a partire dagli anni '70.

“...l'uso dei segni cadde in disgrazia e nel giro di vent'anni venne distrutto il lavoro di un secolo.”

2.2 Effetti dei suoni acuti e ultrasuoni

Le onde sonore sono misurate in numero di cicli al secondo (Hertz, abbreviato in Hz), ed è noto che l'orecchio umano è in grado di sentire le frequenze che si trovano nel raggio che va dai 16 Hz (suoni molto bassi/profondi) ai 20.000 Hz (suoni estremamente acuti); la nota più bassa di un pianoforte risuona a circa 24 Hz e quella più acuta ad un po' più di 4000. Con l'età e alcune patologie diminuisce la capacità di percepire i suoni che si trovano alle estremità più alte o più basse della scala e quando non si percepiscono le note più acute si inizia a parlare di sordità parziale.

I suoni acuti, infatti, **rappresentano quella fascia di suoni più facilmente udibili dall'orecchio umano**, ma anche quelli che, ad alto volume e frequenze, possono portare dei danni importanti (ovvero quando i suoni si avvicinano ai 100 dB). È stato però sperimentato che i suoni acuti possono essere molto importanti per le persone affette da sordità totale o parziale a causa di traumi, lesioni o malattie correlate all'invecchiamento delle cellule perché favoriscono il recupero dei suoni dimenticati.

Vi è una tecnica in particolare, che prende il nome di **musicoterapia classica**, che prevede un lavoro di coinvolgimento simultaneo dei sensi che dettano il suono nel cervello: la vista, con l'invito alla lettura e alla memorizzazione di una serie di parole o frasi e l'udito attraverso l'ascolto per brevi periodi della musica di Mozart, privilegiata per la sua modularità (i toni hanno frequenze né troppo alte né troppo basse), che favorisce la concentrazione mentale senza generare attimi di disagio per il cervello. A trarre beneficio da questa particolare musicoterapia sono le sordità molto elevate con perdite tra i 2500 e i 20 mila hertz che possono riguardare sia frequenze acute sia suoni a basso contenuto energetico. Il fulcro di questa tecnica è proprio il riuscire a distinguere i suoni più acuti e cercare di memorizzarli.

Importanti sono anche gli **ultrasuoni**, non udibili da molti animali e anche dall'uomo, ma di recente studio per quanto riguarda i benefici che possono generare nei confronti di coloro i quali soffrono di sordità parziale o totale. È stato infatti scoperto che gli ultrasuoni, indirizzati verso una specifica regione del cervello, possono modulare l'attività di questo organo potenziando la percezione e la discriminazione sensoriale.

In particolare, sono stati rivolti degli ultrasuoni verso un'area della corteccia cerebrale che riceve informazioni dalle mani e elabora i dati sensoriali. Per stimolare il nervo mediano è stato posizionato un piccolo elettrodo sul polso di alcuni pazienti: mediante elettroencefalografo, gli studiosi hanno scoperto che gli ultrasuoni indebolivano il segnale Eeg e le onde del cervello responsabili della codifica della stimolazione tattile. Inoltre, e significativamente, i soggetti mostravano notevoli miglioramenti in due test neurologici classici sulla sensorialità, distinguendo puntini a distanza più ravvicinata e riconoscendo frequenze sonore solo lievemente diverse.

2.3 Effetti della vibrazione

Prima di parlare della trasformazione del suono in vibrazione e viceversa analizziamo gli effetti della vibrazione.

Innanzitutto, il termine **vibrazione** descrive un movimento di tipo oscillatorio intorno ad una posizione di riferimento, ad intervalli regolari. Il numero di cicli completi compiuti durante l'unità di tempo, ossia il secondo, prende il nome di frequenza. La frequenza, misurata in Hertz, definisce quante oscillazioni (vibrazioni) avvengono in un secondo. Se si osserva un oggetto durante il moto vibratorio, si possono osservare dei movimenti periodici; il tempo che intercorre tra due passaggi di un punto per la posizione di riferimento (posizione di equilibrio o di partenza) è detto periodo (o ciclo) [s]. L'oscillazione è il movimento che un punto mobile compie per allontanarsi e ritornare alla posizione di partenza. La grandezza delle oscillazioni prende nome di ampiezza. Il moto oscillatorio può compiersi in modo periodico o alternativo.

Un oggetto che vibra produce una variazione della pressione dell'aria che si propaga come un'onda fino alle nostre orecchie, gli organi di senso che permettono la percezione della vibrazione e la trasformano in messaggio per il cervello. Nel caso della musica l'oggetto che vibra può essere una corda (chitarra, violino), la pelle di un tamburo, un disco metallico (i piatti), o l'aria in un tubo (flauto, organo). Per quanto riguarda la voce umana sono le corde vocali che vibrano: basta toccarsi la gola quando si parla per rendersene conto.

In molti casi, le vibrazioni rappresentano un fenomeno desiderato come, appunto, nel funzionamento del diapason e di molti strumenti musicali, o nei cono degli altoparlanti, necessari per il corretto funzionamento dei vari oggetti che li utilizzano.

La condizione fondamentale affinché si produca un suono è che sia messo in vibrazione un corpo vibrante e perché un corpo sia definito vibrante, è necessario che esso sia elastico.

Una corda, ad esempio, viene definita vibrante quando viene sottoposta a tensione. Per ottenere suoni acuti occorrono corde sottili, corte e ben tese; per ottenere suoni gravi occorrono corde spesse, lunghe e leggermente tese.

L'aria, come qualsiasi gas, può diventare un corpo vibrante purché sia contenuta in un tubo dalle pareti rigide che abbia almeno una via di comunicazione con l'esterno. La frequenza, nei tubi, dipende:

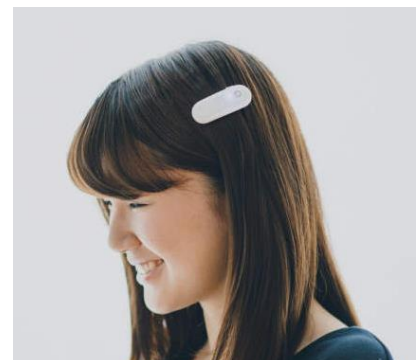
- dall'ampiezza dell'apertura attraverso la quale si immette l'aria (più l'apertura è piccola, maggiore sarà il numero delle vibrazioni e più acuto sarà il suono);
- dalla rapidità con la quale l'aria è immessa nel tubo (dipende dall'esecutore);
- dalle dimensioni della colonna d'aria contenuta nel tubo (più è lungo il tubo, maggiore sarà la quantità d'aria in esso contenuta e più grave il suono prodotto).

2.4 Trasformazione del suono in vibrazione

Dopo aver analizzato gli effetti principali della vibrazione soprattutto quelli degli strumenti musicali si può procedere alla fase successiva: la trasformazione del suono in vibrazione.

Attualmente i principali dispositivi in grado di trasformare il suono in vibrazione percepibile con il tatto, oltre al Vibrato di Shane Kerwin (già sopracitato ed approfondito), sono:

- **Antenna del marchio Fujitsu:** pensato per essere indossato come un fermacapelli, è un dispositivo wearable. Il suo concetto di base è semplice: un microfono integrato cattura i rumori dell'ambiente che si trovano nel range 30-90 dB e li converte in segnali elettrici che attivano un piccolo motore interno e una sorgente luminosa integrata; la particolarità del wearable sta nella capacità di convertire la pressione sonora in 256 livelli diversi di vibrazioni e intensità luminosa, con l'obiettivo di rendere ogni rumore o suono in maniera distinta.



- **Vybe Haptic Gaming Pad:** è una sorta di sedile in grado di trasformare i suoni provenienti da film, videogiochi e musica in vibrazioni. In altre parole, svolge lo stesso funzionamento del Vibrato ma



presenta caratteristiche fisiche diverse: è un chip ARM Cortex M3 che controlla una serie di motori e attuatori. I segnali audio sono tradotti dal processore in vibrazioni dinamiche che possono essere localizzate nelle varie parti del dispositivo. A occuparsi di questa conversione ci pensano gli algoritmi della tecnologia sviluppata dai Disney Research Labs, soprannominata "Surround Haptics".

La principale differenza del Vybe con i prodotti della concorrenza è che ogni attuttore è controllato indipendentemente, in modo da fornire una moltitudine di sensazioni complesse simultaneamente, mentre di solito si assiste a una generica vibrazione o "pulsazione" di

tutto il dispositivo. Esso funziona con qualsiasi fonte sonora, come le console, gli schermi televisivi, i PC e perfino gli smartphone grazie a un semplice cavo audio incluso nella confezione.

Entrambi i dispositivi sono utili per chi non può sentire i suoni normalmente con l'udito, quindi persone affette da sordità o con una forte diminuzione della sensibilità uditiva. L'idea è quella di rendere il ritmo, i pattern e l'intensità dei suoni permettendo di percepire con la vibrazione, per esempio, i diversi strumenti musicali all'interno di un brano oppure i diversi effetti sonori all'interno di un videogioco.

2.5 Trasformazione del suono in immagine

In molti contesti, soprattutto quando si parla di determinate patologie uditive, risulta di fondamentale importanza trasformare dei suoni in immagine. Prima di spiegare quali sono i software esistenti che svolgono questa funzione e soprattutto gli scopi per cui possono essere utili è importante spiegare come ciò avviene.

La tecnica fisica che trasforma un suono in immagine prende il nome di **cimatica**, ed è una tecnica scoperta da Robert Hooke nel 1680. Attraverso le frequenze generate dai suoni e le conseguenti vibrazioni che esse generano, si scoprì che inserendo del materiale come sabbia o polvere sulla sorgente sonora, si generavano delle immagini in base proprio alla frequenza uscente. Questo, sostanzialmente, è il funzionamento di un vibrato visivo.

Negli ultimi anni sono stati sperimentati software che non solo mostrano il funzionamento virtuale della cimatica, ma spesso trasformano i suoni in vere e proprie immagini soprattutto se i suoni sono parole riconducibili a immagini reali. Due esempi molto comuni di questi software sono **Windows Media Player** e **Serum**.

Vi è anche un gioco che prende il nome di **Vi**. È costituito da un cono di vetro capovolto in grado di trasformare il suono in qualcosa di tangibile e visibile a chi non può sentire. *Vi* trasforma le canzoni in stimoli visivi e tattili ed il suo inventore DJ Dimitri Hadjichristou ha utilizzato dei sintetizzatori per rendere il gioco ancor più interattivo. Hadjichristou è stato ispirato da alcuni studi che indagano le vibrazioni visibili prodotte dai suoni.

I bambini in questo caso moduleranno il volume tramite delle piccole chiavette che impileranno secondo il proprio gusto e, tramite la vibrazione prodotta da alcune palline metalliche, sospinte dalla vibrazione della cassa contro il vetro del cono, potranno avvertire il suono sulle proprie mani e nel contempo vederlo. Non bisogna dimenticare anche che, al di là della cimatica, il primo modo di trasformare un suono in immagini fu proprio la lingua dei segni inventata nel lontano 1700.

2.6 Trasformazione del suono in testo scritto

Spesso diventa molto utile poter trasformare un suono in un testo. Gli esempi più classici sono i sottotitoli di un film o di un programma televisivo, ma questi stanno diventando sempre più sofisticati raggiungendo piattaforme e usi difficilmente immaginabili fino a pochi anni fa.

Ciò che permette di sottotitolare in tempo reale e quindi di trasformare un audio in testo è il **respeaking** o respeakeraggio. I sottotitoli, così prodotti da un sottotitolatore professionista (o respeaker), possono essere erogati in presenza oppure a distanza, e fruiti dal pubblico su un monitor (ovvero uno schermo, o un pannello) dedicato oppure – grazie ai più recenti sviluppi tecnologici – direttamente su smartphone o tablet in maniera individuale. Negli ultimi tempi la figura del sottotitolatore è stata sostituita da Bot e intelligenze artificiali che hanno permesso l’inserimento di traduzioni e sottotitoli in tempo reale in programmi come Skype, YouTube e dispositivi mobili.

Al di fuori di ciò vi sono software come **Convertio** o **Media.io** che permettono di convertire un audio in testo scritto. Recentemente anche Windows e Google Chrome hanno inserito la possibilità di effettuare il messaggio audio, ovvero registrare i suoni riprodotti dal sistema in uso evitando di usare il microfono od altri ingressi "fisici" come input e poi convertirli in formato text.

3. Risultati Ottenuti

3.1 Segnale in uscita in base al dispositivo di output utilizzato

Come è stato possibile notare nei vari punti del progetto, vi sono diverse possibilità per migliorare la vita dei non udenti e degli ipoudenti e ognuna di esse differisce in base al dispositivo di output utilizzato.

Si è osservato come da uno stesso dispositivo di input possono essere generati diversi segnali di output quali immagini, testi o vibrazioni. In ogni caso il futuro degli output utili sia in questo ambito che nell’ambito generale dei dispositivi per il miglioramento della salute delle persone vede l’implementazione dell’intelligenza artificiale e a livello hardware dei **memristori** (ReRAM). In questo modo è possibile rivoluzionare un intero comparto predisponendo l’utilizzo dei microchip in qualità di veri e propri neuroni dotati di una loro intelligenza.

Dalla fusione tra il transistor ed il memristore nasce quindi un sistema all’avanguardia della tecnica, pronto a stravolgere la nostra idea di tecnologia così come oggi la conosciamo. Tutto ciò agisce come una sorta di micro-cervello elettronico con capacità avanzate di calcolo ed interpretazione. Un apparato in grado non soltanto di “ricordare”, ma anche di eseguire complessi calcoli matematici tramite sistemi a transistor. In poche parole, i dispositivi si potranno auto-adattare in base al paziente e alle sue problematiche.

Prima, però, di arrivare a questo passo è importante capire quali sono quei segnali utili per il miglioramento della vita di un non udente o di un ipoudente ed ecco il perché della nostra analisi.

3.2 Aspettative del progetto

Prima di parlare delle aspettative del progetto analizziamo un ultimo ostacolo dei non udenti: la difficoltà nel contattare e comunicare con i servizi di emergenza come il 113 e il 118.

Su questo esiste già un servizio chiamato Sos Sordi che ha lo scopo di tutelare le categorie più svantaggiate e che punta a rendere accessibili i servizi di emergenza alle persone non udenti, tramite l’utilizzo di un’applicazione: infatti, ricevute le coordinate di riferimento, il nome del richiedente e il motivo della segnalazione, la centrale operativa predisporrà l’immediato intervento delle pattuglie preposte al servizio di controllo del territorio, allertando, se necessario, anche altri enti per una migliore e coordinata gestione dell’emergenza.

Purtroppo, non tutti i non udenti sono informati su tutti i dispositivi adatti alle loro esigenze, molti addirittura non sanno neanche dell’esistenza di alcuni! Per impedire ciò bisogna promuovere il più possibile queste opportunità: ci aspettiamo in futuro che i non udenti abbiano tutte le informazioni necessarie per abbattere i problemi con il mondo esterno e “aprirsi” di più con le persone udenti tramite l’uso dei dispositivi.

In conclusione, “Dispositivi per non udenti” è un progetto ambizioso, che pone tra le sue priorità quella di normalizzare il più possibile i canali di accesso alla comunicazione e all’informazione per il regolare svolgimento delle attività quotidiane. Un modo, insomma, per far sì che i non udenti possano acquisire una maggiore autonomia e dipendere sempre meno da parenti, amici o estranei in certi casi, a cui finora si sono dovuti sempre rivolgere per ricevere aiuto. Si tratta di un'idea per abbattere le barriere e dare la possibilità alle persone con disabilità di poter gestire anche da sole la propria vita, utilizzando appieno le opportunità offerte oggi dalle nuove tecnologie.