



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: 2C

TITOLO PROGETTO: Ultrasuoni ed Ecolocalizzazione

AUTORE 1: Zafarana Giuliano

AUTORE 2: Vaiana Marco

Indice

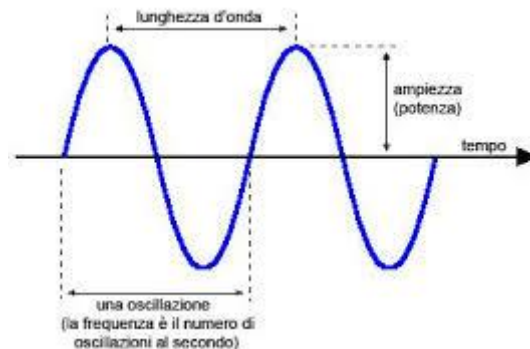
1. Obiettivi del progetto	2
Comprensione del fenomeno ultrasuoni e osservare la sua presenza in natura	
Presentare ecolocalizzazione: nel particolare dei pipistrelli e dell'uomo	
Chi è Daniel Kish?	
2. Riferimenti Bibliografici	8
3. Argomenti Teorici Trattati	9
Acustica: gli ultrasuoni e l'ecolocalizzazione	
Riferimenti storici di ecolocalizzazione umana	

1. Obiettivi del progetto

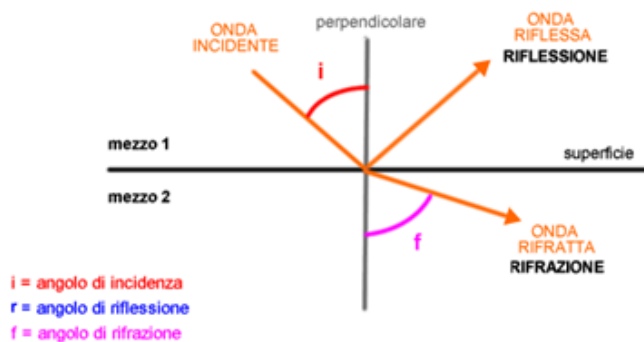
Comprensione del fenomeno ultrasuono e osservare la sua presenza in natura.

Gli ultrasuoni sono delle onde meccaniche sonore. Le frequenze che caratterizzano gli ultrasuoni sono superiori a quelle mediamente udibili dall'orecchio umano. Infatti, la frequenza convenzionalmente utilizzata per discriminare onde soniche da onde ultrasoniche è fissata in 20kHz.

Il termine stesso "ultrasuono" indica ciò che è al di là (ultra) del suono, identificando col suono solo il fenomeno fisico udibile.



Come ogni altro tipo di fenomeno ondulatorio gli ultrasuoni sono soggetti a fenomeni di riflessione,



rifrazione e diffrazione e possono essere definiti mediante parametri quali la frequenza, la lunghezza d'onda, la velocità di propagazione, l'intensità (misurata in decibel), l'attenuazione (dovuta all'impedenza acustica del mezzo attraversato).

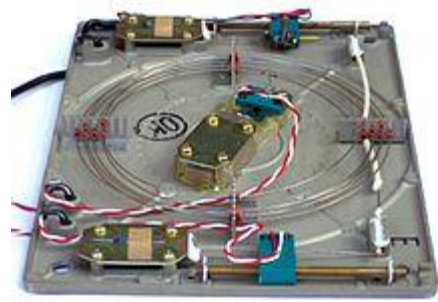
Gli ultrasuoni vengono generati per mezzo di materiali con particolari caratteristiche meccanico-elettriche, i materiali piezoelettrici. Questi particolari materiali come ad esempio il quarzo o titanato di bario hanno la caratteristica di generare una differenza di potenziale se compressi o stirati in senso trasversale; viceversa, se applicata una differenza di potenziale ai loro estremi, questi si comprimono o dilatano in senso trasversale. Proprio quest'ultima caratteristica viene sfruttata per generare queste onde meccaniche sopra



il campo dell'udibilità (ultrasuoni). In base al materiale scelto avremo quindi diverse frequenze di ultrasuoni, diverse propagazioni nei materiali e quindi diverse caratteristiche di potenza delle macchine generatrici.

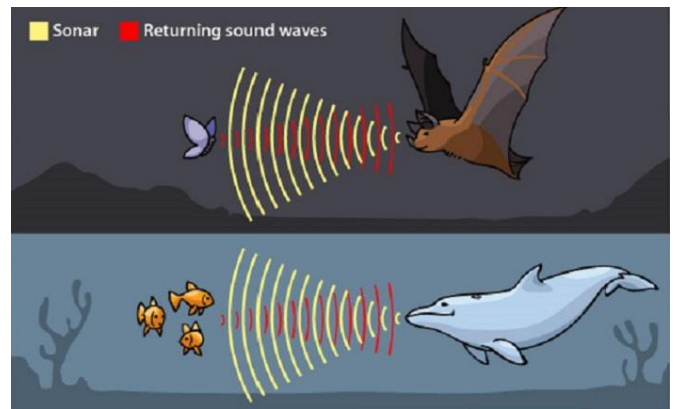


Un secondo sistema per generare ultrasuoni si basa sulla magnetostrizione: un nucleo ferromagnetico sottoposto ad un campo magnetico alternato (massimo 200 kHz) si mette in vibrazione a frequenze ultrasoniche. Questo sistema è ad esempio utilizzato per la produzione di lavatrici industriali ad ultrasuoni.



Nonostante l'essere umano non sia in grado di udire gli ultrasuoni, altri animali hanno tale capacità:

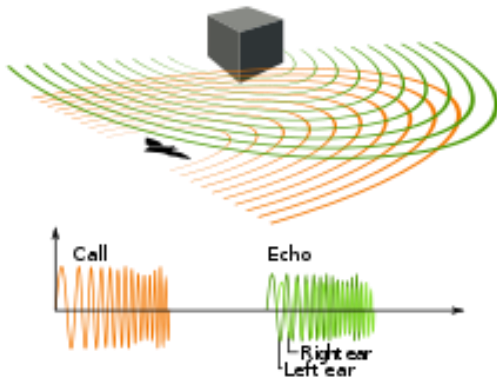
- i cani, per i quali sono in commercio appositi fischietti di richiamo agli ultrasuoni;
- i delfini e le balene, che li usano per comunicare tra loro;
- i pipistrelli, che li usano per captare gli ostacoli mentre volano di notte e gli animali murini, ad esempio topi e ratti per i quali sono in commercio apposite apparecchiature professionali ad ultrasuoni.



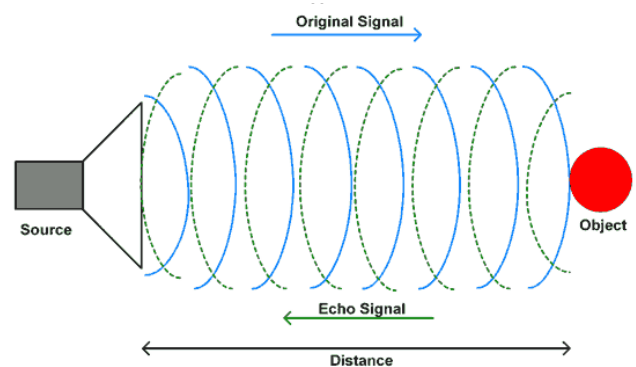
Tali apparecchiature, denominate “derattizzatori ad ultrasuoni”, generano in loro un vero e proprio stress psicofisico senza tuttavia ucciderli, costringendoli quindi ad abbandonare un luogo precedentemente occupato ed ora diventato per loro ostile.

Presentare Ecolocalizzazione: nel particolare dei pipistrelli e dell'uomo.

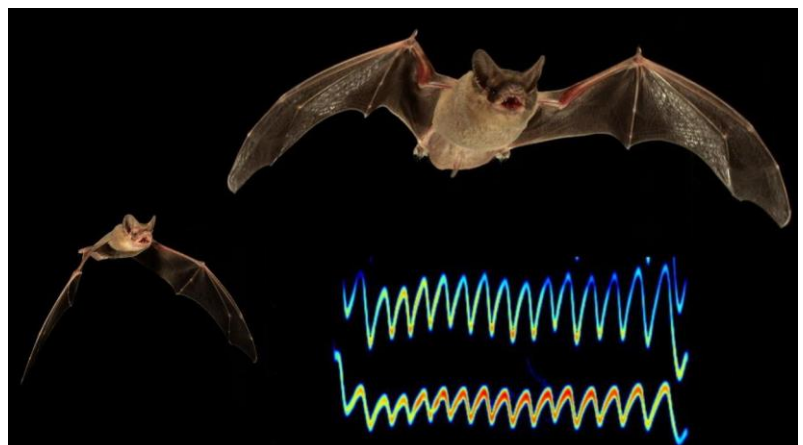
L'ecolocalizzazione, chiamata anche biosonar, è un sonar biologico usato da alcuni mammiferi quali pipistrelli (sebbene non da tutti), delfini ed altri Odontoceti. Il termine è stato coniato da Donald Griffin, che fu il primo a dimostrarne l'esistenza nei pipistrelli. Anche alcuni uccelli che vivono nelle grotte utilizzano questo sistema. Gli animali ecolocalizzatori emettono suoni nell'ambiente e ascoltano gli echi che rimbalzano da diversi oggetti. Gli echi sono usati per localizzare, identificare e stimare la distanza degli oggetti. L'ecolocalizzazione è usata anche per l'orientamento e la ricerca del cibo o la caccia in vari ambienti.



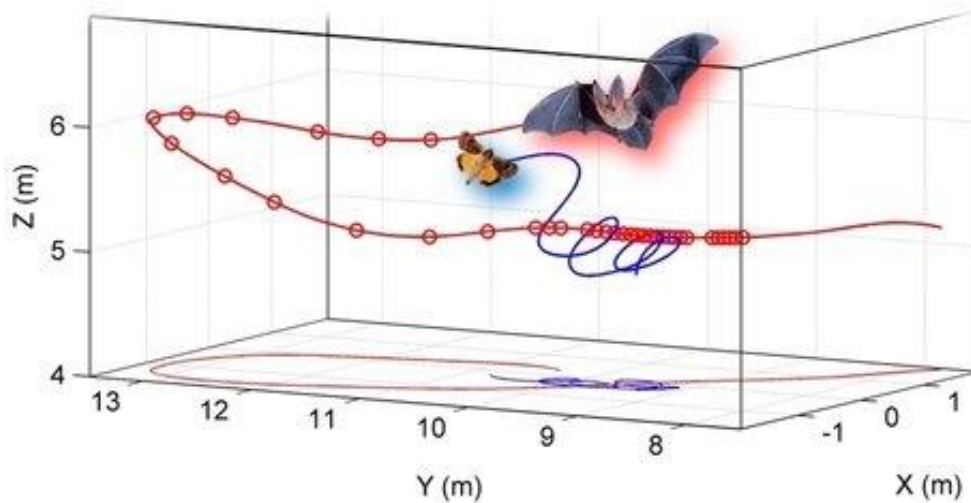
L'ecolocalizzazione, come detto, funziona come un sonar, utilizzando suoni prodotti dagli animali stessi. La stima della distanza è ottenuta misurando il tempo trascorso tra l'emissione del suono da parte dell'animale e il ritorno degli echi dall'ambiente. Diversamente da alcuni sonar che hanno un raggio d'azione estremamente limitato, il biosonar agisce su molteplici ricevitori. Gli animali ecolocalizzatori presentano due orecchi posizionati un po' separati. Gli echi di ritorno arrivano agli orecchi a tempi e intensità differenti, in base alla posizione dell'oggetto che gli animali percepiscono. Per mezzo dell'eco di determinare non solo la direzione in cui stanno andando che genere di animale si tratta ed altre caratteristiche.



I pipistrelli possiedono una spiccata capacità di orientarsi al buio, grazie ad un sistema di orientamento basato sull'emissione di suoni ad alta frequenza (ultrasuoni) e sulla percezione delle loro eco, riflesse dagli oggetti presenti nell'ambiente. Come avviene per il sonar delle navi, più l'oggetto è lontano, più tempo trascorre prima di poter ascoltare l'eco di ritorno. Spazio e tempo di propagazione del suono sono legati da un rapporto fisso, espresso da una celebre legge fisica. Per poter avere questo comportamento, il pipistrello ha sviluppato contemporaneamente una serie di adattamenti fisici (morfologici) particolari.



La laringe di queste specie (organo situato al di sotto della cavità orale) è in grado di produrre brevi grida di ultrasuoni, l'intervallo di frequenza dei suoni prodotti dai pipistrelli va da 14.000 a ben più di 100.000 Hz; il loro orecchio è conformato in modo tale da non essere assordato al momento in cui gli ultrasuoni vengono emessi, ma allo stesso tempo è capace di percepire costantemente le eco di ritorno. Gli ultrasuoni hanno il vantaggio di propagarsi molto bene nello spazio e, quando raggiungono un ostacolo, vengono riflessi creando un eco di ritorno che il pipistrello è in grado di udire. Per impedire che l'orecchio sia sovrastimato dalle grida, un istante prima che la laringe emetta il suono, un muscolo apposito dell'orecchio medio si contrae e attenua le capacità vibratorie degli ossicini interni preposti all'ascolto. Contemporaneamente, vengono inibiti alcuni neuroni delle aree uditive, e ciò contribuisce a ridurre le capacità uditive per qualche millisecondo. Immediatamente dopo, il pipistrello torna all'ascolto e può registrare l'eco di ritorno. A questo compito specifico sono deputate cellule neuronali appositamente modificate. In base al tipo di cellule che risponde, il pipistrello è in grado di stimare la direzione e la distanza a cui si trova l'oggetto, vedendo quindi lo spazio in termini di suoni.



Quando sono alla ricerca del cibo, i chiroteri producono circa 10-20 suoni al secondo. Durante la fase di ricerca del cibo, l'emissione del suono è accoppiata alla respirazione, che è a sua volta accoppiata al battito delle ali. È stato ipotizzato che questo accoppiamento consenta all'animale di conservare energia. Dopo aver localizzato una potenziale preda, per individuarne la posizione, i pipistrelli aumentano il loro numero di impulsi emessi, fino ad arrivare al "terminal buzz" (anche 200 segnali al secondo). Durante l'avvicinamento all'obiettivo, la durata dei suoni decresce gradualmente, così come la loro energia.



Ultrasonic_bat_calls_
short.ogg

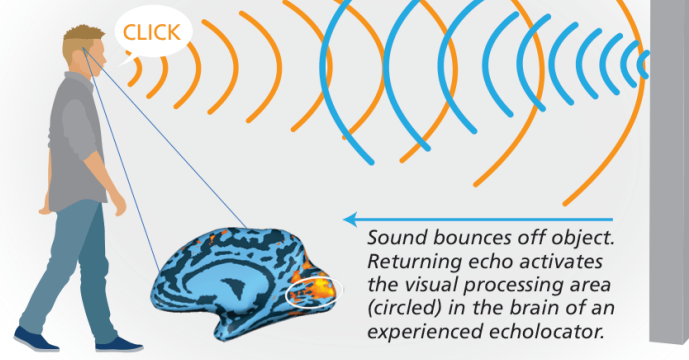
Nell'ambito della ricerca per l'orientamento delle persone non vedenti, è stata sviluppata una tecnica di ecolocalizzazione basata sul rimbalzo nell'ambiente circostante di una serie di schiocchi di lingua o altri suoni ad alta frequenza. Dall'analisi uditiva, la velocità di ritorno del suono e la distorsione ricevuta, si riesce a percepire la presenza di un oggetto, la distanza e la sua consistenza. È una tecnica studiata già a partire dagli anni '50 che viene anche indicata col termine "visione facciale".

Inoltre, un team di ricercatori dell'Università Ludwig Maximilian di Monaco (Germania) ha scoperto che anche le persone vedenti possono sviluppare un efficace sistema di ecolocalizzazione, ovvero la capacità di rilevare oggetti ed elementi dell'ambiente circostante sfruttando l'eco, in maniera

non dissimile da balene, delfini e pipistrelli, che sfruttano un sonar biologico. L'ecolocalizzazione umana non è esattamente una capacità straordinaria, dato che, come detto prima, da moltissimi anni viene adottata con successo da persone affette da cecità. Tra le tecniche più raffinate vi è quella attraverso la quale si producono schiocchi con la lingua contro denti e palato, per poi ascoltarne ed elaborarne l'eco. Alcune persone come *Daniel Kish* l'hanno trasformata in una vera e propria arte; è talmente abile a comprendere l'ambiente che lo circonda che riesce persino a determinare la differenza tra una recinzione di ferro e una di legno.

HUMAN ECHOLOCATION: HOW IT WORKS

Clicking noise creates outgoing sound waves.



Chi è Daniel Kish?

Daniel Kish (nato nel 1966 a Montebello, in California) è un esperto americano di ecolocalizzazione umana e il Presidente di World Access for the Blind (WAFTB), un'organizzazione no profit registrata in California fondata da Kish nel 2000 per facilitare "l'auto-realizzazione diretta di persone con tutte le forme di cecità" e aumentare la consapevolezza pubblica sui loro punti di forza e capacità.

Kish e la sua organizzazione hanno insegnato una forma di ecolocalizzazione ad almeno 500 bambini ciechi in tutto il mondo. Kish, che ha dovuto rimuovere gli occhi prima di avere 13 mesi a causa di un tumore agli occhi, è la prima persona totalmente cieca ad essere uno specialista di orientamento e mobilità legalmente certificato (COMS) e in possesso di una certificazione nazionale di cecità professionale (NOMC). Ha inoltre conseguito un master in psicologia dello sviluppo e istruzione speciale presso la University of California Riverside.



Ma com'è avvenuta la scoperta di questo innovativo modo di percepire gli stimoli sensoriali e di allenare il cervello a creare immagini? Daniel era piccolissimo quando gli rimossero l'occhio sinistro e poco dopo il destro. Ma da subito iniziò a vagare per il reparto neonatale, senza scoraggiarsi e senza assecondare la paura di quel buio totale. I genitori gli hanno insegnato a non farsi vincere dai timori e hanno sempre anteposto la sua autonomia e libertà a ogni apprensione. Kish racconta la mentalità che lo ha portato a non arrendersi e a raccogliere anche questa sfida, con l'intelligenza. «Avete notato – racconta in una TED conference – che salendo sul palco ho fatto schioccare la lingua? Sono impulsi sonori, come il sonar dei pipistrelli, che mi ritornano indietro con una serie di informazioni. Mi chiamano Batman e per me è un onore. Ma in fondo in ogni sfida c'è un buio incognito e io non mi sento straordinario».



Ignorance and fear are but matters
of the mind - and the mind is
adaptable.

— Daniel Kish —

https://www.ted.com/talks/daniel_kish_how_i_use_sonar_to_navigate_the_world/up-next?language=it

2. Riferimenti Bibliografici

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Ultrasuoni>

Introduzione al concetto di ultrasuono, con trattazione teorica del fenomeno.

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Ecolocalizzazione>

Presentazione della nozione ecolocalizzazione, con approfondimento dei principi base.

- <http://www.natuvi.net/lecolocalizzazione-dei-pipistrelli>

Esempio principale di ecolocalizzazione, con spiegazione più precisa.

- <https://scienze.fanpage.it/umani-come-delfini-cosi-possiamo-allenarci-a-trovare-gli-oggetti-con-l-eco/>

Ricerca sull'ecolocalizzazione umana.

- https://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_Kish

Storia di Daniel Kish, con riferimenti a ciò che ha fatto.

3. Argomenti Teorici Trattati

Acustica: ultrasuoni

L'acustica (dal greco ακουειν, ascoltare) è quella branca della fisica che studia il suono e la propagazione delle onde sonore in tutti i loro aspetti.

Il suono è un fenomeno fisico di carattere ondulatorio che stimola il senso dell'udito. Le vibrazioni sonore percepibili all'uomo si collocano a frequenze comprese tra i 15 e i 20.000 hertz.

Il significato del termine suono è stato esteso dai fisici moderni anche a fenomeni ondulatori che si verificano in campi di frequenza situati al di fuori del campo di udibilità dell'orecchio umano; in particolare, ai suoni di frequenza superiore ai 20.000 hertz, che sono detti ultrasuoni.



Qualunque suono semplice, come quello di una nota musicale, è descritto da tre diverse caratteristiche percettive: l'altezza, l'intensità e il timbro. Ciascuna di esse corrisponde a una grandezza fisica propria dell'onda associata: alla frequenza, all'ampiezza e allo spettro, rispettivamente. Il rumore, invece, è un suono complesso, dato dalla sovrapposizione casuale di frequenze diverse, non armonicamente correlate, che quindi non può essere descritto da questi tre parametri.

Riferimenti storici di Ecolocalizzazione umana

James Holman: Risalente a metà dell'800 è stato uno dei più grandi viaggiatori di quel secolo, e riusciva a camminare grazie al rumore del bastone.

Daniel Kish: L'ecolocalizzazione umana è stata sviluppata e "codificata" da Daniel Kish, che lavora con i non vedenti portandoli in mountain bike e insegna il suo metodo attraverso l'organizzazione [World Access for the Blind](#). Ha creato un dispositivo che fa automaticamente i click. E' probabilmente l'unico insegnante di "eco-mobilità".

Dr. Lawrence Scadden: Scadden ha scritto vari libri sulla visione del viso ma, benché capace di ecolocalizzare, non utilizzava questa capacità in ambienti "conosciuti"

Lucas Murray: 7 anni, inglese. Grazie agli insegnamenti di Daniel Kish può fare canestro

Ben Underwood: ha iniziato a fare rumori (dei "clic") con la bocca a cinque anni e, grazie alla sensibilità concentrata sugli altri sensi, ha imparato a percepire le forme delle cose in base a come i suoni tornavano indietro. Proprio come i pipistrelli e i delfini. Questa sua abilità gli ha permesso di poter correre, giocare a basket e di andare sui rollerblade e sullo skate!