Immagine che contiene testo, clipart

Descrizione generata automaticamente

**AUDIO PROCESSING**

***UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA  
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA  
A.A. 2021/22  
Prof. Filippo L.M. Milotta***

**ID PROGETTO:** 0B

**TITOLO PROGETTO:** Analizzatore audio avanzato in 2D

**AUTORE 1:** Caziero Kimberly

**AUTORE 2:** Gozzo Leandro

**Indice**

[**1** **Obiettivi del progetto** 2](#_Toc90572821)

[**1.1** **Obiettivo generale** 2](#_Toc90572822)

[**1.2** **Creazione della stanza 2D** 2](#_Toc90572823)

[**1.3** **Simulazione della diffusione delle onde** 2](#_Toc90572824)

[**2** **Metodo Proposto** 3](#_Toc90572825)

[**2.1** **Studio dei materiali presi in esame** 3](#_Toc90572826)

[**Gesso** 3](#_Toc90572827)

[**Intonaco** 4](#_Toc90572828)

[**Legno scanalato** 4](#_Toc90572829)

[**Blocchi di cemento** 4](#_Toc90572830)

[**Marmo** 4](#_Toc90572831)

[**Mattoni** 4](#_Toc90572832)

[**Vetro** 4](#_Toc90572833)

[**Acciaio** 4](#_Toc90572834)

[**PVC morbido e rigido** 5](#_Toc90572835)

[**2.2** **Progettazione dell’ambiente 2D** 5](#_Toc90572836)

[**2.3** **Classi utilizzate** 5](#_Toc90572837)

[**Materiale** 5](#_Toc90572838)

[**Player** 5](#_Toc90572839)

[**Onde** 5](#_Toc90572840)

[**Trasmissione** 6](#_Toc90572841)

[**Ricevitore** 6](#_Toc90572842)

[**2.4** **Librerie del suono** 7](#_Toc90572843)

[**3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati** 7](#_Toc90572844)

# **Obiettivi del progetto**

## **Obiettivo generale**

Lo scopo finale del progetto è quello di ottenere un simulatore realistico della propagazione delle onde sonore nella realtà, creato tramite l’utilizzo di Processing, linguaggio scelto per la facile rappresentazione grafica e per la programmazione orientata agli oggetti. Prenderemo come modello semplificato la superficie parallela ad un ambiente generico; all’interno saranno presenti vari oggetti di diverso materiale, che utilizzeremo per osservare i fenomeni di riflessione, diffrazione e rifrazione delle onde sonore.

## **Creazione della stanza 2D**

La creazione della stanza è codificata con Processing, così come gli oggetti all’interno e la sua rappresentazione grafica. Il linguaggio è adatto ad un’interpretazione più immediata del comportamento delle onde; inoltre, potremo mandare dei messaggi preregistrati e, tramite un opportuno microfono posto all’interno della stanza, capire come il suono verrebbe ricevuto dopo la propagazione.

## **Simulazione della diffusione delle onde**

Il simulatore si occupa di ricreare un ambiente 2D aperto, diviso in quadrati di lato 1 metro e di ampiezza predefinita, all’interno del quale l’utente potrà:

* Cambiare il mezzo principale di propagazione scegliendo tra le opzioni presenti all’avvio, interagendo tramite click;
* Cambiare specifici riquadri selezionando uno dei materiali presenti in elenco, sempre dopo l’avvio e tramite click;
* Spostare Bob, la sorgente sonora che considereremo puntiforme, tramite le quattro freccette;
* Spostare il microfono prima dell’avvio della simulazione;
* Ascoltare le tracce audio a disposizione prima della simulazione, e sentire la traccia registrata dal microfono in seguito.

I fenomeni di riflessione, rifrazione e diffrazione verranno sfruttati tenendo conto delle seguenti caratteristiche:

* La riflessione avverrà quando un’onda cambierà il suo mezzo di propagazione e di conseguenza, una parte di essa verrà riflessa.
* La rifrazione verrà applicata tenendo conto dell’assorbenza fonica dei materiali contro la quale le onde si scontreranno durante la propagazione.
* La diffrazione avverrà quando un’onda dovrà passare per un’apertura molto più piccola, portando alla sua modifica.
* La velocità di propagazione dell’onda sonora sarà strettamente legata al mezzo principale di propagazione scelto, che influirà sulla velocità di trasmissione del suono tenendo conto della densità del mezzo.
* Seguiremo la legge dell’inverso del quadrato per l’intensità dell’onda propagata.

# **Metodo Proposto**

## **Studio dei materiali presi in esame**

Gli oggetti che saranno sparsi per la stanza durante la simulazione fanno riferimento allo studio condotto per sale d’orchestra, tra le quali: *Teatri Bellini di Catania, Verdi, Pollini, Massimo di Palermo*. I seguenti risultati sull’assorbimento sonoro dei materiali presentati sono stati estrapolati dal documento di **Cammarata, G. (2016)**“***Acustica Applicata”***, al capitolo 13, sezioni 13.9.4 e 13.9.5.

Immagine che contiene tavolo

Descrizione generata automaticamente

Queste informazioni sono necessarie per il fenomeno della rifrazione, in quanto durante quest’ultimo una parte dell’intensità dell’onda sonora si converte in energia termica e una parte viene rimessa nell’ambiente. In una sala d’orchestra, è essenziale scegliere non solo i materiali giusti, ma anche la grandezza corretta della stessa. Si vuole evitare che le armonie prodotte dai musicisti perdano di qualità e che si presentino fenomeni di eco. Al contrario, si favorisce in piccola parte il riverbero, che arricchisce la musica.

D’altro canto, è giusto parlare della capacità di assorbimento di certi materiali in relazione al fenomeno dell’inquinamento acustico, il quale oggi giorno riguarda non solo le grandi metropoli, ma anche la vita quotidiana di ognuno di noi. Per legge bisogna limitare questo problema a certe soglie in città, ma non solo. Infatti, i materiali e le tecniche soundproofing vengono applicate nel campo industriale al fine di proteggere l’udito dei lavoratori, soprattutto laddove lavorare a lungo a contatto con macchinari molto rumorosi può risultare nocivo.

Senza indugiare oltre, vediamo le caratteristiche principali di alcuni dei materiali sopra citati e di altri ancora, che andremo poi ad utilizzare all’interno del nostro simulatore.

### Immagine che contiene materiale da costruzione, pietra Descrizione generata automaticamente**Gesso**

Il gesso, come materiale da costruzione, viene estrapolato dall’omonima formazione rocciosa. Il suo utilizzo è legato principalmente a sculture, pareti divisorie fittizie, lastre per l’isolamento termico e fonico nonché per miscele per intonaci di fondo e intonaci lisci di pareti interne. Da non confondersi con la calce.

### **Immagine che contiene terra, esterni, materiale da costruzione Descrizione generata automaticamenteIntonaco**

L'intonaco è tradizionalmente una malta composta da una parte legante (indurente) che ingloba sabbia granulosa fina. Ci sono molti tipi di intonaco nelle moderne costruzioni in base al legante e alla sabbia di cui è composto, ma il più comune è un composto a secco, detto premiscelato, ed è quest’ultimo che prenderemo in esame.

### **Legno scanalato**

Immagine che contiene materiale da costruzione, edificio, pietra, mattone

Descrizione generata automaticamenteÈ costituito da legno massiccio a cui sono state apportate delle modifiche tramite macchinari, i quali dotano i pannelli di scanalature che permettono di incrementare l’assorbimento del suono, disperdendo meglio l’intensità delle onde sonore. Nella simulazione supporremo di poter avere delle pareti costituite da quest’ultimo.

### **Blocchi di cemento**

Esistono diversi tipi di cemento, differenti per la composizione, per le proprietà di resistenza e durevolezza e quindi per la destinazione d'uso. Dal punto di vista chimico si tratta di una miscela di silicati di calcio e alluminati di calcio, ottenuti dalla cottura ad alta temperatura di calcare e argilla oppure di marna, con aggiunte di gesso.

### **Marmo**

Il marmo si forma attraverso un processo metamorfico da rocce sedimentarie. Il colore del marmo dipende dalla presenza di impurità minerali all'interno della roccia sedimentaria originaria. Considereremo un marmo generico al fine delle analisi, in quanto ogni marmo ha proprietà differenti per via della sua composizione specifica.

### **Mattoni**

Forse il primo materiale edilizio nella storia, il mattone di terracotta è molto diffuso nei cantieri, tuttavia oggi i metodi di cottura della terracotta sono molto più raffinati e standardizzati. Il mattone tradizionale è di laterizio, ed è questo che utilizzeremo nella simulazione 2D.

### Immagine che contiene testo, mappa Descrizione generata automaticamente**Vetro**

È ottenuto tramite la cottura a temperature elevatissime di composti a base di silicio, ossia sabbia. Un esempio di vetro naturale è l'ossidiana, prodotta dal magma vulcanico, ma il vetro può anche formarsi dalla caduta di un fulmine sulla sabbia di una spiaggia. I dati si riferiscono al vetro non temperato.

### Immagine che contiene testo Descrizione generata automaticamente**Acciaio**

L'acciaio è una lega ferrosa composta per lo più da ferro e una piccolissima parte di carbonio. Col passare del tempo, le tecniche di produzione dell'acciaio si sono andate perfezionando e diversificando, per cui ai nostri giorni esistono molteplici tipologie di acciai, ciascuna relativa a diverse esigenze progettuali e di mercato.

### Immagine che contiene interni, tazza Descrizione generata automaticamente**PVC morbido e rigido**

Il PVC, meglio conosciuto come polivinilcloruro, è la materia plastica più utilizzata per la produzione di tubi per edilizia, cavi elettrici, profili per finestra, pavimenti vinilici, pellicola rigida e plastificata per imballi. Ne esistono di diversi tipi in base al materiale da cui si parte nella produzione.

## **Progettazione dell’ambiente 2D**

La mappa è stata implementata tramite l'uso di una matrice di elementi di classe Materiale ed è uno spazio in cui il Player può muoversi liberamente, vincolato solo dalle collisioni con le pareti inserite dall'utente stesso tramite funzioni meglio specificate sotto:

## **Classi utilizzate**

Le classi create per la realizzazione del simulatore sono ***Materiale***, ***Player***, ***Onde***, **Trasmissione** e ***Ricevitore***, tutte dotate di metodi costruttori appositi.

### **Materiale**

La classe ***Materiale*** contiene 4 parametri interni, ovvero:

* una stringa contente il nome del materiale;
* un float che rappresenta la celerità del suono all'interno del materiale;
* una PImage 50x50 pixel che sarà la texture del materiale su schermo;
* un boolean che indicherà se il player può passare o meno al suo interno.

I materiali saranno ordinati in due array, di cui uno serve per selezionare il principale mezzo di propagazione (vuoto, aria, acqua) e l’altro per selezionare il materiale che si vuole collocare su determinati punti della mappa. Sarà presente anche un pulsante ***gomma*** che permetterà di riportare una casella alla condizione di mezzo di trasmissione base.

### **Player**

La classe ***Player*** genererà nel main del codice un solo oggetto, che sarà denominato Bob per comodità.   
Bob è un monopolo acustico dotato dei seguenti attributi:

* due int per la sua posizione nella mappa 2D;
* una PImage 50x50 pixel che sarà il suo segnaposto grafico nella simulazione, anche detta skin.

L’unica funzione al di fuori del costruttore è ***isHere()*** la quale prende in input due interi per determinare la posizione nella griglia e restituisce un boolean che ci informa se Bob è su quella determinata casella o meno. Il suo utilizzo è legato principalmente all’evitare che l’utente, in fase di preparazione e posizionamento degli ostacoli, ponga un materiale non calpestabile sul Player.

Tramite la funzione specifica di processing chiamata ***keyPressed()*** è stato possibile implementare il movimento di Bob verso le quattro direzioni corrispondenti ai tasti *LEFT*, *UP*, *DOWN*, *RIGHT*.   
Inoltre, dalla posizione dell’oggetto, una volta avviata la simulazione, si propagheranno le onde.

### **Onde**

La classe ***Onde*** è responsabile del comportamento grafico della trasmissione sonora. Per la sua rappresentazione abbiamo optato per istanziare un “cerchio” composto da 360 oggetti che partono da Bob, i quali andranno inseriti subito in una coda per la loro gestione. Quest’ultimi saranno dotati di:

* un certo angolo di propagazione iniziale che, tuttavia, potrà mutare in caso di fenomeni di riflessione;
* un float che indicherà la velocità attuale della propagazione, anch’esso soggetto ai cambiamenti di mezzo di trasmissione;
* un color che indicherà la sua intensità e che andrà a sbiadire (la sua opacità diminuirà) man mano che l’intensità dell’onda diminuirà.

Per la rifrazione è necessario creare un metodo apposito che chiameremo ***rifrazione()*** e che sarà invocato al cambiamento di mezzo. Il metodo prenderà in input un punto d’onda, e potrà interagire sulla coda aggiungendo altri punti che avranno intensità minore del punto originario e direzioni proprie.

### **Trasmissione**

La classe ***Trasmissione*** è responsabile della parte di calcolo relativa alla simulazione attiva. Una volta creato l’ambiente da parte dell’utente, alla pressione del pulsante *AVVIA,* creato appositamente a lato della griglia, non sarà più possibile modificare l’ambiente di simulazione. In quel momento verrà creato il primo e unico oggetto di questa classe: un grafo che ha come nodo fondamentale la posizione di Bob, e che si collegherà a tutti gli altri punti (ossia posizioni di griglia) in maniera opportuna.

Il grafo sarà basato sull’aspetto grafico del simulatore, in cui ogni nodo è doppiamente connesso ai suoi quattro più vicini. Ogni nodo sarà dotato dei seguenti attributi:

* due int per indicare la sua posizione;
* un float per l’intensità;
* un int per indicare il suo turno al metodo BFS;
* un colore che di default sarà bianco, del quale spiegheremo la presenza a breve;
* un int che rappresenterà l’identificativo del suo materiale, corrispondente alla posizione che occupa nell’array apposito.

Per tenere conto degli archi creati all’inizio della simulazione verrà utilizzata una lista di adiacenza fatta da boolean. La propagazione del suono sarà svolta tramite questi archi e più in particolare dall’utilizzo di un metodo ***BFS()*** che svolgerà una visita in ampiezza del grafo, aggiornando i nodi con i nuovi dati e seguendo la legge dell’inverso del quadrato. Il metodo andrà a modificare il colore dei nodi facendoli passare da bianco, a grigio e infine a nero.

Per evitare di perdere il fenomeno della riflessione, verrà implementato un altro metodo chiamato ***riflessione()*** che si occuperà di prendere in input il nodo che la genera, un int che segnalerà quanti metri ha già percorso l’onda e l’arco che dovrà espanderla. Verrà richiamato non appena ci sarà un cambio di mezzo. Tramite l’int sarà possibile sommare alle caselle un valore di intensità che sarà effetto di **riverbero** se nell’aria ci saranno meno di 34 passi dalla sua prima interazione, o **eco** se saranno 34 o più, andando a sommare l’onda con una fase di 0.1 secondi a quella già presente.

### **Ricevitore**

La classe ***Ricevitore*** è rappresentativa del ricevitore posto nella mappa sia graficamente che praticamente, e perciò sarà dotata dei seguenti attributi:

* due int per indicare la sua posizione;
* un float per l’intensità, il quale verrà ricopiato a fine simulazione dal float corrispondente al nodo nella stessa posizione.

Per dare la possibilità all’utente di ascoltare ciò che ha registrato il ricevitore, all’interno di esso verrà utilizzato il metodo ***amp()***, proveniente dalla libreria audio standard di Processing. Questo prende in input un audio e ne modifica l’intensità. La modifica verrà fatta al termine della simulazione su una copia dell’audio in input sulla base dei parametri ricevuti dalla casella dove si trova il ricevitore, in modo da poter confrontare le due tracce.

## **Librerie del suono**

# **3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati**