



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: 17

TITOLO PROGETTO: Il Canto dell'Oceano

AUTORE: Ursino Zarmina

Indice

1. Obiettivi del progetto	2
Esperimento di Daniel DeLeon	2
The Frequency of Love	2
2. Metodo proposto.....	3
Metodo DeLeon.....	3
Metodo progetto Huawei.....	4
3. Risultati Ottenuti	5
Risultato Progetto DeLeon	5
Risultato di The Frequency of Love	5

1. Obiettivi del progetto

Dapprima, sarà descritto l'**esperimento di Daniel DeLeon** riguardante il canto delle balene soffermandoci sull'intelligenza artificiale utilizzata; tale studio permetterà di analizzare i cambiamenti dei flussi migratori e l'impatto sull'ambiente.

Successivamente sarà descritto il progetto della Huawei, '**The Frequency of love**', che ha utilizzato una rete neurale per trasformare il canto delle balene in una musica orecchiabile.

Esperimento di Daniel DeLeon

Le nozioni scientifiche di Daniel DeLeon apprese nel campo dell'acustica lo hanno portato a vivere un'esperienza di tirocinio all'interno dell'Istituto Oceanografico **MBARI** (*Monterey Bay Aquarium Research Institute*) e qui ha collaborato con gli scienziati **Danelle Cline** e **John Ryan** nell'ambito dello studio dell'oceano attraverso il canto delle balene.

Il sistema di intelligenza artificiale, ora in funzione al Monterey Bay Aquarium Research Institute, è in grado di distinguere una balenottera azzurra da una comune, e sta aiutando gli scienziati a capire il modo con cui stanno cambiando i secolari flussi migratori delle balene e i motivi di questi cambiamenti, tra cui **l'impatto umano sulla vita marina, l'inquinamento acustico o i cambiamenti climatici**.



The Frequency of Love

Huawei ha utilizzato le tecniche più innovative di machine learning audio per trasformare il suono delle balene megattere in musica.



Qualcuno potrebbe chiedersi per quale motivo è stato utilizzato il machine learning considerando che nel 1994 le stesse informazioni sono state ricavate senza l'intelligenza artificiale, ma leggendo i documenti di **MobySound** si scopre che la classificazione di ogni singola traccia è stata fatta completamente a mano utilizzando e analizzando lo **spettrogramma** di ogni chiamata dei cetacei.

Un lavoro che ha richiesto mesi di ricerca è stato invece fatto grazie a The Frequency of Love in pochi minuti dallo **smartphone**, utilizzando proprio i dati di quella ricerca come base per addestrare la rete neurale.

È proprio questa l'essenza dell'intelligenza artificiale!

2. Metodo proposto

Metodo di DeLeon

Oggetto di studi sono stati la **balenottera azzurra** e la **balenottera comune**, i quali emettono i suoni più potenti della Terra. I loro richiami a bassa frequenza possono attraversare tratti di oceano molto estesi ed ecco perché risultano un interessante argomento di studio.



Balenottera azzurra



Balenottera comune

Inoltre, i mammiferi marini utilizzano il suono per tutte le loro **attività vitali**. Effettivamente l'oceano occupa il 70% della superficie terrestre ed è molto profondo; giunti a 23 metri di profondità la luce è ridotta del 99% ma il suono invece viaggia per migliaia di chilometri. È proprio ascoltandoli, infatti, che possiamo scoprire molti aspetti della loro esistenza.



Tramite il tracciamento dei richiami delle balenottere azzurre e comuni in via di estinzione gli studiosi possono scoprire parecchio dal punto di vista ambientale. I suoni dell'Oceano sono stati raccolti da un **idrofono** messo a disposizione dall'Istituto, che può captare i suoni a una distanza di 500 chilometri, e da **microfoni** sottomarini, posti a 900 metri di profondità.

Tuttavia, il lavoro di Daniel si è rivelato molto più complesso del semplice ascolto.

Infatti, la moltitudine di registrazioni pone gli scienziati di fronte al problema dell'immensa quantità di dati. Così il compito di Daniel è stato quello di utilizzare **TensorFlow**, uno strumento open source di Google per il machine learning, per analizzare i file audio e identificare i richiami delle balene in modo da ridimensionare il lavoro a una questione di giorni e non di anni.



Le onde sonore registrate dall'idrofono devono essere convertite in una **rappresentazione grafica** tramite uno **spettrogramma**, cioè una mappa del suono in funzione del tempo. Daniel fornisce questi spettrogrammi al TensorFlow per insegnargli a distinguere i richiami della balenottera azzurra da quelli della balenottera comune.

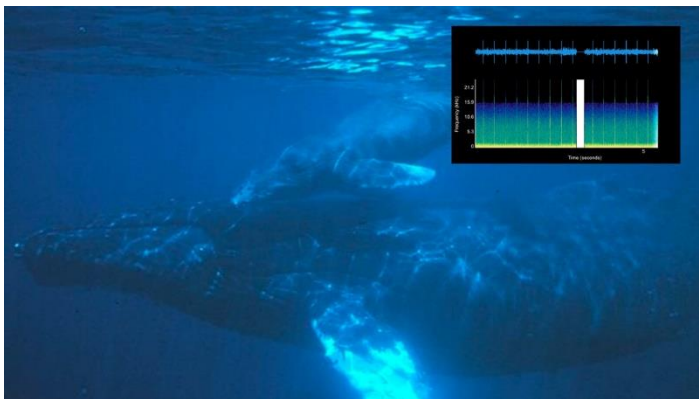
Maggiore è il numero di esempi forniti, maggiore sarà la precisione del modello TensorFlow.

Metodo progetto Huawei

Un progetto italiano, con un team Huawei coordinato dal WWF, che ha registrato una sequenza di suoni delle megattere al largo delle Azzorre con un **idrofono** e l'ha fatta elaborare da un software che sfrutta l'accelerazione del calcolo computazionale propria delle **due unità NPU** (*neural network processor unit*) del Kirin 980. Altro non è che un processore dedicato e ottimizzato per svolgere le istruzioni tipiche degli algoritmi di machine learning. Nel telefono viene utilizzato tra l'altro per elaborare le immagini e alleggerire il carico del processore tradizionale, risparmiando energia: in questo caso le sue capacità sono state sfruttate per creare musica.

Il campione utilizzato da Huawei è probabilmente quello della *Megaptera novaeangliae*, un esemplare maschio registrato nel marzo del 1994 al largo della costa settentrionale dell'isola di Kauai, nelle Hawaii.

È stato utilizzato un database immenso di suoni di cetacei, **MobySound**. Accessibile a tutti, questo database raccoglie gigabyte di file audio di mammiferi marini provenienti da tutto il mondo, classificati secondo il luogo di raccolta. Ciò che rende Mobysound unico nel suo genere è la classificazione per ogni campione registrato di informazioni utile per la creazione di reti neurali.



Le basse frequenze di trasmissione consentono una propagazione audio fino a 500 km di distanza, e i ricercatori sono convinti che il suono rappresenti per le balene non solo un mezzo per comunicare, ma anche un **sistema di geolocalizzazione**.

Secondo le informazioni associate al database, i quattordici file audio sono stati registrati utilizzando un idrofono realizzato usando un **trasduttore Sippican** per poi essere **digitalizzati** e **registrati con un registratore digitale TEAC RD-135**.

Ogni file è lungo circa 15 minuti, sono in formato Wave, con campionamento a 4.000 Hz, e per ognuno di questi file ci sono informazioni fondamentali, come la **frequenza massima raggiunta**, quella **minima**, il **rapporto segnale rumore** e la **durata**.

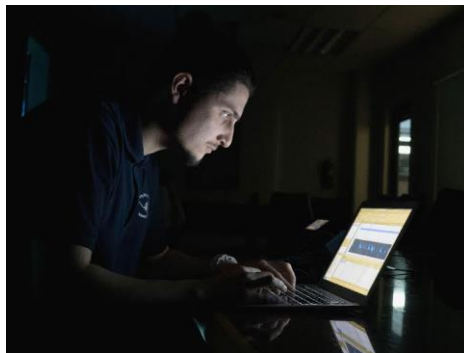
DSD, l'azienda che ha sviluppato per Huawei l'applicazione, ha utilizzato le informazioni di questo database per addestrare il modello di **riconoscimento**, destrutturando così il canto dei cetacei e riconoscendo sequenze logiche e tempi.

start-time	end-time	low-freq	high-freq	SNR
2.07	4.10	562.4132	2017.1886	4.84826e+01
4.43	5.33	104.9838	2009.6898	2.02030e+01
5.96	6.91	44.9931	2017.1886	3.43605e+01
7.99	9.90	592.4086	2017.1886	4.43339e+01
10.08	11.03	104.9838	2024.6875	2.97654e+01
11.39	12.80	44.9931	2024.6875	3.38111e+01
14.11	15.61	652.3993	1927.2025	2.60320e+01
15.67	16.89	29.9954	2024.6875	2.16744e+01
17.40	18.89	37.4942	2024.6875	2.99037e+01
20.30	22.03	614.9051	2017.1886	4.65457e+01
22.15	23.37	104.9838	2002.1909	3.29329e+01

3. Risultati Ottenuti

Risultato Progetto DeLeon

Nell'insieme, Daniel ha addestrato il modello TensorFlow con oltre **18.000 esempi** di singoli richiami di balene ed è riuscito a far in modo che TensorFlow identificasse i richiami delle balene con una **precisione** addirittura **del 98,05%**. Inoltre, il sistema è in grado di stabilire il momento del **giorno** in cui c'è stato il richiamo, la sua **durata** e l'**intensità sonora**.



Risultato di The Frequency of Love

Il tracciato di suoni, frequenze e intervalli è stato poi fornito ad una **seconda rete neurale**, addestrata questa volta con note e accordi, che ha trasformato lo sgraziato canto in una canzone piacevole. Una canzone d'amore, perché le vocalizzazioni delle balene megattere secondo gli studi sono eseguite solo dai maschi e solo durante la stagione dell'accoppiamento. Il risultato si può ascoltare nel video ufficiale Huawei al **minuto 1.56**.

The Frequency of Love ha un forte contenuto emotivo, e **insegna che la tecnologia può realizzare cose che fino ad oggi erano considerate solo pura fantascienza**.

