

Synthèse binaurale : mieux comprendre l'ITD

Principe de la synthèse binaurale :

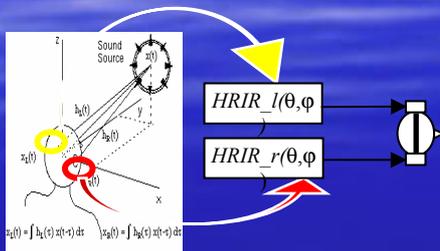
Les transformations subies par l'onde acoustique de la source jusqu'aux tympans sont mesurées sous forme de fonctions de transferts complexes qui dépendent de la position de la source. La synthèse binaurale consiste à effectuer la convolution d'un son monophonique par les filtres correspondant aux oreilles droites et gauches.

Indices perceptifs de localisation auditive :

Interaural : ITD (Interaural Time Difference) et ILD (Interaural Level Difference)

Monaural : HRTF (Head Related Transfer Function) : Fonctions complexes dépendant de la position de la source, de la fréquence et de la morphologie de l'auditeur.

ITD = indice de localisation le plus important



Modélisation des HRTF (implémentation):

$$HRTF(\theta, \varphi, F) = HRTF_{\min} * HRTF_{\text{allpass}} \text{ modèle: filtre à phase minimale + retard pur}$$

(hypothèse: linéarité de la phase de HRTF_{allpass})

$$HRTF(\theta, \varphi, F) = HRTF_{\min} \otimes \tau$$

$\tau = \text{retard}$

$$ITD = \tau_{\text{droit}} - \tau_{\text{gauche}}$$

avantage : représentation compacte

Principaux problèmes avec les estimateurs de l'ITD / Travail effectué

- Le modèle de tête sphérique donne un ITD constant avec l'élévation.
- Or, l'ITD issu des mesures, varie jusqu'à 18% de sa valeur maximale avec l'élévation.
- De plus, ces variations dépendent de l'individu.

→ Ces variations sont-elles perceptibles ?

→ Test 1

- Les différents estimateurs de l'ITD divergent pour les positions latérales (au niveau des oreilles).

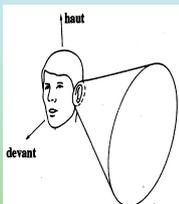
→ Quel est le meilleur estimateur ?

→ Test 2

Intérêt : Réduire le nombre d'informations nécessaires pour la spatialisation sonore en terme de précision et d'individualisation

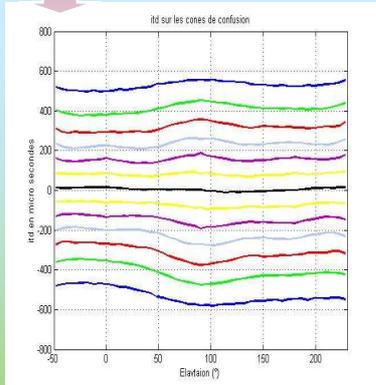
Cônes de confusion:

Lieu des points où les indices interauraux sont identiques pour le modèle de tête sphérique



Mesure des JND de l'ITD sur les cônes de confusion : méthode adaptative à deux alternatives à choix forcés (2AFC), 2 down – 1 up (Levitt 1977).

Test 1



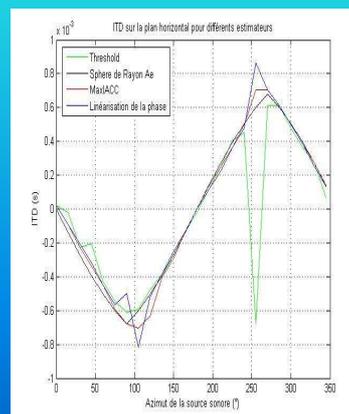
Condition de contrôle :

- test de discrimination des HRTF non modélisées (2AFC)
- test de discrimination de l'ITD pur (2 AFC, 2 down 1 up)

Test 2

Objectif

Estimer l'ITD donnant la meilleure correspondance entre les HRTF et leur modélisation par un filtre à phase minimale + ITD : évaluer l'ITD "perceptif" pour le comparer aux résultats des estimateurs mathématiques (étude limitée au plan horizontal)



Estimateurs de l'ITD

Modélisation physique de l'auditeur :

- tête sphérique, ellipsoïdale, décalage des oreilles, prise en compte du torse

Estimation à partir des mesures de HRTF :

- méthode de seuil : $HRIR(\tau) = 10\%$ du max(HRIR)
- méthode de corrélation entre filtre gauche et droit
- linéarisation de la phase all-pass

Condition contrôle : vérifier la faisabilité de la tâche de matching de l'ITD