

Module CEPbinaural

3D panoramic - elliptical motion generator

(source cepano3dmotion.sbc du 4/12/2009)

Auteur:

Charles-Edouard Platel
imagimuse@orange.fr
imagimuse.net

Objet:

Grâce seulement à une diffusion par 2 haut-parleurs stéréo, CEPbinaural permet de positionner un objet sonore de manière à ce que l'auditeur puisse apprécier sa distance et son angle avec le maximum de précision.

En complément le module permet de générer une trajectoire latérale ou elliptique déclenchée par l'apparition d'un objet sonore. Cette fonction permet d'éviter d'avoir à tracer manuellement les lignes d'automatisme des trajectoires.

Méthode:

Le circuit exploite les caractéristiques physiologique et culturelles de l'audition binaurale pour la localisation d'un émetteur acoustique par un auditeur humain. En résumé:

L'appréciation de la distance comporte 3 facteurs:

- l'atténuation du signal direct est proportionnelle au carré de la distance,
- les fréquences très graves (<120 Hz) se propagent 10 fois plus vite dans le sol que dans l'air et n'y sont atténuées que proportionnellement à la distance,
- dans une salle avec réverbération sur des parois et objets, la réverbération n'est atténuée que proportionnellement à la distance et ne concerne pas les fréquences très aiguës.

L'appréciation de l'azimut comporte 3 facteurs:

- étant donné le diamètre de la tête de l'auditeur, l'oreille gauche et l'oreille droite de celui-ci reçoivent des signaux décalés dans le temps, proportionnellement au sinus de l'angle avec l'axe frontal (max 0,65 ms à 90°)
- la tête faisant obstacle aux ondes directes, sauf pour les sons < 500Hz, l'intensité relative reçue par les deux oreilles est également fonction du sinus de l'angle (max 0/1 à 90°).
- les circonvolutions du pavillon de l'oreille induisent des résonances: il y a un pic dans le spectre à 1kHz pour les sons arrière et à 8 kHz pour les sons venant du haut.

Installation Mac OSX

CEPbinaural s'appuie sur le moteur Sonicbirth v1.3.0 (Copyright 2007 Antoine Missout). Installer ce logiciel libre à partir du site Sonicbirth. Voir les prérequis sur ce site.

<http://sonicbirth.sourceforge.net/download.shtml>.

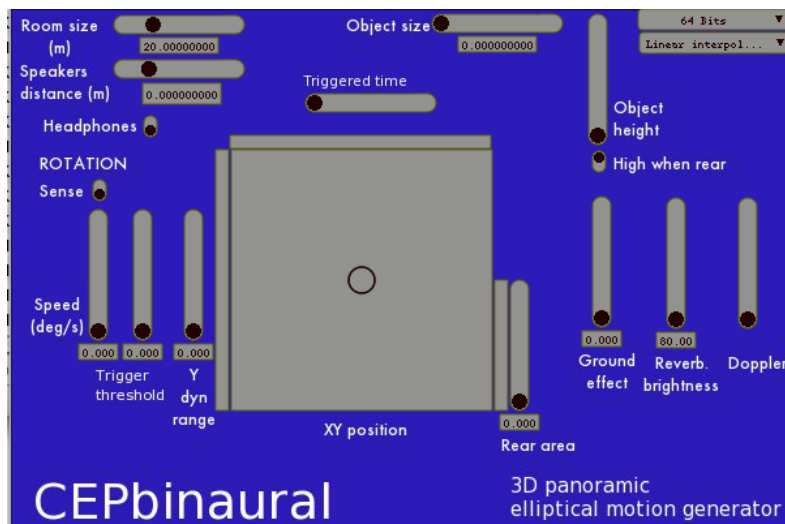
(Note de juillet 2014: Sonicbirth v1, qui n'est plus maintenu, est en 32 bits et n'est ainsi plus reconnu par les nouvelles versions 64 bits des applis, comme Logic Pro X. SonicBirth v2 est encore en version non stable en cours de développement)

CEPbinaural utilise le filtre Apple AU filter. Celui-ci est en principe inclus dans l'installation standard Mac OSX.

Puis copier le fichier CEPbinaural.component dans le dossier ~/Library/Audio/Plug-ins/Components/
Le plug-in est alors utilisable en tant que composant Audio Unit par les logiciels Apple (Logic Pro 9, GarageBand, Final Cut..) et compatibles (Audacity par exemple)

Par exemple, tous les paramètres manuels de l'interface décrite ci après peuvent aussi être automatisés ou pilotés via les outils MacOSx appropriés.

Interface



Le signal en entrée est soit:

- monophonique : l'objet sonore à positionner est ponctuel;
- déjà traité en stéréo sur deux canaux : l'objet sonore à positionner paraît "massif".

Le signal en sortie est stéréophonique, prêt à la diffusion sur deux canaux de hauts-parleurs, avec éventuellement un caisson de grave additionnel.

L'utilisateur du filtre dispose des paramètres de réglage suivants:

XY position: pad carré figurant une salle où positionner l'objet émetteur par rapport à un auditeur situé a priori au centre du bas du carré.

- horizontalement (X) : gauche / droite (variation de 0 à 1)
- verticalement (Y) : proche (en bas) / lointain (en haut) dans l'axe frontal (variation de 0 à 1).

Rear area: décalage de la position de l'auditeur par rapport au bas du carré afin de ménager une zone en arrière de lui (variation de 0 à 0,5; 0,5 représentant le milieu du carré).

Room size: dimension physique du carré en mètres

Speakers distance: écartement des deux hauts parleurs, réputés formant un triangle équilatéral avec l'auditeur (variation de 1m à la dimension *room size*). Le dispositif de diffusion est présumé fournir une puissance proportionnelle au carré de cet écartement pour tenir compte de son éloignement de l'auditeur. En conséquence les sons provenant du fond de la salle sont d'autant moins atténués pour l'auditeur que l'écartement indiqué est important.

Headphones: CEPbinaural est conçu pour une diffusion par deux haut-parleurs et compense donc la diaphonie entre ceux-ci (traitement transaural). Le bouton headphones restitue une écoute sans diaphonie au casque pour mise au point en studio.

Ground effect: intensité de l'effet de sol pour les sons lointains (variation de 0 à 1, 1 représentant la valeur théorique)

Reverb brightness: brillant de la réverbération, sourde ou claire (filtre passe-bas de 80 à 3000 Hz)

Doppler: prise en compte de l'effet Doppler quand l'objet sonore s'approche ou s'éloigne de l'auditeur (variation de 0 à 1, 1 représentant la valeur théorique en fonction de *room size* et de la vitesse de déplacement de l'objet)

Trigger threshold: seuil de déclenchement du mouvement elliptique:

minimum = 0 pas de mouvement, la position de la source est définie par XY position

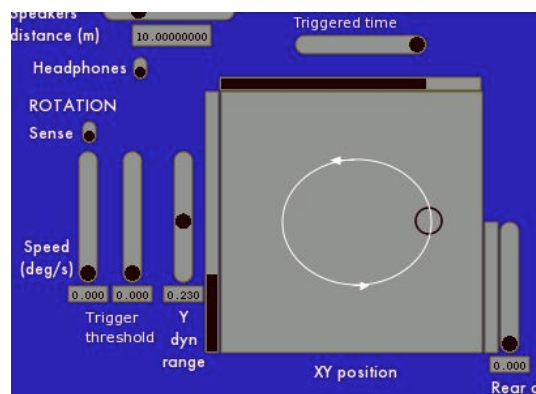
maximum = 1 rotation permanente sur une ellipse parcourant le carré XY position:

- centrée sur (x=0,5 y=Y),
- dont le rayon horizontal correspond à l'excursion de X par rapport au centre

- de diamètre vertical **Y dyn range**, (NB: si Y dyn range = 0, la trajectoire est rectiligne)
 Attention : les parois ne peuvent pas être franchies.
 entre 0 et 1: - déclenchement du mouvement quand l'enveloppe du signal, lissée sur 20 ms, dépasse le seuil,
 - arrêt du mouvement quand le signal revient sous le seuil, retardé par **Triggered time**, compris entre 0 et 10 000 ms

Rotation speed: vitesse de rotation sur la trajectoire en ellipse (variation de 0 à 3600 degrés/s)

Rotation sense: sens de rotation (direct ou inverse) sur la trajectoire



Object height: intensité de la sensation que le son vient du haut (variation de 0 à 1)

High when rear: déviation vers le haut de la trajectoire arrière ou proche de la tête (pour éviter l'effet désagréable du "train qui passe dans la tête", ou plus de réalisme en position d'écoute tête un peu en arrière)

Object size: vu de l'auditeur, largeur relative par rapport à *room size* d'un objet sonore "massif" en cas d'entrée stéréo. (variation de 0 à 1). Sans effet en cas d'entrée mono.

Précautions et limites

Avertissement: ce module est un prototype réalisé sur la base d'un outil freeware qui n'est plus maintenu. Il sera réécrit et pérennisé ultérieurement.

Niveau d'entrée:

Ne pas utiliser de signal en entrée normalisé sur 0 dB afin d'éviter de probables saturations sur le signal de sortie. Réduire au minimum à -6 dB. Note: dans les logiciels de montage audio, le réglage de volume piste se fait après tous les filtres et donc ne peut pas être utilisé pour effectuer cette réduction.

Temps de latence:

Même lorsqu'il est utilisé hors temps réel (par exemple avec Audacity), le module amène par conception des retard par rapport au signal d'origine. En temps réel, il convient éventuellement de prendre aussi en compte le temps de calcul en fonction du processeur utilisé.

1. Le circuit introduit au minimum un temps de latence de 0,3 ms sur les deux canaux, même lorsque tous les réglages sont neutres (avec les réglages par défaut et la position *headphones*, le circuit est quasi transparent).
2. Lorsque la source sonore simulée est éloignée (selon la position Y et la taille de la salle), le circuit retarde l'arrivée du signal en fonction de la distance simulée parcourue à la vitesse du son dans l'air (350 m/s). Cet effet est réduit par la position du réglage *Doppler*. Cependant les sons graves de *ground effect* , considérés se propageant instantanément par le sol, ne sont pas retardés.

Limitations internes:

La vitesse de déplacement simulée de la source sonore est limitée en interne afin de ne pas s'approcher de la vitesse du son, ce qui ferait crépiter les algorithmes de retard selon un phénomène analogue au "bang-bang" des avions supersoniques. Dans ce cas les commandes X et Y et de rotation ne sont plus prises en compte correctement.

Lorsque la trajectoire simulée s'approche trop près de la position simulée de la tête de l'auditeur, la trajectoire est déviée pour adoucir le changement de phase du signal.

Limitations théoriques:

Le modèle de perception auditive varie d'un individu à l'autre, en particulier pour les variations de spectre selon la hauteur et la position en arrière. Le dispositif permet une perception relative dépendant à la fois de l'individu, des composantes spectrales de chaque objet sonore et de la position de l'auditeur dans la salle. Le procédé binaural stéréo ne peut pas remplacer un procédé quadraphonique ou octophonique pour les sons arrière et en hauteur, mais peut se révéler supérieur pour discerner les sons situés de par et d'autre du centre d'écoute devant l'auditeur.

Intégration avec Apple Logic Pro

Dans Logic Pro, il est possible de régler la sortie d'une tranche de console sur Binaural, permettant de positionner le signal devant, derrière, au-dessus, en dessous, à gauche ou à droite de la position d'écoute. Puis, grâce au module Binaural post-processing, de réaliser le traitement transaural globalement pour tous les canaux concernés (sur la sortie stéréo ou via un canal auxiliaire qui les regroupe).

Utilisé comme insert de tranche de console, CEPbinaural apporte des fonctionnalités supplémentaires vis à vis du traitement standard Apple:

- prise en compte de la distance de manière plus réaliste que le réglage volume
- effet Doppler
- taille de l'objet
- génération automatique de trajectoires

En contrepartie ces fonctionnalités introduisent un temps de latence, comme expliqué ci-dessus.

En fonction de ses objectifs, l'utilisateur peut donc exploiter soit les fonctions Logic Pro, soit CEPbinaural, soit un mix des deux.

NB: si une tranche de console exploitant CEPbinaural est dirigée ensuite vers le module Binaural post-processing, activer le paramètre Headphone sur l'interface du CEPbinaural, afin de ne pas effectuer le traitement transaural deux fois.