



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

## Zengetőeffekt megvalósítása VST környezetben



**Molnár Péter (CSXMPC), VI. évf, BSc villamosmérnök szakos hallgató**  
**Konzulens: dr. Bank Balázs docens, MIT**  
**Beágyazott információs rendszerek ágazat**  
**Önálló laboratórium összefoglaló**  
**2011/12. II. félév**

A munka során a cél egy olyan szoftveres megvalósítás volt, mely képes modellezni a zengés hangeffektust. A zengés a természetben szinte mindenütt előforduló jelenség, mely a hang különböző felületeken való visszaverődése eredményeképp jön létre. Leginkább zárt termekben érzékelhető, a terem tulajdonságai alapján a zengés térérzetet kelt az emberben. Mivel a reflektált hangok sűrűsége időben rendkívül nagy, ezért nem pusztán visszhangok sorozatáról van szó. Ebből kifolyólag a konstrukciót nem lehetséges késleltetővonalak összegével megvalósítani, ennél komplexebb elrendezés szükséges.

A zengés jellege függ a terem méretétől, alakjától, a visszaverődő felületek, falak anyagi tulajdonságaitól. A munka során téglatest alakú zárt termet feltételeztem, mivel erre a legegyszerűbb felépíteni a modellt. A hanghatás vizsgálata szempontjából két fő jellemzőt vettem figyelembe: a korai visszaverődéseket, és a késői zengetést.

A korai visszaverődések modellezéséhez tükröforrások módszerét alkalmaztam a hangok késleltetési idejének a meghatározásához, melynek a realizálása FIR szűrővel történt. Elsőrendű reflexiót alkalmaztam, vagyis azokat a hangokat vettem számításba, amelyek egyszer verődnek vissza a falakról, mielőtt eljutnak az érzékelőig.

A késői zengetéshez fésűszűrőkön (visszacsatolt késleltetések) alapuló veszteségmentes Feedback Delay Network elrendezést valósítottam meg, ahol az energia elnyelését úgynevezett veszteségi szűrők reprezentálják. Az algoritmus alapja Jot konstrukciója, ahol mindegyik késleltetővonal kimenetét visszacsatoljuk mindegyik bemenetére, kellően nagy módus- és visszaverődési sűrűséget elérve ahhoz, hogy jól visszaadja egy terem zengését. A visszavezetés mértékét egy  $\underline{A}$  mátrix elemei adják meg. A veszteségmentességet biztosítottam azzal, hogy egy speciális ortogonális mátrixot választottam meg, az úgynevezett Householder mátrixot. Ezzel a választással lényegesen leegyszerűsíthető a Feedback Delay Network, úgy, hogy a végén a számítógépnek csak egyetlen szorzást kell elvégeznie  $N^2$  helyett, ha  $N$  darab késleltetővonalunk van.

A zengetés legfontosabb paramétere a lecsengési idő, azaz a zengés kezdetétől eltelt idő, mialatt a hang intenzitása 60 dB-lel csökken. Mivel ez frekvenciafüggő, ezért definiálunk egy vágási frekvenciát is: az a frekvencia, melyen a lecsengési idő a kisfrekvenciás lecsengési időnek éppen a fele. A veszteségi szűrő paraméterei ezen értékek ismeretében határozhatók meg.

Az effekt állítható paraméterei többek között a terem hosszparaméterei, ezekből generálja a korai visszaverődések és a Feedback Delay Network késleltetővonalait is. Állítható még a lecsengési idő (decay time), vágási frekvencia (cutoff frequency), illetve az eredeti hang (dry) a korai reflexió (echo) és a zengés (wet) erőssége is.

A szoftvert Steingberg cég által kifejlesztett ingyenes VST SDK 2.4 verziójának alkalmazásával készítettem el. A program fordításakor generált dll fájl host programok segítségével lehet használni (pl. Acoustica 5.0).