

BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
Önállólaboratórium – beszámoló előadás

Gitártest-modellezés fizikai alapú hangszintézis céljára

KONZULENS: DR. BANK BALÁZS

KÉSZÍTETTE: HAJDU DÁVID

Célkitűzések

Az előző félévi munka folytatása



Fizikai alapú hangszintézis

Szükséges lépések:

- Elméleti alapok elsajátítása
- A húrmodell megvalósítása
- Hangszertest modell implementálása
- Gitárhang generálása

Témalabor...

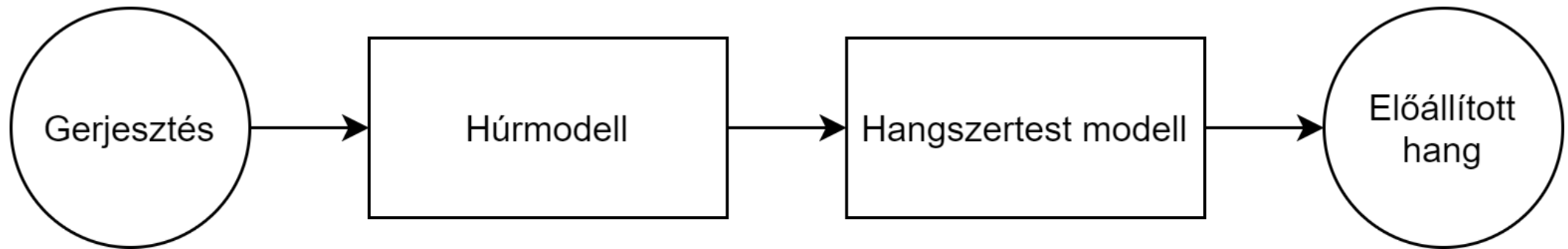
Hangszertest modellezése digitális szűrőkkel

A szóban forgó hangszertest mérése



Ugrásválasz rögzítése mikrofonnal

A gitár fizikai alapú hangszintézise



A húrmodell – digitális hullámvezető

Az egydimenziós hullám-egyenlet megoldása:

$$y(x, t) = y^+ \left(t - \frac{x}{c_t} \right) + y^- \left(t + \frac{x}{c_t} \right)$$

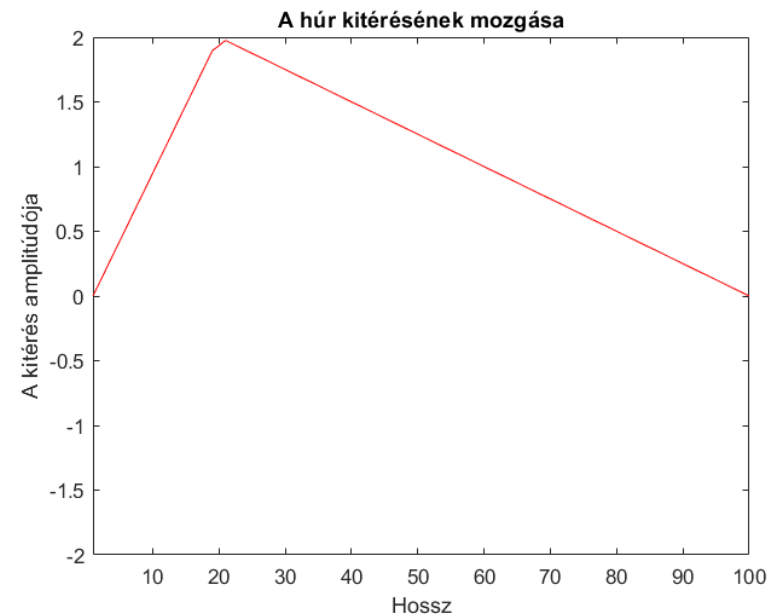
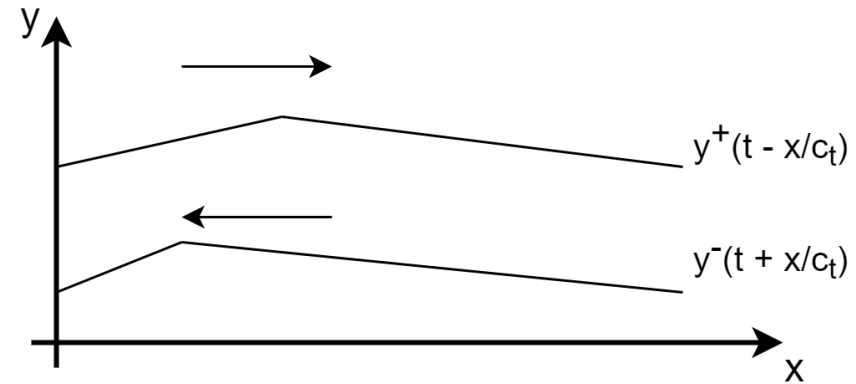
Diszkrét forma előállítása:

$$t_k = k\Delta t \text{ és } x_n = n\Delta x$$

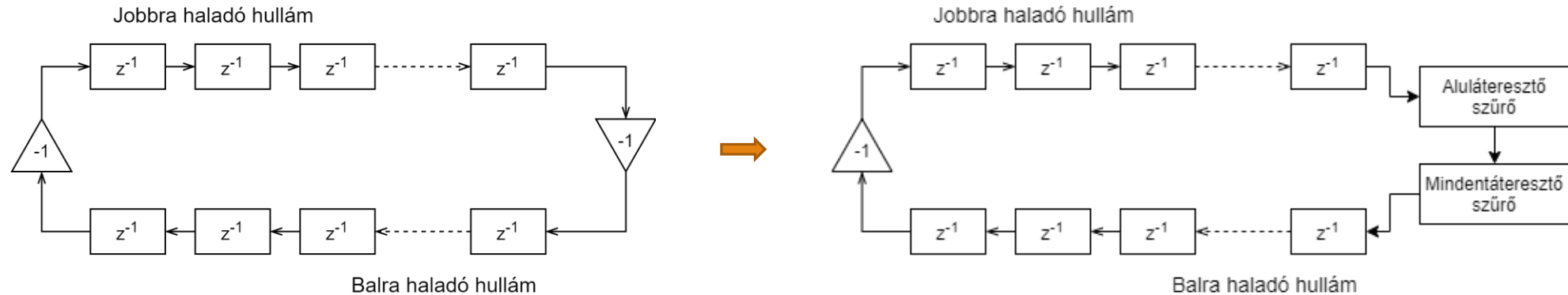
$$y(x_n, t_k) = y^+ \left(k\Delta t - \frac{n\Delta x}{c_t} \right) + y^- \left(k\Delta t + \frac{n\Delta x}{c_t} \right)$$

Mivel $\Delta x = c_t \Delta t$, ezért

$$y(n, k) = y^+(k - n) + y^-(k + n)$$



Implementáció – húrmodell



A balra és jobbra haladó hullámot egy-egy tömbben tároljuk

N meghatározza a frekvenciát:

- $N = \frac{f_s}{f_0}$

Probléma:

- N nem feltétlenül egész szám
- A húrmodell ideális

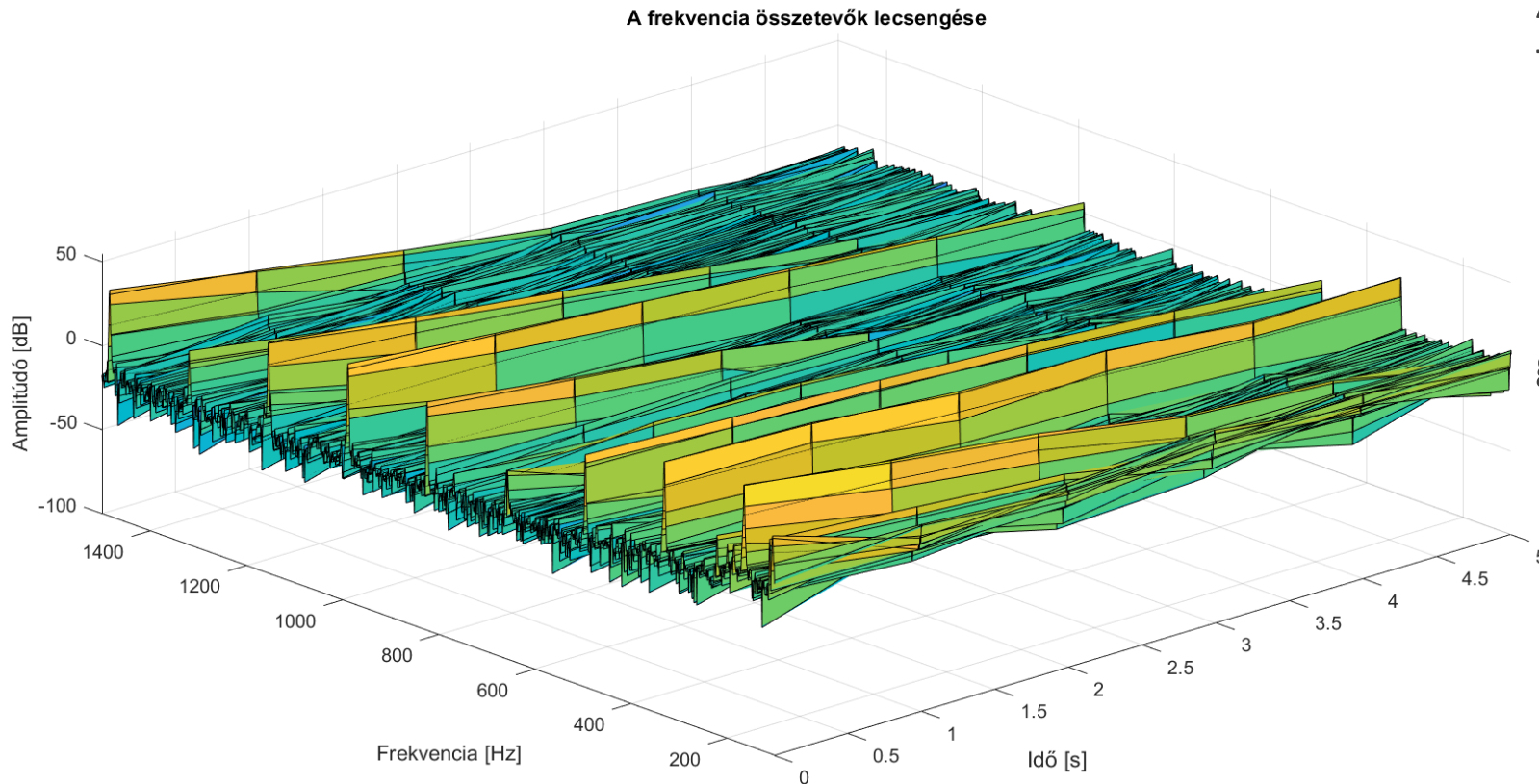
Aluláteresztő szűrő:

- Feladata a csillapítás

Mindentáteresztő szűrő:

- A törtrész késleltetésért felel

Csillapítás és lecsengési idő



Az aluláteresztő szűrő átviteli függvénye:

- $H(z) = g \frac{1 + a_1}{1 + a_1 z^{-1}}$
- $g \approx 1$

Ha a_1 egyenlő nullával, akkor a szűrés gyakorlatilag a g -vel való szorzás

Hangszertest modell

A késleltetés mentes hurok probléma

a) WIIR szűrő közvetlen formája

b) Közvetlenül megvalósítható forma

- Szűrőparaméterek számítása:

$$\sigma_{R+1} = \lambda \alpha_R; \quad S_R = \alpha_R$$

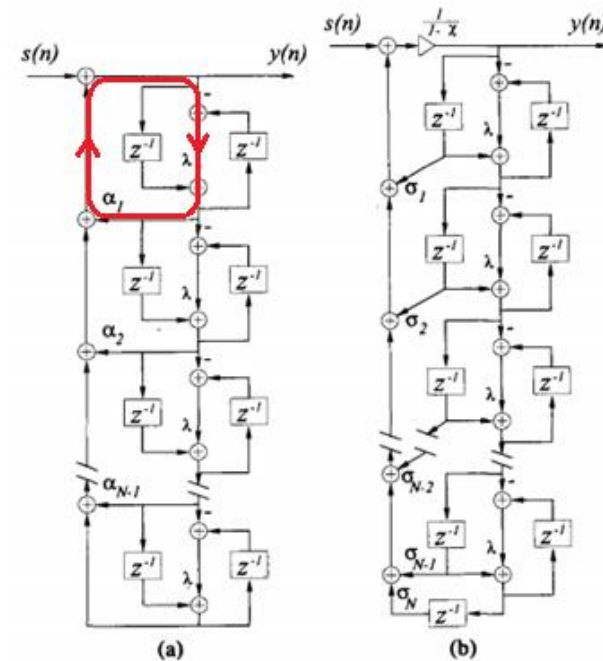
for $i = R, R - 1, \dots 2$

$$S_{i-1} = \alpha_{i-1} - \lambda S_i;$$

$$\sigma_i = \lambda S_{i-1} + S_i;$$

end

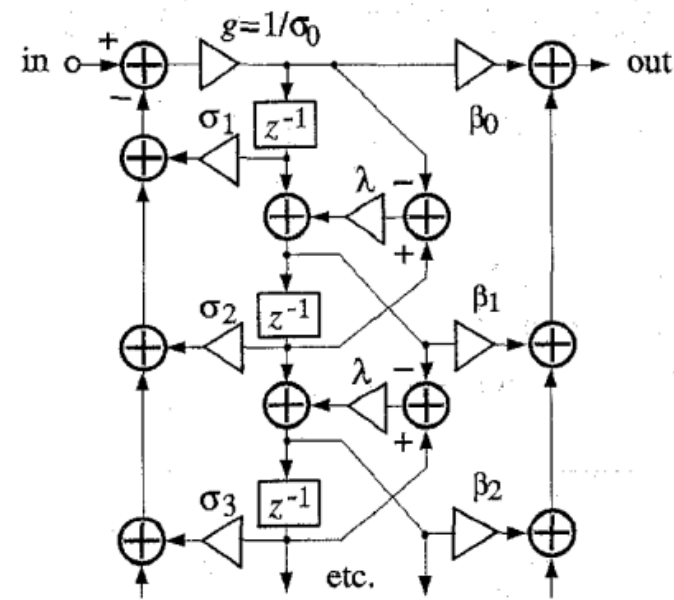
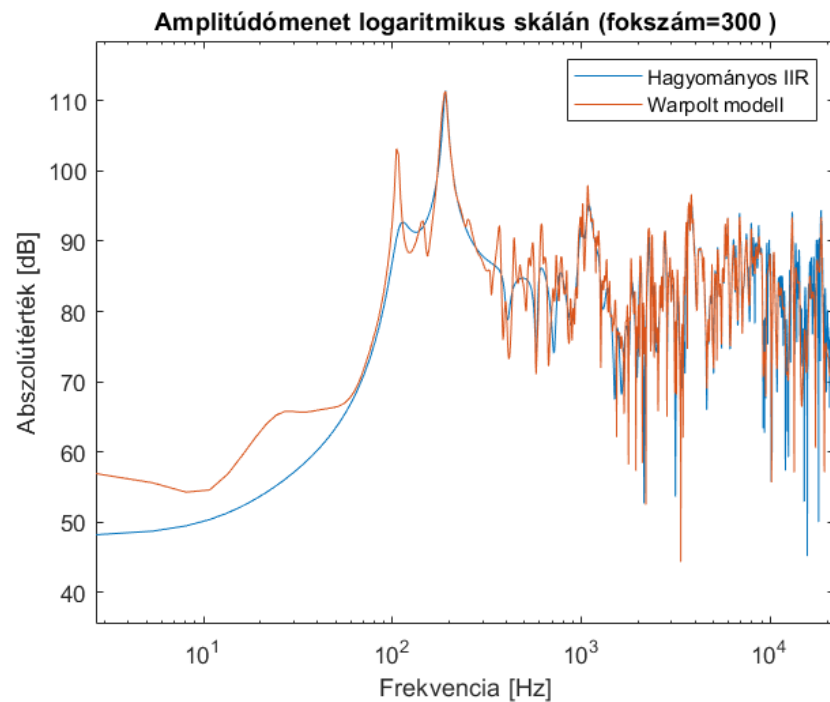
$$\sigma_1 = S_1; \quad \sigma_0 = 1 - \lambda S_1;$$



Forrás: [Frequency-Warped Signal Processing for Audio Applications](#)

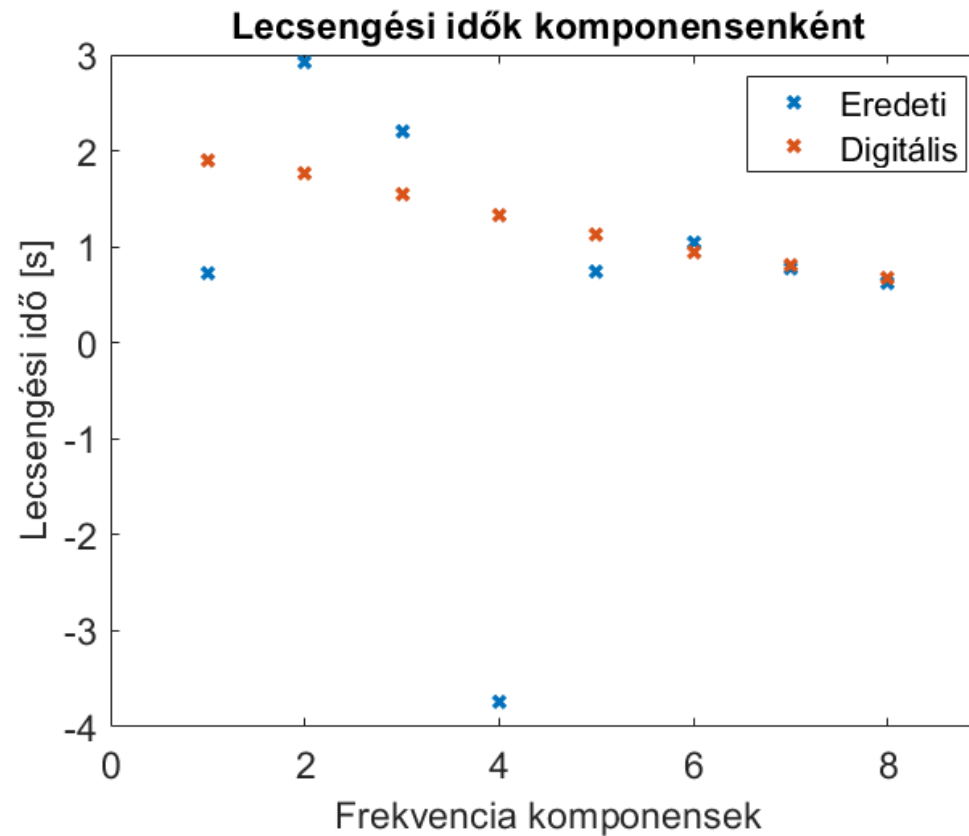
Implementáció – hangszertest modell

Az előző félévben tervezett szűrők implementálása és kipróbálása



Forrás: [Warped filters and their audio applications](#)

Az eredeti és a szintetizált hang összehasonlítása



Összefoglaló és kitekintés

Elvégzett feladatok:

- Fizikai alapú szintézis megismerése
- Húr- és hangszertestmodell implementálása

További célok:

- Húrmodell fejlesztése
- Valós idejű alkalmazás fejlesztése pl. VST plugin

Köszönöm a figyelmet!
