



A hegedűhang digitális szintézise

2006. december

Papp Sándor Róbert

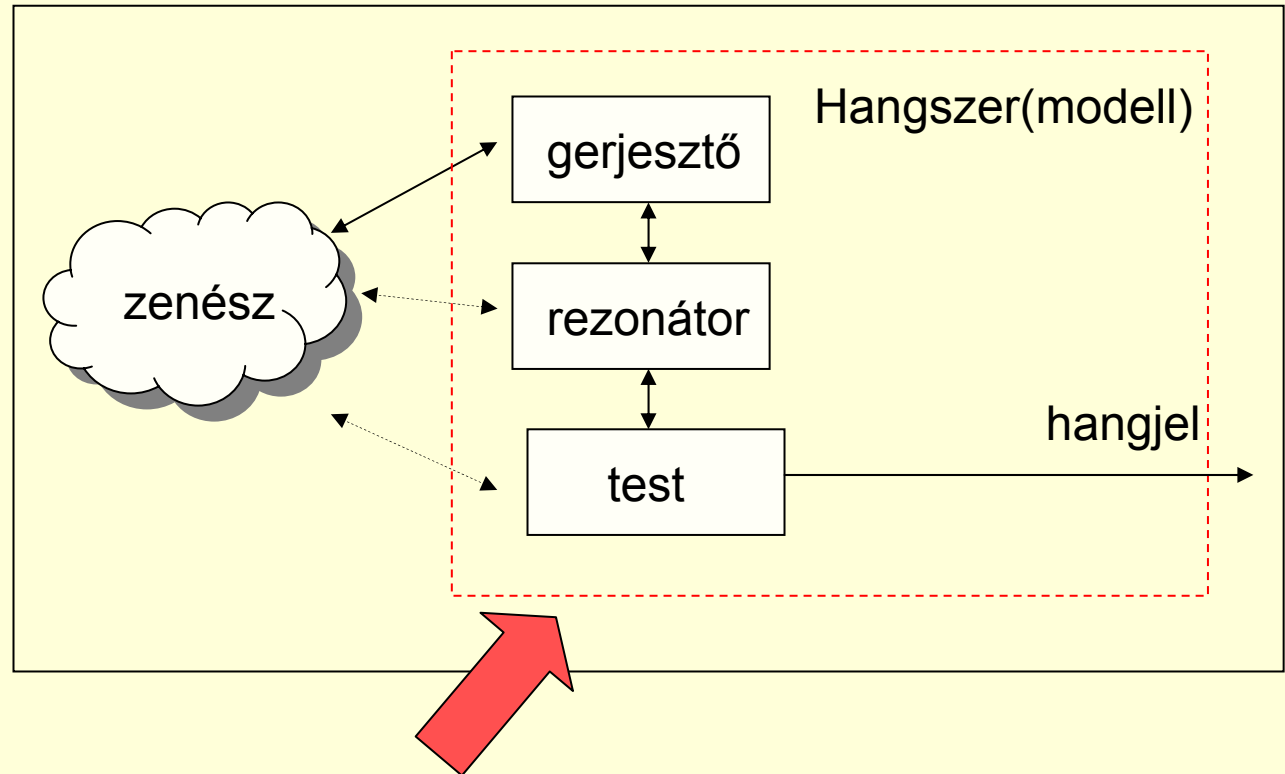
ps421@hszk.bme.hu

Konzulens: Dr. Sujbert László egyetemi docens sujbert@mit.bme.hu



Alapfogalmak a fizika szintézisben

Hangszerek általános hangkeltési modellje:



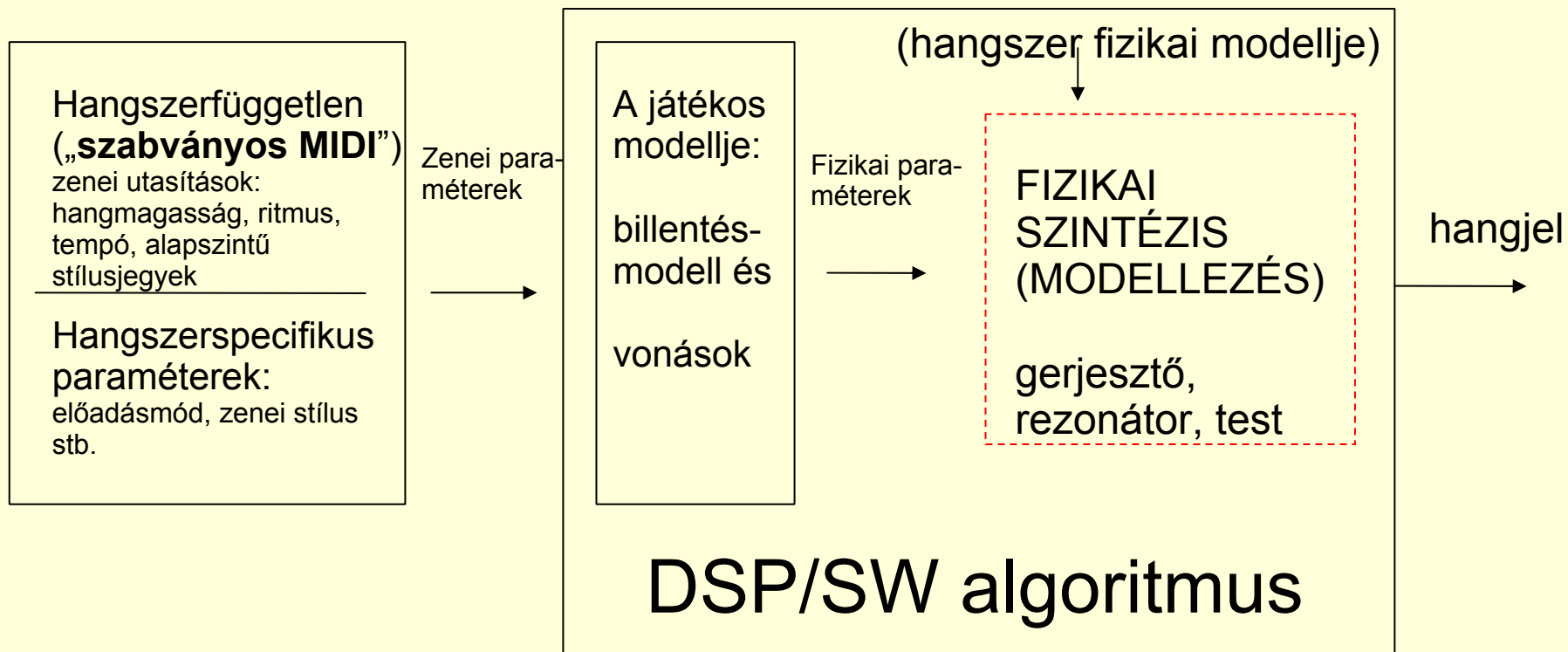
fizikai szintézis = hangkeltési modell alapján történő hangszintézis

- Előnyei:
- a legmeggyőzőbb hangzás az összes többi módszerrel összehasonlítva
 - a zenész számára intuitív válik az elektromos hangszer

Hátránya: nehezen realizálható



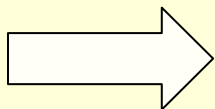
A hangkeltési modell megvalósítása (rendszerterv)





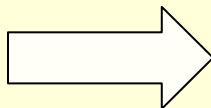
Régebbi eredményeim összefoglalása /1:

- új, stabilan működő gerjesztési modell (vonásmodell) megalkotása
előnyök: paraméterekre jól reagál, a fizikai valóságnak megfelel, dinamikai lehetőségek.
- szűrők tervezése a már ismert módszerek alapján (pl. a veszteségi szűrő)



Jó waveguide-modell

- a jó testmodell megalkotásának első lépései:
 - a test modellezése FIR szűrővel
 - mérési módszer: átviteli-függvény mérési módszer mérőkalapács segítségével
 - optimális gerjesztési módszer kidolgozása.
 - szakirodalmi adatok rendszerezése, hitelesítés



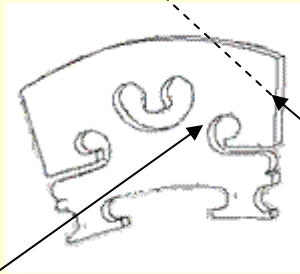
Jó FIR-szűrő



Komplex mintavételezett átviteli függvény mérése mérőkalapács segítségével /1

A legfőbb probléma a nagyfrekvenciás mérés megoldása volt.

A hegedűláb rezgéseit figyelembe kell venni és ki kell választani a jó gerjesztési irányt.



A jó gerjesztés iránya
(„helyfüggő aluláteresztés”)

A rezgés csak itt mehet tovább (A kivágások nem csupán díszítések!)

Láb gerjesztése döntően meghatározhatja a pólusok súlyozását.

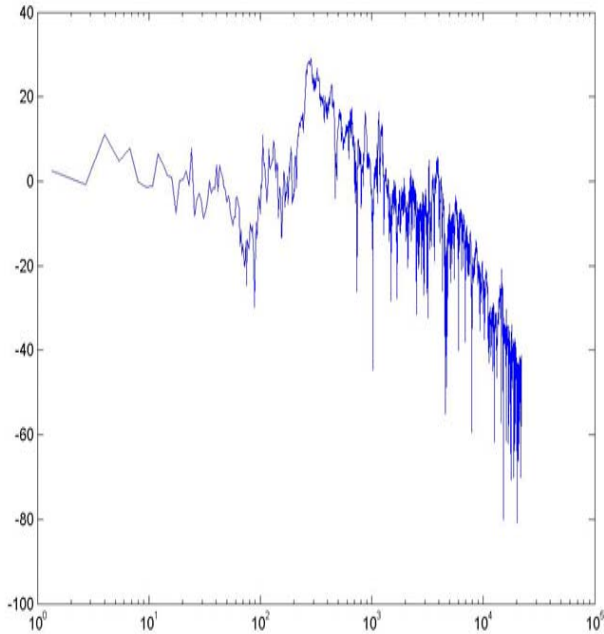


Komplex mintavételezett átviteli függvény mérése mérőkalapács segítségével /2

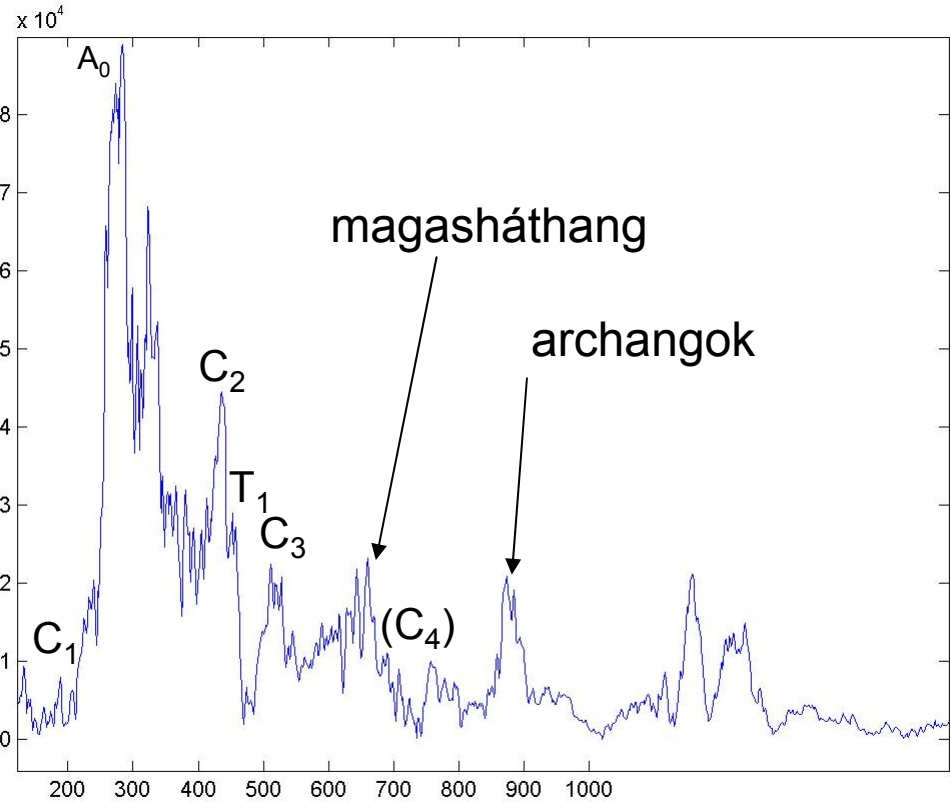
A formánsok

(Lineáris frekvencia- és amplitúdómenet)

[dB]

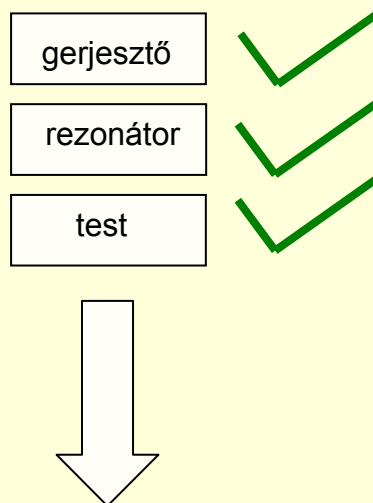


[f]





Régebbi eredményeim összefoglalása /2:



A real-time megvalósítással felgyorsul a fejlesztési folyamat.

**Lehetségessé válik a real-time megvalósítás,
a modell további elvi fejlesztése pillanatnyilag háttérbe
szorul**



Az újabb eredmények ismertetése /1

Egy lehetséges működő real-time alkalmazás: szoftver szintetizátor

Szoftver-szintetizátorok tulajdonságai:

- **Könnyebben és gyorsabban fejleszthető**, mint a hardveres szintetizátor
- Maximális MIDI támogatás, nagyon jó együttműködés a MIDI alkalmazásokkal
- Könnyű konfigurálhatóság
- Ma már nagyon nagy teljesítményűek a PC-k processzorai
- Időigényes lehet a beállítás
- PC-s környezet kell, nehéz hordozhatóság, platformfüggő lehet.



Az újabb eredmények ismertetése /2

Mit tud a már működő hegedű szintetizátor?

- MIDI vezérlés

Vezérlési lehetőségek: dinamika, hajlítás, vibrato, velocity, tompítás, legato, hangszín állítás (vonó helyzete), üres húrok/lefogott hangok változtatása.

(MIDI és audio támogatás: virtuális kontrollerek, exportálás hullámformába, Sequencer- és Playback lehetőségek.)

Nincs még „vonás- és stílus gyűjtemény”.

- hangterjedelem: majdnem a teljes MIDI hangterjedelemben, ezen belül hegedű hangszín: több, mint 4 oktáv terjedelemben

- polifónia fok: 16 szólam, amely még tovább növelhető. A vezérlők még csak 4 szólamig működnek.

- sztereó zengetett hang



Az újabb eredmények ismertetése /3

Megvalósított fő rendszertechnikai elemek:

- A waveguide modellezéséhez szükséges elemek:
 - késleltetővonal lineáris interpolációval
 - veszteségi szűrő: egypólusú szűrő
 - saját gerjesztési modell
 - opcionális elem: a játékos-modell (vonások) támogatására a gerjesztést burkológörbe-generátorral lehet modulálni (még nem teljesen kidolgozott)
- A test modellezéséhez szükséges elemek:
 - FIR szűrő gyors konvolúciós módszerrel („Overlap-Add” módszer)
 - Másodfokú (2-pólusú-2-zérusú) IIR szűrő (rezonancia-javítás)



Az újabb eredmények ismertetése /4

Szoftvertchnológiai információk:

- **Platform:** Linux vagy Windows választható (feltételes fordítás a platformfüggő részekre)
- **Nyelv:** C++
- **Fordítói környezet:** GCC (GNU project C & C++ compiler)

- **Grafikus környezet:** Tcl/Tk (Linux, Windows)
TCL: magas szintű (interpreter) nyelv,
TK (ToolKit): (GUI támogatás: grafikus objektumok, eseményvezérlés)

- **Felhasznált programkönyvtárak:**
 - STK 3.1 (A ToolKit of Audio Synthesis Classes and Instruments in C++)
forrás:CCRMA, Stanford University
 - FFTW-3.1.2. (fast Fourier transform library)

- **Saját driver-támogatás:** MIDI eszközök ALSA (Advanced Linux Sound Architecture) támogatása (Linux-változat)

- **Opcionálisan felhasznált külső driver (Windows) :** virtuális MIDI loopback device



A jövőbeli lehetőségek:

- az akusztikai mérések folytatása (további átviteli függvény mérési módszerek, a hegedűtest modellezése)
- a még nem implementált funkciók fejlesztése, beépítése (vonások, üveghang)
- a hegedűmodell vezérléséhez más típusú vezérlő tervezése
- DSP-s megvalósítás

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!