

# **Harang hangjának digitális szintézise**

**Rancz Lajos, VI. évf. Műszaki Informatika szak**

**Konzulens: Dr. Sujbert László  
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék**

A bonyolult gyártástechnológia, a kis darabszám és a drága alapanyagok miatt a harangok előállításának költsége magas. Az öntési technológiából következően a hangjuk pontatlan, és a méretek miatt nehézkes – szinte lehetetlen – az utólagos korrekció.

A digitális technika elmúlt évtizedbeli fejlődése lehetővé tette, hogy a harang hangját elektronikus úton állítsuk elő a korábbi ár töredékéért. A szakirodalomban több lehetőséget is találunk arra, hogy egy zenei hangot szintetizáljunk, harang esetében azonban a választás nem egyértelmű, mivel a szokásos (egyszerű) technikák (pl.: additív szintézis) nem modellezik a hangkeltés fizikai folyamatát, a hangszert "fekete dobozként" kezelik, míg a bonyolult fizikai szintézisekhez szükséges tudás és számítási kapacitás nem áll rendelkezésre.

A TDK dolgozat célja a harang hangjának digitális szintetizálása (mind a megütésé, mind a klasszikus harangozásé), mégpedig úgy, hogy a haranghang és az ütés paraméterei állíthatók legyenek és a modell számítási kapacitása kézbentartható legyen. Ezt a fizikai és a jelmodell alapú szintézis ötvözésével érhetjük el.

Dolgozatomban megvizsgálom a zenei hangok szintéziseinek lehetőségeit és a kialakult módszertanokat, valamint a szakirodalom alapján felmérem a haranghang szintézis eddigi eredményeit. Megvizsgálom a jelenleg beszerezhető haranghang szintetizátorokat, elemzem működési elvüket és megvalósíthatóságukat digitális jelfeldolgozási szempontból.

Részletesen ismertetem a különböző hangú, súlyú harangokon elvégzett fizikai méréseket, és a harang hangját, valamint a megütést elemzem. Megpróbálok összefüggést felállítani a megütés során mért erőjel és az ütés milyensége között (ütés erőssége, az ütő és a harang fizikai paraméterei), valamint az erőjel és a mért hang között.

Részletesen kifejtem a két szóba jöhető módszer – a jelmodell alapú szintézis, illetve a waveguide modell – előnyeit és hátrányait. Elemzem a haranghang előállításának lehetőségeit ezen két szintézistechnika segítségével, megvizsgálom a megütés és a hang paraméterezhetőségét. Fizikai leírás segítségével ütőmodellt állítok fel. A kiválasztott technikával működő szintézist megvalósítom MATLAB környezetben.

A valóságban haranghangzáshoz hozzátartozik a lengő harang hangja, ezért felveszem a lengő harang dinamikai modelljét, és ennek alkalmazásával modellezem a harangszót. Megvizsgálom több harang együtt szólásának problémáit, végül megvalósítok egy teljes – több különböző hangú és lengésidejű harangból álló – harangozást és harangjátékokat.