

Otthoni feladatok a Hangjelek digitális feldolgozása méréshez

Kidolgozta: Rucz Péter

2021. február

A mérés célja azoknak a jelfeldolgozási módszereknek, lépéseknek a megismerése, amelyeket egy tipikus hangnyomásszint-mérő műszer megvalósít. A mérés első felében egy vonatszerelvény elhaladása során rögzített zajjelet fogunk elemezni, a mérés második részében pedig egy zenei jel feldolgozása a feladatunk. A feladatok megoldásához a Matlab használatát javasoljuk. A méréshez végezd el a következő feladatokat és dokumentáld az eredményeket mérési jegyzőkönyv formájában.

A mérés során feldolgozandó adatokat a következő címről tudod letölteni: https://last.hit.bme.hu/download/mellekspeclabor/L2_meres/

1. Vasúti elhaladás feldolgozása

Töltsd le a fenti helyről a vasúti elhaladáshoz tartozó `elhaladas_acc.wav` és `elhaladas_mic.wav` fájlokat. A két fájl egy vonat elhaladásakor a kereszthaljon elhelyezett gyorsulásmérő, illetve a pálya mellett elhelyezett kondenzátor mérőmikrofon által mért, majd digitizált és rögzített jeleket tartalmazza. A két jel egymással mintaszintű időszinkronban van.

Töltsd be a `elhaladas_mic.wav` fájlt, ehhez a következő Matlab parancsot használhatod:

```
[y, fs] = audioread(elhaladas_acc.wav);
```

A parancs futtatásának hatására az `y` vektorba kerülnek a rögzített minták, `fs` pedig a jel mintavételi frekvenciája lesz Hz egységben. A betöltés után érdemes a rögzített jelet meghallgatni, melyet pl. a következő utasítással lehet megtenni:

```
soundsc(y, fs);
```

Mivel a `wav` fájlban nincs lehetőség a mértékegységek és a skálázás tárolására, így a betöltés után külön kell gondoskodni arról, hogy az adataink a megfelelő skálán és mértékegységben legyenek ábrázolva. Az adatok skálázásához tartozó információt megtalálod a `readme.txt` fájlban. Az ott leírtak alapján skálázd úgy a betöltött jelet, hogy az adatok Pa egységben legyenek ábrázolva!

Végezd el a betöltött és skálázott jel elemzését, a következő lépésekben!

1. A mérési segédletben található leírás és kódrészletek alapján számítsd ki a jel effektív értékének időfüggvényét *Slow* időállandóval! Ábrázold a jel szintjét dB SPL egységben az idő függvényében! Az effektív érték (*running rms*) számítását érdemes önálló függvényben megvalósítani.
2. Készíts a mintavételi frekvenciának megfelelő digitális szűrőt, ami az A-szűrőt valósítja meg! Ábrázold az A-szűrűt jel szintjét az idő függvényében dB A egységben! Az A-szűrű együtthatóit előállító kódrészletet szintén érdemes önálló függvényként megvalósítani.
3. Ábrázold a hangnyomás-jel A-súlyozott tercsávós spektrumát abban az időpontban, amikor a súlyozatlan hangnyomásszint eléri az $L_{Z_{\max}}$ értéket! A tercsávós spektrumot a jel 1 s hosszúságú szakaszából számítsd! A jegyzőkönyvben add meg a számítás fontosabb lépéseit is!
4. Töltsd be a gyorsulásmérővel rögzített `elhaladas_acc.wav` jelet is, ügyelve a jel skálázására. Érdemes képpel a gyorsulásmérővel rögzített jelet is érdemes meghallgatni. Ábrázold a gyorsulásjel súlyozatlan keskenysávú és tercsávós spektrumát az előző pontban meghatározott időszakban!

2. Zenei hangminta feldolgozása

A következő lépésekben egy fuvolahang elemzését fogjuk elvégezni. A `fuvola_A1.wav` hangfájl egy süketszobai felvételt tartalmaz. A felvételen ugyanannak a hangnak egymásután háromszori megszólaltatása hallható. Töltsd be a jelet és skálázd a megfelelő skálázási tényezővel úgy, hogy az ábrázolás egysége a Pa mértékegység legyen!

1. Keresd meg a jelben azt a szakaszt, ahol az első megszólalás kezdődik, és vágj ki a jelből egy 2 s hosszúságú szakaszt! Ábrázold a jel spektrogramját ezen a szakaszon! A jegyzőkönyvben add meg a spektrogram számításához használt paramétereket (ablakhossz, átlapolódás), illetve add meg az adódó frekvencia- és időfelbontást!
2. Vágj ki a jelből egy olyan szakaszt, ahol a jel stacionáriusnak tekinthető! (A megszólalás utáni, lecsengés előtti szakasz.) Ábrázold a jel keskenysávú spektrumát az adott szakaszon, majd a spektrum alapján becsüld meg a jel alapfrekvenciáját! Valósítsd meg a mérési útmutatóban tárgyalt modulációra, szűrésre, majd illesztésre alapuló frekvenciamérő módszert! Határozd meg a kiválasztott jelszakaszon a hang pontos alapfrekvenciáját!

Az aluláteresztő szűréshez használhatsz pl. Butterworth-szűrőt, melyet a Matlab `butter` függvényének segítségével tervezhetsz meg. A mérési leírásban a $\gamma = \mathbf{b}/\mathbf{a}$; megoldás azt feltételezi, hogy \mathbf{a} és \mathbf{b} sorvektorok. Oszlopvektorok esetén a $\gamma = \mathbf{a}\backslash\mathbf{b}$; megoldást használhatod.

A jegyzőkönyvben a meghatározott alapfrekvencia mellett ismertesd a megoldásod fő lépéseit is!

Az elkészített jegyzőkönyvet a `rucz@hit.bme.hu` címre küldd, március 16. 12:00-ig. A feladattal kapcsolatos kérdésekkel keress bátran a fenti címen.

Jó munkát és sok sikert a feladatok megoldásához!