

## SYNTHCHALLENGE 2022 – semestrální práce SYN

Matouš Vobr

30.12.2022

### 1) Škoda Auto – zvuk motoru k videu ze simulátoru

Zvuk motoru jsem dělal pomocí granulační syntézy za použití vokodéru. K syntéze jsem použil vektory RPM (pro změnu frekvence signálu) a SPEED (pro vytvoření výsledné obálky syntetického signálu k motoru), tyto vektory jsem upravil do potřebných délek, rpm jsem průměroval přes 25 vzorků a oba vektory jsem také filtroval průměrujícím filtrem.

Následně jsem si našel vhodný zdarma dostupný reálný signál motoru (co nejvíce s konstantní frekvencí) [1]. Poté jsme tento signál nasegmentoval na zrna délky 500 ms a uložil si je do matice/banky (bez obálky).

Poté jsem tato zrna z banky náhodně vybíral a upravoval je vokodérem [2] pomocí příslušné pozice na vektoru RPM podle času (RPM jsem přeškáloval do intervalu  $\langle -12; 8 \rangle$  a tím odpovídal parametru SP vokodéru, který určuje zvyšování (kladné SP)/snižování (záporné SP) o část oktávy (změna frekvence zrna pomocí převzorkování)). Vracené zrno vokodérem jsem zkrátil o 300 ms od konce na 200 ms (kvůli prodlužování/zkracování signálu). Tato zrna jsem s 50 % překryvem vkládal na příslušná místa do vytvořeného vektoru syntetického zvuku podle času.

Získaný syntetický signál jsem přenásobil vektorem SPEED, který jsem interpoloval do potřebného množství hodnot (stejně jako syntetický signál), filtroval jej průměrujícím filtrem a přeškáloval jej do intervalu  $\langle 0.5; 1 \rangle$  jakožto amplitudovou obálku syntetického signálu.

*Pozn.:*

*Zkoušel jsem také předtím provést granulační syntézu bez použití vokodéru, ale výsledek měl často velmi slyšitelný aliasing (nejvýraznější u rychlých přechodů na vyšším RPM a při konstantním RPM vyšších hodnot). Také jsem zkoušel vytvořit banku zrn z cirkulárně zrychlujícího zvuku motoru, abych nemusel upravovat vzorkovací frekvenci zrn (pro získání nižší/vyšší frekvence), ale výsledek také nebyl příliš hezký. Výsledky z těchto pokusů jsem přidal do složky „neurceno\_k\_hodnoceni“ pro zajímavost, jak název složky napovídá tyto výsledky nejsou určeny k hodnocení.*

*Výsledek mé syntézy popsané výše je „vobrmatous\_synteza\_motoru.m4a“.*

Odkazy a zdroje:

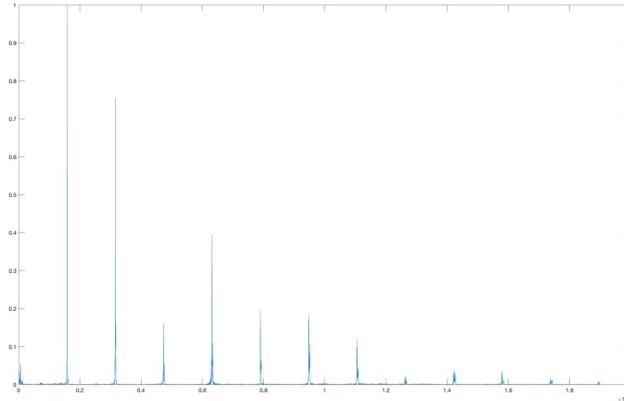
[1] [https://www.videvo.net/search/engine-6000/clip\\_type/royalty-free-sound-effects/](https://www.videvo.net/search/engine-6000/clip_type/royalty-free-sound-effects/)

[2] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN04.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN04.pdf)

## 2) Barcarolle

### a. Housle (kanál 1, nástroj č. 49)

Housle jsem vytvořil podle přednášky č. 9 předmětu SYN – tvarovací syntéza – Čebyševovy polynomy [1]. Stáhnul jsem si zdarma dostupnou nahrávku houslí jediného tónu „356181\_\_mtg\_\_violin-d5.wav“ z [3], zobrazil si normalizované amplitudové spektrum tohoto signálu, ze kterého jsem pak odečetl váhy  $w$  11 harmonických složek (tyto váhy odpovídají „důležitostem“ jednotlivých harmonických složek), které pak odpovídaly násobkům 11 Čebyševovým polynomům.



Obrázek 1: Normalizované amplitudové spektrum reálných houslí s 11 harmonickými složkami

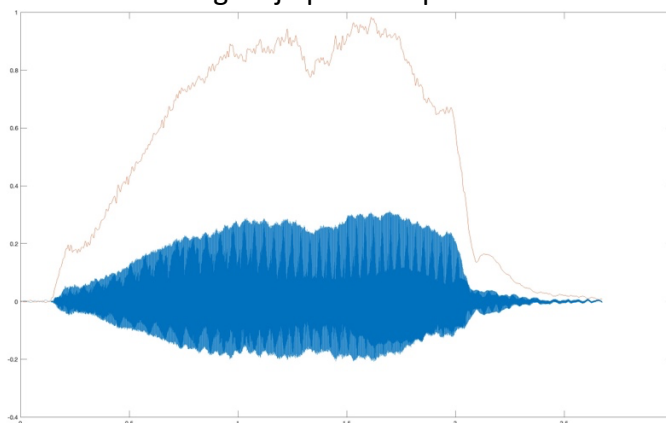
$$w = [1 \ 0.76 \ 0.16 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.2 \ 0.12 \ 0.02 \ 0.04 \ 0.04 \ 0.02];$$

Tím jsem získal funkci:

$$y = 20.48*x.^{11} + 20.48*x.^{10} - 46.08*x.^9 - 48.64*x.^8 + 40.96*x.^7 + 46.08*x.^6 - 17.6*x.^5 - 19.2*x.^4 + 2.96*x.^3 + 3.28*x.^2 + 0.82*x - 0.58,$$

která pak odpovídá modelu syntetických houslí.

Ze signálu „356181\_\_mtg\_\_violin-d5.wav“ jsem následně extrahoval obálku, kterou jsou uložil jako „env\_housle.mat“. Tato obálka je pak interpolována do potřebných rozměrů syntetického signálu houslí a tento signál je pak interpolovanou obálkou přenásoben.



Obrázek 2: Signál reálných houslí (modře), normalizovaná amplitudová obálka ze signálu houslí (oranžově)

Poté jsem na získaný syntetický signál aplikoval efekt vibrata [2], abych napodobil typický rezonující efekt u smyčcových nástrojů. Nakonec jsem ještě na signál aplikoval efekt chorus [2], abych simuloval vícero houslí.

Soubory:

- my\_housle.m – syntéza houslí modelem Čebyševových polynomů
- my\_vibrato.m – efekt vibrata (rezonanční efekt smyčcových nástrojů)
- my\_chorus.m – efekt chorus (soubor stejných nástrojů)

*Pozn.: Experimentoval jsem také například s použitím vícero polynomů (harmonických) s počtem až 25, ale výsledek nebyl nikdy lepší než 11 polynomů, někdy jsem měl dokonce pocit, že je výsledek horší na poslouchání než těch 11. Také jsem zkoušel klasickou aditivní syntézu (i s použitím vibrata), ale nepovedlo se mi získat výsledek, se kterým bych byl dostatečně spokojený, proto jsem použil zmíněných 11 Čebyševových polynomů.*

*V souboru „cebysev\_housle\_cello.m“ je ukázán postup, jak jsem získal model a obálku houslí. Tento skript je i mírně popsán, sám však nic nedělá a slouží tedy pouze jako ilustrace postupu.*

Odkazy a zdroje:

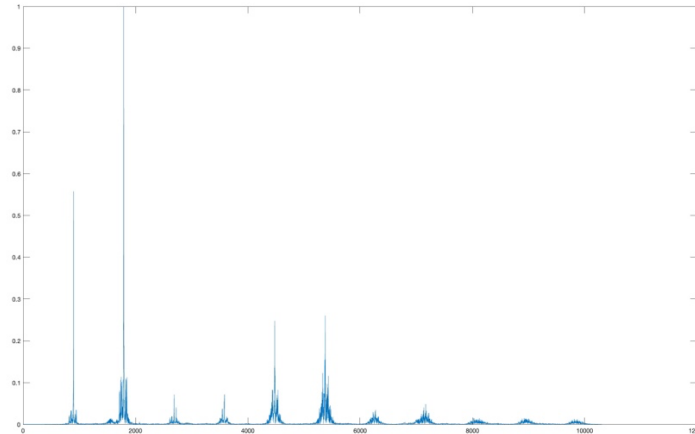
[1] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN09.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN09.pdf)

[2] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN10.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN10.pdf)

[3] <https://freesound.org/people/MTG/sounds/356181/>

### b. Cello (kanál 4, nástroj č. 49)

Cello jsem vytvořil stejným způsobem jako housle, tedy pomocí Čebyševových polynomů [1]. Skutečný zdarma dostupný zvuk cello „G#\_LFCelloTAPe\_SP\_01\_376.wav“ jsem získal ze [3].

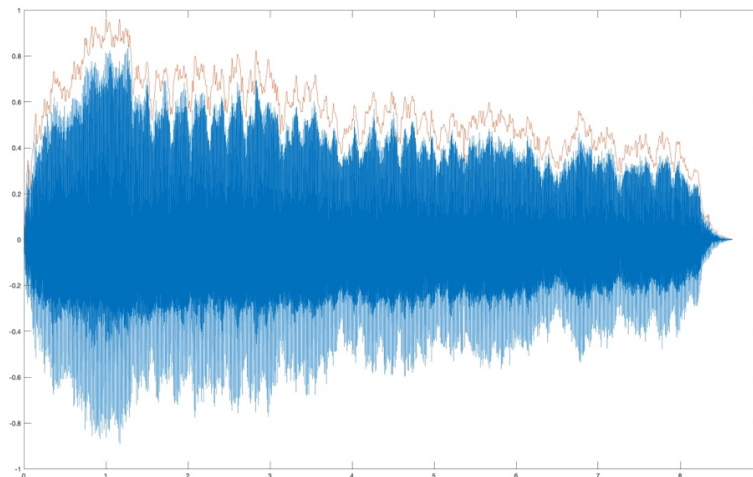


Obrázek 3: Normalizované amplitudové spektrum reálného cello s 11 harmonickými složkami

$w = [0.558 \ 1 \ 0.071 \ 0.072 \ 0.248 \ 0.26 \ 0.035 \ 0.049 \ 0.015 \ 0.014 \ 0.013];$

$y = 13.31*x.^{11} + 7.168*x.^{10} - 32.77*x.^9 - 11.65*x.^8 + 30.21*x.^7 + 11.46*x.^6 - 9.488*x.^5 - 9.664*x.^4 - 1.656*x.^3 + 5.236*x.^2 + 1.332*x - 1.153$

Z tohoto signálu jsem opět extrahoval obálku, kterou jsem uložil jako „env\_cello.mat“. Tato obálka je opět interpolována do potřebných rozměrů a syntetický zvuk cello je jím přenásoben.



Obrázek 4: Signál reálného cello (modře), normalizovaná amplitudová obálka ze signálu cello (oranžově)

Opět je aplikován efekt vibrata [2], protože se opět jedná o smyčcový nástroj a poté efekt chorus [2], abych získal napodobení smyčcového souboru.

Soubory:

- my\_cello.m – syntéza cello modelem Čebyševových polynomů
- my\_vibrato.m – efekt vibrata (rezonanční efekt smyčcových nástrojů)
- my\_chorus.m – efekt chorus (soubor stejných nástrojů)

*Pozn.: Stejně jako u houslí jsem i zde experimentoval s například použitím vícero polynomů (harmonických) s počtem až 25, ale výsledek také nikdy nebyl lepší než 11 polynomů. Také jsem*

zkoušel klasickou aditivní syntézu (i s použitím vibrata), ale nepovedlo se mi získat výsledek, se kterým bych byl dostatečně spokojený, proto jsem použil zmíněných 11 Čebyševových polynomů.

V souboru „cebysev\_housle\_cello.m“ je ukázán postup, jak jsem získal model a obálku cella. Tento skript je i mírně popsán, sám však nic nedělá a slouží tedy pouze jako ilustrace postupu.

Odkazy a zdroje:

[1] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN09.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN09.pdf)

[2] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN10.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN10.pdf)

[3] <https://www.noiiz.com/sounds/instruments/49>

### c. Klavír (kanál 7, nástroj č. 1)

Klavír jsem vytvořil pomocí upraveného Karplus-Strongova algoritmu s impulzní odezvou klavíru „IR.wav“ podle [1]. Zde je upravený K-S algoritmus obohacen o konvoluci výsledku s impulzní odezvou klavíru. Je navržena obálka, která je konvoluována s IR klavíru a výsledek konvoluce je filtrován K-S algoritmem.

Soubory:

- my\_klavir – model klavíru metodou upraveného K-S algoritmu s IR klavíru

*Pozn.: Tento postup je prakticky převzatý podle 11. cvičení předmětu SYN [1], protože ze všech způsobů vytvoření syntetického zvuku klavíru, které jsem zkoušel, zněl podle mě nejlépe. Také jsem zkoušel Čebyševovy polynomy a výsledek nezněl úplně neposlouchatelně, ale vzhledem ke krátkým tónům v Barcarolle mi připadal více jako zvuk klavíru z období renesance. Nakonec jsem zkoušel vytvořit klavír klasickou aditivní syntézou, ale to nebylo moc dobré.*

Odkazy a zdroje:

[1] [https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod\\_label/intro/SYN/SYN11.pdf](https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/361152/mod_label/intro/SYN/SYN11.pdf)