

Syntéza zvuků a hudebních nástrojů v programovém prostředí MATLAB

Tomáš Bubeníček, Synth Challenge 2018

31. prosince 2018

1 Úvod

Tato semestrální práce se zabývá syntézou nástrojů pro předmět SYN na ČVUT FEL v Praze a pro soutěž Synth Challenge 2018. Výstupem je syntéza skladby „Vjezd gladiátorů“ od českého skladatele Julia Fučíka, ukázka jednotlivých syntetizovaných nástrojů na durové stupnici a volná tvorba – skladba „Endless stairs“ z videohry Super Mario 64, která ukazuje zvukovou iluzi podobnou efektu Shepardova tónu [1].

2 Zadání

- a) Syntéza hudebních nástrojů v jedné z následujících skladeb s využitím MIDI souborů:
1. Julius Fučík „Vjezd gladiátorů“. V příloženém MIDI souboru gladiators.mid je použito smyčcových souborů, žesťových dechových nástrojů (žesťové sekce, trubka, pozoun a tuba), dřevěných nástrojů (příčná flétna a klarinet) a bicích nástrojů (tympány, zvonkohra, kopač, virbl, kotel a crash činel).
 2. Jim Parker ústřední melodie ze seriálu „Vraždy v Midsomeru“, s využitím MIDI souboru midsomer.mid, ve kterém je použito pět nástrojů (píšťalka, piano, basklarinet, violoncello a kontrabas). V originální skladbě je místo píšťalky jako hlavní nástroj použit elektronický nástroj Theremin.
- b) Tři oktávy durové hudební stupnice, ve které se vystřídají vytvořené hudební nástroje, případně následované zvuky perkusí.
- c) Libovolná vlastní realizace audio syntézy v MATLABu (možnost i nehudebních zvuků). Ve volné skladbě lze vytvářet libovolné zvuky, včetně syntézy čistě syntetických nástrojů (např. Theremin, Hammondovy varhany, zvuky FM syntezátorů, ...) a každodenní zvuky.

Ke zvýraznění skladeb lze použít různé efekty jako reverb, echo, chorus, stereo, a další.

3 Implementace

3.1 Nástroje

Nejprve byla vytvořena krátká analýza potřebných nástrojů pro vytvoření skladby „Vjezd gladiátorů“. Bylo určeno, že pro skladbu je třeba syntetizovat šest nástrojů dechových, jeden strunný a devět nástrojů bicích. Výsledné rozdělení najde čtenář v tomto seznamu:

- Dechové nástroje:
 - trumpeta,
 - trombón,
 - tuba,
 - žestová sekce,
 - klarinet,
 - flétna.
- Strunné nástroje:
 - smyčcová sekce.
- Bicí nástroje
 - xylofon,
 - tympány
 - kopák,
 - tom tom,
 - dva různé virbly,
 - tři různé činely.

3.2 Syntéza vybraných nástrojů

V této sekci bude krátce popsán postup, kterým bylo dosaženo zvuků vybraných nástrojů. Dechové nástroje žestové (trumpeta, trombón, tuba a žestová sekce), jsou tvořeny syntézou s pomocí frekvenční modulace (FM syntéza) – hlavnímu (nosnému) signálu je upravována frekvence podle druhého (modulačního) signálu. Různé nástroje jsou poté získány upravováním hodnoty frekvence modulačního signálu a indexu modulace. Obálka žestových nástrojů je vytvořena s prudkým nástupem, po kterém se hlasitost nástroje poněkud sníží.

Flétna je tvořena pomocí aditivní syntézy, kde se v potaz berou pouze liché harmonické frekvence. Klarinet a smyčcové sekce jsou generovány pomocí formantové syntézy, kde jsem se inspiroval cvičeními z předmětu SYN [2].

Bicí nástroje jsem rozdělil na dvě podkategorie – nástroje, které mohou mít ovlivněný tón (xylofon, tympány) a nástroje ostatní. Nástroje s tónem a tom tom jsou tvořeny pomocí FM syntézy, kopák aditivní syntézou a činely jsou tvořeny různě filtrovaným šumem. Za zmínku stojí také implementace virblů, které využívají upravený karpus-strongův algoritmus fyzikálního modelování strun, který je popsán na [3].

3.3 Durová stupnice

Durová stupnice byla generována pomocí tohoto kódu:

```
noty = [261.63 293.66 329.63 349.23 392.00 440.00 493.88 ...
        523.25 587.33 659.25 698.46 783.99 880.00 987.77 ...
        1046.50 1174.66 1318.51 1396.91 1567.98 1760.00 1975.53 2093];
type = [48 48 10 10 10 72 72 ...
        49 49 49 57 57 58 58 58 ...
        59 59 59 74 74 62 62];
cur = 0;
y = [];
for n = 1 : length(noty)
    x = synth(noty(n), dur, amp, Fs, type(n));
    y = [y x];
end
```

3.4 Volná tvorba

Pro skladbu vytvořenou ve volné tvorbě byla vybrána skladba z hudebního doprovodu videohry Super Mario 64, kde hrad, ve kterém se hra odehrává obsahuje „nekonečné schodiště“. Jako hudební doprovod pro tuto místnost složil skladatel Koji Kondo skladbu „Endless stairs“, která toto nekonečné schodiště zvukově napodobuje pomocí iluze shepardova tónu. Místo samotného tónu je však tato iluze získána hraním na vibrafon. Tento nástroj bylo tedy nutno pro tuto skladbu vytvořit – pro tvorbu vibrafonu byl upraven syntetizátor xylofonu, kterému byly upraveny parametry a byla přidána impulzní charakteristika úzkého hrbolatého prostoru, která byla získána z [4]. Zdrojový midi soubor pro tuto skladbu není oficiálně dostupný, proto byla zvolena fanoušky vytvořená verze, kterou lze najít na [5]. Tento MIDI soubor byl převeden do formátu typu 0 a zkrácen na jednu minutu.

4 Závěr

Syntézou skladby „Vjezd gladiátorů“, durové stupnice a volné tvorby bylo dokončeno zadání soutěže. Pro mě se osobně jednalo o první projekt psaný v jazyce Matlab a zároveň i o mé první setkání s syntézou a generováním jiného než grafického signálu. I proto si myslím, že by samotný výsledek mohl být podstatně lepší.

Reference

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Shepard_tone
- [2] <http://sami.fel.cvut.cz/syn/>
- [3] <https://ccrma.stanford.edu/~sdill/220A-project/drums.html#ks>
- [4] <https://www.voxengo.com/impulses/>
- [5] <https://www.khinsider.com/midi/n64/super-mario-64>