

## Synth Challenge 2017

### Zadání:

- 1) Syntéza nástrojů a nehudebních zvuků ve skladbě:  
Paul McCartney a John Lennon "Yellow Submarine" s využitím MIDI souboru Submarine.mid.
- 2) Tři oktávy durové hudební stupnice, ve které se vystřídají vytvořené hudební nástroje následované použitými nehudebními zvuky.
- 3) Libovolná vlastní realizace audio syntézy v MATLABu (možnost i nehudebních zvuků).

### Řešení:

- 1) Pro každý nástroj či nehudební zvuk ze skladby „Yellow Submarine“ byla vytvořena vlastní funkce. Tyto funkce mají několik vstupních parametrů, které se liší nástroj od nástroje. Těmito parametry jsou frekvence, doba trvání, amplituda a vzorkovací frekvence. Vzorkovací frekvence a amplituda jsou potřeba u všech funkcí, ale například doba a frekvence nejsou využity zejména u bicích nástrojů. Všechny funkce mají jeden výstupní parametr, kterým je vektor obsahující vygenerovaný zvukový signál. Všechny tyto funkce jsou volány z funkce *synth.m* v závislosti na vstupních parametrech *channel*, *synthtype* a *note* (u bicích).

Každá funkce obsahuje několik nezbytných součástí. První z nich je vygenerování časové posloupnosti v závislosti na vzorkovací frekvenci a době trvání. Druhou z nich je vlastní syntéza. Ve třetím kroku je vytvořena obálka signálu, která je nezbytná jednak z důvodu tvarování signálu ke tvaru a zvuku reálného nástroje. Obálka je také nezbytná k eliminaci „praskání“ ve výsledném souboru. Praskání vzniká v případě náhlých skoků v signálu. Typicky vzniká v případě, že první nebo poslední hodnota signálu je nenulová. Posledním krokem je normalizace signálu a jeho vynásobení pomocí vstupního parametru – amplitudy.

MIDI soubor Submarine.mid obsahuje celkem 23 nástrojů a nehudebních zvuků. Seznam těchto nástrojů s ID dle tabulky MIDI\_instrument\_table.pdf, popis syntéz a funkcí je v tabulce 1 (standardní nástroje) a 2 (bicí nástroje). Hlavní nástroj byl nahrazen xylofonem vytvořeným pomocí aditivní syntézy.

| ID  | Nástroj               | Syntéza                   | Funkce            |
|-----|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 12  | Vibraphone            | Aditivní                  | vibrafon_xylo_f.m |
| 25  | Acoustic Nylon Guitar | Aditivní                  | kytara_nylon_f.m  |
| 26  | Acoustic Steel Guitar | Aditivní + Karplus-Strong | kytara_f.m        |
| 33  | Acoustic Bass         | Čebyševovy polynomy       | basa_f.m          |
| 53  | Choir „Aah“           | Modulační                 | hlas_f.m          |
| 57  | Trumpet               | Modulační                 | trubka_f.m        |
| 58  | Trombone              | Modulační                 | trombon_f.m       |
| 59  | Tuba                  | Modulační                 | tuba_f.m          |
| 74  | Flute                 | Aditivní                  | fletna_f.m        |
| 123 | Seashore              | Šum s obálkou + filtrace  | priboj_f.m        |

Tabulka 1: Seznam nástrojů, typů syntéz a názvu funkcí

| ID | Nástroj           | Syntéza                  | Funkce            |
|----|-------------------|--------------------------|-------------------|
| 35 | Bass Drum 2       | Modulační                | kopak_f.m         |
| 40 | Snare Drum 2      | Šum s obálkou + filtrace | virbl_f.m         |
| 42 | Closed Hi-hat     | Šum s obálkou + filtrace | hi_hat_closed_f.m |
| 46 | Open Hi-hat       | Šum s obálkou + filtrace | hi_hat_open_f.m   |
| 47 | Mid Tom 1         | Modulační                | tom_f.m           |
| 49 | Crash Cymbal 1    | Aditivní                 | crash_1_f.m       |
| 54 | Tambourine        | Šum s obálkou + filtrace | tambourine_f.m    |
| 57 | Crash Cymbal 2    | Aditivní                 | crash_2_f.m       |
| 60 | High Bongo        | Pouze sinus s obálkou    | bongo_f.m         |
| 67 | High Agogo        | Aditivní                 | agogo_f.m         |
| 83 | Jingle Bell (GM2) | Aditivní                 | jbell_f.m         |
| 84 | Belltree (GM2)    | Aditivní                 | belltree_f.m      |
| 87 | Open Surdo (GM2)  | Modulační                | surdo_f.m         |

Tabulka 2: Seznam nástrojů, typů syntéz a názvu funkcí

- 2) Řešení druhého úkolu se skládá z vygenerování tří oktáv durové stupnice, volání funkcí pro syntézu nástrojů, vložení zvuků do jednoho vektoru, jeho normalizace a export do formátu m4a. Vektor stupnice obsahuje frekvence jednotlivých tónů [1]. Hodnoty tohoto vektoru poté slouží jako vstupní parametr pro volané funkce. Ostatní parametry byly zadány a jsou pro všechny nástroje stejné. Doba trvání byla nastavena na jednu sekundu, amplituda na maximum (1) a vzorkovací frekvence na 48kHz. Výstupní vektor se skládá ze všech použitých nástrojů. Prvních 21 prvků jsou nástroje vytvořené pomocí funkcí, které mají frekvenci jako vstupní parametr. Tyto prvky vytváří tři oktávy durové stupnice. Následují perkusní nástroje a nehudební zvuky, které mají konstantní frekvenci nebo jsou generovány pomocí šumu.
- 3) Mou volbou pro třetí úkol bylo vygenerování znělky z filmu Ghostbusters. Byl k tomu využit MIDI soubor Ghost\_0.mid [3]. Některé nástroje byly převzaty z prvního úkolu. Oproti prvnímu úkolu tato skladba obsahovala více perkusí. Byly vytvořeny jiné přechodové bubny a činely. Naopak bylo využito méně klasických nástrojů. Například kytary nebyly využity.

Veškerá syntéza MIDI se provádí ze skriptu main.m. Pro třetí úkol byly upraveny funkce synthchallenge.m, midi2synth.m a synth.m tak, aby pracovaly se správnými nástroji. Tyto funkce jsou označeny „\_my“ v jejich názvu. Syntéza stupnice se provádí ze skriptu stupnice.m.

## Závěr

Cílem mé práce bylo vytvořit algoritmy pro syntézu zvuků v prostředí Matlab a aplikovat je spolu s MIDI soubory a MIDI toolboxem pro generování souvislých hudebních i nehuděbních děl.

Byly vytvořeny algoritmy pro syntézu 25 nástrojů. Při jejich tvorbě bylo využito jednak znalostí z předmětů SMS a SYN [2], ale také internetu. Algoritmy byly implementovány do MIDI toolboxu dodaného se zadáním Synth Challenge. Výstupem těchto funkcí a skriptů jsou tři soubory typu m4a. První z nich je skladba „Yellow Submarine“, druhým jsou tři oktávy durové stupnice, generované všemi vytvořenými algoritmy, následované perkusními nástroji a nehuděbními zvuky. Třetím souborem je znělka z filmu Ghostbusters, ve které jsou použity vlastní generované hudební nástroje.

## Zdroje

- [1] <https://pages.mtu.edu/~suits/notefreqs.html>
- [2] <http://sami.feld.cvut.cz/syn/>
- [3] [www.midiworld.com/files/](http://www.midiworld.com/files/)
- [4] <https://www.mathworks.com/help/matlab/>