

Übung zur musikalischen Akustik 1: Der Karplus-Strong Algorithmus

Letzter Abgabetermin: 10.05.2017

Allgemeine Hinweise:

Die Bearbeitung der Aufgaben findet in Gruppen von je drei Student*innen statt. Achten Sie bei allen Abbildungen auf korrekte Achsenbeschriftungen. Abzugeben sind die Matlab Skripte sowie eine schriftliche Ausarbeitung, in der sämtliche Abbildungen und Ergebnisse enthalten sind.

Henrik von Coler: voncoler@tu-berlin.de

Hinweise zum Matlab-Code:

- Stellen Sie die Ausführbarkeit der Skripte sicher.
- Die Skripte sind mit Kommentaren zu versehen, sodass jeder Schritt nachvollziehbar ist.
- Erstellen Sie Funktionen, wo dies sinnvoll ist.

Karplus-Strong

Das Karplus-Strong Modell [1] ist eine Erweiterung der Wavetable Synthese [2] und kann – je nach Auffassung – als erster Vertreter oder als Vorläufer des Physical Modeling bezeichnet werden [3]. Der Algorithmus basiert auf einem Wavetable, welches während des Durchlaufens modifiziert wird, wie in Abb. 1 dargestellt. Er eignet sich für die Synthese von Saiten- und Schlaginstrumenten.

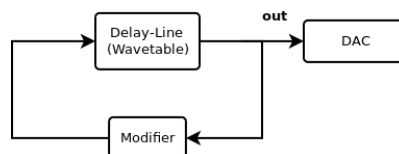


Abbildung 1: Karplus-Strong Prinzip [1]

1 Wavetable ohne Modifier

Zunächst wird ein Wavetable ohne Modifier zur Erzeugung statischer Klänge implementiert, dargestellt in Abb. 2.

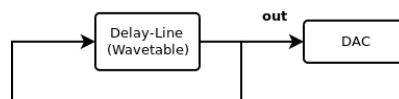


Abbildung 2: Einfaches Wavetable ohne Modifier [1]

'White Tone from White Noise'

Durch ständiges, nahtloses Wiederholen derselben Zufallssequenz lassen sich obertonreiche harmonische Spektren erzeugen [4], sogenannte *White Tones*. Die Grundfrequenz des dadurch erzeugten Klanges ergibt sich aus der Samplingfrequenz f_s und der Länge N des Wavetables.

- a) Erzeugen Sie ein Wavetable, welches bei einer Samplingfrequenz von $f_s = 44.1 \text{ kHz}$ ein Signal mit einer Grundfrequenz von $f_0 = 100 \text{ Hz}$ ergibt. Geben Sie die Formel für die Berechnung der Länge des Wavetables an.
- b) Erzeugen Sie drei wav files `y_1.wav`, `y_2.wav`, `y_3.wav` von 3 Sekunden Länge, indem Sie das Wavetable mit drei individuellen Zufallsignalen (jeweils mittelwertfreies Rauschen) und den Ausgang berechnen.
- c) Stellen Sie die Spektren der drei erzeugten Signale in separaten Grafiken dar und erläutern Sie diese. Wählen Sie dafür einen sinnvollen Ausschnitt der Spektren.

2 Wavetable mit Modifier

Während des Durchlaufens des Wavetables wird dieses nun, wie in Abb 3 zu sehen, durch ein Filter und einen Abschwächer modifiziert.

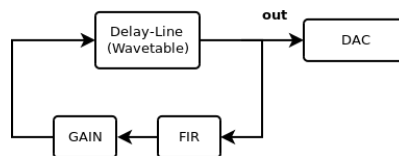


Abbildung 3: Wavetable mit Filter und Abschwächer [1]

- a) Verwenden Sie einen gleitenden Mittelwert aus zwei Samples als Filter, normieren Sie dieses, und wählen Sie das Gain so, dass eine plausible Abklingzeit entsteht.
- b) Erzeugen Sie drei wav Files `y_4.wav`, `y_5.wav`, `y_6.wav` mit denselben Paramtern, angeregt durch individuelle mittelwertfreie Folgen von Rauschen. Erläutern Sie den Höreindruck im Vergleich. Stellen Sie die Wellenform des gesamten Ausgangssignals für eine Version dar und gehen Sie darauf ein.
- c) Stellen Sie den Zustand des Wavetables zu drei Zeitpunkten in separaten Grafiken dar und erläutern Sie diese.
- d) Wählen Sie alternative Filter höherer Ordnung und erläutern Sie Ihre Wahl. Geben Sie die Formel der Filter an und erzeugen Sie drei Versionen `y_7.wav`, `y_8.wav`, `y_9.wav` mit unterschiedlicher Wahl der Parameter.
- e) Programmieren Sie eine animierte Grafik des Wavetables während eines Abklingvorganges.

Literatur

- [1] K. Karplus und A. Strong, "Digital synthesis of plucked-string and drum timbres", *Computer Music Journal*, Bd. 7, Nr. 2, S. 43–55, 1983.
- [2] U. Andresen, "A new way in sound synthesis", in *Audio Engineering Society Convention 62*, Audio Engineering Society, 1979.
- [3] J. O. Smith, "Viewpoints on the history of digital synthesis", in *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1991, S. 1–10.
- [4] R. M. Warren und J. A. Bashford, "Production of white tone from white noise and voiced speech from whisper", *Bulletin of the Psychonomic Society*, Bd. 11, Nr. 5, S. 327–329, 1978.