

## Een cybermuzikant, een strijkstok en een snaar.

### de gestreken snaar

Misschien heb je het wel eens geprobeerd. Dan weet je dat dat nog niet zo meeviel, er een mooie toon uit te krijgen zonder piepen of krassen. In feite is zo'n aangestreden snaar een interactief gebeuren tussen strijkstok en snaar.

Voorwaarde één is: de haren van de strijkstok van voldoende hars voorzien. Doe je dat niet, dan glijdt 'ie over de snaren. Dat levert dan wel wat ruis op, maar dat was niet de bedoeling.

Nou, met hars dan. Zet je nu de strijkbeweging in dan zorgt de hars ervoor dat de snaar plakt aan de strijkstok. Zo trek je de snaar uit z'n rustpunt. Dat gaat uiteraard niet onbeperkt door. Op een gegeven moment overwint de tegenkracht in de snaar, die terug wil naar z'n rustpositie, de plakkracht van het hars. De snaar springt nu terug naar z'n rustpositie.

Dan begint de cyclus opnieuw. Dat wil zeggen, als je op de juiste manier strijkt tenminste: juiste druk in combinatie met strijksnelheid. Er ontstaat dan de interactie die we willen. Het uit het lood trekken van de saar en het terug springen loopt nu mooi in de pas met de laagste eigenresonantie-periodiciteit, de grondtoon.

Door tijdens het strijken de snaar met bijvoorbeeld een vinger licht aan te raken op afstanden die een geheel deeltal vormen van de totale trillende snaarlengte kunnen die snaar ook laten trillen met periodiciteiten die gehele veelvouden zijn van de grondtoon. Bingo: de harmonische boventoonreeks. Dit soort tonen worden in muziekjargon flageoletten genoemd.

We kunnen van de bovenstaande procesbeschrijving een abstractie maken. We zien dan weer een systeem dat in principe uit twee onderdelen bestaat: een driver oscillator (de strijkstok) en de harmonische resonator (de snaar). Deze twee onderdelen vormen onder de juiste bespelingscondities

een zogenoemd zelfoscillerend systeem, dat ook wel wordt omschreven als gedwongen oscillatie.

### **klankbepalende kenmerken**

De strijkbeweging, de eigenlijke aandrijvende kracht van het systeem, levert kenmerkende eigenschappen op m.b.t. het klinkende resultaat. Als je hele lange tonen wilt spelen kan dat alléén maar door langzaam te strijken, anders kom je strijkstoklengte te kort. Dit heeft gevolgen voor de snaaruitslag, de amplitude van de trilling. Die zal zodoende kleiner zijn dan bij snel strijken.

Heel langzaam gespeelde tonen klinken dus zachter. Dit is maar deels te compenseren door de strijkdruk op te voeren. Er ontstaan zo modaliteiten in de klank die direct zijn gerelateerd aan deze aandrijvende kracht van de manier van strijken.

Dat is een gegeven dat deels voor de klankidentiteit van het strijkinstrument zorgt. Ook als je denkt dat je perfect kan strijken is de beweging van strijkstok en snaar niet een precieze zaagtandvorm. Doordat er fluctuaties optreden in strijkdruk en –snelheid, alsook verschillen in hoeveelheid hars dat over de haren is aangebracht ontstaan er kleine afwijkingen van de exacte regelmaat, die zich uiten in een goed waarneembaar ruisachtig karakter.

### **de uitbreiding van het S&H-PLL-model**

In het aanvankelijke PLL-model met als basis een sample and hold werd de slave oscillator (de driver oscillator) gelockt, vergrendeld aan de periodiciteit van een master oscillator. Met als gevolg dat het slaafje, gehoorzaam aan de meester, alléén maar kon trillen op gehele veelvouden van z'n meestersfrequentie: de harmonische boventoonreeks, of in blazerstermen, de natuurtonenreeks.

De karakteristieke overgangen van de ene naar de andere harmonische leverde al opmerkelijke klinkende gelijkenis op met een echt brass instrument. Echter, heb je ooit zelf eens op een trompet, trombone of een dergelijk instrument de natuurtonenserie geblazen, dan zul je ook ontdekt hebben dat het toch niet precies hetzelfde klonk. Hoe komt dat?

Wel, we kunnen zo'n koperen blaasinstrument opvatten als het inmiddels bekende S&H-PLL model. Alléén, met dit onderscheid: de referentieperiodiciteit wordt in het PLL-model gevormd door het signaal van de master oscillator. Het woord zelf zegt het al hij oscilleert, trilt. Dat betekent dat de damping gelijk is aan nul, of anders gezegd dat de resonantie-waarde 1 bedraagt.

In the real thing echter wordt de referentie-periodiciteit gevormd door de Resonator, de effectieve buislengte van het instrument. De resonantie-waarde hiervan is per definitie kleiner dan één. In dit geval kan dus een inkomend signaal dat niet exact dezelfde frequentie heeft als één van de resonantiefrequenties van der resonator toch nog deels worden doorgelaten, zij het verzwakt.

Als je dus op een echte trompet de derde harmonische blaast, kan je de toonhoogte nog een beetje variëren voordat je naar een volgende boventoon gaat.

Daarom nu gaan we het PLL-model uitbreiden met een resonator, die inplaats komt van de master oscillator. De flow chart van het systeem ziet er nu als volgt uit:

de output van de driver oscillator gaat zowel naar de input van de resonator als naar de audio input van de S&H. De output van de resonator is aangesloten op de bemonsteringsinput van de S&H. Dat kan heel mooi doordat de sample commando's werken op de nuldoorgangen van aangesloten signaal. De S&H output wordt geïnverteerd, met -1 vermenigvuldigd en teruggestuurd naar de FM Lin input van de driver (slave) oscillator. Daarmee is het interactieve systeem rond

Let op! Vergeet niet het texpad te openen in de G2 patch. Beluister alle acht variations en tweak vervolgens je eigen versies.

Ernst Bonis

Dit artikel werd eerder gepubliceerd in Interface 93 november 2005.

links:

[www.phys.unsw.edu.au/music/violin/](http://www.phys.unsw.edu.au/music/violin/)  
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>  
[www.xs4all.nl/~rhordijk/G2Pages/](http://www.xs4all.nl/~rhordijk/G2Pages/)

I