

# Geluid volgens Dennis Gabor

## Fourier en de eeuwigheid

Sinds Fourier en von Helmholtz is het welhaast een vanzelfsprekendheid geworden: geluid is een optelsom van sinussen met allemaal hun eigen frequentie, amplitude en fase: een analoog eeuwigdurend continuüm. Echter, geluiden, klanken duren niet eeuwig...

## wij en de eindigheid

En dat geldt niet alleen voor klanken. Ik sta er nu weer eens extra bij stil omdat *synthworkshop* op een eind loopt: hierna nog één aflevering. Ik was er al zo aan gewend elke maand een stukje te schrijven, dat ik haast onbewust 1SW/mnd als de herhalingsfrequentie beschouwde. Jawel: in het Fouriermodel. Maar de eeuwigheid bestaat hier niet. Dus ook de perioden van *synthworkshop* zijn... eindig.

## even scherpslijpen

Maar, terug naar Fourier en even scherpslijpen: wiskundig hebben sinussen geen begin en eind. Ze bestaan dus alleen op papier en in de hemel waar alles eeuwig is. Fourier had het over *periodieke* trillingen. Dat zijn trillingsvormen die zich alsmaar herhalen en waarvan elke periode een exacte kopie is van voorgaande en nog komende perioden. Lang durende niet veranderende klanken laten zich nog het best volgens het eeuwigheidsmodel van Fourier beschrijven.

Hoe korter de klanken hoe lastiger dat wordt. Stel je voor je hoort één click. Je hebt nu wat hersengymnastiek nodig om dit klankje volgens het Fouriermodel te beschrijven: je doet net of het betreffende clickje een periodiek signaal is, net alsof het clickje zich elke seconde exact herhaalt. Zo, nu hebben we de eeuwigheid in huis gehaald, en nog wel zonder Onze-Lieve-Heer erbij nodig te hebben gehad. Ons klankje heeft nu per definitie een herhalingsfrequentie, een periodiciteit, van één trillingsperiode per seconde.

Dan is het in één keer eenvoudig volgens de Fourieranalyse. Ons click-geluidje is een optelsom van sinussen die zich in frequentie verhouden als de rij der natuurlijke getallen: 1, 2, 3, ... met elk een eigen amplitude- en fasewaarde. Leuke

hersengymnastiekoefening, maar voor de synthesepraktijk schiet het niet op. Zie je het al gebeuren: we gaan dit clickje nabouwen volgens het additieve synthesesmodel afgeleid van Fourier. We hebben nu tig veel sinusoscillatoren nodig: de laagste met een frequentie van 1 Hz, vervolgens eentje van 2 Hz, en zo nog een hele lange rij te gaan. Die allemaal samen synchroon in een mixer en dan: één keer per sonde een click. Nee, dat schiet niet op, dat is het kind met het bedwater wegspoelen.

### **klank als een aaneenschakeling van microsounds**

Reden te meer om nog eens stil te staan bij een klankmodel dat uitgaat van de eindigheid. Klank opgebouwd uit eindige microklankjes, aaneengesnoerd tot één geluid. Zo als een molecule: opgebouwd uit atomen. Eerder een deeltjesmodel, dan een golfmodel.

Ik bedoel nu de theorie van Dennis Gabor uit 1946. Maar alvorens in te gaan op het analysemodel van deze latere Nobelprijswinnaar voor natuurkunde (1971) voor de uitvinding van de holografie, eerst nog even memoreren dat onze landgenoot Isaac Bee(c)kman al in 1616 met zo'n deeltjestheorie omtrent geluid op de proppen kwam.

Hij verklaarde deze theorie aan de hand van een trillende snaar. De snaartrilling hakte de lucht in stukjes, die zich naar alle richtingen voortplantten als een soort klankpartikeltjes. Dit is nog steeds een heel mooie compacte metaforische beschrijving van synthesesmodellen die pas veel later in de twintigste eeuw realiteit worden: Pulse Forming Synthesis (Schumann, Fricke, Voigt), VOSIM (Kaegi), FOF (Xavier Rodet).

Allemaal klankmodellen gebaseerd op microklankjes die worden aaneengesmeed tot een eenheid. Wat deze drie synthesesmodellen gemeen hebben dat deze klanken worden opgebouwd uit microsounds met een herhalingsnelheid van de toonhoogte van de gewenste klank. Lage en hoge klanken kunnen zo zijn opgebouwd uit dezelfde microgeluidjes. Het verschil zit 'em in de 'rusten' tussen deze microsounds. De klankkleur van deze klanken houdt voor een belangrijk deel verband met *de trillingsvorm en duur*

van deze microsounds.

### **Dennis Gabor en z'n granulair klankmodel**

Gabor vroeg zich ook af of je geluid kon beschouwen als opgebouwd uit microsounds. Alleen dan niet uit microgeluidjes met verschillende herhalingsfrequentie afhankelijk van de toonhoogte, maar met heel korte microklankjes van uniforme tijdsduur. Gabors model was geen synthesesemodel maar een analysemodel van allereerst gesproken woord. Hij was op zoek naar datareductie i.v.m. de geringe bandbreedte van de telefonieverbindingen in de veertiger jaren. Later kreeg de componist Iannis Xenakis het werk van Gabor onder ogen en realiseerde zich dat deze theorie perspectief bood voor elektronische compositie en klankmanipulatie. Hij was dan ook de eerste die Gabors theorie in klinkende (analoge) praktijk bracht. De eerste digitale implementatie van Gabors ideeën is van Curtis Roads (1975). Een andere 'granulair'-componist van het eerste uur in het digitale domein is de Canadees Barry Truax. Op het ogenblik zijn granulaire technieken heel populair voornamelijk als klankbewerkingsmodel van samples. Malström uit Reason is bijvoorbeeld zo'n granulaire synth gecombineerd met wavetable synthese.

### **de granular parameters**

Gabors model gaat uit van microsounds, grains genaamd (zie afbeeldingen).

De parameters in het synthesesemodel zoals geïmplementeerd door Roads (1975) zijn de volgende: De herhalingfrequentie van de grains (1), de dichtheid van de grains (2), de eventuele onregelmatigheid in de herhalingsfrequentie (3), de frequentie/pitch van de microsounds (4) en hun golfvorm (5), de envelope en tijdsduur (6), de globale amplitude (7) en de locatie in het stereobeeld (8).

(de cijfer tussen haken verwijzen naar de diverse blokken in de patchafbeelding)

### **GrainStream, de Granular Synth patch**

#### **1 PERIODICITY**

*LfoShpA* is de oscillator die de grains, de korte

geluidsfragmentjes, triggert via de *RndTrig* module. Deze oscillator staat ingesteld op 49 Hz. In één seconde worden zo bijna 50 grains getriggerd.

## 2 DENSITY

De trigger-oscillator *LfoA* is aangesloten op de *RndTrig* module. Hoeveel van de input wordt doorgelaten naar de output is handmatig instelbaar tussen 0 en 100 %, maar ook extern te besturen.

## 3 RANDOMNESS

Middels ruisgenerator *Noise* en miixmodule *Miix1-1A* kan de strakke periodiciteit van de trigger-oscillator van onregelmatigheid worden voorzien.

## 4 PITCH/SCALE

In dit blok wordt de *frequentie* respectievelijk *de pitch* van de grain-oscillator *OcsShpA* bestuurd.

## 5 WAVESHAPE

Door middel van *golfvorm* en *shape%* control kan het basistimbre van de grains worden bepaald en gemoduleerd.

## 6 ENVELOPE

In dit blok wordt de grain-oscillator voorzien van een omhullende middels *ModADSR*. In Granular Synth worden zo'n 50 grains, geluidsfragmentjes, per seconde afgespeeld. De duur van de omhullende, 19,4 milliseconde (attack + release time = 9,7 + 9,7), is hieraan gerelateerd. Met de *Release Time* control input kan de omhullendeduur worden gemoduleerd.

## 7 AMPLITUDE

In de *ModAmt* module wordt de globale amplitude geregeld. Met keuzeschakelaar *SW2-1* kan worden bepaald met welk stuursignaal het volume wordt geregeld: met *S&H* output, of met de *Fade* output die wordt gevormd door een *Glide* module, hier toegepast als eenvoudige attack release envelope generator.

## 8 PANORAMA

Dit blok vormt de geautomatiseerde panpot. Het bestaat uit

een *Pan* en *ModAmt* module.

### FX en Output

In de FX Area vind je de *Reverb* module, een globaal effect voor het totaalsignaal. Dit bespaart veel dsp power; geplaatst in de Voice Area zou hij net zoveel maal worden berekend als het aantal geselecteerd polyfone stemmen.

## GrainStream, control

Centraal in de besturing van de parameters van Granular Synth staan 2 *LfoAShpA*'s en een *S&H* module.

Eén Lfo (10) wordt bemonsterd in de S&H. De bemonsteringscommando's worden geleverd door de output van de RndTrig module in het DENSITY-blok (2). De S&H (9) output wordt als stuursignaal geleid naar de blokken 1, 4, 5, 7 & 8 van de Granular Synth.

De sturingang van de blokken 4, 5, 7 & 8 loopt via een ModAmt module die kan worden bestuurd met de *andere* Lfo (11). Deze Lfo (11) is eveneens direct beschikbaar als control signal voor RndTrig module en voor de Pitch control input van de grain oscillator (5 OscShpA).

Met Lfo (11) wordt het globale verloop en de tijdsduur van de loop ingesteld. Het verloop is mede afhankelijk van de frequentie van de andere Lfo (10).

## Patches & tweaks

Naast de statische instellingen van de Granular Synth betreffen de belangrijkste tweaks de volgende parameters: frequentie en golfvorm van beide Lfo's, de outputs, en de hoeveelheid hiervan, naar de diverse syntheseblokken.

GrainStream-2 en verdere patches zijn uitbreidingen en combinaties van GrainStream-1.

## NMG2Demo & NMG2 Hardware

Alle patches kunnen zowel in de demo als in de hardware worden geladen. Het grote verschil: in de hardware zijn ze polyfoon, tot maximaal 15 stemmen als je dsp-uitbreiding hebt. Door ook de *RndTrig* en de *Lfo's* aan het keyboard te koppelen (25, 50, 75 of 100%) ontstaan er massieve asynchrone layers en clouds.

Ernst Bonis

Dit artikel werd eerder gepubliceerd (als 'granulaire synthese') in Interface 123 november 2008.

bronnen

internet

[www.granularsynthesis.com/](http://www.granularsynthesis.com/)

[www.sfu.ca/~truax/](http://www.sfu.ca/~truax/)

[http://icem-www.folkwang-](http://icem-www.folkwang-hochschule.de/~ludi/singapore/singtutorial.html)

[hochschule.de/~ludi/singapore/singtutorial.html](http://icem-www.folkwang-hochschule.de/~ludi/singapore/singtutorial.html)

alles over de NMG2

[4all.nl/~rhordijk/G2Pages/index.htm](http://4all.nl/~rhordijk/G2Pages/index.htm)

literatuur

Granular Synthesis of Sound

Curtis Roads

Foundations of Computer Music

Edited by Curtis Roads and John Stawn

1985 MIT Press

ISBN 0-262-181142 hard, 0-262-68051-3 paper

(Oorspronkelijk gepubliceerd in Computer Music Journal  
2(2):61-62, 1978)