

MONOCHORD, Plucks Taps en Slaps

Verbazingwekkend veelzijdig: Zwitsers zakmes van het geluidsgereedschap, time delay +

van Yamaha VP-1 naar G2 MONOCHORD-X

Al in de zestiger en zeventiger jaren van de vorige eeuw publiceert Manfred Schroeder als een van de eersten over delays en de toepassing daarvan als basisbouwsteen in artificiële nagalm [i]. Alex Strong en Kevin Karplus beschrijven in 1983 hun naar hen genoemde Karplus-Strong algoritme [ii]. Een digitale vertragingsslijn, met als input een noise burst, voorzien van een instelbare terugkoppeling, en met een low pass filter in die feedback loop. Deze schakeling betreft een virtuele variant van een aangetokkelde snaar: de eerste wetenschappelijke beschrijving van een delay als harmonische resonator.

Met de al bekende toepassingen in die jaren voor effecten als panning, flanging, vibrato, doppler shifts, kamfiltering, delay en echo's is zo'n audiovertragingsslijn met recht het Zwitsers zakmes van het geluidsgereedschap. Mag het een onsje meer zijn? Wel een pondje meer zelfs in 1993: in Yamaha's VP-1 physical modelling synthesizer.

Een synth vrijwel geheel gebaseerd op een aantal delay lines ++. Plussen in de vorm van wat ruisgeneratoren, envelope generators en low frequency oscillators. Dit instrument was –en is– tot op heden het enige dat geheel is gebaseerd op het Karplus-Strong-simulatieprincipe, maar dan in uitgebreidere vorm [iii]. En, nog steeds een béést van een instrument (luister op: www.smartroots.ch/vp1/vp1_sound.html).

Toen met een prijskaartje van zo'n 50.000 US\$. Daarvoor kreeg je dan wel 4 parts multimbraliteit met een maximale polyfonie van 16 stemmen. Bij deze aflevering van synthworkshop: MONOCHORD-X. Een op de VP-1 geïnspireerde instrumentsimulatie van een geplukte snaar bestaande uit een plectrum, snaar, wahwah en FX delay/echo.

Het hart van deze synthesizer, het plectrum en de snaar,

worden beide gevormd door een Karplus–Strong–schakeling. Maar ook de plaats waar de snaar wordt aangetokkeld en de plaatsing van het opname–element worden eveneens gevormd door zo’n KS–algoritme.

de plaats van aanslag en positie van element.

De plaats waarop de snaar wordt aangeslagen is bepalend voor welke harmonischen daadwerkelijk in trilling worden gebracht. Slaan we zo’n snaar precies in het midden aan dan worden behalve de grondtoon ook de oneven harmonischen maximaal geactiveerd. Dat komt omdat voor de oneven harmonischen de snaar in het midden een trillingsbuik laat zien. Voor de even harmonischen vormt dit midden juist een rustpunt, een zogenoemde trillingsknoop. Zo vinden we op een kwart van de lengte van beide uiteinden een trillingsbuik voor de tweede harmonische [zie: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>].

Het laat zich raden dat de plaats van aanslag enerzijds bepalend is voor de sterkteverhouding tussen de even en oneven harmonischen en anderzijds voor de volumeverhouding tussen de grondtoon en hogere boventonen. Grondregel is dat bij aanslag precies in het midden de grondtoon het sterkst is en dat er alleen oneven harmonischen worden opgewekt.

Het andere uiterste, de snaar in trilling brengen vlak bij één van de uiteinden, bijvoorbeeld bij de kam, betekent dat de grondtoon het zwakst zal klinken en de hogere harmonischen het luidst. Naast de vele mogelijkheden voor de klankvorming op deze manier speelt uiteraard ook het materiaal waarmee je een snaar aanslaat een rol.

De basisregel luidt: hoe harder het materiaal en hoe sterker de aanslag, des te sterker de boventonen. Die aanslag, de verstoring van de rustpositie van de snaar, kun je beschouwen als een ruispuls, een noise burst. Zouden we het spectrum van zo’n aagetokkelde snaar bekijken dat zien we een kamfilterachtig spectrum, waarvan de afstand van de tanden van de kam afhankelijk zijn van het aanslagpunt. Het

wordt allemaal een stuk duidelijker als je de interactieve Java applet start: www.till.com/articles/PickupResponseDemo/.

In deze demo zie je dat de plaats van ‘afluistering’ door de positie van het element een vergelijkbare rol speelt als de plaats van aanslag. Ook hier geldt weer dat wanneer het element precies in het midden is geplaatst de grondtoon het sterkst is en voornamelijk de oneven harmonischen worden opgepikt. Het element vlak bij de kam levert dan een zwakke grondtoon op en relatief sterke hoge harmonischen.

MONOCHORD

Excitator

Nu de term kamfilter is gevallen mag het niet verbazen dat we voor de syntheseoplossing van het aanslagpunt op de snaar terecht komen bij een delay module+. De plus staat hier voor een mengsel van de aanslag ruispuls met een in de tijd vertraagde en in fase omgekeerde versie van zichzelf. De output hiervan vormt nu een noise burst met een kamfilterstructuur.

De implementatie hiervan zien we in de gele modules, die het excitatie-sigitaal genereren. Als delay wordt hier de OscString toegepast, die als voordeel heeft dat we inplaats van de delay-tijd direct de toonhoogte kunnen invoeren, zonder eerst weer te moeten omrekenen van tijd naar frequentie ($T=1/f$).

Ook beschikt deze OscString module over een low pass filter aan de uitgang, dat we kunnen inzetten als loop filter. We breiden zo de basis comb filter patch uit met een externe feedbacklus. Inplaats van de interne terugkoppeling (Decay) gebruiken we hiervoor een aparte crossfade module plus een mixer met inverteermogelijkheid. Door het teruggekoppelde signaal met min één te vermenigvuldigen kunnen we zo een kamfilterstructuur opwekken waarvan de pieken in het spectrum op oneven harmonische verhoudingen liggen (zie G2 patch, BasicTD-Formules).

Deze pieken in het spectrum zijn vervolgens nog te versterken door de feedbackwaarde (crossfadewaarde) groter dan 50% te maken. Als we op deze manier een excitatiesignaal opwekken overeenkomstig de grondtoonhoogte van de resonator zullen in het uiteindelijke signaal alleen de grondtoon en de oneven harmonischen zijn te horen.

Door nu de 'toonhoogte' van het excitatiesignaal te variëren ten opzichte van de resonatortoonhoogte simuleren we variatie in de aanslagpunten op de snaar. Met name in de Variations 1, 2 en 6 is dit mooi te horen. Omdat bij een hoge terugkoppelwaarde in de position delay uiteraard de uitklinktijd van het kamfilter toeneemt wordt dit signaal in een envelope module gevoerd, waarmee de uitklinktijd desgewenst kan worden verkort, maar met behoud van het klankkarakter.

Resonator

De virtuele snaar wordt gevormd door een OscString module, waarvan de interne feedback wordt gebruikt. Deze wordt geregeld met de Decay parameter, die de interne damping van de snaar voorstelt. De Damp parameter, een intern low pass filter, stelt de externe damping voor aan het einde van de snaar op de kam/brug.

Pick-Up/WahWah/Monitoring/Delay FX

De implementatie van de elementplaatsing vinden we in de turquoise modules. Het hart hiervan vormt een Delay module waarvan de output één op één wordt gemengd met het signaal uit de virtuele snaar. De delaytijd kan ondermeer worden gemoduleerd door een Lfo wat chorus- en flangingeffecten mogelijk maakt.

Monochord is nog aangekleed met een WahWah module, die eveneens kan worden gemoduleerd met de al genoemde Lfo. In het Monitoringblok zijn de signalen uit Excitator, Resonator, pick-up en WahWah afzonderlijk of gecombineerd te beluisteren. Het geheel wordt wederom afgerond door de bekende FX Delay/Echo.

Let op!

Naast de MONOCHORD-X patch vind je ook nog deelpatches voor afzonderlijk het plectrum, elementpaatsing en eMusician. Om het geheel af te ronden tref je ook nog een theorie-patch aan, BasicTD-Formules. Deze patches geven je een meer gedetailleerde uitleg over en inzicht in de werking van MONOCHORD.

Kijk en luister voor echte plucks, taps en slaps op de sites van Enver Izmailov en Greg Howard.

Ernst Bonis

Dit artikel werd eerder gepubliceerd in Interface 96 maart 2006.

literatuur

[i]

Schroeder, Manfred R.

Natural Sounding Artificial Reverberation

JAES Volume 10 Issue 3 pp. 219-223; July 1962

[ii]

Kevin Karplus, Alex Strong (1983).

"Digital Synthesis of Plucked String and Drum Timbres".

Computer Music Journal (MIT Press) 7 (2): 43-55

[iii]

Charles R. Sullivan,

'Extending the Karplus-Strong Algorithm to Synthesize Electric Guitar Timbres with Distortion and Feedback', *Computer Music Journal*, Vol

14, Number 3, Fall 1990

internet links

delay/flanging

www.harmony-central.com/Effects/Articles/Flanging/

www.harmony-central.com/Effects/Articles/Flanging/flanging.mov

www.harmony-central.com/Effects/Articles/Delay/#oth

streaming video snaartrillingen

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/stawav.html#c1>

trillingsbuiken en -knopen in snaren

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

interactieve Java applet m.b.t. element-plaatsing
www.till.com/articles/PickupResponseDemo/

Karplus-Strong
www.mirabilisdesign.com/WebPages/demo/audio_processing/KarplusStrong/KarplusStrongModelBuilder.htm
http://en.wikipedia.org/wiki/Karplus-Strong_algorithm

Yamaha VP-1 audiodemo's
www.smartroots.ch/vp1/vp1_sound.html

Enver Izmailov, streaming video, twee handen tapping op elektrische gitaar
www.belpak.minsk.by/uson/enver/index.html

Greg Howard, streaming video, Chapman Stick tapping
www.eyoncville.com/005/005vid00.htm

.