

Granularsynthese

Oliver Seemann

TU-Berlin 2005

Übersicht

- Einführung
 - Granularsynthese kurz & knapp
- Geschichte
 - Personen, Ziele, Anwendungen
- Beschreibung
 - Wie Granularsynthese funktioniert
- Praxis
 - Anwendungen bei Komposition und Engineering

Was ist Granularsynthese?

- Eine Methode zur Darstellung von Tönen
- Abbildung natürlicher und Erzeugung synthetischer Töne
- Basierend auf "Ton-Quanten", den sog. Grains
 - Psychoakustik
- Vergleichbar mit den Einzelbildern eines Films
- Vorteile gegenüber Sampling

Wozu Granularsynthese?

- Möglichkeiten, die andere Syntheseverfahren nicht bieten, Erzeugung neuer Töne
- Manipulation existierender Töne
- Neue Möglichkeiten für Komponisten
- Einfachere Arbeit im Studio

Geschichte der Granularsynthese

Anfänge

- Dennis Gabor, 1946, englischer Physiker
- Forschte über Verringerung von Audiodaten in der Telekommunikation
- Unzufrieden mit Fourier-Transformation
- Psychoakustische Untersuchungen zur Quantisierung von Audiodaten

Gabor-Grains

- Die "Auflösung" des Ohres beträgt 10 – 20 ms
- Zerlegung von Tönen in "Grains" $< 50\text{ms}$
 - Typisch: 10 – 30 ms
- Grains beinhalten Informationen über
 - Zeitliche Aspekte wie Dauer, Wellenform, Hüllkurve
 - Audio-Aspekte wie Frequenzspektrum
- Aber getrennt! Daher unabhängig manipulierbar
 - Im Gegensatz zum Sampling

Musikalische Verwendung der GS

- Iannis Xenakis war einer der ersten Anwender
- Hat Gabor's Forschung verfolgt und versucht musikalisch umzusetzen
- Entwickelte eine auf Grains basierende kompositorische Theorie
- 1958 erstes Werk "Concret PH"
 - Grains mit Länge von mind. 1 Sekunde

Frühe GS-Techniken

- Gabor arbeitete mit mechanischen Vorrichtungen, Tonband-basiert
- Xenakis schnitt Tonbänder zurecht und setzte sie neu zusammen
- Curtis Roads nutzte erstmals Computer zur Erzeugung von Grains
 - Eine Lochkarte pro Grain
 - 30 Sekunden Stück "Klang-1" 1974

Granularsynthese am Computer

- Fortschritt gegenüber Tape-Splicing
 - Aber hohe Berechnungszeiten, Lochkarten
- Roads nutzte "Music V" Programm
- Experimentierte mit sämtlichen Grain-Parametern
 - 20ms Grainlänge als Optimum
- Entwickelte grafische Steuerung
- Aber noch keine intuitive Arbeit möglich

Echtzeit-Granularsynthese

- Barry Truax entwickelte erste Echtzeit-Synthese mit DSP und Microcomputer (PODX-System)
- Intuitive Arbeit auf Knopfdruck
- 1986 erstes Stück "Riverrun"
 - 1-2375 Grains pro Sekunde, max. 19 Überlappungen
 - Einfache Sinuswellen oder FM Wellen als Grundlage
- "Quintessence Box" 1993 als erstes System mit Echtzeit Aufnahme/Granulation/Wiedergabe

Granularsynthese-Software

- Erste GS CSound Instrumente in 1992
- "Granular" von der TU-Berlin, 1995
- SuperCollider 1.0 in 1996
- Stampede II von der TU-Berlin, 1998
- Time-Stretching mit Granularsynthese hält Einzug in viele Audioprogramme
 - Ableton Live, Reaktor, Cubase, Soundforge, etc. ...
- Heutzutage etabliert und häufig anzutreffen

Granularsynthese im Detail

Grain-Generator

- Grains können einfach erzeugt werden
- Oszillator
 - Erzeugt beliebige Wellenformen
 - Auch Audio-Samples möglich
- Hüllkurven-Generator
 - Zur Steuerung der Amplitude
 - Harmonisierung der Übergänge
 - Zumeist Gauß'sche Kurven

Grain-Dauer

- Abhängig von der Periodendauer der Wellenform
 - Grain-Wellenform sollte eine ganze Periode enthalten
 - Bei 20Hz 50ms; bei 400Hz 2,5ms
 - Ansonsten kann es u.a. zu Rauschen kommen
- 1-2 ms Dauer entsprechen einem "Klick"
 - Tonhöhe schwer abschätzbar
- Grain-Dauer kann konstant bleiben oder variieren

Grain-Eigenschaften

- Entkopplung von Zeit und Frequenz
 - Deswegen auch "Quantum of Sound"
- Ton(-höhe) ändert sich nicht bei Streckung bzw. Stauchung
- Akustische Zeit spielt keine Rolle
 - Grains rückwärts gespielt hören sich identisch an

(Quasi-) Synchrone Granularsynthese

- Mehrere Grain-Streams (Stimmen)
- Konstanter Grain-Interval
 - Konstantes Delay zwischen Grains
 - Variable Delays bei quasi-synchroner GS
- Grains können überlappen
- Form der Amplituden-Modulation
 - Hüllkurve ist Modulator der Träger-Wellenform
 - Seitenbänder werden durch Hüllkurve gestaltet
 - Formant-Regionen bilden sich

Pitch-Synchrone Granularsynthese

- Resynthese basierend auf Spektralanalyse
- Mehrere Analyse-Filter um Frequenzbänder zu trennen
 - Mehrere Bandfilter über Frequenzbereich aufgeteilt
 - Geringere Samplerate, Time-Decimation der Kanäle
- Jedem Grain wird ein Kanal zugeordnet
 - Ermitteln von Filter-Koeffizienten und Grundfrequenz
- Nach Resynthese bleiben Formanten erhalten

Asynchrone Granularsynthese

- Von Roads 1978 entwickelt mit MUSIC 5
- Asynchrone/Irreguläre Streams
- Anordnung der Grains in "Wolken"
- Vielfältige Manipulationen der Wolken
 - Startzeit, Dauer, Grain-Dauer
 - Dichte der Grains, Frequenzband der Wolke
 - Hüllkurve, Räumliche Verteilung
- Hauptsächlich Mittel für Komponisten

Granularsynthese in der Praxis

Komposition

- Neuartige Möglichkeiten für Komponisten
- Zahlreiche Software- / Hardware-Lösungen
 - Kyma System zur Echtzeit-GS
 - SuperCollider
- Auch in der Popmusik
 - NI Reaktor, Malström Synthesizer
 - Ableton Live
- Weitreichende Stretching- / Pitching-Effekte

Studioarbeit

- Granulation zur Manipulation von Audio-Streams
- Time-Stretching
 - Verdopplung/Löschen von Grains
 - Frequenz bleibt gleich, nur Zeit ändert sich
- Pitch-Shifting
 - Veränderung der Playback-Samplerate
 - Grains werden repliziert/gelöscht um Dauer konstant zu halten

Vielen Dank