

# 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
- Forstchte 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 Gabors 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