

Síntesis Granular

Autor: Eric Kuehl

<http://music.calarts.edu/~eric/>

Este artículo ha sido traducido al español con la autorización de su autor, especialmente para ser publicado en www.loop.cl. Asistencia en la traducción: equipo de loop.cl

1. Introducción

La "síntesis granular es un acercamiento innovador a la representación y a la generación de sonidos musicales" (DePoli 139). El concepto de un método granular de análisis sónico pudo haber sido propuesto primero por Isaac Beekman en su artículo Cuantificación de la Música (Cohen). Este documento de fines del siglo diecinueve discute la organización de la música en "corpúsculos del sonido". Desafortunadamente, la teoría de síntesis granular no fue investigada más allá por una buena cantidad de tiempo. El físico británico Dennis Gabor estimuló un nuevo interés por la síntesis granular alrededor de 1946 (Gabor). Gabor creyó que cualquier sonido se podría sintetizar con la combinación correcta de numerosos gránulos sónicos simples. "El gránulo es una representación particularmente conveniente y flexible para el sonido musical porque combina la información en el dominio del tiempo (hora de salida, duración, envolvente, la forma de la onda) con la información del dominio de la frecuencia (la frecuencia de la forma de onda dentro del gránulo)" (Roads 144). Antes de que los grabadores de cinta magnética llegaran a ser accesibles fácilmente, la única manera de procurar la composición granular estaba con la manipulación extremadamente sofisticada de una gran cantidad de instrumentos acústicos (como en muchas de las primeras composiciones de Iannis Xenakis). El grabador de cinta hizo posibles trabajos granulares más sofisticados. Sin embargo, el laborioso proceso de cortar y pegar centenas de segmentos de cinta para cada segundo de música era tanto intimidante como consumidor de tiempo. La experimentación seria con síntesis granular fue altamente deteriorada. No fué hasta la síntesis digital que la composición avanzada con los gránulos llegó a ser factible.

2. Fundamentos de la síntesis granular

El gránulo es una unidad de energía sónica que posee cualquier forma de onda, y con una duración típica de pocos milisegundos, cerca del umbral de la audiencia humana. Es el control continuo de estos pequeños acontecimientos sónicos (que se disciernen como una gran masa sónica) que da energía, poder y flexibilidad a la síntesis granular. Mientras que los métodos de organización del gránulo varían enormemente, la creación de gránulos es generalmente relativamente simple. Un dispositivo básico generador de gránulos consistiría en un generador de envolventes con una curva gaussiana que conduce un oscilador de tonos. La estrecha curva acampanada tipo gaussiana es generada por la ecuación: La señal del oscilador entra en un amplificador que determina la posición espacial de cada gránulo. La amplificación cuadrafónica es muy popular para la síntesis granular debido a las grandes capacidades de colocación espaciales. La duración típica de un gránulo es entre 5 y 100 milisegundos. Si la duración del gránulo es menos de 2 milisegundos será percibida como un click. El aspecto musicalmente más importante de un gránulo individual es su forma de onda. La variabilidad de formas de onda de gránulo en gránulo desempeña un papel significativo en la flexibilidad de la síntesis granular. Formas de ondas fijas (tales como tonos puros u onda cuadradas), formas de onda dinámicas (tales como aquellas generadas por síntesis FM), e incluso se puede utilizar dentro de cada gránulo formas de onda extraídas de sonidos sampleados. Se requiere una extensa cantidad de energía procesada para realizar síntesis granular. Una "simple nube granular" puede consistir en un puñado de

partículas, pero una "nube sofisticada" puede abarcar miles. La síntesis granular en tiempo real requiere una fuente sin fin de dispositivos generadores de gránulos. Varios microcomputadores disponibles actualmente son capaces de implementar síntesis granular en tiempo real, pero el costo de estas máquinas sigue siendo absolutamente prohibitivo. Por lo tanto, la mayoría de la síntesis granular ocurre mientras que el compositor espera, a veces por bastante rato. Este factor tiempo evita que muchos compositores electrónicos y por computador trabajen con síntesis granular.

3. Métodos de organización del gránulo

3.1 Pantallas

Uno de los primeros compositores en desarrollar un método para la composición con gránulos fue Iannis Xenakis. Su método se basa en la organización de gránulos por medio de las secuencias de pantallas, las cuales especifican los parámetros de frecuencia y amplitud de los gránulos (FG) en puntos discretos en el tiempo (Dt) con densidad (DD) (DePoli 139). Por lo tanto cada sonido posible se puede cortar en cuatro dimensiones en una cantidad exacta de elementos DF DG Dt DD. La escala de la densidad de gránulos es logarítmica con base entre 2 y 3, y no existe en las pantallas. Cuando las pantallas se visualizan en dos dimensiones, es importante no perder de vista el hecho de que la nube de gránulos del sonido existe en el grueso de despegue Dt y que los gránulos del sonido sólo están artificialmente aplanados en el plano (FG) (Xenakis 51). Xenakis colocó gránulos en las pantallas individuales usando una variedad de sofisticados métodos Estocásticos Markovianos, los cuales cambió con cada composición. Las primeras composiciones para utilizar este método eran Analogique A, para la orquesta de cuerdas, y Analogique B, para los sonidos sinusoidales, ambos compuestos en 1958-59. Más recientemente, una variación en la abstracción de la pantalla de Xenakis se ha puesto en ejecución en la estación de trabajo UPIC descrita más abajo.

3.2 Síntesis Granular Pitch-Sincrónica

La Síntesis Granular Pitch-Sincrónica (PSPS) es una técnica para la síntesis y análisis no utilizada muy frecuentemente, la cual fué diseñada para la generación de sonidos modificados en pitch con unas o más regiones formantes en sus espectros (Roads 191). Hace uso de un complejo sistema de generadores de impulso de respuesta finito de fase mínima paralela para resintetizar los gránulos basado en el análisis del espectro.

3.3 Síntesis Granular Cuasi-Sincrónica

La Síntesis Granular Cuasi-Sincrónica (SGCS) crea sonidos sofisticados generando uno o más "flujos" de gránulos. Cuando un único flujo de gránulos se sintetiza usando SGCS, el intervalo entre los gránulos es esencialmente igual. La envolvente completa del flujo forma una función periódica. Así, la señal generada se puede analizar como un caso de la modulación en amplitud (AM) (Roads 151). Esto agrega una serie de bandas laterales al espectro final. Combinando varios flujos de SGCS en paralelo es posible modelar la voz humana. Barry Truax descubrió que el uso de las corrientes de QSGS en intervalos irregulares tiene un efecto del aumento de espesor en la textura del sonido. Éste es el resultado del manchado de las estructuras formantes, que ocurre cuando la época del inicio de cada gránulo es indeterminada.

3.4 Síntesis Granular Asincrónica

La Síntesis Granular Asíncrona (AGS) fue una implementación temprana de las representaciones granulares digitales del sonido. En 1978, Curtis Roads utilizó el lenguaje de programación de música MUSIC 5, para desarrollar una organización de alto nivel de los gránulos basados en el concepto de las máscaras de tendencia ("Nubes") en el plano tiempo-frecuencia (DePoli 140). Este sofisticado software permitió una gran precisión y control de los gránulos. Cuando se ejecuta AGS, la estructura granular de cada "nube" es determinada probabilísticamente en términos de los siguientes parámetros:

1. Tiempo de inicio y duración de la nube.
2. Duración del gránulo (variable para la duración de la nube).
3. Densidad de gránulos por segundo (también variable).
4. Banda de frecuencia de la nube (generalmente límites de altos y bajos).
5. Amplitud de la envolvente de la nube.
6. Formas de onda dentro de los gránulos.
7. Dispersión espacial de la nube.

Obviamente, AGS abandona el uso de algoritmos específicos y flujos para determinar la posición del gránulo con respecto al pitch, amplitud, densidad y la duración. La naturaleza dinámica de la especificación de parámetros en AGS da lugar a timbres extremadamente orgánicos y complejos.

4. Algunos progresos recientes en hardware y software

4.1 El Sitio de trabajo Actual de UPIC

UPIC (Unite Polyagogique Informatique du CEMAMu) es una máquina dedicada a la composición interactiva de partituras musicales (Xenakis 329). Fue conceptualizado por Xenakis y creado en el CEMAMu (Centro para Estudios de las Matemáticas y la Automatización de la Música) en París. El software de UPIC consiste en páginas en las cuales un compositor dibuja los "arcos" que especifican el pitch y la duración de un acontecimiento sónico, y de una matriz de edición de voces con la cual se describen los "arcos". La forma de onda, la envolvente, la frecuencia, las tablas de amplitud, la asignación de la modulación del arco y la modificación de los parámetros del canal de audio (dinámicos y de envolvente) se pueden manipular en conjunto para cada "arco" en tiempo real.

El hardware del sistema de UPIC consiste en una computadora corriendo Windows con una tarjeta digitalizadora y la Unidad de Síntesis en Tiempo Real de UPIC:

64 osciladores a 44.1 khz con tablero conversor FM:

- 4 canales de audio de salida
- 2 canales de audio de entrada

Capacidad de la Interfaz de AES/EBU:

- 4 páginas de 4000 arcos.
- 64 formas de onda.
- 4 tablas de frecuencias.
- 128 envolventes.
- 4 tablas de amplitudes.

El sitio de trabajo de UPIC es ideal para la síntesis granular por varias razones. Primero, permite cualquier forma de onda (incluyendo formas de onda muestreadas) para ser asignadas a cada "arco". En segundo lugar, actualmente permite apilar verticalmente 64 "arcos". Esto permite al compositor diseñar las "nubes" de sonido usando hasta 64 gránulos en densidad y de duración infinita en cualquier punto en una composición. Finalmente, y

quizás lo más importante, el UPIC no requiere de tiempo para procesar cualquiera de sus funciones.

4.2 Csound

Csound es un lenguaje de programación musical compatible con IBM, Apple Macintosh, Silicon Graphics, así como varias otras computadoras. Fue escrito por Barry Vercoe en el Media Lab. del MIT. El programador necesita entregar a Csound un archivo de "orquesta", usando un número infinito de instrumentos y de parámetros del instrumento, y un archivo de "partitura" que puede ser igualmente complejo. Entonces Csound crea un archivo de sonido conteniendo el trabajo completo.

Una especificación típica de "orquesta" granular de Csound:

```
;;; granulate.orc
```

```
sr=44100
```

```
kr=22050
```

```
ksmps=2
```

```
nchnls=1
```

```
instr 1
```

```
siguiente: timeout 0, p6, go1
```

```
reinit go1
```

```
timeout 0, p5, go2
```

```
go1:
```

```
k1 oscil1i 0,1,p6,3
```

```
a1 soundin p7, p4, 4;;;
```

```
a2 = a1 * k1
```

```
return
```

```
go2:
```

```
k2 oscil1i 0,1,p3,4 ;;; envelope output sound.
```

```
out a2*k2
```

```
endin
```

```
;;Copyright 1992 by Charles Baker
```

Una "partitura" escrita para esta "orquesta" particular.

```
;; sample .sco file
```

```
f 3 0 8193 9 1 -.5 90 0 .5 90 ;; grain envelope
```

```
f 4 0 8193 9 1 -.5 90 0 .5 90 ;; Note amplitude env.
```

```
;;ins st dur amp inter-grain-time grainduration soundinfile#
```

```
i 1 0.000 2.750 1 0.000 0.020 1
```

```
i 1 2.750 2.612 1 0.010 0.020 1
```

```
i 1 5.362 2.482 1 0.020 0.020 1
```

```
i 1 7.844 2.35
```

```
i 1 0.030 0.020 1
```

```
i 1 10.202 2.240 1 0.04 0.020 1
```

```
i 1 12.442 2.128 1 0.05 0.020 1
```

```
i 1 14.570 2.022 1 0.06 0.020 1
```

```
i 1 16.591 1.920 1 0.07 0.020 1
```

```
i 1 18.512 1.824 1 0.08 0.020 1
```

```
e
```

```
;;Copyright 1992 by Charles Baker
```

Muchos compositores granulares utilizan actualmente Csound. El poder del programa de controlar incluso el matiz más pequeño de un archivo de sonido, así como la capacidad de importar sonidos sampleados y la conveniencia de reciclar sofisticadas "orquestas" granulares con sus "partituras", lo hace un sintetizador granular de gran alcance.

4.3 Generador De Nubes

El generador de la nube está pronto a ser lanzado como una aplicación de síntesis granular para Apple Macintosh. El software fue concebido y programado por Curtis Roads y John Alexander en el taller UPIC en París. El Generador de Nubes crea nubes usando Síntesis Granular Cuasi-Sincrónica o Asíncrona basado en los parámetros enumerados en la sección de AGS de más arriba. Cada flujo QSGS y "nube" AGS deben ser creados individualmente y en formato de salida AIFF.

5. Conclusión

La síntesis granular poderoso medio para la representación de señales musicales. Cada una de las técnicas descritas arriba proporciona la oportunidad para un compositor para ampliar su "paleta sónica". La Síntesis Granular Asíncrona es particularmente un poderoso medio para crear únicos y sofisticados eventos sónicos. "En contextos musicales estos tipos de sonidos pueden actuar como un retocador al más suave y más estéril sonido emitido por los osciladores digitales" (Roads 183). Cuando las técnicas de síntesis granular se utilizan conjuntamente con formas de onda sampleadas, las posibilidades de nuevos sonidos son infinitas.

6. Referencias

Cohen, Michael, ed. Isaac Beekman. Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel, 1990.

DePoli, Giovanni, ed. Representations of Musical Signals. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1991.

Gabor, Dennis. "Theory of Communication." Journal of the Institute of Electrical Engineers Part III, 93: 429-457.

Roads, Curtis. "Asynchronous Granular Synthesis." Representations of Musical Signals. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1991.

Strange, Allen. Electronic Music: Systems, Techniques and Controls. Dubuque, Iowa: W.C. Brown Company, 1983.

Truax, Barry. "Real-time granular synthesis with a digital signal processor." Computer Music Journal 12(2): 14-26.

Xenakis, Iannis. Formalized Music. Stuyvesant, NY: Pendragon Press, 1991.