

### Procesadores de efectos

Operaciones o filtros que corresponden a técnicas de procesamiento que se aplican sobre algunas propiedades para modificarlas, a veces, es inevitable al modificar una alterar otra.

### Procesadores de altura

Modificar la altura de los sonidos, por lo que se trata de encontrar la frecuencia fundamental y modificar proporcionalmente las frecuencias de sus espectros

Transcripción automática (conversión de audio a partitura). En diferido.

### Detección de altura

El objetivo es conocer la frecuencia fundamental y seguir su evolución temporal. Se busca analizar una señal para generar una nueva, la evolución temporal de la fundamental.

Técnicas dependiendo coste computacional (en tiempo real o no) y características timbricas:

- Búsqueda del periodo fundamental en el dominio temporal para luego transformarlo en la frecuencia fundamental ( $f_0 = 1/T_0$ )
- Búsqueda de la  $f_0$  directamente en el espectro

Espectrales son más directas pero aplican la FT para calcular el espectro y por lo tanto más costosas.

Para evitar el problema de la inestabilidad de detección con valores de frecuencias que pueden cambiar bruscamente se aplican filtros pasa-baja con una  $f_c$  muy baja.

### Transposición

Cambiar la altura del sonido (grave o agudo) manteniendo la relación entre las frecuencias de los parciales.

Para ser transpuesto tiene que tener altura, en ruidos o inarmónicos se percibe el cambio del timbre pero no es lo mismo.

- Ajustes microtonales de la altura: Modificar levemente la frecuencia para ajustar a los valores adecuados de afinación
- Intervalos tonales: Transponer ascendente o descendente la altura en un intervalo de semitonos o grado

**Ejemplo.** Si tenemos un sonido cuyo espectro consta de los cuatro primeros armónicos con frecuencias 50 (fundamental), 100, 150 y 200 Hz; su transposición en una sexta menor ascendente equivale (en la afinación justa) a multiplicar todas ellas por  $8/5$ , dando lugar a 80, 160, 240 y 320 Hz; donde la proporción de  $f_0$ ,  $2f_0$ ,  $3f_0$  y  $4f_0$  entre las frecuencias se mantiene.  $\square$

Para hacer esto en el dominio temporal, se reproduce la señal a velocidad distinta de la que fue grabada o muestreada. Si usamos menos muestras de las tomadas (ascendente) o más (descendente)

Para reproducir se necesitaría interpolar entre las muestras que hemos elegido produciendo nuevas muestras y aumentando la duración, para compensar esto, usamos un método de modificación de la duración

**Ejemplo.** Si se toman 4 de cada 5 muestras, las frecuencias parciales de la onda se verán elevadas en  $5/4$  de las originales; es decir, habremos transpuesto una tercera ascendente (ver Fig. 5.2). Esta técnica produce un cambio de la frecuencia de muestreo efectiva. En el caso de transposiciones ascendentes hay que llevar cuidado porque la nueva  $f'_s < f_s$  y, por lo tanto, también lo será la nueva Nyquist. En este ejemplo,  $f'_s = \frac{4}{5}f_s$  y Nyquist será  $f'_s/2 = \frac{2}{5}f_s$ . Así, todas las frecuencias del espectro de la señal que se hallaran entre  $2f_s/5 < f < f_s/2$  causarían *aliasing* y deberían ser filtradas previamente para evitarlo.  $\square$

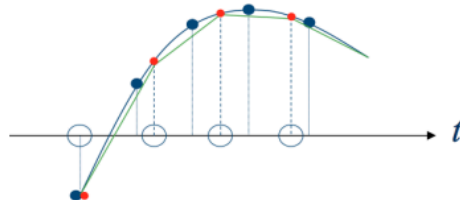
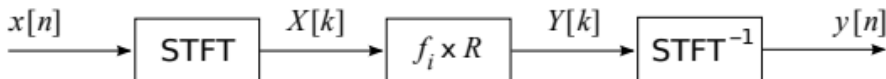


Figura 5.2: Remuestreo de una onda a  $\frac{4}{5}f_s$ , tomando 4 de cada 5 muestras e interpolando el resultado. Los  $\bullet$  representan las muestras originales y los  $\circ$  sobre el eje, los tiempos en los que se calculan las muestras interpoladas.

También se puede hacer en el dominio de la frecuencia calculando el espectro y desplazando sus frecuencias antes de recuperarla mediante la transformada de Fourier.



Desplazamiento no constante sino linealmente proporcional (si  $100 \rightarrow 120$ ,  $200 \rightarrow 240$ )  
La transposición produce una alteración en el timbre mayor cuanto mayor sea la relación.  
Buenas relaciones menores a una octava.

### Armonizadores

Caso más general. Producen señales transpuestas con relación fija y las resultantes se mezclan con la original.

Acordes a partir de señales monofónicas

**Ejemplo.** Si de un sonido obtenemos dos copias transpuestas con las relaciones  $R_{III} = 5/4$  y  $R_V = 3/2$ , respectivamente, y las sumamos, obtendremos un acorde I + III + V, que es una triada mayor, a partir de la señal monofónica original.  $\square$

### Vibrato

Modulación de altura a baja frecuencia  $f_m < 20$  ( $0,1 < f_m < 10$  Hz).

Señal de control establece el número de ciclos por seg y la amplitud del desplazamiento de la altura respecto a la frecuencia inicial

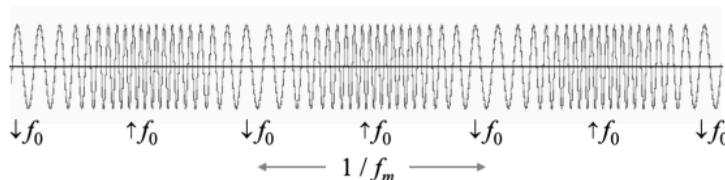


Figura 5.3: Efecto sobre una onda sinusoidal de un vibrato. La modulación de esta figura no está a escala por claridad; en realidad se producirían muchos más ciclos de la onda para cada período de modulación ( $1/f_m$ ).

Procesar la altura de una sonido para que tenga un vibrato del que carecía

Se puede implementar insertando una línea de retardo controlada por un oscilador de baja frecuencia LFO que hará variar el tiempo de retardo  $t_D$  con una amplitud de retardo  $A_D$ , entre  $t_D - A_D$  y  $t_D + A_D$ , haciendo esto  $f_m$  veces por segundo.

Como si la fuente sonora se acercara o alejara

**Ejemplo.** Si queremos aplicar un vibrato de  $f_m = 1$  Hz, variando el  $t_D$  central de 3 ms en  $A_D = \pm 2$  ms, el LFO creará una señal moduladora sinusoidal entre  $-2$  y  $+2$  que se sumará a  $t_D$  para que el retardo oscile entre 1 y 5 ms, una vez por segundo. En un sistema digital con  $f_s = 44.100$  Hz, esto supondrá que el número de muestras del retardo,  $D[n]$ , se irá modificando periódicamente para retrasar la señal entre  $D = 44$  muestras (según  $D = t_D / f_s$  cuando  $t_D = 0,001$  s) y  $D = 220$  muestras para 0,005 s.     $\square$