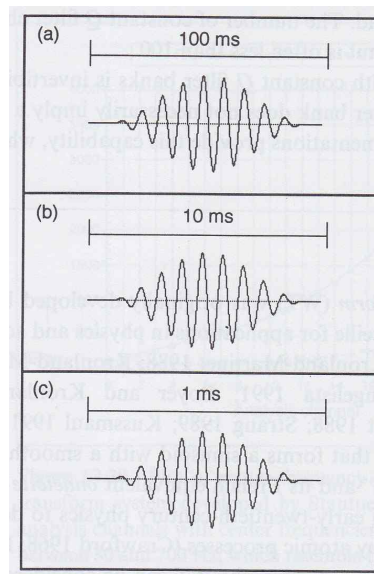


## Analysis by Wavelets

- Originally developed by University of Marseille
- 프랑스어 - Odelette 20세기 초 원자력 과정에 의해 방사되는 에너지의 양을 측정
- 자연스러운 Attack과 Decay를 동반한 Sinusoid 형태의 Signal Form
- Constant Q Filter 와 비슷한 형태
- Constant Q Filter 형태에 Short Time or Granular의 개념을 도입
- 사운드를 Time & Frequency Grid 혹은 Plane에 Mapping
- 눈금에 표시된 각각의 rectangle은 불확실한 모습을 설명
- 분석의 목적으로 눈금을 Set up 하고 Resynthesis를 목적으로 왜곡 가능
- Wavelet의 표준형은 Gaussian Envelope
- 특징 중 하나는 어떤 주파수에도 윈도우 사이즈(duration)를 주파수 분석에 따라 팽창, 압축 시킬 수 있음

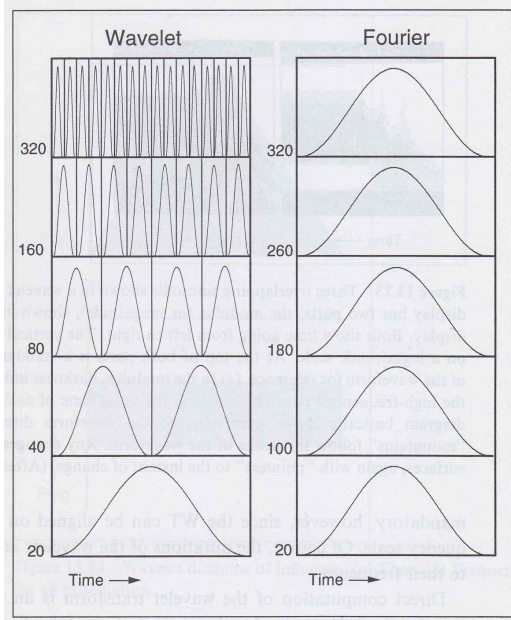


a)100Hz , b)1KHz ,  
c)10KHz

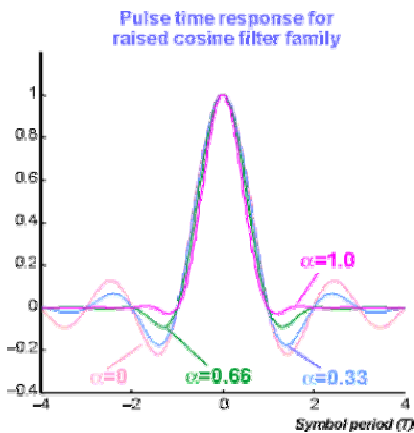
- 높은 주파수에서는 time resolution을 위해 frequency resolution이 변환되고 낮은 주파수에서는 frequency resolution을 위해 time resolution인 변환

### Operation of Wavelet Analysis

- Y축은 주파수, X축은 시간으로 되는 grid에 의해 input signal이 곱해짐



- 이러한 Processor의 작용은 Filter Band와 동일(BPF의 Center Frequency)
- Impulse Response와 유사

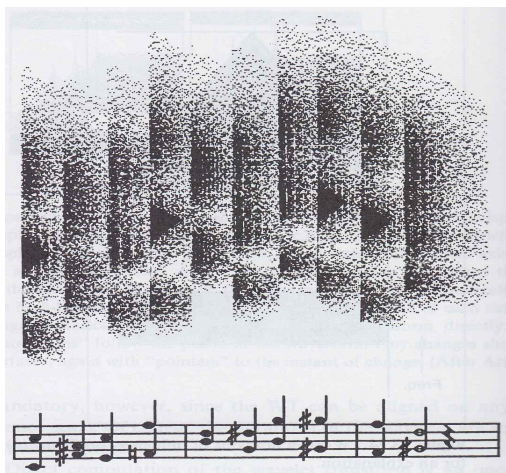
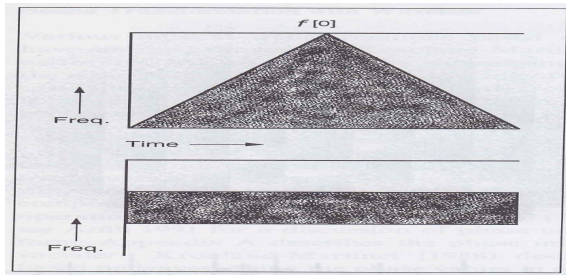
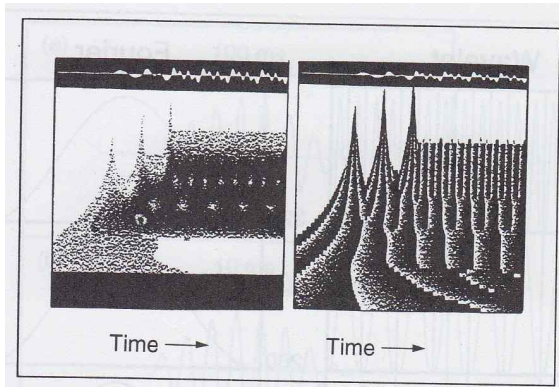


[http://www.cdmahouse.com/study/digital\\_communication/Baseband%20data%20transmission/Impulse%20response%20of%20raised%20cosine%20filter.htm](http://www.cdmahouse.com/study/digital_communication/Baseband%20data%20transmission/Impulse%20response%20of%20raised%20cosine%20filter.htm)

- input signal을 동시에 window하고 analyzing wavelet의 주파수에 input signal의 에너지 계산
- original signal의 time-frequency 에너지를 반영(시간에 대비한 frequency energy 반영)
- output은 STFT로서 두 개의 스펙트럼 출력 : Frequency energy, Phase
- grid의 frequency scale은 logarithm을 사용 (5, 3번째의 logarithm 간격과 관련)
- wavelet의 직접적인 계산은 번거로운 일이며 discrete fourier transform의 직접적인 계산을 load 하는 것과 유사

## Wavelet Display

- Marseille Group
- Sonogram의 한 종류



- Octave 표시 검정색 삼각형

## Wavelet Resynthesis

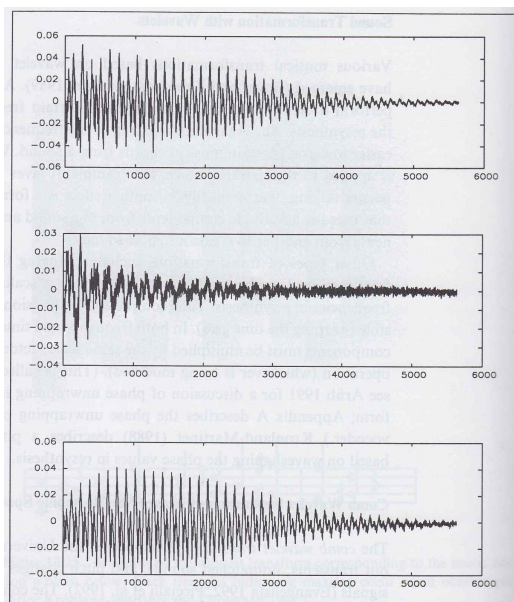
- Overlap-add & Additive
- overlap-add는 많은 oscillator 필요 : overlapping wavelet
- additive는 각 주파수별로 oscillator에게 스스로 할당

### Sound Transform with Wavelets

- 1) 특정 주파수 채널을 억제하는 filtering을 실행
    - logarithmic한 채널의 사용은 음악적 코드를 추출
    - Speaking resynthesis에 사용 -> 화성적으로 말하는 느낌을 만들
  - 2) cross-synthesis
    - 한 사운드의 amplitude 요소와 다른 사운드의 phase 요소를 사용
  - 3) etc
    - scaling 요소를 모든 주파수에 곱하거나 더하여 grid를 변화시킴
    - 시간의 압축/확장(time grid warping)
- : 시간과 주파수 모두를 warping함에 있어 위상의 요소는 pitch나 time 조정에서와 같이 동일한 요소에 의해 곱해 져야 함 (phase unwarping)

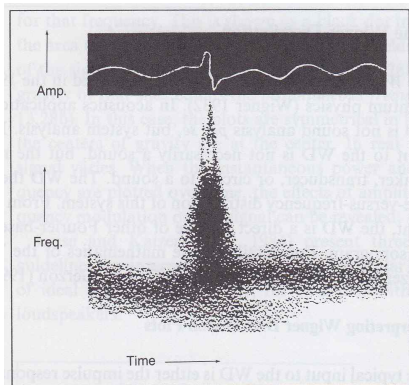
### Comb Wavelet Separation of Noise from Harmonic Spectrum

- Naple University
- quasi-periodic signal에서 transient, non-pitch, pitch의 변화를 분류
- Fundamental의 harmonic상에 정렬된 peak에 의해 음정 주기 측정
- harmonic spectrum의 energy를 분류
- harmonic signal : clean
- original signal의 wavelet을 반대로 하여 남겨진 부분은 dirty
- : attack transient and detail(사운드의 정체성, 개성...)
- cross synthesis 실행 가능
- Spectral Modeling Synthesis와 비슷



## Comparison of Wavelet Analysis with Fourier Methods

- 전통적인 Fourier의 분석 방식은 Frequency가 분석 되더라도 윈도우의 평균 에너지 값
- wavelet은 음악적 시그널의 multiresolution
  - : high frequency의 시간적 analysis 짧다
  - : low frequency의 시간적 analysis 길다
- ex) cymbal : 대부분 저주파수 이지만 attack이 있는 burst tone은 짧다
- 최적화된 분석 방법은 constant Q filter 방식과 wavelet의 접목



### 참고문헌 및 사이트

Curtis Roads, *The Computer Music Tutorial*, pp. 581~589

[http://www.cdmahouse.com/study/digital\\_communication/Baseband%20data%20transmission/Impulse%20response%20of%20Raised%20cosine%20filter.htm](http://www.cdmahouse.com/study/digital_communication/Baseband%20data%20transmission/Impulse%20response%20of%20Raised%20cosine%20filter.htm)

### 작성자

김영민 (박사과정, 7기)