

5. Introduction to Pitch Perception

Max Mathews

5.1 Pitch

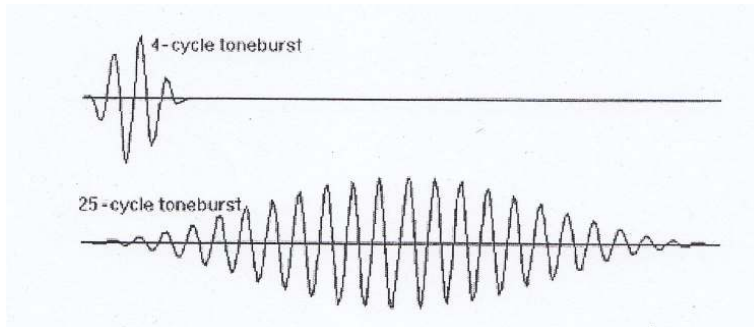
- 타악기를 제외한 거의 모든 악기들은 Pitch를 가지고 있음
- 일정한 주기를 가진 소리(악음)는 배음을 가지고 있음
- 오케스트라의 구성 악기들은 어느 한 악기를 기준으로 조율을 시행 - Pitch의 차이
- 기계가 인지하는 Pitch와 인간이 인지하는 Pitch에는 차이가 있을 수 있음

5.2 Pitch & Brightness

- Pitch는 주기에 의해 밝기(Brightness)는 배음에 의해 결정
- 높은 주파수의 배음을 많이 가지고 있으면 선명하게 들림
- 모음 'i'는 모음'u'보다 밝고 선명하게 들림
- 기계가 인지하는 Pitch와 인간이 인지하는 Pitch에는 차이가 있을 수 있음

Vowel	FIRST FORMANT		SECOND FORMANT		THIRD FORMANT		FOURTH FORMANT		FIFTH FORMANT	
	Freq [Hz]	Amp [dB]	Freq [Hz]	Amp [dB]	Freq [Hz]	Amp [dB]	Freq [Hz]	Amp [dB]	Freq [Hz]	Amp [dB]
A	609	0	1000	-6	2450	-12	2700	-11	3240	-24
E	400	0	1700	-9	2300	-8	2900	-11	3400	-19
IY	238	0	1741	-20	2450	-16	2900	-20	4000	-32
O	325	0	700	-12	2550	-26	2850	-22	3100	-28
OO	360	0	750	-12	2400	-29	2675	-26	2950	-35
U	415	0	1400	-12	2200	-16	2800	-18	3300	-27
ER	300	0	1600	-14	2150	-12	2700	-15	3100	-23
UH	400	0	1050	-12	2200	-19	2650	-20	3100	-29

- 트럼본과 프렌치 혼의 차이 : 소리의 방향, 손의 위치(bell)
- 짧은 click은 Pitch를 만들어 내지만 인간이 인지하기는 힘들

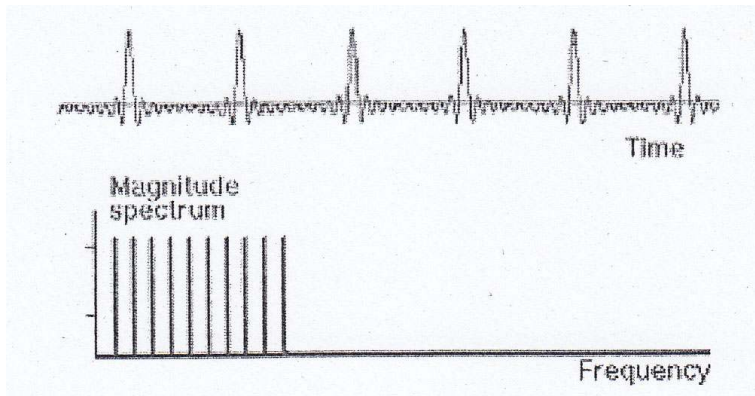


- 4번의 주기를 가진 웨이브는 click소리를 내지만 시간의 길이가 짧아 Pitch로 인지하기 힘들

- 25번의 주기를 가진 웨이브는 Pitch로 인지
- 주기적인 진동은 Pitch를 만들어 내지만 충분한 길이를 만들어 내지 않으면 인간이 Pitch를 인지하는데 어려움을 가짐

5.3 Pitch and Partial

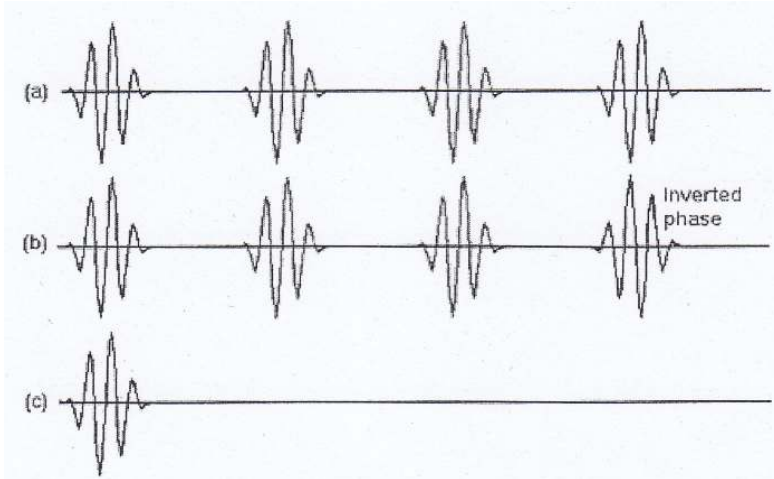
- 음악적인 톤(Tone)은 정수배를 가진 배음을 가지고 있음
- 음악적인 톤으로 만들기 위해서는 3개의 연속하는 배음을 가지고 있어야만 함 (1924 Harvey Fletcher of Bell Telephone Laboratories)
- 음악적인 피치는 피치 프리퀀시의 배음 혹은 Sine의 부분적 배음(동일한 의미) 사운드 웨이브 안에서 발생
- 낮은 주파수를 가진 배음을 제거해도 사람은 소리를 인지할 수 있음
- 라디오는 소리의 저주파수를 Filtering하여 전송
- 전화기의 신호 전송 음역대는 사람 목소리의 Spectrum에 맞춰 제작
- Fundamental을 잃어버려도 사람의 귀의 Mechanism에 의해 재생산됨. (Fletcher)
- 스펙트럼상에 Fundamental이 존재하지 않아도 인간은 Virtual Tone을 인지(Terhardt)
- Virtual Pitch는 partial 혹은 near-partial에 의해 형성
- 인간이 Pitch인지는 고주파수와 저주파수의 차이를 인지하는것에 있음



- 저음역대에서 연속적인 배음의 Amplitude를 동일하게 해준다면 소리의 지각은 활발하게 됨

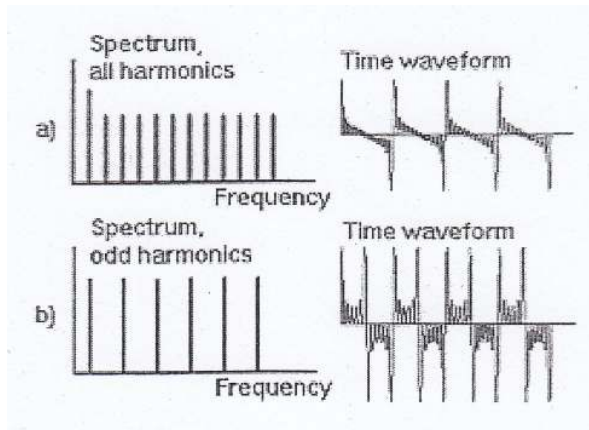
5.4 Experiments with Tone Burst

- 300번 연속하여 출력하면 a,b는 동일한 피치로 들리고 c보다 두 옥타브 위의 피치로 들림
- 1600번 연속하여 출력하면 b,c가 동일한 피치로 들리고 a보다 두 옥타브 아래의 피치로 들림



5.5 Odd Harmonics Only

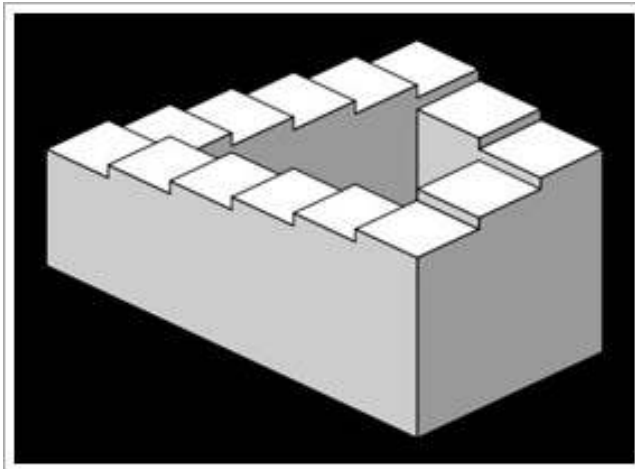
- 거의 모든 악기들은 홀수, 짝수 배음을 가지고 있음
- 클라리넷의 경우 홀수 배음 보다 짝수 배음이 모자름
- 파이프 오르간의 경우 홀수 배음이 많음



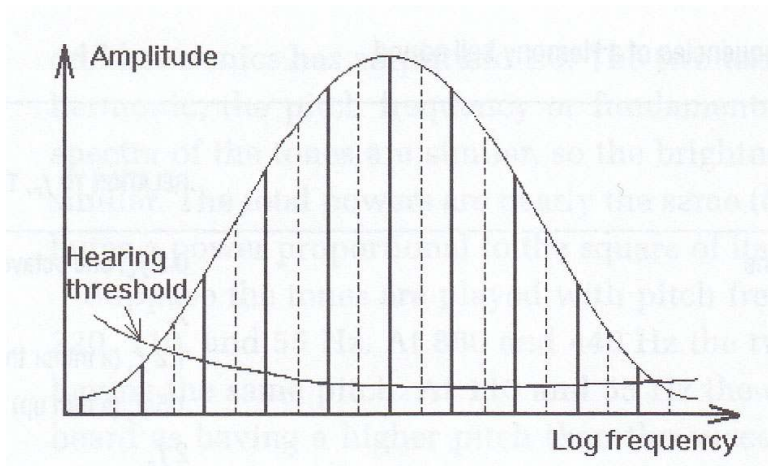
- Pitch Frequency가 같고 배음의 구조가 다를 경우 음악적 톤의 밝기가 비슷
- 저음역의 경우 홀수 배음만 가진 소리는 모든 배음을 가진 소리보다 높게 들림
- 저음역의 경우 Fundamental과 다른 저음이 배음들의 세기는 고음의 배음들보다 굉장히 작음

5.6 Pitch and Unusual Tones

- sine파의 중첩(superposition)으로 만든 소리로 위 혹은 아래로 끊임없이 올라가거나 내려가게 하는 듯한 환청 (1964 Roger Shepard)
- Super Mario – Endless Stairway
- Addictive Synthesizer의 응용(?)



Penrose Stairs



Shepard Tone