

Computer Music 2

- 第5回 -

担当：小林良穂

Computer Music 2

本日の内容

- オーディオ処理の基礎
 - 波形／振幅／波長／周波数
 - 音のデジタル化とsignal
 - 音量／アンプリチュード・エンベロープ

Computer Music 2

オーディオ処理の基礎

Computer Music 2

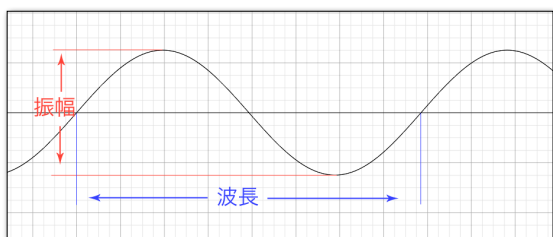
音とは？

- 辞書で調べると……
聴覚をおこす空気中の粗密波、またはこのような粗密波によっておこされる聴感覚
- 気圧の高い部分と低い部分が連続して空气中を伝わる
(波紋のように広がる)

Computer Music 2

波形表示

- 横軸に時間、縦軸に気圧を取ったグラフ



Computer Music 2

波形／振幅／波長／周波数

- **波形** …… 波の形
- **振幅** …… 振動の幅(気圧の高い部分と低い部分の差)
- **波長** …… 1周期(山と山、谷と谷)にかかる時間
- **周波数** …… 波が1秒に繰り返す回数
- 波長と周波数は逆数の関係
波長を λ (秒)、周波数を f (Hz) とすると
$$f = 1 / \lambda$$

Computer Music 2

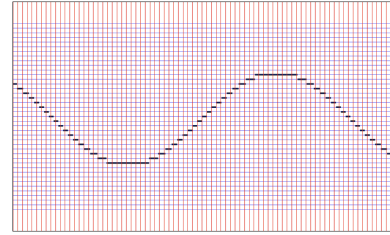
物理的属性と心理的属性

- 音の物理的な属性は、それぞれ心理的属性(聴覚)と下の表のような対応関係を持つ
(ただし、必ずしも1対1では対応しない)

物理的属性	心理的属性
波形	音色
振幅(音圧)	音の大きさ
周波数(振動数)	音の高さ

Computer Music 2

音のデジタルデータ化



デジタルデータ

Computer Music 2

標本化／量子化

- アナログ信号をデジタル信号に変換するには、時間を区切り(標本化)、それぞれの瞬間における気圧を数値化(量子化)する
- サンプリングレート** :
標本化の際の時間間隔。1秒に何サンプル取るか
CD の場合は 44,1kHz (1秒間に 44,100サンプル)
- 量子化ビット数** :
各瞬間の気圧をどの程度の精度でデータ化するか
CD の場合は 16bit (65,536段階)

Computer Music 2

signal

- オーディオ信号をリアルタイムで扱うには、1秒に数万個の値を処理する必要がある
- Max 上でオーディオ信号は **signal** として区別される
- signal をやり取りする Patch Cord は **黄色**
- signal を扱うオブジェクト名には **~** が付く

Computer Music 2

Max for Liveでのsignal出力

- インストゥルメントとして使うためには
 - notein** 等からMIDIメッセージを受け取る
 - plugout~** からsignalを出力
- ノートメッセージを音に変換するときの注意点
 - ノートナンバー**を周波数に変換するには **mtof**
 - ベロシティ**は**0~127**(0はノートオフ)で送られる

Computer Music 2

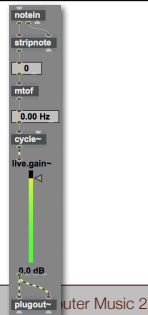
サイン波

- サイン波・正弦波・サインウェーブ :
正弦関数によって描かれる波形
$$y = A \sin(x)$$
 Aは振幅
- 物理的、数学的に最も基本的な波形のひとつ
- サイン波を発生させるオブジェクト : **cycle~**

Computer Music 2

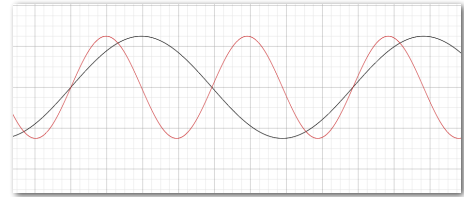
step1. サイン波を鳴らす

- **notein** から出力されるノートナンバーを **mtof** で周波数に変換
- その周波数の値を **cycle~** に送る
- 音量調整には **live.gain~** を利用



音の高さ

- 周波数(1秒に何回繰り返すか)が変化すると音の高さが変わる

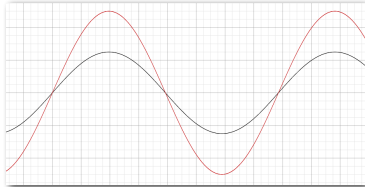


- ————— : 2倍の周波数の波

Computer Music 2

音の大きさ

- オーディオ信号の振幅を変化させると音量が変わる
- 音の signal に掛け算をすれば良い



- ————— : 2倍の振幅の波

Computer Music 2

step2. ベロシティに応じた音量調整

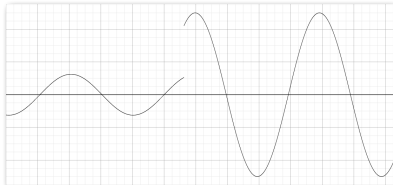
- ベロシティに比例した値を出力のsignalにかける
- 右の例だとベロシティ **127(最大)** で **1倍**
ベロシティ **0(ノートオフ)** で **0倍(無音)**



Computer Music 2

クリックノイズ

- 音量が急激に変化するとギャップができる
→プッチというノイズの原因
- わずかな時間をかけてなめらかに繋ぐことが必要



Computer Music 2

アンプリチュード・エンベロープ


- **振幅(amplitude)**の時間変化
- 音色を特徴づける重要な要素

例：
ピアノは立ち上がりは早く、ゆっくり減衰する
バイオリンは立ち上がりが遅い

Computer Music 2

- **line~** を利用して音の立ち上がりや減衰を調整できる
- **[select 0]** は0を入力すると**左アウトレット**から**bang**、それ以外の値は**右アウトレット**にそのまま出力される



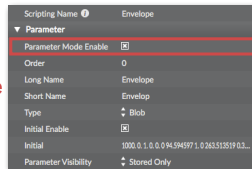
- functionを利用することで、視覚的に細かいエンベロープの設定ができる
- function :**
- 設定したエンベロープをbangで駆動させる
 - クリックでポイントの追加、Shift+クリックでポイントの削除
 - 第2アウトレットからはlineオブジェクトに適合した形で値が出力される
- 

- ・設定したエンベロープをbangで駆動させる
- ・クリックでポイントの追加、Shift+クリックでポイントの削除
- ・第2アウトレットからはlineオブジェクトに適合した形で値が出力される



© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

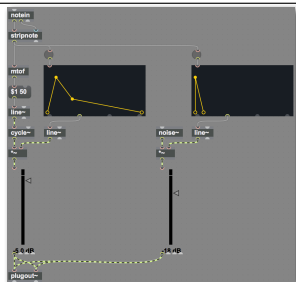
- **function** はLive用オブジェクトではない
→ Live Set と一緒に設定が保存できない
 - **Inspector** で **Parameter Mode Enable** にチェックを入れる
 - **名前**や**初期値**の設定も可能になる
- ※functionは複数の値を持つので**Type**を**Blob**に設定



Computer Music 2

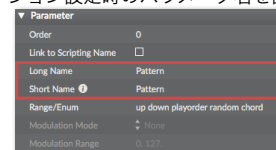
© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

- **ホワイトノイズ・白色雑音**：不規則に変化する波形
- 低音から高音まであらゆる周波数を均等に含む
- 周期性を持たないので周波数は指定できない
- ホワイトノイズを発生させるオブジェクト：**noise~**



© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

- Max上でlive.~オブジェクトを使用した場合、inspectorの“Long Name”, “Short Name”でオートメーション設定時のパラメータ名を設定できる
- 
- 同じオブジェクトを並べたときに設定が分かりづらいのでしっかり名前を分けて管理する必要がある



- Computer Music 2

第5回課題

- 単純な音を利用した表現

- MIDIトラックを2つ使用
- サイン波/ホワイトノイズを駆使したインストゥルメントを作成して使用
- 2種類のデバイスを作っても同じものを2トラックに使っても構わない
- 曲は1分以内に収める

ヒント：

単純な音を利用した表現については池田亮司/Carsten Nicolai(Alva Noto)/
Frank Bretschneiderらの作品を参照してください

Computer Music 2

第5回課題

<提出方法>

Liveのファイルを“**cm2-05_学籍番号.als**”で保存
プロジェクトフォルダを**ZIPで圧縮**して提出

<提出期限>

11月7日(火) 23:59

<質問>

ryoho@sfc.keio.ac.jp

Computer Music 2