2012.7.30 ASJ Summer Seminar@Sierra resort Hakuba

Puredataによるサウンドプログラミングの紹介 およびリアルタイムデモ

Introduction of sound programing by Puredata with realtime demonstrations

岡本 拓磨 / Takuma OKAMOTO, Ph.D.

情報通信研究機構 / NICT

okamoto(_at_)nict.go.jp,　http://www.okamotocamera.com

今日の話で使用したソース：http://www.okamotocamera.com/asj_ss_2012.zip

Puredataとは?

- Puredata (http://puredata.info/)
  - Pd (aka Pure Data) is **a real-time graphical programming environment for audio**, video, and graphical processing. It is the third major branch of the family of patcher programming languages known as Max (Max/FTS, ISPW Max, Max/MSP, jMax, etc.) originally developed Miller Puckette and company at IRCAM.

Pd-extended

フリーソフト

MAX6

シェアウェア

オブジェクトを線でつなげるだけの

簡単お手軽サウンドプログラミングツール

Pdで何ができるの??

ただ，，

フリーソフトだからといってなめてはいけない

実はかなりいろんなことができます

今日はそのほんの一部を紹介します

Pdで何ができるの?? (1)

- 特徴
  - リアルタイムマルチメディア処理
    - 音を生成 (osc~, noise~)
    - 音ファイルの再生，録音 (readsf~, writesf~)
    - フィルタリング (lop~, hip~)
    - フーリエ変換，畳み込み(rfft~, partconv~)
    - 画像表示，動画再生 (gemwin)
    - 右クリックでヘルプ，そしてヘルプもそのままパッチ，実行やコピペができて便利

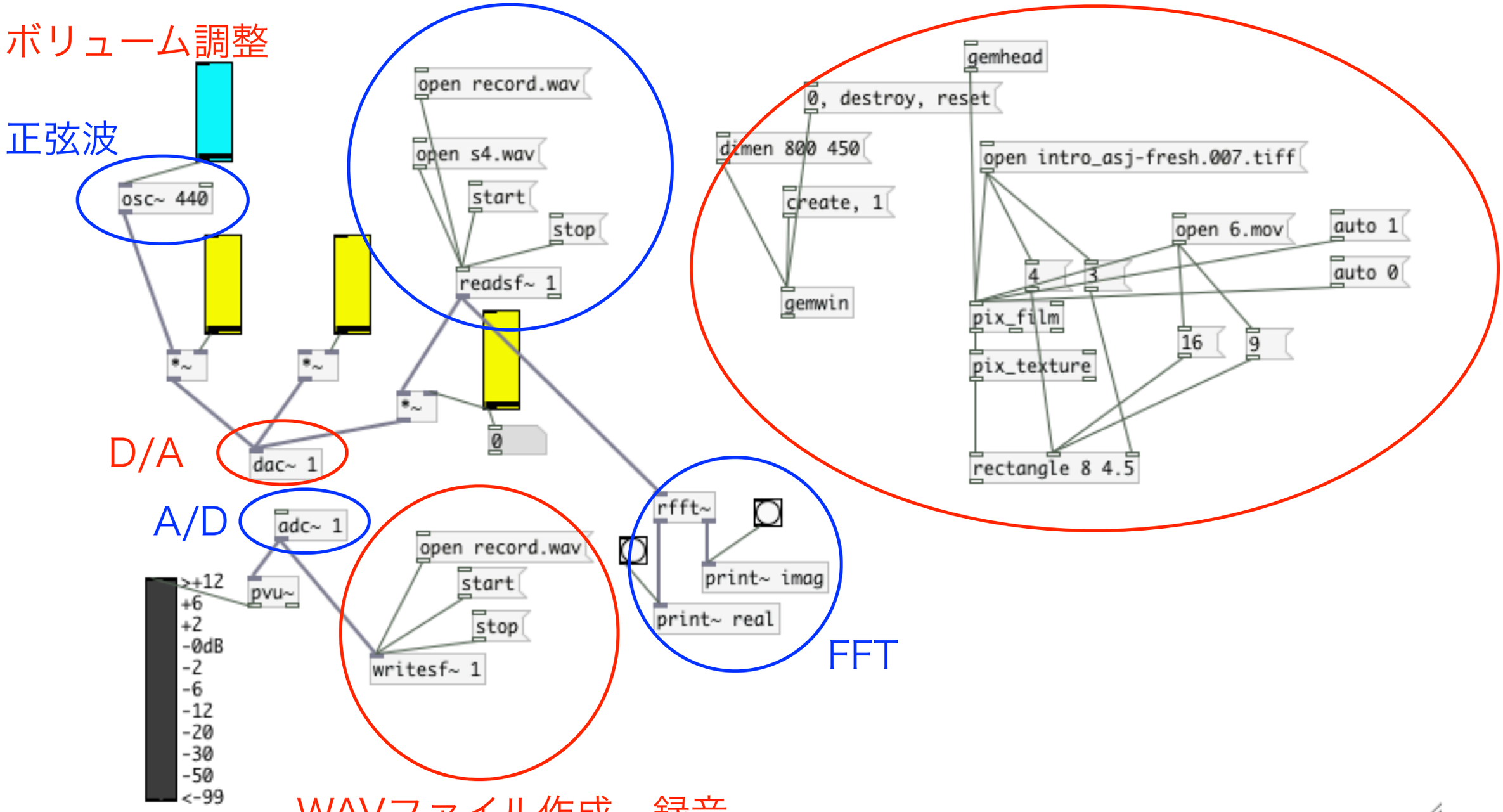
デモパッチ

WAVファイル読み込み，再生

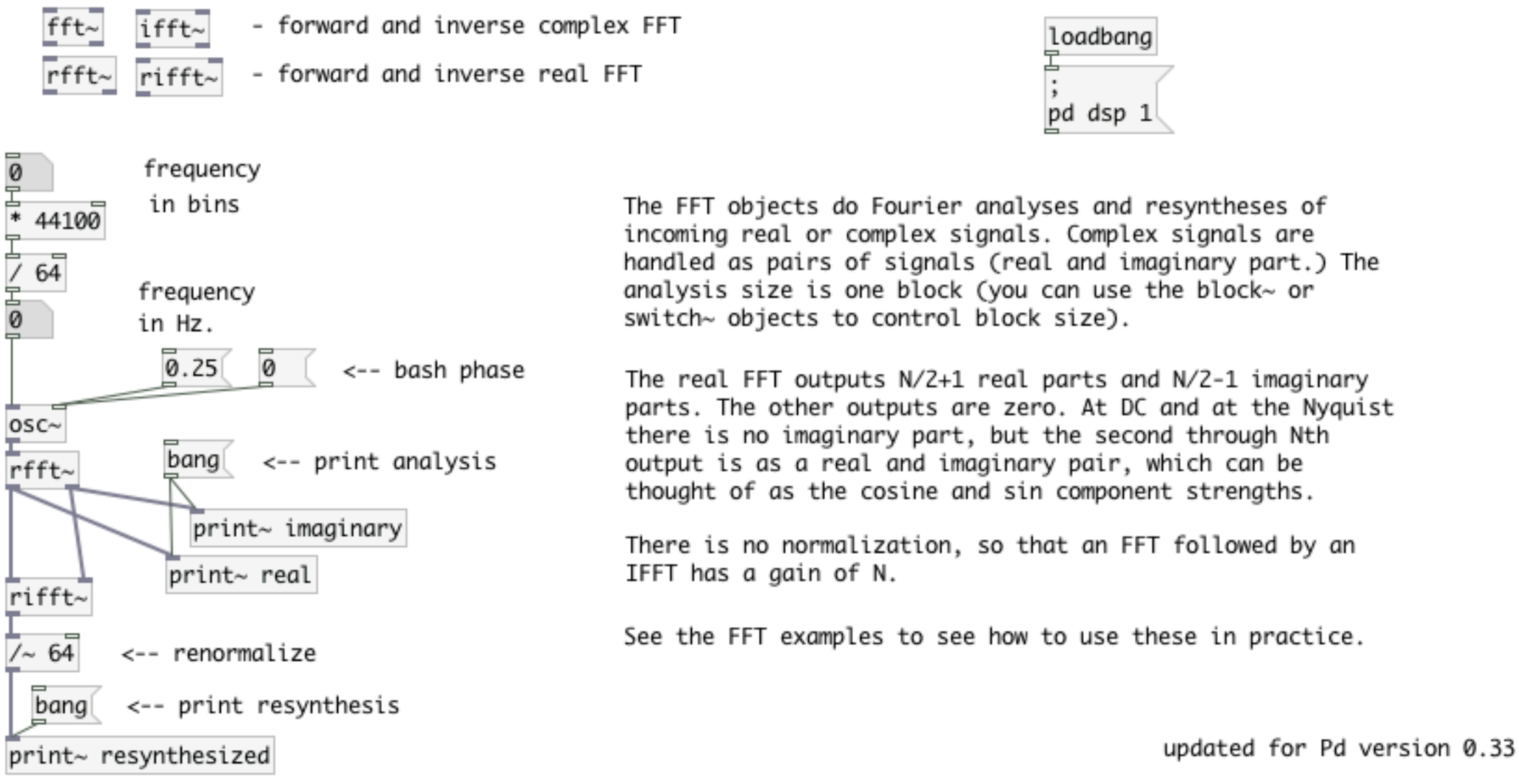
静止画，動画の読み込み，再生

ボリューム調整

正弦波



(例) rfft~のヘルプ


fft~
ifft~
- forward and inverse complex FFT
rfft~
rifft~
- forward and inverse real FFT
loadbang
;
pd dsp 1
0
frequency
in bins
* 44100
/ 64
frequency
in Hz.
0
0.25
0
<-- bash phase
osc~
rfft~
bang
<-- print analysis
print~ imaginary
print~ real
rifft~
/~ 64
<-- renormalize
bang
<-- print resynthesis
print~ resynthesized
The FFT objects do Fourier analyses and resyntheses of incoming real or complex signals. Complex signals are handled as pairs of signals (real and imaginary part.) The analysis size is one block (you can use the block~ or switch~ objects to control block size).
The real FFT outputs N/2+1 real parts and N/2-1 imaginary parts. The other outputs are zero. At DC and at the Nyquist there is no imaginary part, but the second through Nth output is as a real and imaginary pair, which can be thought of as the cosine and sin component strengths.
There is no normalization, so that an FFT followed by an IFFT has a gain of N.
See the FFT examples to see how to use these in practice.
updated for Pd version 0.33

Pdで何ができるの?? (2)

- 特徴
  - リアルタイムマルチメディア処理
    - 音を生成 (osc~, noise~)
    - 音ファイルの再生，録音 (readsf~, writesf~)
    - フィルタリング (lop~, hip~)
    - フーリエ変換，畳み込み(rfft~, partconv~)
    - 画像表示，動画再生 (gemwin)
    - 右クリックでヘルプ，そしてヘルプもそのままパッチ，実行やコピペができて便利
  - クロスプラットフォーム
    - Windows, MacOS(山 Lionでも動作) and Linux (Ubuntuなど)

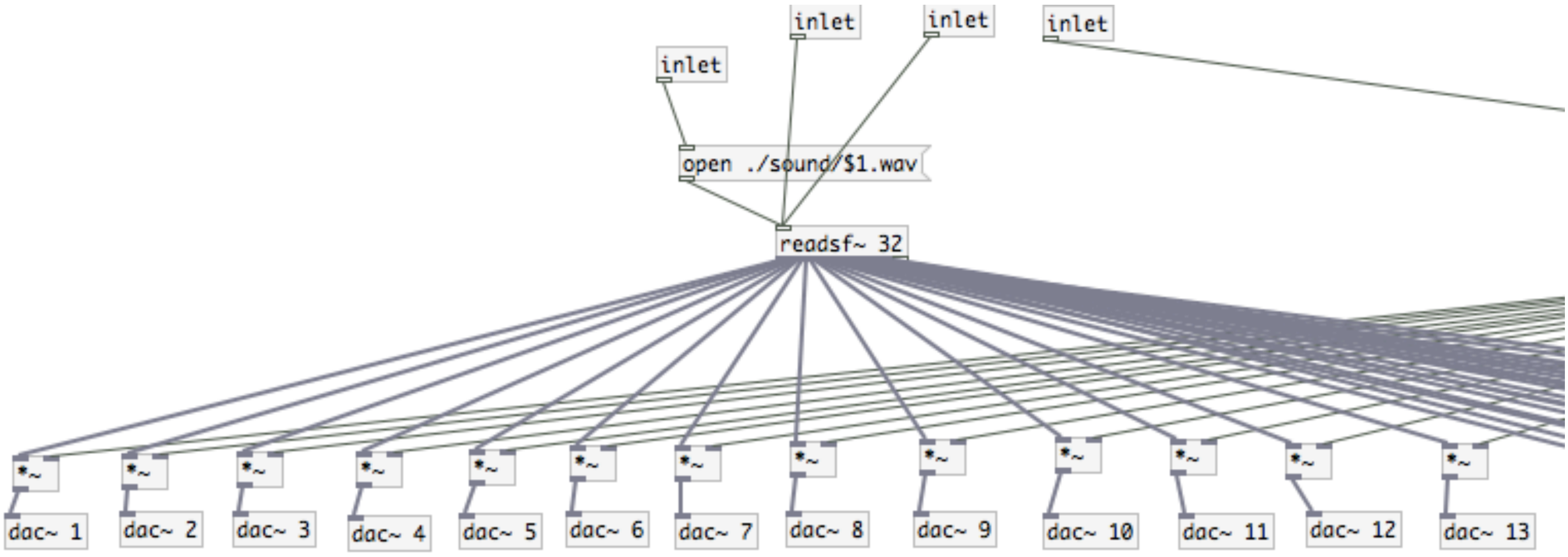
どのOSでも同じパッチが使える

Pdで何ができるの?? (3)

- 特徴
  - リアルタイムマルチメディア処理
    - 音を生成 (osc~, noise~)
    - 音ファイルの再生，録音 (readsf~, writesf~)
    - フィルタリング (lop~, hip~)
    - フーリエ変換，畳み込み(rfft~, partconv~)
    - 画像表示，動画再生 (gemwin)
    - 右クリックでヘルプ，そしてヘルプもそのままパッチ，実行やコピペができて便利
  - クロスプラットフォーム
    - Windows, MacOS and Linux
  - 多チャネルオーディオ対応
    - 1ファイルにつき64チャネル (readsf~ 64, writesf~64)

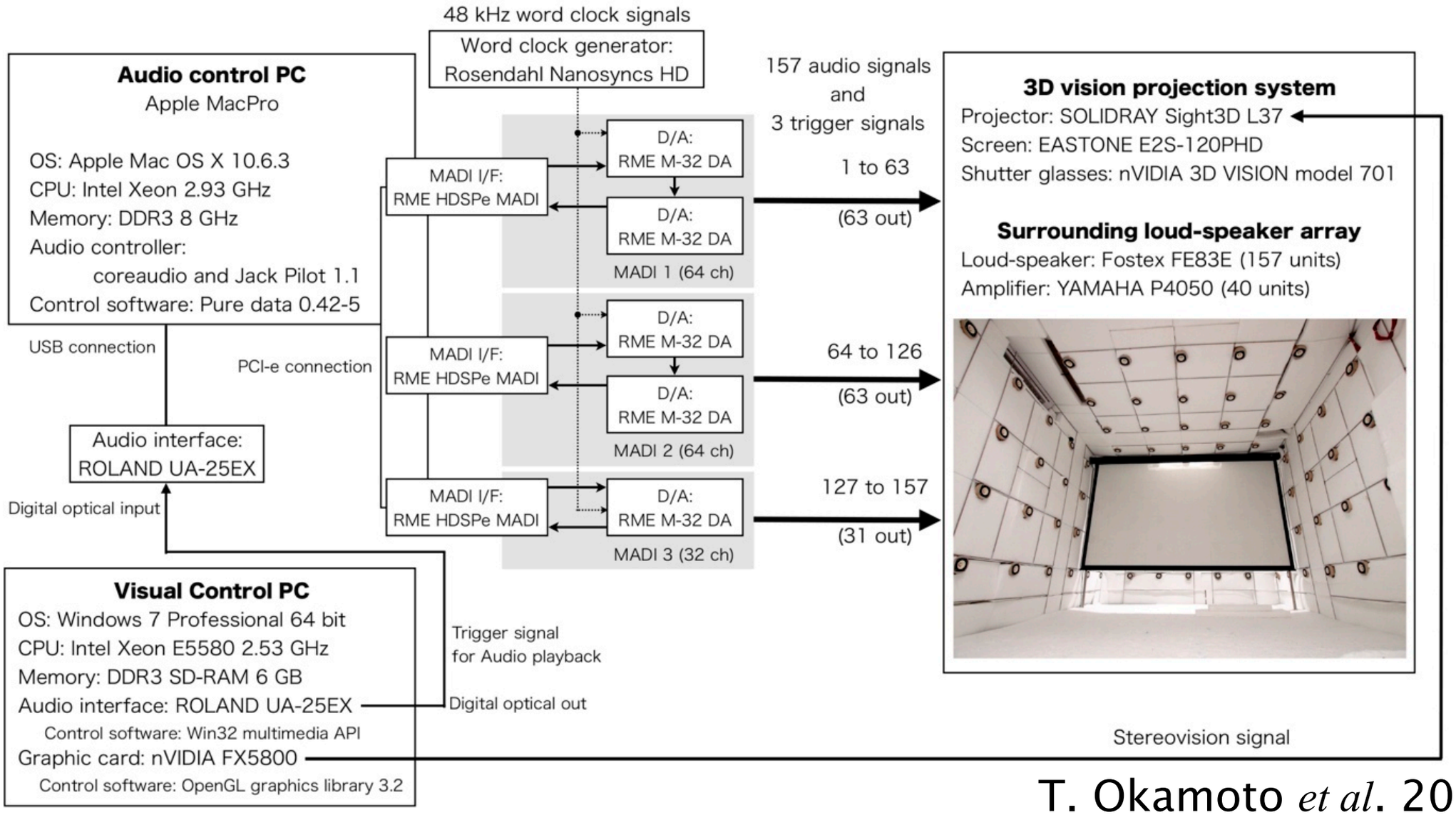
readsf~ 32

- マルチチャネルWAVファイルの作り方
  - MATLABの場合
    1. 音の長さ(サンプル) × チャネル数の行列Xを用意
    2. wavwrite(X,サンプリング周波数,'ファイル名.wav');



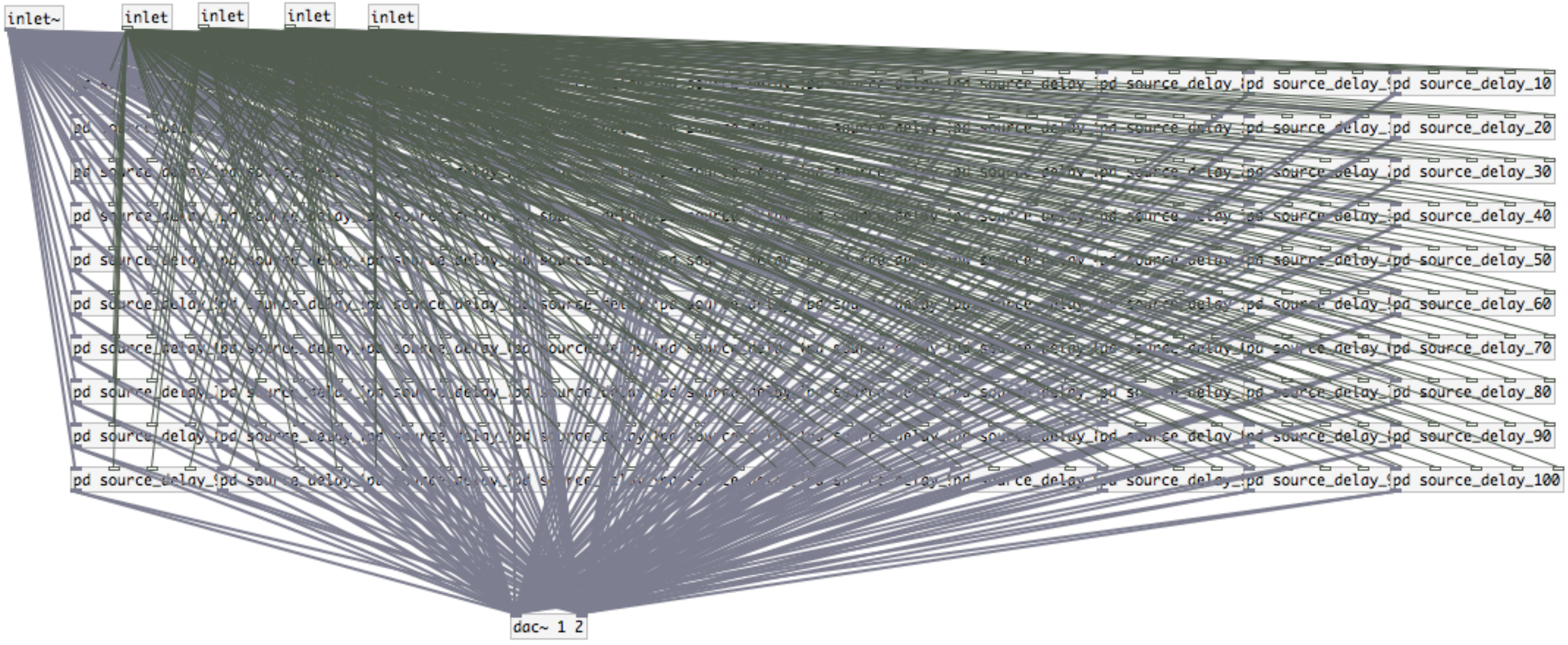
東北大時代：こんなシステムもpdで作った

- 157 ch3次元音響+眼鏡立体視の3次元視聴覚ディスプレイ
  - 157 chの音はPd@Macで処理
  - 映像はWindows，映像と音の同期はMac側のPdで処理



T. Okamoto *et al*. 2009

ちなみに100チャネルのコード



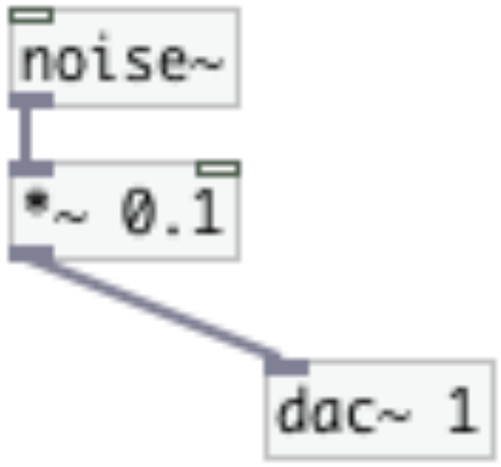
こんなの書いてられるか〜!!

Pdで何ができるの??

- 特徴
  - リアルタイムマルチメディア処理
    - 音を生成 (osc~, noise~)
    - 音ファイルの再生，録音 (readsf~, writesf~)
    - フィルタリング (lop~, hip~)
    - フーリエ変換，畳み込み(rfft~, partconv~)
    - 画像表示，動画再生 (gemwin)
    - 右クリックでヘルプ，そしてヘルプもそのままパッチ，実行やコピペができて便利
  - クロスプラットフォーム
    - Windows, MacOS and Linux
  - 多チャネルオーディオ対応
    - 1ファイルにつき64チャネル (readsf~ 64, writesf~64)
  - シンプルなソースコード
    - スクリプト処理で複雑なコードも楽ちん生成

Pdのソースコード

- 実はただのテキスト
  - オブジェクトの種類，位置座標，それらのつなぎ方のみで記載
    - 法則さえわかればスクリプトでマルチチャネルも楽勝



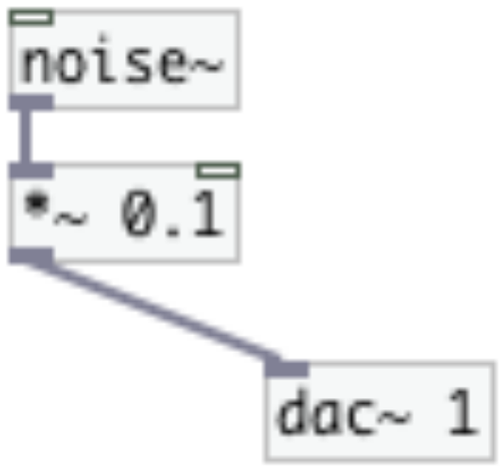
パッチ

```
#N canvas 652 403 450 300 10;
#X obj 90 93 noise~;
#X obj 90 120 *~ 0.1;
#X obj 135 155 dac~ 1;
#X connect 0 0 1 0;
#X connect 1 0 2 0;
```

パッチのソース

Pdのソースコード

- 実はただのテキスト
  - オブジェクトの種類，位置座標，それらのつなぎ方のみで記載
    - 法則さえわかればスクリプトでマルチチャネルも楽勝



パッチ

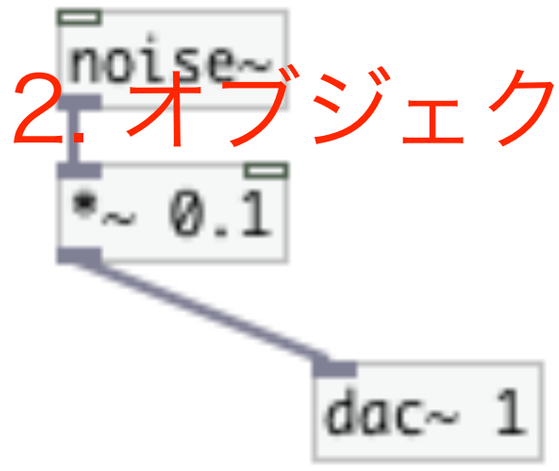
1. キャンバス定義

```
#N canvas 652 403 450 300 10;
#X obj 90 93 noise~;
#X obj 90 120 *~ 0.1;
#X obj 135 155 dac~ 1;
#X connect 0 0 1 0;
#X connect 1 0 2 0;
```

パッチのソース

Pdのソースコード

- 実はただのテキスト
  - オブジェクトの種類，位置座標，それらのつなぎ方のみで記載
    - 法則さえわかればスクリプトでマルチチャネルも楽勝



パッチ

1. キャンバス定義
2. オブジェクト定義

```
#N canvas 652 403 450 300 10;
#X obj 90 93 noise~;
#X obj 90 120 *~ 0.1;
#X obj 135 155 dac~ 1;
#X connect 0 0 1 0;
#X connect 1 0 2 0;
```

パッチのソース

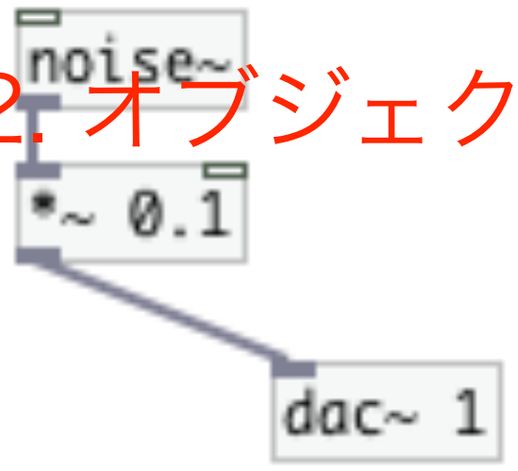
Pdのソースコード

- 実はただのテキスト
  - オブジェクトの種類，位置座標，それらのつなぎ方のみで記載
    - 法則さえわかればスクリプトでマルチチャネルも楽勝

1. キャンバス定義

2. オブジェクト定義

3. つなぎ方定義



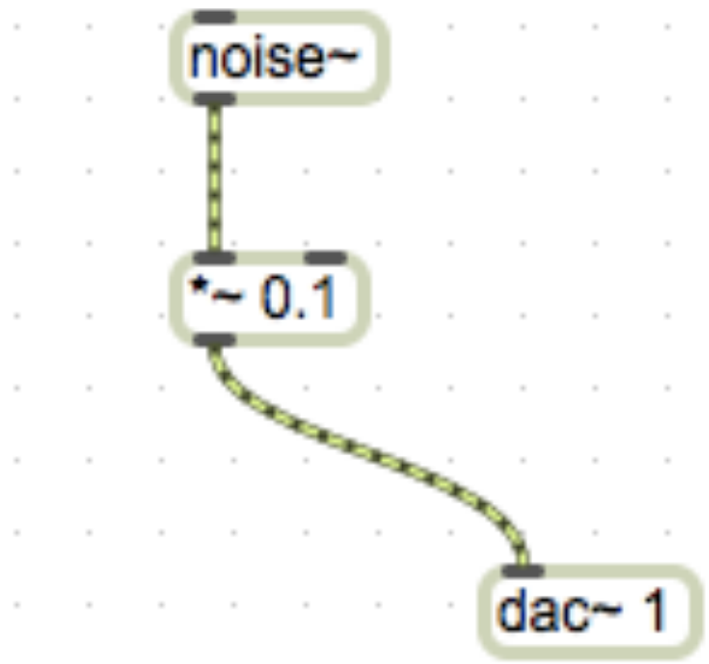
パッチ

```
#N canvas 652 403 450 300 10;
#X obj 90 93 noise~;
#X obj 90 120 *~ 0.1;
#X obj 135 155 dac~ 1;
#X connect 0 0 1 0;
#X connect 1 0 2 0;
```

パッチのソース

MAXのソースコード

- MAXの特徴
  - 線やオブジェクトがオサレ
    - そんかしソースコードは複雑
    - スクリプトで多チャネル化はやや不向き



パッチ

```
{
        "patcher" :     {
                "fileversion" : 1,
                "appversion" :                  {
                        "major" : 6,
                        "minor" : 0,
                        "revision" : 3
                }
,
"rect" : [ 25.0, 69.0, 640.0, 480.0 ],
"bglocked" : 0,
"openinpresentation" : 0,
"default_fontsize" : 12.0,
"default_fontface" : 0,
"default_fontname" : "Arial",
"gridonopen" : 0,
"gridsize" : [ 15.0, 15.0 ],
"
```

以下，約この3倍の行

パッチのソース

Pdで何ができるの??

- 特徴
  - リアルタイムマルチメディア処理
    - 音を生成 (osc~, noise~)
    - 音ファイルの再生，録音 (readsf~, writesf~)
    - フィルタリング (lop~, hip~)
    - フーリエ変換，畳み込み(rfft~, partconv~)
    - 画像表示，動画再生 (gemwin)
    - 右クリックでヘルプ，そしてヘルプもそのままパッチ，実行やコピペができて便利
  - クロスプラットフォーム
    - Windows, MacOS and Linux
  - 多チャネルオーディオ対応
    - 1ファイルにつき64チャネル (readsf~ 64, writesf~64)
  - シンプルなソースコード
    - スクリプト処理で複雑なコードも楽ちん生成
  - 遠隔操作，ネットワーク通信
    - Open Sound Control (OSC) プロトコル
    - マシン間通信，モバイル端末通信(netsend, netreseive, udpreceive, unpackOSC)
    - iPad(もちろんiPhoneも)やKinectとの通信可能

OSC remote software

Store | Mac | iPod | iPhone | iPad | iTunes | Support

iTunes プレビュー

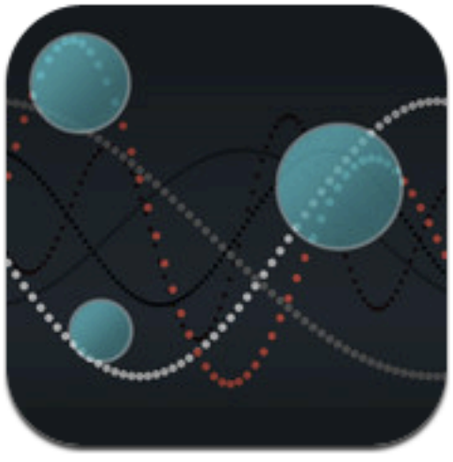
iTunes 10の新機能　iTunesとは？　iTunesで何をしよう？　iTunesを使いこなす

Mrmr OSC controller

この開発者による他の App を見る

開発: 10base-t Interactive

App を購入、ダウンロードするには iTunes を開いてください。



iTunes で見る

この App は iPhone、iPad の両方に対応しています。

詳細

Mrmr is an ongoing research project to develop a standardized set of protocols and syntax conventions to control live installations and multimedia performances via mobile devices. The project is currently spearheaded by Eric Redlinger, researcher-in-residence at the Polytechnic Institute of NYU's experimental media center.

10base-t Interactive Web サイト ▸　Mrmr OSC controller のサポート ▸　...さらに見る

バージョン 2.3 の新機能

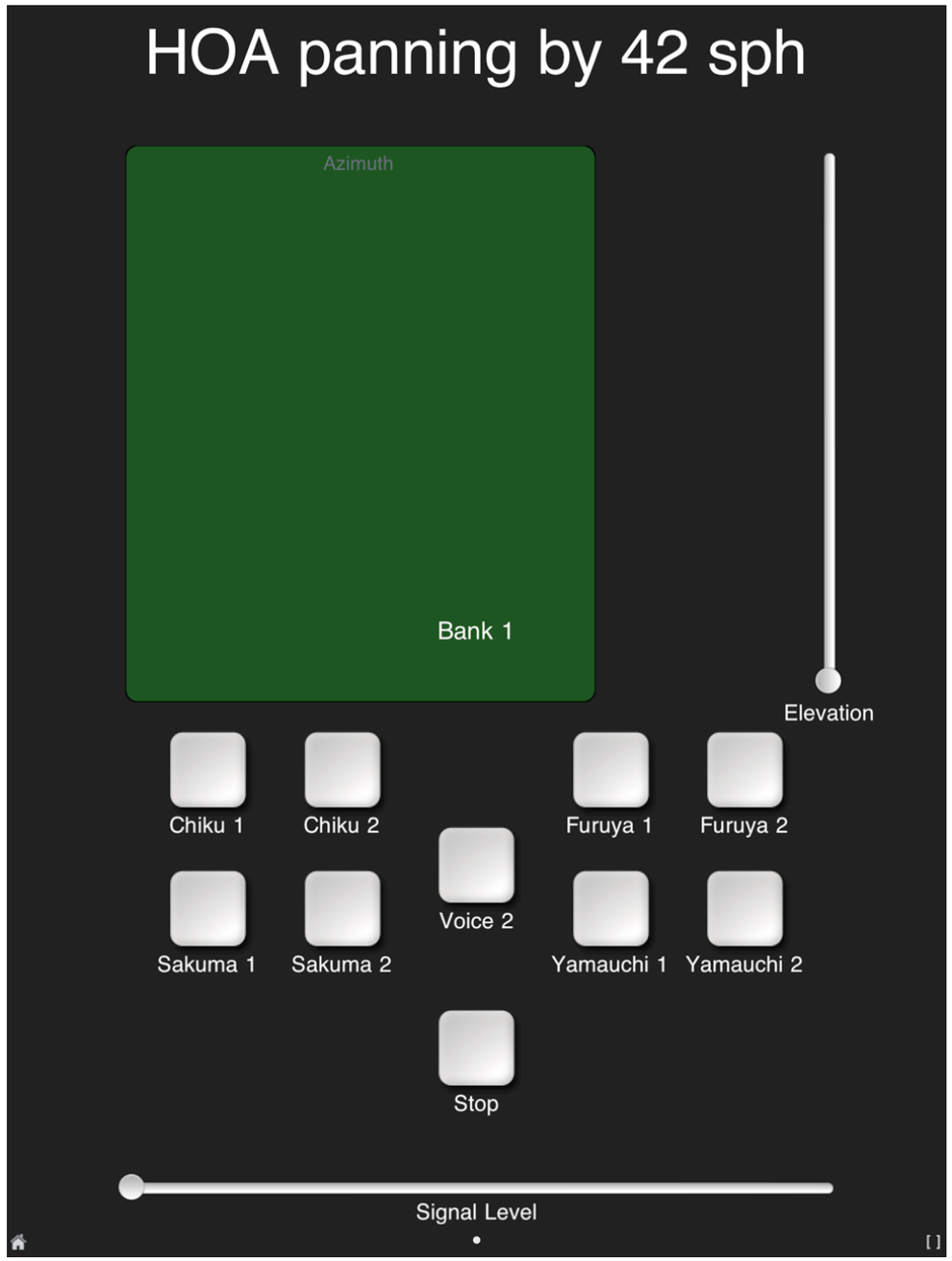
1) two more ways to get your .mmr interface files into the app: email them to yourself, or via iTunes file sync
2) bug fixes

Mrmr

- 特徴
  - 無料!! (Apple App Store)
    - 他のOSCソフトは有料(Touch OCS@400円，など)
    - これもパッチはPd同様ただのテキスト
    - ジャイロ情報も取得可能
    - 音のコントロールはもちろん実験参加者の回答にも便利

```
titleview nil 0.100000 9 9 1 1 9 1 HOA_panning_by_42_sph 1
tactilezone nil 0.100000 8 9 2 2 4 4 Azimuth 3
slider auth 0.100000 8 9 6 2 4 4 Elevation 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 4 8 1 1 Stop 2
slider auth 0.100000 9 9 2 9 7 1 Signal_Level _
pushbutton nil 0.100000 7 9 2 6 1 1 Chiku_1 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 3 6 1 1 Chiku_2 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 5 6 1 1 Furuya_1 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 6 6 1 1 Furuya_2 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 2 7 1 1 Sakuma_1 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 3 7 1 1 Sakuma_2 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 5 7 1 1 Yamauchi_1 2
pushbutton nil 0.100000 7 9 6 7 1 1 Yamauchi_2 2
pushbutton nil 0.100000 7 8 4 6 1 1 Voice_2 2
```

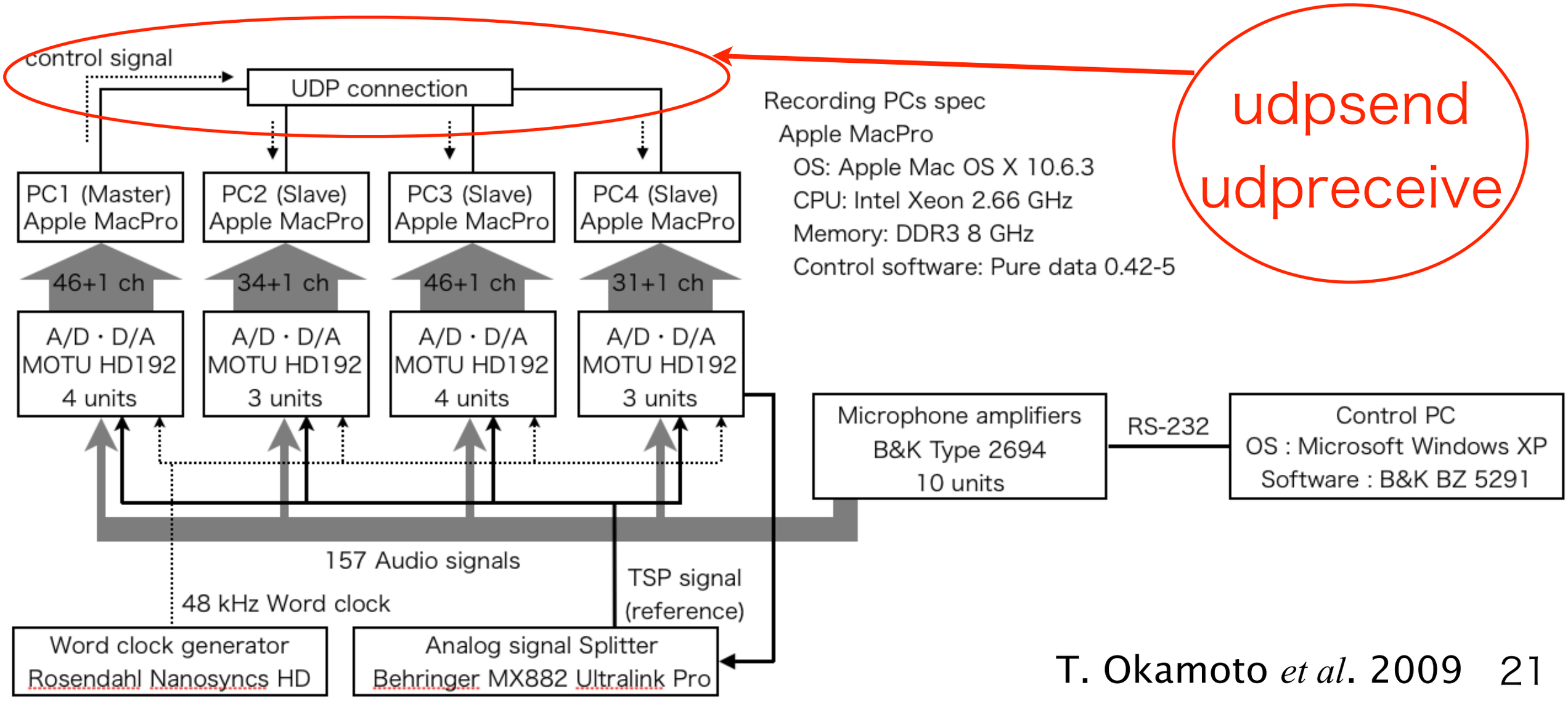
パッチのソース



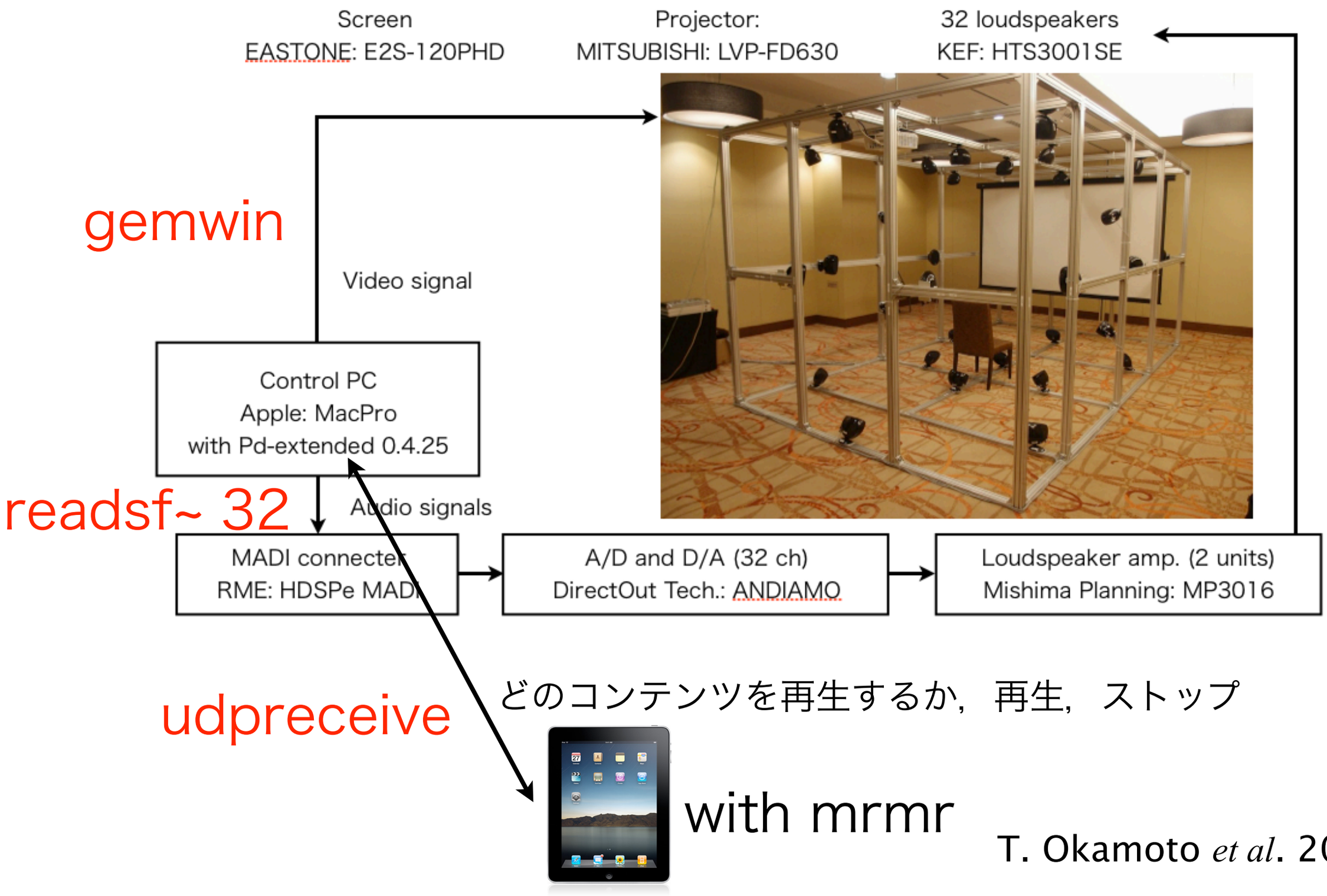
作成したパッチ

東北大時代：録音の方はPC4台

- 包囲型157 chマイクロホンアレイ
  - 4台のPCはPdのUDP接続でコントロール(PC1がマスター，2〜4がスレイブ)

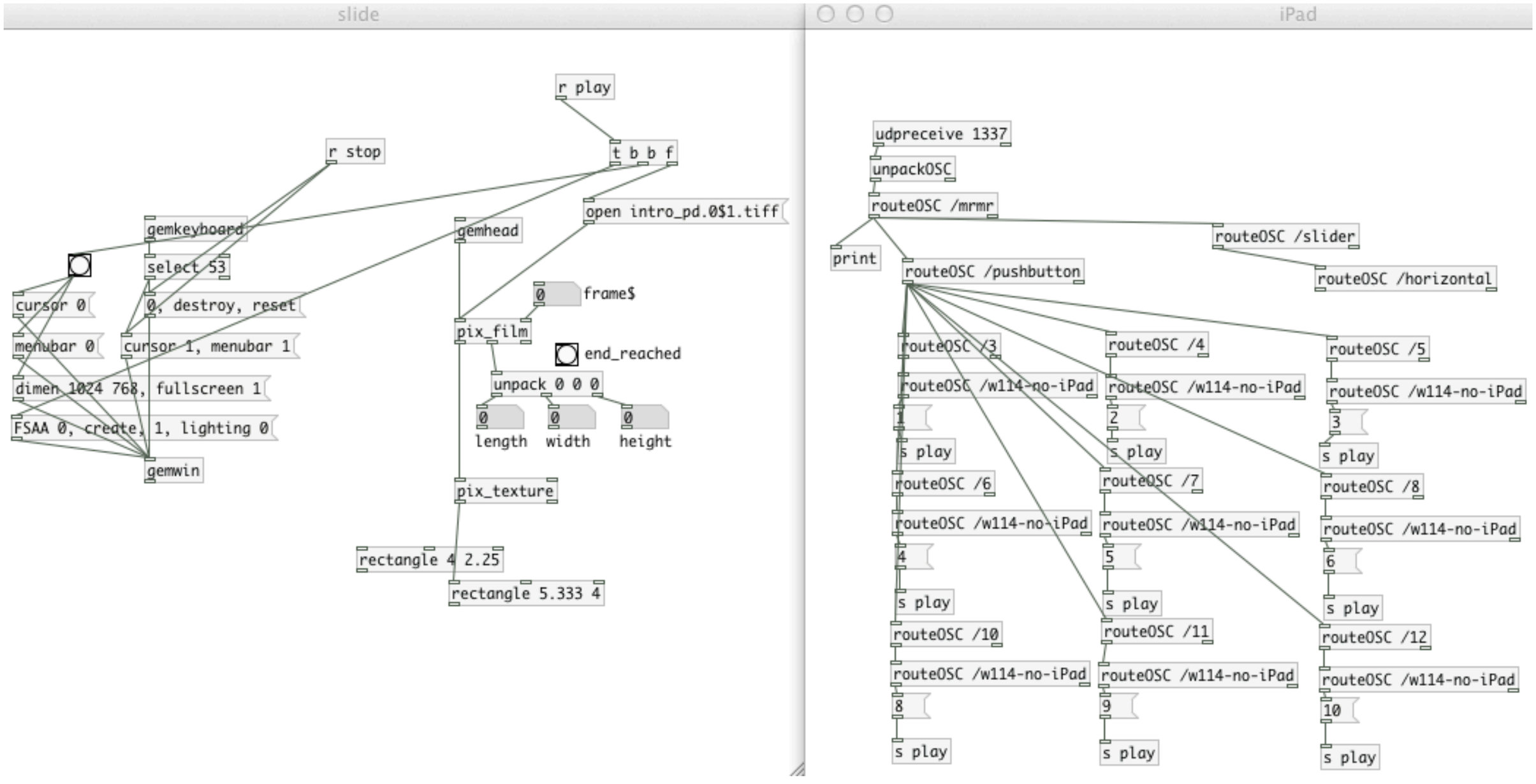


ポータブル型(?)32 ch視聴覚ディスプレイ



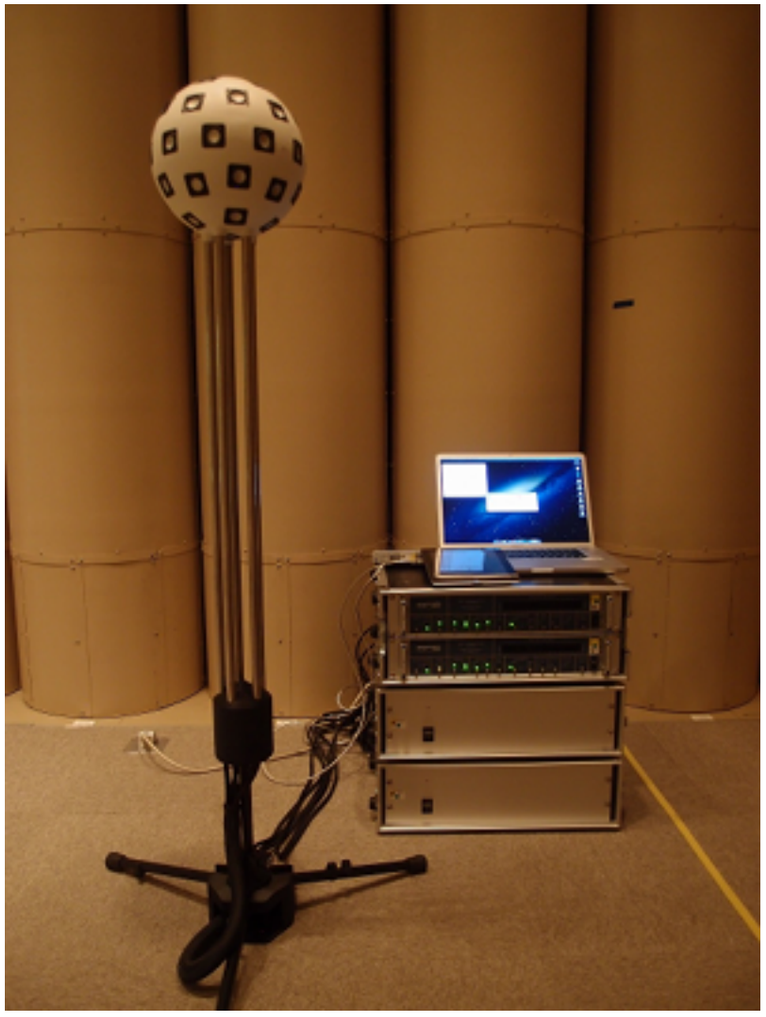
スライドを画像化すればプレゼンでもきる

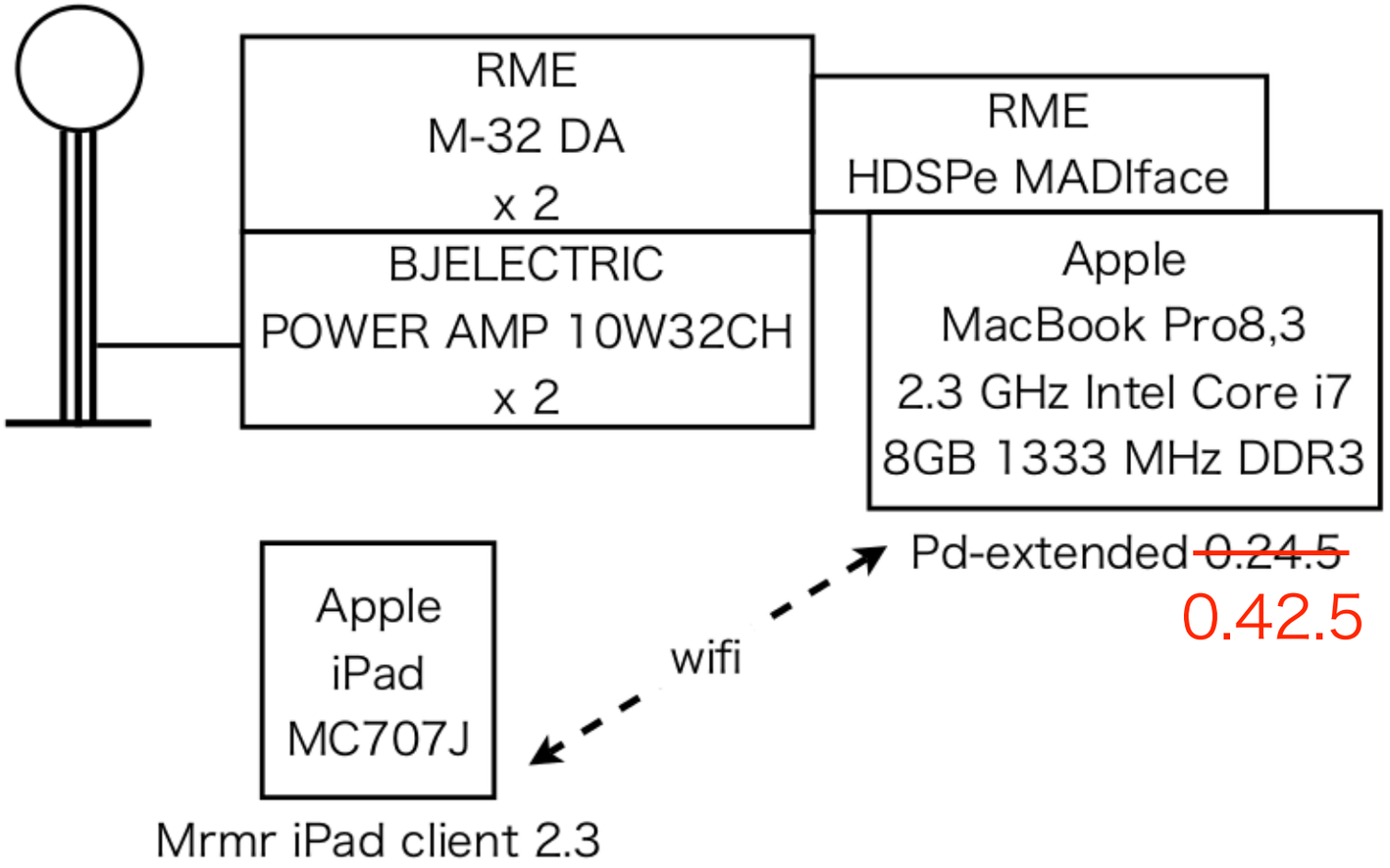
- pdとiPadでプレゼンテーション



球形42チャネルスピーカシステム

- 1-9-14 42チャネルスピーカアレイによる球面調和関数を用いた放射指向性合成 (音響学会2012秋季研究発表会@信州大学)
  - ◎岡本拓磨 (情報通信研究機構), 勝本道哲(勝本総合研究所)
    - iPadで放射音源(楽器の音など)をリアルタイムに回す





おすすめサイト (1)

- こじ研 (http://www.myu.ac.jp/~xkozima/lab/avmed-pd1.html)
  - 基本的な音や画像処理の関数を説明
    - WiiリモコンやiPadの使い方なども実はのっている

こじ研（小嶋研究室）

宮城大学 MIYAGI UNIVERSITY

小嶋秀樹 | 授業情報 | 研究室　　日本語 | English

index

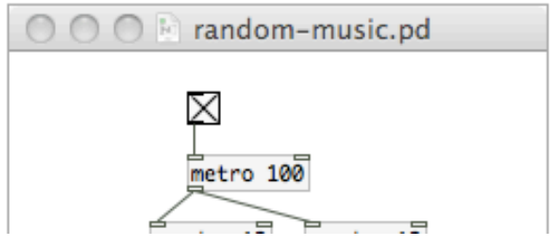
- 研究室トップ
- 福祉メディア
- 携帯メディア
- 言語メディア
- 視線メディア
- 音・映像メディア
  - Pure Data 入門
  - Pure Data 音処理
  - Pure Data 画像生成
  - Pure Data 画像処理
  - Pure Data 小ネタ集
  - Pure Data 小辞典

はじめに

【Pd (Pure Data) とは】

Pd (Pure Data) は Miller Puckette が開発したデータフロー型プログラミングによるマルチメディア制作環境です．演算機能をもった「オブジェクト」を相互に接続することで，さまざまなデータ（数値・音・映像など）に対する処理の流れ（フロー）を「パッチ」とよばれる図式として視覚的・対話的に構成していきます．

たとえば，下のパッチはランダムな音楽（らしきもの）を生成するものです．上側に置かれたメトロノームから 100ms ごとにタイミング信号が下に流れていき，それに合わせてランダムな音階（鍵盤の番号）が生成され，その音階にあたる周波数の正弦波（の波形データ）に変換された後，下側に置かれた音声アウトプット（左右のスピーカ）に流れていきます．（細かい部分はまだ分からなくて結構です．）

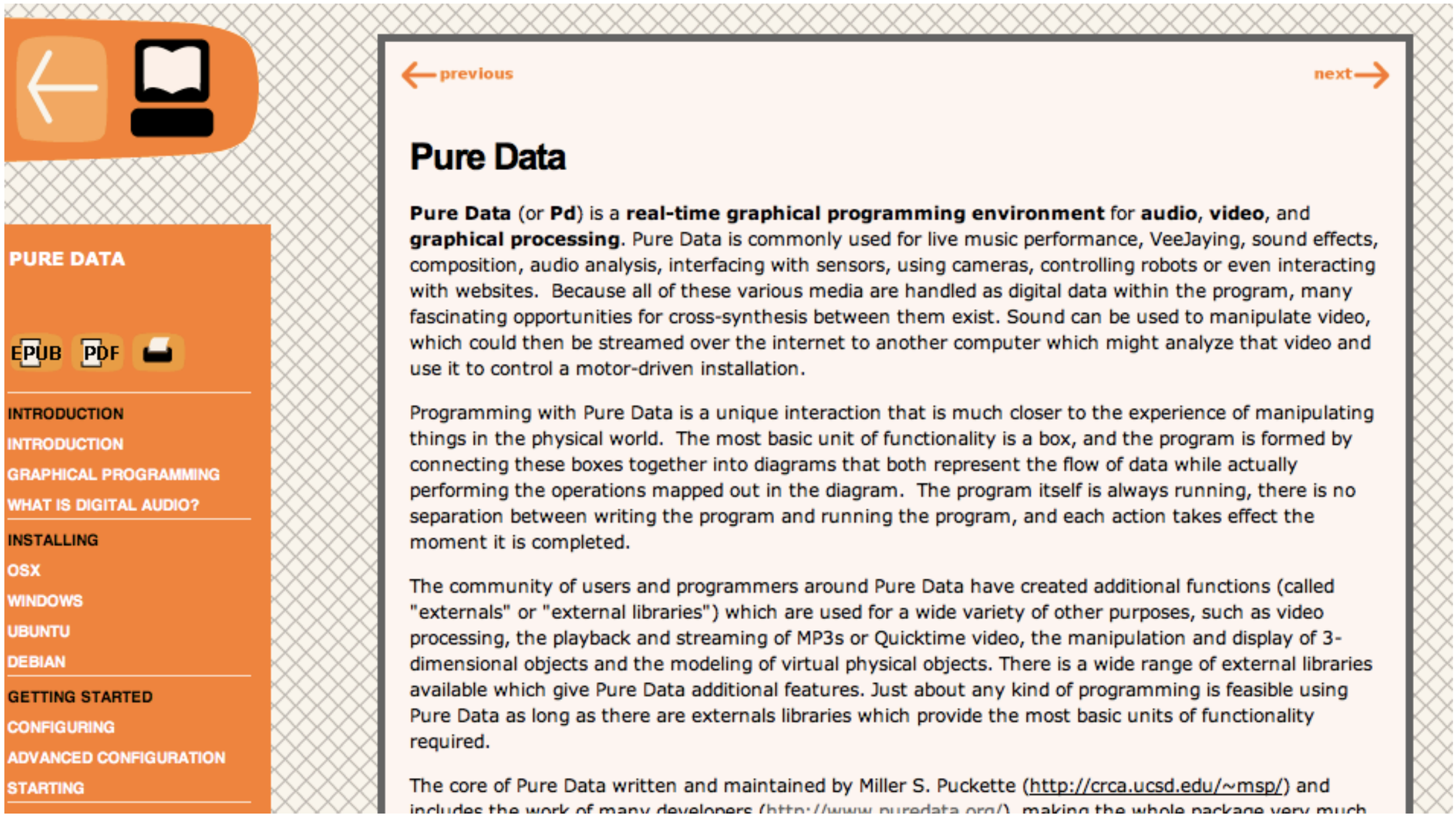


おすすめサイト (2)

- Youtubeのレッスン (youtubeで「puredata」と検索)
  - 動画で一つ一つの関数や方法を説明
    - レッスン33まである
    - すべて英語
    - 逆に英語の勉強にもなる

おすすめサイト (3)

- http://en.flossmanuals.net/PureData/
  - Pd-extendedの関数のマニュアルがある



おすすめ本

- Pd Recipe Book -Pure Dataではじめるサウンドプログラミング
  - 松村 誠一郎 (著)
    - 3,750.- (ISBN：978-4861007804) 2012/2/23発売

まとめ

- フリーソフトでこれだけできる!!みんなPdを使おう!!
  - 音信号処理
  - 音響測定
  - 多チャネルオーディオ再生(インタラクティブ処理も可能)
  - 実験の回答(iPadが便利)
- みんなでPdの情報を共有化しよう!!
  - 英語の情報が多くて日本語の情報はまだまだ
  - 情報が増えればさらに使う人も増えて相乗効果