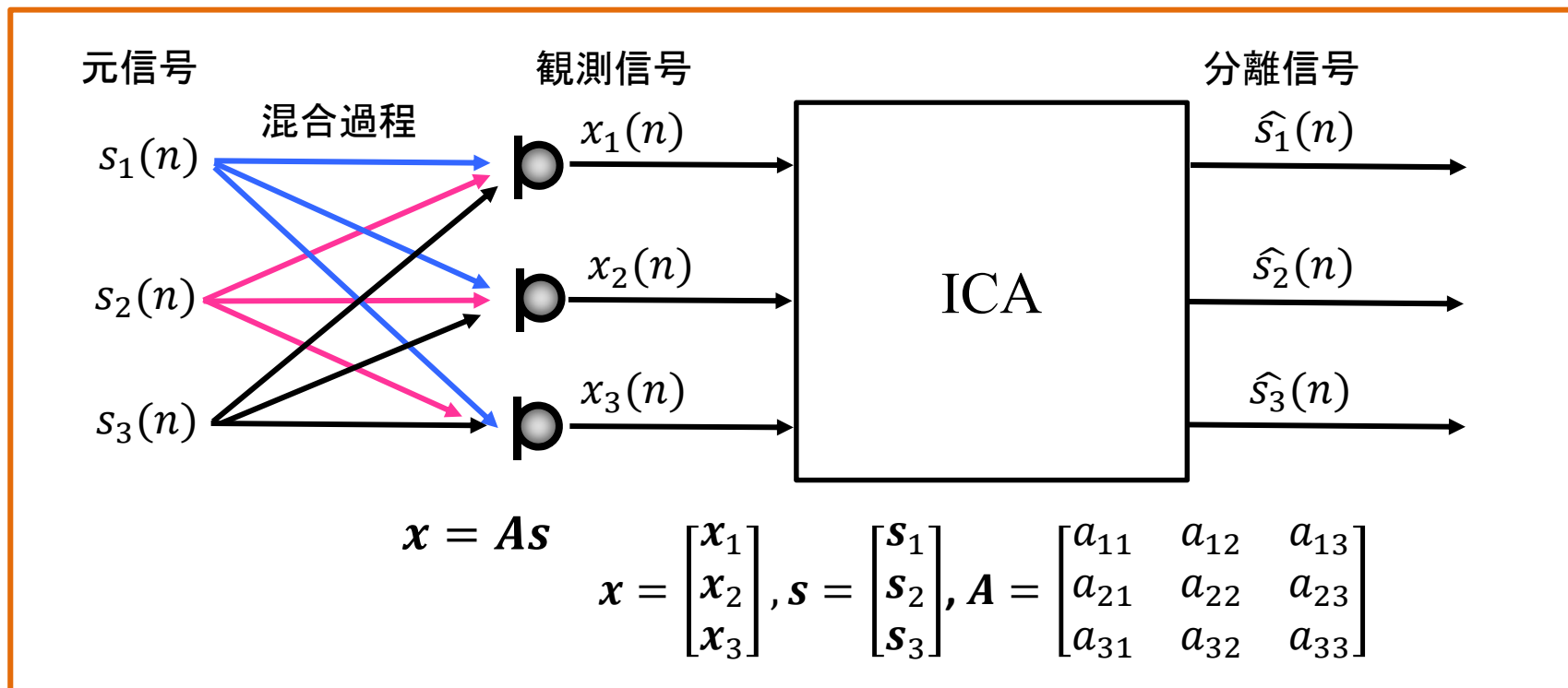


信号処理システム特論 レポート課題(第2回)

1. **独立成分分析(ICA)を用いて**, 観測信号 x から元信号の推定信号 \hat{s} を求める(分離する)プログラムを作成せよ。

* 元信号($s_1 \sim s_3$)と観測信号($x_1 \sim x_3$)がファイルとしてそれぞれ与えられているが, 元信号は評価のためだけに使用すること。

2. 分離した信号の精度について定量的評価を行え。複数の評価指標を用いて評価すること。



レポートの内容と提出方法・期限

- 学籍番号と氏名を1ページ目に記載すること。表紙は無くても良い。
- 下記4つを必ず含めること。
 1. 作成したプログラム(言語は何を用いても構わない)
 2. 分離信号と元信号の相関行列(6×6サイズになるはずである)
また相関行列から分かることを簡潔に述べること。
 3. 分離信号と対応する元信号の図(並べて表示すること)
 4. 分離信号と元信号との定量的評価値
 - ・ 用いた評価指標についても簡単に説明すること。どのような評価指標なのか(式とその意味)。なぜその指標を採用したのか。

【提出期限】 7月28日(金)18:00まで(日本時間)

【提出先】 1つのPDFファイルにして以下に提出

<https://www.dropbox.com/request/UPS08autQmtBe7kBPDYp>

ファイル名は「学籍番号_氏名」としてください。

例)0123456_杉田泰則



注意、その他

- 音源(wavファイル)はILIASの「report2」の中に入れてあります。
「report2_wav.zip」
- wavファイル(s1,s2,s3,x1,x2,x3)について:
 - ・モノラル
 - ・サンプリング周波数: 16kHz
 - ・量子化ビット: 16bit
 - ・それぞれ10秒間
- 参考プログラムについて:
1つ目の基底を求めるとこまで記述したプログラム(python)を参考例として合わせて入れてあります。可能な限りテキストと変数名を合わせたつもり...
- 使用言語: 何を使用しても構いません。
 - ただし、ICAのメインの部分は、ICA用のライブラリなどを使用しないこと。
 - それ以外は、ライブラリなどを使用しても構わない。

参考) 評価指標の一例と注意点

- 相関係数
- SNR(Signal to Noise Ratio)
- MSE(Mean Squared Error)
- SAR (Source to Artifacts Ratio)
- SIR (Source to Interference Ratio)
- SDR(Source to Distortion Ratio)
- ISR(Image to Spatial distortion Ratio)

E. Vincent, H. Sawada, P. Bofill, S. Makino, and J. P. Rosca, “First stereo audio source separation evaluation campaign: data, algorithms and results,” in ICA 2007, pp. 552-559, Sep. 2007.

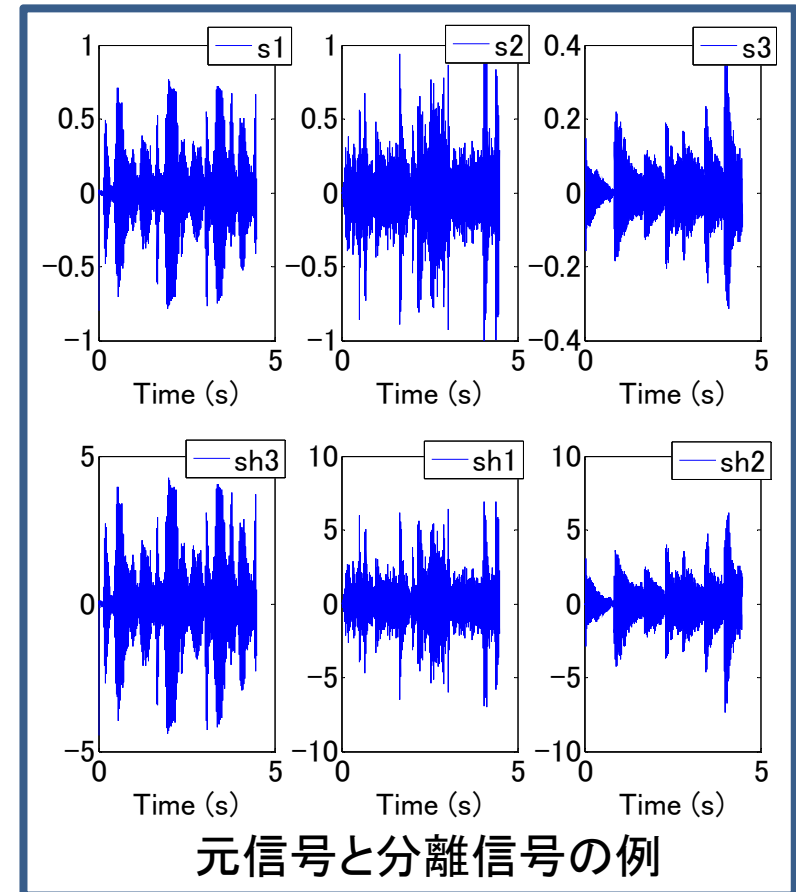
【注意】

ICAには、「独立成分の順序は決定できない」

「独立成分のパワー(分散)は決定できない」

といった曖昧性, 不確定性が存在する。

評価の際に何らかの前処理(パワーの正規化や符号反転処理など)が必要な場合があることに注意する。



参考) ICAの手順概要

【逐次直交化法を利用したもの】

独立成分の数を m 個とすると, 基底 b_1 から b_m までを順番に求めてゆく

1. 中心化: 観測データの平均を「0」にする。
2. 白色化: 変換行列 V を使って, 測定データを変換
3. 独立成分の数 m を決める。カウンタ p を $p \leftarrow 1$ とする
4. b_i の初期化: **これまでに求めた基底と直交し, かつノルムを1に設定**
5. 基底の更新: 式(4)
6. 直交化: 式(5)
7. 正規化: 式(6)
8. 収束判定: 式(7) 収束していなければ 5. へ戻る。
9. $p \leftarrow p + 1$, もし $p \leq m$ ならば 4. に戻る

以下のように i 番目の基底の $(k+1)$ 回目の更新(後で大きさを調整):

$$\hat{b}(k+1) = [E\{(b_i(k))^T \hat{\mathbf{x}}\}^3 \hat{\mathbf{x}}] - 3b_i(k) \quad (4)$$

■ $(i-1)$ 番目までの基底との直交化

グラムシュミットの直交化

$$\bar{b}_i(k+1) = \hat{b}(k+1) - \sum_{j=1}^{i-1} \{\hat{b}_i^T(k+1)b_j\} b_j \quad (5)$$

■ 正規化: $b_i(k+1) = \frac{\bar{b}_i(k+1)}{\|\bar{b}_i(k+1)\|} \quad (6)$

■ 収束判定: $|\{\bar{b}_i(k+1)\}^T b_i(k) - 1| < \epsilon \quad (7)$