

第118回CISパートナー会議事録(一般様用) 修正版

(議事録作成に当たり、久米様の修正をいただきました)

開催日時 2022年2月20日(日) 13時~16時

講師 久米 健次 様

テーマ 「SPIのコンピュータシミュレーション」



ZOOM風景

始めに、このテーマを取り上げる経過の話がありました(後述)

1) Single Pixel Imaging の
コンピュータシミュレーション

T=30:38

1-1) シングル ピクセル イメージング

2次元の撮像デバイスを使わず、1点型の撮像素子を用いて多数のデータを取得し、画像を得る。

1画素カメラの概念は古くからあり、2次元撮像素子の製造が 困難だった時期に用いられた。

2次元撮像素子の入手が容易になってからは廃れたが、近年では従来とは原理の異なるデジタルミラーデバイス等を使用する圧縮センシング技術を適用して開発が進められる。

(ウィキペディアより抜粋)

メリット :2次元素子のない場合/使いにくい場合/に使える

THz、赤外、中性子線、..

機械学習と相性がよい

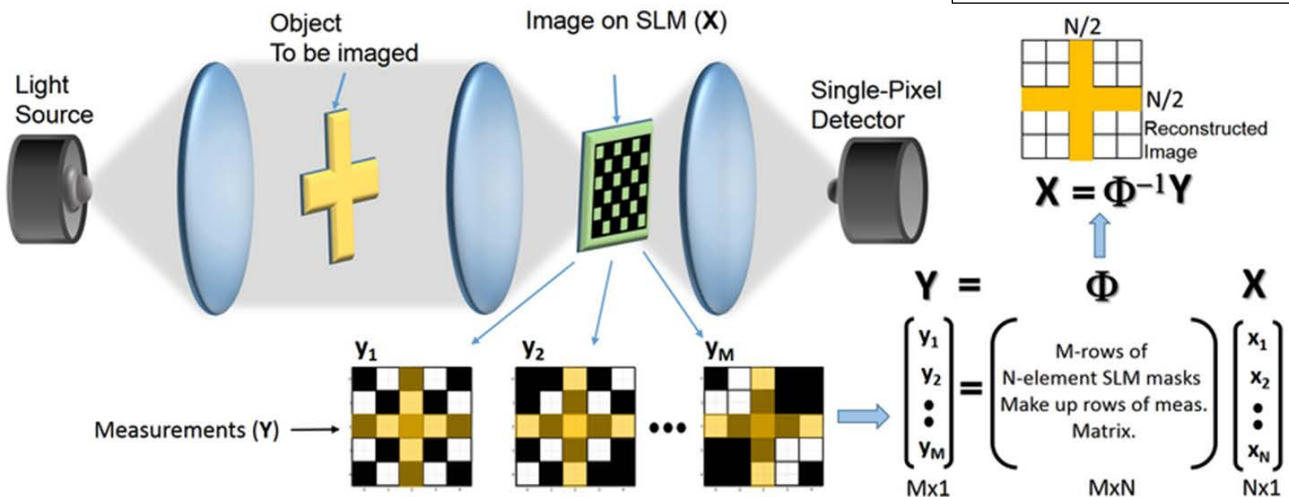
デメリット: 画像の生成に多くの測定と演算を必要とし、
実時間の動的処理が難しい(可能になりつつある)

1-2) SPIの概念図

T=35:55

単一画素カメラの全体構成は、下記のようになっている。
照明した対象物からの光をフィルターを通過させ、
検出器でその光度を測定する。フィルターを変更して順次
データを取得し、それから計算で元の画像を生成する。

図の+の像を得るため、像をマスクΦを通した光の量Yを検出する。マスクΦを切り替え同様の検出をする。この操作で復元された像Xが求められる



1-3) 主に2つのやり方

•Ghost Imaging (GI) 【統計的手法】

照明パターンと測定光パワーの相関値分布の計算から
画像を構成する。

メリット :ノイズ耐性あり

デメリット:多数回の照明・測定が必要

•Compressive Sensing (CS) 【解析的手法】 (Pratt:1960年)

フィルターを通した光を照射して測定(1つの値)

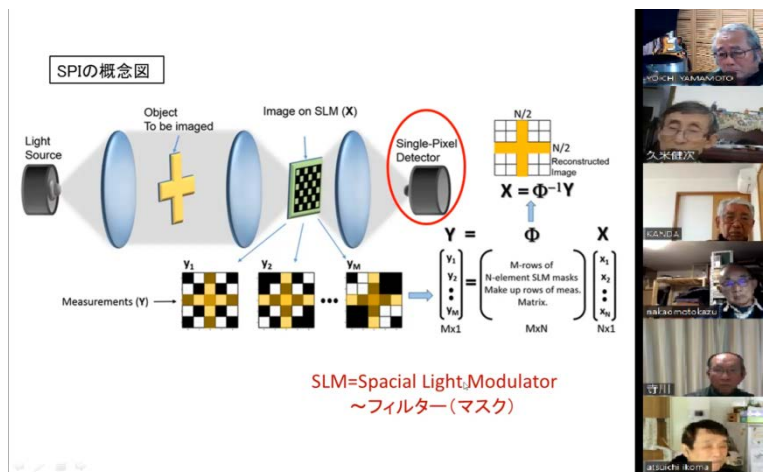
また別のフィルターで別の1つの測定値.....

→ それらの測定値からスパース計算で元画像を推定。

1-4) SPI(CS)のコンピュータシミュレーションをやってみた

ようやく部分的にプログラムが動き始めた段階。少しだけ結果が出始めたので、それを報告します。

スパースモデリングの土地勘を得るために、その手順として、データ量を少なくし簡素化したうえで、
単一画素カメラを試してみることにした。



1-5) 単一画素カメラのアルゴリズム

(簡素化モデルで理解を深める試みと思われる)
(赤い部分はフィルターがかかって見えない部分)

- 1ピクセルごとに画像データを取得すれば画像は構成できる
→ 自明

p1	p2	p3	p4
----	----	----	----

 ← 4ピクセルの画像データ

24	32	42	20
----	----	----	----

 p1=24

24	32	42	20
----	----	----	----

 p2=32

24	32	42	20
----	----	----	----

 p3=42

マスク(フィルター)をかけて、複数の画素の和が
画素の数だけ計測できれば画像は構成できる。

24	32	42	20
----	----	----	----

 p4=20

p1	p2	p3	p4
----	----	----	----

24	32	42	20
----	----	----	----

 p3+p4=62

24	32	42	20
----	----	----	----

 p1+p4=44

24	32	42	20
----	----	----	----

 p1+p2=56

24	32	42	20
----	----	----	----

 p1+p3=66

左図では3番目の明るさ42と4番目の
明るさ20が見えるので、42+20の明る
さが観測される。

4個の独立な測定を行えば p1~p4 がわかる。

上の場合、画素4個すべてについてデータが有るので
未知数4個、方程式4個で解ける---あたりまえ。
それでは、この画素数が大きいときその分だけ測定し
計算するのでは必ず解けるがメリットがない。

本講義のポイント: ZOOM会議風景 ⇒
画素数が大きい場合に測定回数を減らして、実用的に
解く方法を得る工夫がなされる場所にある。
という事で、次節で1個減じて3個にするとどうなるかを
検証する。

測定の数が少ないと画素値がきまらない。

p1	p2	p3	p4
----	----	----	----

24	32	42	20
----	----	----	----

p3+p4=62

24	32	42	20
----	----	----	----

p1+p4=44

24	32	42	20
----	----	----	----

p1+p2=56

3つの測定値からは、一般的にはpixel値は決まらない。
例えば、下記のようなpixel値でも同じ測定結果になる。
無数に解がある。

30	26	48	14
----	----	----	----

ところが、あたりまえですが、測定の数が少ないと画素値がきまらない。

T=47:56

p1	p2	p3	p4
----	----	----	----

24	32	42	20
----	----	----	----

$$p3+p4=62$$

24	32	42	20
----	----	----	----

$$p1+p4=44$$

24	32	42	20
----	----	----	----

$$p1+p2=56$$

3つの測定値からは、一般的にはpixel値は決まらない。
例えば、下記のようなpixel値でも同じ測定結果になる。
無数に解がある → 何か良い方策は無いかな。

1-6) 一般には、ピクセル数の測定値が

30	26	48	14
----	----	----	----

必要になる

- 一般には、ピクセル数の測定値が必要になる…自明。
- しかし、実際の自然画像や時系列データでは、データは長波長成分が圧倒的に大きい。
短波長成分はほとんどゼロに近い(スパース)(この性質は、画像圧縮に利用されている)
- このことを使って、測定データの数画像のピクセル数より少ない場合でも画像を再現できる。
→ SPIへ利用

- 一般には、ピクセル数の測定値が必要になる…あたりまえ。
- しかし、実際の自然画像や時系列データでは、
データは長波長成分が圧倒的に大きい。
短波長成分はほとんどゼロに近い(スパース)
(この性質は、画像圧縮に利用されている)
- このことを使うと、少ない数の測定データから
画像が(近似的に)再現できる(確率が高まる)。
→ SPIへ利用

ZOOM 会議風景



1-7) Compressive Sensingのアルゴリズムは簡単

画像データ(二次元)を1次元に並べ替える。

まずは2次元画像データを1次元のデータ形式に変換する

SPI
タテヨコ $M \times N = P$ の画素値が P 個ある。

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_P \end{pmatrix} \quad \leftarrow \text{画素の値を1次元化して並べたベクトル}$$

離散コサイン変換すると

$$\begin{pmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{x}_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{コサイン変換 } C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_P \end{pmatrix}$$

スパース
(ゼロが多い)

離散コサイン変換は直交行列で逆変換も容易

縦に M 、横に N の画素を考える。左の式は $M \times N = P$ の画素数を縦に並べその画素値 x_{mn} を並べた X_{wp} 示している。

離散コサイン変換はいろいろなタイプがあるが、ここでは下記を用いる

$$X_{\alpha\beta} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{N_x N_y}} C(\alpha) C(\beta) \sum_{m=0}^{N_x-1} \sum_{n=0}^{N_y-1} \cos\left(\frac{(2m+1)\alpha\pi}{2N_x}\right) \cos\left(\frac{(2n+1)\beta\pi}{2N_y}\right) x_{m,n}$$

$$x_{m,n} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{N_x N_y}} \sum_{\alpha=0}^{N_x-1} \sum_{\beta=0}^{N_y-1} C(\alpha) C(\beta) \cos\left(\frac{(2m+1)\alpha\pi}{2N_x}\right) \cos\left(\frac{(2n+1)\beta\pi}{2N_y}\right) X_{\alpha\beta}$$

where

$$\begin{aligned} C(\alpha) &= 1/\sqrt{2} \quad (\alpha = 0) \\ &= 1 \quad (\alpha \neq 0) \end{aligned}$$

DCT(離散コサイン変換) 定義

離散コサイン変換(DCT)は、さまざまな大きさと周波数からなる余弦波の和として、イメージを表現します。関数 `dct2` は、イメージの2次元離散コサイン変換(DCT)を計算します。DCTは、標準のイメージについて、視覚的に重要な情報のほとんどが、DCTの数個の係数に集中しているという性質をもっています。このため、DCTはイメージ圧縮の用途にしばしば使用されます。たとえば、DCTは、JPEGとして知られている国際標準の非可逆画像圧縮アルゴリズムで中心的な機能を果たしています(この名前は、この標準を策定したワーキンググループの名前、Joint Photographic Experts Groupに因んで付けられています)。

<https://jp.mathworks.com/help/images/discrete-cosine-transform.html>

シンボリックに書くと

$$\hat{X} = CX$$

$$X = C^{-1}\hat{X}$$

X : 画像の元データ

C : 離散コサイン変換行列

$\hat{X}$: 画像の離散コサイン変換

フィルターをかけてSPで測定値一つ得られる

$$y_1 = (1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, \dots, 0) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_P \end{pmatrix}$$

フィルター

データ

1個のサンプル
データ



密行列と疎行列

密行列

密な行列。行列内に0がほとんどない行列。

疎行列

疎(まば)らな行列。単に行列内に0がたくさんある。

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & \dots & \dots & 1 \\ 1 & 2 & -1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \ddots & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

•疎行列は、0 が関係する計算の部分を工夫すれば、ほとんど計算しなくて済むため、特殊な手法で計算する。



いろいろなフィルターをかけてデータをとることは、下記のようにヨコ長行列をかけることに対応する

L 個のサンプルデータをとると

フィルターを表す行列
ヨコ長

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ x_P \end{pmatrix} = FX = FC^{-1}\hat{X}$$

となつて

既知

未知

$$Y = FC^{-1}\hat{X}$$

Y の要素数が P 以下なので不定形の連立方程式。
(劣決定系)

しかし、 $\hat{X}$ はスパースであることが期待できるので、少数個のデータ Y から $\hat{X}$ が推定出来てそれを用いると $X = C\hat{X}$ が求まる。

結局、下記の量の最小値を与える $\text{hat}[X]$ を求めることに帰着する。

LASSO方程式

スパースな解を探すための項

$$\text{Min}_{\hat{X}} \left\{ \|Y - FC^{-1}\hat{X}\|_2^2 + \lambda \|\hat{X}\|_1 \right\}$$

連立方程式 $Y - FC^{-1}\hat{X} = 0$ をなるべく満たしながら、 $\|\hat{X}\|_1 = |\hat{x}_1| + |\hat{x}_2| + \dots + |\hat{x}_P|$ をなるべく小さくする解を探す (LASSO方程式)。

λ はどちらに重点を置くかを制御するパラメータ

Y と FC^{-1} を渡すと、 $\text{hat}[X]$ が戻ってくる。

•これを実際にやってみる。

LASSO計算

情報工学系では「フリーソフトR(統計解析用)」

とそのLASSOパッケージ glmnet でやることが多い。

•使ったソフト

R+RStudio (フリーの統計解析用言語)

glmnet (LASSO計算:中身はFortran)

imager (描画ソフト)

grpreg (グループLASSO計算:まだ使っていない)

Fortran (NAG社=Numerical Algorithm Group)

g02maf (LASSO計算)

実際にやってみるとインストール、リンクなどトラブル続き。

- 1次元(時系列)はすんなりと(R+glmnet)できた。

- 画像を始めたが、Rは処理速度が遅い。
- Fortranは計算は速いが、画像処理が面倒
- RからFortranの呼出しを試みるも、無理のよう。

- Fortranで事前処理の計算を行い、それを
R+glmnet に持ち込もうとしたが
→ファイル(大サイズ)の読み込みで時間がかかりすぎ。

- やむを得ずFortranでLASSO計算までやり、
描画のみ「R+imager」でやる

- しかし、Fortranライブラリのリンクでトラブル続出

- ようやく結果が出たが、無意味な画像！
原因が何かわからない
／アルゴリズムが間違っている？／
／プログラミングのミス？／
／パッケージの使用方法？／
／もともとそんな結果しかだせないのか？／

- 暗礁に乗り上げる



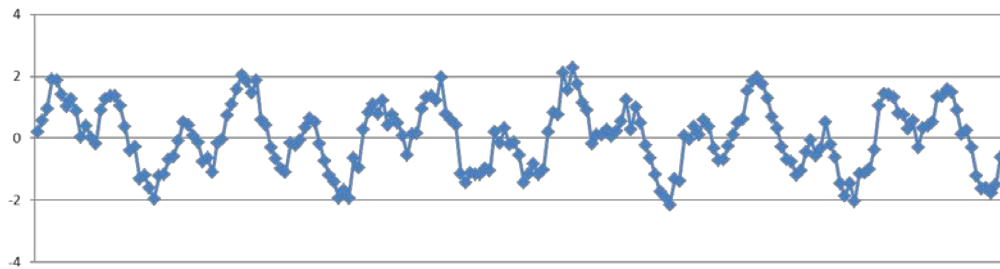
結局は、Fortranライブラリのパラメータ設定
に条件があり、それを見逃がしていた。



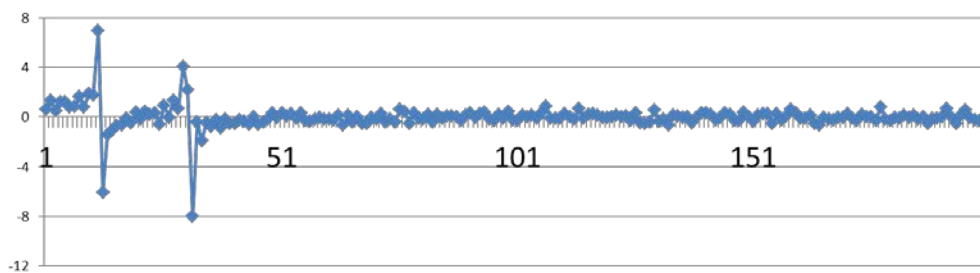
以下は、Single Pixel Imagingの計算結果
ランダムフィルターを使った結果
「時系列」、「画像『E』」、「Lenna画像」

1-8) 1次元時系列の場合

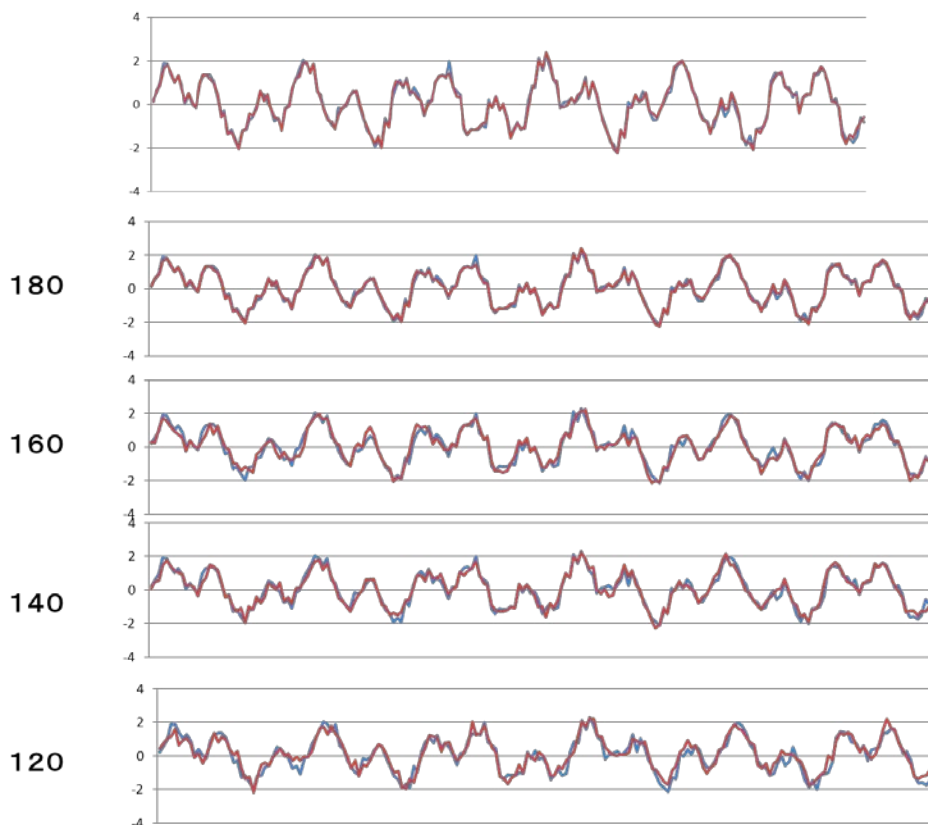
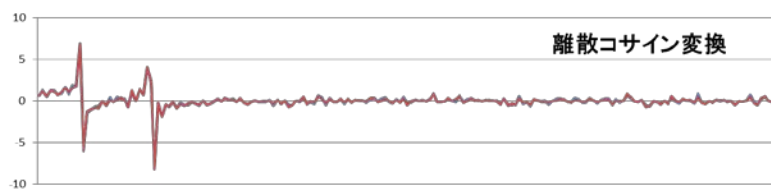
時系列の元データ(200点) 2つの調和成分+ガウスノイズ

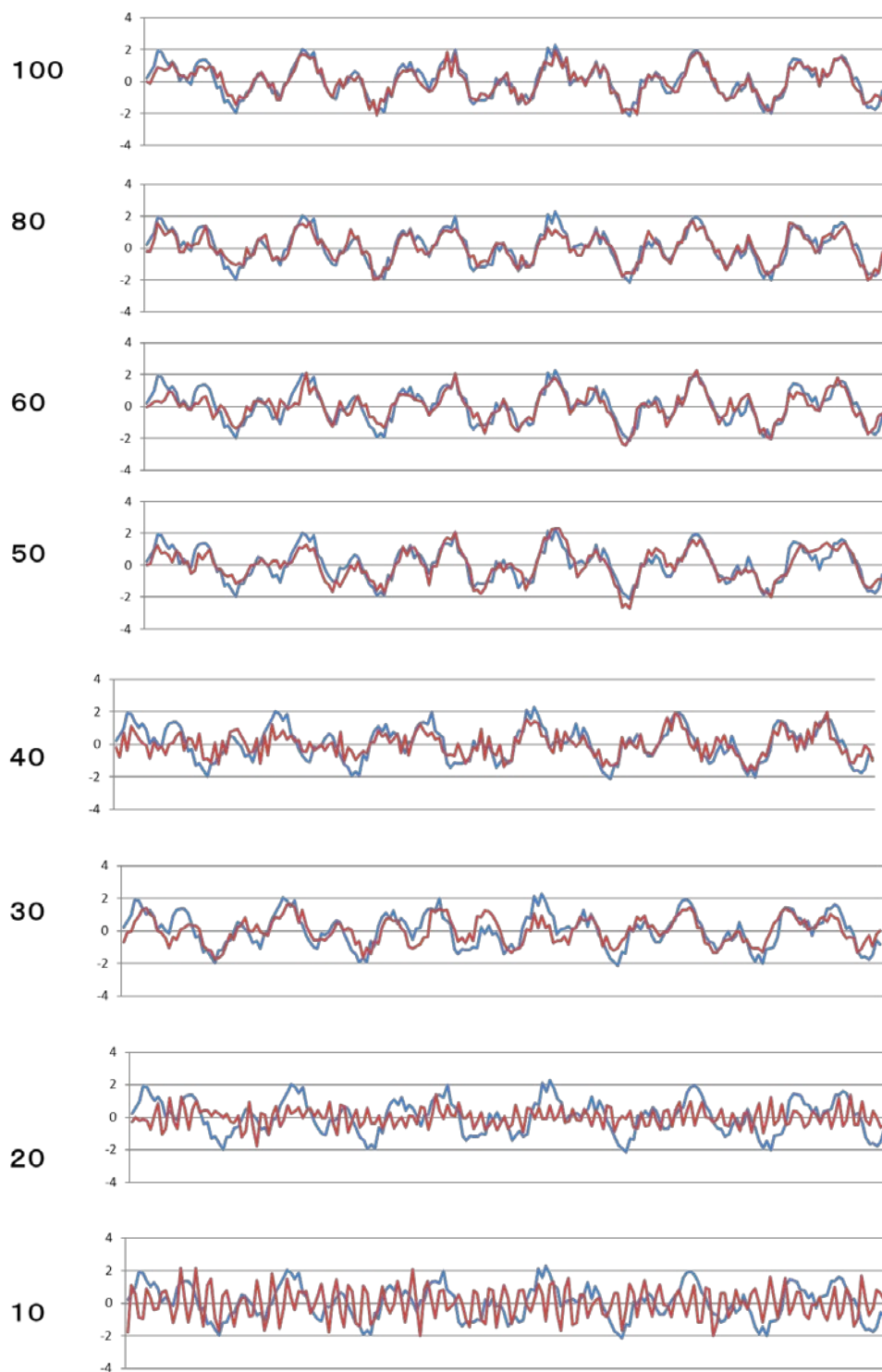


離散コサイン変換



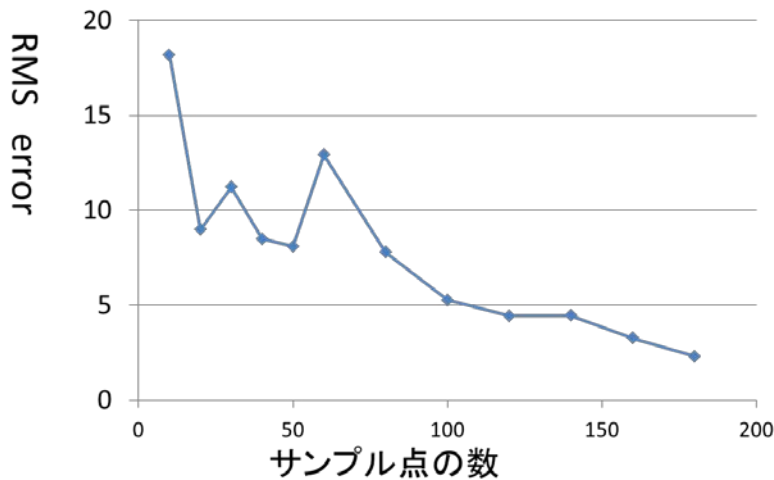
ランダムフィルターによるデータの再現テスト 測定サンプル数180点





以上の計算結果で40～30迄少なくとも、細かいストラクチャーは再現できないが大きな傾向は読み取れることが分かった。 20,10は元のデータが200個あるものを推定するのは無理が有る。
(一次元の場合の様子を読み取れた)

計算結果の元のデータからのズレ(誤差)を二乗平均誤差RMSを取ってみると次のようになっている。
測定点の数を100,200と増やして行くと誤差は小さくなっていることがわかる。

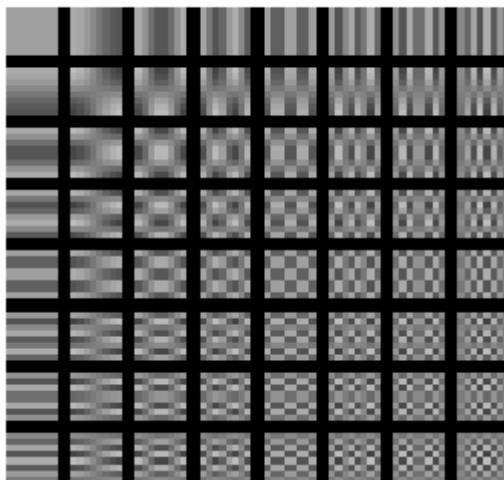


離散コサイン変換の基本関数: MathWorkのHPより転載

<https://jp.mathworks.com/help/images/discrete-cosine-transform.html>



8 行 8 列の行列の 64 個の基本関数



水平周波数は左から右方向へ増加し、垂直周波数は上から下へ増加します。

という事で、下準備が整ったので画像へ話を進める。

19X16の単純な画像でDCT、スパース化の状況確認、LASSO方程式の挙動確認しながら進める。

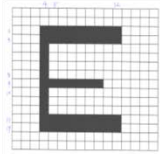
手順は

- 文字 E を原画像とし、16x16のピクセルであらわす。
- ランダムなフィルターをかけて見えている部分の総和を計算し、逆にスパース計算でフーリエ成分を求める。
- 逆コサイン変換で、画像を再現する。
- 結果は200/256 は256のデータから200個を取るという意味の記述。

1-9) 文字画像の場合



次に画像をやってみる
まずは単純な
 $16 \times 16 = 256$ ピクセル
の画像「E」



原画像 = 16×16

白黒の2値画像なので
エッジがあって短波長成分があり、
フーリエ空間でスパース性強くない。
サンプル数を減らすと再現性が悪く
なる。

1-10) Lenna画像

Lenna* (後述)

・Lenna画像は大きいので、サンプル画像として 右の
7700ピクセルの画像を使った

$510 \times 510 = 26$ 万ピクセル

$70 \times 110 = 7700$ ピクセル

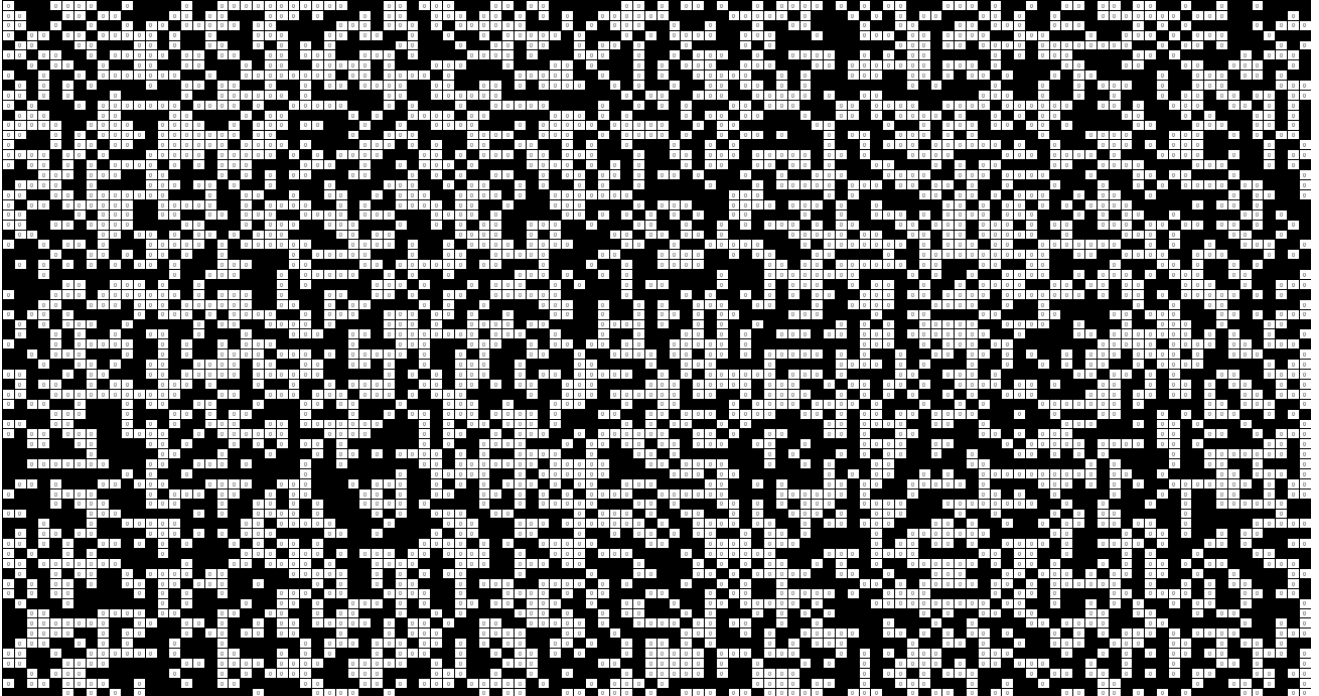


1-11) フィルターの影響

ランダムフィルター:

各ピクセルごとに確率1/2でon/offさせて生成。

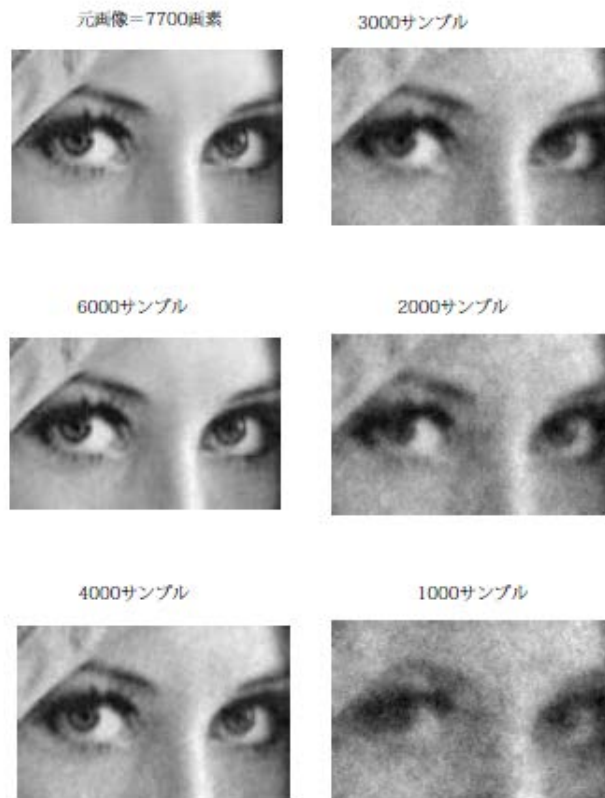
70×110 ランダムフィルターの一例



Lenna画像にフィルターを重ねてみると



1-12) サンプル画素数の影響
SPI シミュレーション
ランダムフィルターの計算結果
画素数=7700



エック

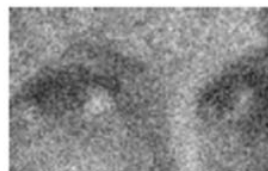
1-13) 量子化(測定諧調)の影響

PIサンプルデータ取得時に
データを離散化(量子化)した
影響を見た。



チェック

4000サンプル
離散化なし



4000サンプル
8bit離散化



4000サンプル
10bit離散化



4000サンプル
11bit離散化



4000サンプル
12bit離散化

1-14) フィルターのタイプの影響をチェック



Lenna_64×64の原画像



2100サンプルによるSPI



1990サンプルによるSPI



1980サンプルによるSPI

次に、
Hadamard Filterの場合
順序の取り方問題アリ
長波長から採用

何故かスパース計算 (LASSO) が
破綻する場合がある・・・調査中。

1-15) まとめ

スパースモデリング

基本的なアイデア

「複雑なデータがあったとする。背後にスパースなデータ構造があると、効率的な測定と未知量の推定計算ができる。」

このように大量のデータの背後には、簡単な(少数自由度の)データ構造が隠れているのではないかと...という考え方は、形を変えて諸分野に表れているように思う。

- 画像の圧縮 : 画像データの冗長性
- 多次元データの次元削減 : 主成分分析、行列の特異値分解
- 非負値行列分解(因子の積に分解): マーケティング、商品推奨システム
消費行動=個人の嗜好×経済力 など
Netflixのレコメンドソフトコンペで上位成績者が利用。
- 余計な自由度を削り落とす:スパース回帰、スパースコーディング
機械学習(Deep Learningなど)の事前・事後処理へ
- 特別な少数因子があることを想定して解析(教育や心理分野):因子分析法
- 連続信号が帯域制限されていると、有限個のサンプリングで完全に復元できる
(サンプリング定理)

1-16) 今後

スパースモデリング 辞書学習
主成分分析 因子分析
行列の因子化 特異値分解
時系列のモデル
warped フーリエ変換
Deep Learning 強化学習
ベイズ統計
量子計算 量子テレポーテーション



ゴチャゴチャの中から何かを掘りあげることができないか

<終>

2) なんで始めたかというと....

時系列データで欠損が有る場合、何らかの推定で正しい状況を知ることができないかに興味がある。

予備的な検討と計算結果は非常に良い結果が得られる。これが、有る条件が整う場合うまく予測できることが予備検討で分かった。

その有る条件とは

→ 定常時系列さらに離散スペクトル。

時系列データで欠損が有る、即ちスパース性が有る場合ということ。

株価の予測は出来るか？

答えはNoである:

株価のデータは定常時系列ではないから。

そしてもう一つの予測の例として、音楽を聴いていて、雷のようなほんの一瞬のノイズで音が書けたときなどは多分うまく予測できて正しいデータに復元できるでしょう。

時系列データで欠損が有るもう一つの例:

映画のフィルムの一コマが飛んだ場合もおそらく復元可能と思はれる。しかし、画像はデータ量が多いため、計算量は膨大な計算が必要と思われる。

何のためにやっているのか？

とりあえずの目標:

- ・欠損値のある時系列について
そのままスペクトルを計算すると不正確。

このような場合でも、圧縮センシングで正確なスペクトルの推定を行える。(←植村: 広大宇宙物理)

欠損がなければ比較的良好な将来予測が可能なカテゴリーの時系列で、欠損値があっても同程度の予測をできるようにする。(←久米)

- ・(主成分分析に基づく)時系列の将来予測は特別のカテゴリーの時系列でないと機能しない。

→ 定常時系列(さらに、離散スペクトル)

- ・関連して、スパースモデリングの土地勘を得るために、単一画素カメラを試してみようと思い、計算を始めた。

画像はデータ量が多いので、難航。

時系列	100~1000
画像	1万~10万

3) 標準画像について:

古くは、銀塩写真から始まり画像を扱う印刷機器やイメージスキャナー等各種の機器、伝いする現像液の基準などで代表される化学剤について、最終的に得られた画像の出来具合を数値評価するためにいくつかの種類の画像で比較評価も含めたテスト用途、取引の見本などに使われている。現在は、上記に加えてテレビ、映画、放送設備の画像評価基準が共同で定められ、この中の静止画の中に「レナ」が存在している。

3-1) 「レナ」画像の標準化いきさつ ウィキペディア

この画像の使用について、『プレイボーイ』誌が「(一部の人には)女性を卑下していると見られている」[10]ことや、この画像の使用は科学分野における性差別の一例であり、ジェンダーの固定観念を強化しているとして、論争を巻き起こした。

応用数学者のダイアン・P・オリリー(英語版)は、計算機科学の分野で男性が優位な理由について1999年に書いたエッセイの中で、次のように述べている。

画像処理の講義で使用される暗示的な画像(中略)は、その講義が男性のみを対象としているというメッセージを伝えている。例えば、「レナ」のピンナップ画像が、今でも講義で例として使われたり、雑誌にテスト画像として掲載されたりしているのは驚きである[6]。

UCLAの数学教授のディアナ・ニードル(英語版)は、学生のときに「レナ」の画像の使用で嫌な思いをしたことから、2012年の圧縮センシングに関する論文で、男性モデルのファビオ・ランツォーニ(英語版)の写真を(許可を得て)テスト画像として使用した[13][14][15][16][17]。

2015年、バージニア州フェアファックス郡にあるマグネット・スクールであるトマス・ジェファソン科学技術高校でテスト画像としてこの画像が使われたことについて、計算機科学を志す女子学生への有害な影響についての同校の3年生の女子生徒による論説が『ワシントン・ポスト』に掲載された[13][18]。

2017年、Journal of Modern Optics(英語版)誌は、「『レナ』の代替について」(On alternatives to Lenna)という記事を掲載し、特徴空間において「レナ」に合理的に近いとする3つの画像(Pirate、Cameraman、Peppers)の使用を推奨した[19]。

2018年、『ネイチャー ナノテクノロジー』誌は、「レナ」を使用した論文は査読しないと発表した[20]。同年、『オプティカル・エンジニアリング(英語版)』誌を発行する国際光工学会(SPIE)も、「レナ」画像の使用を控え、その使用を正当化する説得力のある科学的理由がない場合は「レナ」画像を含む新規投稿を査読しないと発表した[21]。『オプティカル・エンジニアリング』は、1991年7月号の表紙にこの画像を掲載していたため、『プレイボーイ』から著作権侵害の可能性を指摘されていた[11]。

レナ・ソーダバーグ本人は、2019年11月に北米で公開された『Losing Lena』という「レナ」画像の使用の中止を呼びかける短編ドキュメンタリー[22]の中で、「私はずっと前にモデルを引退しました。そろそろ技術からも引退したいと思っています」と語っている[23]。一方で、同年1月のインタビューでは、より良い報酬を得られれば良かったと思いつつも「あの写真をとても誇りに思っている」と語っている[13]。 Wikipedia 転載

レナ・ストーリー

- www.lenna.org The Lenna Story - www.lenna.org

(SID国際学会に招待されたときの写真)

Society for Information Display, Boston
1997

映像の専門家がLennaに直撃インタビュー

そうなんです、本当なんです! 1997年5月にボストンで開催されたIS&T50周年記念カンファレンスにレナが参加したのです。

PlayboyやWiredなどのメディアで紹介されたので、チェックしてみてください。

カンファレンスの詳細と写真はこちらをご覧ください。



イントロダクション

Lenna(またはLena)画像は、圧縮アルゴリズムに使用される標準的なテスト画像の中で最も広く使用されているものの1つです。comp.compressionのFAQには、次のように書かれている。

好奇心旺盛な人のために: 'lena' または 'lenna' は、1972年11月のプレイボーイのセンターフォールドをデジタル化したものである。(Lennaはプレイボーイでのスペル、Lenaはスウェーデンでのスペル) Lena Soderberg (ne Sjöblom) は、母国スウェーデンでの生活を最後に報告され、3人の子供と幸せな結婚生活を送り、国の酒類

専売所で働いていた。1988年、彼女はスウェーデンのコンピュータ関連の出版社からインタビューを受け、自分の写真に何が起こったのか、快く受け入れてくれました。その時、彼女は自分の写真がコンピュータービジネスに使われていることを初めて知ったのです。

この画像の歴史についての詳細は、IEEE Professional Communication SocietyのNewsletterに掲載された、Jamie Hutchinsonによる2001年5月の素晴らしい記事をご覧ください。

以下はその抜粋である。



Alexander Sawchuk氏は、1973年の6月か7月に、当時USC信号画像処理研究所(SIPI)の電気工学の助教授だった彼と、大学院生、SIPIラボマネージャが、同僚の学会論文用にスキャンする良い画像を急いでラボで探していた時のことだと推測しています。1960年代初頭のテレビ規格策定時のもので、通常のテスト画像には飽き飽きした。出力時のダイナミックレンジを確保するために光沢のある画像が欲しかったし、人間の顔が欲しかったのだ。その時、たまたま誰かがプレイボーイの最新号を持ってきた。Playboy誌に掲載されたLenna(部分写真)

ミュアヘッド・ワイヤフォト・スキャナーには、赤、緑、青の各チャンネルに1台ずつアナログ・デジタル・コンバータとヒューレット・パッカード社のミニコンピュータ2100を搭載していた。ミュアヘッドの解像度は100本/インチと決まっており、512×512の画像が必要だったため、写真の上部5.12インチに限定し、被写体の肩の部分でトリミングをした。

このオリジナル画像は、USC SIPI Image Databaseの "miscellaneous" コレクションとして、現在も公開されています。

この画像の使用については、何年にもわたってかなりの論争がありました。その出所を理由に、この画像の使用禁止を提案する人もいました。また、プレイボーイは、この画像の無断使用を告発すると脅した。SPIEジャーナルOptical Engineeringのエディターによる論説をご覧ください。IEEE Transactions on Image Processingの元編集長による注意書きを確認する。ワイアード・マガジンによると、プレイボーイはこの画像の著作権侵害者に対する追及を緩和したとのことです。

もう1つ興味深いトリビアは、レナの号(1972年11月)はプレイボーイ史上最も売れた号で、716万1561部も売れたということだ。

プレイボーイのレナの誕生日ページ(3/31)とプレイメイト名簿のページも忘れずにチェックしてください。(警告:ヌードが含まれています)。

レナに捧げられたソネットもここにあります。

[標準的なレナ画像]

オリジナルをTIFF画像でご覧になりたい方は、上記をクリックしてください。

物語の続き

完全な原画を見たことがある人はほとんどいないでしょう。数年前、私が圧縮アルゴリズムの研究をしていたとき、同僚がプレイボーイ誌の原画を入手しました。私はそれをスキャンして、ここに垣間見ることができます。

[レナのオリジナル画像]。

全貌はこちらをご覧ください。警告 この写真にはヌードが含まれています。

[1972年11月号表紙]

圧縮研究

このページの写真は圧縮研究用ではなく、すべてすでにJPEG圧縮されています。

標準版Lennaのコピーの入手先については、comp.compression FAQまたはUSC SIPI画像データベースを参照してください。

また、ここではオリジナルの非圧縮TIFF形式版(768K)を公開しています。

Lenna画像を使用した研究のごく一部ですが、こちらをご覧ください。

www.DeepL.com/Translator (無料版) で翻訳しました。

4) 今後の日程

第119回	4月 3日(日)	13時 ~ 寺川 雅嗣 様
第120回	4月 24日(日)	13時 ~ 生駒 篤一 様 (代講調整中)
第121回	5月 29日(日)	13時 ~ 神田 忠起 様
第122回	6月 26日(日)	13時 ~ 山本 洋一

HP <http://www.cis-laboratories.co.jp/index.html>

以上

文責 山本 洋一 2022-2-23(修正2/24)