

第 15 回 CAD セミナー

主催：日本放射線技術学会 画像分科会

共催：学術委員会，中部部会

日時：2004 年 9 月 18 日 1pm-5pm, 19 日 10am-5pm

場所：岐阜大学工学部応用情報学科 / 会議室および演習室

今回の演習は、岐阜大学で開催した CAD セミナー（第 3 回，第 6 回，第 9 回，第 12 回）の続きとして、さらに内容を拡張して企画しました。今回が最初の参加の方は必要に応じて前回の内容から学習してください。また、これまでのセミナーのホームページと合わせて学習されることをお勧めします。

セミナーのページ：<http://www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/cad-sem>

エディタ (xemacs, emacs, mule) の使い方：

<http://toba.yanagi.gifu-u.ac.jp/freshers/2001/D/index.html>

<9月18日(1日目)>

12:20 ~ 13:00 受付
13:00 ~ 13:05 開始のご挨拶
担当：原 (岐阜大学)
13:10 ~ 13:40 特別講演
講師：岐阜大学・藤田広志
13:40 ~ 13:50 概要説明・ガイダンス
13:50 ~ 14:20 演習 J・ベクトル集中度の計算
14:20 ~ 14:50 演習 K・テンプレートマッチング
14:50 ~ 17:00 プログラミング実習 J・K
(7階演習室)
17:10 ~ 17:20 半日の復習・明日の予定について
担当：原 (岐阜大学)
18:15 ~ 20:00 懇親会 (17:30 ころバス出発)

<9月19日(2日目)>

8:00 ~ 10:00 早朝自由演習
10:00 ~ 10:10 2日目・ガイダンス
担当：原 (岐阜大学)
10:10 ~ 10:40 演習 L・曲線/曲面の当てはめ
10:40 ~ 11:10 演習 M・判別分析 (part2)
11:10 ~ 12:00 プログラミング実習 L・M
12:00 ~ 13:00 昼食 (受付時に有料で承ります)
13:00 ~ 13:20 自由演習に関する説明
13:30 ~ 16:00 自由演習 (7階演習室)
16:00 ~ 16:50 成果発表・自由討論
16:50 ~ 17:00 終了のご挨拶

<セミナースタッフ>

画像分科会：原 武史 (岐阜大学) 学術委員会：小寺吉衛 (名古屋大学) 中部部会：津坂昌利 (名古屋大学)
スタッフ：藤田広志 (岐阜大学)，松原友子 (名古屋文理大学)，福岡大輔，畑中裕司 (岐阜工業高等専門学校)
中川俊明 (岐大・産官学)，篠原範充 (岐大 D)，久山慶子，桜井寛之，山本 章，安藤暁彦 (岐大 M)

演習 J : 集中度の計算

ベクトル集中度は、たくさんの計算方法がありますが、ここでは、もっとも単純な手法で演習を行います。計算時間はパラメータによりますが、結構かかります。

基本概念 :

ある計算点において、その微分成分からその画素のベクトル成分を定義する。

そのベクトルの方向と強度のうち、方向のみに着目する。

方向が、関心領域内の中心に向かっていている場合には高い得点を、それとは別の方向に向いている場合には、低い得点を与える。

得点は、ベクトルの方向と、中心方向へのなす角： θ の余弦 (cos) 成分とする。

(注意：つまり、方向が一致 ($\theta = 0$) ならば、最大値：1)

演習内容 :

パラメータの影響 (微分パラメータ、計算回数、関心領域の範囲の設定/判定)

必要な知識 : 余弦定理、三角関数、ウィンドウ処理 (データ可視化のため)。

<実験 1 : 実行>

j ディレクトリで、コンパイル、実行、結果表示を試みましょう。3つのファイルがありますので、その画像の集中度画像を計算し、表示しましょう。円形部分の中心部が白くなることが確認できます。

コンパイル：make clean; make

object1.raw についての実行：

```
proc object1.raw 512 512 out1.raw
```

表示：

```
x8view object1.raw 512 512 (原画表示)
```

```
x8view out1.raw 512 512 (結果表示)
```

<実験 2 : パラメータ確認>

集中度計算のための2つのパラメータが結果に影響を与えます。それらを変更して、結果の変化の様子を確認しましょう。ただし、パラメータの設定によっては、計算できなかつたり、非常に時間がかかります。

関心領域の範囲 (半径) を設定：

main.c の concentrate の最後の引数：

50.0, 20.0. これらで半径 20 ~ 50 のドーナツ状の領域を設定。

微分のための距離設定：

concentrate.c の中の dist=5

これで、5ピクセル離れた距離と差分計算することを示す。

<実験 3 : マンモ画像での計算>

腫瘍を含むマンモ画像で計算しましょう。

<拡張 : 領域設定の方法の変更>

ここでは、ある点の中心から r と deg によって回転していますが、簡単な不等式で計算領域の内外判定が行えるように改造しましょう。

左のヒント：まず、円の方程式を考えましょう。その不等式は何を示していましたか？

演習K：テンプレートマッチング

画像認識の手法はたくさんありますが、もっとも基本的なテンプレートマッチングについて演習を行います。検出対象としたい信号が画像中に明確な場合には非常に強力な手法です。しかし、まったく予想と異なる部分も出力されることも多いです。

基本概念：

ある計算点において、原画像のある領域とそれと同じ大きさの参照パターンを比較する。その比較結果を画像化する。たとえば、2つの領域が非常に似ていれば高い値。そうでなければ、低い値、というような画像を作成する。

類似性の比較にはたくさん方法があるが、ここでは、誤差2乗和を用いる。すなわち、2つが全く同じであれば0。異なれば異なるほど大きい値になる。

結果画像を作成して、その中で値の低い領域を見つければ、そこに、参照画像と同じ画像があるといえる。

演習内容： 文字検索、類似性評価。

必要な知識： 特になし。

<実験1：実行>

kディレクトリで、コンパイル、実行、結果表示をしてみましょう。アルファベットのかかれたファイルと「a」「n」「i」の3つのファイルがありますので、両者のテンプレートマッチングを行い、文字の場所を探しましょう。

アルファベットのファイル：

background.raw 大きさは512x512

文字のファイル：a.raw, n.raw, i.raw
32x32画素。

実行：

```
proc background.raw 512 512 a.raw 32  
32 out-a.raw
```

<実験2：検出位置の確認>

原画像に含まれている文字と全く同じ文字でテンプレートマッチングを行っているので、値が0の1点が存在します。2値化などで、位置を確認しましょう。

過去のセミナーの内容を参考にしてください。

<実験3：胸部画像での結節状陰影検出>

テンプレートに結節風の陰影を作りました。その画像と胸部画像とのテンプレートマッチングを行きましょう。

テンプレート像：nodxx.raw, ribxx.raw
xxの数字が画像の縦横の画素数。正方形。
胸部画像：chest.raw 512x512画素

<拡張：テンプレート画像の作成>

2次元のガウス分布で、人工像を作りましょう。

濃度を与える2変数関数を考えます。2変数が画像の平面上の座標点と考えます。

演習 L : 曲線 / 曲面の当てはめ (関数近似)

複数の点にある関数を当てはめたい場合があります。たとえば、何十点か集まったときにその点を 2 次関数、3 次関数で近似する、というような場合、また、空間上に何十点かある場合、その点を 2 次曲面で表現する、などです。

基本概念 :

集まった点と、近似したい関数との誤差が最小になるように、関数のパラメータを決める。2 次関数なら 3 変数 $\{a, b, c\} : y = ax^2 + bx + c$ 。2 次曲面なら $z = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + f$ の 5 変数。

演習内容 : 簡単な線形代数, 連立 1 次方程式の解法

必要な知識 : 偏微分, ガウス・ジョルダン法による連立 1 次方程式の解法。

<実験 1 : 概念の理解 : 手計算>

4 点 : $(-1, 0), (0, -2), (0, -1), (1, 1)$ に 2 次
曲線 : $y = ax^2 + bx + c$ を当てはめなさい。

(手で計算してアルゴリズムを理解します)

1. 曲線と点の誤差の 2 乗和を計算。
2. その式を変数 : a, b, c で偏微分。
3. 偏微分した式 = 0 で a, b, c が定まる。
(つまり, 3 が連立方程式を解く部分)

<実験 2 : ガウス・ジョルダン法>

ディレトリ L のプログラムで連立方程式
を解きます。実験 1 のパラメータが入力さ
れているので、結果を確認してください。

コンパイル : `gcc main.c`

実行 : `a.out`

<実験 3 : 以下の連立方程式を解く>

$$\begin{array}{rccccrc} 2w & +x & +2y & +z & = & 6 \\ 6w & -6x & +6y & +12z & = & 36 \\ 4w & +3x & +3y & -3z & = & -1 \\ 2w & +2x & -y & +z & = & 10 \end{array}$$

4 変数の連立方程式。

解くために、変数の数 N と行列を変更する。
解 : $(w, x, y, z) = (2, 1, -1, 3)$
になります。

<実験 4 : 手計算からプログラムへ>

実験 1 のプログラムを作成しなさい。

偏微分した式はあらかじめ作成します。

<拡張 1 : 1 次元配列への変更>

プログラム中の `a[][]` を 1 次元配列に書き換えよ。

係数を与える配列を 1 次元配列で記述すると、この
プログラムを一般的な連立方程式を解く関数として
扱うことができます。また、連立方程式を解くこと
は他の多くの問題に適用できます。

<拡張 2 : 曲面の当てはめ>

画素値に 2 次曲面を当てはめて、背景トレンド成分
を削除する方法をかんがえよ。

非常に一般的な方法です。どのくらいの範囲で近似
するのかによって、結果は当然異なります。

演習M：判別分析（線形の判別式の作成）

陰影に対してさまざまな特徴量が集まった場合、その特徴量によって陰影を2つの群に分離したい場合があります。判別分析は、2つの群に分けるための判別式を自動で作成します。特徴量の分離がよい場合には、とてもよい方法です。

基本概念：

2つの群について、事前に特徴量を集め、それらの分離がもっともよくなる識別境界を作成する。特徴量が2つならば、特徴空間は2次元になるため、識別境界を表す判別式は直線（平面を2つに分割する）、特徴量が3つならば、特徴空間が3次元なので、判別式は平面の方程式となる。

演習内容：テキストファイルの読み込み、簡単な線形代数。

必要な知識：逆行列、転置行列、

<実験1：テキストファイルの読み込み>

ディレクトリ「m」において、matrix_op.cをコンパイルして、group_a.txtを読み込み、double型の配列に入れなさい。実行して、結果を確認し、処理の流れを理解してください。

コンパイル：`gcc matrix_op.c`

実行：`a.out group-a.txt`

(手順)

<実験2：転置行列・分散共分散行列>

実験1の配列：grp_aは27行2列です。この行列は、行の数がサンプル数（27）、列の数が特徴量数（2）になります。値は特徴量です。この行列の分散共分散行列を求めなさい。

1. 行ごとの平均値を求める。
2. 1行目のすべての数値から1行目の平均値を引く
3. 2行目も同じ。
4. 新しく27行2列の行列ができるので、その転置行列（2行27列）を左から掛け、2行2列の行列が得られる。
5. それを（変数の数-1）で割れば分散共分散行列になる。対角成分は、特徴量の分散、そのほかは共分散。

<実験3：複数の行列の読み込み>

group-a.txt, group-b.txtを読み込み、それぞれの分散共分散行列を求めなさい。

<実験4：判別式の作成>

資料（次ページ）に基づき、判別式のパラメータ（3つ）を求めなさい。

逆行列を求めるプログラムを作成する必要があります。手で求めても結構です。

<拡張：多変数になる場合>

2変数がさらに多変数になる場合、どのように変更すればよいか、考えてみましょう。

特徴量の数をnとすると、分散共分散行列がn x nになります。また、n x nの逆行列を求める必要があります。www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/~hara/semiに他のデータもあります。

自由演習について

ここで行った「集中度」もしくは「テンプレートマッチング」のいずれかを検出処理に用いて、マンモグラムにおける腫瘍陰影の検出プログラムを作成します。

元プログラムは「体験演習」(ディレクトリ名: taiken) に保存されている処理を利用してください。もしくは、その後の演習のプログラムでもかまいません。

目標：

異常症例と正常症例について処理を行い、真陽性率、画像あたりの偽陽性数、真陰性率を計算します。可能ならば、FROC 曲線も作成してください。

結果について：

セミナー二日目の最後に成果報告会を行います。

ご自身のプログラムの概要と、検出精度をまとめ、お一人1分間程度にご報告ください。

さらなる進捗のために

おおよそ中級編はこれで終了したと考えます。今回は、

- ・画像認識の基礎として、テンプレートマッチング
- ・フィルター作成の概念として集中度フィルタの作成
- ・得られた点の近似方法として最小二乗近似による曲線あてはめ
- ・特徴量の自動判別のための判別分析

を取り扱いました。これまでの内容と異なり、いくらか数学的な背景が必要となりますが、それほど難しいものではありません。

さらに高度な手法でも、おおむねこのような要素・構成は変化しません。たとえば、集中度の計算方法が複雑になったり、判別分析がニューラルネットワークや SVM になったり、ということになります。

画像処理コンテストへの応募のお願い

contest.fjt.info.gifu-u.ac.jp をごらん頂き、コンテストへの応募をご検討ください。

参考文献：

- ・Cアルゴリズム全科，千葉則茂，他著．近代科学社．
- ・多変量データ解析入門，杉山高一著．朝倉書店．
- ・これなら分かる応用数学教室，金谷健一著．共立出版．
- ・技術者のための高等数学5 数値解析，クライツィグ著．近藤次郎，他，訳．培風館．