

画像処理2019 (CS学科3年生 秋2期)

間瀬健二
情報学研究科知能システム学専攻
mase@nagoya-u.jp

2019/12/3

シラバス

- 本講義の目的およびねらい
 - 画像処理の基礎知識(用語, 理論, アルゴリズム)を修得する
 - 画像処理の簡単な応用問題の解決方法を習う
 - (画像処理手法の評価方法を修得する)
 - (画像処理の入門・初級プログラミング技術を習得する)
- 授業内容
 - デジタル画像処理の基礎を学ぶ
 - デジタル画像の成り立ち, フィルタ処理に代表される各種画像処理手法, 2値画像処理手法を対象とする
 - 画像生成の基礎について学ぶ
 - 画像処理の応用手法について学ぶ
 - 高度な画像処理手法を紹介する

- 進め方
 - 座学(スライドと板書)による説明(スライドはNUCTに)
 - 質問・コメントによる理解の確認(紙レボ)
 - 演習・レポートによる確認(紙レボ)
 - Google Colabに挑戦
 - 試験
- バックグラウンドとなる科目
 - 信号処理, 線形代数, パターン認識
- 教科書
 - なし, テキストを適宜配布する
- 参考書
 - 美濃導彦: 画像処理論, 昭晃堂
 - Forsyth, 大北剛訳: コンピュータビジョン, 共立出版
 - Horn, NTT HI研訳: “ロボットビジョン”, 朝倉書店(適宜コピー配布)
- 評価
 - 試験(約60%)
 - 演習(練習問題, 約40%)
 - 100点満点で計60点以上を合格とする。ただし, それぞれ最低ラインを満足すること。
- オフィスアワー
 - 授業後45分間。教室または教授室(1B南3F), メールで随時

授業計画(詳細 1/2)

- (12/3A) ガイダンス
レベルテスト: 内容は採点対象外, 提出は必須
デジタル画像の形成
画像形成と画像モデル, 幾何カメラモデル, 色表現, センシング
- (12/3B) 画像のデジタル化
デジタル表現, 標本化, 量子化, サンプリング定理
デジタル画像の関数的表現と計算機内部表現
画像処理ライブラリ (OpenCV)
- (12/10A) デジタル画像の演算 (I)
点演算, 閾値処理, 画像演算, 演習1
- (12/10B) デジタル画像の演算 (II)
局所演算 (フィルタ), エッジ強調
- (12/17A) デジタル画像の演算 (III)
線分抽出, ハフ変換, 演習2
- (12/17B) デジタル画像の演算 (IV)
位相, ラベリング, モルフォロジー, 連結性, 細線化, 幾何特徴

授業計画(詳細 2/2)

- (12/24A) 演習3 画像のマッチング
テンプレートマッチング, SSD法, SIFT
- (12/24B) ステレオ画像処理 I
ステレオ技法, レンジファインダ, ステレオ幾何
- (1/14A) ステレオ画像処理 II
ステレオ幾何, 演習4
- (1/14B) 動画画像処理
オブティカルフロー, 演習5
- (1/21A) 人物画像処理1
人物検出, 演習6
- (1/21B) 人物画像処理2
インタフェース応用, 演習7
- (1/28A) グラフィックスの基礎
- (1/28B) グラフィックス応用, その他
- (2/4AB) 定期試験と解説

演習(練習問題)は持ち込み可, 相談可
定期試験は持ち込み可の予定(ただし手書きノートA4-1枚のみ), 相談不可

NUCTを利用します。

<https://ct.nagoya-u.ac.jp/>

使用方法

NUCTにログイン後、画像処理2019タブ選択

使い方

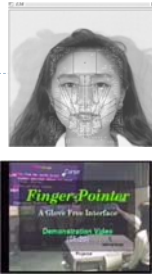
- 連絡(アナウンス: Announcements)
- スライドファイルの置き場(リソース: Resources)
- 課題の提示・収集(課題: Assignments)
- 課題のマテリアル置き場(課題またはリソース)

個人情報の管理

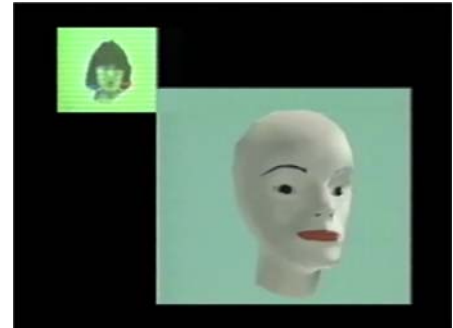
- 登録された個人情報は, 参加登録したMembershipのサイトの運営にもちいられます。

▶ 間瀬健二：

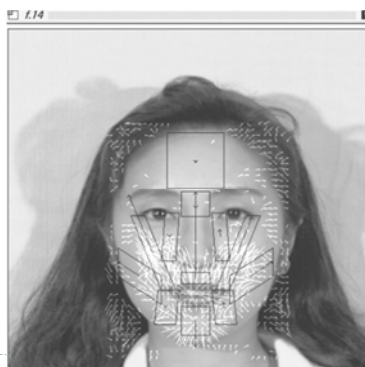
- ▶ 同年 N T T 社、ヒューマンインターフェース研究所
 - ▶ グラフィックス、ジェスチャー認識
- ▶ 1988 年 M I T メディアラボ (1 年)
 - ▶ 画像処理による読書
- ▶ 1991 年 博士号取得 (名古屋大学)
 - ▶ 表情認識、ヒューマンランド (人物動作認識)
- ▶ 1995 年 A T R (国際電気通信基礎技術研究所)
 - ▶ インタフェース・エージェント、コミュニケーション支援
 - ▶ エビタスコンピュータティング、ウェアラブル
- ▶ 2002 年～ 名古屋大学
 - ▶ コミュニケーション処理、ロボットコミュニケーション、車載映像処理、多視点映像処理、スキャニング・分析・伝承



頭部動作検出・認識 (1987)



► 1 9 9 1



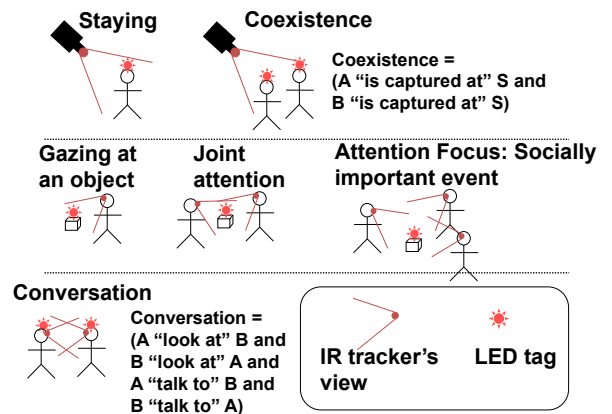
► 1994



● 基本アイデア

-

INTEREST
= SITUATION X DURATION



多視点体験記録



13

多視点体験記録を要約



歩行者検出(向き推定、2011)



動作認識(センサ) 2013



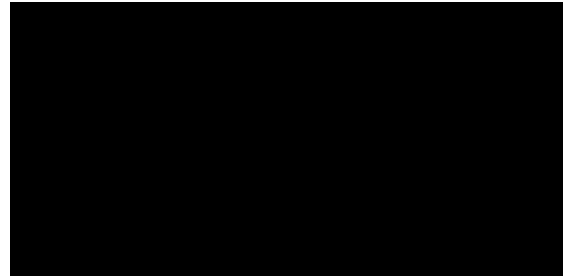
多視点映像視聴Webシステム・
インタフェース(2011)



寝姿検出シート(2013)



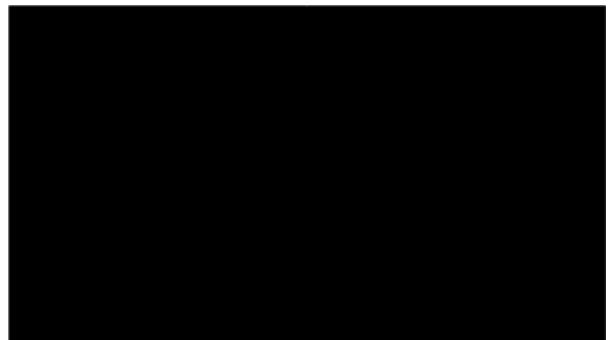
寝返りの様子 (10倍速)



視線分析(コーチ力測定)



自由視点映像生成 (Unity、2014)



▶ 22

映像自動編集・推薦 (2015)

システムの推薦



被験者ユーザの
編集結果

▶ Sequence15: 71%

画像処理の様々な観点(側面)

- プロセス(過程)の観点
- 応用の観点
- 関連する分野の観点
- 様態(機能)
- パターン認識における切り口
- 入出力の違い

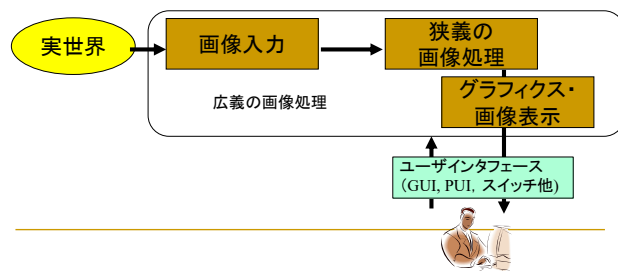
観点1. 画像処理の過程(プロセス)

画像処理の一般的な過程

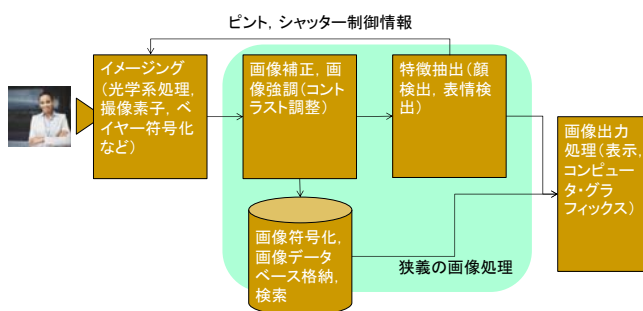
画像処理とは？

☆ **画像の形で表現された情報を処理することである。**

- 実世界を画像としてとらえて画像化する(イメージング、画像入力)
- 画像情報を見やすく加工し、パターン認識のために特徴抽出し、あるいは伝送・蓄積のための符号化をする(狭義の画像処理)
- 画像による表現をもちいた(のための)インタラクティブな処理

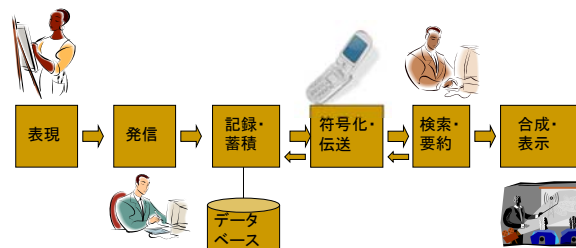


デジタルカメラにおける画像処理



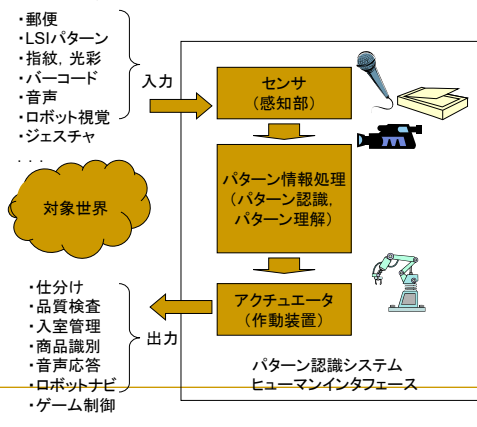
メディア情報処理の中での画像処理

例: WEBコンテンツの制作、流通、検索、表示
電子出版、テレビゲーム
アニメーション・映画



すべての単語に「画像の」をつけてみよ！

パターン認識システムにおける画像処理



観点2. 応用

画像処理の応用分野

- 先端的な研究から日常生活まで浸透

e.g. ロボットの視覚

医用診断支援装置(乳がん、肺がん)

顔・指紋などによる認証装置

特撮、FSX

似顔絵プリクラ、モンタージュ

ゲーム

ロボットの視覚

- (将来の)人間型ロボットの視覚
行動ナビゲーション、人間との対話
- ロボットビークル(スマートカー)
自動運転・危険予測・歩行者検出・
レーン検出・先行車追跡
- ロボットアームの微細制御
など



先端医用診断支援

- CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging)などの断層撮影による可視化
- 乳がん、肺がんなどのX線像、CT像からの検出・診断支援
- 手術支援
CT像を使った手術計画支援、シミュレーションなど

など



顔・人物像処理による インタフェース

- 個人情報の識別(Aさんかどうかを確認する、
Bさんであると言い当てる)
 - 顔、指紋、手のひら血管パターン、網膜の
Biometrics認証

- 動作認識

- 表情(笑顔カメラ、居眠り防止など)
- ジェスチャー(マウス代行)、手話

- 人流観測、プライバシー保護、

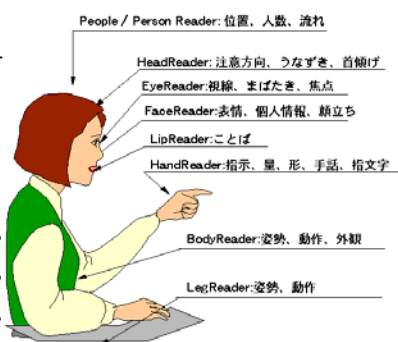
セキュリティ など



人物像処理の例

- NTTビデオ

- Headreader
 - 電子秘書
- 表情認識
- P-counter



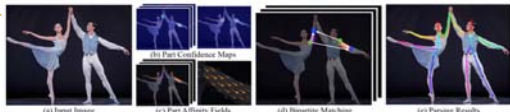
Open Pose (CVPR2017)

Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields

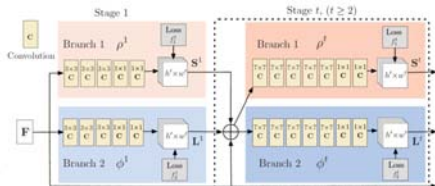
Zhe Cao Tomas Simon Shih-En Wei Yaser Sheikh



- CNNの組合せで画像内の人物姿勢を検知を達成
- NP-hard問題をrelaxationを設けて解く
- top-downアプローチ(人を検知→検知した人それぞれの姿勢検知)ではなく、bottom-upアプローチ. 実時間処理可能.
- COCO 2016 keypoints challengeとMPII Multi Person benchmarkで好成績を出した
- デモビデオ
[id:yusuke_ujitoko](https://www.youtube.com/watch?v=Uj9toko)のhatena blogより引用



- (a)入力画像を使って、**部位の位置**をエンコードする
- (b) Part Confidence Mapsと、**部位間の関連度**をエンコードする
- (c) Part Affinity Fieldsを作る。そして(c)をもとに
- (d) Bipartite Matchingし、結果(e)を出力する。
- (a)から(b)Part Confidence Mapsと(c)Part Affinity Fieldsを計算する**アーキテクチャ**は、下の画像のようにになっている。



(a)入力画像から、VGG-19を使ってfeature map Fを生成し、そのFを2つのネットワークに入れて、(b)Part Confidence Mapsと(c)Part Affinity Fieldsを出力する。この単位をstageとする。

Open Face (2.0, WACV2016)

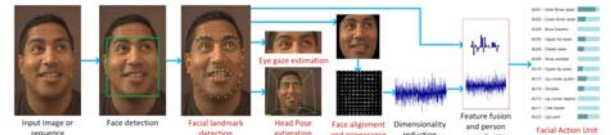


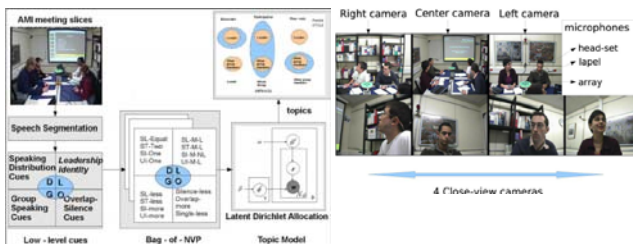
Figure 2: OpenFace facial behavior analysis pipeline, including: *facial landmark detection, head pose and eye gaze estimation, facial action unit recognition*. The outputs from all of these systems (indicated by red) can be saved to disk or sent over a network.

<https://www.youtube.com/watch?v=bGUZ6642Kn4>

Baltru, T., Robinson, P., and **Morency, L. P.**: OpenFace: an open source facial behavior analysis toolkit, IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, pp. 1–10 (2016)

Social Computing: Group session Analysis

https://www.researchgate.net/publication/260350391_Mining_Group_Nonverbal_Conversational_Patterns_Using_Probabilistic_Topic_Models



特撮、FSX、3D 似顔絵プリクラ、モンタージュ

- ワイヤアクションなどの加工
- マット(背景)合成

- CGと実写の合成
 - ARTToolkit (写真、ビデオ)
 - セカイカメラ



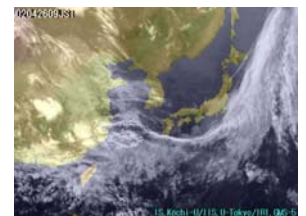
ゲーム

- ゲームコンテンツのコンピュータグラフィックス技術
- Wiiリモコン, Kinectなどのインタフェース
- モーションキャプチャ(研究科保有:3DS)



リモートセンシング

- 気象衛星
- Googleマップ



画像データベース

- Google 検索
- 写真・文化遺産のデータベース
- 映画、ニュース映像
 - 検索、要約
 - 撮影技術
 - データベース構造

その他のメディア処理

- わかりやすい情報提示

その他=メディア処理



画像符号化(JPEG), テレビ電話
多視点映像による視聴インタフェース
Desk Top Publishing
デジタルカメラ
情報可視化, 科学情報可視化

応用のまとめ

- | | |
|---|-----------------|
| ■ 医用 | ■ 画像合成・変形 |
| ■ 知能システム <ul style="list-style-type: none">□ ロボット, 運転支援 | ■ 画像生成(CG) |
| ■ 検査 | ■ 画像符号化 |
| ■ インタフェース <ul style="list-style-type: none">□ 人物像処理 | ■ 画像伝送・通信 |
| ■ バイオメトリックス | ■ 画像蓄積・データベース検索 |
| ■ リモートセンシング | ■ 可視化 |
| ■ 文書, 文字 | ■ 画像入出力装置 |
| | ■ . . . |

観点3. 関連分野

関係する分野

代数幾何

図形の数学的な記述、幾何変換(回転、平行移動)

確率統計, パターン認識

画像処理結果とその統計的な性質を用いて認識

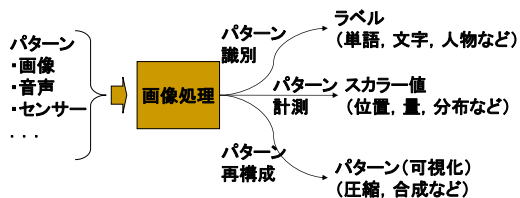
入力データの統計的な性質から画像を生成(CG)

信号処理

フーリエ変換、逆フィルタなどによる画質変換・改善

観点4. 様態(機能、処理内容)

画像処理のいろいろな様態



画像処理の諸様態

画像処理は“画像の形で表現された情報の処理”である。その処理内容としては以下のようなものがあげられる。

(1) 画像生成 (imaging)

いろいろな物理量を測定するためのセンサからの情報(アナログ量の場合が多い)を画像(2次元以上)の形でデジタル化する。または、計算機によって画像を生成する。X線や超音波など、そのままでは目に見えない情報を可視化することが重要となる。

(2) 画像変換

画像の品質改善、ぼけや雑音の除去、輪郭の強調、特定成分の強調(周波数等)、などの処理。主に画像を人間が見やすくすることを目的とする。

(3) 画像の計測・認識・理解

画像から情報を計測したり、画像の内容の判断、理解(記述)を行う。

(4) 画像情報の蓄積・検索

画像データベースの作成と検索。画像の内容による検索が必要となる。また、画像情報は膨大な量になりやすいため、圧縮も必要となる。

(5) 画像伝送

画像を空間的に離れた場所へ転送する。通信回線を用いた伝送や、電波等を用いた伝送がある。伝送すべき画像の量と時間あたりの伝送量の関係から、情報の圧縮が行われることが多い。

(6) 画像の表示

画像情報を人間に提示する。CRT、プロジェクタ、写真、印刷、等がある。コンピュータ・グラフィックス、バーチャル・リアリティ等の技術を用いて、情報をわかりやすく加工して表示する。特に、3次元以上の画像情報を理解するためにはこの技術が重要となる。

狭い意味で画像処理とは次の2, 3をさすことが多いが、画像処理のシステムではこれらがさまざまに組み合わされている。

(2) 画像変換

画像の品質改善、ぼけや雑音の除去、輪郭の強調、特定成分の強調(周波数等)、などの処理。主に画像を人間が見やすくすることを目的とする。

(3) 画像の計測・認識・理解

画像から情報を計測したり、画像の内容の判断、理解(記述)を行う。

観点5. パターン認識における位置づけ

代表的なパターン認識過程

パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名(クラス名)

前処理

歪みや雑音の除去, 特定成分の強調

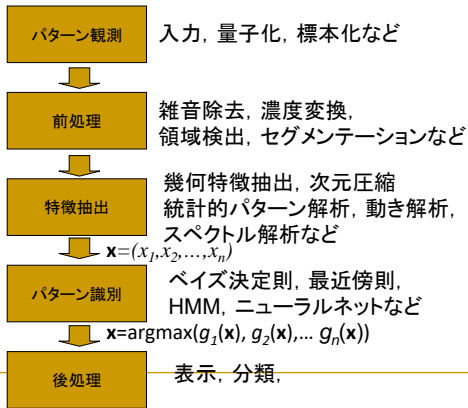
特徴抽出

パターン特有の性質を担う少数の特徴を抽出(測定)

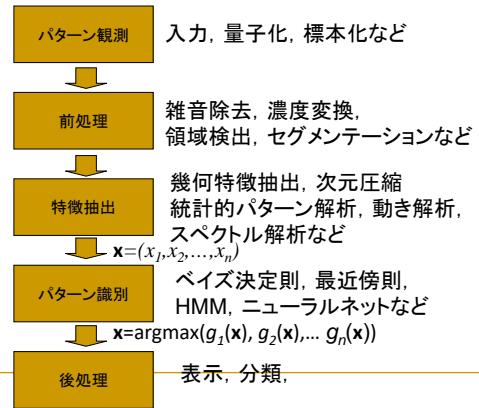
識別

特徴量を元に入力パターンが属するカテゴリーを決定

パターン認識過程

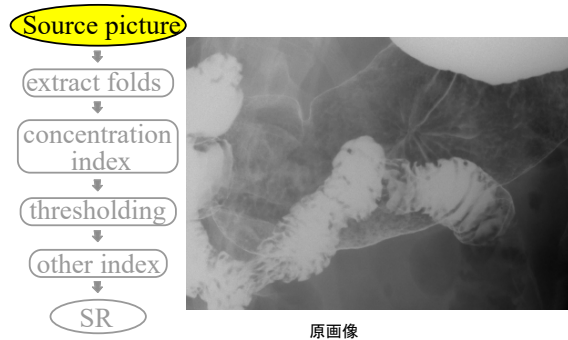


パターン認識過程



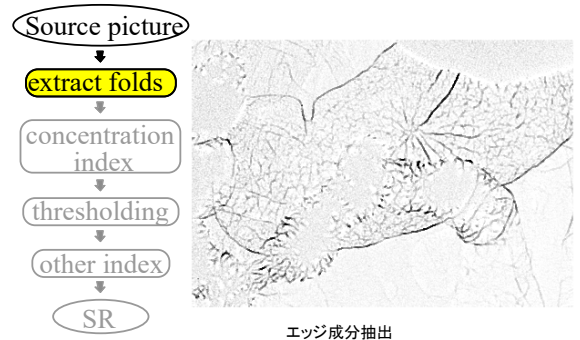
パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名



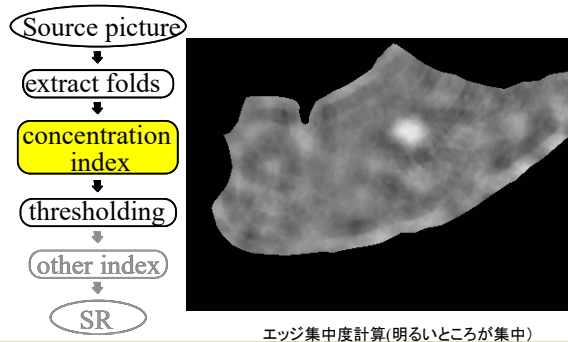
パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名



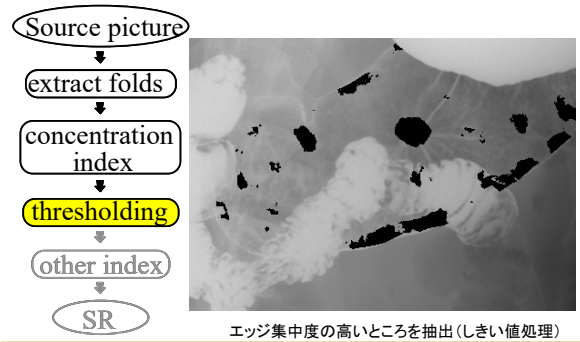
パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名



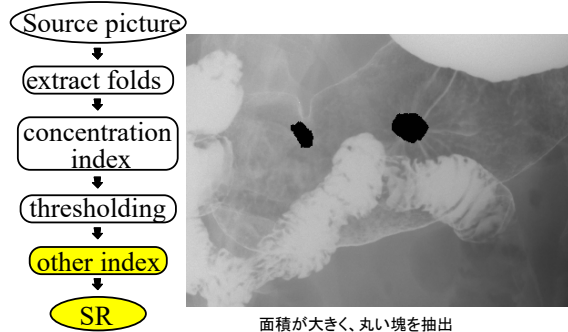
パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名



パターン(画像) → 前処理 →

特徴抽出 → 識別(判定, 決定) → カテゴリー名



→ 怪しいところが2箇所あり!

画像処理のとらえ方

- プロセス(過程)の観点
- 応用の観点
- 関連する分野の観点
- 様態(機能)
- パターン認識における切り口

例題:

■ Google map

- プロセス(過程)の観点
 - メディア情報処理の記録, 伝送, 検索, 表示の過程
- 応用の観点
 - 画像データベース検索, リモートセンシング, CG
- 関連する分野の観点
 - データベース, 地理情報処理
- 様態(機能)
 - 画像の蓄積, 検索, 表示,
- パターン認識における切り口
 - マップ生成においてパターン認識

練習問題

- 例題にならって, 次の事例は, 画像処理の多様な観点からどのような位置づけか考えて整理しなさい(2つをえらんで, A4ー1枚程度)
 1. 顔検出機能付きデジタルカメラ
 2. テレビ会議システム
 3. 映画製作(SFX部)
 4. 郵便番号読み取り
 5. 選挙速報のバーチャルスタジオ
 6. ゲームインタフェース