

目次

- オリエンテーション
- パターン情報処理とは
- パターン情報の表現 (1)—標本化と量子化
- 宿題?

★0 オリエンテーション**★0.1 この科目について**

高橋の資料等では科目名を PIP と略記してることがあります。

PIP: Pattern Information Processing

講義概要

情報の科学と技術の進歩により、画像や音声のような、「パターン」と呼ばれる種類の情報を扱う「パターン情報処理」が身近なものになってきました。コンピュータ上に大量の音楽データを蓄積する、デジタルカメラで撮った写真を加工する、顔を見つけ出す、といった様々なことに応用されています。この科目(☆1)では、このパターン情報処理の手法について、理論的・数学的な面を中心に解説していきます。コンピュータ上でパターンを表現する方法からはじめ、パターンデータを圧縮する方法やパターンを変換してその成分を分析する方法を考えます。音響信号や画像を対象とした応用例についても取り上げます。さらに、顔検出や音声認識などに応用されているパターン認識や機械学習といった技術についても紹介する予定です。

☆1) 世間一般で「パターン情報処理」という科目名から想像されるものよりも基礎的な事項が中心となります。次のようなテーマの初歩的な内容を寄せ集めた感じ。情報理論・符号理論、信号処理、画像処理、パターン認識、機械学習

到達目標

画像や音声などを扱うハードウェア/ソフトウェアの中でどんな計算が行われているのかを理解する。

系統的履修

線形代数、確率統計、情報処理などの基礎が役立ちます。さらに「計算科学 I / 演習 I」を受講していると一部内容の理解が容易でしょう。また、この科目の内容は「デジタル信号処理」や「認知科学と人工知能」、その他いくつかの情報メディア学科や電子情報学科の科目と関連しています。

成績評価の方法

平常点(宿題を出します) 20%+定期試験 80%。授業の 3 分の 2 以上に出席していないと定期試験を受けられないことがあります。

テキストと参考文献

テキスト(教科書)の指定はありません。以下を参考文献にあげておきます。他にも授業中等に適宜紹介します。

- 中川聖一「パターン情報処理」(丸善)(ISBN:462104589X)
- 白井良明, 谷内田正彦「パターン情報処理」(オーム社)(ISBN:4274131424)
- 石井健一郎ほか「わかりやすいパターン認識」(オーム社)(ISBN:4274131491)

いろいろ

- 真剣に授業に参加している人の邪魔をする行為（おしゃべり，途中入退室など）は禁止。
- 大学の授業は，授業時間の他にも自学自習することを前提に作られています。龍谷大学の講義科目の場合，自習時間は講義時間の 2 倍とされています。授業時間以外にも勉強することが必要です。

授業計画

- | | |
|-----------------|---|
| (1) はじめに | パターン情報処理とは |
| (2) パターン情報の表現 | 標本化，量子化，データ圧縮，情報量，符号化 |
| (3) パターン情報の変換 | 直交展開，画像圧縮，フーリエ級数展開，フーリエ変換 |
| (4) 応用例 | 音響信号処理，画像処理 |
| (5) パターン認識と機械学習 | パターン認識／機械学習とは，教師なし学習，教師あり学習，ニューラルネットワーク |

★ 0.2 アクセス

この科目に関するウェブサイト

高橋のウェブページ (☆2)

<http://www-tlab.math.ryukoku.ac.jp/wiki/>

から「時間割」→「科目名」とたどると，この科目のページにたどりつけます。

☆2) 高橋のページにたどりつくには，この URL をブラウザに直接入力するかわりに，理工学部や数理情報学科のウェブサイトからたどったり検索したりする手もありますね。
www.math.ryukoku.ac.jp

高橋の連絡先など

- 研究室: 1-508 (または 1-602) e-mail: takataka@math.ryukoku.ac.jp
- 高橋の 2016 年度前期の週間スケジュールは以下の通りです。最新の情報はウェブ上または研究室の前に掲出してあります。

	月	火	水	木	金
1					
2		PIP	(学科会議)		
昼休み		OH(13:00-)			
3	Vision	OH(-14:30)		OH	
4	세미나	Graphics	(教授会)	M セミナ	
5	세미나	Graphics	(教授会)		

OH = OfficeHour (ほげ) — あったりなかったりなイベント

ここに示したものの以外に，会議・セミナー・出張等が不定期であります。

★1 パターン情報処理とは

★1.1 パターンとは

パターンの例：音声，地震波形，服の模様，絵画，静止画像，動画像，彫刻，経済や気候の動向，etc.

パターン: pattern

- 一般に，パターンは複数の情報の集まりである。コンピュータで扱う際には，複数の数値の組で1つのパターンを表現することになる。
- パターンを構成している情報のうちごく一部を取り出しても，そのパターンの様子は分からない。

パターンは**記号**と対比される。たとえば，コンピュータのキーボードを叩いて“HOGE”と入力したとすると，その一文字一文字は記号である。コンピュータ上では，一つの文字が一つの数値（文字コード）で表現される。これに対して，“HOGE”という手書き文字を画像として入力した場合（☆3），そのデータはパターンである。

記号: symbol

☆3) あるいは，活字を印刷した紙をスキャンした画像，手書き文字認識デバイスに“HOGE”と入力したときに得られるデータ，なども

★1.2 パターン情報処理の例

パターン情報を変換する

- 目的に応じて情報を取り出しやすくする／加工する—画像のノイズを除去する，人工衛星のセンサデータを可視化する，音響信号にエコーをかける，etc.
- データ量を削減する—画像圧縮，携帯電話で音声を圧縮して送信→受信側で復元，etc.

パターン情報を計測する 対象とするパターンの位置や特徴を表す数値を測定する—工場のロボットが機械部品の位置決めをする，衛星写真から雲量を推定する，顕微鏡画像中の細胞数を数える，etc.

パターン情報を認識・理解・検索する

- 入力されたパターンが何であるかを決定する（認識）（☆4）—音声認識，文字認識，顔の検出，etc.
- 入力されたパターンが表すものを記述する（理解）—ある画像がどんなシーンであるかを記述する，映像中の人物の動作を記述する（歩いてる，お菓子を食べている，ほげほげしてる），etc.
- 多数のパターンの中から特定のパターンを探し出す（検索）—画像の（内容による）検索（☆5），鼻歌で曲を検索，etc.

☆4) このような情報処理を**パターン認識**という。手書き文字を入力して‘H’や‘O’等の文字を出力するというように，パターンを記号に関連づける処理と考えられる。

☆5) ウェブ検索エンジンでの「画像検索」は，以前は，キーワードの文字でウェブページを検索し，ヒットしたページに掲載された画像を結果として表示するだけだった。しかし，近頃はコンピュータに画像認識させてその結果を利用して画像の内容による検索も可能になりつつある。

★2 パターン情報の表現 (1) — 標本化と量子化

パターンとはどんなものであるか、コンピュータ上のデータとして表現するにはどうするのかを考える。例として、音響信号とデジタル画像をとりあげる。以下では**信号**という用語が出てくるが、今回の授業の範囲では、信号とパターンは同じものと考えて差し支えない。いずれも、**時間や空間にともなって変動する、何らかの情報を伝える量の**ことである。

信号: signal

★2.1 音響信号の例

音は、空気などの振動によって伝わる。音響機器は、マイクロフォン(☆6)によって音を電気信号に変換したものを扱う。したがって、音響信号すなわち音のパターンは、「時間にもともなって変動する電圧」として表現される。「時間が**変数**で電圧が**値**である」ということもできる。例として実際の音響信号をグラフに描いてみると… (授業中に示します)。

☆6) マイク, microphone. 内部の振動板でとらえた空気の振動を電圧の変動に変換する。逆の変換をするのがスピーカ。

★2.2 標本化と量子化

このように、音響信号は本来、変数(時間)も値(電圧)も連続量で表される**アナログ信号**である。しかし、コンピュータ上のデータとしては、変数も値も離散的な**デジタル信号**として扱われる。アナログ信号からデジタル信号への変換(AD変換(☆7))は、**標本化と量子化**という二つの処理から成る。

アナログ信号: analog signal
デジタル信号: digital signal

☆7) 逆は DA 変換。

標本化: sampling

量子化: quantization

標本化 連続な「変数」を離散化する。「○○を1秒間隔で観測する」, 「××を1mおきに測定する」といったことをして変数をとびとびにする。その間隔のことを**標本化間隔**(または**標本化周期**)といい、その逆数を**標本化周波数**という。

量子化 連続な「値」を離散化する。例えば、1時間おきに測定した気温の値を四捨五入して整数値にする、あるいは5度刻みで段階分けする、といった操作のことである。値を段階分けする数を**量子化段階数**(または**量子化レベル**)という。量子段階数に2のべき乗を選ぶと、コンピュータでの扱いが便利である。

信号の分類としては、アナログ信号/デジタル信号の他に、変数が連続で値が離散なもの(☆8)や逆に変数が離散で値が連続なものもある。また、後述の画像の例からわかるように、変数や値が多次元の量であるものもある。

☆8) 例えば、変数: 講義開始からの経過時間, 値: 寝てる人の数。

Q1. 標本化周波数 100Hz のデジタル信号を考える。この信号 2 秒分はいくつの値から成ると考えられるか。

Q2. 量子化段階数が $256 = 2^8$ であった場合、ひとつの値を表すには何 bit 必要か。

Q3. 時々刻々変化する気温を標本化間隔 30 分で標本化し、量子化段階数 64 で量子化して得られるデジタル信号を考える。この信号 24 時間分は、いくつの値から成るか。また、24 時間分のデータのデータ量は何 bit になるか。

★ 2.3 デジタル画像の例

デジタルカメラで何かを撮影すると、平面上に一定の間隔で**画素**が並んだ画像が得られる。個々の画素は、明暗のみの**グレースケール画像**なら1つ、カラー画像なら色を表現する3つの値(☆9)をもっており、これを**画素値**という。画素値も離散的な量で表されるので、このような画像は、変数も値も離散なデジタル信号(**デジタル画像**)である。変数は平面上の位置を表すから2次元であり、値はグレースケールなら1次元、カラー画像なら3次元である。

実際のデジタル画像をみてみよう… (授業中に示します)。

Q4. あるデジタル画像の形式では、1つの画素の色を赤緑青の3つの値で表しており、それぞれの値に3bitを割り当てているという。この場合、何色を表現できるか。

第1回まとめの問題

Q5. 音楽用のCDの規格(CD-DAという)では、記録できる音の長さ、標準化周波数、量子化段階数はそれぞれどのように定められているのか調べ、それらの値を述べなさい。その結果をもとにすると、1枚のCDに記録できる音楽のデータ量の最大はMiBの単位でどれだけになるかを求めなさい。必要ならば、次の関係を用いたらよい。

$$1\text{B} = 8\text{bit}, \quad 1\text{KiB} = 2^{10}\text{B}, \quad 1\text{MiB} = 2^{10}\text{KiB}$$

注意:

- 数値や式だけ書くのではなく、きちんと説明などの文書を加えたレポートとすること。
- 2チャンネルのステレオなので、左耳用と右耳用の2つの信号から成ることに注意。
- 記録時間は調べると何種類かあることがわかるでしょう。ここでは、74分として解答してください。
- KiB (キビバイト) や MiB (メビバイト) という単位が見慣れないかもしれません。ウェブで検索したりして調べましょう。

画素: pixel

グレースケール: grayscale or greyscale. モノクローム (monochrome) とも。

☆9) R (赤), G (緑), B (青) の3つの成分で表す方法がよく知られているが、他に色相・彩度・明度の3つで表すものなど色の表現法には様々なものがある。