

北陸信越工学教育協会
「データサイエンス時代の工学教育」

認知情報処理の データサイエンス

高田 宗樹
福井大学・学術研究院工学系部門
知能システム工学講座
情報科学研究室

1

自己紹介

- 応用数学（確率過程論）→ 時系列データの解析
- 主な研究領域
3 D、仮想現実、脳・自律神経系、体平衡系
- 所属学会
IEEE; ICCSE部会にてRegional Chair (Japan)
形の科学会; 国際誌Forma編集長
日本衛生学会; 国際誌EMPH編集委員 他
- 社会貢献活動
日本数学コンクール実行委員、ひらめき☆ときめきサイエンス
・ 特許
センサ出力信号評価システム→バイオフィードバックの評価

2

都市デザインと数学

- 駐車場(渦), 1992
- 都市計画(葉脈), 1993
- 3点からの最短距離, 1994
- サイクリングロードの数理設計, 2016
- 映画館の設計, 2017
- <http://www.higashiharima.jp/710/717/5275.html> (2021.2.10参照)

3

高次連携教育

日本数学コンクール (2021)

企画列車のスタンプラリー
ある企画列車があり、乗客には行き先は知らされていない。乗客は途中のすべての停車駅において、改札口に設置された記念スタンプを集めて旅行をする。この企画列車では、コロナ感染症拡大防止のため、最初に降った駅からの変更をすることはできない。また、この企画列車の各車両には、両側の中央1カ所にドアがあり、乗客は乗車している車両のドアから必ず降りる。乗客は以下の【戦略1】をとるものとして、(1)~(5)の問題に答えなさい。

【戦略1】 途中の停車駅のホームにおいて、降りるドアから改札口までの（車両と平行な）距離の期待値をできるだけ短くするように、どの車両に乗るかを選択する。

ただし、1車両の長さを w とし、 m 両編成の列車の k 両目に乗ることを想定して、降りるドアから改札口までの距離を d_k とすると $d_k = kL + (k-1)w$ 。ここでは、各車両にあるドアは必ず改札口は設置されていないものとし、すべての停車駅のうち k 両目ドア前に改札口がある割合を p_k とする。

準備 始点と終点の駅における移動は考えない。まず、 $m=3$ のときを考える。簡単なため、**準備**および(1)~(4)の問題では停車駅には改札口が1つしかないものとする。

(1) 最初に停車する駅で、両側のように2両目ドア前に改札口があると、各車両を降りてから改札口までの距離はそれぞれ、 $d_1 = wL$ 、 $d_2 = wL + w$ 、 $d_3 = 2wL$ となる。

4

オリンピックイヤーだったはずが、、、

- 2020年はコロナ禍がなければオリンピックイヤーだったはずで、多くの外国人のお客さんを東京にお迎えして、楽しい夏になるはずだったのですが、大変な年になってしまいました。
- 外国人のお客さんは、都内を移動する際に地下鉄に乗るわけですが、ほとんどの場合は降りる駅の改札口は未知であるので、どうやったら地下鉄の特定の車両が込み合うこともなく、快適に過ごしてもらえるかを考えてもらおうと思った出題でした。
- 数学の問題として定式化して解いてもらえるように設定されたのが、「企画列車のスタンプラリー」です。

5


企画列車のスタンプラリー
ある企画列車があり、乗客には行き先は知らされていない。乗客は途中のすべての停車駅において、改札口に設置された記念スタンプを集めて旅行をする。この企画列車では、コロナ感染症拡大防止のため、最初に降った駅からの変更をすることはできない。また、この企画列車の各車両には、両側の中央1カ所にドアがあり、乗客は乗車している車両のドアから必ず降りる。乗客は以下の【戦略1】をとるものとして、(1)~(5)の問題に答えなさい。

【戦略1】 途中の停車駅のホームにおいて、降りるドアから改札口までの（車両と平行な）距離の期待値をできるだけ短くするように、どの車両に乗るかを選択する。

6

まずは、改札口を1つ設置する場合

- 車両中央にドア
- ドア前に改札口
- プラットホームに沿った、車両に平行な方向への移動距離



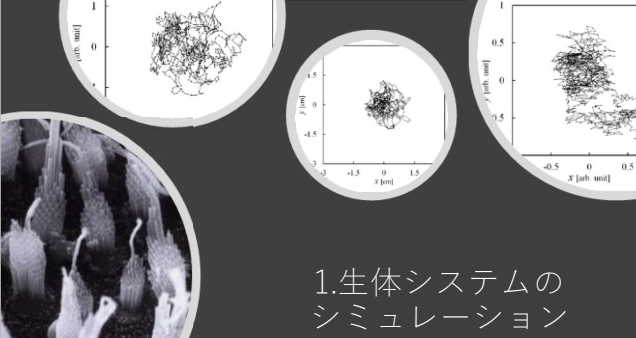
[https://matsumoto-shoji.net/item/R45526/\(2021.2.10\)](https://matsumoto-shoji.net/item/R45526/(2021.2.10))

7



非線形科学研究室の最近の研究テーマ (一部)


8



1. 生体システムのシミュレーション

9

2. 仮想現実



映像視聴中の生体信号を計測

映像の生体への影響を客観的に評価する

3. 擬似乱数列、 $1/f^\alpha$ 様ノイズの評価

$$E_{trans} = \frac{1}{K+1} \sum_{t=1}^K \frac{|v(t_i) - \bar{v}|}{|v|}$$

$$s.t. \bar{v} = \frac{1}{K+1} \sum_{t=1}^K v(t_i)$$

(Case of $K=4$)

10

4. GANを用いたシミュレーション・特徴抽出

応用例_生体信号の特徴抽出

映像視認時の重心動揺

GANを用いて重心動揺を学習すると

重心動揺を学習したAIによる酔いの特徴抽出

非酔い 酔い

AIが「酔い」を判断した根拠

- ・ 識別機の単価
- ・ 数理解析結果との対比
- ・ 人工知能処理の数理的な意味づけ

11

学生の活動

- ・ 福井発！ビジネスプランコンテスト
- ・ テクノ愛

<http://nonlinear.geo.jp/>

0.03秒で

z軸の変位が5mm以上 → 開始

z軸、y軸それぞれの変位が5mm以下 → 起立中

静止中

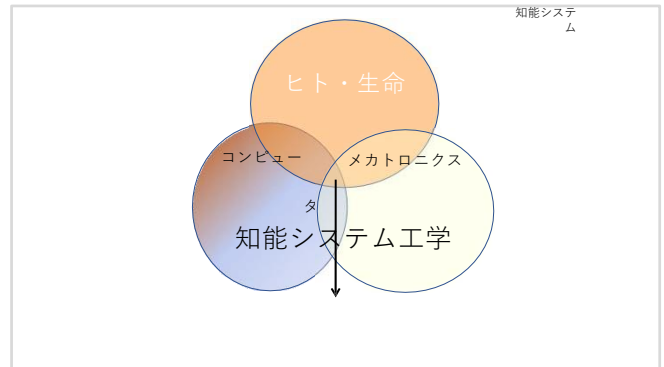


12

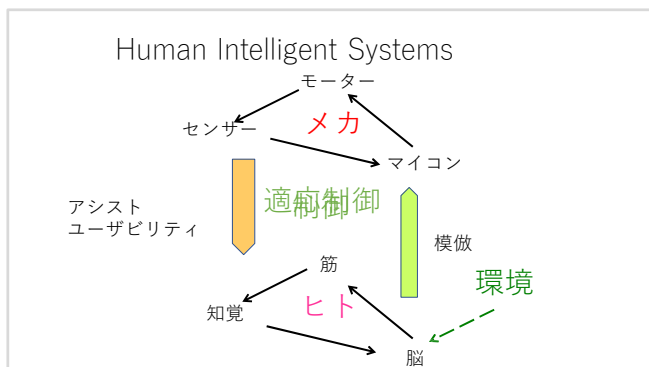
目次

0. 日本数学コンクール（高大接続教育）
1. はじめに；知能システム工学講座の教育研究
 2. 仮想現実の教育への応用；
ひらめき★ときめきサイエンス
 3. 研究の見通しを立てる数学・論理学
 4. まとめ

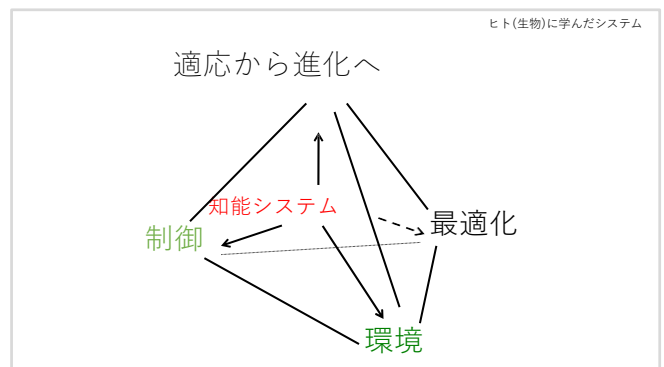
13



14



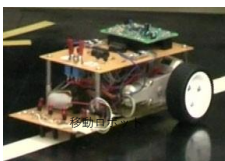
15



16

創造演習I・II(実験内容)

- 移動ロボットを作成する.
- 30週



17

利用できるマイコン1

学科・コースで準備するマイコンは以下の2種類



Arduino Uno R3



PIC24FV32KA302

18

ライントレースロボット

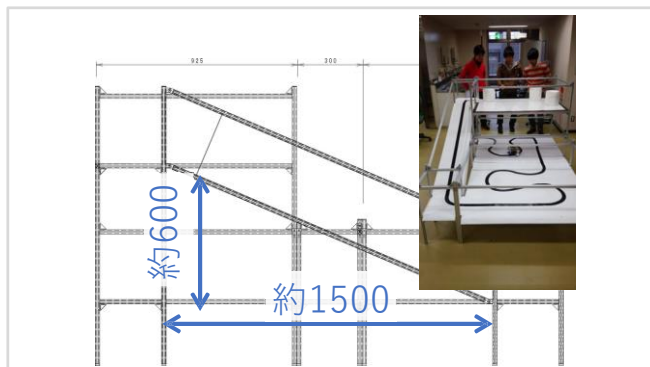


19

H23年度・H24年度のテーマ



20



21

H29年度



22

知能の分類

• キャットレル (Cattell, R.B ; 1905-1998)

(1) **流動性知能**、流動性一般能力

動作性の知能。新しい場面への適応に必要な能力をさし、具体的には、推論する力、思考力、暗記力、計算力などが挙げられる。**集中力**も流動性知能の一部である。独創的なアイデアなどが生まれる可能性もあるため、**問題解決能力**ともいえる。

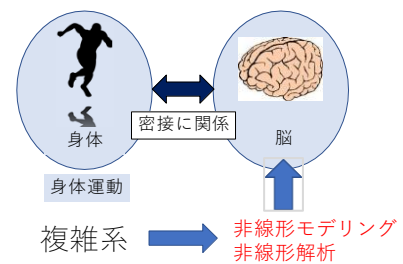
新しいことを知能として定着させるため、加齢による低下がみられることが特徴

(2) **結晶性知能**、結晶性一般能力

言語性の知能。

過去に得た経験が知能の土台であるため、加齢による低下が少ないのが特徴

23



24

ヒトで最初に測定された主な生体電気現象

• 生体電気（動物電気）	1771年	Galvani	(Italy)
• 心電図	1887年	Waller	(U.K.)
• 表面筋電図	1912年	Piper	(Germany)
• 胃電図	1921年	Alvarez	(America)
• 脳波	1924年	Berger	(Germany)

.....

25

胃電図と運動
Handbook of Electrogastrography より

26

機械・システム工学科ロボティクスコース 3年次；生物ロボットの認知・情報処理

- 標準化誤差と量子化誤差
- エリアシングと標準化定理
- 情報量と情報エントロピー
- ランダム文字列
- 生体計測（体験学習）
- 周波数解析と伝達関数解析
- 生体システムと非線形モデル
- フラクタル図形とその計量
- パラメトリックな統計、ノンパラメトリックな統計

ランダム文字列

27

視差の体験

28

視差

Near

手前のモノを見ているときには遠くのモノが2重になり、かつピンボケのような状態となって見える。

Far

遠くのモノを見ているときには近くのモノが2重になり、かつピンボケのような状態となって見える。

29

立体映像の描画

・瞳孔間距離は平均6.5cm

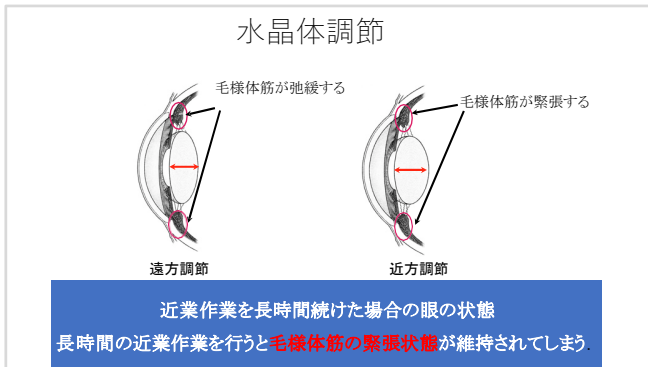
右目の映像の見え方

奥 (R)

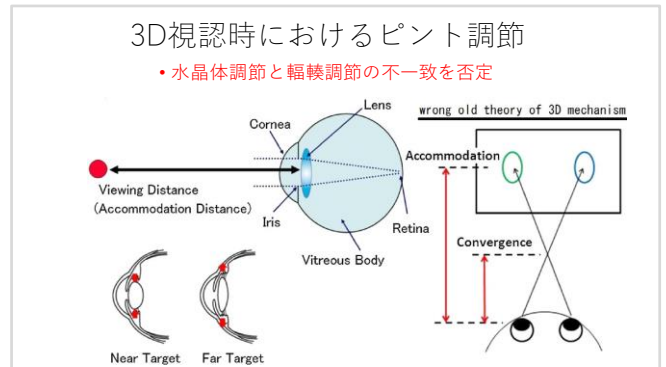
クロスポイント (R)

手前 (R)

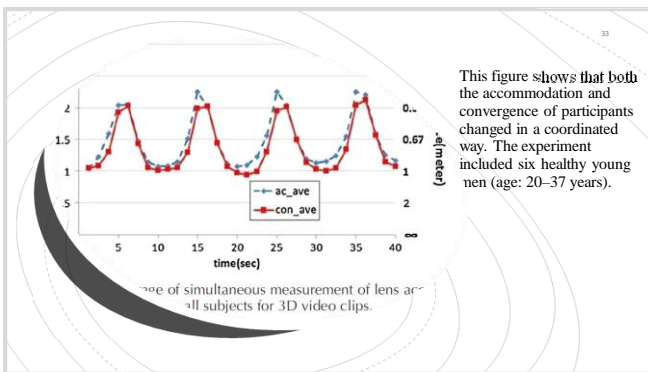
30



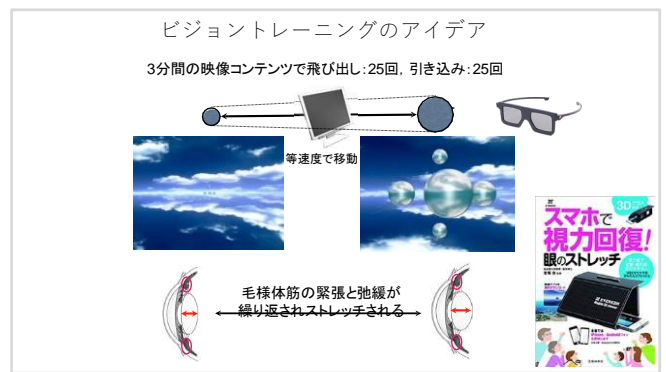
31



32



33



34

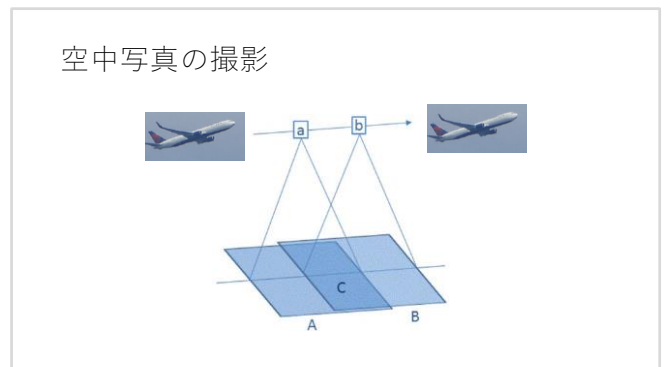
2. 仮想現実の教育への応用

ロひらめき★ときめきサイエンス事業

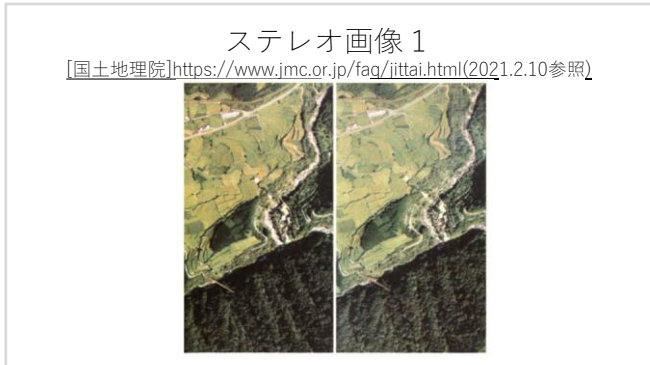
撮影された空中写真は平面です。しかし、「立体視」をすることによって、ジオラマをみるように立体的に写真を見ることができます。

人間が、モノを立体的にみるときは、左目と右目でみたくずかに異なる映像を脳で合成して、立体感を得ているのです。

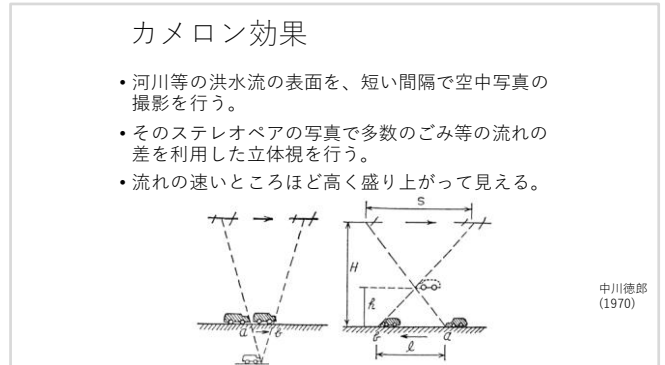
35



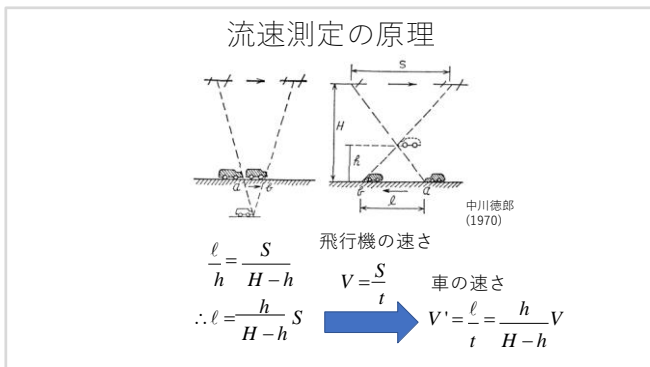
36



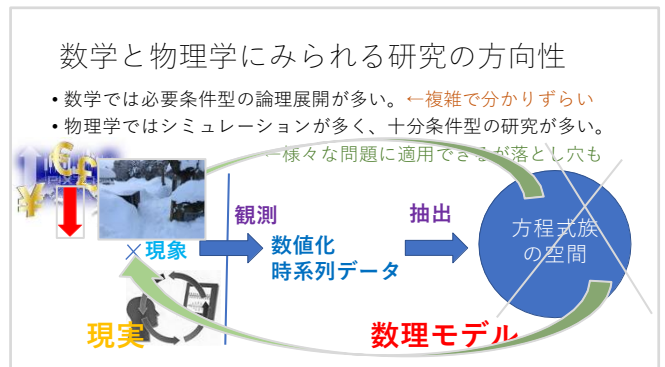
37



38



39



40

帰納法

- 個別的・特殊な事例から出発して、一般的・普遍的な法則を導く推論
- シミュレーション研究
- 物理学的な研究に多くみられる
- 例) 何度、石を落とす実験をやっても「石が落ちる距離が時間の2乗に比例する」なら、それは一般的な自然法則だと結論する
- 枚举的帰納法) 1000羽のカラスを観察して、それがすべて黒かったという事実から、「すべてのカラスは黒い」という結論を出す

41

演繹法

- 1つあるいは複数の前提から、論理法則や計算に基づいて、必然的な結論を導く推理
- 三段論法
- ニュートンは「ケプラーの第3法則」および「円運動の方程式」から計算によって「万有引力の法則」を導いた
- ある仮説を調べたいのだが、それを「直接に検証することが難しい」というケース(仮説演繹法)

42



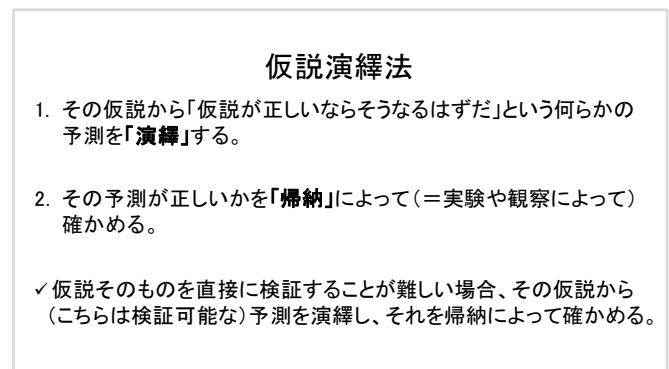
43



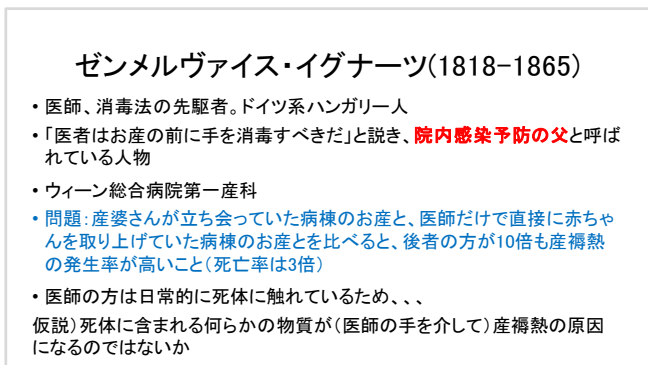
44



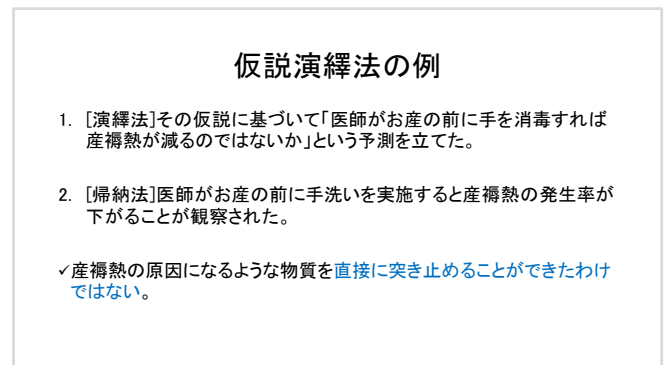
45



46



47



48

まとめ

- データサイエンス時代の工学教育の一例として、**認知情報処理**に関する教育コンテンツを述べた。
- 研究の見通しを立てる**演繹的手法**を挙げた。
例) プラトンの立体
統計学的な検定(独立性検定など)