

ゲーム理論と最適化手法

第1回: イントロダクション

上田 俊

佐賀大学理工学部

Email: sgrueda@cc.saga-u.ac.jp

Web: <https://www.fu.is.saga-u.ac.jp/sgrueda/>

2019年10月1日

アウトライン

- 講義概要
- 自己紹介
- 講義スケジュール
- 小レポート

概要

- 人工知能 (Artificial Intelligence, AI) を実現するために用いられる基礎的な理論・技術を学ぶ.
 - 機械学習: 強化学習, ニューラルネットワーク, 深層学習 (ディープラーニング)
 - 最適化技術: 遺伝的アルゴリズム, 組合せ最適化問題
 - ゲーム理論
- 目標: 各自の専門分野でこれらの AI 技術を適用できる (or 選択肢として思いつける) ようになる.

注意事項

- 聴講指定: 知能情報システム学科**以外**の2年次以降の学生
- 科目区分: 専門周辺科目の理工学基礎**科学**
- 学科毎に卒業要件が異なるので、「理工学部で何を学ぶか」をよく確認してください。

成績評価

- 中間レポート (最適化手法): 40 点
- 期末レポート (ゲーム理論): 40 点
- 小レポート (毎講義時): 20 点

- 配点割合は中間レポートの採点結果によって変更する可能性あり.
- 5 回以上**無断**欠席の場合は, それ以外の評価いかに関わらず 0 点 (不可)

教科書，参考図書，講義資料

- 教科書: 指定なし
- 参考図書: 内容毎に適宜紹介する.
- 講義資料:

<https://www.fu.is.saga-u.ac.jp/sgrueda/> で公開する. 紙資料は配布しないので, 必要な場合は各自で印刷してください.

アウトライン

- 講義概要
- 自己紹介
- 講義スケジュール
- 小レポート

自己紹介

- 名前: 上田 俊 (うえだ すぐる)
- 出身: 福岡県北九州市八幡東区
 - 製鉄と宇宙の町 ... だった
 - 八幡製鉄所 (官営 → 日本製鐵)
→ スペースワールド → イオン
- 所属: 佐賀大学工学部情報部門
- 趣味: MTG, ミニ四駆,
メーカー!: 航空機事故の真実と真相
 - 最近では MHW アイスボーンにはまっています.

略歴

- 地元の公立小・中・高
→ 九州大学電気情報工学科
- 2013年7月: 博士(情報科学)取得
- 2014年4月: 国立情報学研究所, 特任助教
- 2015年4月: 九州大学, 学術研究員
- 2016年6月: 佐賀大学, 助教

研究分野

- 人工知能
- マルチエージェントシステム
 - 複数のエージェント (人や自律的に行動可能な AI) が存在するシステムの研究
- ゲーム理論, メカニズムデザイン
 - ゲーム理論: エージェントの行動を分析
 - メカニズムデザイン: 分析結果に基づいて, うまく動く制度を設計する.
- 理工学部のコース配属制度を設計

アウトライン

- 講義概要
- 自己紹介
- 講義スケジュール
- 小レポート

前半 (最適化手法)

- 第2回: 強化学習手法の基礎
- 第3回: 強化学習手法のプログラムの理解
- 第4回: 遺伝的アルゴリズムの基礎
- 第5回: 遺伝的アルゴリズムのプログラムの理解
- 第6回: ニューラルネットワークの基礎
- 第7回: ディープラーニングとその応用
- 第8回: 組合せ最適化問題

第2回: 強化学習手法

- 強化学習: コンピュータ上で**試行錯誤 (trial and error)**を通した学習を実現する理論・手法
- 例: 「体を物理的に動かせる範囲だけを与え, 前に移動したら報酬を得る」というプログラムを(シミュレーション上の)ロボットに入力すると, 歩き方だけでなく, 障害物を避けるジャンプ等を自動的に学習する. (Emergence of Locomotion Behaviours in Rich Environments)

2. 強化学習手法

- 確率・ベイズの定理をもとに理論が構築されている。
- SARSA (state-action-reward-state-action), アクタークリティック法, Q 学習などがある。
- 本講義では, **Q 学習**を扱う。

3. プログラムの理解

- Q 学習を行うプログラムを書いて，その動作を確かめる．
- 手を動かす演習形式の講義
- プログラミングの知識がなくても大丈夫なようにします．

4. 遺伝的アルゴリズム

- 遺伝的アルゴリズム: 生物の進化することによって環境に適応するモデルを最適化問題を解くことに応用したアルゴリズム
- メタヒューリスティック手法のひとつ
- 一見アイデアはシンプルだが、うまく動作させるためには工夫が必要
- 第5回はこれのプログラミング演習

6. ニューラルネットワーク

- 生物の脳内のニューロンの動きを模倣して設計された学習アルゴリズム
- いわゆる機械学習や AI のイメージとして扱われている。
- 深層学習 (ディープラーニング) に発展するまで、使うためには職人技が必要 (特徴量の抽出) だったり、なかなか収束しない (学習が終わらない) 等の問題があり、实用レベルに到達しなかった。

7. 深層学習

- ニューラルネットワークを多層 (4 層以上) 構造にしたもの
- 畳み込みニューラルネットワーク, 制約ボルツマンマシンなど様々な手法がある.
- Python のライブラリ等で手軽に扱えるようになっている.

8. 組合せ最適化問題

- 最適な組合せを求める問題の難しさを数学的に分析したり，求解アルゴリズムの開発を行う研究分野
- 計算するとは何か？，それを行う機械とは何か？といった（個人的には）すごく面白いことを考える．
- ここらへんから，数学的な内容が多くなるかも．

後半 (ゲーム理論)

- 第 9 回: 戦略形ゲーム
- 第 10 回: 展開形ゲーム
- 第 11 回: 繰り返しゲーム
- 第 12 回: 協力ゲーム (1) - コアの理論
- 第 13 回: 協力ゲーム (2) - シャーププレイ値
- 第 14 回: アドバンスドトピック - 安定結婚問題
- (第 15 回: まとめ)

そもそもゲームとは？

- 国語辞典: 1. 遊びごと. 遊戯. 2. 競技. 試合. 勝負.
- ゲーム理論は中国語で「遊戯理論」
- 原語 “game” の意味は？
 - 国語時点に載っているものに加え，猟鳥類・獲物という意味もある.
- “game” を完全に理解することはきっとない...

ゲーム理論

- ゲーム理論でのゲーム: 複数の意思決定主体または行動主体が存在し, それぞれの目的の実現を目指して相互に依存しあっている状況
- ゲーム理論はこれの数学的なモデルと分析手法を提供する.
- 本講義では, (上記の意味での) 様々な種類のゲームを紹介する.

9. 戦略形ゲーム

- もっとも基本的な形のゲーム
- プレイヤー (エージェント) が同時に行動し，自身の利得の最大化を目指す.
 - ということは，プレイヤーは最適化問題を解けないといけない。
- 囚人のジレンマやナッシュ均衡といった言葉に聞き覚えがある人もいるのでは？

10. 展開形ゲーム

- プレイヤーが交互に行動し，自身の利得の最大化を目指す．
- チェスや将棋などボードゲームを展開形ゲームでモデル化できる．
- Alpha Go は，碁の学習をかなり上手くやった．（そのカラクリも少し紹介する．）

11. 繰り返しゲーム

- 戦略形ゲームや展開形ゲームを繰り返し行うゲーム
- 1回だけ行うゲームでは到達できない状態にたどり着く.

12. & 13. 協力ゲーム

- プレイヤーが協力するときに，どのように協力するか，協力した後の利得配分を分析するゲーム
- 企業提携や貿易政策の研究に応用

14. 安定結婚問題

- 男女の最適な組合せ (マッチング) を求める問題・理論
- 研修医配属問題, 学校選択制度など現実の社会制度に応用されている.
- 本学理工学部のコース配属もこの理論を応用して設計されている. (というか, 上田がした.)

アウトライン

- 講義概要
- 自己紹介
- 講義スケジュール
- **小レポート**

小レポート提出方法

- 提出方法: 適当な (レポート用) 紙 or 電子メール
 - 各授業終了時か理工 7 号館 304 号室に来て, 上田に直接渡す.
 - sgrueda@cc.saga-u.ac.jp までメール
- 締切: 各授業の 1 週間後. つまり, 本日は 8 日, 日本時間 10:30 までに.

第 1 回小レポート課題

- 1. プログラミングはできますか？ できるならば，どのプログラミング言語でどの程度できますか？
- 2. 授業に持参できるノート PC を持っていますか？ 持っているならば，スペック (CPU, メモリ, OS 等) をわかる (おぼえている) 範囲で書いてください。