

チーム体制

- 畑 晃平 (チームリーダー, 九大)
- Sherief Hashima (PD)
- Yaxiong Liu (PD)
- 学生パートタイマー 2名

研究協力者

- 末廣 大貴 (客員, 九大→横浜市大)
- 瀧本 英二 (九大)

研究概要

動機: 現在の深層学習は画像・音声など数値データが対象であり、離散的・構造的な制約を持つデータには適用できない

例: 材料科学における化合物, DNA配列, 圧縮データ...

目標: 離散的・構造的な制約を持つ最適化・予測問題に対するアルゴリズム

- ボトルネック: 候補が**指数的に大** (ナイーブな手法では計算爆発)
- 現状: アドホック・発見的アプローチが主流

本アプローチ: 離散/オフライン/オンライン/バンディット最適化に基づく系統的方法論

成果例: 圧縮データ上での機械学習 (ブースティング) [TCS 20]

- キーアイデア: 圧縮によるデータの構造化 + 構造制約下でオンライン最適化
- 省スペース性: データを圧縮したまま学習 (例: a9aデータ: 約70%圧縮)
- 位置づけ: 従来圧縮型手法で解けなかった最適化問題の解決

展望: 離散構造制約下でのブラックボックス最適化技術の確立



研究トピック

- 決定ダイアグラムに基づく最適化問題の拡張定式化
- 多様なオンライン意思決定問題に対する理論と基盤技術(ongoing)
- 学習問題のマルチインスタンス学習への汎用的帰着法 (客員研究員末廣氏らの成果)
- バンディット手法の通信工学への応用

決定ダイアグラムに基づく拡張定式化

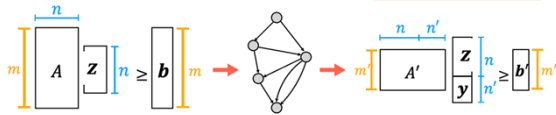
Overview of our results

Original optimization problem (MIP/LP/QP/SDP etc.)

$$\min_{z \in Z \subset \mathbb{R}^n} f(z) \text{ s.t. } Az \geq b, A \in \{0,1\}^{m \times n}, b \in \{0,1\}^m$$

equivalent extended formulation

$$\min_{z \in Z \subset \mathbb{R}^n} f(z) \text{ s.t. } A' \begin{bmatrix} z \\ y \end{bmatrix} \geq b$$



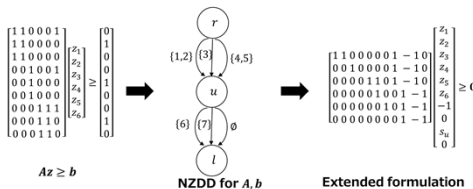
m is often huge due to big data

"succinct" representation of constraint matrix

- m' depends only on the size of the succinct representation (not on data!)
- If the constraints are "compressed" well, we get a concise problem

決定ダイアグラムに基づく拡張定式化(2)

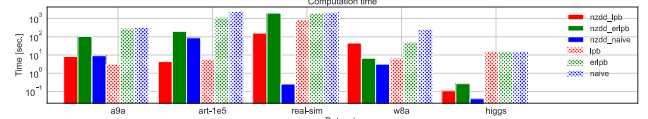
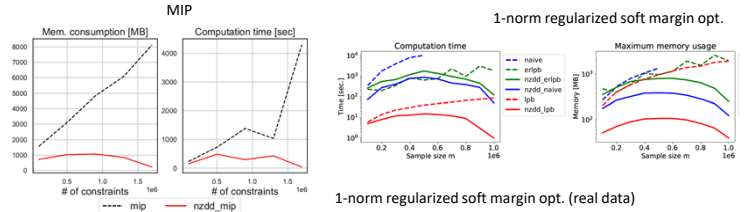
Example



6 vars 9 consts

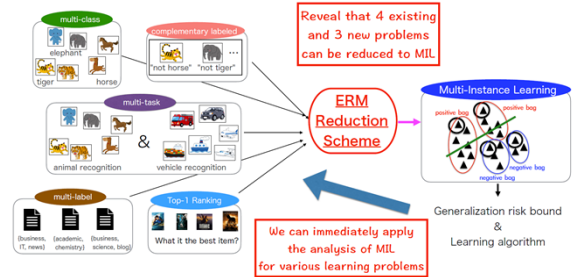
7 vars 6 consts

決定ダイアグラムに基づく拡張定式化(2)



学習問題のマルチインスタンス学習への汎用的帰着

Various learning problems can be reduced to MIL



バンディット手法の通信工学への応用

System Model



Motivation

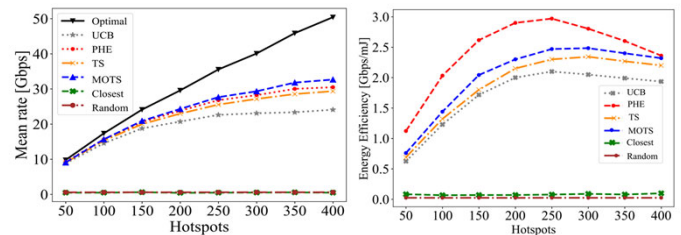
A-RIS path planning optimization is highlighted to maximize the attainable data rate via serving more MEs hotspots with participating the aerial flight cost using advanced MAB schemes

Advanced MAB Schemes will efficiently solve the problem as it handles the hardness of estimating CS and the passive nature of RIS elements plus unknowning the number of ME per hotspot.

Hence, we leverage: Perturbed history exploration (PHE) [1], Mini-max optimal Thompson sampling (MOTS) [2]. In particular, both algorithms are improved versions from the famous UCB and TS algorithms, respectively.

バンディット手法の通信工学への応用 (2)

Simulation Results



(a) Mean Rate.

(b) Energy Efficiency.

Mean rate and energy efficiency against distinct hotspots number spread within 16 Km2 simulation area and 64 RIS antenna elements.

発表成果 (抜粋)

- [Yuta Kurokawa, Ryotaro Mitsuboshi, Haruki Hamasaki, Kohei Hatano, Eiji Takimoto, Holakou Rahmanian, "Extended Formulation via Decision Diagrams," arXiv, https://arxiv.org/abs/2211.06065, 2022.
- Daiki Suehiro, Eiji Takimoto, "Simplified and Unified Analysis of Various Learning Problems by Reduction to Multiple-Instance Learning," UAI2022, 2022.
- Sherief Hashima et al., "Advanced MAB Schemes For WiGig-aided Aerial Mounted RIS Wireless Networks," CCNC2022, 2022.