Computational Learning Theory Team Kohei Hatano

計算論的学習理論チーム 畑埜 晃平





チーム体制

- □ 畑埜 晃平 (チームリーダ, 九大)
- ☐ Sherief Hashima (PD)
- □ 学生パートタイマー 3名

研究協力者

- □ 末廣 大貴(客員,九大)
- □ 瀧本 英二(九大)

研究概要

動機:現在の深層学習は画像・音声など実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

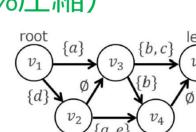
系統的な方法論

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)

□ **省スペース性:**テータを圧縮したまま子曾(例:a9aテータ:常 □ **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

□構造化データ上での機械学習 (ongoing)

□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

□自然な容易性・困難性仮定の下でのオンライン予測

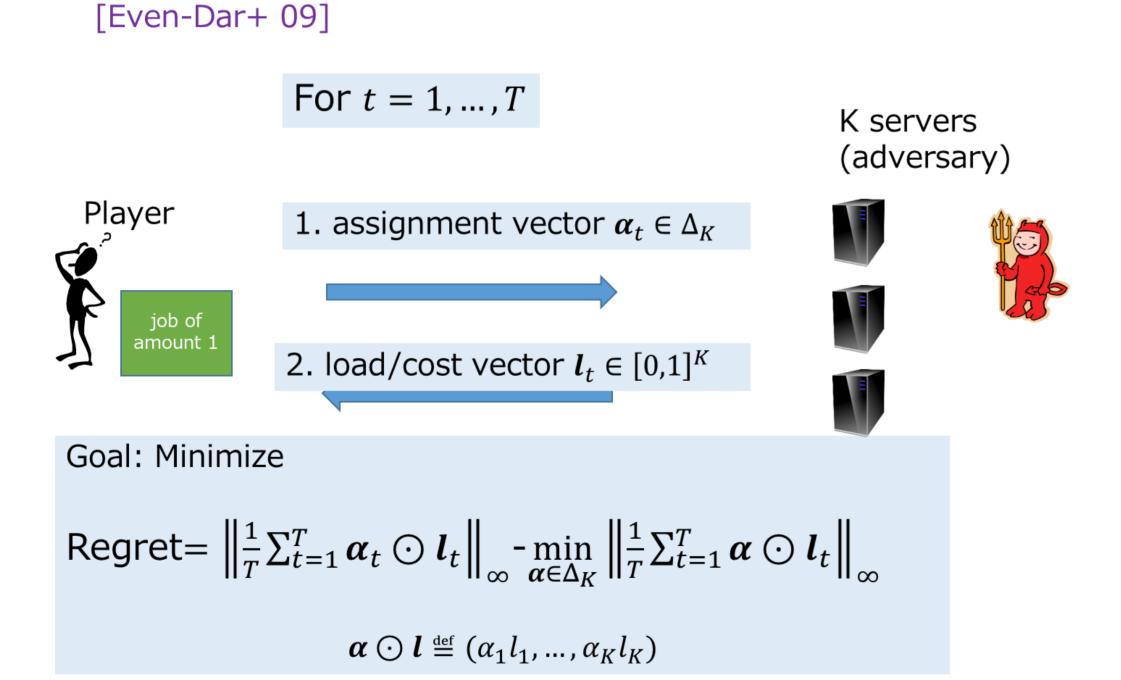
■ノイズ・低ランク仮定下でのエキスパートを用いたオンライン予測

■補助情報付きのオンライン行列補完問題

□バンディット手法の通信工学への応用

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

Online Load Balancing



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(2)

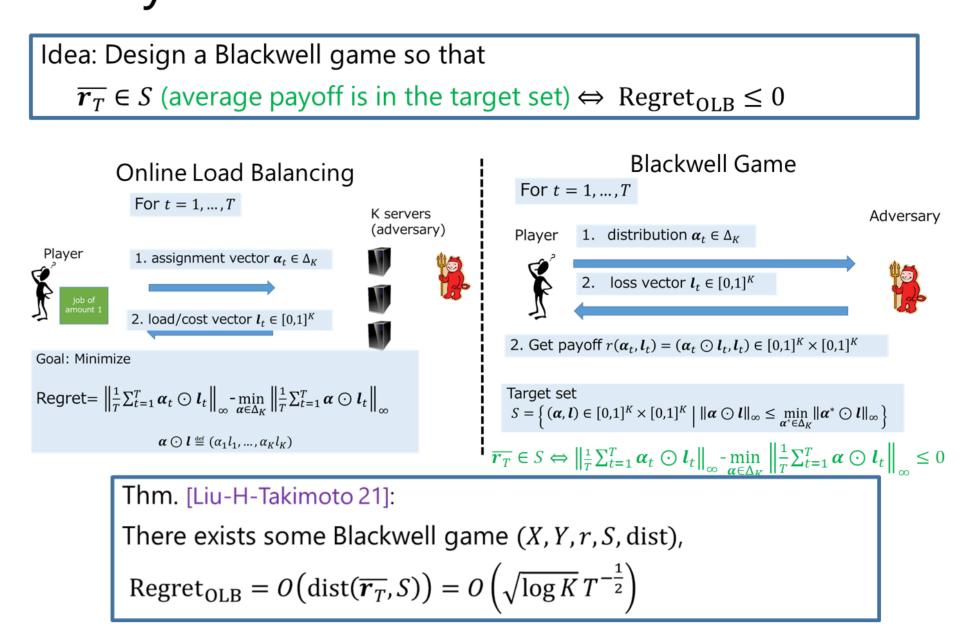
Related Work and Ours

	Even-Dar+ 09	Rakhlin+ 11	Liu-H- Takimoto 21 (ours)
Regret	$\sqrt{T} \ln K$	$\sqrt{T \ln K}$ (best so far)	$\sqrt{T \ln K}$ (best so far)
Time per trial	O(K)	$\exp(K)$	poly(K) (due to SOCP)

■We also generalize results for some general class of norms

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(3)

Key Idea



バンディット手法の通信工学への応用(1)

- □無線通信における複数周波数選択問題に対するバンディット手法への応用
- □動機:5G/6Gの無線通信はWifi以上の高周波を利用するため障害物等に遮蔽されやすい
 - 通信安定化/省エネ化のために複数の周波数帯を用いた選択的な通信が有効
 - リアルタイムのオフライン最適化は困難アプローチ:バンディット問題として定式化
 - ■プフローテ・ハンティッド问题として足式化 ■ 388・CLORECOM2021(済信工学のトップ会等)に扱
 - □ 成果: GLOBECOM2021 (通信工学のトップ会議) に採択
 - □ 貢献と示唆:
 - 理論研究の最新成果(+工学的ヒューリスティクス)の有効性をより現実的な問題設定で実証
 - 多目的最適化に対するバンディット理論研究の必要性を示唆(e.g, スループットとエネルギー消費)

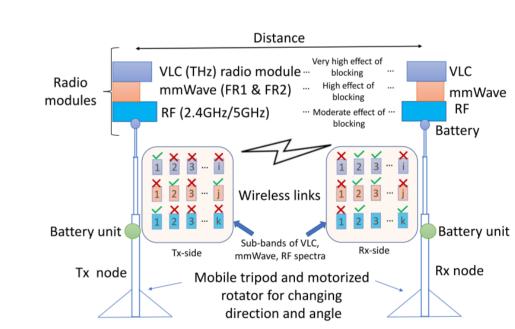
バンディット手法の通信工学への応用(2)

□プロトコル:各試行 *t* = 1, ...

- □ 2 つの機器がチャンネル $c_t \in C$ (チャンネルの有限集合) を選択し通信を行う
- □ 環境からのフィードバック ft (通信の成功の有無等)

□条件

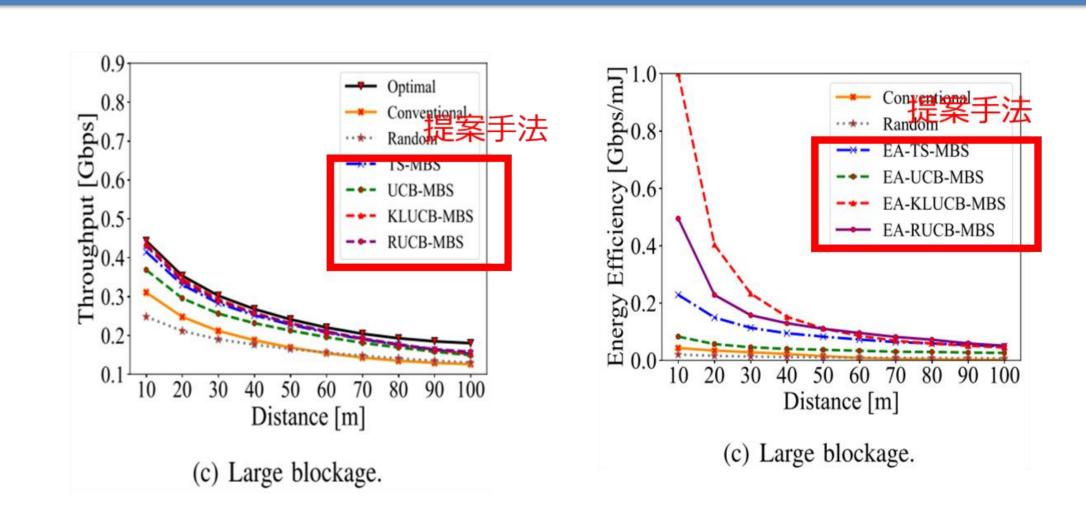
- □チャンネルの集合*C*は Wifi (2.4GHz/5GHz), ミリ波 (mmWave, 38GHz), 可視光通信(VLC, 400-800THz)の 複数のチャネルから構成.
 - 通信速度: Wifi < ミリ波 < 可視光通信
 - 障害物への頑健性: 可視光通信<ミリ波<Wifi
 - エネルギー消費も異なる
- □障害物は確率的なモデルを仮定



ゴール:

スループットの最大化&エネルギー消費最小化

バンディット手法の通信工学への応用(3)



- □障害物が多い(large blockage)設定下でも最適な固定のチャネルに匹敵するスルー プットを達成
- □エネルギー効率(単位エネルギー当たりのスループット)も従来手法の数倍以上

発表成果 (抜粋)

- 1. Sherief Hashima, Mostafa M. Fouda, Mostafa M. Fouda, Ehab Mahmoud Mohamed, Kohei Hatano, "Improved UCB-based Energy-Efficient Channel Selection in Hybrid-Band Wireless Communication," IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2021), 1-6,
- Yaxiong Liu, Ken-ichiro Moridomi, Kohei Hatano, Eiji Takimoto, "An online semi-definite programming with a generalised log-determinant regularizer and its applications," Proceedings of The 13th Asian Conference on Machine Learning, PMLR 157,1113-1128, 2021.
- 3. Yaxiong Liu, Xuanke Jiang, Kohei Hatano, Eiji Takimoto, "Expert advice problem with noisy low rank loss," Proceedings of The 13th Asian Conference on Machine Learning(ACML 2021), PMLR 157,1097-1112, 2021.
- 4. Yaxiong Liu, Kohei Hatano, and Eiji Takimoto, "Improved algorithms for online load balancing," SOFSEM2021, LNCS 12607, 203-217, 2021.