

チーム体制

- 畑 晃平 (チームリーダー, 九大)
- Sherief Hashima (PD, 2019.7-)
- 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

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...

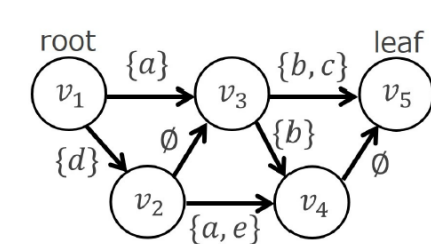
目標: 離散的・構造的な制約を持つ最適化・予測問題に対するアルゴリズム

- **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) [WALCOM 18]

- **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

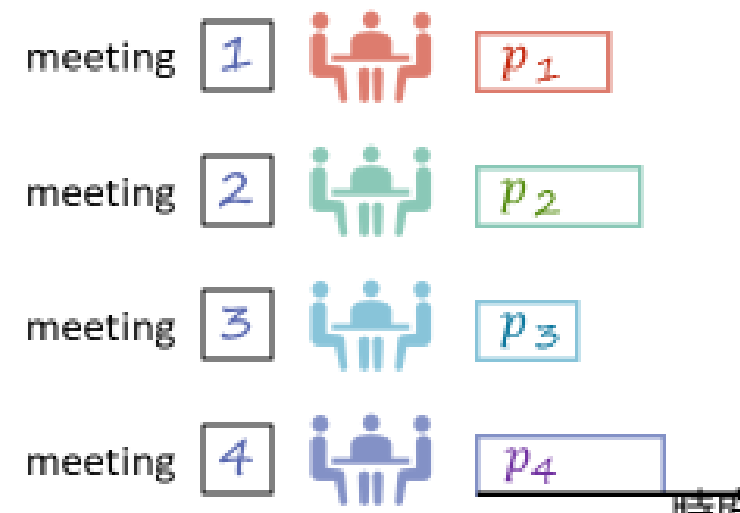


展望: 離散構造制約下でのブラックボックス最適化技術の確立

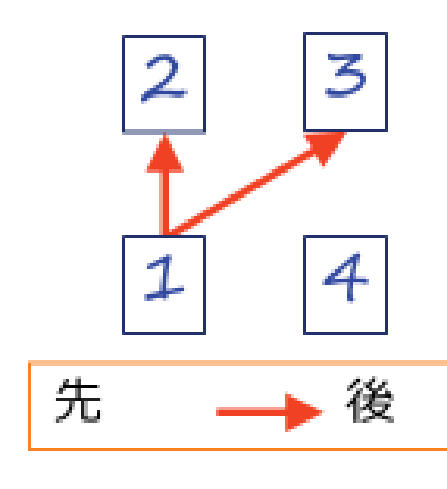
決定ダイアグラムに基づく離散最適化 (1)

例: 順序制約付きジョブスケジューリング

ミーティングの順序



順序制約



順序制約を満たしつつ全員の待ち時間 + 処理時間の総和を最小化する順序 (ジョブの順序) を見つけたい

定式化

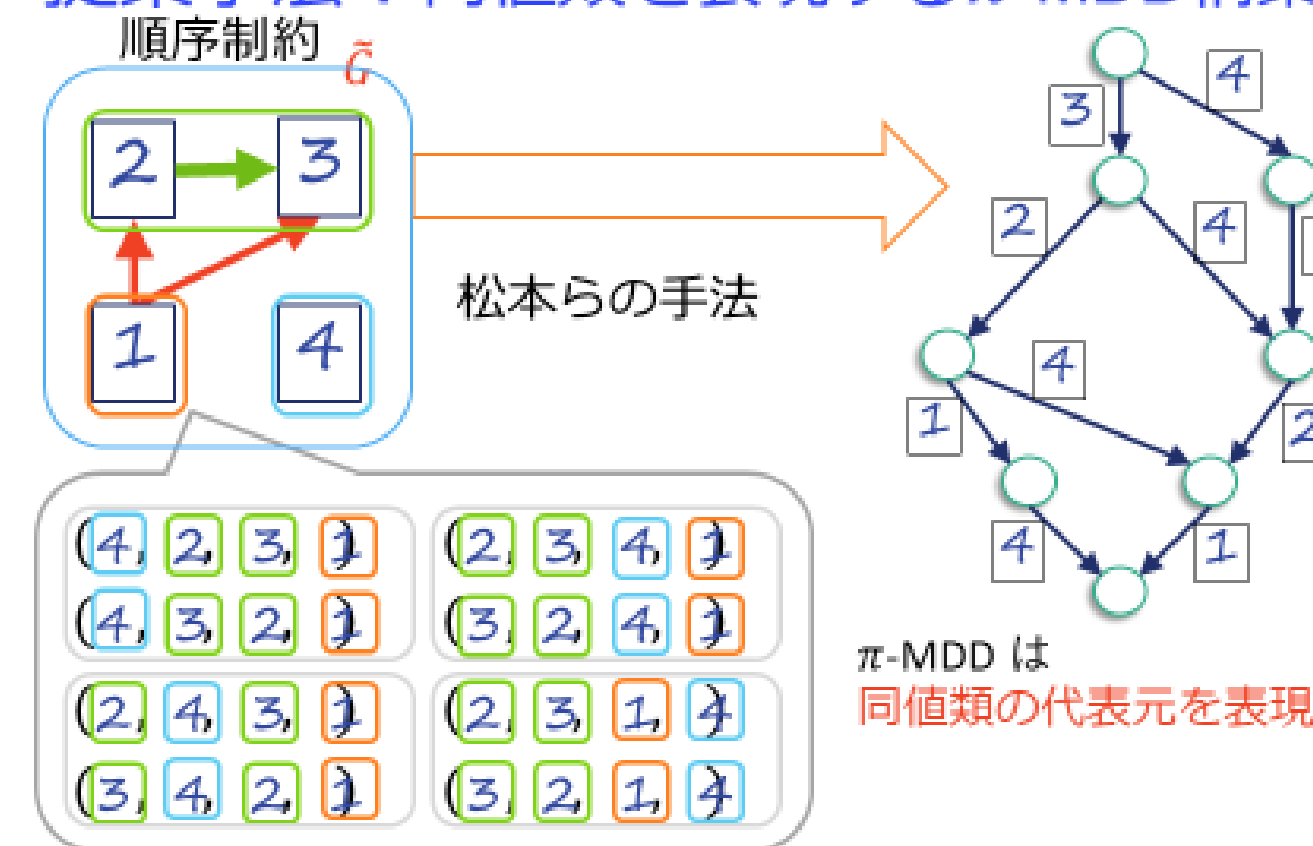
単一プロセス上の順序制約付きスケジューリング問題

1) $\text{prec} | \sum c_j$
入力: 順序制約グラフ G , 各ジョブの処理時間 $p \in \mathbb{R}^n$
出力: π^* 順序制約を満たしつつ, 全ジョブの処理 + 待ち時間の和を最小化する順列

- NP 困難 [E.L Lawler, 78]
- 2-近似多項式時間アルゴリズム多数 [Hall et al., 97], [Chekuri&Motwani, 99], [Chudak&Hochbaum, 99]
- 指数時間厳密解法 [IP formulations], [Matsumoto et al., 18]

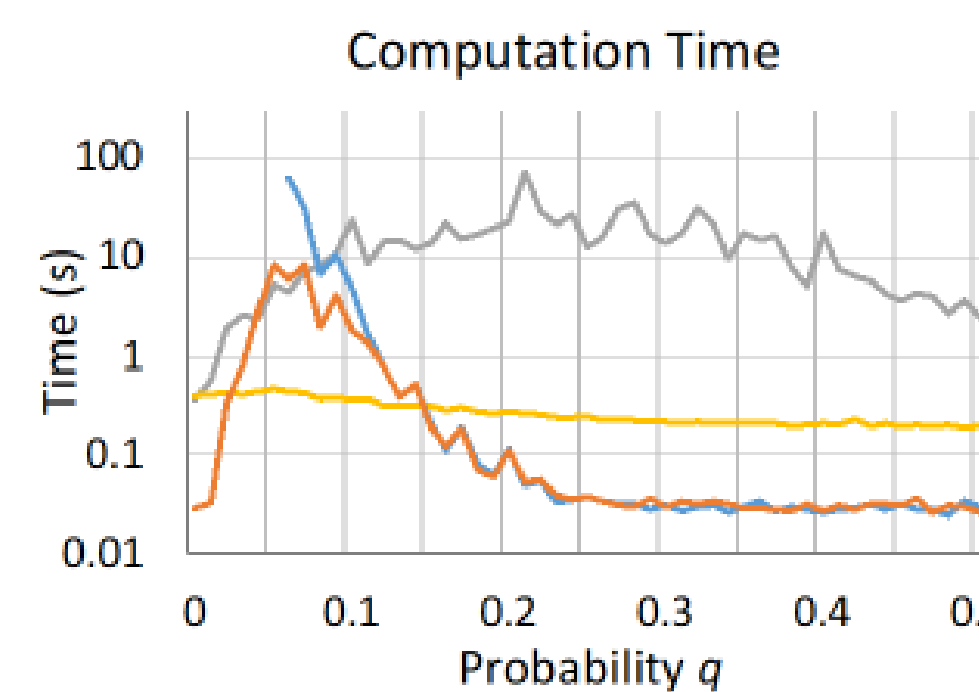
決定ダイアグラム上の離散最適化(2)

提案手法: 同値類を表現する π -MDD構築



重みを適切に割り当てることにより最短経路が最適解となる

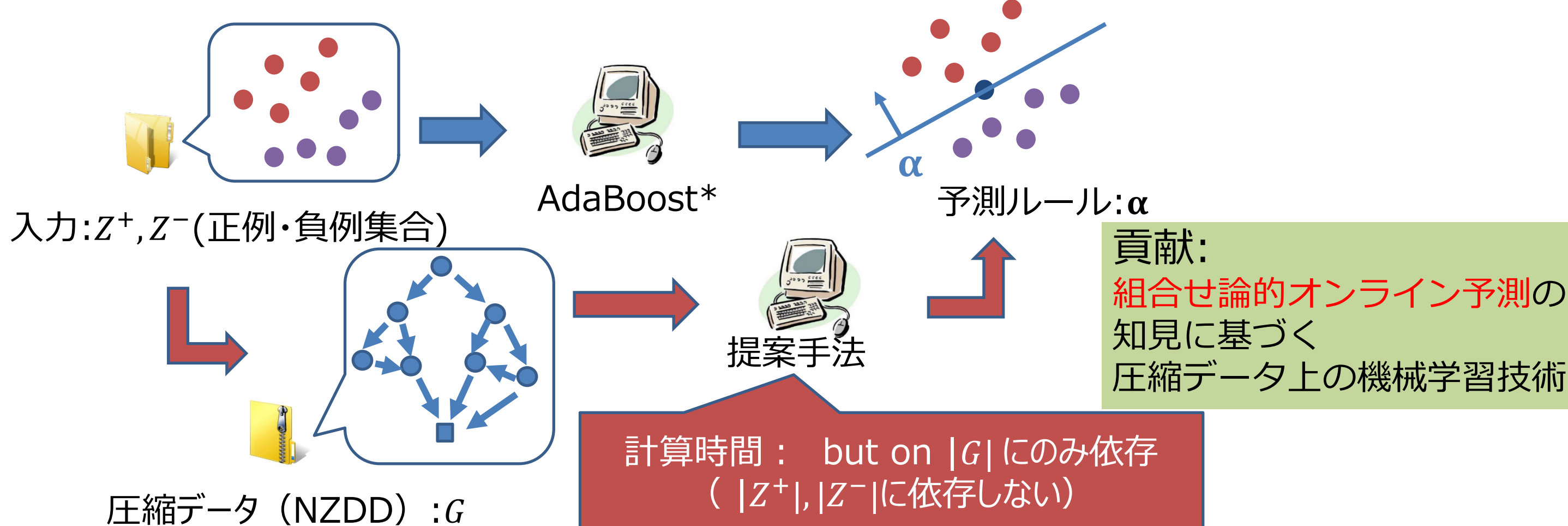
実験結果



— 提案手法 — 商用IPソルバ
 — 松本らの手法 順序制約が密な場合には 1.0 倍以上の高速化

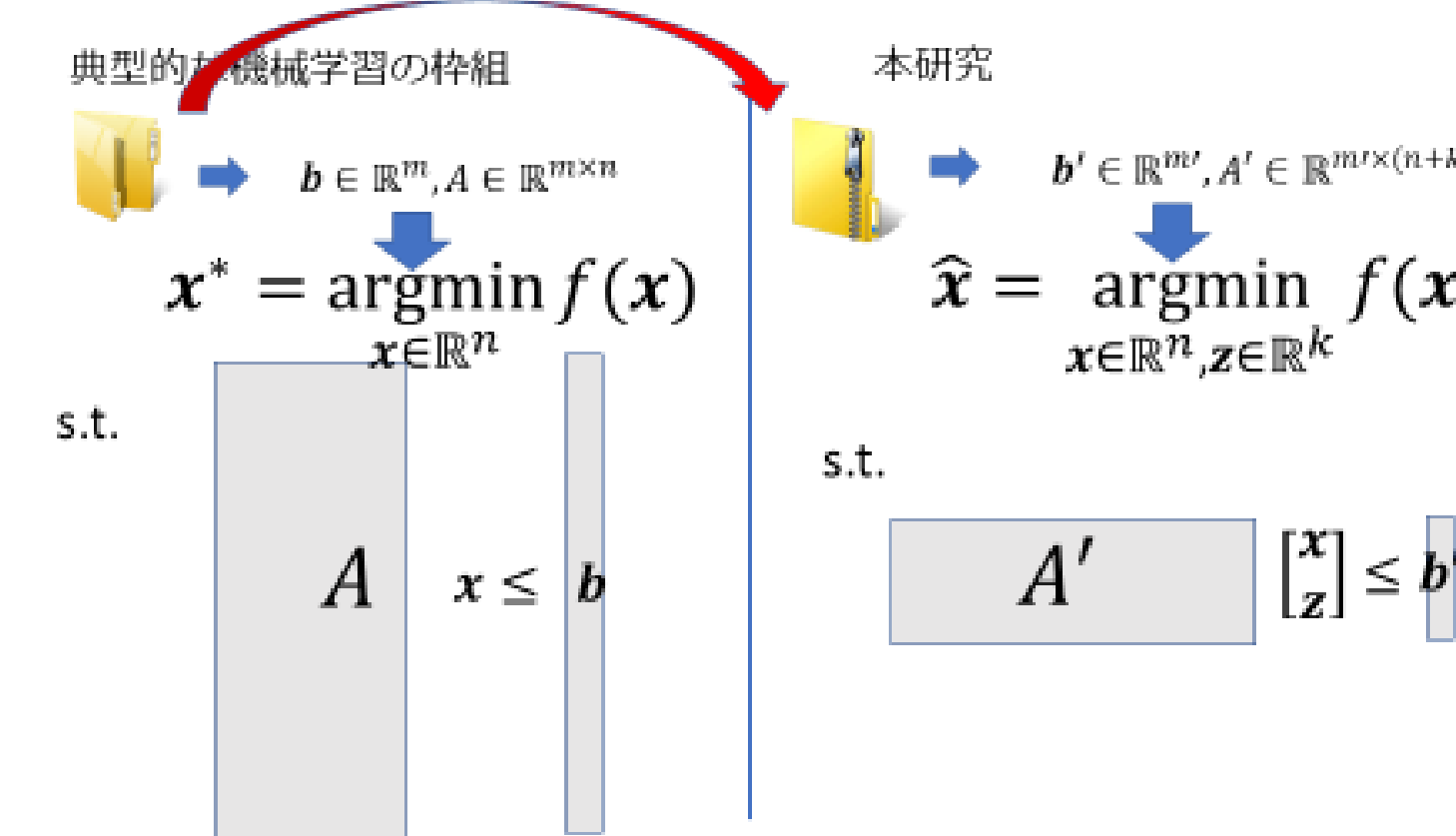
データの簡潔表現に基づく機械学習

ZDDで表現されたデータ上のハードマージン最大化



データの簡潔表現に基づく機械学習 (2)

ongoing: 圧縮データに基づく最適化問題の定式化



目標: $\hat{x} \approx x^*$
 A', b' のサイズが圧縮データのサイズに依存

定理
 NFAに基づく圧縮表現の下では
 1,2 ノルム正則化ハードマージン最大化問題に対して
 圧縮データ上のある最適化問題が存在し
 • 制約式のサイズが圧縮データサイズにのみ依存
 • 解が一致

ongoing:
 • 1,2 ノルム正則化ソフトマージン最適化
 • サンプルの圧縮
 • 仮説クラスの圧縮

研究トピック

- オンライン予測に基づく物体トラッキング (末廣)
- データの簡潔表現に基づく機械学習 (ongoing)
- オンライン予測の 5G/6G ネットワーク最適化への応用 (ongoing)
- 決定ダイアグラム上の離散最適化 (スケジューリング)
- 組合せ論的オンライン予測

オンライン予測に基づく物体トラッキング

Summary

- Visual object tracking is a task that predicts a target location in a image sequence given the initial frame image and target location.
- In object tracking, it is difficult to realize an accurate and stable tracker due to large variations in the target appearance.
- Using multiple trackers can stabilize tracking, but it's hard to weight and aggregate trackers from lack of feedback to evaluate trackers every frame.
- However, there are some **anchor frames** where we can specify the **target location**, and the target locations between the two anchor frames in the past can be **estimated with high accuracy and used as delayed feedback**.

Frame 1: Want to track him.
 Frame 2: Maybe here?
 Anchor frame: Oh! Here he is. Then he may have been there.

- We propose tracking method that **aggregates several trackers** based on delayed-hedge algorithm [1] **with delayed feedback**.
- The proposed method is **theoretically guaranteed to follow the best tracker** without any assumption.

Proposed Tracking Method

(1) Estimation $f_1^t, \dots, f_N^t$ by N Trackers
 (2) Prediction p^t by Algorithm
 (3) Feedback $y^{t+1}, \dots, y^t$ by Advisor
 (4) Evaluate $\ell(p^t, y^t)$

Step1. Prediction

- (1) At each frame t , N trackers give estimation of the current target locations $f_1^t, \dots, f_N^t$.
- (2) Predict the current target location $p^t = \sum_{i=1}^N w_i^t f_i^t$. If we can have a reliable target location y^t , determine frame t as an anchor frame.

Step2. Feedback - only at anchor frame

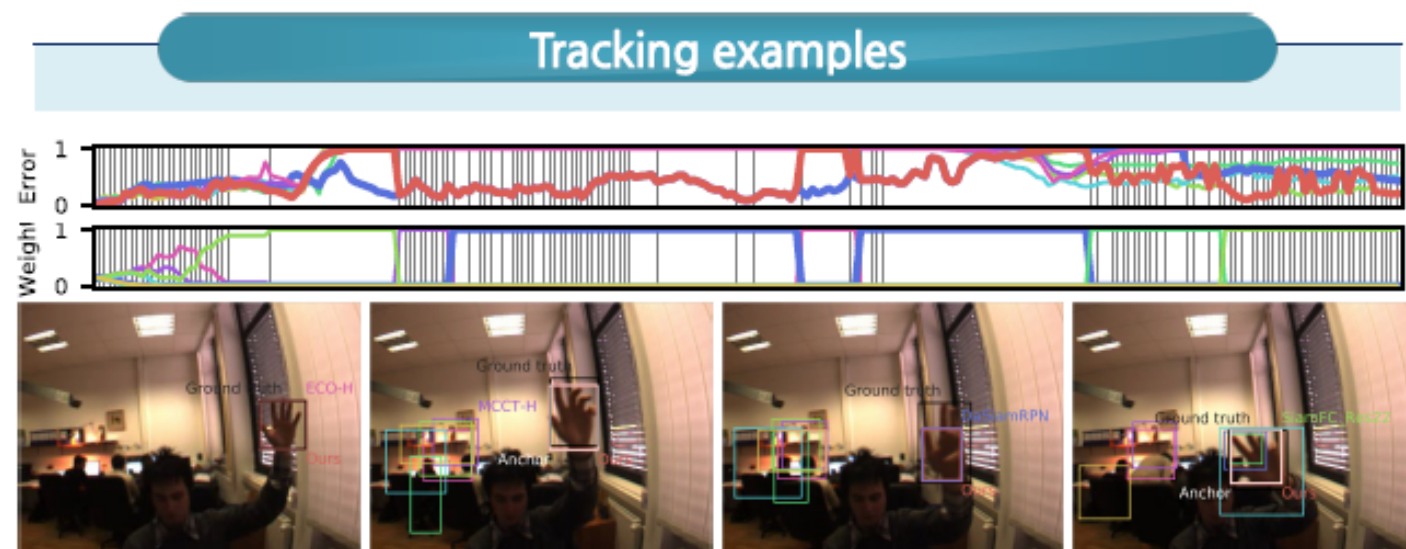
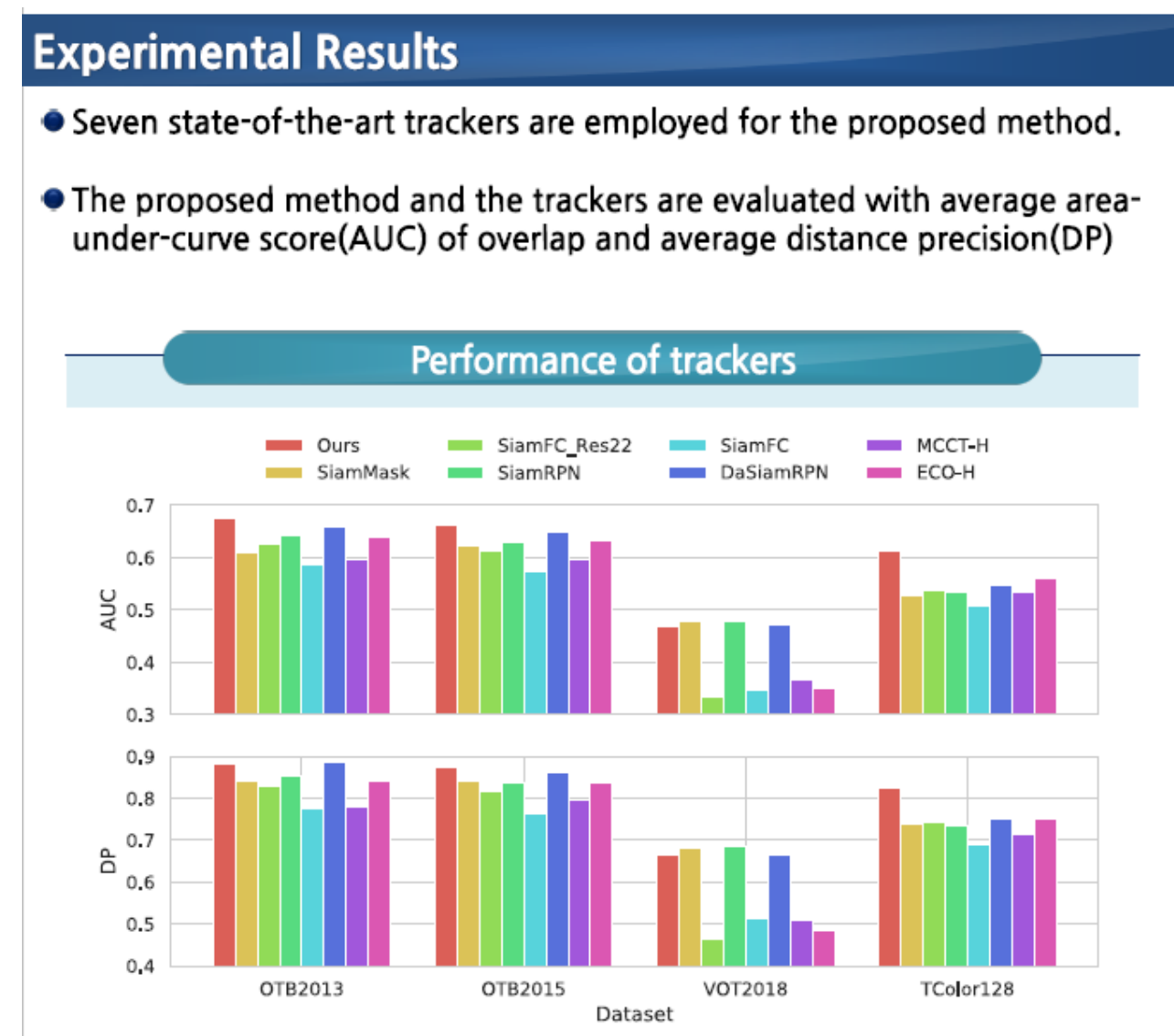
- (3) The delayed feedback $y^{t+1}, \dots, y^t$ is given by the advisor between previous anchor frame s and current anchor frame t .

Step3. Evaluation - only at anchor frame

- (4) Calculate the loss of trackers between anchor frames and update each weight.

$$z_t^{t+1:t} = \sum_{k=t+1}^t \ell(f_k^t, y^k), \quad w_t^{t+1} = \frac{w_t^t \exp(-\eta z_t^{t+1:t})}{\sum_{i=1}^N w_i^t \exp(-\eta z_t^{t+1:t})}$$

オンライン予測に基づく物体トラッキング (2)



発表成果 (抜粋)

- F. Miyake, E. Takimoto and Kohei Hatano, "Succinct Representation of Linear Extensions via MDDs and Its Application to Scheduling Under Precedence Constraints," Proceedings of the 30th International Workshop on Combinatorial Algorithms(IWOCA 2019), 365-377, 2019.
- T. Fujita, K. Hatano, E. Takimoto, "Boosting over non-deterministic ZDDs," Theoretical Computer Science, 806, 81-89, 2020.
- H. Song, D. Suehiro, S. Uchida, "Adaptive Aggregation of Arbitrary Online Trackers with a Regret Bound", Proceedings of the IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, 2020.
- X. Ji, Y. Zheng, D. Suehiro, S. Uchida, "Optimal Rejection Function Meets Character Recognition Tasks", Proceedings of the 5th Asian Conference on Pattern Recognition, 2019.