

交差後予測に基づくパーティクルフィルタを用いた 外観類似物体同士の交差に頑健な物体追跡

椎名 雄飛 池永研究室修士課程修了

研究背景

パーティクルフィルタ

多数の粒子を用いた予測に基づく物体追跡手法
(時系列フィルタとして幅広い応用分野を持つ)

予測

状態遷移モデルに基づいて
物体の次位置を予測し粒子を遷移

尤度計算

遷移された粒子に対して尤度を計算

物体追跡の問題点

- 不規則運動
- 複雑環境
- 複数背景下での追跡
- 多人数・他物体の追跡
- 高速移動物体の追跡

外観類似物体同士の交差

Target! 同色・同形状の物体が画面上で交差
→ 追跡対象を混同して追跡してしまう!

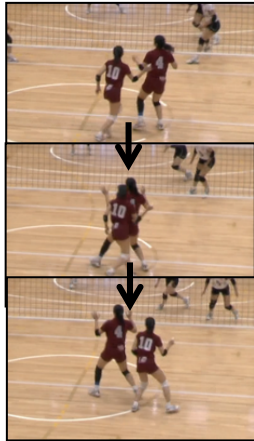
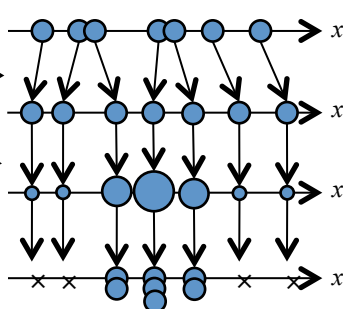
従来研究

多数の映像からの位置情報を
統合して交差に対応する手法

問題点

- 多数の撮影機が必要 → 高コスト
- 多数の情報を統合 → 膨大な処理時間
- 一般の人々には使えない手法

一つの映像から各追跡対象を区別して
追跡可能な手法が求められている!



提案手法

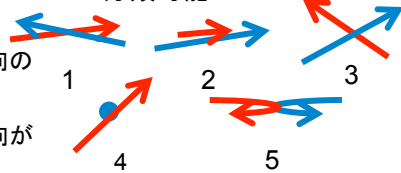
交差問題の整理

選手同士の交差が頻発するバレーボールシーンで交差パターンを調査
→ 五つの交差パターンが存在 → さらに二つに分類可能!

- Reverse
- Same
- Cross
- One stop
- Crash

交差前後で進行方向の
大きな変化はない

交差前後で進行方向が
大きく変化する



- ① 非衝突パターン: 交差前後の進行方向の変化が少ない交差パターン
- ② 衝突パターン: 交差前後で進行方向が大きく変化する交差パターン

交差後予測に基づくパーティクルフィルタ

パーティクルフィルタのポイントである尤度計算と予測に改良を加えた

尤度計算

1. ラベリング

各追跡対象を区別するための特徴を付与

2. 距離尤度の導入

粒子群を交差相手に奪われるのを防ぐ

予測

3. 再検出モデルによる粒子遷移

交差後に追跡対象を再追跡するための
二つのモデルを導入

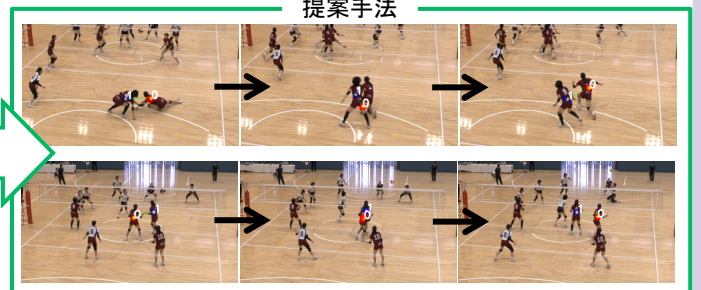
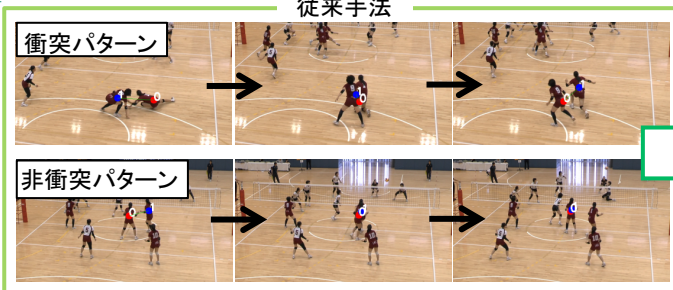
キーとなる
3つの処理

実験結果

従来手法vs提案手法 (HD, 60fps)

表1: 予測と尤度計算の仕様

| | 従来手法 | 提案手法 |
|------|------------|--------------------------|
| 予測 | 2ARDM, GWM | OPM, CPM |
| 尤度計算 | L_c, L_o | $L_c, L_o, COLOR_OC, D$ |



検証結果

バレーボール試合による評価

(関東大学バレーボール連盟 秋季リーグ戦
早稲田大学vs嘉悦大学)

表2: バレーボール選手の交差後追跡成功率

| | 総交差 シーン数 | 追跡成功 シーン数 | 追跡 成功率(%) |
|-------|-------------|--------------|--------------|
| 第一セット | 70 | 51 | 72.9 |
| 第三セット | 71 | 53 | 74.6 |

従来手法

- 交差後に追跡対象の混同が発生してしまう
- 一方の追跡対象の粒子群が他方に奪われてしまう

提案手法

- 追跡対象を混同することなく追跡可能
- 衝突・非衝突の両パターンに対応可能

結論

- 外観類似物体の交差に一つの映像で対応
- 衝突・非衝突の両方のシーンに同時に対応することに成功した
- バレーボール試合での選手の動き追跡
成功率が約80%に改善(従来手法: 約30%)

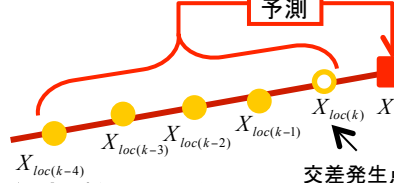
キーとなる3つの処理

1. ラベリング

各追跡対象の異なるカラーラベルの情報を尤度計算に組み込む

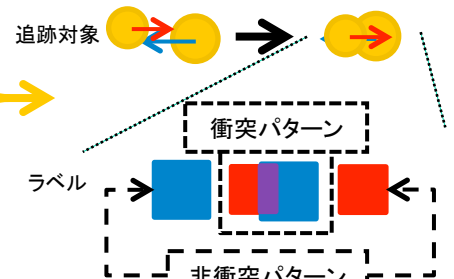
非衝突パターンラベル

最小二乗法により交差後の位置を
予測してラベリング



衝突パターンラベル

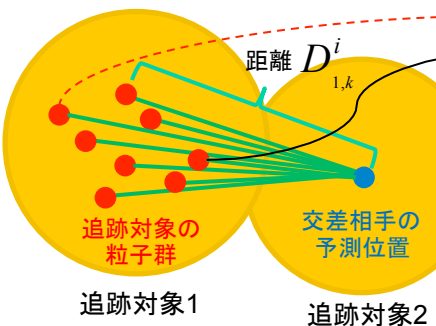
2次自己帰帰力学モデルを用いて
交差点付近にラベリング



外観類似物体を区別する特徴を付与

2. 距離尤度の導入

交差相手との距離を尤度計算時に用いる



- 距離が大きい粒子 → 高尤度
- 距離が小さい粒子 → 低尤度

$$L_{1,k}^i = D_{1,k}^i \times COLOR_OC_{1,k} \times \sqrt{L_{1,c,k}^i \times L_{1,o,k}^i}$$

$L_{1,k}^i$: 追跡対象1のためのi番目の粒子の尤度

$COLOR_OC_{1,k}$: カラーラベルの情報

$L_{1,c,k}^i$: 追跡対象の色の尤度

$L_{1,o,k}^i$: " 形状による尤度

粒子群が交差相手に奪われるのを回避

3. 再検出モデルによる粒子遷移

各交差パターンに対応する二つの状態遷移モデルの同時利用

非衝突パターンモデル

(OPM: Others Pattern Model)
最小二乗法による交差後の位置を
予測した粒子遷移

衝突パターンモデル

(CPM: Crash Pattern Model)
2次自己帰帰力学モデルを用いた
交差点付近への粒子遷移

衝突・非衝突パターンの両方に
対応可能な再検出モデル

