

室内空間における人物行動に基づく物体追跡

下山 逸平[†] 角所 考[†] 西口 敏司^{††} 飯山 将晃^{†††}
[†] 関西学院大学 ^{††} 大阪工業大学 ^{†††} 京都大学

1. はじめに

物体追跡に関する従来研究において、室内空間での日用品など自律的に動かない物体を対象に、人に保持されるなどの従属関係の変化に伴う遮蔽や、見えの変化に対応することが試みられている[1][2]。これらの研究では、人による把持・解放の際の手を伸ばすといった行動に基づいて、従属関係を推定し、従属先を追跡することで物体を追跡している[2]。しかし把持・解放時どちらでも物体が不可視である場合には対応が難しい。そこで、本稿ではこれらに加え、人が移動中にも手の周りに物体が存在するかを観測することで従属関係を推定する。

2. 提案手法

2.1 パーティクルによる手の位置及び物体位置推定

本研究では、手の位置、物体位置の推定にはパーティクルフィルタを用いる。推定すべき手の3次元位置や速度を状態量 $\mathbf{h}_t^i = \{x_t^i, y_t^i, z_t^i, u_t^i, v_t^i, w_t^i\}$ で表し、等速度運動モデルを仮定して、時刻 $t+1$ における状態量の予測分布 $\hat{\mathbf{h}}_{t+1}^i$ を求める。同様に任意の l 番目の物体の状態量を $\mathbf{o}_{t,l}^i = \{x_{t,l}^i, y_{t,l}^i, z_{t,l}^i, u_{t,l}^i, v_{t,l}^i, w_{t,l}^i\}$ と表し、動かない運動モデルを仮定して、予測分布 $\hat{\mathbf{o}}_{t+1,l}^i$ を求める。

時刻 $t+1$ において、カメラから手の位置 \mathbf{c}_{t+1} が得られると、これを観測値として、観測値に近い予測パーティクルほど高い尤度を与えるように尤度関数 L を定め、 $\pi_{t+1}^i = L(\hat{\mathbf{h}}_{t+1}^i, \mathbf{c}_{t+1})$ に従い尤度を求める。さらにパーティクル数を N 個として、予測パーティクル $\hat{\mathbf{h}}_{t+1}^i$ の分布より、 $N\pi_{t+1}^i$ 個のパーティクルを新たに抽出し、尤度 π_{t+1}^i の値が大きいパーティクルの付近に新たなパーティクルが多く生成された集合 H_{t+1} を得る。物体 l については、物体 l の色情報 \mathbf{C}_l を観測値とし、同様の操作を行い $O_{t+1,l}$ を得る。

2.2 保持度に基づく手と物体パーティクルの関係

人が物体を保持している可能性を保持度 $g(t)$ で表し、 $O_{t+1,l}$ からランダムに $g(t)N$ 個のパーティクルを取り出して被保持状態を表すパーティクル $O_l^g(t+1)$ とし、残りの $(1-g(t))N$ 個を放置状態を表すパーティクル $O_l^r(t+1)$ とする。

人が物体を保持しているときには、物体と手は同じ位置にあるはずである。そこで H_{t+1} を求める際、 $O_l^g(t+1)$ の重心位置を $\omega_l^g(t+1)$ として、 $\mathbf{c}_{t+1} + g(t) \omega_l^g(t+1)$ を観測値とする。一方、 $O_l^r(t+1)$ を求める際には同様に H_{t+1} の重心位置を $\eta(t+1)$ として、 $\mathbf{C}_l + g(t) \eta(t+1)$ を観測値とする。これらにより、 $g(t)$ が高いほど互いの位置の制約

が強くなる。

2.3 保持度の推定

$g(t)$ は(1)人物の速度、(2)手の付近の平面の有無、(3)手のパーティクルと保持物体パーティクルの距離、(4)移動中の手付近の物体領域の面積、をもとに算出する。

3. 結果

実際の生活環境において、人が物体を移動させた時に、正しく物体位置を推定できるかを確認する実験を行った。カメラから遮蔽された机上の地点 A から地点 B に物体を移動させた際の結果を図 1 に示す。物体のパーティクルを赤色、その重心を水色で表示している。(b)の時点では手と物体が不可視なため、保持度が 50%程度で保持と非保持のどちらの可能性も考慮して追跡しているのに対し、可視になった(c)の時点で保持度が上がり、約 75%のパーティクルが正しい位置に集まっている。

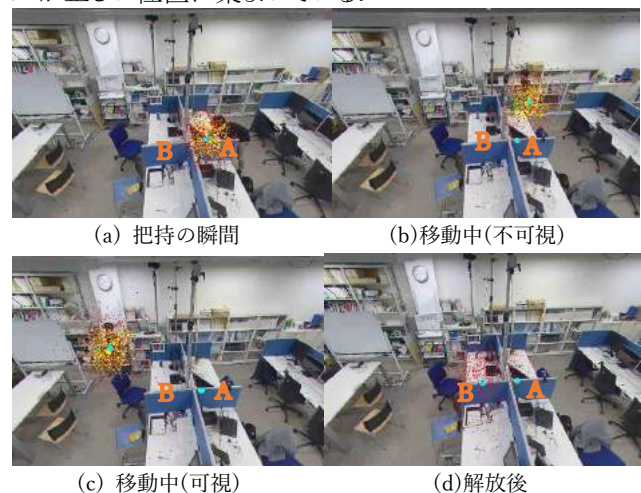


図 1 実験結果

4. まとめ

本研究では、実際の生活空間において、人が操作することによって移動する物体を追跡するための手法について検討した。従来研究で対応が難しかった遮蔽された場所から遮蔽された場所への移動についての実験を行い、手法の有効性を確かめた。今後は複数人による物体移動についての評価も行う予定である。

参考文献

- [1] Wei Liang, Yixin Zhu, Song-Chun Zhu. "Tracking Occluded Objects and Recovering Incomplete Trajectories by Reasoning about Containment Relations and Human Actions" The Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence(AAAI-2018)
- [2] 大美卓也 "身体および環境との関係性に基づく人による物体移動操作時の位置推定" MVG 2019