

# 複数カメラによる時空間でのバス乗客対応付手法

情報科学科 加藤 大賀

指導教員：小栗 宏次

## 1 はじめに

乗合バスは車内事故の多さが問題視されており、安全対策として着席を促す車内アナウンスや目視または車内ミラーを用いた着席の確認、発車の際のアナウンスなどが行われている。しかし、車内ミラーで視認しづらい位置など車内には多数の死角が発生し、運転手が全ての乗客を視認することは困難である。

そこで、本研究ではバス車内に設置された複数のカメラを用いてバスの乗車口から乗客の追跡を行う際の、追跡ロス対策としての人物対応付け手法を提案する。

## 2 車内に設置した複数カメラによる人物追跡

近年、単一の映像による人物追跡については様々な手法が提案されてきた [1][2]。しかし、これらの手法ではあるフレームで追跡が途切れてしまうと、以後のフレームで同一人物であるのに別人として新たに追跡し始めるという問題がある。特にバス車内は隠れにより追跡が途切れてしまう原因となる障害物や人が多い環境である。加えて、カメラを設置できる位置が限られているため、常に1つのカメラ映像で追跡し続けることは難しい。したがって、車内に設置した複数のカメラで相互に補完しながら人物追跡する。

### 2.1 人物の検出とシステム ID の付与

前提として、バス車内には複数のカメラが設置されており、全ての乗客がいずれかのカメラ映像には映っていることとする。この条件のもと、これら複数の映像から得られる追跡データを相互に補完する。また、提案手法では映像に映る人物に ID の割当を行うが、各画像での人物追跡結果として得られるものを追跡 ID、提案手法で割り当てるものをシステム ID と呼ぶ。

### 2.2 時空間による対応付け

以下では便宜上、画像 A および画像 B の 2 つの画像について説明する。

画像 A 上の座標ベクトル  $x_A$  と画像 B 上の座標ベクトル  $x_B$  が 3 次元空間で同じ場所、すなわち対応点である場合、式 (1) の拘束式が成り立つ。

$$x_B^T \times F \times x_A = 0 \quad (1)$$

ただし、 $F$  は基礎行列である。

画像 B のある点は画像 A 上のエピポーラ線上に存在する。エピポーラ線は式 (1) から求まる。画像 B 内の全ての人物の頭部座標からエピポーラ線を求め、得られたエピポーラ線と画像 A 内の全ての人物の頭部座標の距離を式 (2) より求め、 $d$  が閾値未満であれば同一人物の頭部であるとして両者の追跡 ID を対応付ける。

$$d = \frac{|ax_0 + by_0 + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (2)$$

ただし、 $a, b, c$  はエピポーラ線の方程式  $ax + by + c = 0$  の係数、 $x_0, y_0$  は画像 A での頭部位置の画像座標ベクトルである。

### 2.3 システム ID の付与

対応付けられた 2 つの頭部座標に紐づく追跡 ID に対して、過去にシステム ID が付与されているか走査することで 2 つの映像

で相互に補完することができる。この時、過去に一度も現れていない追跡 ID であれば新しくシステム ID を付与する。

## 3 乗り合いバスを用いた精度評価実験

名鉄バス協力のもと、服装や体格の異なる人物の乗り込みによって生じる単一映像での追跡ミスを提案手法によって相互に補完できるかを実験した。

### 3.1 実験手法

バス停を想定し、乗車口から 1 m 程度離れた位置に、横並びに整列した後、開始の合図と同時に先頭から順にバスに乗車した (図 1)。任意の位置に着席するまでを 1 試行とし、4 日間で男性 26 人女性 3 人の計 29 名の被験者で計 127 試行、669 回の乗車動作を撮影した。



図 1 乗車の様子

### 3.2 実験結果

バス入り口正面のカメラ映像と入り口左のカメラ映像に提案手法を適用した実験結果の一部を記す。表 1 は各試行での 2 つの映像内の各人物に対し、追跡を行えたフレーム数の平均と提案手法での映像内の各人物に対して追跡が行えたフレーム数の平均を表している。

映像	試行 A	試行 B	試行 C	試行 D	試行 E	平均
正面映像	31.86	31.53	31.8	33.11	35.2	32.7
側面映像	23.12	26.41	23.17	24.53	24.02	24.25
提案手法	45.32	40.84	43.35	43.95	42.14	43.12

表 1 5 試行における映像と追跡フレーム数の関係

解析を行った 5 試行 43 人中 37 人で対応付けが行なわれた。同一人物を追跡できた時間は、既存の手法では、平均 32.7 フレームであったが、提案手法を適用することで平均 43.12 フレームとなった。提案手法によって単一のカメラのみでの追跡に比べ、追跡できる時間が増えることが証明された。

## 4 おわりに

バス車内における人物追跡の課題である障害物や人の影に人物が隠れやすい場合における解決方法として、複数カメラとエピポーラ線を用いた手法を提案した。単一の映像では追跡が困難である場合でも追跡データを補完することができた。今後の課題として、各映像での補完できるフレームを増やすために、追跡技術の向上があげられる。

## 参考文献

- [1] X. Zhou. *et. al.* in ECCV, 2020, pp474-490.
- [2] Nicolai Wojke, *et. al.* in ICIP ,2017, pp3464-3468.