正会員 平 井 宏[†], 三 宅 康 雄[†],正会員 堤 喜代司[†], 正会員 弓 場 芳 治[†]

One Method for Elimination of Shadow of Walkers by Stereo Vision

Hiroshi Hirai[†], Yasuo Miyake[†], Kiyoshi Tsutsumi[†], Yoshiharu Yuba[†]

あらまし 屋外の歩行者を抽出するとき, 2つのカメラを用いて, 人物の影を消去するための画像変換を提案する. この方法は, 同時に地面の模様なども消去することができるものである. 実験により, 本方式の有効性を示した.

1. ま え が き

画像処理技術を応用した固定カメラによる歩行者追跡の研究¹⁾が, カメラの低廉化と小型化に伴って, 積極的に行われるようになってきている. しかし, 屋外の環境においては, 背景と差分をとるムービングターゲット方式を採用しても, 状況の変化, 例えば, 時々刻々変わる日照条件による歩行者の影の影響が人物の抽出を困難にしている.

筆者らは, 自律走行ロボットの移動範囲抽出のために2台のカメラを用いた障害物検出法を提案した²⁾. この方法は, 外部環境の影響を受けにくいものと考えられたので, 歩行者の抽出に適用したところ, 良好な結果を得たので報告する.

2. 影の消去方法

2台のカメラは観測領域を俯瞰するように斜め上方に配置する. ただし, それぞれのカメラの光軸が地面の1点で交わるように設定し, 2つのカメラからの画像は同時刻のものを取り込む. この2枚の画像より地面および影を消去するため, 一方の画像に映っている地平面を他方の画像の地平面に一致させる方法を考える.

座標系として, カメラの光軸が交わる点を原点と定め, 地面上に X 軸と Y 軸をとり, 高さ方向に Z 軸

をとる. 観測領域の空間内の1点 (X, Y, Z) はカメラ画像上の座標 (H, V) に変換される³⁾. 両カメラについて, この変換を

$$H_s = F_{hs}(X, Y, Z) \quad (1)$$

$$V_s = F_{vs}(X, Y, Z) \quad (2)$$

$$s = L, R$$

と表すものとする. 添字 s が L の場合は左カメラ, R の場合は右カメラを示す. これらの式において, Z を定数, ここでは零と置くと, $Z=0$ の面上の点 $(X, Y, 0)$ について, (X, Y) と (H, V) は1対1に対応し, (H, V) の値から, (X, Y) の値を算出できる.

そこで, どちらか一方のカメラ(例えば, 左カメラ)の画像に関して, 以下の画像変換を考える. まず, 左カメラについての $Z=0$ の場合の関係式

$$X = G_{xL}(H_L, V_L) \quad (3)$$

$$Y = G_{yL}(H_L, V_L) \quad (4)$$

より, 画像上の座標 (H_L, V_L) から (X, Y) を求める. 次に, 他方のカメラ(右カメラ)の関係式を用いて, 次の H'_L, V'_L

$$H'_L = F_{hR}(X, Y, 0) \quad (5)$$

$$V'_L = F_{vR}(X, Y, 0) \quad (6)$$

を求める. この (H'_L, V'_L) を左カメラでの新しい座標とする. このような画像変換を行うと, $Z=0$ の面上の点に関しては, $H'_L = H_R, V'_L = V_R$ となる. しかし, Z が零でない面上の点に関しては, 異なる Z での関

キーワード: 歩行者抽出, 2眼視, カメラ画像変換, 地平面パターンの消去

1992年11月21日, 電気関係学会関西支部連合大会で発表

1993年1月25日受付

[†] 京都工芸繊維大学 工芸学部電子情報工学科(〒606 京都市左京区松ヶ崎御所海道町, TEL 075-724-7419)

[†] Faculty of Engineering and Design, Kyoto Institute of Technology (Goshokaido-cho, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan)

係式を用いることになるため、 $H_L=H_R$, $V_L=V_R$ とはならない。

地平面 ($Z=0$) から離れた点が、画像変換された画面ともう一方の画面とは異なった位置で表されることを利用して、両画面の差分をとると、輝度差のなくなった部分である地面の模様や人物の影が消去でき、一方、高さのある歩行者は浮かび上がってくることになる。この方法は、同時刻の画面を用いているために、背景の条件に左右されない利点がある。

2つのカメラを用いて走行車の障害物を検出している例⁹があるが、このような変換は利用していない。

本報告の主目的は上記の結果を得ることであるが、実際に人物を抽出するには次のような問題があり、それに対応した処理を行う必要がある。問題点としては、2つのカメラ画像の差分をとっているために、当然地面付近の足の部分が消えたり、変換された人物の頭部が2つになってV字形の像になることである。具体的に人物の抽出を行った例を以下に示す。

3. 歩行者抽出の試み

今回の報告においては、2章の方法によって得られた状況のままで、人物を抽出することを試みた。

実験において設定したカメラの位置は、高さ13m、俯角 52° とし、両カメラの距離は4mである。

まず、両カメラからの画像の差分結果を2値化し、人物部が浮かび上がるようにした。ここで、孤立点など小さな塊(画素数で20以下)は雑音と考え除去し、一方、囲みができたところは穴埋め処理を行った。それでも1人の人物はいくつかの塊に分離している。

そこで、分離した塊をまとめるのに、塊の外接長方形を作り、その中にある塊の画素数が1000以上のものを人物と仮定し、なおかつ近接(距離にして20画素以内)のものをまとめた。ただし、上記の設定において、1画素は約2cmに匹敵する。分離した塊をまとめた結果が、1人の人物の大きさと考えられる外接長方形(75画素 $\times$ 75画素とした)を上下左右どちらかで越えるときは、まとめることをやめた。残りの塊の中で大きなものを選び、再び近接したものをまとめて、それらの画素数の総和が1000画素以上となれば、これも1人とみなした。これを終えた時点での残りの小さな塊は雑音とみなして消去した。

また、1つの塊そのものが1500画素以上のときは、2人以上と判定した。

実験に使用したデータでは、それだけで十分に個体判別は可能であった。しかし、3人以上がグループになったりした場合には、移動情報を加味して、個体の

写真1 原画像(左カメラ)
Original picture. (Left camera)

写真2 原画像(右カメラ)
Original picture. (Right camera)

写真3 写真1からの変換画像
Transformed image from Photo. 1.

速度の違いなどから分離を行うなど、もう少し高度な処理を必要とするであろう。

最後に実験例を示す。写真1に左カメラで、写真2に右カメラで取り込んだ画像のプリンタへの出力結果を示す。写真3は写真1を画像変換したものである。

図 1 処理結果
Processed result.

差分を求め、人物とおぼしき像を 3 章の方法によって抽出した結果を図 1 に示す。頭部が 2 つになっており、また、足の部分が消えているが 5 人を確実に抽出しており、明らかに歩行者の影は消えて、追跡に関し

ては問題が少なくなったと考えられる。

4. む す び

2 台のカメラを用いた屋外の歩行者追跡のための人物抽出法を提案し、一応の成果を得た。今後、より多様なデータによる検証と、時系列情報の活用により人物追跡に関する有効性を確認することが必要である。

〔参 考 文 献〕

- 1) 安居院猛, 長尾智晴, 斉藤智明, 中嶋正之: "ブロック特徴を用いた歩行人物の抽出と追跡", テレビ誌, **45**, 10, pp. 1213-1220(1991)
- 2) 田畑尚弘, 堤喜代司, 平井宏, 弓場芳治: "自律移動ロボットのための移動可能範囲抽出法", 平 2 関西連大, G 15-3(1990)
- 3) 田畑尚弘, 堤喜代司, 平井宏, 弓場芳治: "屋外移動ロボットのための情景画像を利用した位置推定法", テレビ誌, **44**, 6, pp. 752-759(1990)
- 4) 谷田部照男, 広瀬武志, 津川定之: "ビジョンシステムをもつ車両の自律走行制御", 計測と制御, **30**, 11, pp. 1014-1028(1991)

ひらい ひろし
平井 宏 昭和 38 年, 大阪大学大学院工学研究科修士課程修了。昭和 41 年, 大阪大学工学部通信工学科助手, 昭和 48 年, 京都工芸繊維大学工学部助教授となり, 現在に至る。デジタル信号処理, 音声合成, 画像処理, 光信号処理等の研究に従事。工学博士。正会員。

みやけ やすお
三宅 康雄 平成 4 年, 京都工芸繊維大学工学部電子工学科卒業。現在, 京都工芸繊維大学大学院工学科学研究科博士前期課程に在学中。画像処理による歩行者追跡の研究に従事。

つづみ きよし
堤 喜代司 昭和 48 年, 京都工芸繊維大学大学院工学研究科修士課程修了。昭和 52 年, 京都工芸繊維大学工学部電子工学科助手, 平成 2 年, 電子情報工学科助教授となり, 現在に至る。光導波路, 光信号処理および画像処理の研究に従事。工学博士。正会員。

ゆば よしはる
弓場 芳治 昭和 31 年, 大阪大学大学院工学研究科修士課程修了。大阪音響(株), 大阪大学・産業科学研究所, 基礎工学部を経て, 昭和 42 年, 京都工芸繊維大学工学部勤務, 昭和 50 年, 教授となり, 現在に至る。ミリ波伝送, 画像処理の研究に従事。工学博士。正会員。