

車載ステレオカメラを用いた歩道上の子供検出方法に関する研究

第85回モバイルコンピューティングとバーベイスシステム・
 第71回高度交通システムとスマートコミュニティ合同研究発表会

神奈川工科大学 情報学部情報工学科 清水健史, 宮崎剛

背景(交通事故)

- ▶ 2015年に発生した歩行中の交通事故による死傷者は、5万6962人[1]
 - ▶ その死傷者に占める割合は高齢者が最も多い
 - ▶ しかし、5歳単位に分けると5~9歳が最も多い
 - ▶ 年齢ごとに分けた場合
 - ▶ 20~60歳までの各年齢の死傷者数600人前後
 - ▶ 65歳以上の高齢者層の各年齢の死傷者数800人前後
 - ▶ 7歳児1462人
 - ▶ 7歳児の死傷者数は、成人の約2.5倍、65歳以上の高齢者の約2倍と、最も多い

背景(代表的な安全システム)

表1 代表的な安全システム

メーカー	パッケージ名	システム名	センサ	機能
スバル [2]	アイサイト	プリクラッシュブレーキ	ステレオカメラ	歩行者の飛び出し時に自動ブレーキ
トヨタ [3]	Toyota Safety Sense P	プリクラッシュセーフティシステム	ミリ波レーダー、単眼カメラ	歩行者を検知し、衝突の可能性に応じて、ドライバーに通知、ブレーキアシスト、自動ブレーキ

- ▶ 現在普及している安全システムは、道路上の障害物や、人物の飛び出しを検出するものが多い
- ▶ しかし歩道上の歩行者を検出し、ドライバーに注意喚起するものはない
- ▶ また、交通事故の多い子供に絞った歩行者検出の安全システムは研究されていない

目的

- ▶ 機械学習により分類器を作成し、精度の高い人物検出を行う
- ▶ 車載カメラで取得した画像上の人物の大きさと、カメラと人物との距離から、人物の身長を算出する
- ▶ 算出した人物の身長から子供の検出を行う
- ▶ 運転手に歩道上の子供の存在を通知する

関連研究

- ▶ 片岡裕雄ら, 「車載映像からの対称性判断と輪郭形状による歩行者検出」, 社団法人映像情報メディア学会技術報告, Vol. 34, No. 34 (2010) [4]
 - ▶ 予防安全の一種として、車載カメラの前景映像から歩行者を高速に検出してドライバーへの注意喚起や自動ブレーキを発動させるセーフティシステムの開発に役立っている
 - ▶ 高精度化かつ高速化のための手法
 - ▶ システムの流れを図1に示す(図は[4]より引用)
 - ▶ 自動車のバックミラー下近傍に取り付けた単眼カメラにより画像を撮影
 - ▶ HOG、CoHOG、CoHOG+intensity(輝度強度情報)の3手法を試し、上記の順に過検出が減った

車載単眼カメラの映像


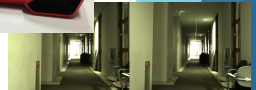
エッジ検出・二値化処理

対称性による絞り込み

機械学習による歩行者検出

図1 システムの流れ

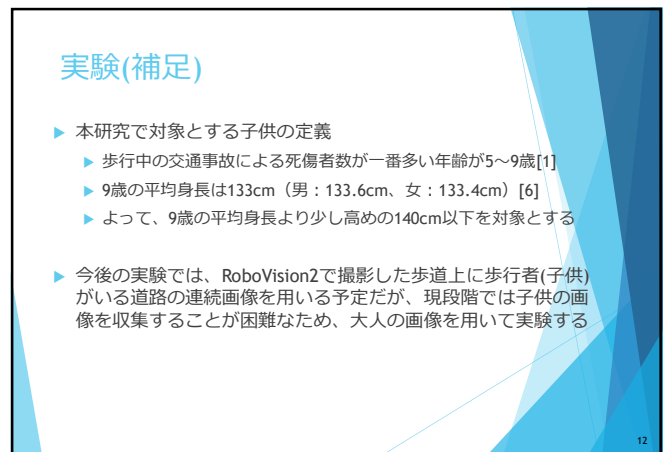
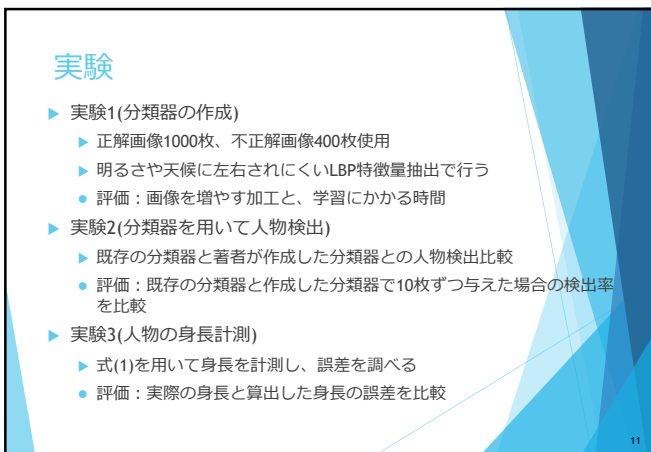
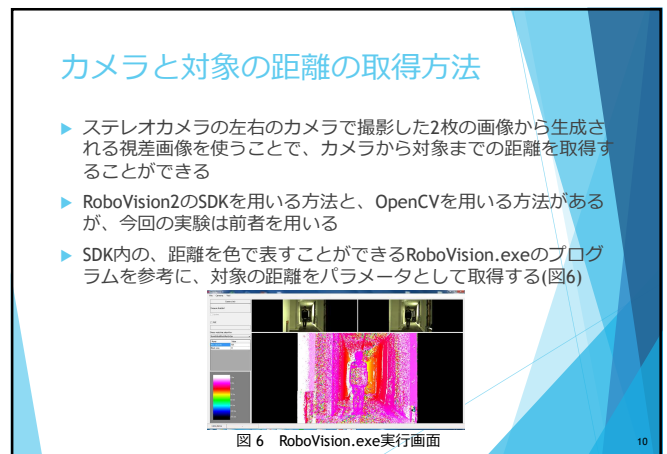
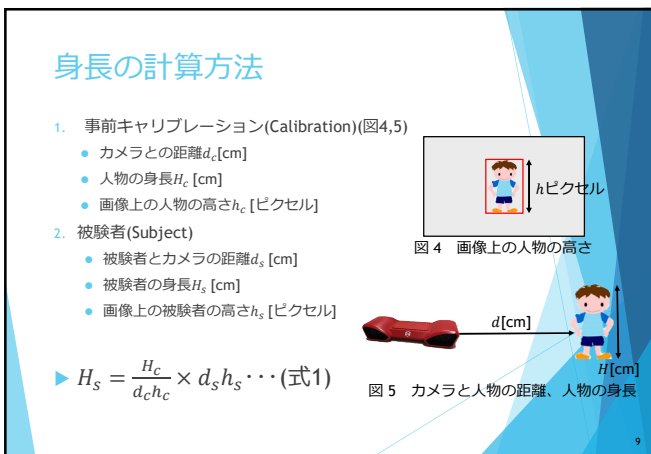
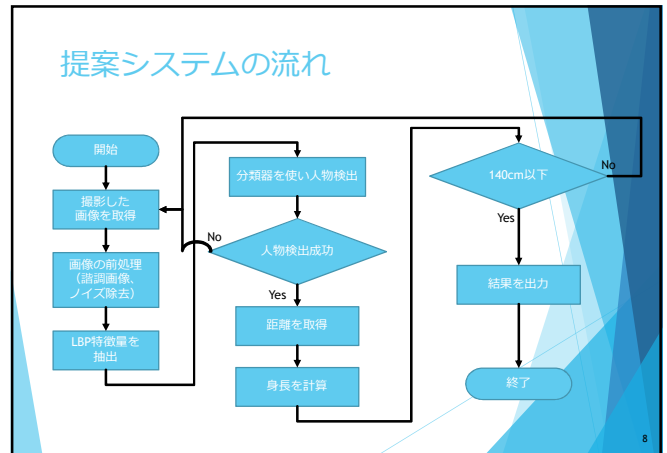
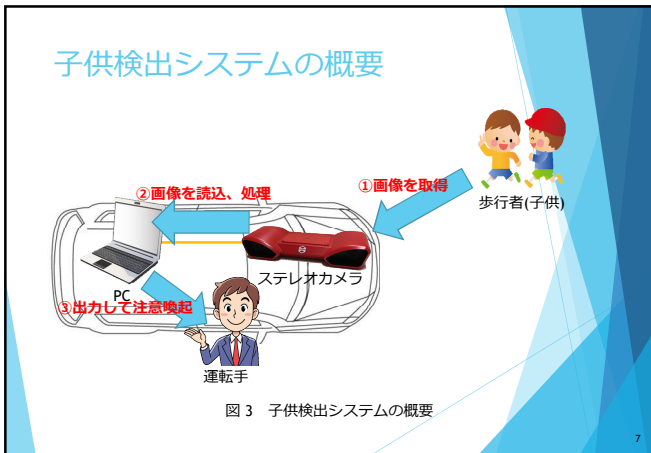
ステレオカメラ

- ▶ RoboVision2(表2,図2)

表2 RoboVision2の詳細[5]

メーカー	株式会社ZMP
発売日	2016/5/25
イメージセンサ	ソニー製超高感度CMOSイメージセンサ IMX224 2つ
解像度	1280×960ピクセル(30fps) 640×480ピクセル(120fps)
インタフェース	USB3.0
水平画角	45°
明るさ	0.005ルクス(暗闇相当)で高画質のカラー映像が取得可能
SDK	RAW出力、ひずみ補正結果出力、視差画像出力
SDKの対応言語	C++



実験環境

ノートPC	OS	Windows7 Professional 64bit
	CPU	Intel Core i7-4500U CPU (2.40GHz)
	メモリ	8.00GB
デスクトップPC	OS	Windows10 Home 64bit
	CPU	Intel Core i5-7500 CPU (3.40GHz)
	メモリ	8.00GB
開発環境		Visual Studio 2013
開発言語		C++
画像処理		OpenCV 3.1.0
ステレオカメラ		RoboVision2

13

実験1(分類器の作成)

- ▶ 正解画像には人物の画像(正面、側面、背面のそれぞれ全身、上半身、下半身を写したものをトリミングしたもの)の333枚を用いる(図7)
- ▶ また正解画像には、上記の原画像と原画像に左右反転、グレイ画像化、メディアン・ガウシアンフィルタの加工をし、増やした1000枚を使用(図8)
- ▶ 不正解画像には、人のいない道路・歩道(図9)と、正解画像を撮影した際の背景(図10)219枚を用い、正解画像と同じ加工をした400枚を使用



図7 正解画像 図8 加工後 図9 人のいない道路・歩道 図10 正解画像の背景

14

実験1(分類器の作成)結果

- ▶ 正解画像を増やすための加工時間309.111秒=6分9秒(図11)
- ▶ 不正解画像を増やすための加工時間34.066秒=34秒(図12)

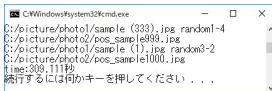


図11 正解画像の加工時間

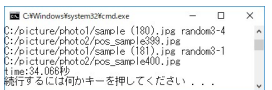


図12 不正解画像の加工時間

- ▶ 学習にかかった時間18秒(図13)

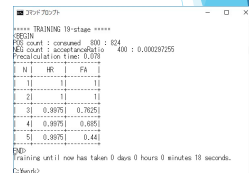


図13 学習時間

15

実験2(分類器を用いて人物検出)

- ▶ 既存の分類器
 - ▶ OpenCVには、元から人物検出・歩行者検出用の分類器が用意されている(表3,図14)

表3 OpenCVの既存の分類器

特徴量抽出	分類器名称	検出対象	備考
	haarcascade_fullbody	全身	
Haar-like	haarcascade_upperbody	上半身	検出率、検出精度が低い
	haarcascade_lowerbody	下半身	
HOG	hogcascade_pedestrians	歩行者	Ver3.0.0以降では使えない



図14 Haar-like実行結果(黄:全身、青:上半身、緑:下半身)

16

実験2(分類器を用いて人物検出)

表4 人物検出結果比較

画像中の 人物数(人)	既存の分類器		作成した分類器	
	検出できた 人物数(人)	人物以外の 検出数(ヶ所)	検出できた 人物数(人)	人物以外の検 出数(ヶ所)
画像1	47	1	0	27
画像2	40	2	2	7
画像3	4	0	0	1
画像4	5	0	0	13
画像5	2	0	0	1
画像6	24	0	1	6
画像7	4	0	0	2
画像8	2	1	1	2
画像9	2	0	0	2
画像10	2	0	0	6

17

実験2(分類器を用いて人物検出)

- ▶ 表4の結果、既存の分類器は検出率が低く、人物・人物以外共に検出結果が少ない
- ▶ また、著者が作成した分類器は誤検出が多いものの、人物の体の一部を検出していることが多かった
- ▶ 今回の実験で用いた画像5(10月上旬20時頃)と画像7(10月中旬12時頃)の、既存の分類器の結果を図15に、作成した分類器の結果を図16に示す

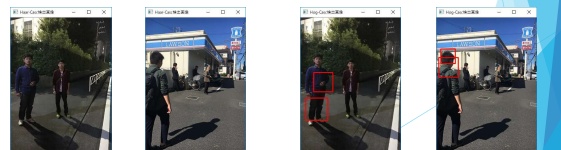


図15 既存の分類器の画像5(左)と画像7(右) 図16 作成した分類器の画像5(左)と画像7(右)

実験3(人物の身長計測)

▶ 事前キャリブレーション(図17)

- ▶ 166[cm]の人物を400[cm]の距離で撮影
- ▶ 画像上での高さ671[ピクセル]
- ▶ $d_c = 400, H_c = 166, h_c = 671$
- ▶ 式1より、 $H_s = \frac{166}{400 \times 671} \times d_s h_s$



図17 キャリブレーション

表5 身長の誤差

距離 d_s [cm]	被験者A(175cm)		被験者B(168cm)	
	400	800	600	800
高さ h_s [ピクセル]	717	361	451	341
算出した身長 H_s [cm]	177.4	178.6	167.4	168.7
誤差[cm]	+2.4	+3.6	-0.6	+0.7

19

考察

▶ 実験1

- ▶ 実験結果より、画像が足りない場合は、画像に加工を加え増やす手法が有効であると推測される

▶ 実験2

- ▶ 実験結果より、著者が作成した分類器は、既存の分類器と比べて体の一部は検出できているため、さらに学習データの量を増やせば、人物検出の向上が期待できると考えられる

▶ 実験3

- ▶ 実験の結果、想定していたより身長の誤差が少なかったため、式(1)は有効であると考えられる
- ▶ 身長の算出は、現段階では人物の領域を取れないため、手動で高さを取得したが、もっと正確に高さを取ることができれば、差は縮まると考える

20

今後の課題

1. 分類器を全身、上半身、下半身と分け、精度をより向上させるためにはもっと学習データを増やす必要がある
2. 子供の学習データを加える必要がある
3. 体の一部だけ検出できている部分をきちんと検出できるようにデータを学習させる
4. 身長の誤差を少なくするために、きちんと人物のギリギリの領域を取れるような分類器を作成する必要がある

21

まとめ

- ▶ 人物検出を行うための分類器を作成した
- ▶ 検出精度を上げるために、正解画像をトリミングしたり、加工して増やし、多い学習データを用いて分類器を作成した
- ▶ カメラと人物の距離と、画像上の人物の高さから、人物の身長を計測する方法を提案した

22

参考文献

1. ならいごとキッズ：『魔の年齢』7歳児は特に危険！子供の交通事故を防ぐためには？, <http://naraigoto-kids.jp/magazine/topic/kids-traffic-accident-prevention/> (参照：2017/5/22)
2. SUBARU OFFICIAL WEBSITE：進化し続けるアイサイトの機能, <https://www.subaru.jp/safety/function/> (参照：2017/10/13)
3. TOYOTA：Toyota Safety Sense P, http://toyota.jp/technology/safety/toyota_safety_sense_p/ (参照：2017/10/13)
4. 片岡裕雄ら：車載映像からの対称性判断と輪郭形状による歩行者検出, 社団法人映像情報メディア学会技術報告 Vol.34, No.34 ME2010-123(Aug.2010)

23

参考文献

5. ZMP：超高度ステレオカメラシステム RoboVision2, <http://www.zmp.co.jp/products/robovision2/>(参照：2017/5/9)
6. 知恵の泉：小学生の身長・体重の平均は?グラフから高い・低いをチェック, <http://chienoizumi.com/syogakusincho.html> (参照：2017/5/23)

24