

深層学習を用いた車載カメラからの手信号の認識

Recognition of Hand Signals of a Police Officer from On-vehicle Camera

木田侑¹ 小野晋太郎¹ 渡邊高之進² カーク・ミシェル² 須田義大¹ (¹東京大学 ²コンチネンタル・オートモーティブ)

背景 自動運転レベル3以上では手信号を理解することが必要 (現状では自動運転を解除することで対応)

目的 車載カメラにより警察官の手信号を認識し、運転行動を決定

信号状態の「認知」

指示者の認識 SSD等により認識済と仮定

時系列特徴抽出 骨格抽出 (OpenPose利用)

- 左記18箇所の正規化相対2D座標
- 各座標の推定信頼度

過去2秒分 (60frame) を学習に用いる

深層学習により学習・判定

LSTM (Long Short-Term Memory)

2値分類: Red: %, Green: %, Other: %

3値分類: Red: %, Green: %, Other: % (YellowはRedに含める)

$POI = [P_{Go}, O]$

運転行動の「判断」およびその評価

手法1 2値分類の場合

Recog(t) Judge(t)

R → Stop
G → Go

結果例: Stop ⇄ Go 変化回数: 推定152回、正解64回

考察: 首振り動作で判定を誤りやすい。これらの動きは手信号と本質的には関係ない。別状態 (Other) として再学習

手法2 3値分類の場合

Recog(t) Judge(t)

R → Stop
G → Go
Other → Judge(t-1)

結果例: Stop ⇄ Go 変化回数: 推定70回、正解64回

Stop ⇄ Go 切り替わり時の時間誤差

Stop → Go: 手法2: 最大4秒 (Goが早すぎる)

Go → Stop: 手法2・3とも 最大0.43秒 (許容) (Stopが遅すぎる)

→ 手信号の手前では徐行していると考えられるため 手法3の認識時間誤差は十分に短い

手法3 3値分類 + 付加条件の場合

Go判定はGreenが一定時間 ΔT 継続した場合に限定

テストデータの一部から ΔT を決定

$$\Delta T = \arg \min \sum (w_0 N^2 + w_1 |\tau_1| + w_2 |\tau_2|)$$

$w_0 \gg w_1 \gg w_2$

N : Stop ⇄ Go の変化回数差
 τ_1 : Stop ⇄ Go の時間誤差 (下図の危険なケース) Δ
 τ_2 : Stop ⇄ Go の時間誤差 (その他のケース)

結果例: Stop ⇄ Go 変化回数: 推定64回、正解64回

手法2 考察: 瞬間的にGreenと誤認識し、その後Otherが続くと、その間はGoと判断し続けてしまう

全体結果

	Predict Method1		Method2		Method3	
	Stop	Go	Stop	Go	Stop	Go
GT Stop	29628	798	30111	855	30354	72
Go	582	11694	114	12162	773	11503
Accuracy	0.968		0.978		0.980	

実験条件 (各手法共通)

指示者 3m

車載カメラ 5m

10m

概ね10km/h以下で往復運動

まとめ

今後の課題

- 複数の指示者、実際の警察官による実験
- 警察官の検出、オンライン処理
- 誘導員などによる規格化されていない手指示の認識

Publications

- Shintaro Ono, Atsumu Kida, Takanoshin Watanabe, Michelle Karg, Yoshihiro Suda, "Recognition of Hand Signals of a Police Officer from On-Vehicle Camera Images Using Deep Learning", 5th Int. Symp. on Future Active Safety Technology toward Zero Accidents (FAST-zero), 2019.9.
- 木田侑, 小野晋太郎, 渡邊高之進, カーク・ミシェル, 須田義大, 「画像深層学習に基いた警察官の手信号の指示判断」, 自動車技術会, 2019.10.

深層学習を用いた車載カメラからの手信号の認識

Recognition of Hand Signals of a Police Officer from On-vehicle Camera

木田侑¹ 小野晋太郎¹ 渡邊高之進² カーグ・ミシェル² 須田義大¹ (1東京大学 2コンチネンタル・オートモーティブ)



背景 自動運転レベル3以上では手信号を理解することが必要
(現状では自動運転を解除することで対応)

目的 車載カメラにより警察官の手信号を認識し、運転行動を決定

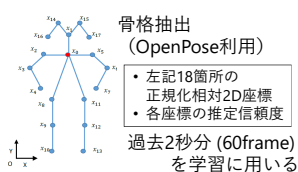
信号状態の「認知」

指示者の認識

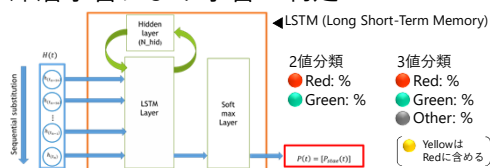


SSD等により認識済と仮定

時系列特徴抽出



深層学習により学習・判定



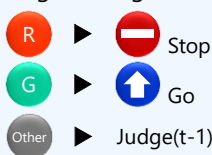
2値分類
● Red: %
● Green: %

3値分類
● Red: %
● Green: %
● Other: %

● YellowはRedに含める

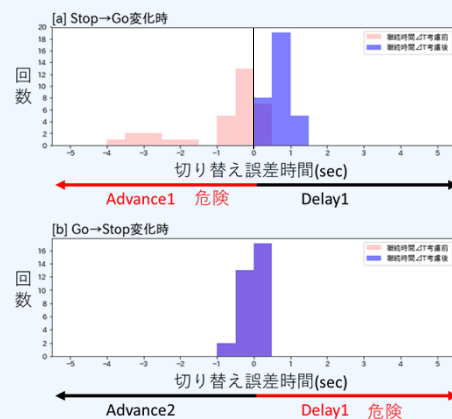
運転行動の「判断」

Recog(t) Judge(t)



指示Goの判定をGreenが一定時間ΔT継続した時のみに限る

信号切り替わり時の時間誤差



まとめ

- まとめ
- 車載カメラからの警察官の手信号を深層学習により認識し、運転行動を決定
 - 危険時間誤差を0.43秒以内におさめ、安全な手信号の認識を実現

- 今後の課題
- 複数の指示者、実際の警察官による実験
 - 警察官の検出、オンライン処理
 - 誘導員などによる規格化されていない手指示の認識

Publications

- Shintaro Ono, Atsumu Kida, Takanoshin Watanabe, Michelle Karg, Yoshihiro Suda, "Recognition of Hand Signals of a Police Person from On-Vehicle Camera Images Using Deep Learning", 5th Int. Symp. on Future Active Safety Technology toward Zero Accidents (FAST-zero), 2019.9.
- 木田侑, 小野晋太郎, 渡邊高之進, カーグ・ミシェル, 須田義大, 「画像深層学習に基いた警察官の手信号の指示判断」, 自動車技術会, 2019.10.