

技術論文

PSD用画像認識システム

水野 直希
Naoki Mizuno
小久保 嘉人
Yoshihito Kokubo

木暮 孝典
Yoshinori Kogure
寺西 竜平
Ryohei Teranishi

梁井 慶一
Keiichi Yanai

概要

パワースライドドアをジェスチャーで開閉させるシステム向けにAIによる画像認識手法を活用し、またAIの学習に際し、シミュレーションモデルを導入したので紹介する。

1. はじめに

今まで車両のドアはハンドルやリモコン操作にて開閉操作を行っていたが、利便性向上に加えて近年のコロナ禍の影響もあり、非接触のニーズが高まりジェスチャーコントロール製品の採用が拡大している。具体的には足のジェスチャーでスライドドアやバックドアを開閉させる製品(図1, 図2)や、手のジェスチャーでスライドドアを開閉させる製品(図3)がある。今回は既存のスライドドア向けのジェスチャーコントロール製品の更なる操作性向上を目的に画像認識を活用したシステムについて説明する。



図1 従来品 足のジェスチャー(スライドドア向け)



図2 従来品 足のジェスチャー(バックドア向け)



図3 従来品 手のジェスチャー(スライドドア向け)

2. 開発品の狙いについて

従来品のスライドドア向けのジェスチャーコントロール製品は、車両に接近して足をボデーの下にかざすジェスチャーが必要なため足がボデーと接触して汚れてしまうケースや、ドア開閉時にユーザーがドアとの接触を避けるため後退し姿勢が不安定になるなどの問題がある。また、日本の様な車両間の距離が狭い駐車場で使用する場合は体の向きを変えるなど特に使い難く、その辺りの操作性を向上させるため、操作エリアの拡大が

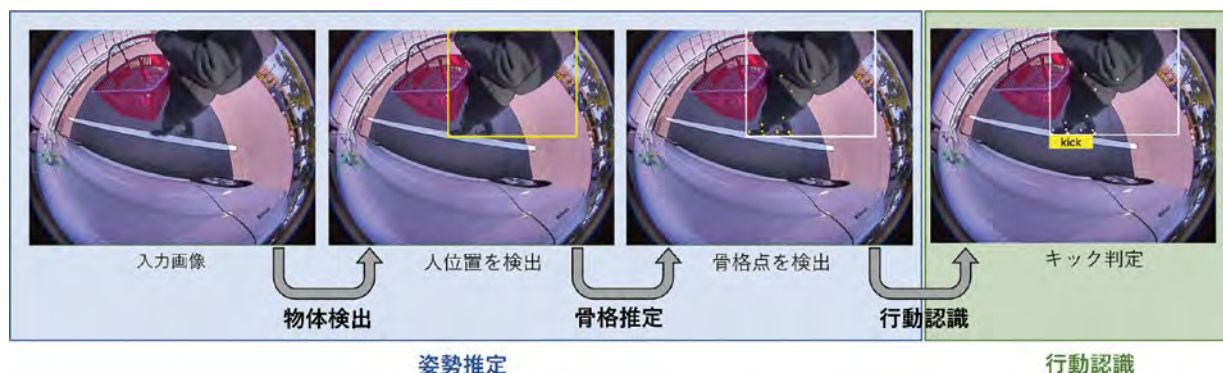


図6 ジェスチャー認識の処理フロー

必要と判断した。そこで普及が進んでいる車両周辺の安全確認用のカメラシステムに着目した。カメラは車両に4個搭載されており、その中で図4のようにサイドミラー下に搭載されているカメラを活用することで操作エリアを車両から1m離れた範囲まで拡大することが可能となり、図5のようにドアから離れた場所での操作が実現可能となった。



図4 操作イメージ

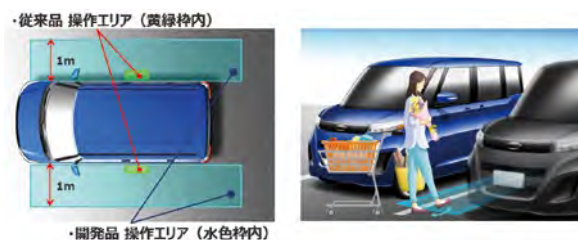


図5 操作エリア比較

3. ジェスチャー認識手法について

本システムでは、ジェスチャー認識手法として姿勢推定と行動認識の2段階によるAI認識手法を採用する。ジェスチャー認識の処理フローを図6に示す。

本章では、これら2つのAI検出アルゴリズムについて概要を説明する。

3.1 姿勢推定のアルゴリズム概要

姿勢推定とは、人の関節点を画像から検出し姿勢を可視化する技術である。検出のアプローチはいくつか存在するが、本システムではトップダウン手法と呼ばれる手法を採用する。トップダウン手法は、物体検出と骨格推定の2段階で構成されており、人物の姿勢を高性能に検出することができる。

1段階目の物体検出では、画像内に存在する人物の

位置を特定する。画像に写っている人物の範囲を推定し、さらにその範囲内に含まれているものが人物である確からしさを数値として算出する。算出された数値がある一定の確率を超えた場合、後段の骨格推定に使用される。

2段階目の骨格推定では、物体検出により検出された各人物を切り出し、関節位置の検知を行う。切り出した画像中の関節点は一人の人物のものという仮定のもと推論が行われる。

本システムでは、カメラから取得した各フレームの画像に対して物体検出と骨格推定を適用し、動画内の人物の姿勢推定を行う。

3.2 行動認識のアルゴリズム概要

行動認識とは一般的に、動画中に写りこむ人物の行動パターンを判定する技術である。本システムでは特に、キックジェスチャーの有無を判定するモデルを設計する。

行動データは時間の経過とともに変化するため、時系列データを用いて行動パターンを判定する必要がある。本システムの場合、前述の姿勢推定により得られた各フレームの骨格点(時系列情報)を行動認識モデルに入力する。入力する際に行動認識用のデータ形式に符号化しており、図7にイメージを示す。

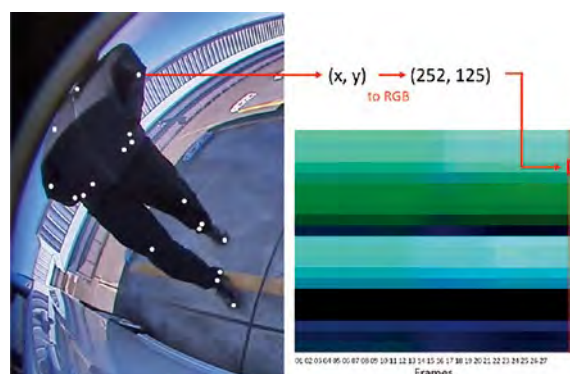


図7 骨格点座標からRGB画像への符号化

まず、姿勢推定により検出された2次元骨格点座標をRGB画像の緑、青の値として符号化する。このRGB画像

に符号化されたデータは一つの関節の骨格点情報にあたるため、同じ処理を全身の関節点に適用することで一人分の骨格点情報を取得できる。さらに、過去フレームのRGB画像も蓄積することにより、人物の行動パターンを表現できる。

このように本システムでは、姿勢推定から得られた時系列骨格点情報をRGB画像に符号化しモデルに入力することによって、ジェスチャーの有無を判定する。本システムは、キックジェスチャー用にチューニングしているが、使用するフレーム数や骨格点を変更することで、様々なジェスチャーに対応できる。

4. シミュレーターの活用について

前述の2つのアルゴリズムの、学習および評価のために教師データが必要となる。評価データとしては、実際の環境下におけるデータ撮影を行ったが、学習データには図8に示すようにシミュレーターで生成するデータも活用することで、データ取得現場における身体的負荷低減や、学習データ準備の時間短縮や費用低減を図った。

4.1 使用シミュレーター

まず、キックジェスチャーの動きを取り込むため、慣性式モーションキャプチャー(XSENS MVN Animate)にて、体格別の数名で、キックの速度などを変えた複数の正例データと、キックを行わない不例データを取得した。次に、3Dキャラ作成ソフト(Character Creator)で作成された複数のキャラクターを用い、3Dムービー作成ソフト(iClone)上で、前述のモーションデータをキャラクターに適用した上で、必要に応じて手のひらや頭の角度など細かな挙動修正を加えて自然なキャラクター挙動にした。

最後に、3DCGやグラフィック映像のゲーム開発にも適しているゲームエンジンであるUnreal Engineを用い、キャラクターと車両と周辺環境の統合を行った。同じキャラクター挙動データ1つだけでも、車両との位置関係や時間帯設定などを変えることで、図8のようにデータバリエーションを増やし、指定サンプリング周期にて静止画フレームおよび骨格点をレンダリング出力し、学習データとした。

4.2 コスト低減効果

時間短縮としては、同じ正例キックジェスチャーでも、車両の前や横や後ろからなど、様々な動線で何度も実撮影する必要がなくなった効果が大きい(工数70%減)。費用についても、キャラクター骨格定義に基づき骨格点をレンダリング出力できるようになり、教師データである骨格点のアノテーション委託を省けた。

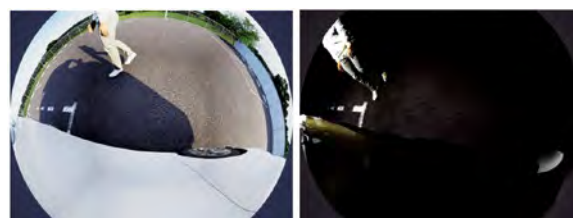


図8 生成学習データ(昼/夜)

5. ジェスチャー認識評価

本章では、ジェスチャー認識の評価結果を記述する。動画内でキックを実施しているデータをポジティブデータ、動画内でキックを実施していないデータをネガティブデータとする。それぞれのデータに対して、正しく検出できた割合を成功率として示す。

5.1 実験

学習および評価データとして、車載カメラで撮影した様々なシーンのキック動画を用いた。学習データに関しては、カメラ映像に加えて、シミュレーターで生成したCGデータも活用している。

ポジティブデータは、ロバスト性を評価するために様々なシーンで構成されている。一般的なキック動作に加えて、足の一部が遮蔽されているシーン、速度が遅いキックなど、検出が難しいと想定されるシーンも含む。ネガティブデータは、誤検出して欲しくない、キック以外のシーンで構成されている。例えば、自転車に乗っているシーンや、車両の横を素通りするシーンなどが含まれており、あらゆるシーンで誤検出しないことを目的にデータを選別している。

ポジティブデータについては目標精度90%、ネガティブデータについては目標精度100%とする。

5.2 実験結果

実験結果を図9に示す。



図9 ジェスチャー成功率

ポジティブデータの成功率は82%、ネガティブデータの成功率は90%であった。ポジティブデータに対しては、画面端のキック動作を検出できない傾向があり、ネガティブデータに対しては、車両を乗降するシーンを誤ってキック判定する場合が確認された。物体検出が失

敗しているシーンの追加学習や、シミュレーションデータの活用により、目標値に到達することが見込まれる。

今回はキックジェスチャーを検出の対象としているが、データ構成やモデル構造を変えることで様々なジェスチャーに対応させることが可能である。

6. おわりに

本稿では、開発中の画像認識システムについて紹介した。現状ではジェスチャーはキックジェスチャーに特化しているが、今後はジェスチャーの種類を拡張することで、更なる商品性向上を目指す。

参考文献

- 1) Dennis Ludl, Thomas Gulde, Cristóbal Curio
Reutlingen-University: Simple yet efficient real-time pose-based action recognition, 2019

筆 者



水野 直希

ボデーシステム開発部
画像認識システム開発に従事



木暮 孝典

ボデーシステム開発部
画像認識システム開発に従事



梁井 慶一

ボデー商品企画部
画像認識システム開発に従事



小久保 嘉人

先進開発部
画像認識システム開発に従事



寺西 竜平

先進開発部
画像認識システム開発に従事