

深層学習を用いた危険状態推定に基づく 危険回避ナビゲーションの検討

A Study on Navigation System for Danger Avoidance based on Dangerous State Estimation using Deep Learning

大北 拓哉† Takuya Okita 児島 宏樹† Hiroki Kojima 大井 翔‡ Sho Ooi 佐野 睦夫§ Mutsuo Sano

1. はじめに

高次脳機能障害者とは脳に損傷を負ったことにより、注意機能障害、遂行機能障害、記憶障害、社会的行動障害、失語症の認知機能障害により、日常生活が困難である人のことを指す。東京都で実施された調査によると高次脳機能障害者数は全国でおよそ 50 万人と類推されている[1]。

我々は、このような高次脳機能障害者を対象とした、日常生活行動(ADL: Activities of Daily Living, 以下 ADL とする)から在宅認知リハビリテーションを行う方式の確立に取り組んでいる[2][3]。

屋内における危険認識については、NEC がウェアラブルデバイスを用いた見守りサービスとして、時計型端末を用いて、脈拍・加速度・温度・湿度等から装着者および周辺情報の認識を行っている[4]。

しかし、これらの方法では、包丁や陶器のコップなど危険度の高いオブジェクトにぶつかる、落下するなど回避に視覚情報が必要な場合、時計型端末から得られる情報では回避することが難しく、また危険状態の通知には振動しか使用することが出来ないなど様々な制約が課せられる。

これらの危険状態への対処には 1 人称映像が取得可能であり、視覚に直接情報を取得可能な眼鏡型端末が向いているといえる。

本研究では、認知障害者と健常者両方を対象とし、調理などの ADL を安全に遂行するために、眼鏡型ウェアラブル端末を用いた危険状態を推定するとともに、リアルタイムな危険回避ナビゲーションの作成を検討する。

2. 提案方式

2.1 システム概要

本研究の全体の概要を図 1 に示す。

本研究で使用するカメラとディスプレイ付きウェアラブル端末は提示できる情報量を考慮し、両目に情報提示を行うことが出来る HoloLens を選択する。HoloLens とサーバ間の通信には WebSocket による通信を使用する。

処理の流れとしては、HoloLens のカメラを用いて画像データを取得する。取得した画像をサーバへ送り、サーバ内でオブジェクト認識・環境認識を行う。認識した結果を再

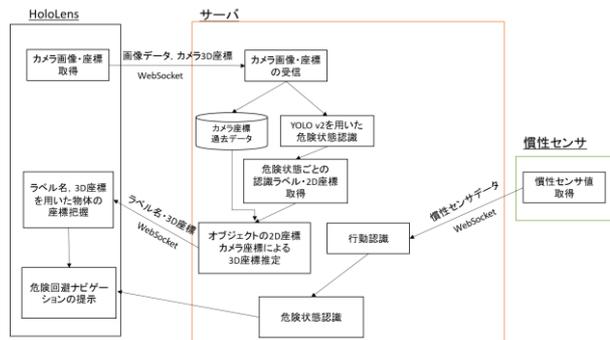


図1 システムの全体図



図2 使用するハードウェア

度 HoloLens に送信し、ディスプレイに表示する。サーバ側では、データの蓄積を行い、過去に危険な状態になったパターンと照合した場合に、危険を推定することで、事前に危険が及ぶ前に、危険信号をディスプレイに表示することができる。

2.2 使用ハードウェア

本システムは、ローカルネットワーク上で動作する、HoloLens、PC を用いたクライアントサーバ型として構築した。使用したハードウェアであるウェアラブルデバイスである Microsoft 社製 HoloLens を図 2 に示す。

HoloLens は頭部に装着するウェアラブルデバイスであり両目を覆う情報提示用のディスプレイ、視界と同様の画像情報を取得するためのカメラが内蔵されている。HoloLens のウェアラブルデバイスとしての強みとして、赤外線カメラによる SLAM 技術により、空間認識とそれに連動した空間への 3D モデル、立体音響の提示が挙げられる。

次に、サーバ側の処理として DeepLearning による物体認識、2 次元座標とカメラ座標からオブジェクトの 3 次元座標の推測など、計算負荷の高い処理を行う。

†大阪工業大学大学院 情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

‡立命館大学 情報理工学部, College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

§大阪工業大学 情報科学部, Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

表 1 日常生活上での危険状態と場所の一例

場所	危険状態
キッチン	包丁の位置による落下・けが／鍋の吹きこぼれによる火事
会談	踏み外しによる転落
リビング	絨毯・ケーブルによる店頭／割れ物の落下
洗面所	剃刃によるケガ
風呂	タイルによる転倒

3. 危険状態の推定

3.1 危険状態の定義

国土交通省による屋内での事故パターン[5]を基に、屋内で日常的に起こりうる危険状態と場所とまとめた表を表 1 に示す。

これらを踏まえて、今回検出するナビゲーション対象は以下の3点とする。

1) 調理行動中における包丁の向きについて

包丁をまな板などに置いた際に、刃が調理者方向を向いていた場合、指を切る事故が起こる可能性が高いと考えられる。このことから、包丁を机に置いた際、刃が着用者方向を向いていた場合、危険状態と定義する。

2) 調理行動中における加熱中の鍋について

鍋に牛乳やてんぷら油等が入ったまま長時間加熱すると吹きこぼれや火災の原因になる。これを防ぐために鍋を加熱している最中に一定時間の間鍋を見ないと危険状態と定義する。

3) 歩行中における躓き・引っ掛かりについて

転倒は日常事故の種類の中でも最多であり、特に高齢者の場合、転倒による骨折が原因で寝たきりになるなど、特に深刻な問題でもある。

歩行行動中、前方に躓く原因となるオブジェクトが存在する場合や足が通常より上がっていないなど異常な歩行になっている場合危険状態と定義する。

3.2 オブジェクト認識/3次元位置推定手法

本研究で着目した危険状態推定を行うため、オブジェクトの検出をリアルタイムで行う必要がある。

検出方法として、近年リアルタイムでオブジェクト認識が可能である、YOLOv2[7]をベースに HoloLens から取得した 1 人称画像からオブジェクトの種類を認識する。

今回、YOLOv2 における学習したモデルとして、3 種類を用意し、10000epoch で学習を行った。

次に、HoloLens と YOLO v2 による認識を組み合わせたオブジェクトの 3次元位置推定手法について述べる。

手順は以下の通りである。

- 1) (HoloLens) 画面のキャプチャとカメラ座標の取得を行う
- 2) (HoloLens→サーバ) WebSocket を使用して画像とカメラ座標、撮影時のタイムスタンプを転送
- 3) (サーバ) キャプチャ画像カメラ座標、タイムスタンプを受信する

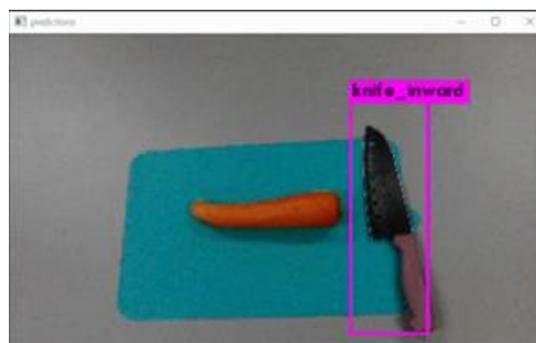


図 3 YOLO によるオブジェクトの状態認識

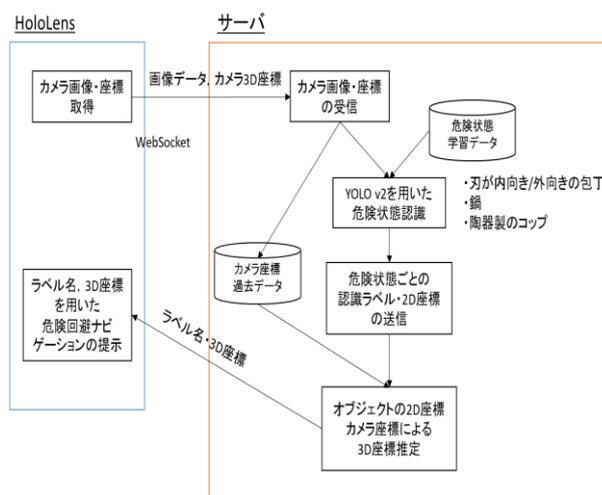


図 4 HoloLens と YOLO による 3次元位置推定

- 4) (サーバ) YOLO v2 を用いた物体認識を行い、オブジェクトのラベル名、画像中の 2次元座標を検出する
- 5) (サーバ→HoloLens)WebSocket を用いてラベル名、2次元座標、タイムスタンプを送信する
- 6) (HoloLens) ラベル名+2次元座標とタイムスタンプを用いて撮影時のカメラ座標を組み合わせて、画像座標系からワールド座標系を算出する。
- 7) (サーバ→HoloLens) ラベル名、3D座標を送信
- 8) (HoloLens)オブジェクトのラベルを推定した 3次元座標位置に表示させる。

3.3 行動認識

本研究では、以前慣性センサを使用した調理行動認識[7]の際に使用した手法を用いる。

慣性センサ値の取得には HoloLens 側と同様に Android ス

表 2 使用する 15 特徴量

	特徴量
1	x軸平均
2	y軸平均
3	z軸平均
4	x軸標準偏差
5	y軸標準偏差
6	z軸標準偏差
7	x軸エネルギー
8	y軸エネルギー
9	z軸エネルギー
10	x軸周波数領域エントロピー
11	y軸周波数領域エントロピー
12	z軸周波数領域エントロピー
13	xy相関係数
14	yz相関係数
15	xz相関係数

ルとする。今回、慣性センサから取得した加速度・ジャイロセンサ値を、それぞれ 128 データを 1 ウィンドウとし、ウィンドウごとに-1~1 の範囲で正規化を行った後、特徴量を算出する。

使用する 15 特徴量を表 2 に示す。

これらの特徴量を学習・未知データとし、隠れマルコフモデル(HMM: Hidden markov model)を用いた行動認識を行う。

慣性センサを用いて識別する行動は以下の通りである。

- 1) 歩行行動の正常/異常行動
- 2) 切る

3.4 危険状態認識

オブジェクト認識、行動認識の結果を統合し危険状態の推定を行う。

今回認識を行う危険状態のうち 1)包丁の向き、2)加熱中の鍋は画像認識を、2)躓き・引っ掛かり回避は慣性センサ情報を使用して認識を行う。

4. 危険回避ナビゲーション

4.1 ナビゲーション

今回提案する、危険回避ナビゲーションは以下の 2 段階に分けられる。

1) 行動を継続した先に起こる怪我や事故の提示

HoloLens の利点に、現実と重ね合わせて情報を提示できることが挙げられる。危険状態の継続は怪我・事故につながる可能性が高まるため、1 人称画像やセンサ情報等から推定される怪我や事故を事前に提示し、危険状態から抜け出し易くすることを狙いとしている。

実際の提示例を図 4 に示す。図 4 は着用者の方向に包丁の刃が向いている場合、刃に手が当たり、手を切る危険性があることから怪我をした場合に推定される状態を、3D アニメーションとして提示している。

2) 怪我や事故を防ぐために行う正解行動の提示



図 5 危険回避ナビゲーション(怪我・事故の提示)例



図 6 危険回避ナビゲーション(正解行動)例

怪我等の予測の提示のみを行った場合、その後の適切な行動が分からない場合が考えられるため正解行動の提示も行う。

実際の提示例を図 6 として示す。

図 6 では、包丁の 3D モデルを用いて包丁を置く安全な向きを提示している。

4. 実験方法

20~24 歳の男女 15 人に本システムを使用してもらい、アンケート調査による評価を行う。

5. 実験結果

現在実験中であり、追って報告したい。

6. まとめ

本研究では、人の視界に情報を提示するウェアブルデバイスである HoloLens と深層学習を組み合わせることで、日常生活行動中の危険状態認識し危険回避のためのナビゲーションを行うシステムを検討した。

参考文献

- [1] 渡邊修, 山口武兼, 橋本圭司, 猪口雄二, 菅原誠, 東京都における高次脳機能障害者数の総計の推計, 日本リハビリテーション医学会誌, Vol.46, No.2, p118-p.125(2009)
- [2] 大井翔, 佐野睦夫, 渋谷咲月, 水野翔太, 大出道子, 中山佳代, “高次脳機能障害者の自立に向けた調理行動振り返り支援システムに基づく認知リハビリテーション,” 認知リハビリテーション Vol.20, No.1, pp.51-61 (2015.10)
- [3] 佐野睦夫, 中川葵, 小谷凌和, 大井翔, 小山智美, 西野朋子, “高次脳機能障害者に対する掃除行動振り返り支援システム

に基づく認知リハビリテーション”, 認知リハビリテーション
22(1) 31-40 2017

- [4] NEC, “ウェアラブルデバイスを用いた安全・安心・便利な見守りサービス”
(<https://jpn.nec.com/techrep/journal/g16/n02/160207.html>), (最終閲覧日 2018年7月27日)
- [5] 砺波 匡, 小野 久美子, “日常生活時における建物内での事故についてのアンケート調査(その1)-個人属性と事故状況の実態分析-”, 安全工学シンポジウム公園予稿集, Vol.2007, pp239-2421 (2007.8)
- [6] Joseph Redmon, Ali Farhadi, “YOLO9000: Better, Faster, Stronger”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), 2017
- [7] 大北拓哉, 土井健輔, 大井翔, 佐野睦夫, “慣性センサを用いた調理時の注意状態認識と付随動作認識の検討”, 第35回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2017AC112-01, 2017.