

遠隔認知リハビリテーションのための支援ロボットと環境認識技術に関する研究～人と生活用品のインタラクションに基づく危険度マップの生成～

堤下裕介^{†1} 大井翔^{†1} 佐野睦夫^{†1} 西口敏司^{†1}

我々は、認知症患者や高次脳機能障がい者などの障がい者に対して、日常生活行動全体を認知リハビリテーション対象とし、障がい者の自立を促進するために在宅における遠隔認知リハビリテーションという新しいリハビリテーション方式に取り組んでおり、それを支援するロボットの研究を行っている。本研究では、遠隔認知リハビリテーション支援ロボットの環境認識処理において、認知障がい者の危険行動に焦点をあて、生活空間の危険度マップ生成を行う方式について検討する。

Environmental Recognition Technique and Approach Robot for Remote Cognitive Rehabilitation.

~ Generation of a risk map based on the interaction of the person and the uses around the house in daily life~

YUSUKE TSUTSUMISHITA^{†1} SHO OOI^{†1}
MUTSUO SANO^{†1} SATOSHI NISHIGUCHI^{†1}

We study a new assistant robot supporting remote cognitive rehabilitation at home to promote self-reliance for dementia patients and higher brain dysfunction cognitive people. This paper focuses on risky actions of cognitive dysfunction people and proposes a new method for estimating their risks in a life environment and generating risk degree map for supporting remote cognitive rehabilitation by assistant robots.

1. はじめに

認知症患者は180万人、認知機能の低下が見られる認知症予備軍は400万人、脳血管障害や脳の外傷により脳機能が一部損傷する高次脳機能障害を有する患者は年間48000人以上発生し総計30万人の患者がいると報告されている。我々は、このような認知症患者や高次脳機能障害者(以後、認知障がい者と呼ぶ)に対して、料理や掃除・洗濯などの日常生活行動全体を認知リハビリテーション対象とし、障がい者の自立を促進するために在宅での「遠隔認知リハビリテーション」という新しい認知リハビリテーション方式の確立に取り組んでいる。遠隔認知リハビリテーションは、医療機関やリハビリ施設と認知障がい者の自宅がネットワーク接続されており、在宅ロボットが監視エージェントの役割を果たし、医療現場や家族の介護負担を軽減するものである。本研究では、安全性を考慮した生活密着型の認知機能リハビリテーションの遠隔支援システムを構築するための在宅ロボットによる環境認識に焦点を当てる。日常生活における危険性を抽出し支援する研究例として、乳幼児の生活行動に関するものがある^[1]。しかし、子どもの事故の環境要因の検出と事故を起こさないための環境構築に関する研究であり、認知障がい者に対する危険行動予測に関するものではない。認知障がい者は、直前の行動を失念したり、危険性を認知できない状況が起こり得る。本論文で

は、認知障がい者の行動予測に基づき、リアルタイムで、生活空間における危険物とのインタラクションの強さの度合いを示す危険度マップを自動生成するアルゴリズムの初期検討結果を報告する。

2. 危険度マップ

本研究で定義する危険度マップとは生活空間における生活用品が何で、どこに置かれていて、どの程度危険であるかをマップにしたものを指す。作成に必要なものが、物体認識と状態検出及び人の行動パターンである。まず、①物体が何であるか。物体により危険度が変わるので物体の認識が必要になる。次に、②物体の状態である。状態により危険かどうか変化するため必要である。最後に、③人との関係である。物体が危険であっても人が関わらないと人に対する危険はない。このような3つの観点を相互に見てマップを作成する。作成された危険度マップの一例として以下の図2.1に示す。



(左：熱していない状態，右：熱された状態)

図 2.1 危険度マップの一例

^{†1} 大阪工業大学
Osaka Institute of Technology University.

図 2.1 の①の部分、危険な物体がある箇所を示しており、②が危険の及ぶ範囲である。まず、登録された日用品の形状データベースに基づき危険可能性のある「鍋」の位置を認識する。次に、温度センサ値に基づき、鍋が一定の値を超えた場合、鍋が「現在危険な状態である」ことを認識する。危険な状態である日用品の周囲はある危険度の確率で「危険が及ぶ恐れのある領域」とする。今回は、危険物体を囲む外接矩形枠により危険領域を特定し、危険が及ぶ領域については、その周囲の矩形領域とした。今回、扱う日用品の認識対象はキッチン空間にあるものに限る。危険度マップを作成するに当たり、健常者にとって安全なモノ・場所であっても、障がい者にとっては危険になる場合がある。例えば、床に本が落ちた場合、健常者は床に本が落ちたと認識することができ、その部分を通らないといけない場合は跨ぐか拾うという行為に及ぶ。しかし、障がい者は、落ちたと認識しても失念してしまうことがあり、落ちて障害物となった領域を歩こうとすると落ちたものを踏んでしまい、転倒する恐れがある。我々は、このような二次被害を防ぐために、その場所が危険であるかないかを判別した危険度マップを作成する。

3. 危険度の推定及び物体認識

危険度マップを作成するに当たり、危険度の推定と物体認識が必要となる。初めに危険度の推定について述べる。そこで、本研究では危険度は、①怪我をする恐れのあるもの、②人の行動によって怪我が起こるものとした。

①の例として、包丁や熱された鍋などが挙げられる。基本的には触れると怪我が起こるものは危険であるとした。②では、人と物との距離、人の向き、人の手の位置情報などが挙げられる。仮に包丁などがキッチン台に置かれていても、手が台よりも下にあれば危険度は低くなる。このように①と②の相互を考えて危険度を推定する。特に物体の位置関係は、大きくエッジ部分にかかっているかどうかという点があり、包丁など刃物に関しては、(A) 刃が手前に向いている、(B) 刃が奥に向いている、(C) 物体の一部が台からはみ出している、等のパターンが考えられる。

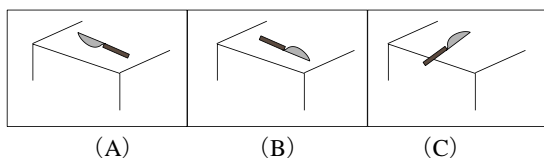


図 3.1 物体と環境の関係 (刃物と調理台のケース)

特に人と物とのインタラクションは、(A) 物体との距離がある場合、(B)物体との距離は近く手が台よりも下にある場合、(C) 物体との距離は近く手が台よりも上にある場合、(D) 置かれている物体に対して背を向けている場合、が

考えられる。

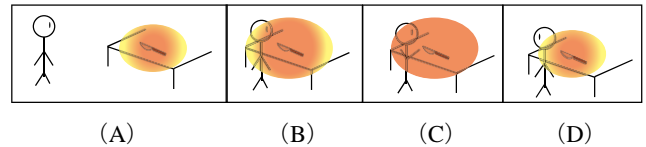


図 3.2 想定される人の行動パターン

次に、日用品の物体認識アルゴリズムを示す。まず、PCL (Point Cloud Library) を用いて、図と地の分離を行い、日用品 3次元データベースを作成する。そして、そのデータベースとの照合処理を行い、日用品の特定と位置推定を行う。今回は、初期検討として、ユークリッド距離に基づく識別アルゴリズムを用いたマッチングを行った。図 3.3 では、平面除去を行い、図と地の分離を行った前後の画像 (刃物のケース) を比較している。図と地の分離を行うことにより、背景に依存されない物体の 3次元データベースを作成することができる。

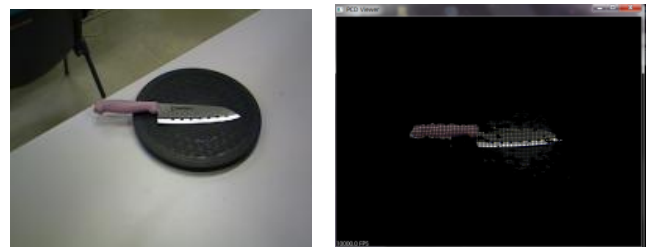


図 3.3 入力画像 (Xtion カメラ) (左) と PCL 処理結果 (右)

現段階では、評価している日用品の種類は、29 個である。今後、対象数を増やし、認識率向上を目指してアルゴリズム開発を進めていく。また、単一に置かれた物体に対して処理を行っているが、今後は、複数物体が置かれている状況下での日用品認識アルゴリズムについて検討中である。

4. おわりに

人間の行動推定結果に基づき、生活空間における危険物マップを作成する方式を提案し、簡単な日用品を対象として、危険度マップを自動生成するアルゴリズムの初期検討結果を報告した。今後、ロボット対話を活用した環境学習および、危険度マップの信頼性を向上させるための環境埋め込み型センサとロボット搭載センサを統合したセンシング方式についても検討していく予定である。本研究の一部は、文部科学省研究費補助金 (基盤 C 24500245) の支援を受けた。

参考文献

[1] 柴田康徳, 本村陽一, 西田佳史, 山中龍宏, 溝口博: 日常モノデータベースとライフログとの統合による危険の可視化, The 21st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence(2007)