

プログラム名： タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名： ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

不定形パターン情報処理に基づく極限環境センシングの能動化と

センシング情報の知的化

研究開発機関名：

信州大学

研究開発責任者

山崎公俊

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究開発の目的は、オペレータの負担を軽減するための視覚情報提供手段を構築することである。ここでの負担とは、プラットフォームの移動経路の確保や探索対象の発見における視覚的負担を指す。天災により崩れた地形や山岳斜面、地震等により半倒壊した家屋の内部における遠隔探査を対象とする。本研究開発成果により、プラットフォーム側で能動的に状況認識を行い、その結果を従来の提供情報に上乗せしてオペレータに提示することで、活動の効率化を図る。

その実現のため、当該年度はセンサの選定と視覚情報処理手法の模索と実装をおこなった。さらに、それを模擬災害現場で撮影した画像列に対して適用することとした。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果


2-1 進捗状況

上記目標の実現のため、下記項目について研究開発をおこなった。

- ・ 索状ロボット・サイバー救助犬への搭載を目的とした環境認識手法の提案と実装
- ・ 脚ロボットへの搭載を目的とした表面性状推定手法の提案と実装

2-2 成果

上記項目の成果概要を下図でそれぞれ示す。




Objective

被災環境画像の理解に基づく遠隔移動体の操作補助視覚
- 探索活動の効率化: 移動経路の確保, 被災者の発見, etc.

遠隔移動体における被災環境画像理解の難しさ:
動きの不連続性 & 画像のブレ

操作補助視覚で目指すもの

- ・ 環境の構成物の存在と配置を推定・提示
- ・ 異物(探索対象等)の候補を抽出・提示




被災環境探索のための画像理解

PI: 山崎公俊, 信州大学

11/2016

Approach

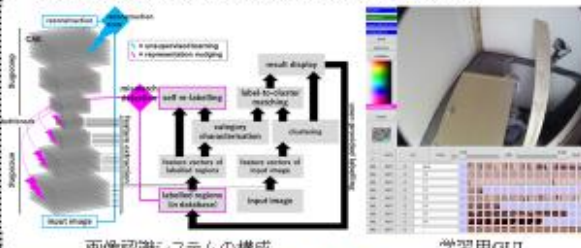
- ・ 遠隔操作者への情報提示
- ・ 不定形の対象にも適用できる認識手法の研究




Results

畳み込み自己符号化器と表現すらしによる画像の領域分割と分類

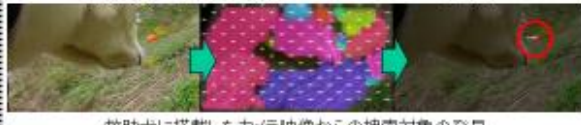
- ・ 入力時は時系列カラー画像
- ・ 事前準備(学習データの収集等)の負担を大幅に軽減
- ・ ユーザの認識能力をシステムに反映させながら学習



画像認識システムの構成




学習用GUI




救助犬に搭載したカメラ映像からの探索対象の発見

Key Milestones and Alternative Approaches

| | |
|-----------------|-------|
| - 分類手法の研究 | 11/15 |
| - 深層学習による手法の検討 | 6/16 |
| - フィールドテストによる検証 | 6/16 |
| - 異物発見手法の研究 | 6/16 |
| - 異物に反応する検別器の設計 | 11/16 |
| - フィールドテストによる検証 | 3/16 |
| - 処理の高速化 | |




AIS Lab
Advanced
Intelligence & Systems




信州大学
SHINSHU UNIVERSITY

当該年度における環境認識手法の大きな成果は、昨年度の課題であった、大量の学習データを準備する必要性を緩和したことである。具体的には、比較的少量のデータから画像の教師なしクラスタリングを可能にしたのち、オペレータがそれに基づいて識別対象を指示するなどにより、識別能力を獲得していく方式を提案した。プレスリリース、フィールド評価会などにおいて一般公開し、その性能を評価することができた。



Objective

素材の表面性状の違いを視覚・触覚を用いて記述
- 探索活動の安全性確保: 移動経路候補の提示 etc.




様々な素材 液体/堆積物

表面性状推定の難しさ:
素材の種類に加え、液体や堆積物の存在も考慮する必要がある。

視触覚による表面性状推定の基礎検討


PI: 山崎公俊, 信州大学

11/2016



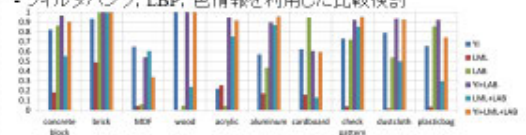
Approach

- 遠隔操作者に探索活動の援けとなる視覚情報を提示
- 視覚的には抽出しづらい情報も付加



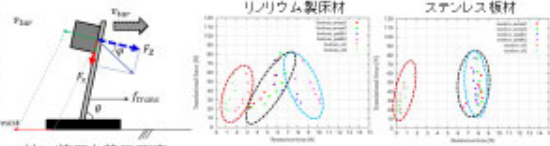
Results

画像処理によるアプローチ
- フィルタバンク, LBP, 色情報を利用した比較検討



YI, LML(フィルタバンク)とL*a*b*(色)を併用した場合に識別率が高。

払い動作によるアプローチ
- 水/油など、視覚では識別が困難な場合の対応
- 抵抗力・並進力・速度等から、床面状態の記述可能性を検討



払い装置と着目要素
・抵抗力(カセンサから取得)
・並進力(ロボットの表現値)
・速度(ロボットの表現値)

水/油/液体なし、の3状態における払い感覚の違い
(横軸: 抵抗力, 縦軸: 並進力)

Key Milestones and Alternative Approaches

| | |
|---------------------|-------|
| - 画像からの表面性状の記述 | |
| - 空間周波数フィルタによる手法の検討 | 11/15 |
| - 触覚からの表面性状の記述 | |
| - 有意な触覚データの選定 | 9/16 |
| - フィールドテストによる検証 | 3/17 |
| - 視触覚処理の統合 | |
| - フィールドテストによる検証 | 3/17 |

当該年度における表面性状推定手法の主な成果は、接触を伴う新たな方式を提案し、視覚のみでは識別が困難な状況に対しても表面性状を認識できる可能性を示したことであった。払い動作とは、床面を軽くなできるようにエンドエフェクタを動かす行為であり、このときに力センサが受ける床面からの抵抗力を用いれば、床や堆積物などの違いを記述できる可能性があることがわかった。この検証のため、車輪型移動ロボットに払い装置を搭載して評価実験をおこない、学会等で報告した。

2-3 新たな課題など

当該年度の環境認識手法に関する取り組みでは、少量のデータからの事前学習と、オペレータからの指示等によるオンライン学習を組み合わせ、識別器を簡便に構築する方式を提案した。これにより、様々な現場にすばやく対応できる可能性を示すことができたが、一方で、大量の学習データを要する方式と比べると、性能面での課題は残った。よって今後は、性能向上のための工夫、例えば照明条件変化へのロバスト性向上、一般的な画像データセットによる事前学習結果を利用する方法などを検討していく、これまでの手法の利便性を維持しつつ、識別器の性能向上をおこなっていく。

また、表面性状推定に関する取り組みでは、払い装置のさらなる改善と、様々な表面性状に対する評価実験をおこなうことが今後の課題である。

3. アウトリーチ活動報告

フィールド評価会等の対外発表の機会を利用して、研究開発の成果をアピールした。また、下記3件の対外報告をおこなった。

- 「被災環境下での捜索・状況確認活動を支援する画像認識システム」として、科学技術振興機構のImPACT NEWS LETTERに掲載された，Vol.8, pp.5, 2017年1月31日。
- 雑誌「子供の科学」2016年11月号9ページに，災害対応ロボットのための画像認識システムが紹介された。
- 信州大学，東北大学，科学技術振興機構，内閣府の連名により，被災環境における災害対応ロボットのための画像認識システムについてのプレスリリース．2016年9月6日。