

平成 22 年 6 月 3 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20700186

研究課題名（和文） 人間・環境とのマルチモーダルなインタラクションに基づく
日常環境中での物体認識研究課題名（英文） Object Recognition System through Multimodal Interaction
with Human Users and Environment

研究代表者

中村 明生 (NAKAMURA AKIO)

東京電機大学・未来科学部・准教授

研究者番号：00334152

研究成果の概要（和文）：

ロボットが頼まれた物をもって来る場合を考え、そのために必要なマルチモーダルインタフェース及び物体認識について研究する。ヒューマンインタフェースに関して、ジェスチャ認識を主とする。指差しによる類似物体指示及び指及び手の軌跡追跡による手描き図形認識を考える。人間の手・指の運動を検出し、さらにその手先の向き・軌跡をトラッキングして必要な情報を獲得する手法を提案する。物体認識に関しては、ロボットは日常環境にある様々な物体から認識対象である物体の候補を切り出し（セグメンテーション）、類似した色・形状・大きさの物体と区別してそれが何であるか、という識別（物体識別）を行うことが必要となる。一般環境に適応したセグメンテーション手法を提案する。画像処理のみでは「物体の実際の境界」と、「表面上の模様境界」との判別が困難であるが、ロボットで物体の一部を動かすことにより、曖昧性の改善が期待できる。

研究成果の概要（英文）：

We do research on multimodal interface and object recognition system for a service robot that brings a requested object to a human user. Concerning the interface between the robot and the user, gesture recognition is used. The method to obtain useful and necessary information by detecting and analyzing the motion of human hands or fingers is proposed. As for the object recognition, the robot with an arm contacts or taps objects in the surroundings. The visual information changes as a result of physical interaction between the robot and objects. By using visual change information, the accuracy of identifying a certain object existing in a daily life is improved.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：ロボット工学，コンピュータビジョン，ヒューマンインタフェース

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：物体認識，ジェスチャ認識，画像セグメンテーション

1. 研究開始当初の背景

現在、家庭用・介護用サービスロボットが盛んに研究されている。人間と共存して作業依頼を実行するためには、ロボットは人間と自然な形でインタラクションしなければならない。さらに、人間に依頼された対象物体を認識しなければならない。環境はロボットに対して整備されていない実環境である。本研究では人間がロボットに対し実環境中に存在する対象物体をとってくるように依頼し、それをロボットが実行する状況を想定してそのために必要な機能を実装するとともに、実際にシステムを作る。

【人間とのインタフェース】

最も自然で使いやすいと思われる音声対話を基本とするが、それだけでは十分ではない。人間同士で被依頼者が知らない物体を持ってきてくれ、と頼まれた場合の対話・依頼行動を考える場合、ジェスチャが有用である。手や腕で近くのを指差して「こんな色」と言ったり、空中に図形を描画して「これくらいの大きさ」「こんな形」と言ったりすることが多い。ロボットがこのようなジェスチャを認識できれば人間との意思疎通もスムーズになる。これに関連する研究としては手描き図形認識が挙げられ、盛んに研究されている。また、空中手書き文字認識、手描き図形の認識といった研究もある。申請者も、埼玉大学にて物体を指差して対象物体領域を限定し、視覚による物体認識の補助を行う研究に関係した。また、空中に一筆書きの要領で図形を描き、閉曲線図形を認識する基礎研究を現在行っている。人間とのインタラクションにより、ロボットは対象物体の色、形状、大きさといった属性情報を得る。

【物体認識】

ロボットが対象物体を取るためには実環境からその物体を見つける必要がある。しかし、日常環境に様々あるであろう他の物体から認識対象である物体の候補を切り出し（セグメンテーション）、類似した色・形状・大きさの物体と区別してそれが何であるか、という識別（物体識別）を行うことが必要となる。日常的な物品を扱う場合、形状が類似していたり、一つの物体に複数色が塗られていたり、文字・模様が描いてあったり、物陰に隠れていたり、と人間にとっては簡単だがロボットビジョンでは非常に難しい問題を解決する必要がある。物体認識にロボットアームの能動的動作を利用する例としては、オクルージョン発生時にも視点を変更することで隠された特徴を探索する、といった例もあるが、環境・物体と積極的かつ物理的にイン

タラクションをしながら視覚とアームが協調して環境を観察しようとする研究は少ない。実際に物体を操作してみるといった試行を行う研究、物体の動きから機能を類推する研究もある。また、物体を軽くはじいて、出る音情報から構成物質を推定する研究もある。サービスロボットシステムにとって物体認識は重要なテーマではあるが、未だ決定的手法が出ていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では人間からの依頼に添ってタスクを実行するロボットに必要なユーザーフレンドリかつ知的なマルチモーダルインタフェース及び物体認識システムを構築する。具体的には以下の2点を実現する。

- (1) ヒューマンインタフェースとしてのジェスチャ認識機能。
- (2) ロボットの能動的行動と視覚の相互支援機能。ロボットアームを用いて、環境中の物体と物理的かつ能動的にインタラクションし、物体の挙動・反応を観察・解析することで物体認識を行う。

3. 研究の方法

研究目的(1)に関して、音声対話をインタフェースの基本とするが、これは既存研究を用いることとし、ジェスチャ認識に焦点を絞る。ロボットにとって対象物が未知の場合は大きさ・色・形状といった物体属性を人間がジェスチャで指示する。ジェスチャとしては2種類、指差しによる類似物体指示、また指及び手の軌跡追跡による手描き図形認識を考える。前者に関しては、指差しにより「こんなもの」「このような形」といった指示を出し、その先の物体を発見する研究を既に行っている。また後者に関しても、指先の代わりにマーカを用いてはいるが、空中手描き描画図形の認識に関する研究に着手した段階である。人間の手・指の運動を検出し、さらにその手先の向き・軌跡をトラッキングして必要な情報を獲得する手法を確立する。

研究目的(2)に関しては、ロボットからの物理的接触による視覚情報の変化の観察のみならず、接触の際に発生する音響情報も利用する。このような物理的接触は主に「押す」「弾く」といった動作を想定し、アクティブ試行と呼ぶ。未知物体であるため、「把持する」「持ち上げる」といった動作は物体破損の恐れがあるため考えない。視覚情報からは色・形状・大きさといった属性、音響情報からは構成物質・中空か否か・何かに接着して

いるか否か・重量等といった属性の獲得が期待でき、視聴覚情報を融合することで認識精度の向上が期待できる。これに関しても、フレーム間差分・ステレオ視・オプティカルフローを用いた物体の3次元運動検出を行っている段階である。日常生活に乱雑に存在し、複雑な模様(テクスチャ)を持つ未知物体にも対応できるロバストな物体認識手法を確立する。

4. 研究成果

人間と共存するサービスロボットを想定し、そのために必要なマルチモーダルインタフェース及び物体認識について研究した。

まず、人からロボットへの情報伝達・指示に関して、ジェスチャ認識インタフェースを構築した。一般環境中でユーザの指先位置を検出し、その軌跡が描く円・四角形・三角形といった基本的な図形の識別を可能とした。それとは別に、高次局所自己相関特徴 HLAC を用いて手形状を識別、TV・オーディオ等の家電操作指令入力に利用する手法を提案した。ロボットから人間への情報提示に関しては、まず、顔及び服色の情報に基づき個人を特定・追跡する手法を研究した。また、パン・チルト機構付きプロジェクタにより、空間中の任意の位置に情報投影するシステムを開発、これとジェスチャ認識を組み合わせ、空間中のどこにいても情報を入出力できるシステムの基礎を構築した。これを人物追跡と融合させ、システムとしての完成度を向上させる予定である。インタフェースに関しては、ほぼ研究目標を達成できたと考える。

物体認識に関しては、一般環境を撮影した画像からの個別物体切り出し(セグメンテーション)を目指して研究した。色相の分散値を利用することにより、照明条件の変化や、物体上の模様の影響に比較的ロバストな物体の境界抽出が可能となった。さらに、小型レーザレンジファインダ(LRF)を併用して、色情報と3次元情報を組み合わせて物体境界を判断することも行った。研究計画に記載した音響情報解析による物体属性推定は精度的に良い結果が出なかった。

以上の処理を施しても、依然として画像処理のみでは「物体の実際の境界」と、「表面上の模様の境界」との判別が困難であり、曖昧性が残った。そこで、ロボットアームが物体に物理的に接触して動かすことで視覚情報を変化させ、その様子を観察し、曖昧性を改善することを考えた。背景差分・オプティカルフローを使って物体の微小動作を検出した。しかし、一般環境において複数物体が乱雑に存在する環境におけるセグメンテーションに関してはまだ基礎段階にとどまっております。今後の改良が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

岩下 淳一, 戸澤 慶昭, 中村 明生: “日常生活の機器操作のためのジェスチャ認識インタフェースの開発”, 電気学会論文誌 C, vol.130-C, no.4, pp.676-685, April 2010 (査読有).

[学会発表](計8件)

後藤 宏毅, 川崎 雄造, 中村 明生, “情報投影型インタラクションシステムの検討”, 動的画像処理実利用化ワークショップ (DIA 2010) 予稿集, pp.149-154, March 2010 (山梨県甲府市).

吉田 靖, 辻 俊輔, 中村 明生, “物体操作を利用した画像セグメンテーション手法の検討”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW 2009) 予稿集,

pp.306-311/CD-ROM I-42.pdf, December 2009 (神奈川県横浜市).

戸澤 慶昭, 飯田 直也, 中村 明生, “家電機器操作のためのジェスチャ・インタフェースの検討”, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp./CD-ROM RSJ09-0540_p01.pdf, September 2009 (神奈川県横浜市).

飯田 直也, 戸澤 慶昭, 中村 明生, “ジェスチャ認識を用いた家電機器操作インタフェースの検討 - 操作開始合図としての手振り動作認識及び操作機器特定のための指差し方向推定 -”, 精密工学会画像応用技術専門委員会 サマーセミナー2009 予稿集, pp.89-92, August 2009 (三重県鳥羽市).

川崎 雄造, 鈴木 良, 松永 慎平, 中村 明生, “空中に手描きした物体形状の識別”, 第 15 回画像センシングシンポジウム (SSII 2009), pp./CD-ROM IS3-26.pdf, June 2009 (神奈川県横浜市).

吉田 靖, 弓指 聡康, 飯田 直也, 中村 明生, “ロボットアームによる物体の動きを利用した画像セグメンテーション”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2009) 講演論文集, pp./CD-ROM 1A1-B13.pdf, May 2009 (福岡県福岡市).

岩下 淳一, 戸澤 慶昭, 中村 明生, “日常生活の機器操作を目指した動作認識システムの開発”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW 2008) 予稿集, pp./CD-ROM I-14.pdf, December 2008 (神奈川県横浜市).

戸澤 慶昭, 岩下 淳一, 中村 明生, ``自己
相関特徴を用いた実時間動作認識シ
ステムの開発", 精密工学会 画像応用技術
専門委員会 サマーセミナー2008 予稿集,
pp.7-10, August 2008 (栃木県那須郡那須
町).

〔図書〕(計0件)

なし

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

なし

取得状況(計0件)

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

中村 明生 (NAKAMURA AKIO)

東京電機大学・未来科学部・准教授

研究者番号：00334152

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし