

焦電型赤外線センサによる「空気を読む」技術の提案

小田 謙太郎[†] 柴田 邦宏[‡] 末岡 浩憲[‡] 吉田 隆一[†]

経済的、計算機資源的にコストの小さい焦電型赤外線センサを用いることによって、人間の行動例えば、仕事でのコンピュータの利用、くつろぎでのコンピュータの利用、読書、飲食、他人との会話中などを推定する方法を提案する。実験結果では、一つの焦電型赤外線センサを用い PC を利用しているユーザが動画サイトの閲覧を行っているのか、ニュースサイト等の他のウェブサイトを開覧しているのかを 60%台で識別可能であるという結果を得た。

The Reading and Estimating of Nonverbal Messages through Pyroelectric Infrared Sensory Measurements

KENTARO ODA[†] KUNIHIRO SHIBATA[‡] HIRONORI SUEOKA[‡] TAKAICHI YOSHIDA[†]

This paper proposes a design and development of human behavior identification system with a pyroelectric infrared sensor, whose cost is an economically and computationally low. We conducted a challenging experiment that tries to distinguish two web-browsing activities, watching movie sites and other web sites browsing using a single sensor. The experimental result shows that more than 60% accuracy is achieved.

1. はじめに

人は、例えば、ドミノ倒しを作製している人に対して声をかける場合には、相手の邪魔にならないよう、相手の作業が一段落したところで声をかけることが出来る。製作している人は、ドミノ牌の立て並べ作業という行動により、周囲の人に対して「不用意に声をかけないでくれ」という、暗黙のメッセージを送っていると捉えることができる。ここでは、このような人間が暗黙に発しているメッセージを読み解くコミュニケーション能力を「空気を読む」力と呼ぶ。空気を読むことのできない人間は、周囲に迷惑をかけ、嫌われると世間で言われることも多い。このように非言語コミュニケーションの役割は無視できないと考えられる。

本論文では、エンターテイメントロボットやコミュニケーションロボットあるいは家電機器などが「空気を読む」能力を持つことで、円滑で気持ちの良いコミュニケーション能力を持つことを最終目標とする。

人間からは一般には、表情や着ている服、髪型、音声のイントネーション、筆跡など、様々な非言語メッセージ（空気）が発せられていると考えることができるが、本論文では、机で作業を行っている人間の行動（仕事でのコンピュータの利用、くつろぎでのコンピュータの利用、読書、飲食、他人との会話中など）を焦電型赤外線センサによって推定する方法を提案する。

人間の行動を知ることによって、例えば、仕事中には、静かにして邪魔をしないコミュニケーションロボット、くつろいでいるときにアクティブに声をかけて癒しを与えてくれるロボット、飲食中であることを知り、飲み物を持ってきてくれる移動型サービスロボット、さらには、介護が必要な人の食事の時間やアクティビティを観測することで人の健康状態の推定などが可能となる。

2. 従来の人間の行動推定方法

人間の行動推定には、様々な方法が提案されており、カメラ、レーザーレンジファインダなどを用いる方法が提案されている。カメラを用いることで人間の移動や人間の顔の表情を読み取ることが可能である。レーザーレンジファインダは、センサからレーザーを反射する障害物までの距離を正確に検出することが可能であり、条件次第で人間の存在や位置を正確に検出することが可能であ

[†] 九州工業大学大学院 情報工学研究院
Faculty School of Computer Science and Systems Engineering,
Kyushu Institute of Technology

[‡] 九州工業大学 情報工学部
School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu
Institute of Technology

る。しかしながら、カメラやレーザーレンジファインダを用いる方法は、画像やセンシングデータが大量であり認識や推定の処理コストが高く、経済的にも高コストである。またカメラはユーザに対してプライバシー上の心理的な不安を与えると考えられる。

3. 焦電型赤外線センサのアドバンテージ

焦電型赤外線センサは、赤外線が誘電率の高い物質に当たることにより分極が起きる現象（焦効果）を利用したセンサであり、自動ドア、防犯用自動点灯ライト、人の位置を検出するエアコンなど、人の存在を検知して働く機器にすでに非常に多く利用されており、構造も簡単で比較的安価で安定に人を検出可能である。またデータレートが少ない(サンプリング周波数 10Hz)ため、小型の機器への組み込みを考えると非常に有効なセンシング方法となる。

4. 本研究の特徴

これまででも、焦電型赤外線センサを利用した研究があり、そこでは人の位置推定やトラッキング[1][2]、身長推定[2]や、最近では人物同定[3]も試みられている。これらの研究は、主に数 m 四方の部屋といった範囲で人の有無よりも高度な情報を推定すること狙っている。

本論文では、机の上などのより狭い範囲において人の存在のみならず、細かい行動、例えば、仕事でのコンピュータの利用、くつろぎでのコンピ

焦電型赤外線センサ



項目	詳細
机の幅奥行き	120[cm] X 70[cm]
焦電型赤外線センサ	パナソニック電工 AMN21111
センサインターフェース	サンマイクロシステムズ SunSPOT
サンプリング周波数	10[Hz]
被験者	男性3名
センサ設置	被験者にそれぞれ1つ
総取得データ(3名)	PC操作30時間分
行動推定実験データ	PC操作150分

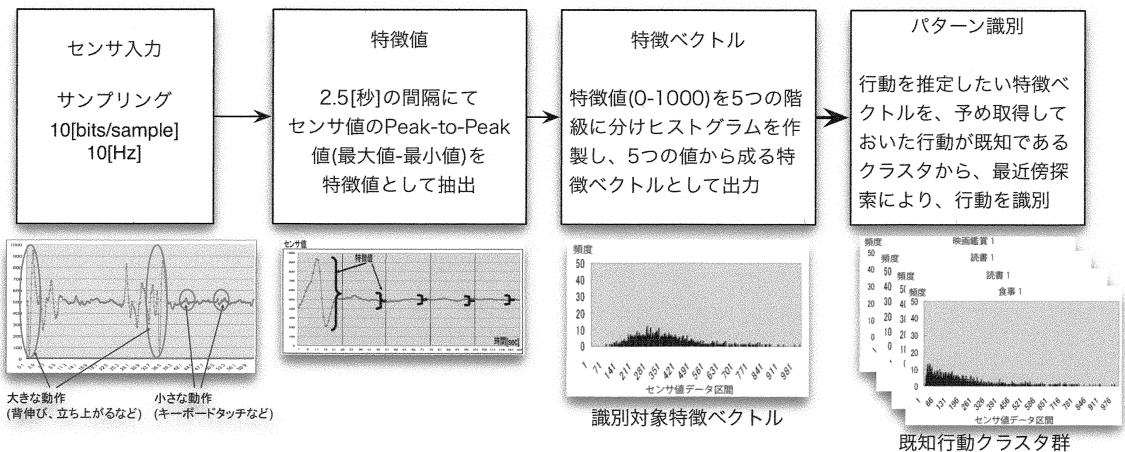
った行動の推定を試みる。

図2 行動推定実験条件

一方このような実験では、訓練データを得るために長時間の人の行動を記録する必要がある。観測者が被験者の行動を逐一記録する方法などが考えられるが、人手による方法では、長時間記録はコストの負担が大きく、監視していることによる被験者観測者双方の心理的な影響が無視できないと考えられる。本論文では、常駐ソフトウェアによる自動的な行動観測を試み、正確で大量の訓練データを取得することを狙う。

5. 行動推定の方法

行動推定の過程を図1に示す。行動推定は、一定時間ごと（今回は1分間）の人間の動作の強度分布を元に行う。これを行うため、センサ出力の強さ（人間の動作の大きさ）を反映する特徴量（Peak-to-Peak）を5つの階級に分解したヒストグラムを生成する。そして、このヒストグラムの



ュータの利用、読書、飲食、他人との会話中とい

頻度を5次元の特徴ベクトルとし、訓練データに

図1 行動推定の過程

よりラベル付けされたクラスタの中から k-最近傍探索(k=3)により行動推定を行う。距離尺度には、正規化ユークリッド距離を用いる。

6. 行動推定実験と実験結果

今回の実験では、1つの赤外線センサの出力からどれほどの行動推定の分解能が発揮できるかを検証することを目的とした。そのため、動作の特徴が出やすいと考えられる飲食や読書ではなく、PCの利用作業に限定し、PC利用作業の中での作業分類すなわち、ウェブ閲覧（ニュースサイト等）やプログラミング、またウェブ閲覧の中でも特に動画サイト（YouTube <http://www.youtube.com/> とニコニコ動画 <http://www.nicovideo.jp/>）の閲覧が識別可能であるか実験を行った。

PCでの作業は常駐ソフトウェアにより人がどの作業が行っているのかを自動的に取得できるようにした。自動的に取得されるデータは、時刻、アクティブウィンドウのタイトル文字列、マウスポインタの座標、キーボードの打鍵数、焦電型赤外線センサの出力(10[bits/sample])とした。サンプリング周波数は 10[Hz]とした。人の作業は、アクティブウィンドウのタイトル文字列から予め決定した。例えば、"eclipse"の文字列が含まれば、プログラミング作業とした。マウスやキーボードのアクティビティがない区間は、人が席を離れているとし、その区間のデータは除外した。

実験は、研究室の学生3名が普段の研究活動を行っている状況においてデータを取得した。センサは、各学生の机に一つずつ設置したが、センシング環境への依存や個人への依存をなくすために、学生が利用する机を定期的にローテーションさせている。また学生は研究に記録される情報を了承した上で実験を行った。

実験条件を図2に、行動推定結果を図3に示す。実験結果により、詳細な作業分類が60%台で可能であることが分かった。分類のミスの原因の一つとして、訓練データの外れ値が考えられる。外れ値の原因として、訓練データの取得が普段の研究活動中に行われたため、実験者がウェブ閲覧中に会話を行うといった行動も含まれるためである。会話は非常にアクティビティが高いため、通常のウェブ閲覧時に比べセンサ出力が大きくなり、外

れ値の原因になる。

7. まとめ

安価な焦電型赤外線センサを用いて、仕事でのコンピュータの利用、くつろぎでのコンピュータの利用、読書、飲食、他人との会話中など人の細かい作業分類が60%台で可能であることが分かった。より動作が大きな作業は高精度に推定できると考えられ、コミュニケーションロボットへの

図3 行動推定実験の結果

		認識結果		
		ウェブ閲覧	動画サイトの試聴	プログラミング
実際の動作	ウェブ閲覧	60%	12%	28%
	動画サイトの試聴	24%	68%	8.0%
	プログラミング	24%	0.0%	76%

応用が視野に入ったと考える。行動推定方法もシンプルであり、組み込みに有用である。今後は、識別精度の向上のため、現在行っている強度分布を特徴とする方法に加え、他の特徴量の導入も検討する。

参考文献

- 1) Multiple human tracking with wireless distributed pyro-electric sensors, Li, Nanxiang; Hao, Qi, Infrared Technology and Applications XXXIV. Proceedings of the SPIE, Volume 6940, (2008).
- 2) Human position/height detection using analog type pyroelectric sensors, OKUDA Shinya, KANEDA Shigeo, HAGA Hirohide, Embedded and ubiquitous computing : (EUC 2005 workshops) LNCS (2005).
- 3) Path-dependent human identification using a pyroelectric infrared sensor and Fresnel lens arrays, Jian-Shuen Fang, Qi Hao, David J. Brady, Mohan Shankar, Bob D. Guenther, Nikos P. Pitsianis, Ken Y. Hsu, Vol. 14, No. 2 OPTICS EXPRESS, (2006).