

焦電センサによる指示区画検知デバイス

野田 誠人[†]

慶應義塾大学 理工学部

大澤 博隆[‡]

慶應義塾大学大学院 理工学研究科

今井 倫太[§]

慶應義塾大学 理工学部

{noda,osawa,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

1 はじめに

本研究では、人間の手が指示した区画を検知するデバイスを開発した。本デバイスを既存の物体に取り付けることで、人間の手の位置に応じた情報提供を行うように物体の機能を拡張できる。

人間に対して情報の提示を行う状況、例えば店頭で電化製品の説明を行ったり案内地図のある区画を説明したりする際に、その説明対象を目や腕、口などのデバイスを取り付け擬人化しその物体自身が説明を行えば、ユーザにとってより印象深い説明が可能となり、説明を行なうための別のエージェントも不要になる。このとき人間がその物体に関して知りたい部分を指示して、その指示した領域に関する情報を提供できれば、より直感的で適切な情報提示が行えると考えられる。そのためには説明対象のある領域において人間の手の位置を検知する必要がある。また、既存の物体に情報提示をしてもらいたい時に各デバイスをその物体に取り付け擬人化を行なうため、検知するためのデバイスは取り付け、取り外しが容易である必要がある。人間の指示した場所を検知するための従来の方法としては、圧力を検知する接触センサやタッチパネルなどに使われている抵抗膜の技術がある。

しかし、これらの手法は検知したい領域にセンサを直接貼り付ける必要があり、取り付ける対象によっては実装が困難な場合がある。例えば貼り付ける領域が平面でない、取り付ける領域に隙間がある、もしくは広い面積をカバーする必要があるという場合に、このような機能を新たに設けるのは難しい。また取り付け、取り外しも困難である。

前者の問題に関しては、直接指示区画の検知を行う装置に触れなくとも検知を行うことができれば解決できる。後者は装置の構造が単純で、広い面積をカバーしやすい構造であれば実装は簡単に行うことができる。

そこで本研究では、焦電センサを使い検知したい領域の上部に付けるだけで二次元平面上の手の位置の検知が可能になる指示区画検知デバイスを開発した。本研究では、このデバイスを説明対象になり得る物体(電化製品)に実装して評価を行なった。そして実際に物体に取り付け、手の位置の検出ができることを確認した。

Device using Pyroelectric Sensor to Detect the Area Humans Indicate

[†]Masato NODA

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Hirotsuka OSAWA

Graduate School of Science and Technology, Keio University

[§]Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

2 設計

2.1 デバイスの構成

本研究で実装する指示区画検知デバイスは、焦電センサ(焦電型MP モーションセンサ NaPiO_n)を横一列に等間隔で配置するという構造になっている。焦電センサを横一列に5つ配し、それぞれの検知領域を示したものを図1に示す。検知領域は二次元平面上に広がっている。図中で示されるC1~C15に区分された領域が検知可能な領域になる。

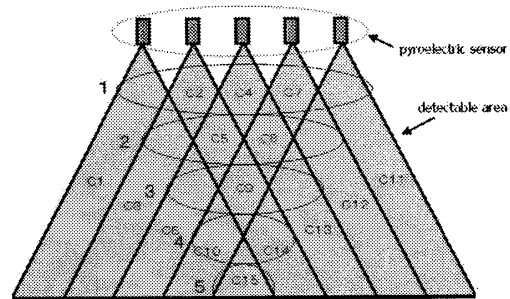


図1 焦電センサの配置と検知領域

2.2 システム構成

指示区画検知デバイスのシステム構成図を図2に示す。データの流れとしては、各焦電センサからON/OFFの値を受け取り、前処理を行った後、手が辿る尤もらしい経路を計算し手が指示している領域の座標を決定する。そして領域の座標に基づき目や口の形をした擬人化デバイスを操作する。

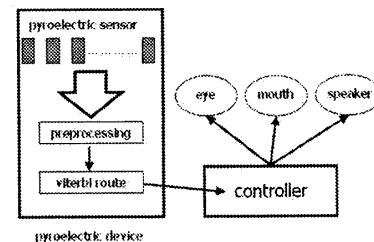


図2 システム構成図

3 実装

指示区画検知の実装

焦電センサは人体から発せられる赤外線の変化を検知し、変化があればHIGH、なければLOWを送るようになっている。つまりHIGHならば手はその焦電センサの検知領域内に存在し、LOWならば検知領域内に存在しないことになる。従って横一列に配した焦電センサの出力から、図1で示したようにそれぞれの検知領域により区分されたエリア中のどのエリアに手があるのかを知ることができる。例えば一番左とその隣の焦電センサのみがHIGHを送っているという状況であ

れば、手の位置は C3 の領域にあるということになる。

センサから送られてくるデータは、実際には不安定であり手を検知領域内に入れると HIGH や LOW にせわしく振れることがある。そのためセンサからのデータに前処理を行い、その後ビタビアルゴリズム [1] により尤もらしい手の経路と位置を決定する。ビタビアルゴリズムはセンサからの時系列データと現在状態に対応した遷移確率を用意しておき、最も高い確率の経路を選択するアルゴリズムである。時系列データに対応した遷移確率は、そのデータで決定される手がある領域からの距離の関数である。決定した経路(ビタビ経路と呼ぶ)中に、あるエリアが閾値以上存在すればそのエリアに手があると判断する。

4 動作実験

デバイスの精度測定

本デバイスの性能評価のため、接触センサやタッチセンサでは直接貼り付けられる領域がない本棚(段と段との間は空洞になっていて貼り付けられない)に指示区画検知デバイスを取り付け、指示した領域に対する検知領域の精度を測った。また、センサからのデータに処理アルゴリズムを適用せずに、検知領域を決定した場合の精度も調べた。

擬人化デバイスとの連携動作テスト

デバイスの使用テストのために、シュレツダに目を表示するデバイスと一緒に取り付けて(図3)、手で指示した場所を目で追跡させるプログラムを実装した。

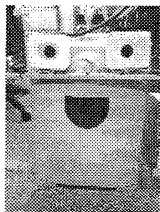


図3 シュレツダに各擬人化デバイスを装着した様子

5 動作実験の評価

5.1 デバイスの精度測定の検証

指示区画検知デバイスを本棚に取り付け、手で指示した領域とデバイスから出力された領域の比較を行った結果は図4のようになった。グラフの横軸は手で指示した領域と焦電センサとの間の距離を示していて、図1の青字で示した数字の段に相当する。1段階につき約8cmの距離である。縦軸は手で指示した領域と出力された領域が完全に一致した割合である。また、全体としての正確な検知率はアルゴリズム適用前が0.65で適用後が0.81であり、アルゴリズムの有効性が示された。

図4より、センサからの距離が離れる程、正確な検知率が悪化する傾向があるということが分かった。これは下の段に行く程、多くの焦電センサが正確に動作しなければならないからであると考えられる。ただ、4段目の精度のみ高い数値が出ているのだが、焦電センサの感度にはムラが多かったため、たまたま良い数値が出た可能性がある。

これにより直接貼る領域がない場所でおよそ80%の精度で指示区画の検知が行なえることが確認できた。

表1 応答時間

	平均(sec)	標準偏差
アルゴリズム適用前	1.36	0.75
アルゴリズム適用後	2.37	0.34

また、手で指示してから、実際に検知領域が決定するまでの応答時間は表1のようになった。前処理やビタビアルゴリズムの処理により、精度に上昇は見られたが、応答時間は約1秒ほど遅くなっていることが分かる。これは前処理やビタビ経路の計算により遅延が発生したためと思われる。

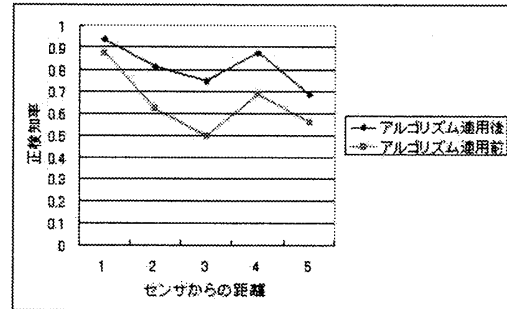


図4 デバイス精度

5.2 デバイスの使用テストの検証

指示区画検知デバイスで検知した領域を制御部に送り、その領域の座標に従って目の向いている方向を変えられるかを確認した。目の動きは、図5のように実行された。手で指示する場所を順次変えていき目はその場所を追跡していった。これにより、指示区画検知デバイスと、そこから送られて来た領域を基に目のデバイスが適切に動作したことが確認できた。

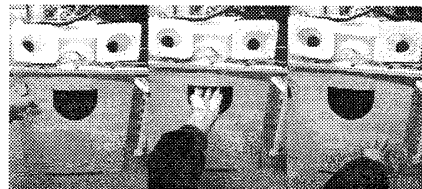


図5 指示区画の追跡

6 まとめと今後の課題

本論文では、取り付けた部分の下部の領域において手の位置を検知することができるデバイスを、焦電センサを使いビタビアルゴリズムを適用して実装し、その動作確認を行った。本システムにより、人の手がある領域を検出する機能を物体に後付けで容易に実装することが可能になる。本システムを連携動作テストで行なったようなインタラクションに適用するには、領域検知までの応答時間や精度の向上、また取り付ける対象によってはより高い分解能を実現する必要があるだろう。

参考文献

- [1] Andrew J. Viterbi. Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimum decoding algorithm, IEEE Transactions on Information Theory 13(2):260-269, April 1967.