

フォトレジスタを用いた学生の姿勢推定

—腕の左右位置の検出の試み—

有馬寛太*1・高瀬治彦*1・北英彦*1

Email: 421M203@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学工学研究科電気電子専攻

◎Key Words 姿勢検出, フォトレジスタ, 機械学習

1. はじめに

講師は授業中の学生の様子を把握する必要がある。学生に対してより良い授業を行うためには、講師が授業中の学生の状況を把握し、その情報をもとに授業の質の向上を行う必要がある。これは講師 1 人に対して生徒が少人数であれば可能であるが、100 人規模の教室での授業の場合など、生徒が多人数になる場合は困難になる。

また、講師は授業中の学生の様子を把握するためにさまざまな情報を参考にする。そのうち学生の行動について考える。行動は連続的な姿勢の変化によってもたらされるものである。そのため、行動の一部分を切り取ったものは行動ではなく姿勢と言える。また、姿勢を連続的に把握できるのであれば、姿勢から行動を把握することができる。よって、本研究では学生の行動を把握する一環として、学生の姿勢を把握することを目標にする。

学生の姿勢を把握するためのさまざまな研究が行われている。例えば、カメラを使用し授業中の学生の骨格の抽出を行い、その情報から姿勢を推定する方法¹⁾、影を使った姿勢推定方法²⁾などが提案されている。カメラを使用する方法はプライバシーや撮影される際の精神的負担の点で問題があると考えられる。影を使った姿勢推定方法では、簡単な姿勢の情報しか推定できないという問題がある。簡単な姿勢の情報とは腕の上げ下げや上体の傾き（前傾・後傾）などである。これらの情報だけでは、授業中に講師が確認する学生の行動の一つである³⁾ノートに筆記することと教科書を見ることの識別ができない。

そのため、本研究では影による学生の姿勢推定において、細かな姿勢の違いを検知することを目標にする。

2. 影を使った姿勢推定について

この章では、従来手法として佐々木らによる方法²⁾を紹介するとともにその問題点について簡単に説明する。

2.1 影を使った姿勢推定の方法

光センサであるフォトレジスタ 4 個を 1 つのセンサ群として、これを 3 個それぞれ左腕、上体、右腕に対応する箇所の机の縁に取り付け、そこにかかる学生の影の濃淡を測定値として使用し、姿勢推定を行う。センサ群を図 1 に示し、これらセンサ群を設置する場所を図 2 に示す。

2.2 影を使った姿勢推定についての問題点

この手法によって両腕の上げ下げ、上体の傾き（前傾・後傾）などの簡単な姿勢の情報の推定ができる可能性が



図 1 フォトレジスタを使ったセンサ群

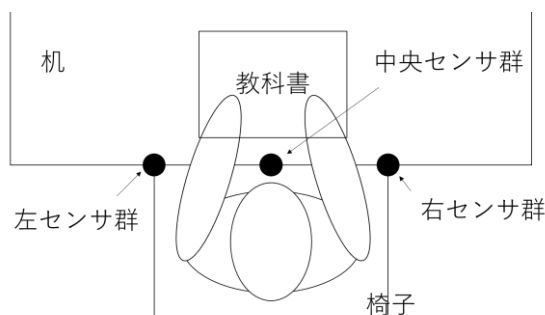


図 2 センサ群を設置する場所

示された。

しかし、センサ群の上以外での姿勢や細かな姿勢の変化に対応できないという問題がある。両腕の上げ下げが分かるだけでは、ノートへの筆記を行うときの腕が左右に移動するという姿勢の変化と教科書を開いている状態を保つ姿勢の 2 つの姿勢の違いを検出できない。これらの姿勢の違いは授業中に講師が確認する生徒の行動の一部であるため検知したい。

3. 提案法

3.1 検知したい細かな姿勢の違いについて

本研究で検知を目指す細かな姿勢の違いは、横方向に 5cm の移動と定義する。授業中の学生の姿勢推定において、検知したい姿勢の一部に、ノートへの筆記を行うときの腕の姿勢と教科書を開いている状態を保つ姿勢がある。これらを比較した時にわかりやすい違いはノートへの筆記は腕が机の縁に平行に横移動していくことである。

よって、本研究では机の縁に平行に 5cm の分解能を目標とする。

3.2 腕の位置の推定法

従来法で姿勢推定に対する必要な分解能が得られなかった理由は、腕の上下のみを測定していたことにある。上下のみであれば、多少の腕の位置の違いを許容するために 4 個のセンサを用いれば十分であった。しかし、横方向の腕の位置を検出するためには、これではセンサが足

りない。

そこで、多数の光センサを帯状に配置することを提案する。これらのセンサで測定した影の濃淡を電圧として読み取る。電圧は、明るい箇所は高く、暗い箇所は低く計測されるので、計測値の小さいセンサに対応した位置に影を落とすもの(腕)があると判断する。

ただし、センサ全体では左腕・右腕の影を測定したり、服・体格などの違いにより複数のセンサが影を測定したりすることが考えられる。そのため、予め定めたしきい値を下回るセンサを抽出し、抽出された連続して並んでいるセンサの位置の重心に腕があると判定する。

4. 実験

4.1 目的

多数の光センサを帯状に配置することで細かな姿勢の変化を検知できるのかを確認する。

4.2 実験方法

実験は、14個の光センサを帯状に2cmほどの間隔で配置した帯状センサを使用した。帯状センサを図3に示す。

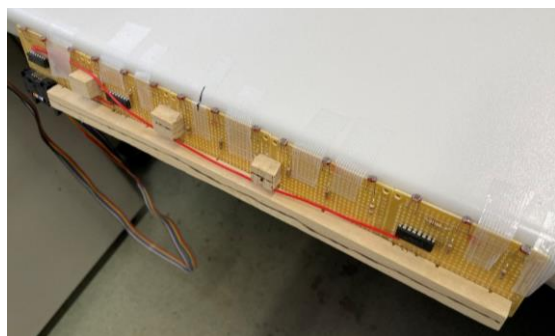


図3 帯状センサ

今回試作した帯状センサは右腕を対象としていない。しかし、人体の構造上左腕と同じよう結果が得られると考えられるため、左腕の結果のみを扱う。設置した14個のセンサは識別のため、左から順番に番号を割り振りセンサ1～センサ14とする。机の縁に帯状センサを設置し、椅子に座った状態で測定を行う。測定はセンサ1から順番にセンサ上で左腕を固定し影の濃淡を電圧として測定し0から1023の数値として記録した。

4.3 実験結果

左腕の姿勢に対して影の濃淡をグラフに示す。図4はセンサ1, 2, 3, 5, 9, 13上に腕が存在した場合の影の濃淡を示したものである。

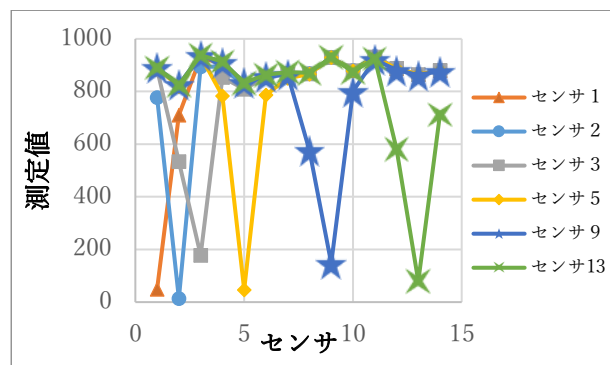


図4 センサ番号1, 2, 3, 5, 9, 13上に腕を置いた場合

4.4 考察

図4の全てのセンサに対するグラフより、しきい値を200に定めることで、しきい値以下の場合に腕を置いたと仮定すると、いずれの場合も腕の位置を正しく判定できることがわかる。

また、図4のセンサ1からセンサ3のグラフより、隣り合ったセンサであってもどのセンサの上に腕を置いたのかがわかる。そして、センサは2cmの間隔で設置しており、隣り合ったセンサで識別できるということは2cmの分解能を持つことがわかる。そのため、2cmの間隔での横移動は検知できる。よって、今回の研究の目標であった、横方向に5cmの分解能を持つことがわかる。

しかし、今回は理想的な場合を想定しており、天気などの周りの状況次第では測定値が200以下等の簡単なしきい値での姿勢推定が困難であると考えられる。そのため、今後はそれらを考慮に入れ詳しく解析を行える機械学習が必要だと考える。

5. おわりに

本研究の目標は、講師が授業中の学生の情報を把握する手助けの一環として、影を用いた姿勢推定方法でより細かな姿勢の変化を検知することであった。

多数の光センサを帯状に設置することで、細かな姿勢の変化に対応できるかの検討を行った。

その結果、簡単なしきい値をもって着座姿勢の学生の腕の姿勢推定が可能であることが示された。しかし、今回の実験は理想的な場合であったのでより詳しい解析を行う場合は機械学習等による、周りの状況を考慮に入れた解析が必要であると考えられる。

今後は、左右の腕の姿勢ごとの違いを識別させるために、機械学習を用いたより正確な判断を行いたい。

参考文献

- (1) 藤白智也, 浅利恭美, 宮田真宏, 山田徹志, 大森隆司: “授業中の画像からの姿勢推定による集中度の評価”, 人工知能学会全国大会論文集, 第34回全国大会, 一般社団法人人工知能学会 (2020).
- (2) 佐々木皓平, 高瀬治彦, 北英彦: “多数のフォトレジスタによる学生の姿勢推定—体格の違いへの対応—”, 2020PC Conference 論文集, pp.261-263 (2020).
- (3) 須田昂宏: “講義型授業における学生の表出行動の内面的意味の解明”, 名古屋大学大学院大学教育学会誌, 第37巻第2号, (2015)