

修士論文

講義中における学生の行動推定
ーフォトレジスタによる姿勢検出ー

平成 30 年度修了

三重大学大学院工学研究科

博士前期課程 電気電子工学専攻

瀧川 裕磨

目次

第1章	はじめに.....	3
第2章	講義中の学生を対象とした情報収集.....	5
2.1	講師が必要とする情報	5
2.2	情報収集において留意する点.....	5
2.3	使用するセンサ	6
第3章	講義中の姿勢推定.....	9
3.1	実験条件	9
3.1.1	センサの設置位置	9
3.1.2	センサ値に対する処理	9
3.1.3	被験者の行動条件	11
3.3	簡単なしきい値分類による姿勢推定	11
3.4	簡単なしきい値分類によって姿勢を検出できない例とその考察	20
第4章	結論.....	22
	参考文献.....	23
	謝辞	25
	発表論文リスト.....	26
	付録.....	27

図一覧

図 2.1: フォトレジスタ.....	6
図 2.2: 光センサの回路図.....	7
図 3.1: センサの取り付け位置.....	10
図 3.2: スマートフォンを操作している時の姿勢.....	14
図 3.3: スマートフォンを操作している時のセンサ値.....	14
図 3.4: 居眠りをしている時の姿勢.....	15
図 3.5: 居眠りをしている最中のセンサ値.....	15
図 3.8: 板書を見ている時の姿勢.....	18
図 3.9: 板書を見ている時のセンサ値.....	18
図 3.10: 資料を読んでいる時の姿勢.....	20
図 3.11: 教材を読んでいる時のセンサ値.....	21

表一覧

表 3.1: 各センサの位置.....	10
表 3.2: 姿勢による行動のグループ分け.....	11
表 3.3: 被験者 1 に対するしきい値分類の基準.....	17

第1章 はじめに

講義において学生の理解を深めるためには、講師が一方向的な教授を行うのではなく、学生の状況を把握し、その理解状況に応じて講義の難易度の変更や、指導方法の変更などの講義改善を行う必要がある[1]。少人数教育においては、講師が学生の状況を把握するのはそれほど難しくない。しかし、指導する学生が増加するに伴い、学生の行動を把握することは困難になる。こうした背景から、多数の学生の状況を把握するために、近年、教育に関するさまざまな情報を収集・解析する、ラーニングアナリティクス (Learning Analytics) が注目を集めている[2]。近年、LMS (Learning Management System) や e ポートフォリオ、MOOCs (Massive Open Online Courses) など、教育現場へのインターネットやコンピュータの導入、いわゆる「教育の情報化」が進展し、大量のログデータが蓄積されるようになった。それに伴い、それらのデータをどのように収集や分析するか、また分析結果をどのように教育・学習の支援へと役立てるかという、ラーニングアナリティクスの研究や実践が盛んに行われるようになった[3-6]。

ラーニングアナリティクスのうち、学生の状況を把握するためのデータの収集や解析に着目する。学生の状況を把握するために収集・解析対象となる情報は多岐にわたる。古典的な手法として、講義中にアンケートや小テストを実施し、またそれを解析することで学生の理解状況を把握、提示するものや、教材の学習履歴を分析することで学生の状況を把握するものがある[7-9]。さらに近年では、IoT (IoT: Internet of Things) をはじめとするネットワーク技術やインフラの発展に伴い、センサを活用しさまざまな情報を収集・解析することで、学生の状況を把握する研究が行われている。例としてはペンに加速度計を取り付けユーザの学習状況を判別する研究[10] や、児童の名札に加速度計を取り付け、体の揺れから授業参加・課題従事行動の把握をする研究[11]、クッション型の圧力センサを座席に設置することで学生の集中度を把握する研究[12]などがある。これらは学習中の学生の動きをセンサリングしており、コンピュータの操作ログや学習履歴からでは取得できない情報を収集・解析することでより詳細に学生の理解状況を把握することを試みている。しかしこれらの手法を多人数講義における学生の理解状況把握に用いるには、コストや学生への負担、プライバシーなどの点で課題がある。

そこで本研究では、講義において学習者の理解度を深めるために、多人数講義における学習者のさまざまな挙動・情報を収集し、それを解析することで、学生の理解状況を把握することを最終的な目標とする。その第一歩として本論文では、フォトレジスタを用いて講義中の学生の行動を観測し、それをもとに姿勢検出することを試みる。以下に本論文の構成を示す。2 章では本研究で収集する情報と収集方法について

述べる. 3 章では実験条件を述べ, 取得したデータの結果とその考察について述べる.
4 章で本研究についてまとめる.

第2章 講義中の学生を対象とした情報収集

本研究は、多人数講義における学習者の理解状況を把握することが最終目標である。そのためには、どのような情報をどのような方法で収集するのか考慮する必要がある。この章では講義形式の授業を想定し、その際に収集する情報とその収集方法について議論する。2.1 節では講師が学習者の理解度を深めるために必要とする情報について述べる。2.2 節では情報収集において留意する点について検討する。2.3 節では、使用するセンサについて記す。

2.1 講師が必要とする情報

講師は学習者の理解度を深めるために、講義中の学生の状況を把握する必要がある。また、その際に参考とする情報は多岐にわたる。講師が学生から得られる情報（フィードバック）は、大きく言語的フィードバックと非言語的コミュニケーションの2つに分類される[13]。ラーニングアナリティクスにおいてもこれらの情報を収集・分析する。言語的フィードバックには、講師の問いかけに対する返答や、ノート・メモの内容、テストや課題の解答などが該当する。古くから、言語的情報に着目した研究は行われてきた[14-16]。また近年では、1 章で述べたようにさまざまな教育支援システムによって言語的情報の収集・解析が可能となってきた。非言語的コミュニケーションについては、学生の表情・姿勢、教師との距離感、ノートをとるタイミングなどが該当する。コストや情報収集難易度などから、非言語的コミュニケーションについての研究は言語的フィードバックの研究に比べあまり盛んではない。しかし、講師が講義を改善するためには、言語的フィードバックから得られる情報についても取得、解析する必要がある。

本研究では、特に講義形式の授業を想定して、非言語コミュニケーションによる情報を収集することをめざす。講義を受講している学生は主に着席している状態で受講することになる。そのため、情報の収集と解析によって上体の位置と腕の動きを判別することができれば、講師が必要とする非言語的コミュニケーションの情報を収集する第一歩になると考えられる。

2.2 情報収集において留意する点

計算機により、学生の行動を判別するためには、さまざまな情報をセンサにより収集することが考えられる。この際、より多量の情報を取得すればするほど、つまり取得する情報量を増やすほど、高精度に学生の行動を判別することが可能となる。また、セン

サで情報収集するために多様な場所に設置することで多様な情報を収集することが可能となる。しかし、他人数の講義中に学生の行動を収集、判別するためには、収集解析システムの構築・運用のコスト、測定により学生にかかる負担、プライバシーの三点を考慮する必要があるため、いたずらに取得する情報量を増やしたり、不用意にセンサを設置することは困難である。

コストについては、観測対象の学生が多数いることに起因する。各学生での観測端末の価格がそれほど高くなくても、教室全体では多数の端末が必要なため、価格が高くなってしまう。また、各端末で多量のデータを取得しても、これを継続的に分析用計算機に集めるためには、ネットワークインフラを強化する必要がある。そのため、各端末は安価なものにし、一時に多量のデータを取得しないようにする必要がある。

負担については、学生に測定されていることを意識させない必要がある。特に、人体に接触して観測を行うようなものは学生に情報を収集している事を意識させることになり、学生の受講の妨げになると考える。そのため、人体に非接触で測定する必要がある。

プライバシーについては、個人情報保護法を含むパーソナルデータに関する法制度の改訂作業が進んでいる[17]。パーソナルデータとは、一人ひとりの個人に関連する情報の最も広い集合を意味する用語であり、個人情報保護法の中では「個人に関する情報」として記述されている[18]。今回の改正の特徴の一つとして、「本人の同意を必要としないパーソナルデータの第三者提供や目的外利用のための新たな枠組み」があげられる[19]。ただしこれは、前提条件として、個人の特定性を低減したデータへの加工、すなわち「匿名化」処理が必要とされる。しかし、法律が整備され、第三者提供が匿名化のもと可能となったとしても、プライバシー保護の問題は依然として残る。プライバシーを保護するためには、個人情報・パーソナルデータの種別だけでなく、それらをどのように取り扱うかといった「行為」と組み合わせてプライバシーの影響を考慮する必要がある。また、顔画像などの生体データを含む情報は、特にプライバシー性が高く、特別な取り扱いへの配慮が必要とされる[20]。ここでは、必要以上のデータを収集しないように、行動を判別するのに必要な情報を厳選して観測する必要がある。

2.3 使用するセンサ

前節で述べたこと三点を満たす情報源としてセンサで収集できるものは振動、音、照度がある。机や椅子の振動を測定することで、学生が机や椅子に対してどのような動作をしているかが推定できる可能性がある。音については、机・椅子などを伝搬する音からは、振動を測定した場合と同様の情報を得ることができる可能性がある。また、

学生周囲の音からは、学生の動作に伴う音が観測できる可能性がある。照度については、適切な場所にセンサを設置することで学生の体勢に関する情報を得ることができるだろう。以上より、これらの情報を収集・解析することで学生の状況が把握できると考える。

本稿では、特に照度に着目する。これは、震動・音は誰が発したものを特定しづらい場合があると考えたためである。照度を測定できる代表的なセンサには、カメラ、フォトレジスタがある。ここでカメラは周囲の情報を映像情報として取得するため、過度に情報を収集してしまう。そこで、フォトレジスタを利用することを検討する。これは、数 mm から 1cm 程度の大きさを持った素子(図 2.1)で、光が当たることによりその抵抗値が変化する。これにより、設置箇所の照度情報が得られる。動作に対する影の濃淡によってセンサ値が変動することにより学生の行動の情報が収集できると考える。また、フォトレジスタと抵抗を用いた回路(図 2.2)により、抵抗値を電圧値に変換し、A/D 変換器を通じて計算機に取り込む。センサ値はフォトレジスタに入射する光が明るいほど小さくなる。

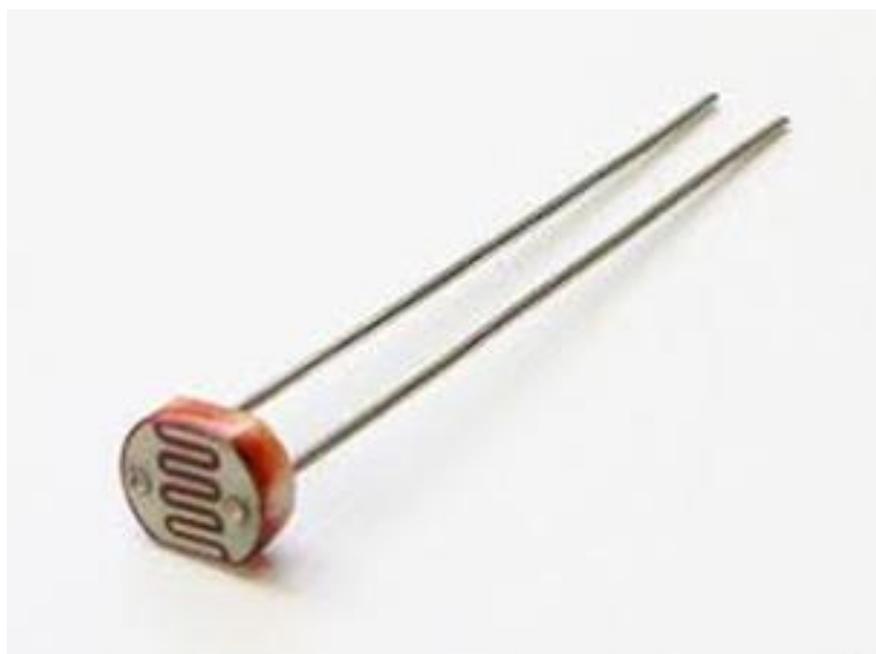


図 2.1:フォトレジスタ

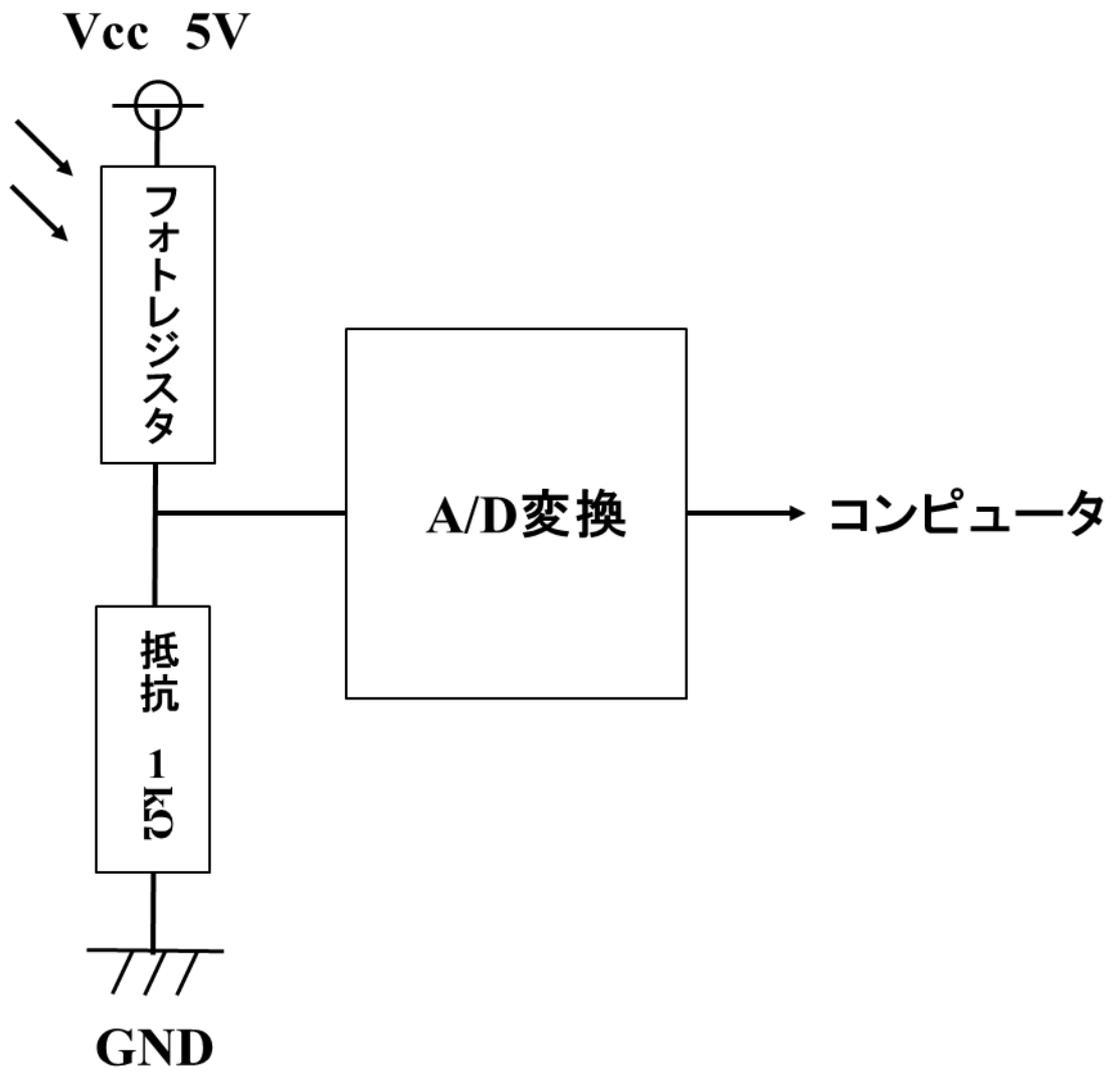


図 2.2: 光センサの回路図

第3章 講義中の姿勢推定

2章で述べたようにフォトレジスタを用いて影の濃淡から講義中の学生の姿勢が検出することができるのかを検証するために実験を行った。

着席し受講する状況を想定して学生がとる代表的な行動をした際に、机・椅子に取り付けた複数のフォトレジスタによる計測を行った。収集したセンサ値から腕・上体の姿勢を読み取った。

3.1 実験条件

講義中の姿勢検出のためにフォトレジスタを用いて実験を行った。本節では、センサの設置位置と被験者の行動条件について述べる。

3.1.1 センサの設置位置

机・椅子を十分に室内照明の光が当たり直射日光が当たらない環境に固定し、5つのフォトレジスタを取り付けた。また、影の濃淡を観測するためにセンサ面が天井と水平になるように設置した。そのセンサの位置を図3.1、表3.1に示す。センサ2とセンサ3の直線距離は座席の幅と同じ距離になるように設置した。これはセンサ4とセンサ5の直線距離と同じである。センサ値は0.1秒毎に取得した。図2.2の回路におけるA/D変換はMCP3008、抵抗は $1k\Omega$ (± 50)を用いた。

3.1.2 センサ値に対する処理

ノイズ影響を小さくするために連続する5回毎の測定値の移動平均をとった。また、各被験者の実験を行う前に、センサを設置した机・椅子の周囲に無人の状況で10秒以上センサ値を取得し、この間のセンサ値の平均値を以降の測定の基準値とした。取得したセンサ値と基準値の差から影の濃淡を読み取ることを試みた。

表 3.1:各センサの位置

センサ 1	机の手前側の中心
センサ 2	机の中心から右に 22 cmの位置
センサ 3	机の中心から左に 22 cmの位置
センサ 4	座席の右側中心
センサ 5	座席の左側中心

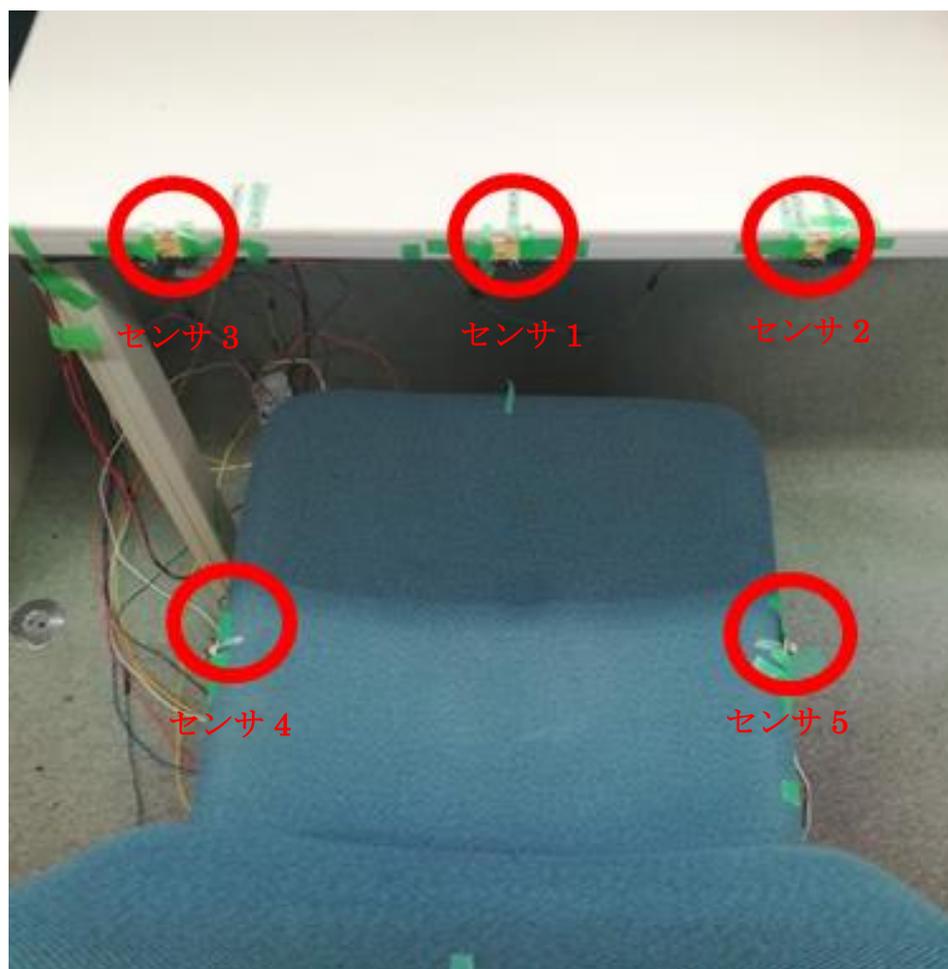


図 3.1:センサの取り付け位置

3.1.3 被験者の行動条件

被験者として 21 歳から 24 歳の男女 12 名で実験を実施した。センサを取り付けた椅子に被験者を着座させ、講義中に行うであろう行動を行うよう指示した。行動内容は筆記・聴講・板書を見る・教材を読む・スマートフォン操作・居眠りとした。行動の持続時間が 10 秒以上になるように行動開始と終了の指示を行い、行動開始から行動終了までのセンサ値を測定した。

2 章で述べたように講義中の学生の動きは上体と腕が主になる。この点に着目して、今回の実験では、各被験者の動作中の姿勢を観測したところ行動中の姿勢には個人差はあれど、上体・腕の状況の組み合わせから表 3.2 のようにグループ分けできた。また、2.2 節で述べたように行動推定の際には計算コストが低いことが望ましい。そこで今回は、詳細な行動推定のための第一歩として、行動中の被験者の姿勢がセンサ値の簡単なしきい値分類によって、どのグループであるかを推定できるか検討する。

表 3.2: 姿勢による行動のグループ分け

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	①	
上体が傾いていない	②	③

3.2 簡単なしきい値分類による姿勢推定

今回設置した 5 つのセンサのうち、椅子に取り付けたセンサ 4・センサ 5 は被験者の動きに対して次節で述べるような簡単なしきい値分類から姿勢の状況を読み取ることができなかった。これは腕や上体とセンサの距離が離れており、動作から発生する影が薄いことが原因であると考えられる。よって本稿では、机上に設置したセンサの数値に注目する。センサ 1 を中央センサ、センサ 2 を右センサ、センサ 3 を左センサと以後表記する。

この節では、被験者が実施した行動と、それに対する机上の 3 つの光センサの測定結果を示し、測定結果に簡単なしきい値分類を実施することによって表 3.2 で示すような行動のグループ分けが可能かを確認する。

本節では、一例としてある被験者(被験者 1)の測定結果に注目して議論する。この被験者に対する測定結果を分析したところ、以下表 3.3 のような基準により、姿勢をおおむね判別できることが分かった。

表 3.3: 被験者 1 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 40 以上	
上体が傾いていない	中央センサが 40 未満 左右センサが 30 以上	各センサ 30 未満

以下で、各行動に対する観測結果を用いて具体的に説明する。

1. 腕が机上であり、前傾姿勢となる姿勢(グループ①)

このような姿勢は表 3.2 で示した中でグループ①の姿勢である。被験者 1 はスマートフォン操作や居眠りの行動において、グループ①に分類される腕が机上であり、前傾姿勢となる姿勢をとった(図 3.2, 図 3.4)。その場合のセンサ値と基準値の差のグラフを図 3.3, 図 3.5 に示す。これらのグラフからすべてのセンサ値は常に 40 以上の値となっていることが読み取れる。



図 3.2: スマートフォンを操作している時の姿勢

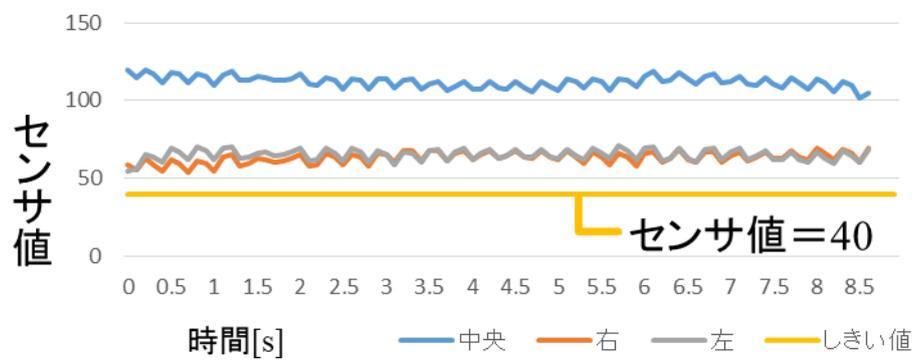


図 3.3: スマートフォンを操作している時のセンサ値

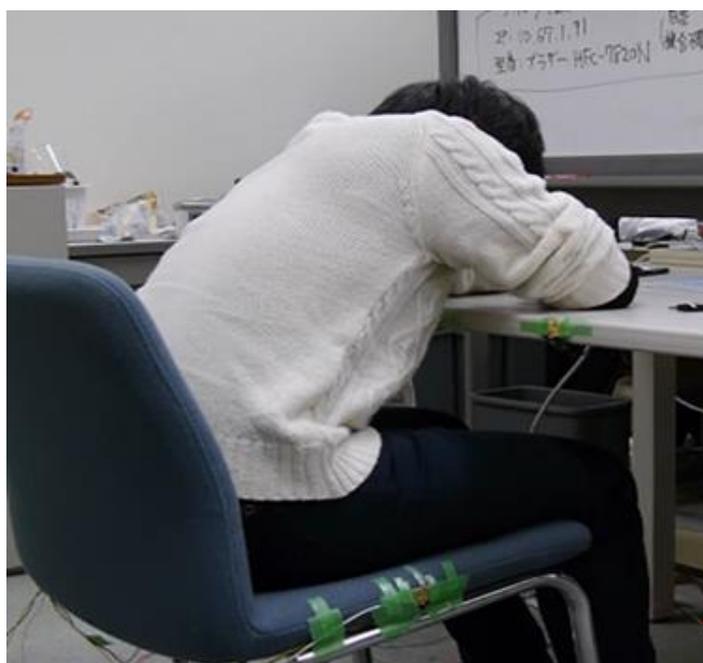


図 3.4: 居眠りをしている時の姿勢

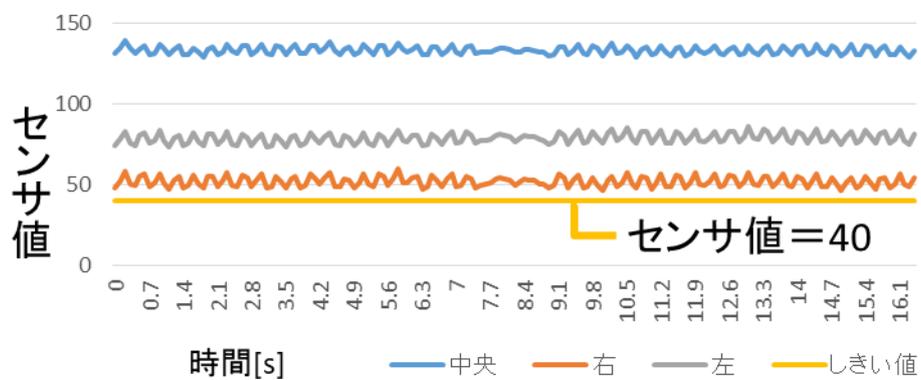


図 3.5: 居眠りをしている最中のセンサ値

2. 腕が机上にあり前傾姿勢でない姿勢

このような姿勢は表 3.2 で示した中でグループ②の姿勢である。被験者 1 は、筆記の行動においてグループ②に分類される腕が机上であり、前傾姿勢でない姿勢をとった(図 3.6)。その場合のセンサ値と基準値の差のグラフを図 3.7 に示す。これらのグラフはともに、中央センサ値は常に 40 未満の値となっていることが読み取れる。また、左右センサ値はともに、常に 30 以上の値となっていることが読み取れる。

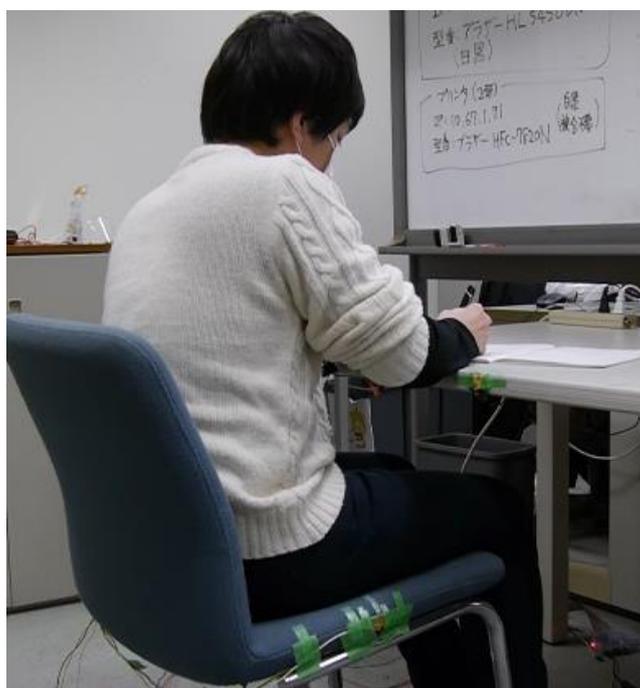


図 3.6: 筆記中の姿勢

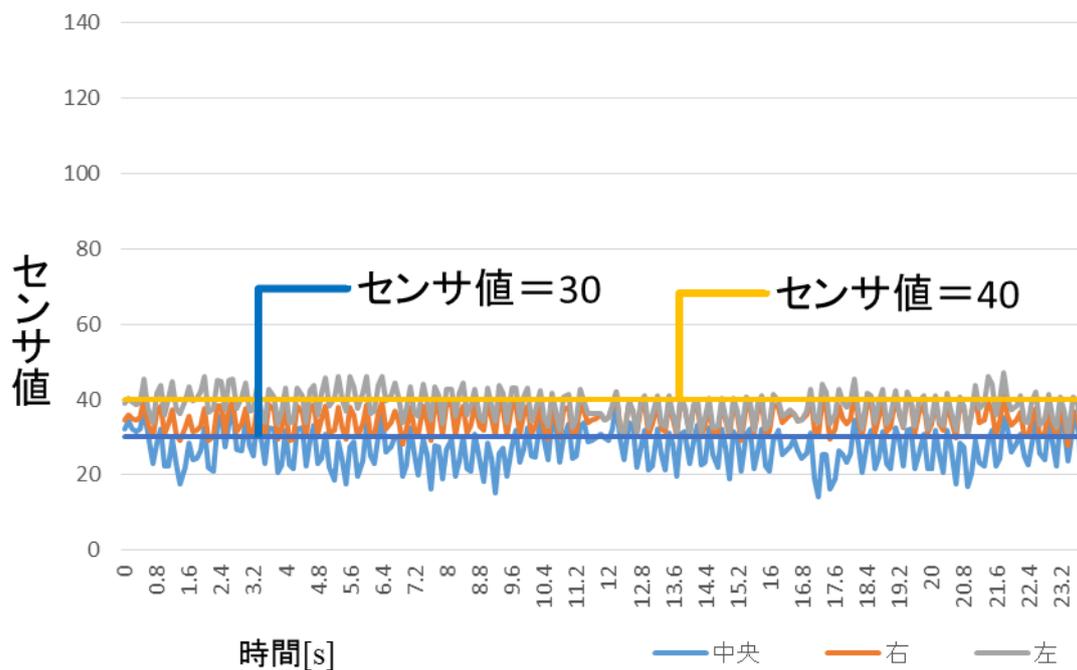


図 3.7: 筆記中のセンサ値

3. 前傾姿勢でなく腕はひざうえにある姿勢

このような姿勢は表 3.2 で示した中でグループ③の姿勢である。被験者 1 は、板書を見る行動においてグループ③に分類される腕が膝上にあり、前傾姿勢でない姿勢をとった(図 3.8)。その場合のセンサ値と基準値の差のグラフを図 3.9 に示す。これらのグラフから各センサ値は常に 30 未満の値となっていることが読み取れる。

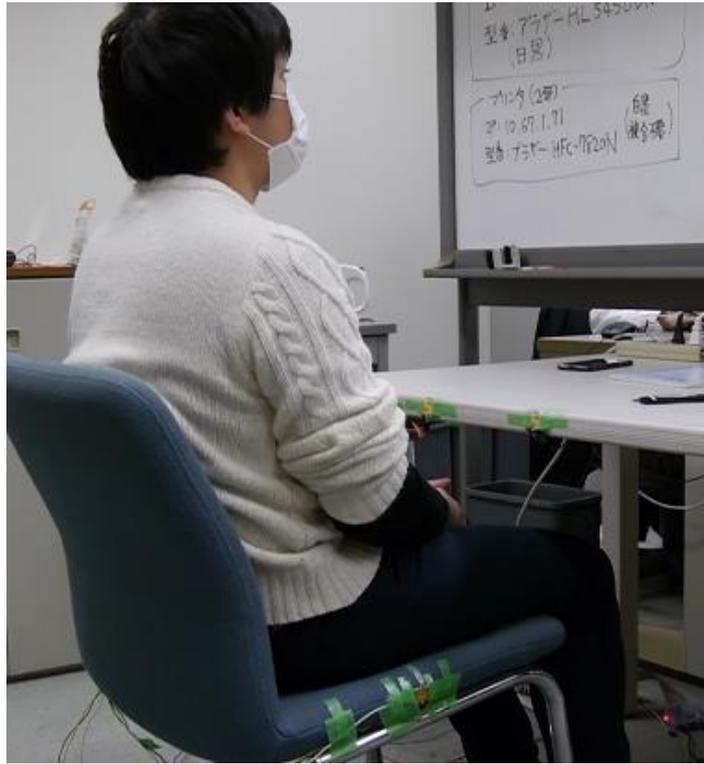


図 3.8: 板書を見ている時の姿勢

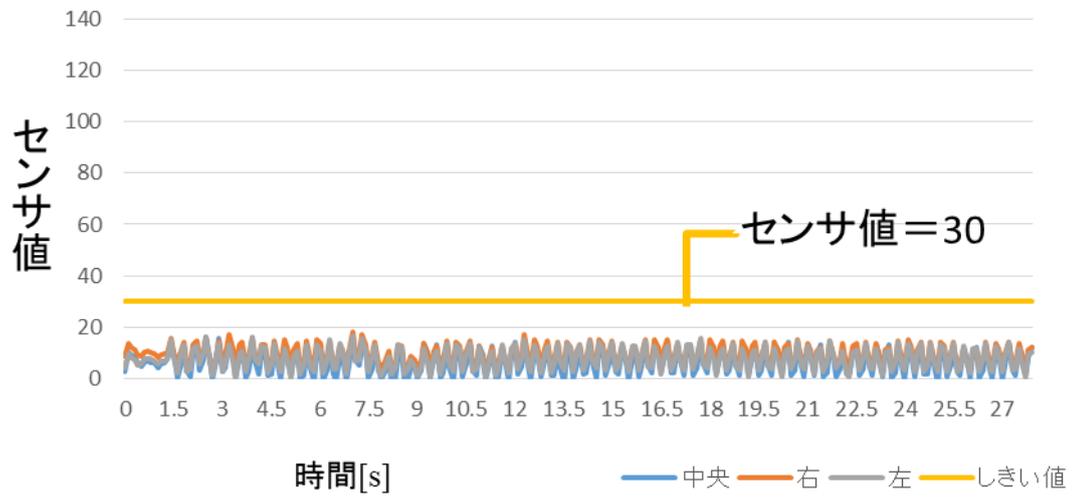


図 3.9: 板書を見ている時のセンサ値

以上より, 机に設置した 3 つのセンサ値から, 表 3.3 のような簡単なしきい値分類で被験者 1 の姿勢を推定できることがわかる. また, 他の 11 名の被験者においては, 行動に対する姿勢の取り方は異なるが同様の条件で姿勢推定が可能であった. そのしきい値分類については付録にしめす. 以上より, 照明の照度が安定した環境で人体以外の大きな動きがない場合において, 講義中の行動から腕・上体の姿勢が検出できる可能性を示した.

3.3 簡単なしきい値分類によって姿勢を検出できない例とその考察

この節では簡単なしきい値分類によって姿勢を検出することができなかった行動例について考察する。被験者 1 において、教材を読む行動を表 3.3 の判断基準(しきい値)を用いて分類した際に、表 3.2 の②ではなく、①であると分類された。その姿勢とセンサ値のグラフを図 3.10, 図 3.11 に示す。図 3.10 を見ると、被験者は上体が前傾ではなく腕は机上にある姿勢、つまり表 3.2 のグループ②に分類される姿勢になっている。しかし机上中央のセンサ値は 40 を超えており、前節のしきい値分類では上体が前傾である、つまりグループ①と分類される。この原因として、教材の影がセンサに影響したためであると考えられる。このように人体以外の影が発生する状況では、フォトレジスタを用いた簡単なしきい値分類によって姿勢検出が行えない場合が存在する。そのため、こうした場合にはセンサ値の簡単なしきい値分類だけではなく、時系列情報としての解析や他センサでの情報収集などを行う必要があると考えられる。

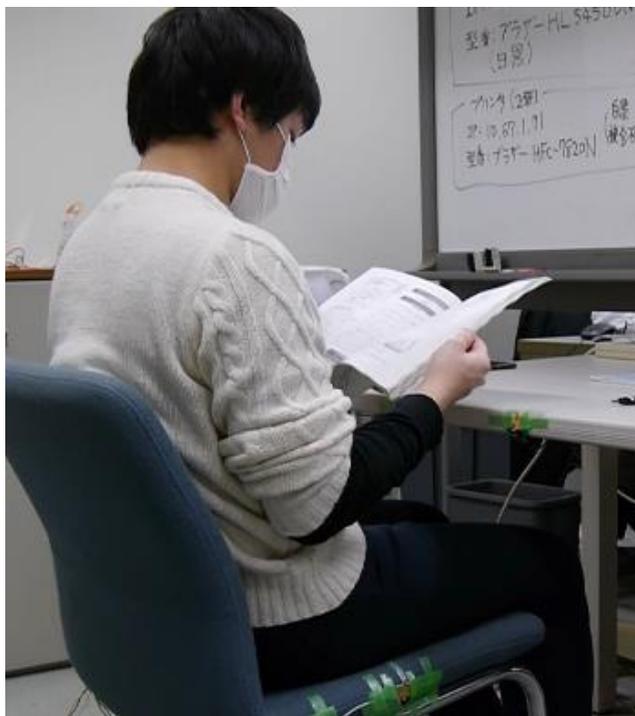


図 3.10: 資料を読んでいる時の姿勢

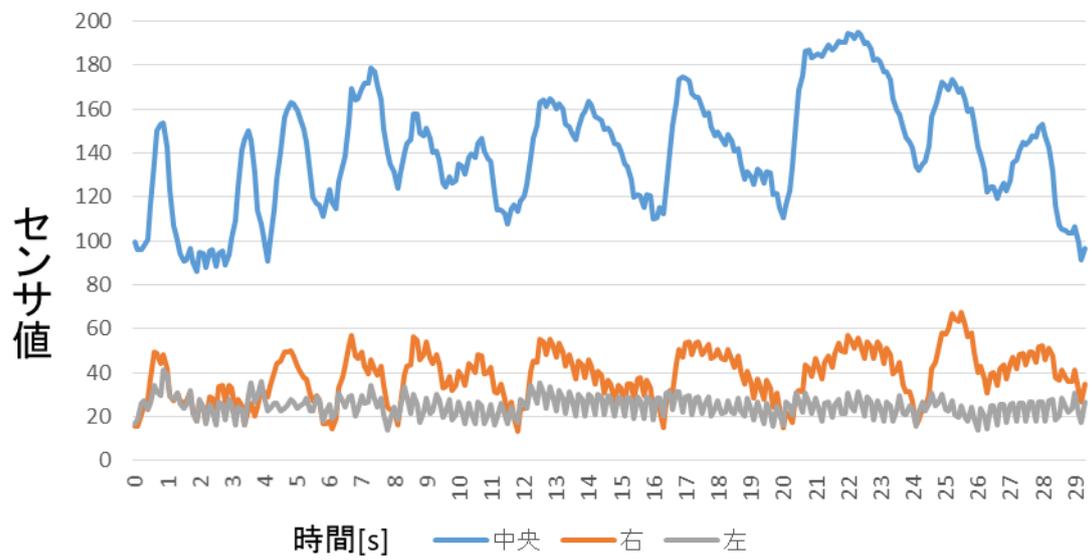


図 3.11:教材を読んでいる時のセンサ値

第4章 結論

本研究ではセンサにより講義中の学生の行動を収集することを目的とした。その第一歩として光センサであるフォトレジスタに注目した。本研究では、講義中の学生が着席し受講する状況を想定して、学生がとる代表的な行動の際の姿勢を、机・椅子に取り付けた複数のフォトレジスタによる計測によって検出できるか検討した。理想的な環境下で机に取り付けた3点のフォトレジスタのセンサ値を読み取り、簡単なしきい値分類を行う事で上体の傾きと腕の上げ下げについての推定ができる可能性を示した。しかし、姿勢の個人差や環境の影響、収集したい対象以外の影の影響は大きく、フォトレジスタのみで収集した情報のみで、学生の姿勢の自動判別は難しい状況である。

そのため、今後の課題として、時系列情報としての解析やさまざまな環境下での実験、他センサとの組み合わせによる情報収集を行う必要があると考える。また、本研究では講義中の机・椅子にそのままフォトレジスタを取り付けることを想定したため、椅子の下部に取り付けたフォトレジスタの測定値は上体の影の薄さなどから有意な測定結果を得ることはできなかった。そのため光源を合わせて設置することで有意な測定結果が得られるかを検討するなど、センサの設置方法についてもより詳細な検討が必要である。

参考文献

- [1] 中島英博,「多人数講義で学生の深い学習を促す教員の特質」, 名古屋高等教育研究, Vol.15, pp. 161–177, 2015
- [2] 武田俊之,「ラーニング・アナリティクスとは何か」, コンピュータ&エデュケーション, Vol 38, pp. 12–17, 2015
- [3] 古川雅子, 中村泰之, 山川修, 柳沼良知, 多川孝央, 山田恒夫, 魚崎紀子,「ラーニング・アナリティクスの動向 -第 7 回 Learning Analytics & Knowledge Conference(LAK'17)参加報告-」, 情報教育シンポジウム論文集, pp. 31–36, 2017
- [4] 山田正寛,「ラーニング・アナリティクスの研究の現状と今後の方向性」, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No 3, pp. 189–197, 2017
- [5] 緒方広明,「大学教育におけるラーニング・アナリティクスの導入と研究」, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 221–231, 2017
- [6] 緒方広明, 藤村直美,「大学教育におけるラーニングアナリティクスのための情報基盤システムの構築」情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ(TCE), Vol.3, No.2, pp.1-7, 2017
- [7] 西森敏之,「大学生の授業における態度と数学教師の対策—日本数学会のある調査より—」, 高等教育ジャーナル—高等教育と生涯学習—, Vol. 6, pp. 1–31, 1999
- [8] 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 森田直樹,「記述式小テストの解答群の分析手法 -解答群からのキーワード自動抽出-」, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 34, pp. 46–49, 2013
- [9] 中澤誠, 小泉大城, 後藤正幸, 平沢茂一,「詳細な学習履歴を活用した学習者行動の分析」, 情報処理学会第 76 回全国大会予稿集, pp. 4-357–4-358, 2014
- [10] 高田沙織,「筆記動作から判別した学習状況の遠隔共有」, 筑波大学大学院博士課程システム情報工学研究科修士論文 2014
- [11] 山森光陽・伊藤 崇・中本敬子・萩原康仁・徳岡大・大内善広,「加速度計を用いた小学生の授業参加・課題従事行動の把握」, 日本教育工学会論文誌 41(4), pp. 501–510, 2018
- [12] 鶴岡秀樹, 矢入郁子,「クッション型デバイスを用いた自立学習促進システムの提案」, 第 29 回人工知能学会全国大会論文集, pp. 1N5-1 1-1N5-1 4, 2015
- [13] A・D・ブライ,「大学の講義法」, pp. 158-162, 1971
- [14] 斎藤隆文, 宮村浩子, 横内文香,「択一式試験問題の分析のための解答分布可視化」, 社団法人情報処理学会研究報告, pp. 37-42, 2006
- [15] 横内文香, 宮村浩子, 斎藤隆文,「大規模試験での問題分析のための解答状況

- の可視化」, 情報処理学会第 68 回全国大会, pp. 4-195-4-196, 2006
- [16] 東るみ子, 「振り返りシートを用いた学習者理解度の分析」, 教育システム情報学会第 41 回全国大会予稿集, pp. 263-264, 2016
- [17] 佐藤一郎, 「パーソナルデータに関わる制度改正動向」, 電子情報通信学会誌, Vol.98, No.3, pp.178-187, 2015
- [18] 小林慎太郎, 「パーソナルデータの教科書」.日経 BP 社, 2014
- [19] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 「パーソナルデータの利活用に関する制度改正大綱」, 2014
- [20] 森本康彦, 「eポートフォリオとしての教育ビッグデータとラーニングアナリティクス」, コンピューター&エデュケーション, 38巻, pp.18-27, 2015

謝辞

本論文は、著者が三重大学にて行った研究をまとめたものである。本論文を進めるにあたり、懇切丁寧なご指導と御督励を賜った三重大学の高瀬治彦教授、北英彦准教授、川中普晴准教授、鶴岡信治理事・副学長、Eastern Washington University の井上敦司教授に深く感謝いたします。また、日頃熱心に討論していただいた計算機工学研究室と情報処理研究室の皆様方に厚く御礼申し上げます。最後に、本論文をまとめるにあたり、助言、討論、その他お世話になったすべての方々に感謝いたします。

発表論文リスト

国内会議

- (1) 瀧川 裕磨, 高瀬 治彦, 北 秀彦, 川中 普晴: 光センサを用いた講義中の学生の行動推定に関する一検討, 平成 30 年度 第 45 回東海ファジィ研究会予稿集, pp.8.1-8.2 (2018)
- (2) 小野田憲悟, 瀧川裕磨, 高瀬治彦, “SpikeProp における実時系列データの学習の試み,” 第 46 回東海ファジィ研究会予稿集, pp. P3-09 1-P3-09 4, 2019.

国際会議

- (1) Y Takigawa, et al.: Discussion on Collecting Students' Behaviors to Formative Assessment in Multiple-choice Test, International workshop on soft computing - theory and applications in medical engineering (IWSC2017)
- (2) Y Takigawa, et al.: Behavior Estimation of Students in Class Using Illuminance Sensors , The 8th International Symposium for Sustainability by Engineering at Mie University (IS2EMU2018-C), pp.83-84, 2018.

付録

付録として 3 章で示していない被験者 11 名のしきい値分類の基準の表を示す。

1.1 実験条件

講義中の姿勢検出のためにフォトレジスタを用いて実験を行った。本節では、センサの設置位置と被験者の行動条件に付いて述べる。

1.1.1 センサの設置位置

机・椅子を十分に室内照明の光が当たり直射日光が当たらない環境に固定し、5 つのフォトレジスタを取り付けた。また、影の濃淡を観測するためにセンサ面が天井と水平になるように設置した。そのセンサの位置は本稿 3 章同様に机に 3 点取り付けた。センサ値は 0.1 秒毎に取得した。光センサの回路における A/D 変換は MCP3008, 抵抗は $1\text{k}\Omega$ (± 50) を用いた。

1.1.2 センサ値に対する処理

ノイズ影響を小さくするために連続する 5 回毎の測定値の移動平均をとった。また、各被験者の実験を行う前に、センサを設置した机・椅子の周囲に無人の状態で 10 秒以上センサ値を取得し、この間のセンサ値の平均値を以降の測定の基準値とした。取得したセンサ値と基準値の差から影の濃淡を読み取ることを試みた。

1.1.3 被験者の行動条件

被験者として 21 歳から 24 歳の男女 12 名で実験を実施した。センサを取り付けた椅子に被験者を着座させ、講義中に行うであろう行動を行うよう指示した。行動内容は筆記・聴講・板書を見る・教材を読む・スマートフォン操作・居眠りとした。行動の持続時間が 10 秒以上になるように行動開始と終了の指示を行い、行動開始から行動終了までのセンサ値を測定した。

1.2 しきい値分類の基準

本稿 3 章で示していない被験者 11 名の姿勢に対するしきい値分類の基準の表を以下に示す.

表 1.1: 被験者 2 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	中央センサ 50 以上	
上体が傾いていない	中央センサが 50 未満	

表 1.2: 被験者 3 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない		各センサ 30 未満

表 1.3: 被験者 4 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない		各センサ 30 未満

表 1.4: 被験者 5 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない	中央センサが 30 未満 左右センサが 30 以上	各センサ 30 未満

表 1.5: 被験者 6 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 20 以上	
上体が傾いていない		各センサ 20 未満

表 1.6: 被験者 7 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 20 以上	
上体が傾いていない	中央センサが 20 未満 左右センサが 20 以上	各センサ 20 未満

表 1.7: 被験者 8 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 25 以上	
上体が傾いていない		各センサ 25 未満

表 1.8: 被験者 9 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 20 以上	
上体が傾いていない		各センサ 20 未満

表 1.9: 被験者 10 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない		各センサ 30 未満

表 1.10: 被験者 11 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない		各センサ 30 未満

表 1.11: 被験者 12 に対するしきい値分類の基準

	腕が机上	腕が膝上
上体が前傾	各センサ 30 以上	
上体が傾いていない		各センサ 30 未満