6Y-07

9DOF のマルチモーダルセンシングによる集中状態推定の検討

佐原　洋輔†　　磯山　直也†　　Guillaume Lopez†

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科†

1. はじめに

現在大学の講義において学生の人数は多数であるため講義を受ける学生の状態は様々であり，その状態を知ることができればより効率の良い講義が展開できる．しかし，学生の人数に対して講義を受け持つ教員やアシスタントの数は非常に少数であり，学生 1 人 1 人の状態を把握することは容易ではない．そこで，本研究では学生の状態の一つである集中状態の推定を目的とする．学生には負担の少ない加速度，地磁気，ジャイロセンサなどを多数用いた，マルチセンサを利用する．また，手首，椅子，ポケットに装着し単一のセンサよりもより精度の高い集中状態評価を行っていく．

2. 関連研究

本研究の関連研究として，加速度センサを利用した集中度推定システム [1)]がある．これは椅子の背もたれ部分に任天堂 Wii のリモートコントローラを取り付け，内蔵されている加速度センサを使いユーザの集中度を推定するというものである．大久保氏らは集中していない人間はよく体が動くという前提を定義し，椅子の背もたれの加速度の X 軸と Z 軸方向のパワースペクトルの和が大きいほど集中していないことを示した．また，宮崎氏らは SenseChair と呼ばれるオフィスチェア型デバイス [2)]を実装した．これはユーザの状態を椅子の座面にかかる重心と重量を測定できるデバイスで，これを用いて眠気の検出手法を提案した．しかし，ユーザの姿勢や向き，機器が限定されており特殊な状況下でしか推定できない．一方，本研究ではマルチセンサを利用し，より精度の高い推定を行う．それによって状況の制限を緩和し，様々な状況下で扱える推定と考えられる．

3. 実験概要

本研究では Android 搭載型スマートフォンを 2 台(以下，SM1，SM2)，Android 搭載型スマートウォッチを 1 台（以下，SW）の計 3 台の機器を用いて検証していく．

SM1 は被験者の右ポケットに入れた．この際、SM1 のタッチ画面は被験者の外側に向くようにした．SM2 は椅子の背もたれ部分にタッチ画面が椅子の外側に向くように取り付けた．SW は右手首に取り付けてもらった．

また，被験者の集中状態評価のために Web カメラを用いて被験者の上半身を撮影した．

SM1 では加速度，地磁気センサデータを SM2 では加速度，地磁気，ジャイロセンサデータを SW では加速度センサのデータをそれぞれ自作アプリで取得した．

講義中において学生は毎週教員に課されたプログラミング課題をこなす．被験者には普段通りに課題をこなしてもらい，データを取得する．なお，実際の講義中の状態を可能な限り維持するため席の移動や実習課題で使用するパソコンの変更などは行わない．実験の様子を図 1 に示す．

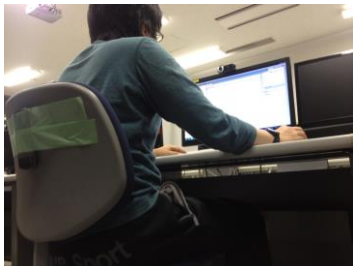

図 1 実験中の様子

4. 動画による集中状態評価

人間の集中状態評価は今現在明確には判定が難しい．なぜならば客観的な評価指標がなく，自身の指標でしか明確な判断ができないからである．そこで本研究では，集中状態を評価する場所，状況を限定しその状況になったとき集中状態とする．集中状態評価として被験者の様子を撮影した動画を評価指標として用いる．

まず，動画を 1 分ごとに分け，分割した 1 分の間の集中状態を主観的に評価する．

動画評価の指標は，

A：集中状態

B：非集中状態

C：その他の状態

Concentration State Estimation by 9 DOF Multi-Modal Sensing

†Yousuke SAHARA, Naoya ISOYAMA, Guillaume LOPEZ

†Department of Integrated Information Technology, College of Science and Technology, Aoyama Gakuin University

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

D：A，B，C が 1 分の間に切り替わった状態とする．

状態 A は被験者が個人で課題に対して集中している状態とした．そのため，モニタを注視していない場合は状態 B として判定する．なお，ブラインドタッチができない被験者など，課題進行のためにモニタを注視できない場合はその限りではない．また，課題進行状態ではマウスを使用することが大半であるためマウスを使用しているかどうかも考慮する．

状態 B は課題以外に対して行動を起こしている状態とした．隣の学生と話をしている場合やマウスやキーボードを使わずただモニタを見ている場合などはこれにあたる．隣の学生との会話が課題進行に関連するものであったとしても，状態 B として評価する．

状態 C は講義を担当している教員やアシスタントに課題に関する質問をしているときや実習課題に関係する Android 端末を使用しているときなどの状態とした．この状態では課題進行のためには必要な状態であり，非集中状態とはいいがたい．しかし，個人が課題に対して集中している状態ともいいがたいので状態 C という項目を追加した．

状態 D は 1 分間ごとの動画評価の中で状態 A，B，C が 1 回以上遷移したときの状態とした．集中状態は一瞬で変化するものではなく，非常に境界が曖昧であるため明確な判定ができない．そのため，状態 D の項目を追加し，この項目のデータは使用しなかった．

5. データ分析方法と結果

5.1 分析方法

第 4 章では動画 1 分ごとに分割し集中状態の主観評価を行ったが，センサデータに関しても 1 分ごとに分割した．

まず，分割した 1 分間の加速度，地磁気，ジャイロセンサのデータの平均，分散を算出した．算出したセンサデータと同じ時間内の集中状態評価を関連づけ，それを分析にかける．

分析方法として，J48 アルゴリズムを用いて決定木を作成する．この決定木から 4 つの状態 A，B，C，D ごとの特徴を作成した．ここで状態 D は集中状態の評価としては曖昧なので使用しない．また，決定木の精度を検証するために交差検証を行った．

5.2 分析結果

被験者 4 名の決定木作成後の交差検証の結果を以下の表 1，表 2 に示す．

表 1 実験結果（単一）

機器	SM1	SM2	SW
状態 C 有	71.01%	73.58%	75.23%
状態 C 無	80.65%	81.15%	82.74%

表 2 実験結果（組合せ）

機器	SM1SW	SM2SW	SM1SM2	All
C 有	73.65%	79.07%	72.08%	75.35%
C 無	80.42%	83.76%	82.23%	83.62%

表 1 では機器ごとの精度を，表 2 では機器を組み合わせたときの精度を表している．

表 1，2 において決定木の状態 C を入れたときの精度は約 71 から 79%と精度に幅があり，低い精度であった． それに対して状態 C を検証から外すことで約 80 から 84%と幅が狭まり，精度も上がった． 単一のセンサでは SW がもっとも精度が高かった．また，単一の機器と組み合わせの機器を比べると，SM1SW，SM1SM2，ALL に関しては組み合わせによって特に精度に影響がなかった．しかし，SM2SW は状態 C に関わらず単一の機器よりも高い精度が得られた．

6. むすび

本稿ではマルチセンサと様々な箇所での装着を利用した集中状態推定の検討を行った．

SW は右手首につけており，課題進行の際には右腕に置いてあるマウスを使うことが多い．また，非集中状態では椅子の背もたれに寄りかかる被験者がほとんどで，マウスから手を放すことも多い．これらを考慮することで，より詳細な特徴検出ができると考えられる．

状態 C を外すことで精度が上がったのは，決定木作成の要素数が減少したことや状態 C がその他の項目として分類されているため様々な動きのデータが混合しているからだと考えられる．

今後はより詳細な特徴検出を行うことを目指し，システムの実装などが挙げられる．

7. 参考文献

[1] 大久保雅史，藤村安耶，”加速度センサーを利用した集中度合推定システムの提案”，WISS2008，2008

[2]宮崎陽平，池田和章，中島康裕，伊藤雄一，尾上孝雄，”SenseChair を用いた眠気検出に関する検討”，情報処理学会，2014

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.