

「Ghost Tutor」眼球運動を利用した自主学習支援システム

中村亮太*, 井上亮文**, 市村哲**, 岡田謙一***, 松下温**

慶應義塾大学大学院 理工学研究科*

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部**

慶應義塾大学 理工学部***

1. はじめに

現在、大学などの教育機関では講義映像をビデオ撮影し、ネットワークで配信するサービスが行われている。学習者は自由にコンテンツを視聴することができ、復習や自主学習に役立っている。しかし、現在のコンテンツでは一方的に映像を配信するだけであり、学習者の視聴するペースを考慮していない。そこで、本研究では学習者の視聴するペースを考慮した学習支援システム「Ghost Tutor」を構築した。本システムでは学習者の集中力の高さを判定するために、眼球運動に着目した。実験の結果、集中しているときとしていないときの瞬きの回数、視線の移動速度と距離には有意差があり、この特徴を利用することで学習者の集中力の高さを自動的に推定することが可能となった。

Ghost Tutor を利用することで、見逃したシーンの記録と動画の再生速度調整を自動的に行うことができる。例えば学習者が寝てしまったり講義以外のことを考えて映像を見逃してしまったりしたシーンを自動記録し、後で簡単に見直すことが可能である。また高い集中状態であるときはシステムが自動的に動画の再生速度を通常より速くすることで講義時間を短縮することができ、学習効率を向上させることが可能である。

評価実験の結果システムによって学習者の学習状況を高い精度で推定できることを確認した。同時に学習状況に応じて適切なサービスを学習者に提供することができ、システムの有用性を確認した。

2. 眼球運動

2.1 眼球運動の特徴

<瞬目>

まばたきは瞬目とも呼ばれる。瞬目の種類は異物が目に入らないように防御する反射的瞬目、意識的に目を閉じる随意性瞬目、心理的状态と関わりがある自発性瞬目に分けられる[1]。この中でも自発性瞬目の特徴として緊張感、興味などの精神活動を反映することが報告されている[2]。

<視線>

視線は、眼差しともいわれ、生体と外界の環境の接点として重要な役割を果たしている。外界の情報を視

野中心部で捉え、その詳細を中枢に伝える機能とともに、人と人との会話における言葉では伝えられない微妙な感情的側面を伝える機能もある。

2.2 眼球運動測定器

学習者の眼球運動を測定するために、アイマークレコーダー(EMR-8B)を利用した。EMR-8Bには、帽子に視野カメラとユーザの眼球を撮影する近赤外線カメラが備わっており、付属された解析ソフトによりリアルタイムにデータが解析される。データは片目で60[Hz]、両目で30[Hz]でサンプリングされ、瞳孔の径の大きさ(mm)、視線の座標(x, y)が視野映像の中にコード化され、ビデオ信号(NTSC)として出力される。

2.3 眼球測定実験

学習状況を講義に集中している場合(a)と講義以外の考え事をしている場合(b)に分け、それぞれ眼球運動にどのような特徴が表れるか調べる実験を行った。(b)では被験者に講義以外の考え事を意図的にさせるために、暗算をさせた。被験者5名にディスプレイに表示した講義映像(NHK教育番組[30分間])を視聴させ、(a)と(b)それぞれの状況における眼球運動(瞬目回数、移動速度、停留時間、視線軌跡)を測定した。実験の結果を表1,2に示す。

実験の結果、比較したすべての項目で有意差を確認した。また、表1,2で示した結果のほかに被験者が画面から目を逸らした回数をよそ見回数として比較したところ、集中しているときは平均で約3回であったのに対し、暗算しているときには約12回と4倍ほどの差があることがわかった。やはり、講義映像以外のことに対して思考しているときには、思考の妨げにならないように視線を逸らす傾向がある。また、瞬目回数についても、講義に集中しているときに比べ、暗算しているときは約4倍になることがわかった。次に視線移動速度と停留時間から視線の動きを比較した結果、講義に集中しているとき(a)の視線は映像から情報を得ようとするために絶えず視線を細かく動かしていることがわかった。一方、講義以外のことを考えているとき(b)には視線の動きはあまりなく、一点を見つめ続ける傾向があることがわかった。

表 1. 瞬目回数の比較 (1 分間の平均値)

	(a)	(b)	P 値
瞬目回数 (回)	4.35	15.6	4%

表 2. 視線の動きの比較 (1 分間の平均値)

	(a)	(b)	P 値
移動速度 (deg)	56.8	30.1	4%
停留時間 (sec)	0.28	0.68	3%
よそ見回数 (回)	3.22	12.1	3%

P 値(t検定)5%以下であるとき有意差がある

(a) 講義に集中しているとき (b) 暗算をしているとき

3. システムの実装

実装した学習支援システム「Ghost-Tutor」は、キャリブレーションツール、視線監視ツール、動画再生ツールの3つに分かれている。まずキャリブレーションツールを用いて、眼球運動の測定とディスプレイの表示領域を設定する。そして、キャリブレーション後に動画再生ツールと視線監視ツールを起動し、視聴を開始する。



図 8. Ghost-Tutor による画面表示

視線監視ツールでは眼球運動測定器によって測定されたデータを RS232-C によりリアルタイムに受信し、瞳孔の径(mm)・視線の座標データ(x, y) から瞬目回数、よそ見回数、停留回数を計算する。よそ見回数はキャリブレーションツールで設定されたディスプレイ領域をもとにカウントされ、瞬目、停留回数とともにグラフィカルに表示される。動画再生ツールでは、動画ファイルの再生・停止・一時停止に加え、音量・再生速度の調整ができ、視線監視ツールによって設定された

集中レベルによって自動的にコントロールが行われる。

集中レベルは4段階あり、このレベルが高いほど集中力が高い状態であると判断される。具体的に行われる処理としては、眠りそうになった場合には動画の音量を大きくし、注意を促す。それでも起きなかった場合には動画を停止し、再生時刻を記録しておく。また、本システムでは眠くなった学習者を起こすといったことを行うだけでなく、次のような機能が学習者に提供される。また学習者が覚醒状態であったとしても、必ずしも講義映像に集中しているとは限らない。受講中によそ見をしたり、ふと考え事をしたりして見逃してしまうということが考えられる。このような学習者本人が自覚していない要素に関しても検出することができるような仕組みになっており、講義映像に集中できていないと判断された場合には、その時間帯の映像が記録されるようになっている。また、映像の記録以外に講義再生時間を短縮することで効率的に自主学習を行える機能が備わっている。再生速度を1.2倍まで速めても違和感がなく、講義内容を理解する上で支障がないという被験者の意見から、学習者が講義に強く集中していた場合には、再生速度を速くして学習時間の短縮を行う。

6. おわりに

本研究では、自主学習時における学習者のモチベーションを保つために、学習状況の管理をシステムに行わせ、学習状況に合わせて適切に講義映像をコントロールする自主学習支援システム「Ghost-Tutor」を構築した。学習状況の違いによる眼球運動の特徴を測定したところ、瞬目回数、視線の動きに有意差があることを確認した。評価実験の結果、学習者の学習状況を眼球運動から精度良く推定することができ、学習状況に応じて適切なサービスを学習者に提供することができた。また見逃したシーンを保存できるため、簡単に復習を行うことができ、効率的に学習を行えることがわかった。本システムによって学習者は学習ペースなどの自己管理をシステムに任せることができ、学習のみに集中することができ、効率的な自主学習が期待できる。また、本システムの見逃したシーンを記録する機能は、自主学習に用いるだけでなく、スポーツ観戦や映画鑑賞などにも応用ができるのではないかと考えている。

参考文献

- [1] 福井康之, 『まなごしの心理学』, 創元社 (1990).
- [2] Hess, E. H., Attitude and pupil size, Scientific American, Vol.212, pp.46-54 (1965).