

個人の学習ペースを配慮した効率的自主学习システム

長嶋純平† 中村亮太‡ 井上亮文‡ 市村哲† 松下温†
東京工科大学† 慶応義塾大学大学院理工学研究科‡

1. 背景

現在、情報通信技術の発展に伴い、教育にも急速な情報化の波が押し寄せている。学校教育・企業内教育に様々な E-learning が用いられ、より効率の良い学習環境の提供が求められている[1]。e-learning に対する調査結果[2]によると、e-learning の欠点として「モチベーションの維持が困難」「教師との双方向性が少なく淡白」「個人の学習ペースが考慮されていない」等が挙げられている。現状の e-learning では学習を持続するための強い動機付けがなければ、途中で挫折してしまう傾向がある。学習ペースなどの自己管理を学習者自身で行うことは学習者にとって負担が大きく、学習を持続することを難しくしている。

2. 提案

そこで著者らは、個人の学習ペースを配慮した効率的な自主学习支援システムの構築を試みた。本システムでは個人の学習状況を生体反応（眼球運動）からリアルタイムに推定し、学習状況に応じて適切な講義のペースをユーザに提供する。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、継続した自主学习が期待できる。

3. 眼球運動について

3.1 眼球運動測定器

学習者の眼球運動を測定するために、図1のアイマークレコーダー(EMR-8B)を利用した。EMR-8Bでは、帽子に視野カメラとユーザの眼球を撮影する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。データは片眼で60[Hz]、両眼で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。



図1. NaC EMR-8B

3.2 眼球運動

＜瞬目＞まばたきは瞬目とも呼ばれる。瞬目を細かく

Efficient Self-Directed Learning System Considering Students' Learning Pace

Junpei Nagashima† Ryota Nakamura‡

Akifumi Inoue‡ Satoshi Ichimura† Yutaka Matsushita†

†Tokyo University of Technology

‡Graduate School of Science and Technology, Keio Technology

分類すると、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がある。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[3]。

＜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、眼差しには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[4]。

3.3 眼球運動測定実験

学習時の集中度の違いにより、眼球運動にどのような変化が見られるか実験を行った。被験者5名に眼球運動測定器を装着させ、ディスプレイに表示した講義映像(30分間)を視聴させた。実験の結果を表1に示す。

表1. 実験結果 (1分間の平均値)

	集中する	集中しない
瞬目回数	4.4	15.6
停留時間	0.28	0.68

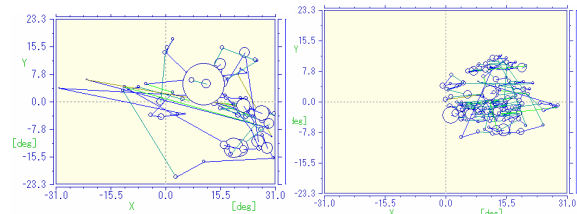


図2. 実験結果(視線の軌跡)

実験の結果(表1)、集中していないときの瞬目回数は約4倍多くなり、視線の停留時間は約2倍長くなった。図2はディスプレイ上の視線の軌跡を比較したものであり、図上の丸は停留時間の長さを表している。集中しているときの視線の軌跡は狭い範囲を頻繁に移動しているが、集中していないときは広い範囲を移動しているのがわかる。以上の眼球運動の特徴に基づき、学習者の集中度を推定する方式を考案した。

3.4 集中度判別式

集中度は瞬目回数・停留回数・よそ見回数の3つのパラメータを用いて決定することにした。3つのパラメータを3次元(図3)に考え、距離 f を集中度の大きさとした。

$$f_{(t)} = \sqrt{x_{(t)}^2 + y_{(t)}^2 + z_{(t)}^2}$$

f:集中度, x:よそ見回数, y:瞬目回数, z:停留回数

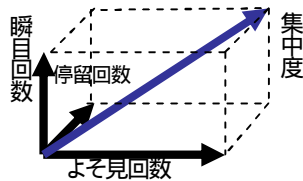


図3. 集中度の3次元イメージ

各パラメータに集中した場合としない場合の比率を重み f として掛け合わせ f の値を求める。 f の値が小さいほど講義に集中している状態にあり、逆に大きいほど集中していない状態と判断される。

4. システムの実装

4.1 Ghost Tutor システム概要

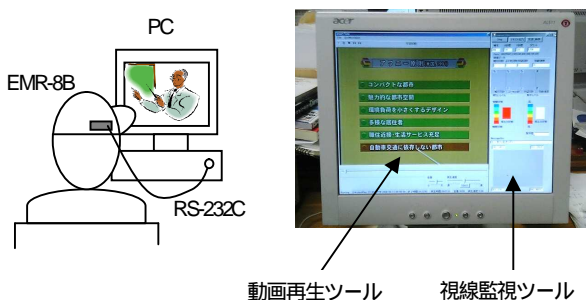


図4. Ghost Tutor システム

実装した学習支援システム「Ghost Tutor」は眼球運動測定器によって測定されたデータをRS232Cによりリアルタイムに受信し、瞳孔の径・視線の座標データから瞬目回数、よそ見回数、停留回数を計算する。本システム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つに分かれており、まずキャリブレーションツールにおいて、ディスプレイの表示領域を設定する。その後、動画再生ツールと視線監視ツールを表示し、受講を開始する。

視線監視ツールで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基によそ見回数をカウントし、同時にカウントした瞬目、停留回数をグラフィカルに表示する。集中レベルはカウントされた回数によって設定され、睡眠レベルは目を閉じた時間によって設定される。

動画再生ツールでは、動画の再生・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・睡眠レベルによって自動的に適切なコントロールが行われる。次に集中・睡眠レベルごとにGhost Tutorが提供するサービスについて説明する。

<睡眠レベル>

今回、集中レベルとは別に学習者の疲労状態を睡眠レベルと捉え、目を閉じた時間の長さによって異なるサービスを提供することにした。表2に睡眠レベルご

とに行う処理を示す。覚醒状態（レベル4）にあるとき、通常の再生が行われる。睡眠レベル3になると音量を大きくし、学習者に注意を促す。睡眠レベル2になると講義は一時中断され、警告音とメッセージにより、学習者を起こす。それでも起きなかった場合には、映像を停止し、講義を終了させる。このとき、講義が始まってから経過した時間が記録され、学習者はワンタッチで続きから受講することが可能である。

次に集中レベルについて説明する。集中レベルでは睡眠レベル4の覚醒状態をさらに細かく分類する。これは、覚醒状態であっても講義以外の考え事をしたり、飽きたりしたときの検出を行う役割を果たす。このような受講状態では講義を見逃していることが多いと考えられるため、講義の経過時刻を記録し、復習用の映像シーンとして保存することにした。さらに、学習効率の向上を図るため、集中レベルが高い状態のときは再生速度を上げ、受講時間を短縮できるように設定した。

表2. 睡眠レベルごとに行われる処理

睡眠レベル	処理
1(睡眠)	動画を停止・停止した時刻の取得
2	再生を一時停止、警告音・メッセージ
3	音量2倍、注意メッセージ
4(覚醒)	通常の再生

表3. 集中レベルごとに行われる処理

集中レベル	処理
1(低)	再生を一時停止、注意メッセージ
2	再生速度1.0 経過時刻の取得
3	再生速度1.0
4	再生速度1.1
5(高)	再生速度1.2

5. 今後の予定

実装したシステムの評価実験を行い、本システムの有効性を確認する予定である。評価実験によって、集中・睡眠レベルで設定したサービスが学習者にとって効果的であるか確認する必要がある。

また、今回は眼球運動測定器として頭に装着するタイプを用いたが、このような装置は学習の妨げになるため、ディスプレイに設置したWebカメラなどの簡易的な装置を用い、システムを再構築する予定である。

参考文献

- [1] <http://se.aist.nara.ac.jp/themes/elearning/>
- [2] 先進学習基盤協議会 (ALIC) 「e Learning 白書」オーム社 (2003)
- [3] 多田英興, 山田登美雄, 福田恭介, 『瞬きの心理学』, 北大路書房 (1991).
- [4] 福井康之, 『まなざしの心理学』, 創元社 (1991).