

指導教員（主査）：山本祐輔 准教授

副査：大本義正 准教授

2021 年度 静岡大学情報学部 卒業論文

輝度と音量コントロールによるオンライン 講義視聴の集中力維持支援の検討

静岡大学 情報学部 行動情報学科 所属

学籍番号 70812056

廣田雄亮

2022 年 2 月

概要

本稿では、オンラインによる講義の視聴時に、集中していない視聴者に対して不快感を与えずに集中させる手法を提案する。提案手法は、視聴者が集中していない場合に画面の輝度を一時的に上げ元の輝度に戻すという介入と音量を一時的に下げ元の音量に戻す。提案手法の有効性を確認するため、オンラインによる動画視聴タスクを行った。実験の結果、2つの実験群と統制群の間に、集中力に関する統計的有意差は確認できなかった。また、2つの実験群と既存の介入が行われた統制群と比較して場合に不快感に関する統計的有意差は確認できなかった。

目次

第 1 章	はじめに	5
第 2 章	関連研究	7
2.1	オンライン学習支援技術	7
2.2	人間の注意を引き, 行動を変える	7
2.3	不快感を与えないフィードバック	8
第 3 章	提案手法	9
3.1	輝度調整による介入	9
3.2	音量調整による介入	10
3.3	仮説	11
第 4 章	実験	12
4.1	実験手順	12
4.2	実験協力者	13
4.3	動画視聴タスク	13
4.4	介入方法	13
4.5	事後アンケート	15
4.6	測定指標	17
第 5 章	結果	18
5.1	集中力スコア	18
5.2	追加問題の認知の有無	20
5.3	追加問題の正誤	20
5.4	不快感スコア	20

第 6 章	考察	21
6.1	仮説の検証結果	21
6.2	集中力への影響	21
6.3	実験人数	22
6.4	今後の課題, 発展性	22
第 7 章	まとめ	24
参考文献		25

図目次

3.1	輝度調整による介入時の輝度の変化	10
3.2	音量調整による介入時の音量の変化	11
4.1	動画視聴タスク内容	14
4.2	介入のタイミング	15
4.3	追加問題のイメージ	16
4.4	輝度の調整による介入を行っていない場合のイメージ	16
4.5	輝度の調整による介入を行った場合のイメージ	16

表目次

5.1	実験データ	19
5.2	測定指標の分析結果（上段：平均値，下段：標準偏差）	19

第1章

はじめに

オンラインでの講義やミーティングは従来の対面による方法とは異なり、移動時間や交通費が不要であるというメリットがある。一方、話者や他の聴衆に自分が見られているという感覚が乏しくなる。そのため、スマートフォンを使用して SNS を見たり、周囲の人や物に意識が向いたりするなど、動画視聴への集中力が散漫になることがしばしばある。このことにより、講義の参加者は、自身にとって必要あるいは有益な情報を聞き逃すことが予想できる。このことを避けるには、参加者の意識を講義に向けさせ、注意深く講義を聞き続けるようにする必要がある。

本論文では、オンライン講義で集中していない視聴者に対して不快感を与えず、自然に集中させる手法を提案する。

既存のオンライン学習の支援システムとしては、ユーザに対して集中させるためのアラーム音やポップアップによる通知を提示し、集中させる手法^{*1}がある。しかし、このような明示的な介入はユーザに不快感を与えかねない。本研究では、不快感を与えずに、集中していない学習者の視覚と聴覚に僅かな違和感を与えることで動画視聴への意識を高める介入を提案する。この介入により意識を PC の画面に注意を誘導し、動画や講義、ミーティング自体に意識を向けさせることで集中させる。学習者の注意を講義に向けさせる方法として、コンテンツの重要な部分で文字を強調する、効果音を加える、といった方法が考えられる。しかし、講義の開催者が重要とする情報と学習者が必要とする情報は必ずしも一致するとは言えないため、この方法はすべての学習者を集中させ、情報を聞き逃すことを防ぐためには不十分であると考えられる。個々の学習者を集中させるためには、学習者が集中していないタイミングで介入を行うことが望ましいと考えられる。

^{*1} <https://www.lenovo.com/jp/ja/smart-learning>

具体的には、動画の輝度、あるいは音量を調整することで集中させる。輝度の調整による介入では、ある学習者が集中していない場合、その学習者が視聴動画の輝度を少し下げ、数秒後にもとの輝度に戻す。音量の調整による介入では、ある学習者が集中していない場合、その学習者が視聴している動画の音量を少し下げ、数秒後にもとの音量に戻す。この介入によって、不快感を与えずに、オンライン講義、ミーティング視聴者の集中力を維持することを目指す。

第2章

関連研究

2.1 オンライン学習支援技術

D'Mello ら [1] は、オンライン学習者の視線で集中力を測定し、口頭による介入が学習効果、モチベーション、集中に与える影響を分析した。介入により学習者の集中させられたが、効果には個人差があり、注意喚起に従わない参加者もいた。Sharma ら [2] は、オンライン学習者の視線により集中力を測定した。視線が画面外にある場合に集中させるために、画面上に図形が提示された。この介入により、学習者の集中力を向上させることができた。Xiao ら [3] は、オンライン学習者の学習意欲の低下と離席を予測・検知すると、学習者に今後の出現する動画内の重要な箇所を事前に通知した。その結果学習効果を向上させ、特に成績下位者に有効だった。

従来の直接的な介入による効果は個人のモチベーションによって差が生じるため、学習者全体に対して集中させることはできていない。本研究では、上記の研究と同様にオンラインでの学習やミーティングを支援する研究であるが、明示的でない介入方法を提案する。

2.2 人間の注意を引き、行動を変える

Wansink ら [4] によると、人が食べる分量を減らすような行動に変容させるには、栄養についての教育を行うよりも容器の大きさや配置、パッケージといった環境を変える方が有効だった。ユーザーが介入の背後にあるバイアスを意識していても、そのバイアスを利用した介入は長期的な効果を持つこともわかった。Adams ら [5] によると、既存の説得工学の多くはユーザのモチベーションや能力に依存し、説得に限界がある。人間の自動的

で無意識的なプロセスに着目し、知覚バイアスなどの理論と振動や音といった他のモダリティを取り入れた設計・開発が有効となりうる。人間のコミュニケーションに関しては、Xu [6] によると聞き手の注意を引くために意図的に声のトーンを変えることがよくあると述べている。本研究では、集中させるために環境を変化させることで、話や画面に意識を向けさせる手法を提案する。

2.3 不快感を与えないフィードバック

Zhou ら [7] は、ユーザが機械学習に対して不確実性と認知的負荷を感じた場合に性格特性がユーザの信頼に与える影響を調査した。その結果、認知的負荷が高い人は、機械学習とのインタラクションに対する信頼度が低くなることが示唆された。Dietvorst ら [8] によると、機械学習システムは様々なセンシングシナリオを可能にするが、人間はそのようなシステムのミスと人間のミスよりも厳しく評価する傾向がある。Arakawa ら [9] は、ビデオによる学習時の集中を維持するため、ビデオ音声のピッチを変化する介入を行った。その結果、ユーザは介入に気づくことなくビデオの視聴に復帰し、システムの偽陽性による介入に対しても、不快感を与えなかった。

機械学習による誤判断はより大きな不快感をユーザに与える。これに対し、人間の知覚やバイアスを利用したフィードバックは不快感を与えることを避けられる。既存のフィードバックとしては音声のピッチを変化させるというものがある。本研究では、聴覚だけではなく、視覚に対しても僅かな変化を与えることで、不快感を与えない介入手法も提案する。

第 3 章

提案手法

本稿では、オンラインでの講義の参加時に集中していない学習者が視聴している動画の輝度、音量を変化させて僅かな変化させることで画面に意識を向けさせ、自然と集中させる介入手法を提案する。本稿における明示的な介入とは、学習者を集中させようとする意図が学習者に分かる介入、また、自然な介入手法とは、介入の意図を学習者に気づかれぬ手法と定義する。本研究では、学習者が動画を見ていない場合に、輝度の調整による介入、音量の調整による介入を提案する。

3.1 輝度調整による介入

人間が五感から得る情報は視覚によるものが約 8 割を占めており、視覚へのアプローチが効果的だと考えたため、介入方法として輝度を調整することを選択した。人間は注視してはいないが視界の一部に画面が含まれてる際に、画面の輝度の僅かな変化に気づきやすいという認知特性に着目する [10][11]。周辺視野は、わずかな動きや明るさの知覚に優れているという特性があり、この特性を活用した運転支援システムも提案されている [12]。学習者が画面を半分に分割し、左側で講義の動画を視聴し、右側で講義に関係がない作業を行っている場合に、この介入は学習者の視線を画面に移し、集中させることが期待できる。

輝度調整による介入時の輝度の変化のイメージを図 3.1 に示す。本手法は、集中力低下時に画面の輝度を一時的に上げる。輝度はパーセントで表わされ、本来の画面の輝度は百パーセントとしている。介入は集中力が低下したタイミングで 5 秒間行う。介入が行われると、開始 2 秒後までは百十五パーセント、その後 2 秒間は百二十五パーセント、残り 1 秒間は百十五パーセントにする。介入が終わると、再び百パーセントに戻す。図 3.1 で

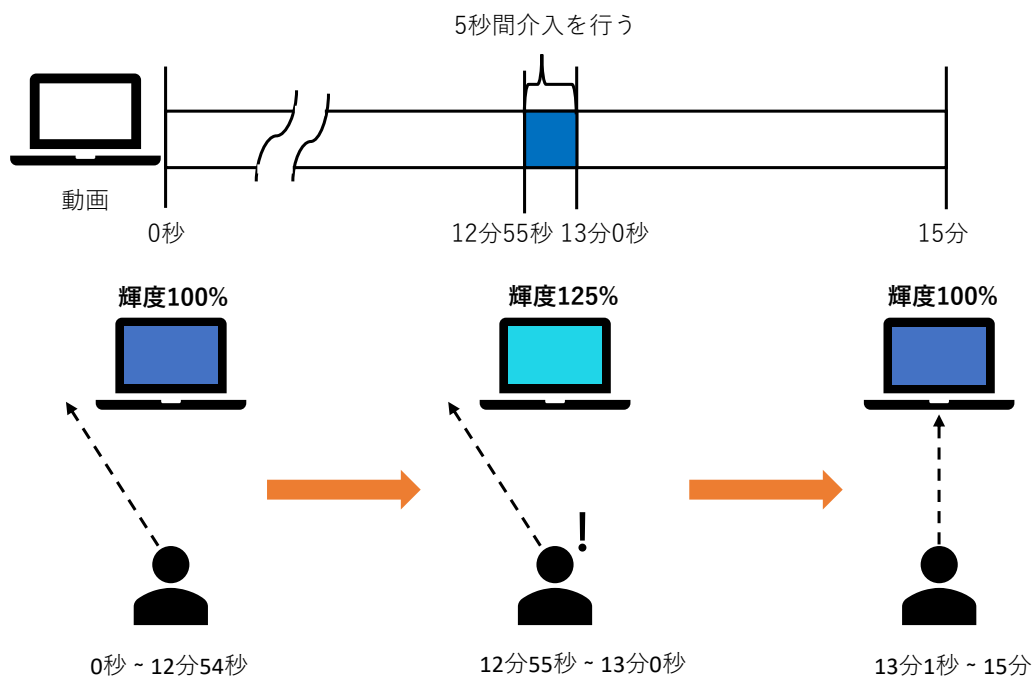


図 3.1 輝度調整による介入時の輝度の変化

は、動画が開始して 12 分 54 秒後に視聴者の集中力が弱まったとし、そのタイミングで 5 秒間介入を行っている。

3.2 音量調整による介入

音量の変化は、学習者が完全に画面を見ていない場合においてもアプローチできることを想定した介入方法である。2 章で述べたとおり、音量の変化は実際の人間のコミュニケーションにおいて、意識を引きつけるため再度集中させられることが期待できる。学習者が画面をまったく見ていない場合に、この介入は学習者の視線を画面に移し、集中させることが期待できる。

音量調整による介入時の音量の変化のイメージを図 3.2 に示す。音量はパーセントで表われ、本来の音量は百パーセントとしている。また、介入は集中力が低下したタイミングで 5 秒間行う。介入が行われると、開始 2 秒後までは五十パーセント、その後 3 秒間は、三十パーセントにする。介入が終わると、再び百パーセントに戻る。図 3.2 では、動

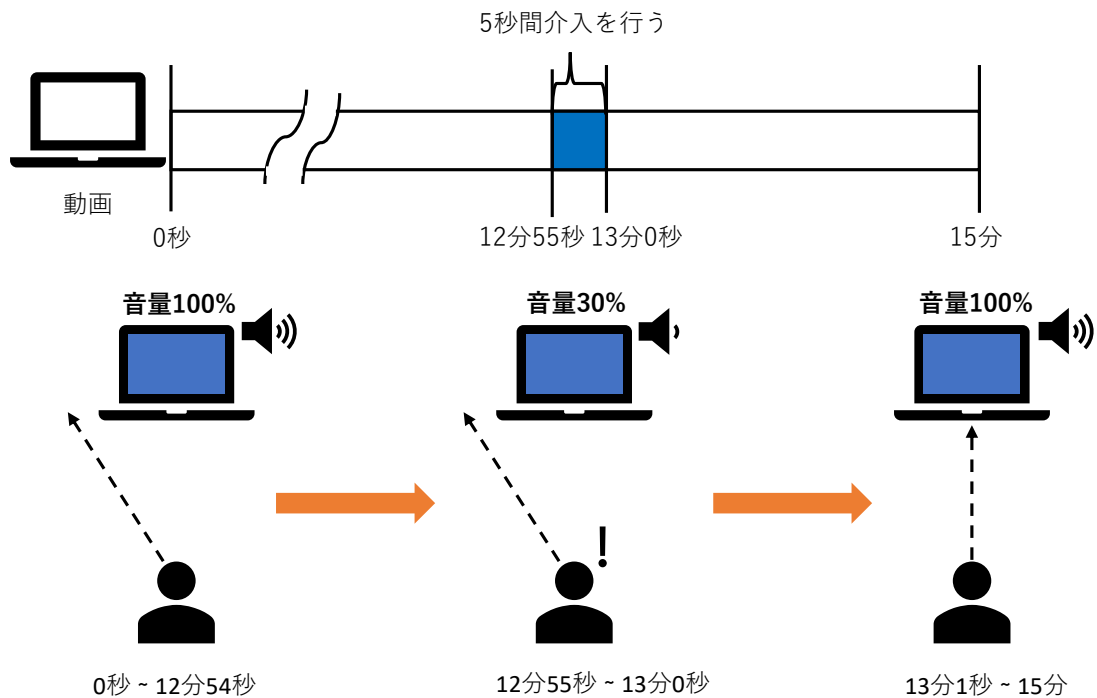


図 3.2 音量調整による介入時の音量の変化

画が開始して 12 分 54 秒後に視聴者の集中力が弱まったとし、そのタイミングで 5 秒間介入を行っている。

3.3 仮説

本研究では、提案手法がオンライン講義の学習者の集中力を維持することが可能であるか、提案手法が既存の明示的な介入と比較して不快感が少ない介入であるかを調査する。

具体的には、以下の仮説を検証する。

H1 輝度の調整による介入は、オンライン講義で学習者を集中させることができる

H2 音量の調整による介入は、オンライン講義で学習者を集中させることができる

H3 輝度の調整による介入は、アラーム音による介入と比較して不快感が少ない

H4 音量の調整による介入は、アラーム音による介入と比較して不快感が少ない

第 4 章

実験

提案手法がオンライン講義の学習者を集中させることが可能であるか、既存の集中させる介入と比較して不快感がすくないかどうかを同じ条件で検証することを目的に研究室実験を行った。実験協力者間で環境による集中力への影響を統制するため、研究室内には実験協力者のみがいる状態で動画視聴タスクを行った。

今回の実験では、提案手法が既存の明示的な介入と比較して不快感が少ないことを検証するため、明示的な介入としてアラーム音による介入を行った。

本実験は被験者間実験として設計した。輝度の調整による介入を行う群、音量の調整による介入を行う群、アラーム音による介入を行う群、介入を行わない群の 4 群に分け、各群に 4 人ずつ割り当て、計 16 人の実験協力者に動画視聴タスクを行ってもらった。

4.1 実験手順

本実験は「タスク説明」「動画視聴タスク」「事後アンケート」の 3 ステップから成る。

タスク説明のステップでは、実験協力者に実験環境とタスクの流れについて説明した。また、この際実験協力者には、本実験の目的、どのような介入が行われるのかは説明しなかった。動画を視聴しながら動画に関する 3 つの問題に解答することと動画の感想を書くことが必要であること、3 つの問題に関するヒントがそれぞれ動画内でどのタイミングで出現するかを説明した。

動画視聴タスクのステップでは、実験協力者に 15 分程の長さを視聴してもらった。実験協力者は、動画を視聴しながら、事前に知らせている 3 つの問題に解答し、動画の感想を記述してもらった。

動画タスク終了後、事後アンケートを行った。

4.2 実験協力者

静岡大学に所属する 16 名の学部生，および大学院生（男性 11 名，女性 5 名）に協力を依頼した．

4.3 動画視聴タスク

実験環境は，実験室に実験協力者のみがいること，マイクとカメラはオフの状態での視聴することを説明した．また，動画タスクは Zoom を用い，実験実施者が画面共有する動画を視聴すること，実験協力者は動画視聴中に PC の操作を行うことができないことを説明した．

動画の題材は，動画を視聴した上で問題してもらう必要があるため，情報学を専攻している学生があまり事前知識がないであろう分野の題材を選択する必要がある．よって題材はデザイン教育とし，インターネット上で公開されている動画コンテンツ^{*1}を動画を選択した．

実験協力者は，あらかじめ解答用紙に記載された 3 つの問題を事前に見た状態で動画を視聴しながら解答した．これらの問題は，動画内で話者が話した単語の聞き取り，解答するというものである．図 4.1 に示すように，あらかじめ問題が記載された解答用紙が用意されており，実験協力者が鉛筆を使って解答した．

4.4 介入方法

まず，介入を行うタイミングについて説明する．介入の効果を検証するためには，実験協力者が集中していないタイミングで介入を行う必要がある．そこで本実験では，実験協力者の集中力が弱まると予想されるタイミングを決めた．具体的には，以下のようにした．

実験協力者には，事前に動画内のどのタイミングで 3 つの問題に関するヒントが話されるのかを伝えることで，実験協力者を意図的にその 3 つのタイミングに集中するようにした．3 つの問題をすべて動画の前半部分に行うことによって，実験協力者は問題に答えるためには動画の後半部分をかならずしも見る必要がないということがわかるようにし，実験協力者の集中力が前半部分と比較して，後半部分が弱まるようにした．このような前提

^{*1} <https://youtu.be/5cfnKGqdkac>

問題

問 1. 1 分 20 秒あたり

話者は「知っている」という人は何が足りないと指摘していますか？

回答：

問 2. 2 分 55 秒あたり

話者が考えた学校のイメージは、自然の中で何と芸術がであったようなものと例えられていますか？

回答：

問 3. 7 分 38 秒あたり

リングは何科の植物ですか？

回答：

図 4.1 動画視聴タスク内容

の上で、動画の再生開始 12 分 55 秒後から 13 分 00 秒後の 5 秒間に介入を一度行った。介入を行うタイミングのイメージを図 4.2 に示す。

介入により、実験協力者が集中し、必要な情報を聞き逃すことがないかを測定するため、追加問題を行った。介入の直後に、実験協力者には知らされていない追加問題を行い、提案する介入を行った群は、介入を行わなかった群と比較して、追加問題に気づき、正解するかどうかを測定した。追加問題は、画面下部に字幕形式で提示した。追加問題のイメージを図 4.3 に示す。追加問題は提示直後に話されている内容を聞くことにより、解答できるようにした。

輝度の調整による介入を行う手順について説明する。既述したように、動画の後半部分にて、追加問題を提示する直前の 5 秒間行った。事前に編集ソフトを用いて、動画の介入を行うタイミングで段階的に動画の輝度を上げ、元に戻した。また、輝度だけでなく、同時に動画の彩度を下げた。輝度の調整による介入を行っていない場合のイメージを図 4.4、輝度の調整による介入を行った場合のイメージを図 4.5 に示す。

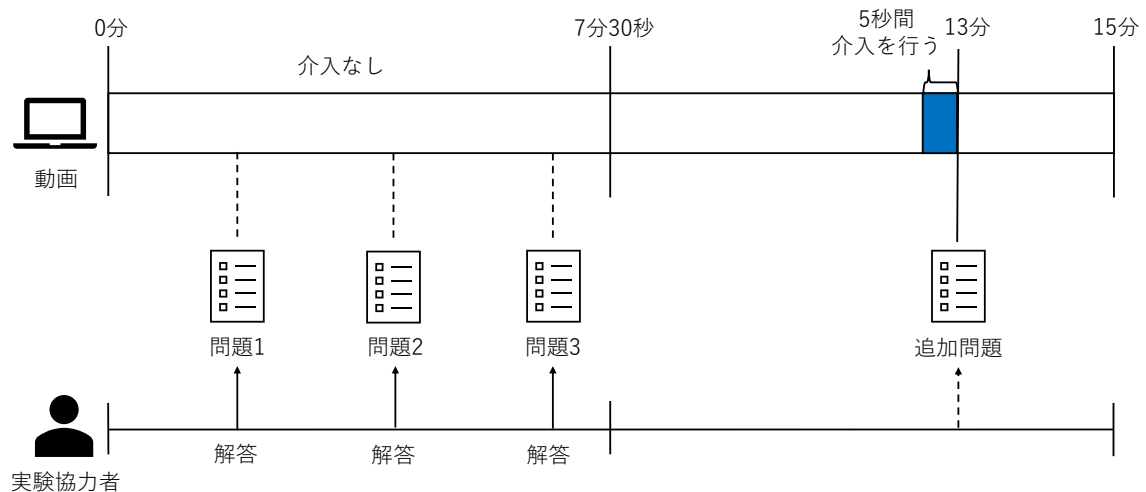


図 4.2 介入のタイミング

音量の調整による介入を行う手順について説明する。輝度と同様に、動画の後半部分にて、追加問題を提示する直前の5秒間行った。事前に編集ソフトを用いて、動画の介入を行うタイミングで動画の音量を下げ、元に戻した。

アラーム音による介入を行う手順について説明する。動画の後半部分にて、追加問題を提示する直前の5秒間行った。事前に編集ソフトを用いて、動画の介入を行うタイミングで動画の音量を下げ、元に戻した。

4.5 事後アンケート

事後アンケートでは、提案した介入が実験協力者の集中力にどのような影響を与えたかを測定するため、以下のような問題を行った。また、この事後アンケートを行う前に、介入を行った実験協力者に対して、介入の存在について説明した。

- 動画視聴タスクにどの程度集中して取り組めたか
- 動画の中で追加問題が出題されたのに気付いたか
- 介入に対してどの程度不快感があったか

「動画視聴タスクにどの程度集中して取り組めたか」「介入に対してどの程度不快感が

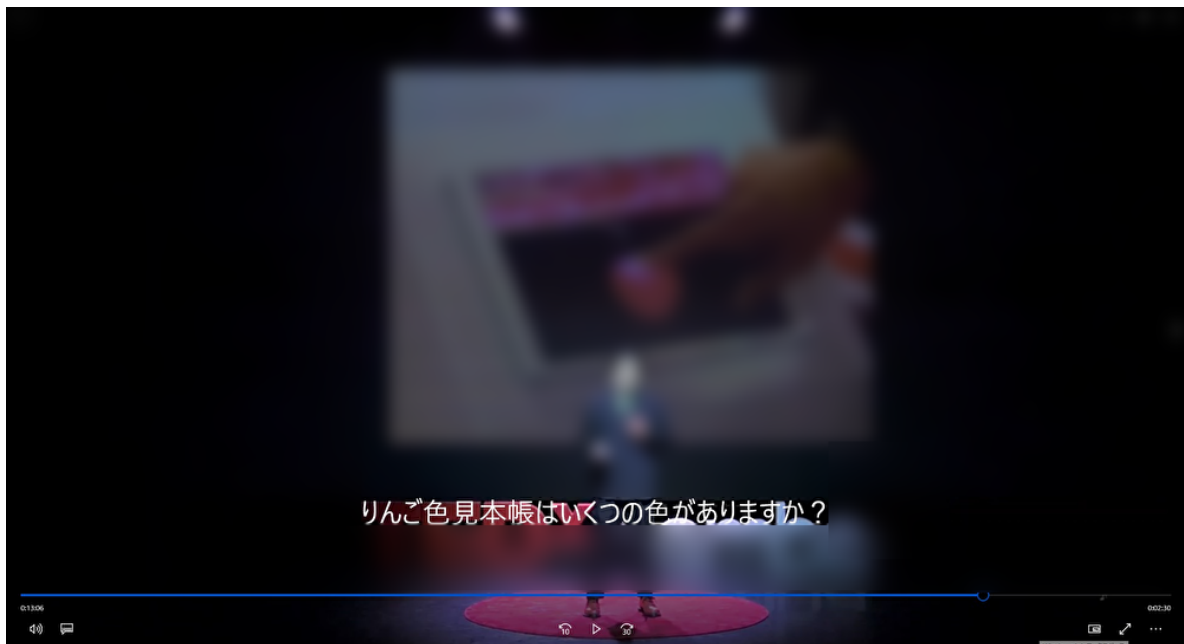


図 4.3 追加問題のイメージ

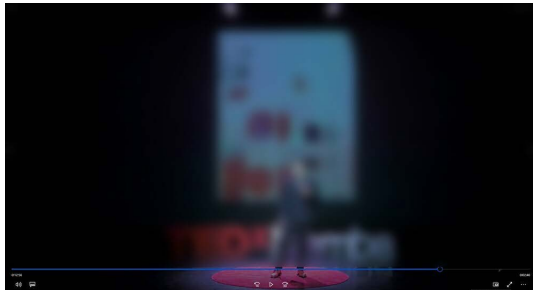


図 4.4 輝度の調整による介入を行っていない場合のイメージ

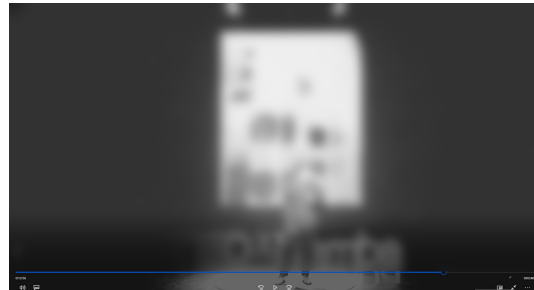


図 4.5 輝度の調整による介入を行った場合のイメージ

あったか」という質問は5段階のリッカート尺度を用いた。実験協力者は「動画視聴タスクにどの程度集中して取り組めたか」という質問について、まったく集中できなかった場合は1、あまり集中できなかった場合は2、どちらともいえない場合は3、やや集中できた場合は4、非常に集中できた場合は5と回答した。「介入に対してどの程度不快感があったか」という質問については、まったくなかった場合、あるいは介入に気がつかなかった場合は1、あまりなかった場合は2、どちらともいえない場合は3、ややあった場合は4、大いにあった場合は5と回答した。「動画の中で追加問題が出題されたのに気付いたか」という質問については、気がつかなかった場合は0、気付いた場合は1と回答した。

4.6 測定指標

仮説に対応した評価を行うため、実験協力者から以下のデータを収集した。

- 集中力スコア 事後アンケートの「動画視聴タスクにどの程度集中して取り組めたか」という質問への回答
- 追加問題の認知の有無 二値データ（気づかなかった場合を 0，気付いた場合を 1 とする）
- 追加問題の正誤 二値データ（不正解の場合を 0，正解の場合を 1 とする）
- 不快感スコア 事後アンケートの「介入に対してどの程度不快感があったか」という質問への回答

集中力スコア，追加問題への認知の有無，不快感スコアは事後アンケートの結果を使用した。追加問題の正誤に関しては，解答用紙に記載された追加問題への解答を利用した。この際，解答が完全に一致している場合のみを正解とした。

H1, H2 の検証を行うために，集中力スコア，追加問題の認知の有無，追加問題の正誤，という 3 つの指標を用いて，実験群が統制群と比較して，実験協力者を集中させられたのかを分析する。また，H3, H4 の検証のために，不快感スコアを用いて，実験群が統制群と比較して，不快感が少ないかどうかを分析する。

第 5 章

結果

本章では、計 16 名（輝度調整による介入：4 名，音量調整による介入：4 名，アラーム音による介入：4 名，介入なし：4 名）の実験協力者を対象に行った動画視聴タスクによって収集したデータの分析結果について述べる．表 5.1 に実験データの全容を示す．

順序尺度である「集中力スコア」と「不快感スコア」に対して，分布に正規性があるかを確認するため，Shapiro-Wilk 検定を行った．その結果， p 値が 0.0016 となり，分布の正規性は確認できなかった．また，データ数が少なく，データ群が 3 群以上かつ対応のないデータであるため，Kruskal-Wallis 検定を用いた．「追加問題への認知の有無」と「追加問題の正誤」という評価指標は，二値データかつ対応のないデータであるため，カイ二乗検定を行った．有意水準は 0.05 とした．

5.1 集中力スコア

実験協力者が動画視聴タスクにどの程度集中できたかどうかを調べるため，動画視聴後にアンケート調査により，実験協力者自身が集中できたかどうかを 5 段階で主観評価してもらった．表 5.2 に集中力スコアの分析結果を示す．平均値では，輝度の調整による介入を行った群が 4.75 と最も高く，アラーム音による介入を行った群が 3.75 と最も低かった．平均値では，輝度の調整による介入が最も集中させられたことになる．

提案手法である輝度の調整による介入と音量による介入が，介入を行わない場合と比較して，集中させられるのかを検証するため，Kruskal-Wallis 検定を行った．その結果，表 5.2 に示すように統計的有意差は確認されなかった (p 値 = 0.36)．つまり，集中力スコアに関して 4 群間において差があるとは結論付けられない．このことから仮説 H1，仮説 H2 は支持されなかった．

表 5.1 実験データ

実験者 ID	介入	輝度	追加質問認知	追加質問正解	不快感スコア
1	輝度	5	1	0	5
2	輝度	5	0	0	1
3	輝度	5	1	0	2
4	輝度	4	1	1	1
5	音量	5	1	1	5
6	音量	4	1	1	2
7	音量	4	1	0	4
8	音量	4	1	1	4
9	アラーム音	2	1	1	4
10	アラーム音	5	1	0	1
11	アラーム音	5	1	1	4
12	アラーム音	5	1	0	4
13	介入なし	4	0	0	1
14	介入なし	5	1	1	1
15	介入なし	5	1	0	1
16	介入なし	5	1	0	1

表 5.2 測定指標の分析結果（上段：平均値，下段：標準偏差）

測定指標	介入条件				p-value
	輝度	音量	アラーム音	介入なし	
集中力スコア	4.75	4.25	3.75	4.25	0.36
	(0.50)	(0.50)	(1.26)	(0.50)	
追加問題への認知の有無	0.75	1.00	1.00	0.75	0.52
	(0.50)	(0.00)	(0.00)	(0.50)	
追加問題の正誤	0.25	0.75	0.50	0.25	0.42
	(0.50)	(0.50)	(0.58)	(0.50)	
不快感スコア	2.25	3.75	3.25	-	0.47
	(1.89)	(1.26)	(1.50)	-	

5.2 追加問題の認知の有無

実験協力者が介入によって、低まった集中力を高まるかどうかを調べるため、介入を行った直後に提示された追加問題に気づいたどうかを調べた。表 5.2 に追加問題への認知の有無についての分析結果を示す。カイ二乗検定を行った結果、統計的有意差は確認されなかった (p 値 = 0.52)。つまり、追加問題の認知の有無は介入の有無と関係があるとは結論付けられない。このことから仮説 H1、仮説 H2 は支持されなかった。

5.3 追加問題の正誤

介入によって、実験協力者の集中力が高まり、情報を聞き逃すことが防がれるのかどうかを調べるため、介入を行った直後に提示された追加問題に正解したかどうかを調べた。表 5.2 に追加問題の正誤についての分析結果を示す。統計的有意差は確認されなかった (p 値 = 0.42)。つまり、追加問題への正誤と介入の有無に関連性があるとは結論付けられない。このことから仮説 H1、仮説 H2 は支持されない。

5.4 不快感スコア

提案する 2 つの介入が、既存の介入と比較して不快感が少ないかどうかを調べるため、アンケート調査により、介入について 5 段階で評価してもらった。表 5.2 に不快感スコアの分析結果を示す。平均値では、輝度の調整による介入を行った群が 2.25 と最も低く、音量の調整による介入を行った群が 3.75 と最も高かった。平均値では、輝度の調整による介入が最も不快感が少なかったことになる。

提案手法である輝度の調整による介入と音量による介入が、既存の手法であるアラーム音による介入と比較して不快感が少ないかどうかを検証するため、3 群を対象に Kruskal-Wallis 検定を行った。その結果、表 5.2 に示すように統計的有意差は確認されなかった (p 値 = 0.47)。つまり、不快感スコアに関して 3 群間において差があるとは結論付けられない。このことから仮説 H3、仮説 H4 は支持されなかった。

第 6 章

考察

本章では、実験結果をもとに考察を行う。本研究の目的は、リアルタイムのオンライン講義で集中していない人に対して不快感を与えずに集中させる手法を提案することであった。

6.1 仮説の検証結果

仮説 H1 では輝度の調整による介入を行うことにより、オンライン講義の学習者の集中させられる、仮説 H2 では音量の調整による介入を行うことにより、オンライン講義の学習者を集中させられると予想した。また、仮説 H3 では輝度の調整による介入はアラーム音による介入と比較して不快感が少ない、仮説 H4 では音量の調整による介入はアラーム音による介入と比較して不快感が少ないと予想した。しかし、5 章で述べたとおり、4 つの指標において統計的有意差は確認できなかった。

以上より、提案手法によって、学習者を集中させられるとは結論付けられない。また、提案手法は、アラーム音による介入と比較して不快感が少ないとは結論付けられない。

6.2 集中力への影響

仮説 H1, H2 を検証するために集中力スコアとして、実験協力者が動画視聴タスクにどの程度集中できたかを主観評価してもらった。その結果、表 5.1 に示すように 16 名中 15 名が「やや集中できた」あるいは「とても集中できた」と回答し、全体的に集中力が高かったことがわかる。このことから、タスク自体が集中しやすく、実験群と統制群で集中力スコアに差が生じなかったということが考えられる。タスクが集中しやすかった要因と

しては、15 分程度の動画であったため、実験協力の集中力が低下しにくかったこと、実験室で行ったことによって実験協力者が緊張感を覚えたため、集中力が低下しにくかったことが考えられる。

また、測定指標に関しては、集中力スコアはタスク全体に対する自身の集中への主観的な評価であるため、介入によって実験協力者が本当に集中させられたかどうかを測定できてないことが課題として挙げられる。

追加問題への認知の有無、追加問題の正誤という指標に関しても同様に集中しやすいタスクであった可能性があるため、実験群と統制群において差が生じなかったことが考える。追加問題に正解していたかどうかという指標に関しては、14 名が追加問題に気づいたにもかかわらず、正解していない実験協力者が 7 名いた。このことから、追加問題の意図、解答する必要性が伝わりづらかったと推測される。本実験で設定した問題に正解しているかどうかは、実験協力者によって問題の趣旨が解釈できたか、解答を聞き取ることに間に合わなかったかどうか依存すると考えられる。よって、本実験の追加問題を介入が集中させられるかどうかを測定指標とすることには適していないという課題が挙げられる。

6.3 実験人数

本実験では、1 群あたり 4 名とサンプルサイズが小さかったため、検証結果が安定しなかったことが考えられる。このことを防ぐためには、この実験協力者がサンプルサイズを大きくする必要があると考えられる。

6.4 今後の課題、発展性

以上で述べたように、動画自体に関する課題、測定指標に関する課題、サンプルサイズに関する課題、介入設計に関する課題がある。提案手法の効果を正確に検証するためには、これらの課題を解決する必要がある。

動画自体に関する課題については、実験協力者が緊張しないような環境を用意すると共に、動画の長さを長くする、あるいは動画の内容を実験協力者の事前知識がなく、関心があまりない内容する必要がある。

測定指標の課題については、タスク序盤、中盤、終盤などの複数のタイミングで追加問題を行うことで、それぞれのタイミングで実験協力者の集中力を客観的、かつタスク全体を通して集中していたのかを測定することが必要である。また、介入によって集中させら

れたかどうかを測定するためには、実験協力者に意図が伝わりづらい追加問題は、不正解であった理由が単に集中していなかったためか、あるいは意図が伝わらなかったためかがわからない。よって、追加問題を認知した場合は全員がその問題の趣旨、意図を解釈できる質問を設定する必要がある。

介入の設計の課題について、事前に不快感を感じる閾値を調査するユーザ実験を行う必要がある。具体的には、予備実験として多くの実験協力者に対して、提案手法の介入の変化量を行う。この際、介入の変化量を複数パターン用意し、どのパターンが不快感が少ない、かつ、介入の存在に気づくのかを調査する。その後、調査結果をもとに選定した介入方法を適用する必要があると考えられる。また、本実験では介入を5秒間行ったが、長さによって不快感がどのように変化するを調査する必要がある。

これらの課題を解決した後、提案手法によって仮説 H1, H2, H3, H4 が支持された場合、発展的な提案として、集中していない状態にあるオンライン講義の参加者に対して介入を自動で行うシステムが考えられる。また、そのためには、Web カメラを利用して、参加者の視線、頭部の動きなどを取得し、集中力測定を自動で行うモジュールを作成することが考えられる。

第 7 章

まとめ

本稿では，オンライン講義で集中していない学習者に対して不快感を与えずに集中させる手法として，輝度の調整による介入と音量の調整による介入を提案した．

提案手法が集中させられるのか，既存の介入と比較して不快感が少ないのかを検証するために，16 名の実験協力者に動画視聴タスクを行ってもらった．集中力スコア，追加問題への認知の有無，追加問題の正誤，不快感スコアの 4 つの測定指標を収集，分析した結果，提案手法によって学習者を集中させられるとは結論付けられなかった．また，既存の手法であるアラーム音による介入と比較して不快感が少ないと結論付けられなかった．また，実験の結果から，実験や介入自体の設計や測定指標設定を解決する必要があるとわかった．

今後課題を解決し，提案手法による有効性が確認できた際には，自動で行われるシステムの実装を行う予定である．また，その Web カメラから学習者の視線，頭部の向きを取得し，リアルタイムで集中しているかどうかを判定するモジュールの実装も目指す．

参考文献

- [1] Sidney D'Mello, Andrew Olney, Claire Williams, and Patrick Hays. Gaze tutor: A gaze-reactive intelligent tutoring system. *International Journal of human-computer studies*, Vol. 70, No. 5, pp. 377–398, 2012.
- [2] Kshitij Sharma, Hamed S Alavi, Patrick Jermann, and Pierre Dillenbourg. A gaze-based learning analytics model: in-video visual feedback to improve learner's attention in moocs. In *Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge*, pp. 417–421, 2016.
- [3] Xiang Xiao and Jingtao Wang. Context and cognitive state triggered interventions for mobile mooc learning. In *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction*, pp. 378–385, 2016.
- [4] Brian Wansink and Koert Van Ittersum. Portion size me: downsizing our consumption norms. *Journal of the American Dietetic Association*, Vol. 107, No. 7, pp. 1103–1106, 2007.
- [5] Alexander T Adams, Jean Costa, Malte F Jung, and Tanzeem Choudhury. Mindless computing: designing technologies to subtly influence behavior. In *Proceedings of the 2015 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, pp. 719–730, 2015.
- [6] Yi Xu. Speech melody as articulatorily implemented communicative functions. *Speech communication*, Vol. 46, No. 3-4, pp. 220–251, 2005.
- [7] Jianlong Zhou, Syed Z. Arshad, Simon Luo, and Fang Chen. Effects of uncertainty and cognitive load on user trust in predictive decision making. In *16th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction — INTERACT 2017 - Volume 10516*, pp. 23–39, Berlin, Heidelberg, 2017.
- [8] Berkeley J Dietvorst, Joseph P Simmons, and Cade Massey. Algorithm aversion:

- People erroneously avoid algorithms after seeing them err. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 144, No. 1, p. 114, 2015.
- [9] Riku Arakawa and Hiromu Yakura. Mindless attractor: A false-positive resistant intervention for drawing attention using auditory perturbation. pp. 1–15, 2021.
 - [10] Christine A. Curcio, Kenneth R. Sloan, Robert E. Kalina, and Anita E. Hendrickson. Human photoreceptor topography. *The Journal of Comparative Neurology*, Vol. 292, No. 4, pp. 497–523, 1990.
 - [11] Haruhisa Okawa and Alapakkam P. Sampath. Optimization of single-photon response transmission at the rod-to-rod bipolar synapse. *Physiology*, Vol. 22, No. 4, pp. 279–286, 2007.
 - [12] Sabine Langlois. Adas hmi using peripheral vision. In *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, AutomotiveUI '13, p. 74–81, New York, NY, USA, 2013.

謝辞

本研究の遂行ならびに論文の作成にあたり，ご指導を賜りました静岡大学情報学部准教授山本祐輔先生に謹んで深謝の意を表します．

本研究の遂行のために，副査としてご助言をいただきました静岡大学情報学部准教授大本義正先生に厚くお礼を申し上げます．

本研究の遂行にご協力いただいた，静岡大学情報学部行動情報学科山本研究室の皆様に感謝致します．

2022 年 3 月 廣田雄亮