

周辺視野への視覚刺激提示が プログレスバー待機時間に与える影響

松井啓司^{†1} 中村聡史^{†1} 鈴木智絵^{†2} 山中祥太^{†2}

概要: 多くのアプリケーションにおいて、画面などの読み込みは必要不可欠な処理であり、これらの待機時間中にユーザへプログレスバーなどの視覚的なフィードバックを提供することで体感時間を減少させるのが一般的である。またプログレスバーへのアニメーション付与、インタラクティブな要素の付与などによって体感時間がさらに減少することもわかっている。ここで我々は過去の研究において PC 作業時に周辺視野へ視覚刺激を提示することで、体感時間が増減することを明らかにした。また、過去のプログレスバーに関する研究において周辺視野を活用しているものは無く、これを有効活用することで体感時間の変化をより強めることが可能であると考えた。そこで本稿では、10秒程度のプログレスバーを提示し、合わせて周辺視野へ視覚刺激を提示することで体感時間への影響を調査する。

キーワード: 周辺視野, 視覚刺激, 時間評価, プログレスバー

1. はじめに

技術の発達によって PC の処理速度が向上しているが、依然多くのアプリケーションにおいて画面の読み込みなどによる待機時間は発生している。こうした待機時間は数秒程度のものである場合が多いが、ユーザにとってはストレスを引き起こす要因となり得るうえに、他のタスクに取り組めるほど十分に長い時間ではないため、ただぼんやりと待つことしかできない場合も多い。我々はこのような待機時間を心理的に短く体感させることで、ユーザのストレスなどを軽減したいと考えた。

待機時間を心理的に短く体感させる手段として、プログレスバーなどの視覚的フィードバックをユーザへ提示する手法が一般的である。また、プログレスバーへのアニメーション付与や、インタラクティブな要素の付与などによってさらなる体感時間の短縮が可能であることも報告されている[1][2]。ここで、我々は過去の研究において、PC 作業時に周辺視野へ移動速度が異なる視覚刺激を提示することで、体感作業時間が増減することを明らかにした[3]。その際の実験協力者のタスク回答内容や視線ログを分析したが、周辺視野へ視覚刺激を提示しても、中心視野で行われている別の作業のタスクパフォーマンスへの影響は見られなかった。つまり周辺視野に提示される視覚刺激と、中心視野に提示される情報は互いに大きく干渉し合うことはないと考えられる。我々はこの結果に着目し、プログレスバーへのアニメーション付与やインタラクティブな要素の付与といった、中心視野を対象としていた既存の体感時間短縮手法と、周辺視野への視覚刺激提示を組み合わせることで体感時間の変化をより強めることが可能になると考えた。

そこで本稿では、中心視野と周辺視野による体感時間の操作手法を組み合わせることで、より大きく体感時間を変

化させる手法を提案する。具体的には、中心視野へプログレスバーを 10 秒程度提示し、同時に周辺視野へ運動する視覚刺激を提示した。これによって、体感時間にどのような影響が発生するのかを調査した。

2. 関連研究

視覚情報による時間評価の変化についての研究には様々なものがある。一川[4]は、時間に関する錯視から理解される視覚の時間的特性について、眼球運動や刺激量によって体感時間が変化するなどの報告をしている。この中で、運動速度の効果についても述べられており、動画像の運動速度が速いほど動画像を観察している際の体感時間が長くなると解説している。田山[5]は、充実時程錯覚という、情報量の多い感覚によって視覚的に感じた時間は、情報量の少ない感覚によって感じた時間よりも長く感じるという現象に言及している。この充実時程錯覚に着目した研究として清水ら[6]のものがある。清水らは光学 HMD の描画範囲内へ運動するオブジェクトを提示することで人の主観時間が変化することを明らかにした。Faster progress bars[2]はプログレスバーに点滅などのアニメーションを付与することで、ユーザの体感時間を短縮するシステムである。また、実際にこのシステムを用いることで 11% の体感時間短縮に成功している。Woojoo ら[7]はプログレスバーの形状や、バーの進み方によって体感時間が変化することを明らかにしている。伴ら[8]は PC 作業時にアナログ時計を提示し、その針の進行速度を操作することでユーザの作業速度が変化すること、また、実際には異なる時間作業を行っていた群においても時間の評価に有意な差がないことを明らかにした。つまり、視覚的な刺激によって体感時間が操作されることを実験から明らかにしている。このように視覚刺激の提示や、物体の運動速度によって時間評価が変化することはすでに明らかになっている。しかし、これらの研究は中心視野での効果について述べたものである。本研究は

^{†1} 明治大学
Meiji University.

^{†2} ヤフー株式会社
Yahoo Japan Corporation

視覚刺激を提示する範囲として周辺視野に着目しているという点でこれらと異なっている。

周辺視野の特性についての研究も多くなされている。岡野ら[9]は低解像度マトリクスを使用し、適切なオプティカルフローを周辺視野へ提示することでスピード感を提示する手法を実現している。また中嶋ら[10]は、ディスプレイの周囲に設置したLEDアレイを用いて、視聴者の周辺視野へ動きを提示し、スピード感を増強させるシステムを提案している。評価実験によって、視聴している映像中の車の走行速度に応じてLEDの点滅パターンを制御することで被験者が感じるスピード感に影響を及ぼすことを示している。橋ら[11]はPC作業時にディスプレイの周辺視野部分へ内向きの縞模様を提示することで被験者の集中力が向上するとの実験結果を得ている。本研究はこれらの研究と同様に、周辺視野へ適切な視覚刺激提示を行うことで人間の感覚に作用することを目指すものである。

福地ら[12]は、ディスプレイに表示された動画コンテンツの周辺視野部分へ動的に変化する錯視図形を提示することでコンテンツに抱く印象の変化を図り、錯視の種類によって動揺や不安、楽しさなどの印象値が向上することを明らかにしている。ディスプレイ以外への情報提示によって周辺視野を刺激するものとしてはIllumiRoom[13]が知られている。これはゲームプレイ時のディスプレイ周辺の壁や床に、プロジェクタからゲームの内容に対応した映像を出力することで、臨場感や迫力を変化させている。本研究はこれらと同様に周辺視野の特性を応用し、無意識的な情報処理による時間評価の変化を狙ったものである。

以上をまとめると、中心視野へのプログレスバー提示による体感時間操作は既の実現されており、また、周辺視野を活用することでコンテンツの印象や体感時間に影響を及ぼすことが可能であることも明らかになっているが、これらを組み合わせた際に出る影響（単純に効果が增加するのか、お互いの効果を阻害し合うのかなど）が未知であった。仮に単純に効果が増加するのであれば、待機時間をより短縮することが可能になるためユーザの感じるストレスなどをさらに軽減することが可能になると考えられる。これを明らかにするため、本稿では実際に組み合わせて提示した際の体感時間を調査する。

3. 提案手法

本研究の目的は、中心視野内に提示されるプログレスバーの体感時間を、周辺視野へ視覚刺激を提示することで短縮することである。

ここで周辺視野に提示された情報は脳によって無意識的に処理され、意識せずとも物体の動きなどをぼんやりと知覚できることが明らかになっている。そのため、この周辺視野の特性を活かし、無意識的に視覚刺激の速度をユー

ザに知覚させることで、体感時間を操作することを考えた。つまり、プログレスバーなどの視覚的フィードバックを提示されているユーザの周辺視野に視覚刺激を提示し、その運動速度を調節することでユーザの時間評価を変化させる（体感時間を短くする）手法を提案する。

周辺視野に提示する視覚刺激としては様々なものが考えられるが、どういった視覚刺激が体感時間の操作に最も適しているかは明らかになっていない。また、周辺視野は色彩の認知には疎い代わりに、輝度の認知能力には長けているという特性が知られている[14]。そこで、色に関しては特定の色を使用することはせず、背景画像と輝度の近いモノトーン色をベースラインとして視覚刺激に採用した。

この手法を用いることで、ユーザは普段通りに時間を過ごしているが、脳が周辺視野に提示された運動パターンの速度の変化を無意識的に知覚することで、待機時間をより短く感じる事が可能になると期待される。

本研究で提案している手法は、スマートフォンやPCの操作において、画面などを読み込む際に発生する待機時間の短縮を目的としたものである。特に今回は、情報収集や書類の作成など、多くの作業において使用する機会の多いPC使用時の待機時間に着目した。提案手法では図1や図2のように、ディスプレイ内の中心視野にあたる部分にプログレスバーが表示され、周辺視野にあたる画面の外周部分（ディスプレイとコンテンツの境目）へ視覚刺激となる運動パターンを表示するものである。



図1 提案手法イメージ図 (PC)



図2 提案手法イメージ図 (スマートフォン)

4. 実験

4.1 実験目的

実験の目的は、中心視野へプログレスバーを提示しつつ、周辺視野へ視覚刺激を提示することによる体感時間への影響を確認することである。体感時間について研究したものととして過去に、中心視野へ提示されたプログレスバーを対象にした研究[1][2]と、周辺視野を対象にした研究[3]がそれぞれ存在したが、これらを組み合わせ際にそれらがどのように影響しあうのかが明らかになっていなかった。すなわち、プログレスバーを目視して残り待機時間を大まかに把握しつつ、周辺視野で時間短縮/増大効果のある視覚刺激を見たときに、体感時間がどのように変化するかを観察するのが目的である。

そこで本稿では、実際に中心視野へプログレスバーを、周辺視野へ視覚刺激を提示することで、体感時間がどう変化するかを検証する。この時、中心視野にはプログレスバーを常に提示し、周辺視野に提示された視覚刺激の運動速度を変化させることを実験条件とした。詳細については4.2節において述べることにする。また、実験協力者の実験中の視線データを取得し、分析することで視覚刺激が正しく周辺視野に対して提示されているかどうかを確認する。ここでは周辺視野へ視覚刺激提示を行うことで、過去の研究[3]と同様に体感時間が変化し、特に視覚刺激が加速するほど体感時間が短縮すると仮説を立てて実験の設計を行なった。

4.2 実験条件

中心視野へ提示されるプログレスバーの提示時間については5つの時間条件(8s, 9s, 10s, 11s, 12s)を設定した。プログレスバーはこの5つの条件のうち、いずれかの時間をかけて一定のフィードバックを提示するように設計されている。周辺視野へ提示される視覚刺激の運動速度についても5つの速度条件(0 rad/s, 1.4 rad/s, 2.0 rad/s, 2.8 rad/s, 4.0 rad/s)を設定した。速度条件はウェーバーフェヒナーの法則に則り、ユーザが受け取る感覚量の差が各条件間で一定になるように設定した。これらの2要因を用いて参加者内計画によって実験を行う。

実験協力者は20代の男子大学生10名(平均年齢22.9歳)であり、時計などの時間を測れるものが視認できない環境で実験を行った。実験協力者の目とディスプレイの距離はおよそ50cm、中心視野を視覚直径15°以内と仮定して視覚刺激の提示範囲などを設定した。また、視線検出装置にはTobii社製のアイトラッカーTobii EyeXを用いた。

4.3 実験手順

実験協力者は着席した状態で、プログレスバーと視覚刺激が提示されたディスプレイを見る。周辺視野へ提示する視覚刺激には図3のような二重になった楕円軌道上を時計回りに回転する光点を用いた。

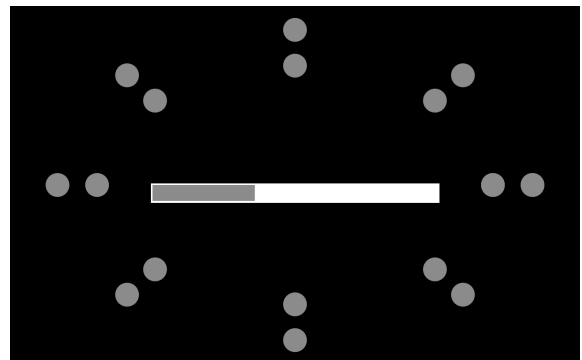


図3 実験の様子

光点の初期位置は2つの楕円と、楕円の中心を通り順に45°の角度をなす4本の直線の交点の位置に配置した。この視覚刺激は田山[15]の研究を参考に作成している。ここで我々は過去の研究[3]において、周辺視野への視覚刺激提示によって体感時間が増減することを明らかにしている。具体的な内容としては、視覚刺激の提示速度が加速するほど時間を短く感じ、減速するほど時間を長く感じるというものであった。この結果をもとに、今回の実験においては、5つの速度条件からランダムに2つの条件を選出し、時間経過に応じて徐々に速度が変化するようなシステムの設計を行った。例えば時間条件が10s、選出された速度条件が1.4(rad/s)と4.0(rad/s)だった場合、実験開始直後は1.4(rad/s)

で動いていた視覚刺激が徐々に加速し 10s 後にちょうど 4.0 (rad/s) になるという設計である。速度に変化を持たせることで、周辺視野を用いた体感時間変化の効果をより強めることを意図した。

時間評価の方法には、視覚刺激同様に田山[15]の研究を参考にして、マグニチュード推定法を用いた。今回は実験を行う前に運動速度 2.0 (rad/s)、提示時間 10s の視覚刺激を実験協力者に提示し、これを基準刺激とした。時間が経過しプログレスバーと視覚刺激の提示が終了した後に、基準刺激と比較して何倍の時間を体感したかをアンケート用紙へ記入し、キー入力を行うことで次の試行へ移行する。このとき、5 種類ある速度条件から 2 つをランダムに組み合わせるため、提示速度の変化パターンには 25 通りの組み合わせが存在する。この 25 通りの中からランダムに条件を設定し、計 30 回試行を行った。これにより実験協力者の時間感覚が提案手法によってどのように変化したかを分析する。また、慣れや実験順序によってバイアスが生じることを防ぐために、提示時間および提示速度はタスクを 1 度終えるごとにランダムに変化するものとした。

4.4 実験結果と考察

まず、プログレスバーが提示されていた実時間を、実験協力者がアンケートで回答した体感時間で除算する。この計算によって、その試行における実時間と体感時間の比率を求めることができる。この比率の値が 1 以上であれば、実時間と比較して体感時間が短くなっていたということを意味している。例えば実際には 12s 間提示されていた時に、体感時間が 10s であったのなら $12 / 10 = 1.2$ となる。この計算を全てのデータに対して行なった。そして、それぞれの速度条件にも着目し、ランダムに選出された 2 つの速度条件によって視覚刺激が加速するのか減速するのか速度を保つのかで比率の値を場合分けし、それぞれの場合における平均値を算出した。この時間の比率の逆数を求めることで、それぞれの場合における体感時間の平均を算出することができる。例えば比率が 1.2 であった場合は $100 \times (1/1.2) = 83.3$ (%) となり、体感時間が 16.7 (%) 短縮していたことを意味する。

上記の計算結果およびその分散を表 1 に示す。また、それぞれの場合において視線が画面中央に向けられていた割合（プログレスバーを見ていた割合）も視線集中度として表 1 に示す。

表 1 時間評価値

	加速	速度一定	減速
体感時間(%)	96.5	98.2	91.5
分散	0.0021	0.0036	0.0028
視線集中度(%)	95.9	94.0	95.2

表 1 より、提示速度の変化によらず体感時間は 100 以下であることがわかる。つまり、中心視野へプログレスバーを提示し、周辺視野へ視覚刺激を提示することで、その速度変化によらず体感時間が短縮されていたということになる。特に視覚刺激が徐々に減速していく際に、体感時間が 91.5% に短縮、つまり 8.5% の体感時間短縮が発生していることが明らかになった。また、視覚刺激が加速した場合や速度が一定であった場合にも、減速した際の効果ほどではないが、体感時間の短縮が確認された。我々の過去の研究 [3] においては、周辺視野へ提示された視覚刺激の提示速度が加速するほど体感時間が短縮され、減速するほど体感時間が延長される傾向にあったが、今回の実験ではその傾向は見られなかった。つまり今回の実験結果は、我々が実験前に仮説としていた「視覚刺激が加速するほど体感時間が短縮する」という予想とは異なる結果であった。効果の傾向に違いが発生した原因については、対象とした時間の長さや、中心視野に提示された情報など様々なものが考えられるため、今後も引き続き調査する予定である。なお、視線集中度はほぼ一定の高水準を保っていたことから、周辺視野への視覚刺激提示によって視線が誘導されるようなことはなかったことが確認された。

これらの結果をもとに、実際にシステムとして実装する際のことを考察する。まず、実験結果を整理すると中心視野へプログレスバーを提示している場合には、周辺視野に提示した視覚刺激を徐々に減速させる手法を用いることで体感時間が短縮することが明らかになった。しかし、この結果を活用して体感時間を短縮させるシステムを実装する際に、視覚刺激の輝度、形状、動きを制御する式など、システムを構成する各パラメータの最適な値がいまだに不明である。そのため、ユーザが提案手法の効果を十分に得られない可能性が考えられる。そこで、提示する視覚刺激の輝度値を複数パターン設定した実験を行うことで、提案手法の効果をえられる視覚刺激の輝度の最適値を決定する。

5. 追加実験

5.1 実験目的

前章の実験により、中心視野へのプログレスバー提示と周辺視野への視覚刺激提示を組み合わせた際に、視覚刺激を徐々に減速させることで待機時間をより短く体感することが可能であることが明らかになった。実験で視覚刺激に用いた色などは先行研究を参考に設定していたが、これを実際にシステムとして実装した際に、ユーザが視覚刺激の存在を気にしてしまい、提案手法の効果を十分に得られない可能性も考えられるため、視覚刺激の表現に必要な最低限のパラメータの種類や閾値を確認する必要がある。ここで、周辺視野には運動する物体に敏感に反応するという特性があることが知られている。この特性を用いること

で、前章で用いた視覚刺激の輝度などを調整し、ほとんど見えない程度の視認性であっても、周辺視野であれば視覚刺激の運動を認識可能であり、提案手法の効果も十分に維持できると考えた。

そこで、視覚刺激と背景画像とのコントラスト比に着目し、コントラスト比の違いによって提案手法にどのような影響があるのかを実験によって明らかにする。ここでは、コントラスト比が低くても、周辺視野の特性によって視覚刺激の動きを認識し、提案手法の効果を得ることが可能であると仮説を立てて実験の設計を行なった。

5.2 実験条件

視覚刺激と背景画像とのコントラスト比を RGB の値から計算し、背景画像を 1 とした時のコントラスト比についての 3 条件 (1.1, 1.5, 2.0) を設定した。3 条件それぞれにおいて、前章と同様の実験を行うことで、コントラスト比による提案手法への影響を明らかにする。なお、前章の実験で用いていた視覚刺激と背景画像とのコントラスト比は 2.0 であった。コントラスト比による視覚刺激の見え方を以下の図 4 に示す。

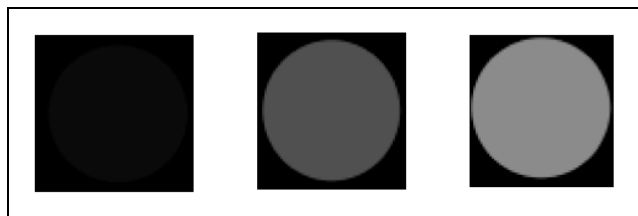


図 4 背景画像と視覚刺激のコントラスト比の違い (左から 1.1, 1.5, 2.0)

他の実験条件については前章と同様である。実験協力者は 20 代の男子大学生 10 名 (平均年齢 22.3 歳) であり、時計などの時間を測れるものが視認できない環境で実験を行った。実験協力者の目とディスプレイの距離はおおよそ 50cm、中心視野を視覚直径 15°以内と仮定して視覚刺激の提示範囲などを設定した。また、視線検出装置には Tobii 社製のアイトラッカー Tobii EyeX を用いた。

5.3 実験手順

実験手順についても前章とほぼ同様であるが、実験で用いるシステムの一部に変更を加えた。まず、プログレスバーの提示範囲を前章と比較して小さくした。これはより実用的な場面を想定し、一般的なプログレスバーの大きさでの効果を測定するためである。変更内容を図 5 に示す。

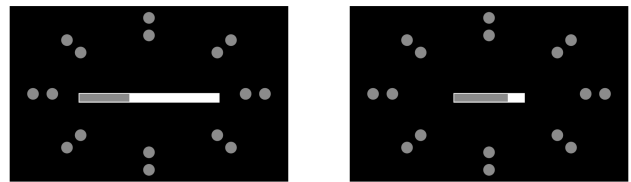


図 5 提示範囲の変更 (左: 変更前 右: 変更後)

また、視覚刺激の提示数を半分に減らすことにした。これも同様に実用的な場面を想定しての変更である。2 つの楕円軌道を描く視覚刺激の提示によってディスプレイ内の領域の多くを使用してしまい、実用的ではないと判断したため提示する楕円軌道を 1 つにした。変更内容を図 6 に示す。

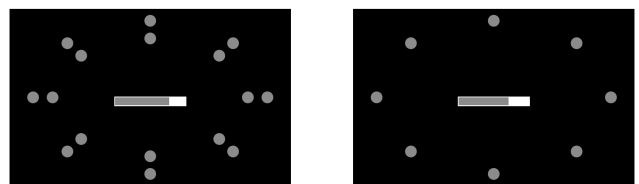


図 6 提示数の変更 (左: 変更前 右: 変更後)

これら 2 点の変更を加えた。その他の実験条件は前章と同様である。5 つの時間条件 (8s, 9s, 10s, 11s, 12s) と 5 つの速度条件 (0 rad/s, 1.4 rad/s, 2.0 rad/s, 2.8 rad/s, 4.0 rad/s) を設定し、中心視野にプログレスバーを、周辺視野に視覚刺激を提示する。この時の体感時間をアンケートによって調査し、この試行を 30 回行うことを 1 セットとした。各実験協力者はコントラスト比の 3 条件 (1.1, 1.5, 2.0) それぞれについて 1 セットずつ、計 90 試行の実験を行った。また、慣れや実験順序によってバイアスが生じることを防ぐために、提示時間および提示速度はタスクを 1 度終えるごとにランダムに変化するものとした。

5.4 実験結果と考察

まず、コントラスト比の条件ごとに実時間と体感時間の比率を算出した。計算結果は前章と同様に提示速度の変化ごとに分類し、その平均値、体感時間、視線集中度をそれぞれ表にまとめた。以下に表 2, 3, 4 とこれらの結果をまとめた図 7 を示す。

表 2 時間評価値 (コントラスト比 1.1)

	加速	速度一定	減速
体感時間(%)	94.9	95.6	94.2
分散	0.0064	0.0043	0.0068
視線集中度(%)	96.6	95.0	96.8

表3 時間評価値 (コントラスト比 1.5)

	加速	速度一定	減速
体感時間(%)	95.1	96.6	92.4
分散	0.0046	0.0020	0.0122
視線集中度(%)	96.9	97.8	97.3

表4 時間評価値 (コントラスト比 2.0)

	加速	速度一定	減速
体感時間(%)	97.5	97.9	92.8
分散	0.0056	0.0086	0.0036
視線集中度(%)	94.7	95.7	96.1

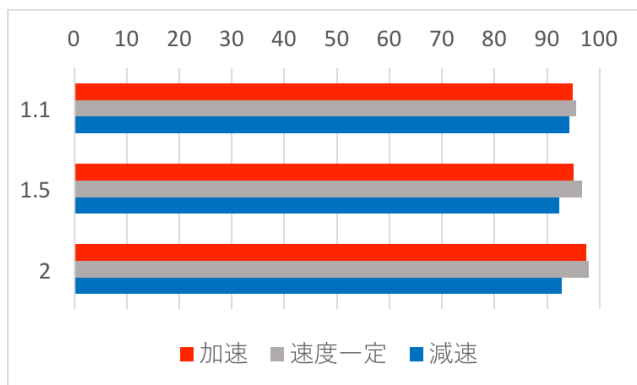


図7 各コントラスト比における実験結果

まず、背景とのコントラスト比が 1.1 であった表 2 によると、やはり視覚刺激を減速させた際に最も体感時間が短縮されており、平均すると 5.8%の体感時間短縮が可能であるという結果になった。しかし、前章の結果と比較して提示速度の変化による効果差は全体的に減少し、減速が特に有効であるとは言い難い結果となった。これはコントラスト比を過剰に小さく設定したために、運動刺激に敏感な周辺視野であっても視覚刺激を認識できなくなったことが原因の 1 つとして挙げられる。つまり表 2 は、中心視野に提示されたプログレスバーの効果のみが適応された際の結果であるとも考えられるのである。そう仮定すると、視覚刺激の提示速度の変化は認識されていないので、表 2 を以下の表 5 のように置換することができる。

表5 プログレスバーのみによる時間評価値

	全体平均
体感時間(%)	94.7
視線集中度(%)	96.4

表 5 は中心視野に提示されたプログレスバーのみによる体感時間への影響について述べたものと考えられる。これと比較することで、提案手法の有用性をより詳細に分析することが可能である。例えば前章の表 1 において、

視覚刺激の提示速度を減速させたことで体感時間が 8.5%短縮することが明らかになっていたが、表 5 によれば中心視野へのプログレスバー提示のみで体感時間を 5.3%短縮することが可能なので、周辺視野への視覚刺激提示によって、体感時間を短縮させる作用が強まったと考えることが可能である。

続いて表 3 によると、やはりこの場合にも減速が最も効果的で、体感時間が平均 7.6%短縮されていた。加速、速度一定の際の時間評価値との差も出ているため、提案手法の効果が発揮できていると考えられる。つまりコントラスト比 1.5 でも提案手法の効果をも十分に引き出せることが明らかになった。今後はコントラスト比をさらに下げていき、提案手法の効果を引き出せるコントラスト比の閾値を確定させる実験を計画している。具体的には、コントラスト比を 1.1 から 0.1 ずつ上げていくなどの、さらに細かい条件を設定し、本稿と同様の実験によって体感時間への影響などを調査する。この実験によって、周辺視野へ提示される視覚刺激はさらに目立たなくなり、提案手法がより汎用性の高いものになると期待している。最後に表 4 について考察する。表 4 も他と同様で、減速時に最も効果があり、体感時間が平均 7.2%短縮されていた。表 1 と表 4 は同じ条件による実験の結果についてまとめたものであったため、表 1 とほぼ同様の結果を得たことで提案手法の有用性をより強く示す結果となった。

ここで、図 7 よりすべての条件において体感時間が 100%以下であり、体感時間が短縮されている傾向にあった。これは表 1 においても見られていた傾向である。実験協力者は中心視野に提示されたプログレスバーによって体感時間を短縮されていた状態で、さらに周辺視野へ視覚刺激を提示されることでより強く体感時間の短縮が発生したと考えられる。ただし、プログレスバーのみを提示した際の体感時間短縮の効果を今回の実験では測定していないため、中心視野へプログレスバーを提示した際の効果をベースラインとした実験を今後予定している。

6. まとめ

本稿では、中心視野へのプログレスバー提示と、周辺視野への視覚刺激提示を組み合わせることで、体感時間にどう影響するかを調査し、実験によりその効果を検証した。2つの手法を組み合わせることで、体感時間を短縮させる効果はより強くなった。特に視覚刺激提示速度の減速が有効で、体感時間をおよそ 8%短縮させることが可能であった。また適切な視覚刺激の輝度値についても調査を行なった。実験によると、背景画像とのコントラスト比が 1.5 程度であっても、提案手法の効果は見られるようである。ただし、コントラスト比 1.1 では狙った効果が見られなかったため、視覚刺激の適切な輝度値は、コントラスト比 1.1 以上 1.5

以下であると予想される。より詳細な値については引き続き調査を行う予定である。

また、他の問題点の解消に尽力する。長時間と短時間で効果の出方が違ったことについての調査や、提案手法に必要な提示領域の大きさの確定、より効果的な視覚刺激のパターン考案などの問題に取り組み、最終的には Web で広く使われ、退屈な待機時間を短縮できるようなシステムの実現を目指す。

謝辞 本研究の一部は、JST ACCEL（グラント番号 JPMJAC1602）の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Harrison Chris, Zhiqun Yeo, Scott E. Hudson. Faster progress bars: manipulating perceived duration with visual augmentations. Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. ACM, 2010, p. 1545-1548.
- [2] Jess Hohenstein, Hani Khan, Kramer Canfield, Samuel Tung, Rocio Perez Cano. Shorter Wait Times: The Effects of Various Loading Screens on Perceived Performance. Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. 2016, p.3084-3090.
- [3] 松井啓司, 中村聡史. 周辺視野への視覚刺激提示が時間評価に及ぼす影響. 情報処理学会論文誌「若手研究者」特集 59(3), 2018.
- [4] 一川誠. 錯視からわかる視覚の時間特性. 光学 39(2), 2010, p. 82-88.
- [5] 田山忠行. 時間知覚のモデルと時間評価のモデル. 心理学評論 30(4), 1987, p. 423-451.
- [6] 清水友順, 双見京介, 寺田努, 塚本昌彦. ユーザの主観時間制御のためのウェアラブルデバイス向け情報提示手法. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, 2016, p. 162-169.
- [7] Woojoo Kim, Shuping Xiong. The Effect of Video Loading Symbol on Waiting Time Perception. DUXU 2017: Design, User Experience, and Usability: Understanding Users and Contexts. 2017, p.105-114.
- [8] 伴祐樹, 櫻井翔, 鳴海拓史, 谷川智洋, 廣瀬通考. 時計の表示時間速度制御による単純作業の処理速度向上手法(<特集>VR 心理学 6). 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 21(1), 2016, p. 109-120.
- [9] 岡野裕, 雑賀慶彦, 橋本悠希, 野嶋琢也, 梶本裕之. 速度感覚増強のための周辺視野への刺激提示手法の検討. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2008, p. 145-150.
- [10] 中嶋慶輔, 福地健太郎. 周辺視野の動的知覚特性にもとづくスポーツ映像の速度感増強システム. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2013, p. 1-7.
- [11] 橋卓見, 岡部裕之, 佐藤未知, 福嶋政期. PC 作業時の集中力向上のための作業用壁紙. 情報処理学会インタラクション 2012, 2012, p. 843-848.
- [12] 福地翼, 松井啓司, 中村聡史. 周辺視への錯視図形提示によるコンテンツ視聴手法の提案. 情報処理学会論文誌「インタラクションの理解および基盤・応用技術」特集 59(2), 2018.
- [13] Reserch M. IllumiRoom : Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences. <http://research.microsoft.com/en-us/projects/illumiroom/>. 2013.
- [14] 倩穎戴, 中村芳樹. 周辺視野における明るさ知覚に関する研究. 2012, 照明学会誌 96(11), p. 739-746.
- [15] 田山忠行. 運動パターンを見ている時の持続時間の知覚. 基礎心理学研究 25(2), 2007, p. 212-220.