

# 周辺視野への視覚刺激提示による プログレスバーの主観的な待機時間短縮手法

松井啓司<sup>†1</sup> 中村聡史<sup>†1</sup> 鈴木智絵<sup>†2</sup> 山中祥太<sup>†2</sup>

**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短縮させることは一般的である. ここで我々はプログレスバーとともに, 画面の外周に沿って光点が移動するような視覚刺激を提示し, 周辺視野を刺激することで, より強く体感時間を短縮させる手法を提案し, 実験によってその有用性を検証してきた. その結果, 徐々に減速する視覚刺激を提示することでプログレスバーのみを提示した時と比較して体感時間をおよそ 3%短縮可能であることを明らかにした. しかし, これまでの実験で扱っていた時間条件は 8s から 12s と非常に限定的であったため, 本稿では時間条件を 2s から 12s に拡張し, より短い時間条件における提案手法の効果を検証した. その結果, 2s から 4s の短い待機時間においても体感時間が短縮する傾向が見られることを明らかにした.

**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やファイルのアップロード・ダウンロード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, 仮に数秒程度のものであっても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主観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, プログレスバーが提示されている際に, その周囲に移動速度が変化する視覚刺激を提示し, 周辺視野を刺激することで, 体感時間をより短縮させる手法を提案し, 実験によって体感時間が約 8%短縮することを明らかにしてきた[3]. しかし, 一般的にプログレスバーが提示される時間は 2 秒程度の短いものや, 1 分以上の長いものなど多数存在しているにも関わらず, 実験で扱ったプログレスバーの提示時間は 8~12 秒と非常に限定的であった等の問題点が存在していた. そこで本稿では, 過去に行った実験の条件などを再検討し, より細かく提案手法の有用性を検証する. 具体的には時間条件を拡張し, 前回の実験よりも短い時間条件に対して提案手法を用いることで, 体感時間にどのような影響を及ぼ

すのかを実験によって調査する. なお, ファイルのアップロード・ダウンロードなどには数分以上の長い待機時間が発生することがあるが, このような長い待機時間については他のタスクに取り組むなど, 時間の使い方が多数考えられるため今回の検証の対象外としている.

## 2. 関連研究

視覚情報による体感時間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, 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

<sup>†1</sup> 明治大学  
Meiji University.

<sup>†2</sup> ヤフー株式会社  
Yahoo Japan Corporation

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。橘ら[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。本研究で提案している手法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したものであるが、体感時間に着目しているという点でこれらと異なっている。

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体感時間の変化を狙ったものである。

我々は過去の研究[16]において、周辺視野に速度変化する移動物体を提示する手法を実現し、実験により運動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ことを明らかにしてきた。これは中心視における効果（中心視の場合は速度が速いほど時間が長く感じる）と対立するものであり興味深い。この手法では加速または減速のどちらかでしか体感時間を制御できないといった問題があったうえ、長い時間のタスクを対象としていた。

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たが、これらを組み合わせた際に出る影響について、単純に効果が増加するのか、お互いの効果を阻害し合うのかがこれまでは未知

であった。これについては我々が過去の研究[3]において、組み合わせることで単純に効果が増加する傾向があることを明らかにしたが、その一方で実験条件が限定的であるなどの問題点も存在していた。この問題を解消するため、本稿では実験条件の見直しを行ったうえで再実験を行い、提案手法の有用性などを改めて調査する。

### 3. 提案手法

本稿の目的は、過去の研究[3]において提案していた手法の有用性を再検証することである。また、提案手法自体の目的はプログレスバーが提示されている際に、その周囲に移動速度が変化する視覚刺激を提示し、周辺視野を刺激することで、体感時間をより短縮させることである。

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[14]。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体感時間を短くする手法を提案する。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。

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かったため、我々は過去の研究において、背景画像と視覚刺激の輝度の差について調査を行なった。調査の結果、色に関しては背景画像と視覚刺激のコントラスト比が1.5以上になるようなモノト



図1 提案手法イメージ図(PC)。ウェブブラウザが提示され、その中心にプログレスバーが、周辺に移動物体が提示されている

ーン色の使用が効果的であることが明らかになったため、今回用いる視覚刺激にもこれを採用した。

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 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が表示されることで体感時間の短縮を図る。

## 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で、短い待機時間における体感時間への影響を確認することである。周辺視野を活用して体感時間を短縮させる手法については、我々が既に実験を行いその有用性を検証しているが、この時に実験で扱った時間条件が 8~12 秒に設定されており、限定的すぎるなどの問題点が見られた。

そこで本稿では、時間条件を 2~12 秒に拡張し、より短い待機時間においても提案手法が有効であるかを検証する。ここでは、過去の実験結果[3]で見られた傾向をもとに、「短い待機時間においても提案手法を用いることで体感時間はより強く短縮する」という仮説を立てて実験を行なった。

### 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 9 つの時間条件 (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 秒) を設定した。このように設定した意図は、過去の研究で扱っていた 8~12 秒に加えて、より短い待機時間における提案手法の効果を検証するためである。8~12 秒については既に実験を行なっているため、9, 11 秒については今回の実験から省略した。プログレスバーはこの 9 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。また、今回体感した待機時間について整数値で回答してもらうように教示した。この際に、実験協力者が待機時間を 1 秒より短いと感じた場合には 0 秒としか回答することができないため、1 秒についても除外した。

周辺視野へ提示する視覚刺激の運動速度については、5 つの速度条件 (0 radian/秒, 1.4 radian/秒, 2.0 radian/秒, 2.8 radian/秒, 4.0 radian/秒) を設定した。視覚刺激はこの 5 つの条件の中から実験開始時の速度と実験終了時の速度を 1 つずつ選出するように設計している。例えば時間条件が 10 秒、選出された速度条件が 1.4 (radian/秒) と 4.0 (radian/秒)

だった場合、実験開始時は 1.4 (radian/秒) で動いていた視覚刺激が徐々に加速し 10 秒後にちょうど 4.0 (radian/秒) になるという設計である。これらの速度条件は、人が受け取る感覚量と刺激量がその対数に比例することを述べたウェーバーフェヒナーの法則に則り、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 3 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 代の大学生 15 名であり、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

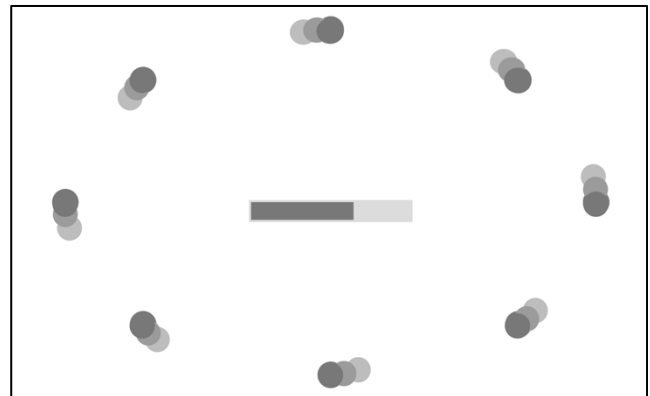


図 2 実験画面

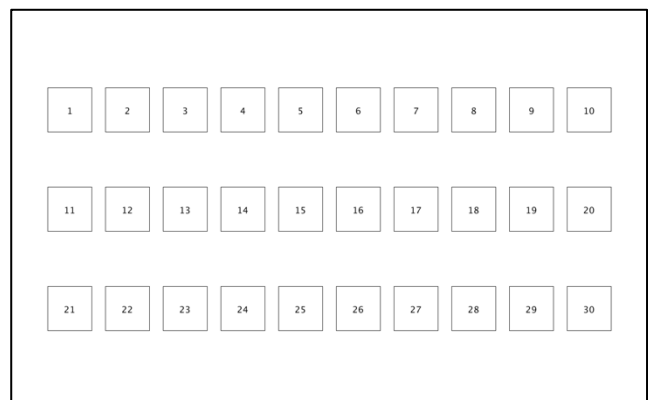


図 3 体感した待機時間の回答画面

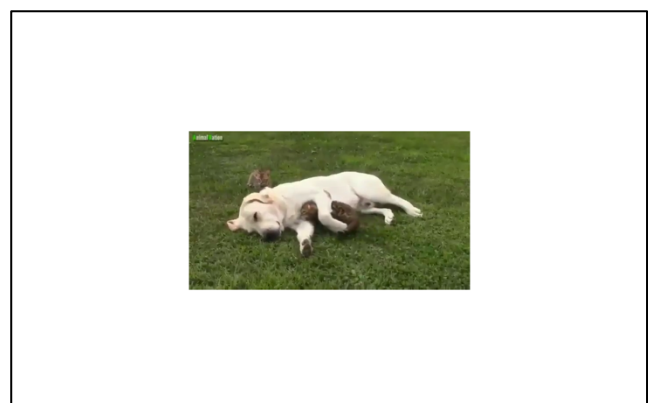


図 4 インターバル画面

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, 実験に使用した PC は SONY 社製 VAIO (Core i7, 8GB, ノート型), ディスプレイは EIZO 社製の EV2316W (解像度 1920×1080, 表示領域 509.8×286.7mm) 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 2 のような楕円軌道上を時計回りに回転する光点を用いた。

光点の初期位置は楕円と, 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の研究[15]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減速するほど体感時間が短縮される傾向にあるというものであった。この結果をもとに, 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に実験システムの設計を行った。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。

選出された時間条件に従い, プログレスバーと視覚刺激の提示が終了した後に, 実験システムは図 3 のような回答画面へと遷移する。回答画面では, 実験協力者自身が体感した待機時間の長さを 1~30 秒の範囲で回答を行う。回答は 1~30 のうちの該当するボタンをクリックすることで行えるよう設計した。

回答が完了すると最後に図 4 のようなインターバル画面へと遷移し, 再生時間がそれぞれ異なる短い動画コンテンツがランダムに 1 つ選出されて再生される。これは, 実験協力者が直前に取り組んでいた試行の時間条件と, 現在取り組んでいる試行の時間条件を比較し, 相対的な体感時間を回答することを危惧したためである。動画コンテンツの提示により, 実験協力者が直前の試行の時間条件をリセットした状態で次の試行に臨めると考えた。動画コンテンツの再生が終了すると, 実験システムは再び図 2 のような画面へと遷移し, 実験協力者は次の試行を行う。

このとき, 9 種類ある時間条件から 1 つを選出し, 5 種類ある速度条件から実験開始時の速度と実験終了時の速度をそれぞれ 1 つずつ選出し, それらを組み合わせるため, 提示速度の変化パターンには  $9 \times 5 \times 5 = 225$  通りの組み合わせが存在する。実験協力者はこの 225 通りの組み合わせ全てを 1 度ずつ体験し, その全てに回答を行なう。これにより実験協力者の体感時間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偏りが

生じることを防ぐために, 実験施行を行う順序は実験協力者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, 実験協力者が回答した体感時間を, プログレスバーが提示されていた実時間で除算する。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 よりも小さければ, 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 10 秒間提示されていた時に, 体感時間が 8 秒であったのなら  $8/10 = 0.8$  となる。この計算を全てのデータに対して行なった。その後, 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静止するのか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。このような時間の比率を求めることで, 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。例えば上述した例のように比率が 0.8 であった場合は,  $100 - 100 \times 0.8 = 20.0\%$  となり, 体感時間が 20.0%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 に示し, 表 1 の内容を 5 つの速度条件ごとに分類したものを表 2 に示す。また, 表 1 の内容を時間条件ごとに分類したものを表 3 に示し, 表 3 の内容をグラフにしたものを図 5 に示す。

表 1 速度条件ごとに分類した体感時間(%)と分散

	静止	加速	一定	減速
体感時間	93.4	91.9	92.6	91.7
分散	0.025	0.031	0.026	0.033

まず, 表 1 において速度条件が静止であった際の結果について着目する。速度条件が静止であるということは, 選出された 2 つの速度条件がどちらも 0 で, 視覚刺激が動かなかった場合のことを意味している。つまり, 速度条件が静止であった際の体感時間はプログレスバーのみによる効果として扱うことが可能であると考えられる。ここで, 表 1 において静止であった際の体感時間の値は 93.4 であり 100 以下であった。すなわち, 実験協力者は周辺視野への視覚刺激提示を行わずとも, プログレスバーのみによって体感時間が平均 6.6%短縮されていることを確認できた。

次に表 1 の加速, 一定, 減速の値に着目する。これらの値は静止の値とは異なり, 周辺視野に提示された視覚刺激が動いている状態, つまり提案手法が適応されている際の体感時間の値である。これら 3 つの値を静止の値と比較すると, いずれも静止の値より低い値であった。これにより, プログレスバーが単体で提示されている時と比較して, 提案手法を用いて周辺視野を刺激することによって体感時間

が短縮されることを確認できた。体感時間の短縮効果が最も強く見られたのは、過去の実験[3]の結果と同様に提示速度を減速させた場合で、プログレスバー単体を提示した時よりも1.7%短縮しているという結果になった。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。これらの結果は我々の過去の実験結果とほぼ同じであったため、提案手法の有用性について再確認することができたと考えられる。

表2 5つの速度条件(radians/秒)ごとに分類した体感時間(%). 列が試行開始時の速度, 行が試行終了時の速度を表している

	0	1.4	2.0	2.8	4.0
0	92.8	92.5	92.7	87.1	92.0
1.4	88.8	91.0	91.2	90.8	87.3
2.0	91.6	88.4	90.7	93.1	91.0
2.8	89.3	92.8	96.2	94.8	96.3
4.0	90.7	92.2	88.9	92.4	91.3

表2では選出された2つの速度条件ごとに体感時間の平均値を算出している。例えば試行の開始時の速度として選出された速度条件が0(radians/秒)で、終了時の速度として選出された速度条件が4.0(radians/秒)であった場合、体感時間は平均92%であったということを読み取れる。このように5つの速度条件の組み合わせによる提案手法の効果をそれぞれ検証した。しかし、速度条件ごとの分類では加速/減速するほど体感時間が短縮/延長するなどの一意な傾向が見られなかった。つまり、提案手法の効果は詳細な速度条件にはあまり見られず、時間条件によって決定づけられて

表3 時間条件(秒)ごとに分類した体感時間(%)

	静止	加速	一定	減速
2	112.5	107.5	105.9	97.6
3	109.1	93.8	100.8	97.2
4	101.1	93.7	95.5	92.8
5	88.9	94.9	92.1	94.7
6	81.1	90.0	90.3	88.7
7	84.1	89.7	89.8	88.7
8	88.6	86.2	89.6	90.7
10	95.0	87.5	88.3	88.4
12	89.8	87.3	84.9	87.5

いる可能性がある。

続いて表3および図5の結果より、時間条件ごとの効果について検証する。まず、時間条件ごとの効果の出方を比較する。視覚刺激が静止していた際の体感時間と各速度条件の体感時間を比較すると、時間条件が短い時ほど体感時間が大きく短縮される傾向が見られた。例えば時間条件3の際の静止と減速の差分は14.9%であるが、時間条件12の際にはこの差分は2.3%であり、ほとんど提案手法の効果が見られない。このことから、より長い時間条件に対して提案手法を用いるのは有効でなく、より短い時間条件においてこそ強い体感時間短縮の効果が期待できると考えられる。

ここで時間条件によって、提案手法の効果の出方に違いが見られた。表3の2, 3, 4, 10, 12秒において静止の値と比較すると、提案手法を適応することで体感時間が短縮する傾向を見ることができた。特に2~4秒においては静止の値が100%以上になり、プログレスバー単体では体感時間が延長される傾向が見られていたが、視覚刺激を減速

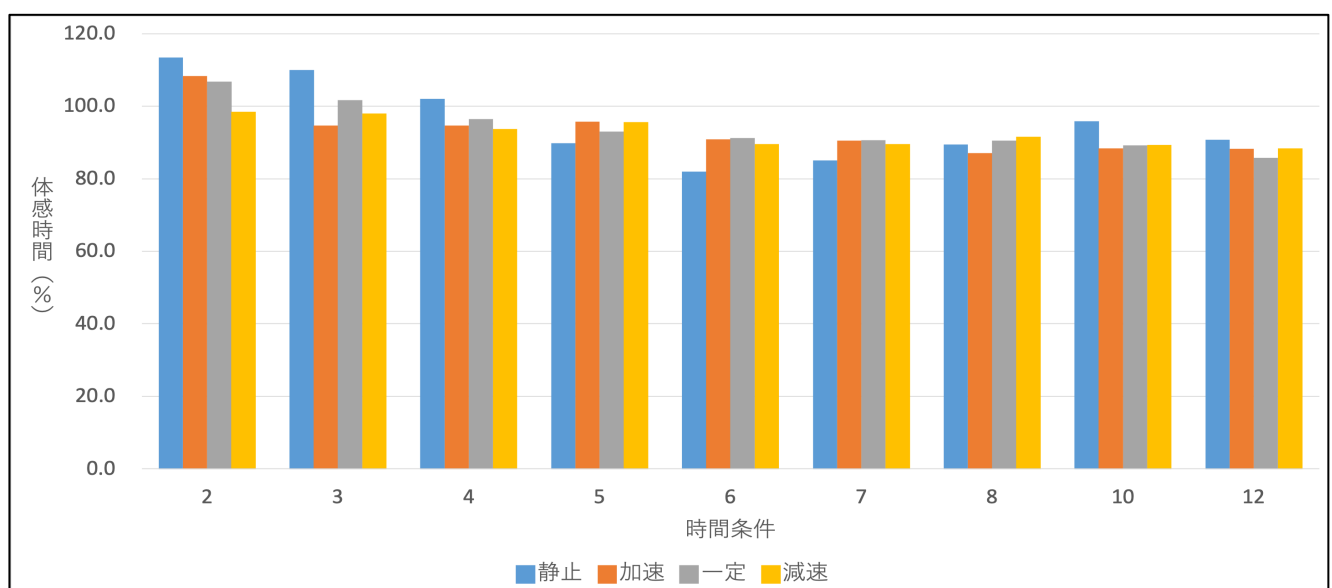


図5 時間条件(秒)ごとに分類した体感時間(%)



提示することでいずれも 100%以下の値にすることができた。この結果によって、我々の「短い待機時間においても提案手法を用いることで体感時間がより短縮する」という仮説を立証することができたと考えられる。

一方 5~8 秒においては、いずれの場合もプログレスバー単体を提示した際に最も体感時間が短縮されるという結果になった。我々が過去に行なった、8~12 秒を対象にした実験においても提案手法を用いることで体感時間が延長する例は存在していたが、その多くは 11 秒や 12 秒といった、設定された時間条件全体の中でも長い条件の時に発生していた。そのため、提案手法は長い待機時間には適さず、より短い待機時間に対して有効な手法である、と結論づけていた。今回のように、設定された時間条件全体の中で中間程度の待ち時間に対して提案手法が有効でなかったことは想定外であるため、再び時間条件を拡張した実験を実施することで、この原因について調査を行う予定である。

## 5. まとめ

本稿では、過去に行なった実験における問題点を解消すべく、実験条件などを再検討したうえで実験を行い、提案手法の有用性を検証した。具体的には、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する実験において、過去に行なった実験よりも時間条件を拡張し、より短い待機時間における提案手法の効果を検証した。

まず、全体の結果から見ると提案手法を用い、周辺視野を刺激することで、プログレスバー単体を提示された時よりも体感時間が平均 1.7%短縮することが明らかになった。また、時間条件が 2, 3, 4, 10, 12 秒の時には提案手法を用いることで体感時間が短縮することが確認され、短い待機時間においても提案手法が有用であることが示された。しかし、5~8 秒においては提案手法を用いることで体感時間が延長する傾向が見られた。これについては原因が分かっていないため、さらに時間条件を拡張した実験を行い、傾向を調査する予定である。

また、他の問題点の解消に尽力する。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 PC やスマートフォンなど多くのディスプレイで広く使われ、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 ( Grant 番号 JPMJAC1602 ) の支援を受けたものである。

## 参考文献

[1] Harrison Chris, Zhiquan 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, 鈴木智絵, 山中祥太. 周辺視野への資格刺激提示がプログレスバー待機時間に与える影響. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (SIGHCI176), 2018, p. 1-7.
- [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] Brett R. Jones, Hrvoje Benko, Eyal Ofek, Andrew D. Wilson. IllumiRoom: Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences. Proceedings of the 2013 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, p. 869-878.
- [14] 福田忠彦. 図形知覚における中心視と周辺視の機能差, テレビジョン学会誌, Vol.32, No.6, p.492-498 (1978).
- [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.
- [16] 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 若手特集, Vol 59, No. 3, p. 970-978, 2018.