

処理遅延のあるシステムにおける待機時間とプログレスバーの進行速度変化がユーザの離脱行動および感情状態に及ぼす影響

宮本 快士[†] 三山 貴也[†] 中村 聡史[†] 山中 祥太^{††}

[†] 明治大学総合数理学部 〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

^{††} LINE ヤフー株式会社 〒102-8282 東京都千代田区紀尾井町 1-3 東京ガーデンテラス紀尾井町 紀尾井タワー
E-mail: [†]miyamoto@nkmr-lab.org

あらまし Web ページの読み込み中における体感時間を短縮する手法として、プログレスバーのような進捗インジケータが広く利用されている。我々はこれまでの研究において、読み込み中の待機画面に表示されるプログレスバーがユーザの離脱行動に及ぼす影響を調査してきた。しかしこれまでの研究では、待機時間の長さおよびプログレスバーの進行速度変化の条件が十分に統制されておらず、これらの要因がユーザの行動に及ぼす影響を十分に検証できていなかった。そこで本研究では、異なる平均待機時間と進行速度変化を組み合わせた複数の条件について参加者間計画による実験を実施し、待機時間と進行速度変化がユーザに及ぼす影響について分析を行った。実験の結果、待機時間が9秒程度のときにプログレスバーのアニメーションの初期段階で進行速度が遅い場合、離脱が発生しやすくユーザの満足度が低くなることが明らかとなった。

キーワード プログレスバー, 離脱, イージング, クラウドソーシング

1. はじめに

Web ページを閲覧する際には、通信の遅延やコンテンツの読み込みによる待機時間が発生する。このような待機時間は避けられないものであるが、ユーザにとっては負担となる。例えば、ページの待ち時間が長い場合には、ユーザは読み込みが完了するまで待ちきれずにページから離脱してしまうことがある。そのため、多くの Web ページは読み込みの際にプログレスバーなどを表示し、待機時間を視覚的にフィードバックすることで、ユーザが待機時間を不快に感じないようにしている。

実際に、待機時間中にプログレスバーを表示することで体感時間を短縮することを目指した研究は多数あり、Gronier ら [1] は、プログレスバーによる時間提示はテキストによる時間提示や何も提示しない場合に比べて体感時間を短縮することを明らかにしている。また Harrison ら [2] は、プログレスバーに色変化やアニメーションを付与することで体感時間を短縮できることを明らかにしている。さらに Kuroki [3] らは、プログレスバーのアニメーションの加速度を変更することで体感時間が変化することを明らかにしている。しかし、これらは主に体感時間についての調査であるため、待機時間中のユーザの行動は制限されており、実際に Web ページを閲覧する状況でユーザがどのような行動をとるかは十分に検証されていない。

我々はこれまでの研究 [4] において、待機時間中のユーザの行動に着目し、Web ページの読み込み中に表示されるプログレスバーがユーザの離脱行動に及ぼす影響について調査することで、プログレスバーのアニメーション開始時の進行速度が遅い場合やプログレスバーが停止しているように見える場合に離脱が発生しやすいことを明らかにした。しかしこれまでの研究

では、それぞれの実験参加者に対して複数の進行速度条件をランダムに繰り返し提示しており、直前に提示された条件が次に提示される条件下での行動に影響を及ぼした可能性がある。また、システムごとに処理遅延に伴う待機時間は異なるにもかかわらず、これまでの研究では全ての参加者に対して同一の待機時間条件を適用しており、異なる待機時間条件のシステムにおけるユーザの行動や感情状態について検証できていなかった。

そこで本研究では、これまでの研究 [4] で用いた進行速度条件を各参加者につき1種類に限定し、異なる平均待機時間と進行速度条件を組み合わせた複数の条件について参加者間計画による実験を実施することで、待機時間とプログレスバーの進行速度変化がユーザの離脱行動に与える影響をより詳細に調査する。また、実験後に多面的感情尺度 [5] を参考に作成したアンケートと SUS [6] を用いてユーザの感情状態を評価し、待機時間と進行速度変化がユーザのシステムへの満足度に及ぼす影響を調査する。

2. 関連研究

2.1 Web の待機時間

待機時間の満足度はサービスの満足度を決める重要な要素であり、待機時間の満足度は体感時間の長さ、遅延に関する情報提供の満足度、待機環境の満足度が含まれること [7] が知られている。また、Google による調査 [8] では、モバイルページの読み込み時間が1秒から10秒に増加すると直帰率が123%増加すると報告されている。ストリーミングで配信されているビデオコンテンツについても、開始に2秒以上かかると視聴者は離脱を始め、遅延が1秒増加することで離脱率が5.8%増加することや、ビデオの中断が1秒増加すると視聴時間が5%減少

すること、視聴にエラーが発生した場合、その視聴者が同じサイトに1週間以内に再訪する確率は2.32%低下することが明らかになっている [9]。また、このような遅延による影響を緩和する方法に関する研究も行われており、白井ら [10] は、通信の遅延が発生した際にキャラクタと文章をスマートフォンの画面に表示する手法を提案し、通信の遅延による QoE の低下を緩和できることを明らかにしている。

以上のように、待機時間とユーザの満足度や行動の関係に関する研究が行われている。本研究では、実際の Web 閲覧と近い環境において待機画面にプログレスバーを表示し、プログレスバーに速度変化を加えることがユーザの離脱行動に及ぼす影響を調査する点や、プログレスバーを用いたシステムに対するユーザの感情を調査するという点でこれらの研究と異なっている。

2.2 プログレスバーと時間知覚

プログレスバーに関する研究も様々行われている。Harrison ら [11] は、プログレスバーに進行速度の変化をつけることで体感時間が変化し、プログレスバーの途中で停止があると時間が長く感じられることや、進行が加速するプログレスバーが好まれること、進行が加速する部分が終了に近いほど好まれる傾向が強いことを明らかにしている。Kim ら [12] は、プログレスバーの形状は体感時間に影響しない一方で、後半に速度変化するプログレスバーを提示することによって体感時間が短縮されることを明らかにしている。また、ゆっくりと進んだ後に急に加速するプログレスバーと、速く進んだ後に急に減速するプログレスバーでは、体感時間に主観的な差はほとんどないことを報告している。Gronier ら [13] は、10 秒間の待機時間において速度が加速、一定、減速のプログレスバーを提示してユーザの満足度を調査し、速度が減速するプログレスバーが最もユーザの満足度が高いが、ユーザの待機時間の認識には有意な差は見られないことを明らかにしている。

以上のように、プログレスバーにアニメーションを追加したり、進行速度を変化させたりすることで、体感時間や満足度が変化することが明らかになっている。本研究では、実際の Web 閲覧と近い環境において、プログレスバーの進行速度変化が離脱行動やシステムに対するユーザの感情状態に及ぼす影響を調査する。そのため、体感時間ではなくユーザの行動を調査する点や、プログレスバーを用いたシステムに対するユーザの感情を調査するという点でこれらの研究と異なっている。

3. 実験

3.1 実験目的

本実験の目的は、Web ページの読み込みにかかる処理遅延と、読み込み中に提示されるプログレスバーの進行速度変化がユーザの離脱行動およびプログレスバーを用いたシステムに対する感情に及ぼす影響を調査することである。ここでは、一覧提示されている複数のページを遷移しながら情報探索を行う場面において、各ページを読み込む際に待機時間を挿入してプログレスバーを提示する。このとき、進行速度の異なる3種類のプログレスバーのうち、参加者ごとに設定された1種類が提示され

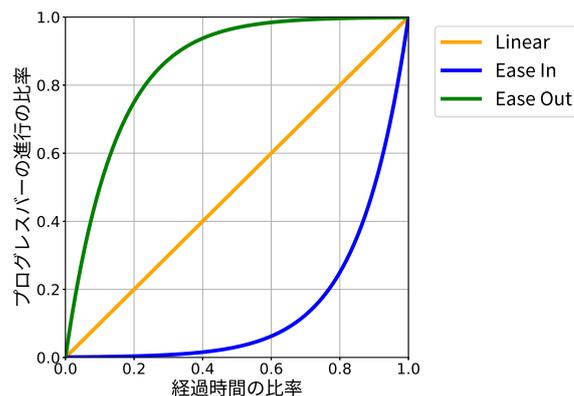


図1 実験で使用するプログレスバーの進行速度変化

るようにし、待機時間は参加者ごとに異なる2つの平均待機時間条件のうち1つの条件を設定することで、プログレスバーの進行速度変化と平均待機時間の違いがページ離脱とシステムに対する評価に及ぼす影響を実験と実験後のアンケートにより明らかにする。

本実験で使用するプログレスバーの進行速度変化は、指数イージング関数に基づいて決定した。具体的には、下記の3条件のプログレスバーであり、図1のように経過時間に応じて進行位置が変化するようにした。

- **Linear 条件:** 進行速度が一定の条件
- **Ease In 条件:** アニメーション開始時は進行速度が遅く、時間の経過とともに加速する条件
- **Ease Out 条件:** アニメーション開始時は進行速度が速く、時間の経過とともに減速する条件

また本実験では、以下の2つの仮説を立てた。

- **仮説1:** プログレスバーのアニメーション終了時の進行速度が速い場合に否定的な感情の評価が低く、肯定的な感情の評価が高くなる
- **仮説2:** ユーザの平均の待機時間が短い場合は待機時間が長い場合よりも SUS のスコアが高くなる

Ease In 条件では、プログレスバーのアニメーション終了時の進行速度が速いため、プログレスバーの進行が終了した時点でのユーザのストレスが少ない状態であり、倦怠・敵意のような否定的な感情の評価が低く、活動的快・集中のような肯定的な感情の評価が高くなると考えられる。また、平均の待機時間が短いことで、システムに対するストレスや不信感が少なくなり、平均の待機時間が短い4秒平均条件は9秒平均条件よりも SUS のスコアが高くなると考えられる。

3.2 実験条件

本実験では、我々が実装した Web システム (図2) を用いて、複数のページが検索結果のように一覧提示されている状況で各ページを遷移しながら情報探索を行うタスクを実験参加者に行ってもらおう。本実験で使用するプログレスバーの進行速度変化は、図1で示したイージングを適用した3条件とした。なお、プログレスバーの速度変化は3.1節で述べた3条件のうちから参加者1人に対してランダムで1つの条件が適用されるよ

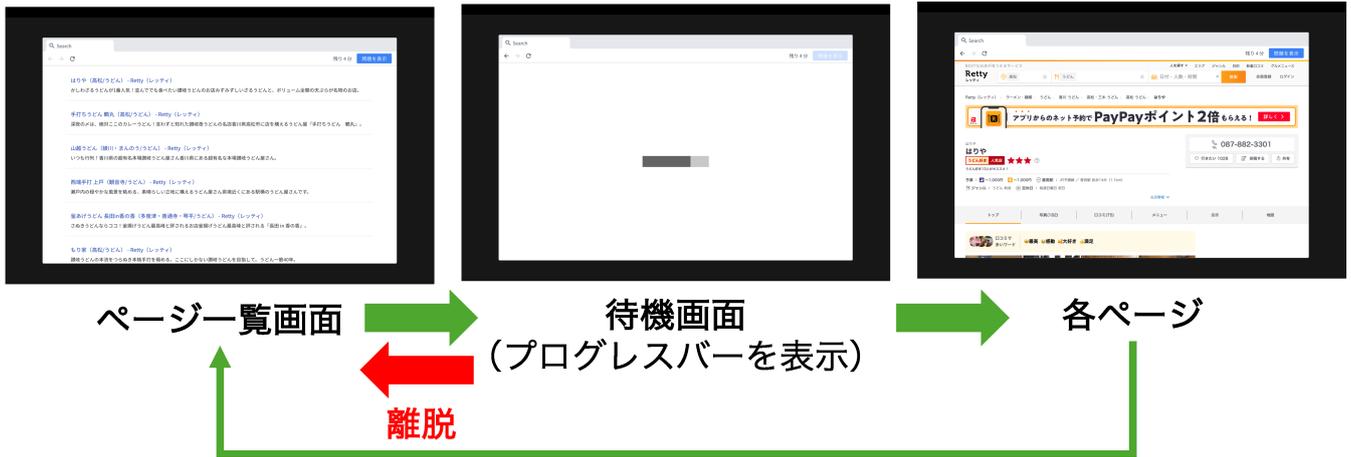


図2 実験システム

うにした。また、ページを読み込む際の待機時間の条件は、3, 4, 5秒で構成されている4秒平均条件と8, 9, 10秒で構成されている9秒平均条件の2条件を用いることで、処理に遅延のあるシステムを利用する状況を再現した。これにより、処理遅延のあるシステムにおける平均待機時間の違いがユーザのシステム利用中の離脱行動と利用後の感情状態に及ぼす影響を調査する。

3.3 実験手順

本実験では、Yahoo!クラウドソーシング^(注1)を利用して実験を行う。ここで、クラウドソーシングを利用して実験をそれぞれの参加者のPC上で実施してもらう場合、参加者によってPCの画面サイズが異なるため、表示されるWebページやプログレスバーの大きさに違いが生じ、実験結果に影響を与える可能性がある。そのため本実験では、これまでの研究[14]で実装したWeb実験用環境統制システムを用いて、ブラウザのウィンドウサイズとプログレスバーの大きさを統制して実験を行う。具体的には、実験開始前に実物のクレジットカードと画面上のカード画像の大きさを一致させることで、ディスプレイの画素密度を計算して画面上の刺激サイズを統制する[15]。この作業を2回行った後、データのダウンロードや実験手順の説明文へのチェックが完了すると実験が開始される。

実験が開始されると、複数のページが一覧提示されているページ一覧画面に遷移する。この画面において各ページのリンクをクリックすると、読み込みが開始されて読み込み中の画面となり、読み込み時間に応じてプログレスバーが表示される。ここで、ページの読み込みが完了する前に戻るボタンまたはロードボタンをクリックされた場合、ページ離脱が発生したと判定するようにした。

本実験の参加者は4分間の制限時間内で各ページの情報をもとに問題に回答することが求められており、各ページを閲覧しながら問題に回答する。この際、実際の情報探索の場面と同様に閲覧するページの順番や回数は指定されていない。また、実験参加者が「問題を表示」ボタンをクリックすると、モーダ

ルウィンドウとして問題が表示され、回答が入力できるようになっている。閲覧可能なページは全部で6ページあり、内容は香川県のうどん店のグルメサイトとなっている。実験参加者には、6ページ全てを閲覧することで正解を導くことができる問題「口コミが100件を超えているお店の数」や「最寄駅から1km以内のお店の数」などに順に回答してもらった。問題は全部で14問用意し、参加者には問題が1問ずつ表示され、回答を送信するとその回答の正否に関わらず次の問題が出題される。また、問題の回答数に関わらず制限時間の4分間が経過した時点でアンケートへ進んでもらう。

アンケートは寺崎ら[5]が作成した感情尺度を参考に作成した倦怠・敵意・活動的快・集中に関する質問を各項目2問ずつ用意した合計8問、Brookeら[6]が作成したSUSの10問、Foggら[16]がまとめたコンピュータ製品の信頼性を評価するための基本用語を参考に作成した信頼性に関する質問1問の合計19問から構成されている。

4. 結果

4.1 実験参加者

我々が過去にYahoo!クラウドソーシングを用いて実施した実験の参加者のうち、不適切な行動をとったユーザ1402名を回答不可リストに登録し、それ以外のユーザを対象として男女それぞれ上限400名(合計800名)の実験参加者を募集した。期間内に実験を完了した参加者は800名であった。

ここで、クラウドソーシングを用いた実験では、不適切な回答が存在することが知られている。そのため、まず不適切なユーザIDを入力した26名を除外した。また、実験開始前に行った画面サイズ調整において、結果が適正範囲外となった参加者に加えて、1回目と2回目のサイズ調整結果の差が50px以上であった180名の参加者はクレジットカードを使用してサイズ調整を行っていないと判断して分析対象から除外した。さらに、実験中のページアクセス数が6回未満であった37名は真面目に取り組んでいないと判断して分析対象から除外した。また、離脱回数が15回以上であった2名は極端に離脱回数が多く、参加者個人による実験結果への影響が大きいと判断して分

(注1) : <https://crowdsourcing.yahoo.co.jp>

表1 各条件におけるページ離脱の発生

読み込み時間	Linear			Ease In			Ease Out		
	アクセス数	離脱数	離脱率	アクセス数	離脱数	離脱率	アクセス数	離脱数	離脱率
3	527	2	0.38%	463	1	0.22%	585	0	0.00%
4	550	2	0.36%	499	1	0.20%	598	1	0.17%
5	515	0	0.00%	474	2	0.42%	619	0	0.00%
8	380	6	1.58%	351	14	3.99%	395	7	1.77%
9	334	1	0.30%	371	20	5.39%	355	2	0.56%
10	359	0	0.00%	358	20	5.59%	377	4	1.06%
全体	2665	11	0.44%	2516	58	2.63%	2929	14	0.59%
3s~5sの平均	0.25%			0.28%			0.06%		
8s~10sの平均	0.63%			4.99%			1.13%		

表2 実験からの離脱率(%)

	Linear	Ease In	Ease Out	全体
4秒平均	9.64	13.51	12.77	11.95
9秒平均	12.20	30.59	11.76	18.25
平均スコア	10.91	22.64	12.29	15.11

表3 多面的感情尺度のスコア

	倦怠			敵意			活動的快			集中		
	Linear	Ease In	Ease Out									
4秒平均	2.48	2.34	2.41	2.11	2.04	1.96	1.78	1.89	1.96	3.07	3.00	2.97
9秒平均	2.55	2.66	2.56	2.34	2.66	2.48	1.71	1.72	1.71	2.93	2.95	3.10
平均スコア	2.52	2.50	2.49	2.23	2.35	2.22	1.75	1.81	1.84	3.00	2.98	3.04

析対象から除外した。その結果、800名中503名が分析対象となった。

4.2 待機画面および実験からの離脱

表1は各条件におけるページ離脱の発生について実験結果を示したものである。表1より、各条件ごとに離脱率の平均値が異なるため、プログレスバーに進行速度変化を加えることがユーザの離脱行動に影響を及ぼしていることがわかる。また、各条件の離脱率を比較すると、4秒平均条件では進行速度条件ごとの離脱率に大きな違いは見られないが、9秒平均条件では、Ease In条件での離脱率が特に高いことが分かる。

本研究では実験中にアンケートの回答まで到達せず、実験を中断した参加者を実験からの離脱と判定した。表2は各条件における実験からの離脱率を示したものである。離脱率を進行速度条件ごとに比較するとEase In条件が最も高く、特に9秒平均条件で顕著に高い傾向が見られた。待機時間条件で比較すると9秒平均条件の方が離脱率が高いことがわかる。しかし、Ease Out条件のみ、4秒平均条件の方が9秒平均条件よりも離脱率がわずかに高い結果となった。

3種類の進行速度条件と2種類の平均待機時間条件を組み合わせた6条件における離脱者数の分布に対してカイ二乗検定を行った結果、有意な差が認められた($\chi^2(5) = 13.21, p = .0215$)。また、進行速度と待機時間を独立変数、離脱の有無を従属変数としたロジスティック回帰分析を行った結果、Ease In条件はLinear条件と比較して有意に離脱率が高く($\beta = 0.71, p = .022$)、他の要因や交互作用は有意ではなかった。以上より、Ease In条件では実験からの離脱が発生しやすいことがわかる。

4.3 多面的感情尺度による評価

表3は多面的感情尺度[5]を参考に作成したアンケートの結果を示したものである。本アンケートでは、回答者に対して4段階のリッカート尺度を用いて回答を収集した。表3には、否定的な感情である倦怠・敵意と肯定的な感情である活動的快・集中の合計4つの項目ごとに2つの質問の平均点が条件ごとに示されている。

2要因分散分析の結果、4つの項目全てにおいて進行速度条件における主効果は有意ではなかった。したがって、「Ease In条件の否定的な感情の項目の点数が低く、肯定的な感情の項目の点数が高くなる」という仮説1は支持されなかった。一方で、倦怠・敵意・活動的快においては待機時間条件の主効果が有意であった(それぞれ $p = .005, p < .001, p = .006$)。

倦怠・敵意の項目では、どの進行速度条件においても待機時間の短い4秒平均条件よりも待機時間の長い9秒平均条件でスコアが高くなっていることがわかる。また、倦怠の項目において、Ease In条件は4秒平均条件ではスコアが最も低かったが9秒平均条件ではスコアが最も高くなっている。さらに、倦怠・敵意の両方の項目においてEase In条件は4秒平均条件と9秒平均条件のスコアを比較したときに、差が最も大きいことがわかる。

活動的快・集中の項目では、概ね4秒平均条件よりも9秒平均条件の方がスコアが低くなる傾向が見られた。しかし、集中の項目のEase Out条件においてのみ、4秒平均条件よりも9秒平均条件の方が高いスコアを示した。活動的快の項目では、4秒平均条件ではEase Out条件のスコアが最も高かったが、9

表4 信頼性に関するアンケートの平均スコア

	Linear	Ease In	Ease Out
4 秒平均	3.02	3.24	3.11
9 秒平均	2.84	2.66	3.01
平均スコア	2.93	2.95	3.06

表5 SUS のスコア

	Linear	Ease In	Ease Out
4 秒平均	56.69	54.32	57.71
9 秒平均	50.88	44.21	50.71
平均スコア	53.79	49.27	54.21

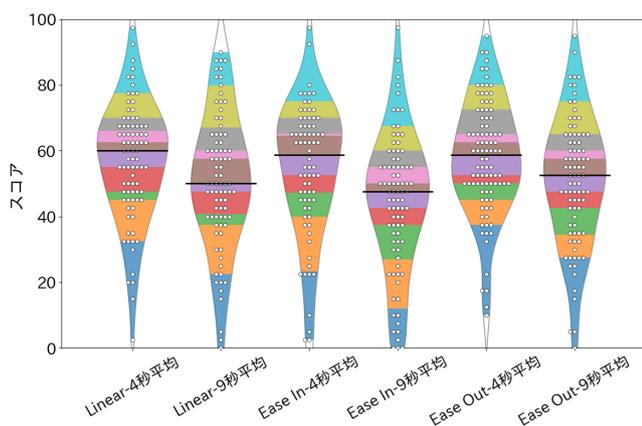


図3 SUS スコアの分布

秒平均条件ではいずれの進行速度条件においてもスコアに大きな差は見られなかった。また、集中の項目では他の3項目と比べ、4秒平均条件と9秒平均条件のスコアの差が小さいことがわかる。

4.4 システムへの信頼性

表4は信頼性に関する基本用語[16]を参考に作成したアンケートの結果を示したものである。平均のスコアを比較すると、いずれの進行速度条件においても4秒平均条件より9秒平均条件の方がスコアが低くなっていることがわかる。また、Ease In条件は4秒平均条件では最もスコアが高いが、9秒平均条件では最もスコアが低い結果となった。そのため、Ease In条件は待機時間が短い場合は信頼性が高く評価され、待機時間が長くなるにつれて信頼性が低く評価される傾向があることがわかる。さらに、Ease Out条件は4秒平均条件と9秒平均条件でスコアの差が特に小さい傾向が見られた。

2要因分散分析の結果、待機時間の主効果は有意であった($F_{1,498} = 11.96, p < .001$)。また、進行速度と待機時間の交互作用も有意であった($F_{2,498} = 3.42, p = .034$)。進行速度の主効果は有意ではなかった($F_{2,498} = 1.00, p = .369$)。

4.5 SUS

表5はSUSの条件ごとの平均スコアを示したものである。どの進行速度条件においても、4秒平均条件と比較して9秒平均条件の方がスコアが低いことが分かる。また、4秒平均条件では進行速度条件によるスコアの差は小さい傾向が見られるのに

対し、9秒平均条件ではLinear条件とEase Out条件のスコアの差は小さいが、Ease In条件のみスコアが特に低いことがわかる。図3はSUSスコアの分布を条件ごとにバイオリンプロットで示したものである。この図から、待機時間の条件が同じであれば進行速度の条件が異なる場合でも、SUSのスコアは概ね似た分布となることがわかる。

2要因分散分析の結果、進行速度の主効果が有意であった($F_{2,497} = 3.35, p = .036$)。また、待機時間の主効果も有意であった($F_{1,497} = 19.14, p < .001$)。そのため、ユーザの待機時間が短い条件の方がSUSのスコアが高くなるという仮説2は支持された。一方で、両要因の交互作用は有意ではなかった($F_{2,497} = 0.53, p = .589$)。

5. 考 察

5.1 待機画面および実験からの離脱に及ぼす影響

表1より、待機画面からの離脱において4秒平均条件では進行速度条件による離脱率の差は見られなかった。しかし、9秒平均条件ではEase In条件のみ離脱率が高くなる傾向が見られた。我々のこれまでの研究[4]においても、Ease In条件の離脱率が他の条件と比べて離脱率が高くなる傾向が見られており、Ease In条件の離脱に及ぼす影響が再確認できたことになる。

また、表2とロジスティック回帰の結果より、実験からの離脱についてもEase In条件において実験からの離脱が有意に多い結果となった。特に、9秒平均条件の場合に離脱率が顕著に高くなる傾向が見られた。

これらの原因としては、Ease In条件ではプログレスバーのアニメーション開始時の進行速度が遅く、プログレスバーの進行度が低い状態が長くなり、ユーザが予測するページの読み込み時間が長くなることでストレスが増大する可能性が考えられる。以上の結果より、処理遅延が9秒程度になるようなシステムにおいては、プログレスバーの進行の初期段階で進行速度が過度に遅くならないようにする工夫をすることで、ユーザの離脱を防ぐことができると考えられる。

5.2 感情状態への影響

表3より、多面的感情状態尺度[5]に基づいたアンケートの分析の結果、9秒平均条件では倦怠と敵意のスコアが全ての進行速度条件で高くなり、倦怠・敵意・活動的快の項目において待機時間条件の主効果が有意であった。そのため、待機時間の長さがユーザのネガティブな感情を増加させることが示唆された。しかし、進行速度条件によるスコアの差は見られなかったため、仮説1のEase In条件において否定的な感情のスコアが低くなり、肯定的な感情のスコアが高くなるという傾向は確認されなかった。特にEase In条件では9秒平均条件において否定的な感情のスコアが高くなるという傾向が見られた。この結果は、待機時間が9秒程度の場合にプログレスバーのアニメーション開始時の進行速度が遅いことによる初頭効果がアニメーション終了時の進行速度が速いことによる親近効果よりも強く、ユーザにネガティブな感情を誘発したためだと考えられる。

また、集中の項目においては、他の項目と比較して条件間の差が小さく、進行速度や待機時間による有意な主効果は確認さ

れなかった。これは、Web ページの検索においてプログレスバーの進行速度変化や待機時間の違いが集中に及ぼす影響は小さいことを示している。

以上のことから、プログレスバーの進行速度と待機時間がユーザの感情状態に影響を及ぼすことが示唆された。特に、待機時間が長い場合にプログレスバーのアニメーション開始時の進行速度がユーザの感情状態に与える影響が大きく、Ease In 条件のように進行の初期段階で進行速度が遅い条件は待機時間が9秒程度になるとユーザに不快感を与えやすいと考えられる。

5.3 信頼およびユーザビリティに対する影響

表4より、信頼性に関するアンケートにおいて4秒平均条件と比較し、9秒平均条件では全体的にスコアが低下し、特にEase In 条件においてその差が大きい傾向が見られた。Ease In 条件は、4秒平均条件では最もスコアが高かったが、9秒平均条件では最もスコアが低い結果となった。また、Linear 条件やEase Out 条件では待機時間の変化によるスコアの差が小さいことから、待機時間が9秒程度の場合にプログレスバーのアニメーション開始時の進行速度を過度に遅くすることはユーザに不信感を抱かせ、システムの信頼性を低下させると考えられる。

SUS においては、待機時間と進行速度の両方に有意な主効果が認められた。表5より、全ての進行速度条件において、4秒平均条件と比較して9秒平均条件のスコアが低下し、特にEase In 条件での低下が顕著であった。よって、待機画面におけるフィードバックがシステムの使いやすさの評価に影響を及ぼしていると考えられる。

以上のことから、処理遅延のあるシステムにおけるユーザの満足度を向上させるには、待機時間の長さを短くするだけではなく、待機中のユーザへのフィードバックを工夫するというアプローチが効果的であると考えられる。その際には、処理の遅延の程度により異なる工夫をすることが求められる可能性がある。具体的には、処理の遅延が9秒よりも長くなる場合には、プログレスバーのアニメーション開始時の進行速度が過度に遅くならないようにすることで、ユーザの満足度の低下を防ぐことができると考えられる。

6. おわりに

本研究では、処理遅延のあるシステムにおける待機時間と待機画面に表示されるプログレスバーの進行速度変化がユーザの離脱行動と感情状態に及ぼす影響を調査するために、Linear 条件・Ease In 条件・Ease Out 条件の3種類の進行速度条件と、4秒平均条件・9秒平均条件の2種類の待機時間条件を比較する実験を実施した。その結果、処理遅延が小さい（待機時間が短い）場合は進行速度条件により離脱率や感情状態の評価、信頼性に大きな差は見られないが、処理遅延が大きい（待機時間が長い）場合にはEase In 条件のようなプログレスバーのアニメーション開始時の進行速度が遅い条件で離脱は発生しやすく、信頼性は低くなり、倦怠・敵意のような否定的な感情のスコアが高くなる傾向が観察された。また、SUS のスコアは進行速度条件と待機時間条件の両方の影響を受け、特にEase In 条件かつ待機時間が長い場合にスコアが低くなりやすいことがわかった。

今後は、より複雑な進行速度変化の場合にユーザの感情がどのように変化するかを検証する予定である。また、初頭効果と親近効果の影響の強さが逆転する待機時間や、進行速度条件ごとの初頭効果や親近効果の影響の大きさの違いをより明確にしたいと考えている。さらに、PC とスマートフォンでの比較も行っていくことで、使用するデバイスによってユーザの離脱行動にどのような違いがあるのかを明らかにする予定である。

文 献

- [1] G. Gronier and S. Gomri: "Etude des métaphores temporelles sur la perception du temps d'attente", Proc. of IHM '08, pp. 205–208 (2008).
- [2] C. Harrison, Z. Yeo and S. E. Hudson: "Faster progress bars: manipulating perceived duration with visual augmentations", Proc. of CHI '10, pp. 1545–1548 (2010).
- [3] Y. Kuroki and M. Ishihara: "Manipulating animation speed of progress bars to shorten time perception", Proc. of the HCII'15 - Posters' Extended Abstracts, pp. 670–673 (2015).
- [4] 宮本快士, 三山貴也, 中村聡史, 山中祥太: "待機画面におけるプログレスバーの進行速度変化が離脱に及ぼす影響", 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), **124**, 161, pp. 102–107 (2024).
- [5] 寺崎正治, 岸本陽一, 古賀愛人: "多面的感情状態尺度の作成", 心理学研究, **62**, 6, pp. 350–356 (1992).
- [6] J. Brooke: "SUS: A quick and dirty usability scale", Usability Evaluation in Industry, pp. 189–194 (1996).
- [7] F. Bielen and N. Demoulin: "Waiting time influence on the satisfaction - loyalty relationship in services", Managing Service Quality: An International Journal, **17**, 2, p. 174–193 (2007).
- [8] D. An: "Find out how you stack up to new industry benchmarks for mobile page speed". <https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-strategies/app-and-mobile/mobile-page-speed-new-industry-benchmarks/> (参照 2024-07-14) .
- [9] S. S. Krishnan and R. K. Sitaraman: "Video stream quality impacts viewer behavior: inferring causality using quasi-experimental designs", Proc. of IMC'12, pp. 211–224 (2012).
- [10] 白井丈晴, 藤田真浩, 荒井大輔, 大岸智彦, 西垣正勝: "スマートフォンの通信遅延におけるユーザのAwueアネスとQoEの関係に関する基礎検討", 情報処理学会論文誌, **58**, 12, pp. 1901–1911 (2017).
- [11] C. Harrison, B. Amento, S. Kuznetsov and R. Bell: "Rethinking the progress bar", Proc. of UIST '07, pp. 115–118 (2007).
- [12] W. Kim and S. Xiong: "The effect of video loading symbol on waiting time perception", Proc. of DUXU'17, pp. 105–114 (2017).
- [13] G. Gronier and A. Baudet: "Does progress bars' behavior influence the user experience in human-computer interaction?", Psychology and Cognitive Sciences – Open Journal, **5**, 1, p. 6–13 (2019).
- [14] 三山貴也, 中村聡史, 山中祥太: "Web ブラウジング実験環境統制システムの実装と待機画面の表現が離脱に及ぼす影響の調査", 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), **124**, 19, pp. 85–90 (2024).
- [15] Q. Li, S. J. Joo, J. Yeatman and K. Reinecke: "Controlling for Participants' Viewing Distance in Large-Scale, Psychophysical Online Experiments Using a Virtual Chinrest", Sci Rep, **10**, pp. 1–11 (2020).
- [16] B. J. Fogg and H. Tseng: "The elements of computer credibility", Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '99, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 80–87 (1999).