サムネイル画像を漫画に置き換えた アニメのシーン探索手法の改善と評価

加藤 祐樹[1,a)]　松村 耕平[1,b)]　岡藤 勇希[1,c)]

概要：アニメ動画から特定のシーンの探索を行うことには困難を伴う．そこで，シーン探索時に表示するサムネイルを漫画に置き換えたインターフェースを提案する．サムネイルの操作インタフェースとして「FrameSeek」，「Min15px」，「Fix15px」の 3 つを作成した．これらのインタフェースについて探索時間およびユーザビリティを被験者実験によって評価した．結果として，既存のインタフェースと比較して，ユーザビリティの向上は確認できなかったものの，Min15px を使用することで記憶度によって探索時間のばらつきが緩和され，記憶度が低いシーンでは探索時間を減少させる可能性が示唆された．また，インターフェースの操作に習熟することで，シーンの探索時間が減少しユーザビリティの向上を達成できる可能性が示唆された．

1. はじめに

背景

2022 年現在，アニメ産業は多大な人気を博しており，その市場は大きく成長している．アニメ産業市場は 2002 年から増加傾向にあり，2002 年には約 1 兆円だったアニメ産業市場が，2019 年には約 2.5 兆円と目覚ましい増加を遂げている [3]．また，アニメ産業市場は日本国内のみならず海外にも波及している．総務省が発行する令和 2 年度の情報通信白書 [7] では，放送コンテンツ[*1]の輸出額が，アニメ産業市場と同様に増加傾向にあり，2013 年度に約 140 億円であったものが，2018 年には約 520 億円と約 3.7 倍まで急速に増加していることが記されている．同白書には放送コンテンツの輸出額に占めるジャンル別の割合も記載されており，放送コンテンツの中でもアニメ産業は海外輸出総額の約 8 割を占めている．これは，アニメが世界的に人気な放送コンテンツであるとともに，日本からの放送コンテンツの輸出におけるアニメの重要性を示している．

上述した背景のもと，アニメの需要は国内外において増加していることが考えられる．全世界の様々な地域で多数の人々がアニメを視聴しているのである．

問題

アニメの視聴に際して，アニメ中の特定のシーンを探すことがある．自身が視聴しているアニメ中の感動した名シーン，盛り上がりのあるシーン，バトルシーン等を見返す事例は多い [9]．

しかし，アニメ中から特定のシーンを探すことは容易ではない．YouTube[*2]に代表される，ビデオ再生インターフェースでは，閲覧時にビデオの再生時間（再生位置）を変更するためにシークバーを操作する（以下，シーク操作）．**図 1** に YouTube のインターフェースの画面を示す．図 1 のように多くのプレイヤーではユーザのシーク操作を補助するために，シーク操作中には当該再生位置に対応するサムネイル画像をシークバー上部に表示する．

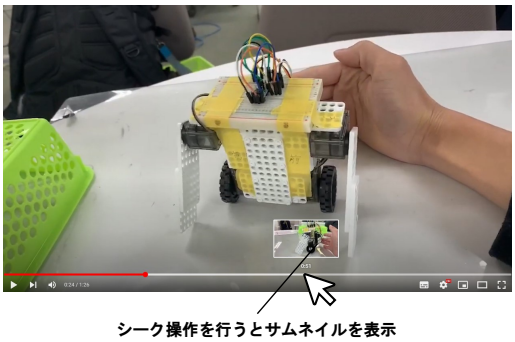

図 1　YouTube のインターフェース（シークバーでのシーク操作）

1　立命館大学
a)　ykato@mxdlab.net
b)　matsumur@acm.org
c)　yokafuji@fc.ritsumei.ac.jp

*1　番組放送権，インターネット配信権，ビデオ・DVD 化権，フォーマット・リメイク，商品化権のことを指す

*2　https://www.youtube.com/

© 2022 Information Processing Society of Japan

先行研究

アニメ中の特定のシーンの探索時間を減少させることを目的として，大和は，シーク操作時に表示するサムネイルとして漫画を用いる手法を考案した [8]．漫画は，1 ページ内にキャラクタのセリフや動きの表現などの情報が付随され，ユーザが一目でストーリーと状況を理解することができる．したがって，ユーザに対して目的のシーンのヒントとなりうる情報を与えることで探索時間の減少につながると予想した．

上記の予想をもとに作成したインターフェースと一般的なビデオプレイヤーに似せたインターフェースの 2 つを用いて，シーンの探索にかかった時間を計測し比較を行った．その結果，大和のインターフェースを使用することでシーン毎の探索時間のばらつきは小さくなったが，一般的なインターフェースとの間で探索時間に有意な差は存在しないことがわかった．

2. 研究目的

本研究では，先行研究の実験結果を分析し，その結果をもとにユーザビリティ向上を達成するためのインターフェースを作成する．

ここで，ユーザビリティは国際標準化機構（ISO）が「ISO 9241-11」[2] にて定めたユーザビリティの定義を採用する．ISO 9241-11 は現在，欧州，日本，アジア，アメリカに一般的に受け入れられており [6]，そこには「ユーザビリティとは特定の利用状況において，特定のユーザーによって，ある製品が，指定された目標を達成するために用いられる際の，有効さ，効率，ユーザーの満足度の度合い」と定義されている．また，有効さ，効率，満足度はそれぞれさらに詳細に定義されている [5]．

本研究では，有効さ，効率，満足度のうち効率，満足度に着目する．効率の定義である「ユーザが，目標を達成する際に正確さと完全さに費やした資源」はシーン探索における探索時間，満足度の定義である「不快さのないこと，及び製品使用に対しての肯定的な態度」は「このインターフェースは使いやすかった」といったユーザの主観によりそれぞれ評価できると考えた．

以上より，探索時間とユーザによる主観評価の双方，あるいはどちらかの評価が向上するようなインターフェースを作成することでシーン探索におけるユーザビリティの向上を目指す．

3. 漫画を用いたシーク操作の問題点

先行研究においてシーンの探索時間に有意差が出なかった原因を「漫画だと情報量が多すぎる」，「サムネイルが高頻度で切り替わる」，「サムネイルが均等に配置されていない」の 3 点であると推定した．この 3 点は，先行研究にて被験者に対して行ったインタビューにおいてインターフェースの不満点として度々挙げられたものであり，探索時間だけではなく主観的な評価にも影響を及ぼしたと推測される．上記の 3 点を改修することでユーザビリティの向上を達成できると考えられる．以下では，各項目についてインターフェースの改修方法を述べる．

3.1 問題 1：漫画だと情報量が多すぎる

漫画に置き換えたサムネイルの情報量が多すぎる要因として，漫画の 1 ページは通常の静止画のサムネイルと比べて画像 1 枚当たりに示されるストーリー上の時間領域が大きく，それに伴いキャラクターのセリフ等の情報量が増加してしまうということが考えられる．その結果，サムネイルを読み解く時間というものが現れ，探索時間に影響を与える．以上より，小さい時間領域を表す漫画のコマに着目し，サムネイルに通常の漫画ページではなくコマを強調した漫画ページを表示するインターフェースを作成する．

3.2 問題 2：サムネイルが高頻度で切り替わる

サムネイルが高頻度で切り替わる要因として，先行研究のインターフェースではシークバー上のサムネイル 1 つ分を表示するための表示幅が実験に使用したディスプレイ（15.6 [in]，FHD（1920×1080 [px]））上で平均 10 [px] 以下と小さくなっていることがあげられる．これにより，ユーザは正確なシーク操作を行うことが困難になっている．上記の課題点を解決するために，ユーザが正確なシーク操作を行うことができるようなシークバー上のサムネイル 1 つ分を表示する最小表示幅を調査する．

3.2.1 最小表示幅の調査のための実験システム

最小表示幅の調査の実験システム画面を**図 2** に示す．システム作成には Python のツールキットである Tkinter を利用する．システムは，ビデオ再生画面を模したサムネイル表示領域（図 2 の濃灰の領域），シークバー，試行の Start ボタン，被験者へのタスクを表示する領域，Reset ボタンを備える．

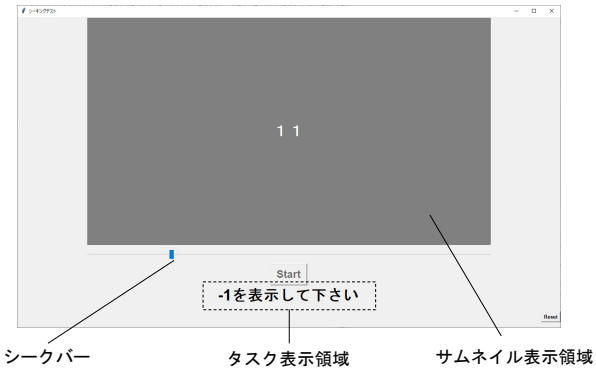

図 2 最小表示幅の調査の実験システム画面

ユーザが Start ボタンをクリックすることで試行が開始

© 2022 Information Processing Society of Japan

される．Start ボタンをクリックした際，サムネイル表示領域には初期値として１１の文字が表示され，タスク表示領域には「－１を表示してください」，あるいは，「＋１を表示してください」と表示される．**図 3** に実験システムのシーク操作のイメージを記載する．被験者は表示されたタスクに従ってシークバーを操作する（－１は左方，＋１は右方）．表示されるサムネイルが－１，または＋１となる地点でシーク操作を停止すると 1 試行が終了となる．また，－１の表示領域を超えて左方へシーク操作を行うと－－が，＋１の表示領域を超えて右方へシーク操作を行うと＋＋が表示される．なお，１１，－１，＋１の表示幅は，1 試行ごとにランダムかつ等しい値に設定される．

1 試行を終了すると，シーク操作開始から終了までのサムネイル探索時間，ターゲットサムネイルの表示幅，タスクの種類が csv ファイルに書き込まれる．

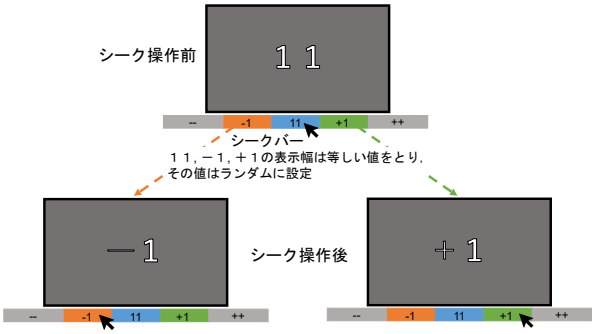

図 3　最小表示幅調査の実験システムの操作イメージ

3.2.2　最小表示幅の調査実験

上記のシステムを用い実験を行った．被験者は 19 歳〜24 歳の 10 名の男性であり，全員が日常的にパソコンを利用しておりマウスでの操作も慣れている．被験者はディスプレイに正対して座り，肘の高さが机の高さと同じになるように椅子の高さを調整する．このとき，視点とディスプレイは約 60 [cm] 離れるように座った．ここで，使用するディスプレイは先行研究と同条件のもの（15.6 [in]，FHD（1920×1080 [px]））である．

被験者には，4.2.1 項に記した指定されたサムネイルを表示させるというタスクを課した．サムネイルの表示幅は，1 試行ごとに 1〜50 [px] を前後 1 つずつ設定していき，その合計 100 試行を 1 セットとし，1 被験者当たり 3 セットの実験を行った．なお，1 セット内での表示幅の設定順序は完全にランダムである．また，各セット間には 3 分の休憩時間を設けた．

3.2.3　結果と考察

前項の実験で得られた 10 人の被験者による 3000 試行分の結果から，表示幅が 1〜30 [px] までの表示幅ごとの探索時間の平均を**図 4** に示す．図 4 から，1 [px] から 15 [px] にかけて探索時間が急激に小さくなっていき，15 [px] で探索時間が最小となり，その後，表示幅が増加するにしたがって探索時間が大きくなっていく．この傾向は表示幅が 50 [px] まで続く．これは，表示幅が小さい条件においてはサムネイルが高頻度で切り替わり，被験者が任意の位置でシーク操作を終了することができなかったからであると考えられる．また，15 [px] を境に徐々に探索時間が大きくなっていくのは，表示幅の増加に伴ってシーク操作の移動距離が大きくなっていくからであると考えられる．

以上から，ビデオ再生インターフェースでのシーク操作において，ユーザが正確なシーク操作を行うとができるようなシークバー上の最小表示幅は 15 [px] であると決定し，インターフェースの改修に取り入れる．

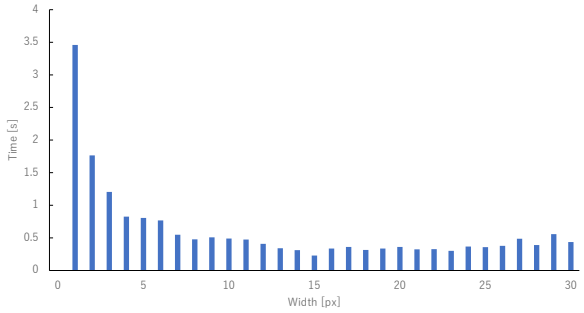

図 4　最小表示幅の調査の実験結果

3.3　問題 3：サムネイルが均等に配置されていない

一般的なビデオ再生インターフェースではサムネイルは均等に配置されている．しかし，先行研究のインターフェースではサムネイルは均等に配置されていない．これは，漫画 1 ページがストーリー上のある程度の時間領域を保有し，またその時間領域は各ページによって様々であることに起因する（**図 5** 上段）．例えば，コマやセリフが少ないページにおいてはストーリー上の時間領域が小さくなり，逆にコマやセリフが多いページにおいてはストーリー上の時間領域は大きくなる．

サムネイルが均等に配置されていないことにより，一定距離のシーク操作の中でサムネイルが数枚切り替わったり，逆にサムネイルが切り替わらないことがある．先行研究での提案手法において，被験者はサムネイルが切り替わるタイミングを予想できず，シーン探索のパフォーマンスを低下させた一因となったと考えられる．

上記の解決方法として，アニメ中のストーリーの時間経過を無視してシークバー上に一定の表示幅ごとに均等にサムネイルを配置する手法を提案する（図 5 下段）．サムネイルを均等に配置することで，ユーザはサムネイルが切り替わるタイミングをある程度推測できる．このため，ユーザは目的のサムネイルを表示しやすくなり，シーン探索のユーザビリティを向上することができると推察する．

© 2022 Information Processing Society of Japan

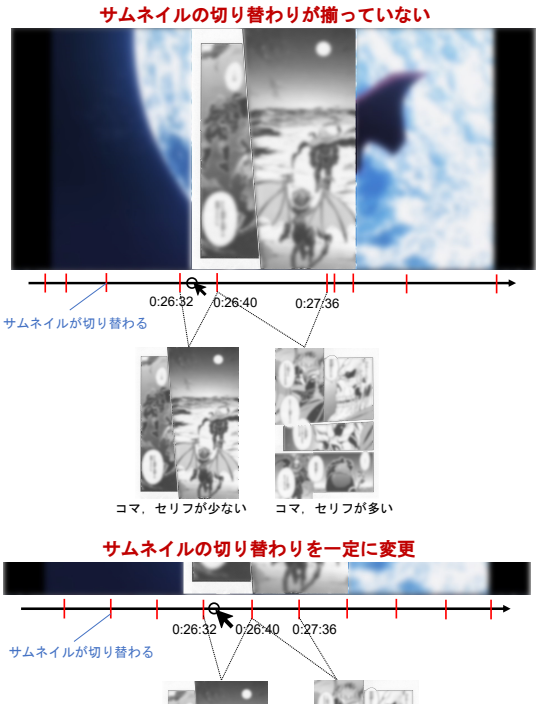

図 5　サムネイルの配置方法の違い

4.　提案するインターフェース

3 章で記した改修方法をもとに，3 つのインターフェース「FrameSeek」，「Min15px」，「Fix15px」を作成した．作成した 3 つのインターフェースは，**表 1** に示すように 3 章で記した問題点をそれぞれ解決する．これらのインターフェースの説明や操作方法をそれぞれ以下の 4.1，4.2，4.3 節に示す．

表 1　各インターフェースが解決する問題

インターフェース	問題 1	問題 2	問題 3
FrameSeek	○	×	×
Min15px	○	○	×
Fix15px	○	○	○

作成した全てのインターフェースは Web アプリケーションとして実装した．ユーザは Web ブラウザを介してインターフェースを利用する．Web アプリケーションサーバとして Python の Web アプリケーションフレームワークである Flask[*3]を利用した．ビデオのプレイヤーは，YouTube のインタフェースを参考に HTML5， CSS，JavaScript（jQuery）を用いて実装した．ビデオの再生のために Video.js[*4]を利用した．ビデオプレイヤーの基本的な機能として，音量の変更，全画面表示，シークバーによる操作ができる．なお，ビデオプレイヤーにはアニメ作品「オーバーロード」が再生されている．

*3 https://flask.palletsprojects.com
*4 https://videojs.com

4.1　FrameSeek：漫画のコマを強調したインターフェース

図 6 は作成した「漫画のコマを強調したインターフェース」の表示画面と使用方法の概略である．このインターフェースは 4 章における「漫画だと情報量が多すぎる」という要因を改修したものである．以降，このインターフェースを「FrameSeek」と呼称する．

図 6　漫画のコマを強調したインターフェースの表示画面と使用方法の概略

ビデオプレイヤーに対して，ユーザがシークバーを使用したときにビデオの再生時間に適した漫画のサムネイルが表示される（図 6 中段）．

シークバー使用中にそのまま下方へドラック操作を行うと，図 6 下段に示すように，コマを操作するためのシークバー（以下，FrameBar）とともに漫画のコマを強調表示をしたサムネイルが表示される．なお，強調表示するコマはシークバー上から下方へドラック操作を行った際のビデオの再生時間に適したものである．FrameBar 上でマウス

© 2022 Information Processing Society of Japan

を左右にドラック操作すると，シーク位置の変化に従い強調表示するコマが移動する．また，FrameBar がシーク操作を可能とする時間はシークバーと変わらず，ビデオの再生時間に合致する．FrameBar はシークバーと同様に，1 秒ごとにシーク操作を行うことができる．FrameBar 上でシーク操作を終えると，終了した位置に対応する時間にビデオの再生時間が移動する．

以上より，漫画のコマを強調表示することで漫画サムネイル中の特定シーンへユーザの意識を集中させることができ，「漫画だと情報量が多すぎる」という要因を解消する．

4.2 Min15px：サムネイルの表示幅を最低 15 [px] に調整したインターフェース

図 7 は作成した「サムネイルの表示幅を最低 15 [px] に調整したインターフェース」の使用方法の概略である．このインターフェースは 4 章における「漫画だと情報量が多すぎる」，「サムネイルが高頻度で切り替わる」という 2 つの要因を改修したものである．以降，このインターフェースを「Min15px」と呼称する．

FrameSeek と同様に，ユーザがシークバーを使用したときにビデオの再生時間に適した漫画のサムネイルが表示される．シークバー使用中にそのまま下方へドラック操作を行うと，図 7 上段に示すように，細かい時間領域でシーク操作を行うためのシークバー（以下，Min15pxMangaBar）が表示される．Min15pxMnagaBar 上でマウスを左右にドラック操作すると，シーク位置の変化に従い表示する漫画のサムネイルが変化する．Min15pxMangaBar は 1 秒ごとにシーク操作を行うことができ，Min15pxMangaBar 上でシーク操作を終えると，終了した位置に対応する時間にビデオの再生位置が移動する．また，Min15pxMangaBar がシーク操作を可能とする時間は，FrameSeek の FrameBar とは異なり，シークバー上から下方へドラック操作を行った際のビデオの再生時間の前後 116 秒，計 232 秒である．漫画のサムネイルは最短 1 秒で切り替わり，この時の Min15pxMangaBar 上の表示幅は 15 [px] となり，4.2 節で求めた表示幅と合致する．

さらに，Min15pxMangaBar 使用中に下方へドラック操作を行うと図 7 下段に示すように，コマを操作するためのシークバー（以下，Min15pxFrameBar）とともにビデオの再生時間に適した漫画のコマを強調表示したサムネイルが表示される．Min15pxFrameBar 上でマウスを左右にドラック操作すると，シーク位置の変化に従い強調表示をするコマが移動する．Min15pxFrameBar は 1 秒ごとにシーク操作を行うことができ，Min15pxFrameBar 上でシーク操作を終えると，終了した位置に対応する時間にビデオの再生位置が移動する．また，Min15pxMangaBar がシーク操作を可能とする時間は，Min15pxMangaBar と同様である．コマを強調表示したサムネイルは最短 1 秒で切り替わ

図 7 サムネイルの表示幅を最低 15 [px] に調整したインターフェースの表示画面と使用方法の概略

り，この時の Min15pxFrameBar 上の表示幅は 15 [px] となる．

上記の機能を実装することにより，シークバーでのシーク操作と比べて Min15pxMangaBar，Min15pxFrameBar の双方で細かい時間分でのシーク操作を可能にする．

以上より，Min15pxMangaBar，Min15pxFrameBar ではユーザは正確なシーク操作を行うことができ，「サムネイルが高頻度で切り替わる」という要因を解消する．また，FrameSeek と同様に Min15px では漫画のコマを強調表示できるため「漫画だと情報量が多すぎる」という要因を解消する．

4.3 Fix15px：サムネイルの表示幅を全て 15 [px] に固定したインターフェース

図 8 は作成した「サムネイルの表示幅を全て 15 [px] に固定したインターフェース」の使用方法の概略である．このインターフェースは 4 章にて記した 3 つの要因全てを改修したものである．以降，このインターフェースを「Fix15px」と呼称する．

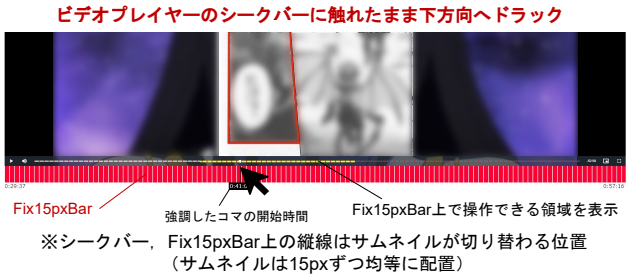

図 8 サムネイルのシーク幅を全て 15 [px] に固定したインターフェースの表示画面と使用方法の概略

Fix15px では，FrameSeek，Min15px と同様にユーザがビデオプレイヤーのシークバーを使用したときに漫画のサ

© 2022 Information Processing Society of Japan

ムネイルが表示される．シークバー使用中にそのまま下方へドラック操作を行うと，図 8 に示すように，コマを操作するためのシークバー（以下，Fix15pxBar）とともに漫画のコマを強調表示したサムネイルが表示される．

FrameSeek，Min15px では，シーク操作を行った際にビデオの再生時間に合致したサムネイルを表示していたが，Fix15px では表示されるサムネイルはシークバー上のタイムラインとは合致しておらず，シークバーと Fix15pxBar の双方でタイムラインを無視してサムネイルの表示幅が 15 [px] になるように均等に配置されている．ユーザがシークバー上でシーク操作を終了した際は表示されている漫画サムネイルの 1 コマ目の開始時間に，ユーザが Fix15pxBar 上でシーク操作を終了した際は強調しているコマの開始時間にビデオの再生位置が移動する．

以上の機能を実装することで，「サムネイルが均等に配置されていない」という要因を解消できる．また，サムネイルの表示幅を 15 [px] に固定し，コマが強調表示されたサムネイルを利用できることから「サムネイルが高頻度で切り替わる」，「漫画だと情報量が多すぎる」という 2 つの要因も解消する．

5. 動画再生インターフェースのユーザビリティの評価実験

5.1 実験目的

前章にて提案した 3 つのインターフェースが一般的なビデオ再生インターフェースと比較して，シーン探索におけるユーザビリティの向上を達成するかの調査実験を行う．そのために，まず 3 つのインターフェースについて，Scheffe の一対比較法（浦の変法）を用いた主観評価，各シーンの探索時間の計測結果の比較をもとにシーン探索に対する最も効果的なインターフェースを決定する実験を行う．これを「実験 1：作成した 3 つのインターフェースの比較実験」とする．その後，決定した最も効果的なインターフェースと一般的なビデオ再生インターフェースについて，System Usability Scale を用いた主観評価，各シーンの探索時間の計測結果の比較をもとに，作成したインターフェースがシーン探索に対するユーザビリティの向上を達成できたかを評価する．これを「実験 2：最も効果的なインターフェースと一般的なビデオ再生インターフェースの比較実験」とする．

5.2 実験手順

5.2.1 シーン探索

本実験は Web アプリケーション上で行った．アプリケーション画面上には**図 9** 上段に示すように，ビデオプレイヤー（図 9 の黒い領域），スタートボタン，正解ボタン，ダウンロードボタンが配置されている（アプリケーション開始時点ではビデオプレイヤー，正解ボタンは使用不能）．実験に使用するインターフェースごとに別々の Web ページを作成し，ビデオプレイヤーにはそれぞれのインターフェースを当てはめた．

スタートボタンをクリックすると，図 9 下段に示すように問題番号を入力するポップアップが表示される．問題とは，**図 10** に示すような友人との会話を想定した 4 コマ漫画であり，この 4 コマをもってアニメ中（アニメ「オーバーロード」第 1 話から第 4 話）のある 1 つの特定のシーンを表す．

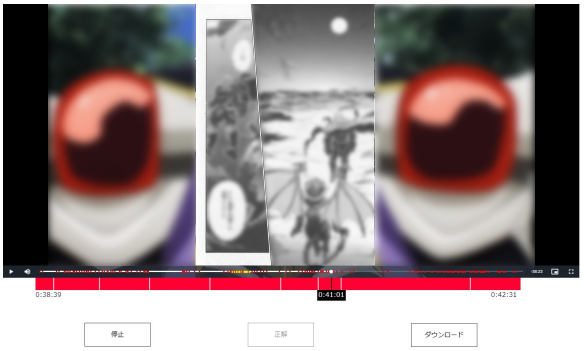

図 9 アプリケーション画面

図 10 問題の例

問題番号を入力後，ポップアップの OK ボタンをクリッ

クするとアニメの再生が開始され，ビデオプレイヤーは使用可能となる．被験者は，アニメの視聴や各インターフェースのシークバー，FrameBar 等でのシーク操作を駆使して問題文が表すシーンであると予想した再生時間に再生位置を移動させる．再生位置の移動後，スタートボタンから変化した停止ボタンをクリックする．

クリック後，アニメはその時点の再生時間で停止し，ビデオプレイヤーが使用不能となる．停止した再生時間が正解であれば，停止ボタンは使用不能となり正解ボタンが使用可能となる．

正解ボタンをクリックすると，被験者が問題文が表すシーンをどの程度記憶していたか（以下，記憶度）を入力するポップアップが表示される．記憶度は**表 2** に示すような 7 段階の指標で評価する．評価後，ポップアップの OK ボタンをクリックすることでシーン探索が完了する．

表 2　記憶度

記憶度	
1	全く覚えていない
2	ほとんど覚えていない
3	あまり覚えていない
4	ある程度覚えている
5	かなり覚えている
6	ほとんど覚えている
7	完全に覚えている

5.2.2　Scheffe の一対比較法（浦の変法）を用いた主観評価での順位付け

実験 1 では，使用する 3 つのインターフェースの「使いやすさ」を被験者が主観的に評価し順位付けを行うために「Scheffe の一対比較法（浦の変法）」を用いる．Scheffe の一対比較法は一対比較に対して n 段階の間隔尺度に基づく相対評点をさせ，分散分析にもち込むことで評価対象間に有意な差があるかどうかを検定する方法である [4]．なお，本実験では 5 段階の間隔尺度に基づく相対評価を行う．

被験者は 3 つのインターフェースの全ての組み合わせで一対比較を行う．また，Scheffe の一対比較法（浦の変法）は使用するインターフェースの順序を考慮するため，組み合わせは全部で 6 通り存在する．なお，比較を行う組み合わせの順序は被験者ごとにランダムに設定する．各組合わせについて，先に使用するインターフェースでシーン探索を 3 試行，後に使用するインターフェースでシーン探索を 3 試行行う．探索後，先に使用するインターフェースについて**表 3** に示すように評価値を決定する．被験者は，1 つのインターフェースの組み合わせについてシーン探索を 6 試行ずつ，合計 36 試行行い，各組み合わせについての評価値を決定する．

表 3　各組み合わせにおける評価値

評価基準	評価値
A が B よりも非常によい	+2
A が B よりもいくぶんよい	+1
A が B とまったく差がない	0
A が B よりもいくぶん悪い	-1
A が B よりも非常に悪い	-2

5.2.3　System Usability Scale を用いたインターフェースのユーザビリティの評価

実験 2 では，インターフェースのユーザビリティの評価のために「System Usability Scale（SUS）」を用いる [1]．SUS は，ユーザに固定された 10 問の質問に同意するかを問うアンケートである．ユーザはそれぞれの設問に同意する度合いの評価値を 1 点から 5 点で評価する．5 は完全に同意することを意味し，1 は全く同意しないことを意味する．

被験者を，実験に使用するインターフェースごとに 2 群に分け，7 試行ずつシーン探索を行い評価値を決定する．

5.3　実験 1：作成した 3 つインターフェースの比較実験

5.3.1　実験条件

被験者は 20 歳〜24 歳の 10 名の男女であり，全員が日常的にパソコンを利用しマウスでの操作も慣れている．被験者はディスプレイに正対して座り，肘の高さが机の高さと同じになるように椅子の高さを調整する．このとき，視点とディスプレイは約 60 [cm] 離れるように座った．ここで，使用するディスプレイは 4.2.2 項と同様のもの（15.6 [in]，FHD（1920×1080 [px]））である．

被験者には実験日の 3 日前から実験直前までの間にアニメ作品「オーバーロード」の第 1 話から第 4 話までを視聴するように指示をし，6.2.1 項，6.2.2 項に記載した手順に従って実験を行った．

5.3.2　結果

初めに，各インターフェースについてシーンの探索時間の分析を行う．**表 4** は各インターフェースのシーンの探索時間に関して，平均値，中央値，不偏標準偏差を算出したものである．表 4 より，平均値と中央値では Fix15px が他のインターフェースより 10 秒前後もの差をつけて値が小さくなっている．不偏標準偏差の値も Min15px が最小となっていることがわかる．以上より，探索時間という評価基準において Fix15px が最も効果的なインターフェースの候補となったが，FrameSeek，Min15px 双方との探索時間の差が有意であるかを検証するために Welch の t 検定を行う．このとき，多重比較のため Bonferroni の調整を行う．

© 2022 Information Processing Society of Japan

表 4　各インターフェースの探索時間に関する比較

	FrameSeek	Min15px	Fix15px
平均値 [s]	66.65	68.86	57.51
中央値 [s]	49.02	49.51	40.31
不偏標準偏差 [s]	78.59	63.25	57.66

まず，FrameSeek と Fix15px について検定を行ったところ，両側 t 検定において p 値は $p = 0.149$ となった．Bonferroni の調整より，有意水準を $0.05/2 = 0.025$ とすると $p = 0.149(> 0.025)$ より帰無仮説は棄却されず，FrameSeek と Fix15px の間には 5 %の有意水準において探索時間に統計的な有意差は確認されなかった．

次に，Min15px と Fix15px について検定を行ったところ，両側 t 検定において p 値は $p = 0.305(> 0.025)$ となり帰無仮説は棄却されず，Min15px と Fix15px の間には 5 %の有意水準において探索時間に統計的な有意差は確認されなかった．

以上より，探索時間という評価基準では FrameSeek，Min15px，Fix15px の優劣を決定することはできないことがわかった．

次に，Scheffe の一対比較法（浦の変法）についての分析を行うために，各インターフェースについて平均嗜好度を算出した．Scheffe の一対比較法において，平均嗜好度は評価者全体が各試料をどの程度好むかを表しており，平均嗜好度の値が大きいほどその試料の評価は高くなる．

図 11 は各インターフェースの平均嗜好度を 1 つの数直線上に表したものである．図 11 から，各インターフェースの平均嗜好度は，FrameSeek が-0.45，Fix15px が 0.02，Min15px が 0.43 となり，Min15px が被験者から最も「使いやすいインターフェース」であると評価されたことがわかる．

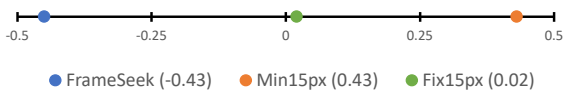

図 11　各インターフェースの平均嗜好度

以上より，作成した 3 つのインターフェースのうち「Min15px」が最も効果的なインターフェースであると決定し実験 2 へ進む．

5.4　実験 2：最も効果的なインターフェースと一般的なビデオ再生インターフェースの比較実験

5.4.1　実験条件

被験者は 20 歳〜24 歳の 20 名の男女であり，全員が日常的にパソコンを利用しておりマウスでの操作も慣れている．被験者はディスプレイに正対して座り，肘の高さが机の高さと同じになるように椅子の高さを調整する．このとき，視点とディスプレイは約 60 [cm] 離れるように座った．ここで，使用するディスプレイは実験 1 と同様のものである．

実験 1 と同様に，被験者には実験日の 3 日前から実験前までの間にアニメ作品「オーバーロード」の第 1 話から第 4 話（約 97 分）までを視聴するように指示をし，6.2.1 項，6.2.3 項に記載した手順に従って実験を行った．

なお，本実験に使用するインターフェースは実験 1 にて決定した最も効果的なインターフェースである「Min15px」と，一般的なビデオ再生インターフェースに似せて作成したインターフェースである．このインターフェースを以降では「Baseline」と呼称する．

Baseline は YouTube のインターフェース（図 1）を参考に作成しており，ユーザがマウスカーソルをシークバー上に合わせたとき，あるいはシークバー上でマウスをドラックしたときにそのビデオの再生時間（再生位置）に適したサムネイルが表示される．表示するサムネイルはシーク位置のビデオ再生時間のアニメ映像を切り取った静止画である．また，サムネイルはビデオプレイヤーとサムネイル画像の面積比が 25:1 になるようにリサイズし，シークバー上部の当該位置に配置される．

5.4.2　結果

初めに，各インターフェースについてのシーンの探索時間の分析を行う．**表 5** は各インターフェースの探索時間に関して，平均値，中央値，不偏標準偏差を算出したものである．表 5 より，上記の全ての項目において Baseline が Min15px を上回っている．特に，平均値と中央値においてはその差が 40 秒前後と歴然大きくなっている．

表 5　各インターフェースの探索時間に関する比較

	Min15px	Baseline
平均値 [s]	104.28	62.32
中央値 [s]	75.78	37.12
不偏標準偏差 [s]	88.18	70.02

ここで，Min15px，Baseline 間での探索時間の差が有意であるかを検証するために Welch の t 検定を行ったところ，有意水準を 5 %とした両側 t 検定において p 値は $p = 0.003(< 0.05)$ となり，Min15px と Baseline には 5 %の有意水準において探索時間に統計的な有意差が確認できた．

次に，両インターフェースの SUS の評価について分析を行う．全被験者の SUS スコアの平均は，Min15px が 59.0（Adjective Rating：Poor），Baseline が 81.0（Adjective Rating：Excellent）となり，SUS の評価においても Baseline が Min15px を上回っていることがわかる．

以上より，探索時間と SUS スコアの双方において Baseline が Min15px の評価を上回り，Min15px ではシーンの

© 2022 Information Processing Society of Japan

探索におけるユーザビリティの向上が達成できないことがわかった．また実験 1 より，FrameSeek，Fix15px の評価は Min15px を下回るため，本研究にて作成した 3 つのインターフェース全てにおいて，シーンの探索におけるユーザビリティの向上が達成できないことがわかった．

6. 考察

実験 2 において Min15px の SUS スコアが Baseline と比べて小さくなった，また，実験 1 において各インターフェースの探索時間に有意差が現れず，実験 2 において Min15px と Baseline の探索時間に有意な差が現れた要因として，インターフェースの操作に対する「慣れ」が大きく関係していると考える．

実験 2 にて得られた SUS スコアから，SUS の各設問についてのスコアの差を求めたところ，Q2.，Q3.，Q10. についてスコアの差が特に大きくなっていることがわかった．この 3 つの設問内容は「Q2. このインターフェースを利用するには説明が必要となるほど複雑であると感じた」，「Q3. このインターフェースは容易に使いこなす事ができると思った」，「Q10. このインターフェースを利用し始める前に知っておくべきことが多くあると思う」であり，すべてインターフェースへの「慣れ」に影響される設問である．**表 6** に SUS の Q2.，Q3.，Q10. におけるスコアとその差を示す．以上から Min15px は Baseline と比べて「慣れ」という面で大きく不利な立場にあることがわかる．

表 6 SUS の Q2.，Q3.，Q10. におけるスコアとその差

	SUS スコア		
	Q2.	Q3.	Q10.
Min15px	4.00	5.00	3.25
Baseline	8.75	8.25	6.75
スコアの差	-4.75	-3.25	-3.50

また，SUS スコアのみならず探索時間にも「慣れ」が関係している．**図 12** に，記憶度 7 における試行回数と探索時間の相関関係を示す．図 12 から，Min15px（相関係数 $r = -0.39$）には弱い負の相関があり，Baseline（相関係数 $r = -0.01$）にはほぼ相関がないことがわかる．つまり，Min15px においては試行回数を重ねインターフェースの操作に慣れることができれば探索時間が小さくなることを意味し，Baseline は一般的なビデオ再生インターフェースとほぼ同等であるためインターフェースの操作に慣れており，試行回数を重ねても探索時間が変化することはないことを意味する．

以上より，実験段階では被験者の「慣れ」という観点では，Min15px と Baseline 間には明らかな差が存在し，この差が実験 2 の結果を導く大きな要因となったと考えられる．

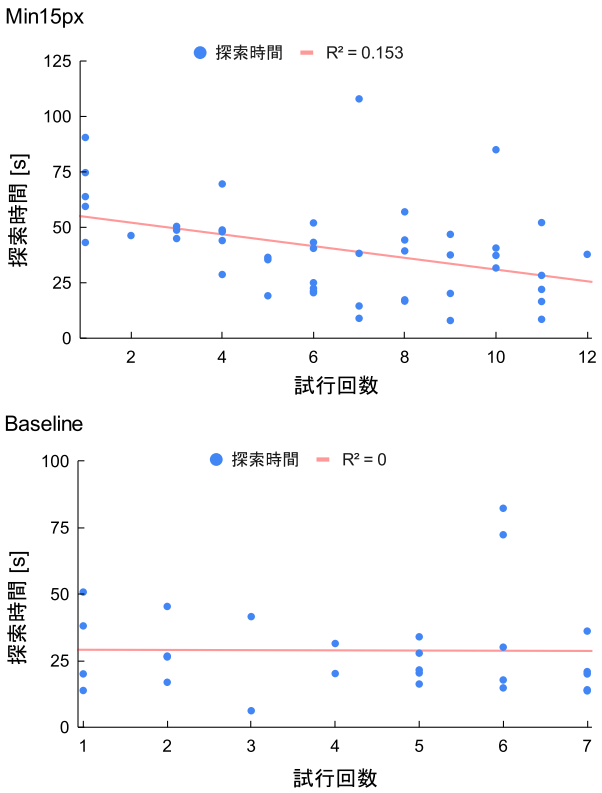

図 12 両インターフェースの記憶度 7 における試行回数と探索時間の相関関係

7. 議論

図 13 は実験 1 と実験 2 のシーン探索タスクの全試行を合わせた記憶度と探索時間の相関関係である．相関係数 r は $r = -0.45$ となり，記憶度と探索時間について負の相関があることがわかる．よって，探索時間は目的のシーンをどの程度記憶しているかに左右されるといえる．

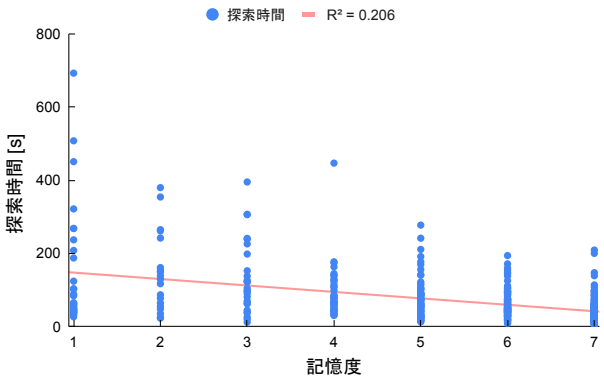

図 13 記憶度と探索時間の相関関係

ここで，Baseline と Min15px に着目すると，双方とも記憶度によって探索時間が左右することは上記の全試行の場合と変わらないが，相関係数 r は Baseline で $r = -0.68$，Min15px で $r = -0.48$ となった．Min15px の方が r の値が小さくなっていることから，Min15px を使用することに

© 2022 Information Processing Society of Japan

表 7 記憶度ごとの各インターフェースの探索時間に関する比較

記憶度	2，3		4，5		6，7	
	Baseline	Min15px	Baseline	Min15px	Baseline	Min15px
平均値 [s]	179.38	160.34	70.33	99.86	33.97	68.37
中央値 [s]	135.21	129.21	68.47	82.83	27.15	53.47
不偏標準偏差 [s]	122.48	84.80	46.26	66.28	22.88	46.00

よって探索時間に関して記憶度の影響を緩和することができるといえる．

表 7 は，類似する記憶度の組ごとについて各インターフェースの探索時間に関して，平均値，中央値，不偏標準偏差を算出したものである．なお，記憶度 1 は目的のシーンを全く覚えていないことを意味しており，実際のシーン探索においては全く覚えていないシーンを探索する状況は起こりえないため，記憶度 1 を除外して記憶度の組を作成した．表 7 から，全ての項目において記憶度 4 と 5 の組，記憶度 6 と 7 の組では Baseline が Min15px を上回っているが，記憶度 2 と 3 の組のみ Min15px が Baseline を上回っていることがわかる．

以上から, シーン探索において本研究で作成した Min15px を用いることで目的のシーンの記憶度によって探索時間が左右される状況が緩和され，なおかつ，記憶度が低いシーンにおいては Baseline より早くそのシーンを探索することができる可能性が示唆された．

また，Baseline では矢印キーを操作することで前後 5 秒に再生時間をスキップする機能を有しており，実験において被験者はこの機能を多用しシーン探索を行っていた．この機能を Min15px へ移植し，例えば矢印キーを入力することでサムネイルの漫画を前後 1 ページずつ移動する機能を実装することでユーザビリティの向上を達成できると考える．

8. まとめ

本研究では，アニメ中の特定のシーンを探索することが難しいことに着目し，ビデオプレイヤーでのシーン探索の際に，表示されるサムネイルを漫画に置き換えることによってシーン探索のユーザビリティが向上すると予想した．先行研究で作成したインターフェースではユーザビリティの向上を達成できなかった原因を「漫画だと情報量が多すぎる」,「サムネイルが高頻度で切り替わる」,「サムネイルが均等に配置されていない」の 3 つであると推定して，これを解決するような 3 つのインターフェース「FrameSeek」,「Min15px」,「Fix15px」を作成した．この 3 つのインターフェースを比較したところ，探索時間に有意差はなかったため，Scheffe の一対比較法（浦の変法）で得られた平均嗜好度から開発したインターフェースの中で「Min15px」がシーン探索に対する最も効果的なインターフェースだと決定した．

最も効果的なインターフェースである「Min15px」と一般的なビデオ再生インターフェースである「Baseline」を比較したところ，探索時間，SUS での主観評価の双方で Baseline が高い評価を得た．しかし，Min15px を使用することで記憶度によって探索時間が左右される状況が緩和され，記憶度が低いシーンにおいては Baseline より早くそのシーンを探索することができる可能性が示唆された．また，作成したインターフェースの操作に慣れることができれば，シーンの探索時間が減少し SUS スコアが上昇する，つまり，シーン探索におけるユーザビリティの向上を達成できる可能性が示唆された．

参考文献

[1] Brooke, J.: SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale, *Usability Evaluation In Industry*, pp. 189–194 (1996).

[2] ISO: ISO 9241-11:1998(en), Last visited 14/05/2015 (1998).

[3] 一般法人日本動画協会：アニメ産業レポート 2021 サマリー（日本語版），`https://aja.gr.jp/download/anime-industry-report-2021-summary\_jp` (2021).

[4] 高木英行：使える!統計検定・機械学習-III：主観評価実験のための有意差検定，システム／制御／情報， Vol. 58, No. 12, pp. 514–520（オンライン），DOI: 10.11509/isci-esci.58.12_514 (2014).

[5] 黒須正明：ユーザビリティ・エンジニアリング：1. ユーザビリティ工学の背景と概説，情報処理， Vol. 44, No. 2, pp. 122–127 (2003).

[6] 黒須正明：よりよい設計のためのユーザビリティ評価，精密工学会誌， Vol. 74, No. 2, pp. 111–114（オンライン），DOI: 10.2493/jjspe.74.111 (2008).

[7] 総務省：令和 2 年版情報通信白書，`https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/index.html` (2020).

[8] 大和幸司：アニメと漫画の時系列マッチングによる新たな視聴体験に関する研究，修士論文，立命館大学院情報理工学研究科 (2021).

[9] 貴洋中村, 秀憲青木, 芳明宮下：マンガ的手法を用いたニコニコ動画ナビゲーション，技術報告 106(2008-HCI-130), 明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻ディジタルコンテンツ系, 明治大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻情報科学系, 明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻ディジタルコンテンツ系 (2008).

© 2022 Information Processing Society of Japan