

# ウェブ上の画像に対する解説アニメーション付与システムの提案

樋川一幸<sup>†1</sup> 松田滉平<sup>†1</sup> 中村聡史<sup>†1</sup>

**概要:** ウェブ上には、アプリケーションの導入方法などをユーザに説明することを目的としたウェブページが多数存在する。そうしたウェブページでは、画像を用いて視覚的により分かりやすくする工夫がなされているものも多いが、コンテンツが静的なものであるため、文章が画像のどの部分を示しているのかがわかりにくいことがある。また、画像やテキストを理解するうえで知識を要求されることも珍しくない。そこで本稿では、ウェブ上の任意の画像に対して、画像上に解説を行うアニメーションを装飾として重畳付与可能とする手法を提案する。この手法では、ユーザがブラウザ上で単純な操作を行うことによりマウスカーソルの移動やクリックといった説明アニメーションを装飾として付与し、また他者と装飾を共有できるようにする。本手法により、わかりにくい解説ページを他者へわかりやすく伝えることが可能になると期待される。

**キーワード:** ウェブコンテンツ, 画像装飾, アニメーション付与, 操作支援

## 1. はじめに

ウェブ上には、パソコンのアプリケーションの導入方法や駅から学校までの道のりなど、ユーザに説明することを目的とした図1のようなHOWTOに関するページが多数存在している。そのため、何かわからないことを調べる際に、ウェブ検索してHOWTOに関するウェブページにたどりつき、解決を試みるということが一般化している。

こうしたHOWTOに関するウェブページでは、スクリーンショットや地図といった画像を使用することで視覚的によりわかりやすくする工夫がなされているものも珍しくない。しかし、そういった画像を利用しているページであっても、画像やテキストの理解に専門的な知識が必要な場合や、画像やテキストの説明が複雑、または煩雑である場合、そして画像とテキストがうまくリンクしていない場合など理解することができず、解決までに時間や手間がかかってしまう。また、画像は2次元的な広がりをもつ静的なものであり、どこに注目したらよいか、何をやって何をするかなどの流れがわかりにくいといった問題がある。例えば、アプリケーションをダウンロードする方法を紹介するページでは、ダウンロードサイトのスクリーンショット画像とその画像内のどこをクリックするかを説明する文章がセットとなって書かれているものが多い。こうしたページで、テキストがユーザの不慣れた言語や専門用語で書かれている場合や、テキストに誤りがある場合には、そのユーザにとって利用が困難なページと言えるであろう。こうした問題に対して、動画を用いることで理解容易性を向上させることができるようになると考えられるが、動画を作って説明するページは制作に手間がかかるため多いとは言えない。また、既存のページをわかりやすくするためにページを改良することは、オリジナルのコンテンツを侵害する者であ

り難しく、既存のページ同等のコンテンツを1から作るのは手間である。ここで、既存のウェブページについて、後付けで操作方法などを手軽に付与できるようになると理解しやすくなると期待される。



図1 HOWTOに関するページ例

そこで本研究では、ウェブ上の任意の画像に対して、マウスカーソルの移動やクリックなどの操作を付与し、ウェブ上の画像にアニメーションの形で重畳提示することにより、HOWTOに関するページを理解しやすくする手法を提案する。また、こうしたアニメーションをマウス操作により手軽に作成し、アニメーション付きページを他人と共有可能とする。本手法により、オリジナルのコンテンツを侵害することなく活用し、ユーザのニーズに合わせたオリジナルのアニメーション付きページを作成、および閲覧することが可能となる。それによって、操作に不慣れたユーザの理解を促し、ユーザが悩むことを防止できると期待される。

本稿では、解説アニメーションを付与し、共有するシステムを提案、および実装するとともに、事前に用意したペ

<sup>†1</sup> 明治大学  
Meiji University

ージに操作アニメーションを装飾として付与することで、このシステムがどの程度ユーザの支援に繋がるのかを検討する。

以下2章では、本研究の関連研究について説明し、3章ではウェブ上の画像に対して解説アニメーションを付与するシステムを提案するとともに、そのプロトタイプシステムについて述べる。4章では本システムの利用実験について説明し、5章では利用実験などをもとに考察を述べる。最後に6章では本稿のまとめを行うとともに今後の方針を述べる。

## 2. 関連研究

本研究の先行研究として、松田らの Decoby[1]がある。このシステムは、ウェブ上の画像や動画に対してユーザの好みのエフェクトを付与し、他人と共有することで、好みの形でコンテンツを伝えることを可能としている。Decobyが面白さなどの印象付与を目的としているのに対し、本研究では装飾により、ウェブ上のコンテンツをわかりやすくすることを目的としている点で異なる。

また、ウェブ上のコンテンツに対する装飾を行う研究として中村ら[2]のシステムでは、ブラウザ上の動画に音響的装飾を手軽に行うことを可能としている。これは、動画に対して、自分好みの装飾をするばかりでなく、新しい動画視聴体験を実現している。個人で好きな装飾を付与できる点では本研究と同じであるが、本手法では、画像に対して視覚的にわかりやすい解説アニメーションを付与するものである。

ウェブ上での操作支援を行う研究は数多く存在している。椿ら[3]は、ブラウザ上での操作を記録、および自動で再生可能なシステムをウェブアプリケーションとして構築しており、ウェブ上でのユーザ自らの操作を記録し、ウェブに依存する習慣的操作を短縮することを可能としている。我々の研究では、習慣的操作の短縮を目指すものではなく、他者に共有して操作方法などを教えることが目的であり、本質的に異なるものである。

中村ら[4]は、プロキシを利用し、ユーザのウェブブラウジング行動を共有することで、インターネットに不慣れなユーザを遠隔支援する手法を実現している。本研究ではインターネットに不慣れな人だけを支援をするのではなく、ウェブページのわかりづらい操作説明や、道順の説明などに困っている人すべてに対し支援をすることができる。また、ウェブ上での操作を他のユーザに提示することで支援する点では本研究と同じであるが、直接ブラウザでの操作を提示するのではなく、ウェブ上の画像に対してアニメーションとして操作を提示する点で異なっている。リアルタイムの遠隔支援に対して本手法では、アニメーションを一度付与してしまえば、ユーザの任意のタイミングで何度も

確認を行うことができるという利点もある。

一方中村ら[5]は、ウェブアプリケーションの操作ログとウェブモニタリング技術を利用することで、操作支援が必要と思われる場面を自動で検出し、それを解決に導くために次に操作する場所をハイライト表示することで直感的でわかりやすい支援をするシステムを提案している。本手法では、ユーザが画像上にアニメーションを付与することで支援対象ユーザに最も相応しい支援を行うことを目的とするものである。また、本手法はハイライト表示だけでは示すことができない具体的な操作をアニメーションとして提示することも可能である。

パソコン上での操作の支援方法はマウスのポインティング操作の支援研究も多数存在する。長尾ら[6]は、マウスなどのポインティング操作に不自由を感じるユーザを支援するため、状況に応じてリアルタイムでカーソルの移動係数を設定するシステムを提案している。また松本ら[7]は、マウス操作が困難な高齢者に焦点を当て、引力と誘導力の組み合わせによるマウス操作支援方法を提案している。さらに山口[8]は、虫眼鏡形状ポインティングデバイスの画面に虫眼鏡のようにパソコンの画面に近づけると拡大表示し、遠ざけると縮小表示する高齢者等の視認支援を行うシステムを実現している。本研究では、ウェブ上の画像に対してマウスの操作アニメーションを提示することによって支援することを目的としている。これはポインティングシステムを改変し、支援を行うものではなく根本的な支援の方法が異なっている。

画像に対して動的なアニメーションを付与するという研究も多数存在する。岡部ら[9]は、静止画像に流体アニメーションを対話型編集により簡単に付与できる手法を開発している。また、崎山ら[10]は料理画像に対し、アニメーションを付与することで魅力的にできるシステムを実現している。これに機能追加を施した SizzTass[11]は、静止画に動きを付与し、動画化するシステムである。SizzTass は知識がなければ膨大な時間がかかってしまう動画化の作業を誰でも数分で簡単に行えるものとした。これらの研究は、静止画をよりリッチなものとするを目的としているが、我々はウェブ上の静止画をよりわかりやすくすることを目的としている。

## 3. 解説アニメーション付与手法

### 3.1 提案手法

我々が提案する画像に対してのアニメーション付与手法は、ウェブ上の画像に対してオリジナルのコンテンツを改変することなく、アニメーションを重畳しユーザの理解を支援することを可能とするものである。例えば、パソコンのアプリケーションを導入する方法を説明するページの場合、実際の導入ページのスクリーンショット画像が掲載

され、その画像のクリックする部分が説明されているという構成になっていることが多い。このスクリーンショットの画像上にその説明の部分をクリックするようなアニメーションを直に付与することができれば、ユーザはどこをクリックするのかというテキストを確認する必要がなくなる。また、ある施設までの道が説明されているようなページで、説明されている施設の位置と最寄りの駅の位置が示されているが、最寄り駅が複数ある、といった理由でどこからどのように行けばよいか、わかりづらいものが多くみられる。こうしたページに出会ったユーザは、説明を理解することができず、地図アプリケーションなどを利用して問題を解決することになる。このような地図画像に対して、そのユーザに適した経路をアニメーションとして付与、および提示することが可能となれば、閲覧者の手間がかかることなく、そのページ内で理解を完結させることができる。

図2は、ウェブページに対する提案手法を用いたアニメーション付与のイメージである。ウェブページ上の任意の画像に対し、画像と同じサイズの追加レイヤを作成し、そのレイヤ上でアニメーションさせることで、あたかもオリジナルの画像にアニメーションが付与されたかのように見せるというものである。アニメーションはレイヤ上でマウスの移動とクリックを行うことで付与することができる。

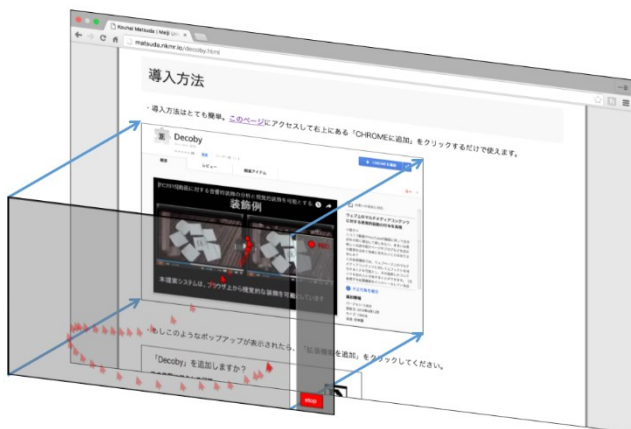


図2 画像に対するアニメーション付与

本システムは、付与したアニメーションを簡単に他者と共有できる必要があるため、アニメーションを付与したページの URL を新たに発行し、それを閲覧者に送ることで共有できるシステムを構築する。これにより、閲覧者は送られてきた URL を開くだけで、アニメーション付きウェブページを見ることができる(図3)。

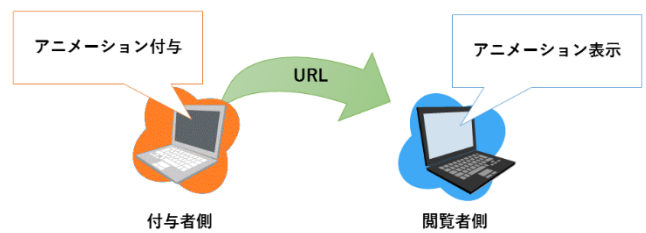


図3 ユーザ間のやりとりイメージ

### 3.2 実装

本システムを Google Chrome のブラウザ拡張として JavaScript とそのライブラリである jQuery と P5.js を用いて実装した。また、ユーザの付与したアニメーションを記録、および共有するサーバ機能を PHP と MySQL を用いることで実装した。

本システムの装飾の機能は画像に対する操作を行うものであるため、通常はアニメーションが再生されるだけであり、必要になった時のみ装飾機能をオンにできるようにページの上部に図4の赤枠内のようなメニューバーを設けている。ユーザはこのボタンを利用することで、システムのオンオフを切り替えることができる。

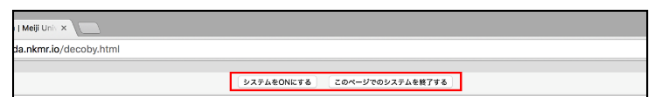


図4 本システムのメニューバー

ユーザが本システムの装飾機能をオンにすると、ページ内の DOM ツリーの中から IMG タグの要素を取得し、ページ内の画像の数と位置を検出する。この時、サイズが小さすぎる画像はアニメーション付与にそもそも適していないため対象画像から除外する。次に、取得した IMG タグの要素の数だけ P5.js によって生成した透明な追加レイヤをそれぞれのサイズに合わせて作成し、ページ上での画像の位置に合わせてレイヤを重ねる。また、レイヤの上でのマウスのクリックと軌跡に対応したアニメーションを記録できるようにし、記録が終了した後はその画像上で記録したアニメーションが再生される。なお、アニメーション付与の際にクリック操作が必要となるが、A タグにより画像がリンクとして指定されている場合はクリックするとページを遷移してしまう。そのため、装飾モードの時にはリンクを無効にしておく。

ユーザがページ上でのアニメーション付与をすると、システムは記録サーバにページ上で付与したアニメーションの情報を JSON 形式で送信し、他者と共有可能とする。ここで記録サーバでは、送られてきたデータをそのままデータベースに格納するが、1つのページについて複数のユーザから装飾される可能性があるため、本システムではオリジナルの URL に ID を付与することで、アニメーションを

付与したページと付与したアニメーションの情報との紐づけを行う。実際には URL の末尾にハッシュ値としてアニメーション ID を付与する。ハッシュ値とは URL 内の#の後に記述される部分であり、ID はアニメーションが記録された際に自動生成される。例えば、「http://example.jp」のようなページにアニメーション付与し、保存した際に XXXX という ID が自動生成された場合、「http://example.jp#ID=XXXX」がこのアニメーション付きページの URL となる。

本システムを導入したブラウザでこの ID 付き URL を開くと、システムが記録サーバに XXXX という ID でアニメーション情報を Ajax の非同期通信により要求する。記録サーバは ID と一致するアニメーションの情報をデータベースより検索し、その情報をシステムに送ることで、閲覧ページの画像上にアニメーションを再生する。なお、#以降の値は本システムを導入していなければ無視されるので、その場合は、通常のアニメーションが付いていないページを見ることができる。また、後述する装飾モード情報もサーバに記録されるので、送られてきたアニメーションを閲覧する際、記録時のモードのまま閲覧することができる。

### 3.3 装飾モード

様々な HOWTO に関するページに対応したアニメーションを付与できるようにするため、本システムでは、下記の3種類のアニメーションの装飾モードを用意した。

- マウスカーソルモード (図 5, 図 6)
- 足跡モード (図 7, 図 8)
- 指モード (図 9, 図 10)

マウスカーソルモードは、パソコン上での操作解説支援を想定したモードである。このモードでは、クリックするとアニメーションのカーソルが手の形状になる。パソコン上での操作手順を説明しているページ上の画像に対し、このモードを使うことで実際のマウスの動きを見せながら説明できる。複数クリックするポイントを記録することで、どの順番でクリックするのかを示すという使い方も可能である。なお、自分のマウスカーソルと見分けるため、アニメーションのマウスカーソルを赤く加工している。



図 6 マウスカーソルモード (再生時)

足跡モードは、地図画像での道順解説支援を想定したモードである。このモードでは、マウスの軌跡を人型のアイコンが移動し、通った軌跡上に足跡を表示することで人の歩行を表現したアニメーションである。アニメーション再生時、クリックした場所でしばらく人型のアイコンが止まるので、その場所に誘導していることを示すことができる。地図上の複数のポイントををクリックすることで、最終的な目的地だけではなく、複数の目的地や目的地までに通る目印となる場所を示すことも可能である。



図 7 足跡モード (記録時)



図 5 マウスカーソルモード (記録時)



図8 足跡モード（再生時）

指モードは、スマートフォン上での操作説明を想定したモードである。このモードでは、指がマウスの軌跡を移動し、クリックの代わりにタップを表現したアニメーションになる。指で操作するスマホやタブレット端末における操作手順を説明しているページの画像上では、指が表示されるこのモードが最も適していると考えられる。また、このモードを使うことで画像のどの部分を注目して欲しいかを示すことができる。



図10 指モード（再生時）

以上の装飾モードを切り替えることにより、本システムを利用しているユーザは意図するアニメーションを付与することが可能となっている。

### 3.4 操作方法

システムをインストールするとウェブページ上部にメニューバーが表示され、このボタンによりシステムのオンオフを切り替えることができる。システムがオンになっている時に、アニメーション付与可能な画像にマウスオーバーすると、図11上の赤枠で囲われているような装飾メニューが出現する。装飾メニュー内のモード切り替えボタンをクリックすることで装飾モードを切り替えることができる。なお、それぞれの画像に対して、別の装飾モードを選択し、装飾することも可能である。

装飾メニューが出現している状態でマウスをクリックすると、選択したモードでアニメーションの記録が開始される。ユーザが画像上でマウスを動かすと、システムはマウスの軌跡を残像として描画し、画像上でマウスがクリックされた場合は、そこでクリックしたことがわかるようなアニメーションを描画する。1つの画像に対して、複数回クリックをしたアニメーションを付与することもできるので、どこをクリックするのかだけではなく、クリックする順番も示すことができる。また、図11下の装飾メニューに表示されているstopボタンをクリックすることで記録を終了する。ただし、画像上で最後にクリックした後にstopボタンをクリックするまでの軌跡は、残像は描画されるが解説アニメーションとして不要な情報であるため、記録には残さないようにする。また、一度もクリックしなかった場合は記録失敗とし、アニメーション付与されない。ページ



図9 指モード（記録時）

内の任意の画像すべてにアニメーション付与が終了したら、ページ上部のメニューバーの中の「装飾を保存して URL を発行する」をクリックすることで別タブに URL にハッシュ値が付与されたページが開かれるため、ユーザはこの URL を利用して他者にわかりやすくしたウェブページを伝えることが可能となる。



図 11 マウスオーバー時(上)と装飾記録時(下)の装飾メニュー

## 4. 利用実験

### 4.1 実験目的

本システムを用いてウェブ上の画像に手軽にアニメーションを付与可能かということに加え、ユーザの意図に沿った装飾が可能かなどの利用性や有用性を確かめるために利用実験を行った。また、アニメーションを付与することでユーザはどのようにわかりやすくする工夫をしているかといった、ユーザやウェブページごとの装飾の傾向や意図を確かめるために調査を行った。

### 4.2 実験手順

実験協力者 14 名 (20~23 歳の大学生) に対し、本システムの利用実験を行った。実験協力者には事前にシステムの操作方法を説明しておき、こちらで用意した操作説明や道案内などの HOWTO に関する 22 ページのウェブページ上の画像に対して、家族に対して説明することを想定してアニメーションの付与を行ってもらった。また、本システムの利用性に関するアンケートを行い、ユーザの装飾意図と有用性を確かめるためにそれぞれのページにおける装飾シチュエーションとシステムを使った感想を述べてもらった。

ウェブページは、パソコン上の操作に関するページを 10 ページ、スマートフォン上の操作に関するページを 5 ページ、地理や経路についてのページを 7 ページ用意した。

### 4.3 実験結果

実験により装飾されたページについて調査したところ、操作方法に関するページではどのユーザも同じ場所をクリックしている傾向が見られた。また、ページ内のテキストで説明されている事柄をアニメーションとして再現しているものがほとんどであった。用意したページ内の画像にはクリックする部分を赤枠で囲ってわかりやすく説明されているものもあるが、すべてのマウス操作について赤枠が用意されていないようなページでは、その省略されている部分をアニメーションで補完しているという装飾も見られた。またテキストによる説明が、その操作が基本的なものであることから省かれているものもあり、それを補完する装飾もあった。つまり、装飾としては、テキストに書かれている内容をアニメーションとして付与している装飾と、ページの説明不足を補うような 2 つのパターンに分類されると言える。

アニメーションの付与の特徴として、家族に対する説明という状況を考え、家のパソコンの OS に合った操作方法を示す装飾、この道は混んでいることが多いため別のルートを案内する装飾、また家族が使用すると考えられる駅からの道案内をする装飾などが見られた。また、画像上のある部分を強調するために、その部分をぐるぐると囲むような装飾や、文字の部分了指モードでなぞるような装飾も見られた。さらに、地図に対して足跡モードではなく、指モードで駅や目的地を指し示すような装飾も見られた。こうした説明的な装飾は当初想定していないものであり、興味深いものであった。

アンケートにより得られたシステムを使用した主な感想としては、装飾を行うことによって視覚的にわかりやすくなったという感想や、手軽で使いやすかったという感想が多く、本システムには有用性や利用性があると考えられる。また、本システムには実装されていないアニメーションとして、ダブルクリックやドラッグなどを表現したいという意見も見られ、現状のシステムではクリックアニメーションが数秒表示されるため表現が難しいことがわかった。

ダブルクリックなど機能拡張の他に、システムのユーザインターフェースの改善を求める意見も多数見られた。改善のための意見としては、ボタンの位置がわかりにくいことや、記録したアニメーションを消して再度記録し直す操作がわかりづらいというものがあった。また、記録中に自身のマウスカーソルの軌跡が表示されるので装飾記録中に画像が見えづらくなってしまいう意見も見られた。こうした問題については、今後システムを改良することで対応する予定である。

## 5. 考察

利用実験では英語で記述されたウェブページも用意していたが、本システムにより、ユーザの不慣れた言語で書かれたページであっても、装飾の付与者がその言語を理解して装飾してくれていれば、閲覧者がその言語を十分に理解していなくても画像上のアニメーションのみで理解できるということがわかった。これにより不慣れた言語を読まずに目的を達成することが可能となり、内容すべてを伝えきれない場合であっても、少なくとも理解の助けになると考えられる。

一方で、どの実験協力者も同じような装飾をしているページが多く見られている。これらの装飾された画像は操作方法の説明画像という共通点があった。操作方法の解説ページの画像はクリックする位置が共通しているため、同じような装飾になったと考えられる。こうした点を考慮して、今後操作アニメーションを付与しようとしている人に対して、アニメーションパターンの推薦を行うことが考えられる。

画像の部分を強調するような装飾について、注目させるためにぐるぐる囲むような装飾や、なぞるような装飾が見られた。こうした装飾は当初想定していないものであるが、部分を強調するようなアニメーションを付与するという応用も十分に考えられるものである。こうした装飾をより良いものにする方法については、今後も検討予定である。

指モードを使うと想定していたページを、マウスカーソルモードで装飾している例があるなど、これらのモードの差別化があまり行えていなかったと考えられる。また現状はクリック操作のみをアニメーションにするシステムであったため、スワイプやドラッグアンドドロップなどのモード特有の操作方法についても対応できていなかった。こうした装飾を可能とすることで、より実用性の高い支援システムにすることができると考えられる。一方で、本システムの操作がクリックのみであるため、その手軽さがよかったという意見もあった。そのため、機能を増やす場合は、手軽さを喪失することなく機能を拡張する必要がある。

一方、本システムの特徴として、ユーザが相手の都合に合わせた解説アニメーションを付与できるということがあげられる。利用実験では、パソコン上の操作に関する画像への装飾では、相手のパソコンについての知識や環境に合わせた装飾が行われ、地理や経路についてのページでは、相手がいる場所を考慮した装飾が行われていた。これは、装飾情報を基本的には共有することになるが、その装飾 ID を知らない他者はそのアニメーションにアクセスできないという本システムならではの利点である。

本システムは画像上にアニメーションを重畳しているため、ページ上のコンテンツが改変されることはない。よって、ページ製作者の意図を侵害することなくわかりやす

い装飾を行うことが可能になると考えられる。

現在はマウスカーソル、足跡、指といった単純なパターンしか用意していないが、料理の作り方を紹介するページの食材の画像に対しては、どの部分をどうやって切るのかを包丁が動くアニメーションで示すことが効果的であると考えられる。また、テントやプラモデルなどの組み立て方や折り紙の折り方を説明するページに対しても、その内容に適した装飾が考えられる。こうした装飾モードの追加についても、今後検討予定である。

## 6. まとめと今後の方針

本研究では、わかりづらい HOWTO に関するページが多く存在するという問題を解決するために、そのページの画像上に解説アニメーションを付与することで視覚的に理解しやすくし、またそのアニメーションを他者と共有可能なシステムを提案し、プロトタイプシステムを実装した。

今回解説アニメーションとして、マウスカーソル、足跡、指の3つのモードを用意したが、HOWTO に関する他の種類のページも検討し、それに対応する相応しい装飾モードを検討することが必要である。また、モードごとに詳しい操作を変更することも考えられるが、システムに機能を追加するにあたって、操作支援に重要となる手軽さを失うことがないようにしなければならない。また、画像の位置判定ができないページやうまく記録ができない画像があるページが確認されているのでそういったページにも対応し、システムの実用性を高める予定である。

現状では、本システムを導入しているブラウザ上でのみアニメーションを付与、閲覧することができるが、システムを導入していない他のパソコン上やスマートフォン上などでも URL を開くことで、本システムによって付与されたアニメーションを閲覧できるシステムを構築する予定である。

本手法によって、ウェブページ上の画像に対しアニメーションを重畳することでわかりづらいページをわかりやすくできていたが、ページ自体をわかりやすくしたいという意見もあった。そのため、今後はウェブページ上の画像だけではなく、ウェブページ全体に対してアニメーションを重畳できるようなシステムを制作する予定である。例えば、実際のインストールページで、ダウンロードのボタンの上をクリックのアニメーションで誘導するといったことが可能になると期待される。

**謝辞** 本研究の一部は JST CREST と明治大学重点研究 A の支援を受けたものである。

## 参考文献

[1] 松田滉平, 中村聡史: ウェブ上のコンテンツに対する視覚的

- 装飾手法の提案, HCG シンポジウム 2015, (2015).
- [2] 中村聡史, 石川直樹, 渡邊恵太: 個人的な小さな幸せを実現するブラウザ上での動画編集・共有手法, WISS 2013, (2013).
  - [3] 椿晃一郎, 疋田輝雄: ブラウザ操作の自動再生システムの構築, 第 73 回全国大会講演論文集, pp.489-450, (2011).
  - [4] 中村大介, 疋田輝雄: 動的ウェブページのブラウザ共有, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, pp.1594-1604, (2010).
  - [5] 中村友洋, 新谷隆彦, 恵木正史, 櫻井隆雄: 操作ログを利用した Web 操作支援システム, 電子情報通信学会技術研究報告. LOIS, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム, pp.55-60, (2009).
  - [6] 長尾真一, 伊丹誠, 伊藤紘二: ポインティング操作支援システム, 電子情報通信学会技術研究報, pp.43-48, (2002).
  - [7] 松本敏幸, 山田耕一: 高齢者のためのポインティング操作支援システム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, pp.57-64, (2004).
  - [8] 山口恵: 情報弱者用 PC 入力・操作デバイスのための視認支援機能拡張に関する研究, 高知工科大学 情報システム工科学士学位論文, (2004).
  - [9] 岡部誠, 安生健一, 五十嵐健夫, Hans-Peter Seidel: 静止画の流体を動かすための対話型編集手法, Visual Computing(VI)研究会/グラフィクスと CAD(GCAD)研究会 合同シンポジウム 2009 予稿集, (2009).
  - [10] 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣見: 料理画像をアニメーションすることによる魅力的な料理画像生成システム, WISS 2013, (2013).
  - [11] 崎山翔平, 岡部誠, 尾内理紀夫, 平野廣見: SizzTass: 静止画に動きを付与する動画作成支援システム, WISS 2014, (2014).