

主端末作業に関する支援情報表示が可能な 補助端末連携システムの試作

前田航平^{†1} 福原知宏^{†1†2} 山田剛一^{†1} 阿倍博信^{†1} 増田英孝^{†1}

概要: 本研究では、情報を参照しながら行う作業の効率化を図るために、複数の携帯端末を用いて連携を行い、情報の参照支援を行うシステムを提案する。具体的には、1台の端末を主端末とし、他の端末(副端末)と組み合わせてシステムを構成する。主端末はユーザが実際に作業を行う端末であり、副端末は主端末の作業状況に見合った関連情報を表示する。それにより、ユーザは主端末での作業を中断することなく関連情報を参照することができる。特にWebページを用いて調べ物を行うタスクについては、関連情報を見ながら行うことが多く、本システムを有効に利用できるケースの1つである。そのため今回は主端末での作業をWebページの閲覧に設定し、読んでいる領域に関連する情報を表示するプロトタイプを作成し評価を行い、本システムの有効性を確認した。

キーワード: マルチデバイスインタラクション、複数端末連携、作業支援、作業効率化、モバイル端末

Implementation of a Cooperative System for Supporting User's Work through Multiple Mobile Device Interactions

KOUHEI MAEDA^{†1} TOMOHIRO FUKUHARA^{†1†2}
KOICHI YAMADA^{†1} HIRONOBU ABE^{†1} HIDETAKA MASUDA^{†1}

Abstract: We present a cooperative system that uses multiple mobile devices to support a user by providing more information on user's work. This system is consisted of one "main device" and the others ("sub devices"). When the user is working on the main device, the user can refer to more information on main work automatically displayed on sub devices. Thereby, the user can work continuously (generally, the user creates extra work for switching of the application and searching the Internet from related word(s) when the user wants to get more information). In this paper, we create a prototype that information related to the reading area on Web page on main device is displayed on sub devices.

Keywords: multi-device interaction, multi-device cooperative system, work efficiency, mobile device, smart phones

1. はじめに

何か作業を行う際、その内容に関連した情報を確認しながら行うことは多い。スマートフォンのように画面が小さく複数のモニタを接続ができない携帯端末では、関連情報を調べるたびにアプリケーションの切り替えをする必要があり、メインの作業が中断されてしまう。さらには元の作業に戻ったときに、調べて覚えたはずの情報が頭に入っておらず、再度調べ直すことになる場合もある。これらの問題から複数の端末を使用して作業を行うユーザも増えている。確かに複数の端末を用いることで、メインの作業を行っている端末内でのアプリケーション切り替えや、関連情報を記憶する負担を減らすことができるが、関連情報を調べるといいう作業が残っており、メインの作業が中断されるという問題が解決されていない。

本研究では、こうした情報を参照しながら行う作業の問題を解決し効率化を図るために、複数の携帯端末を用いて

連携を行い、情報の参照支援を行うシステムを提案する。具体的には、1台の端末を主端末とし、他の端末(副端末)と組み合わせてシステムを構成する。主端末はユーザが実際に作業を行う端末であり、副端末は主端末の作業状況に見合った関連情報を表示する。それにより、ユーザは主端末での作業を中断することなく関連情報を参照できる。

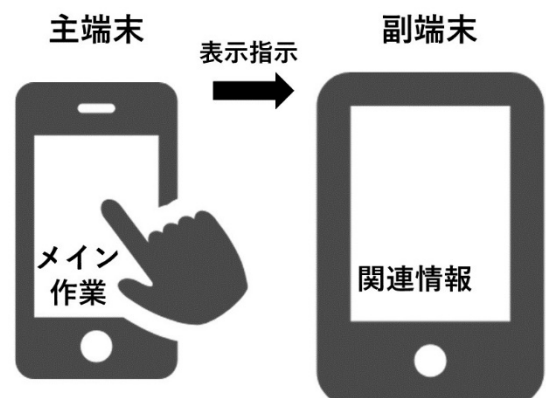


図 1.1 主端末と副端末

Figure 1.1 Main device (user-operated) and sub devices

^{†1} 東京電機大学
Tokyo Denki University
^{†2} マルティスープ株式会社
MULTISOUP CO., LTD.

スマートフォンで行う作業は単一ではなく、ゲームや Web ページの閲覧など様々である。特に Web ページを用いて調べ物を行うタスクについては、関連情報を見ながら行うことが多く、本システムを有効的に利用できるケースの 1 つである。そのため今回は主端末での作業を Web ページの閲覧に設定し、読んでいる領域に関連する情報を自動で副端末に表示するプロトタイプを作成し、評価を行なった。

2. 関連研究

モバイル端末同士の連携を容易に行うための様々なインタラクション手法が提案されている。三田らは端末同士を重ねる操作で端末同士の連携を行い、端末同士を離して接続を解除することで連携の容易性と可視性を向上させる手法[1]を提案した。栗原らはホバー機能を搭載したモバイル端末のタッチパネルにもう一つの端末を接触させることでホバーイベントが発生し続ける現象に着目し、連携を容易に行う手法[2]を提案した。

また、モバイル端末同士の連携ではないが、複数の端末間で連携を行うための手法も提案されている。松元らは大小様々なディスプレイが遍在する環境において、モバイル端末をディスプレイに向けてだけでコンテンツの操作やディスプレイ間の移動を行う操作手法[3]を提案した。Aumi らは遠くから特定のデバイスが他の端末から指し示されているかを判断する超音波ベースのデバイス選択アプローチである DopLink[9]を提案した。Leigh らは大きな画面を、モバイル端末を通して見る操作によって PC 画面とやりとりを行う THAW[10]を提案した。自己完結型のシステムではあるが、複数の画面を使用する手法として、Shaun らはインタラクティブ面を投影する Bonfire[11]を提案している。

端末連携を利用した協調作業に関する様々な考察もなされている。足利らは地図アプリケーションを使用した協調作業に着目し、複数人で地図を操作するとき重要な事項を調査している[4]。Seifert らは協調作業において、同一画面を複数人で見る方法、個人端末を連携する方法、そして端末とインタラクティブ面で情報をやり取りする方法が問題を解決する手段をどのように変えるか調査した[12]。これらの研究に対し本研究では複数端末を連携させて個人で利用することを想定している。

連携自体の手法ではなく、端末間連携を用いたアプリケーションにも様々な研究がなされている。工藤らは複数のスマートフォン間を、アプリケーション内のオブジェクトがシームレスに移動できるようにする手法[5]を提案し、試作している。池田らは複数人だけでなく個人のみでの使用を想定した、2 台以上の端末を連携させて、両方の端末を併用するインタフェース[6]を提案している。安本らは複数のモバイル端末を動的かつ立体的に連携させる VISTouch[7]を構築した。また、Seyed らは複数の端末を一体化させ、必要な機能のみを付属している端末ごと他の人に貸し出せる

システム[13]を実装している。本研究はこれらの研究と同様に端末間連携を用いた応用を行なっているが、モバイル端末自体に手を加える必要のあるものや、複数の端末を同時に操作しなければならないものではなく、主端末以外の端末はあくまで補助として動作し、ユーザの操作に対してより多くの情報を提供するものである。

3. 端末連携システム

情報を参照しながら行う作業の効率化を図るために、複数の端末を連携させ、情報の参照支援を行うシステムを提案する。メインの作業を行う端末を主端末、主端末の作業に関連する情報を表示する端末を副端末としてシステムを構成する。ユーザは主端末での作業を中断することなく関連情報を参照することができる。

3.1 アプローチ

ユーザは常に主端末で作業を行い、ユーザの作業状況に見合った関連情報を逐次、副端末に表示する。

メインの作業が Web ページの閲覧である場合、主端末はユーザの Web ページ操作に合わせて適切なタイミングで、閲覧場所の内容に合った関連情報の表示指示を副端末に行う。主端末内でスクロールが行われた場合はそれに合わせて副端末に表示される内容も変わる。副端末は主端末からの表示指示を受け、適した関連情報を自動表示する。図 3.1 は既存の参照作業と本アプローチを比較したものである。

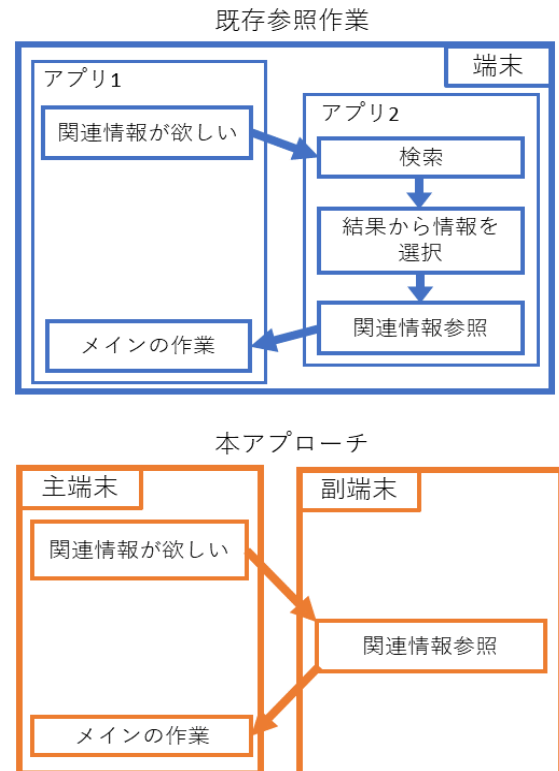


図 3.1 既存の参照作業と本アプローチの比較
 Figure 3.1 Our approach enables smoother work compared to baseline.

既存の参照作業はスマートフォン1台での参照作業を想定している。既存の参照作業は関連情報が欲しいと思ったときにアプリケーションを切り替えて関連情報の検索を行い、その結果から欲しい情報を選択してはじめて関連情報を見ることができる。また別の関連情報が欲しい時には検索をし直す必要がある。さらに、主端末での作業に戻ると関連情報が表示されなくなるため、必要に応じて関連情報を記憶しなくてはならない。本アプローチではシステムが自動で関連情報を副端末に表示するため、関連情報が欲しいと思ったときには、副端末を見るだけで参照ができる。また副端末に情報が表示されているため、主端末の作業を邪魔せず、情報の内容を覚える必要もない。

3.2 システムの概要

提案システムは2つのモジュールから構成されている。1つは主端末上で動作する状況監視モジュールで、主端末におけるユーザの作業を監視して必要なときに表示指示を副端末に送信する。もう1つは副端末上で動作する自動表示モジュールで、主端末から届いた情報を読み取り、適切な情報を副端末に表示する。

図3.2はシステムのイメージ図である。主端末はユーザの操作状況を監視している。そしてユーザの主端末操作に合わせて、随時副端末に表示指示を送る。副端末は届いた情報から主端末作業を支援する情報を自動表示する。例えばユーザがゲームをしているときには、その時々状況に応じた攻略情報が副端末上に表示されると有用である。バイト探しのWebページでバイトを探しているときには、各々のバイト先までの電車の乗り換え経路や、飲食店ならばその店の評価などが副端末に表示されると参考になる。このように主端末で行っている作業内容によって状況監視モジュールと自動表示モジュールが行う処理は異なる。

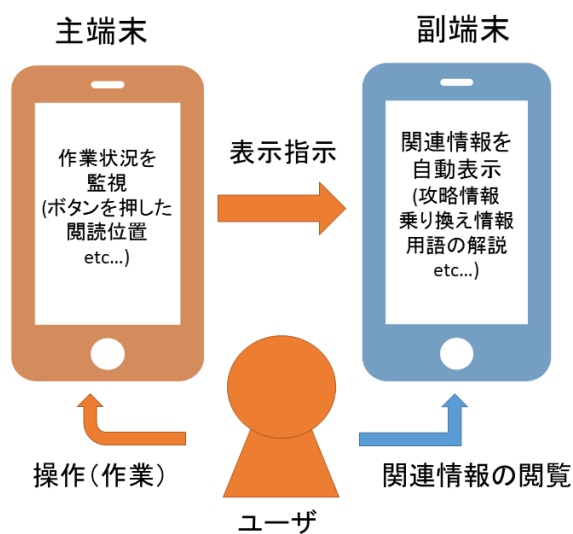


図 3.2 システムのイメージ図

Figure 3.2 The user works on “main device” and refer to more information on “sub devices” at any time.

3.2.1 状況監視モジュール

状況監視モジュールでは、主端末で行ったユーザの操作を監視して、画面上に表示された情報を元に、適切なタイミングで副端末での表示に必要な情報を副端末に送信する。ここで副端末に送信する情報は主端末の作業や表示させた関連情報によって異なる。Web ページでの作業を例に挙げると、スクロール操作の情報から読んでいる場所を判断して、その場所に記述されている内容を表示指示として整形した後、副端末に送信する。表示指示には、閲覧内容を文から単語に変換したものや、副端末に表示してほしい Web ページの URL などが用いられる。

3.2.2 自動表示モジュール

副端末上の自動表示モジュールでは、主端末上の状況監視モジュールから表示すべきタイミングで送られてくる表示指示を受け取る。この表示指示には、副端末に表示すべき関連情報を決定するための何らかの情報が含まれており、その情報の種類は主端末上の作業内容によって異なる。

例えば主端末で Web ページを閲覧しているとき、読んでいる内容に応じた単語を含めた表示指示がなされた場合には、その単語に関係のある情報が副端末に表示される。

4. Web ページ閲覧を対象としたプロトタイプの実装

主端末の作業を Web ページ閲覧とした、2種類のプロトタイプを実装した。システムの実装をするにあたり、主端末にはスマートフォンを、副端末にはタブレットを用いた。どちらも OS には Android を採用している。また、デバイス連携のための通信には Bluetooth を使用する。作成したプロトタイプの特徴について述べる。

4.1 閲読場所の特定

主端末の作業が Web ページ閲覧の場合、ページ内の閲覧中の箇所を特定することによって、副端末に表示すべき関連情報を決定していく。主端末で閲読場所を特定する手法については、ユーザが Web ページを読むときのスクロール操作に着目した。スマートフォンでの Web ページの操作傾向について実験を行った結果、読んでいる場所と読んでいない場所の間には、スクロールの速度に差があることが分かった[8]。

そこで今回の実装では、スクロール速度に閾値を設け、単位時間当たりのスクロール量が 150 px を下回った場合に読んでいるという判定を行っている。

4.2 主端末画面における副端末の状況表示

プロトタイプの主端末には現在副端末に何が表示されているかを、副端末を見なくても把握できるようにするために、画面最下部にボタンを配置している。またこの最下部ボタンは関連情報を切り替える役割も持っている。副端末には現在一度に1つの Web ページのみを表示する。そのため、ユーザの閲読範囲内に、複数の関連情報を表示するき

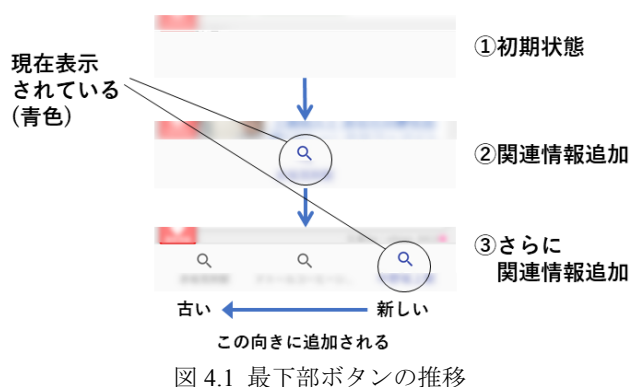


図 4.1 最下部ボタンの推移

Figure 4.1 The bottom button group helps the user to see what is displayed on “sub devices”.

っかけがあった場合は1つの関連情報しか表示ができず、別の情報を表示する機会がない。最下部ボタンは現在表示されている情報だけではなく、表示が可能な情報を動的に追加していく。図 4.1 は最下部ボタンの推移イメージである。初期状態では何も表示されていない(図中①)。ユーザの操作により、副端末に表示可能な情報があったときには関連情報が追加される(図中②)。現在副端末に表示されている情報は青色で表示され、その他の情報は灰色で表示されている。②からさらに関連情報が追加されたときは、右から追加されていき、古い情報は左に進んでいく(図中③)。最下部ボタンの表示限界に達したら古い情報から削除される。灰色のボタンをタップするとその関連情報が副端末に表示される。

4.3 プロトタイプ 1

副端末に表示する情報をシステム側が選択するプロトタイプ 1 を作成した。プロトタイプ 1 は、ユーザが主端末で Web ページを読んでいるときに、ユーザの閲読場所に記載されている単語を抜き出し、その単語に関連する情報 (Web ページ) を副端末に表示する。

システムが閲読場所から抜き出した単語に関連する Web ページを選択する方法を 2 つ挙げる。1 つ目は閲読場所から抜き出した単語を検索語として Web ページ検索をし、その結果から上位の Web ページを選ぶ方法である。この方法を用いると対象となるサイトを限定せずに Web ページを取得できるが、適切な情報が表示されるかどうかは検索エンジンに依存する。

2 つ目は副端末に表示する Web サイトを限定し、URL に単語を埋め込むことでその単語に即したページが得られるサイトを利用する方法である。この方法を用いると、特定の情報に関しては適切な情報を表示できるが、URL の形にとられるため、取得できる Web ページは限られる。今回は 2 つ目の方法を使いプロトタイプ 1 を作成した。

プロトタイプ 1 を用いて主端末に表示されている Web ページを操作したところ、副端末に情報を表示することができた。しかし、副端末に適切な関連情報を表示させるために



図 4.2 プロトタイプ 1 のイメージ

Figure 4.2 Prototype 1; The System selects related information.

は、主端末に表示させる Web ページによって、どの単語に反応して副端末への情報表示を行うか、加えて、その単語に適した情報をどの Web サイトから得るのかについて、あらかじめ検討しておく必要がある。

4.4 プロトタイプ 2

プロトタイプ 1 では、本システムのために用意したものではない一般の Web ページを閲読するという前提で実装を行っている。そのためシステム側がどのタイミングでどのような関連情報を表示するかを、閲読場所の文章だけで決定する必要があり、適切な関連情報を表示することが難しい。

そこで、Web コンテンツを作成する側に、ユーザがどの場所を読んでいるときにどんな Web ページを表示してほしいかをあらかじめ記述してもらってプロトタイプ 2 を作成した。プロトタイプ 2 では、Web ページを作成する側がコンテンツの HTML に独自タグと属性を使い、副端末に表示する Web ページに関する情報を埋め込む。システム側は主端末に独自タグが埋め込まれている箇所が表示されたときに、その独自タグの属性から表示する URL を取得し副端末に表示する。

図 4.3 は独自タグの埋め込む方法を表している。まず、HTML 内の関連情報を表示したい場所を独自に定義した support-info タグで囲む。図では p タグを囲んでいるが、他の要素でもよい。そして属性に、表示したい関連情報を指定する。support-info タグの属性には、埋め込む関連情報を適切に表した文字列を指定する data-title 属性と、副端末に表示する Web ページの URL を指定する data-url 属性がある。システムは support-info タグを発見した時に副端末に表示する。

プロトタイプ 2 では、人手で Web ページを閲覧する人を支援する情報を付与するため、柔軟な対応が可能である。そのため、様々な利用例を検討している。例えばブログサイトにこの手法を取り入れることで、Web サービスを提供



図 4.3 独自タグの埋め込み

Figure 4.3 Prototype 2; Embed support-info tag in HTML.

する側にとどまらず、その Web サービスを利用してブログを書く側も、閲覧者に参照してほしい情報を容易に副端末に表示する記述が可能になる。

5. 評価

提案システムを使用したときに効率的な作業が行われているか、またシステムが使いやすいかを評価するために被験者実験を行った。実験環境と実験手順を述べ、本実験の結果および考察からシステムの有用性を検証する。

5.1 実験の概要

5.1.1 実験環境

本実験の被験者は大学生 7 名と大学院生 1 名の計 8 名である。実験に使用したシステムはプロトタイプ 2 である。今回は画面が小さく、参照作業が難しいスマートフォンを主端末とし、画面が大きく、関連情報が見やすいタブレットを副端末とする。実験に使用した端末は、主端末は ZenFone 4(サイズは高さ約 155.4mm, 幅約 75.2mm, 画面サイズは 5.5 インチで、解像度 1920×1080) で、OS は Android 8.0 である。副端末は ZenPad 3 8.0(サイズは高さ約 205.4mm, 幅約 136.4mm, 画面サイズは 7.9 インチで、解像度は 2048×1536)で、OS は Android 7.0 である。被験者には各々、本システムを使用した場合と使用していない場合について同じタスクを行ってもらおう。

5.1.2 行ったタスク

Web ページを用いて行うタスクの中で、バイト探しのタスクは、それぞれのバイト先までの電車の乗り換え経路や店の評価など、そのバイト先に関連する情報が欲しくなることが多い。そのため、Web ページを使用したバイト探しでの、勤務地までの乗り換え情報検索を今回のタスクとして設定する。バイト探しの Web ページはこちらで用意し、バイト探し中にページの遷移はしないこととした。

バイト探しのページはバイトの名前、時給、勤務地など



図 5.1 バイト探しのページ

Figure 5.1 The web page used for evaluation tasks.

の情報を 1 項目とし、それがリストのように並んでいる(図 5.1)。そこから 1 つのバイト先を選んでもらい、北千住(実験時の所在地)からそのバイト先までの電車の乗り換え経路を調べてもらう。1 回目と 2 回目では別のバイト先を選んでもらう。

2 回同様のタスクを行うため、2 回目のほうがタスクに慣れることが考えられたため、システムを使用する場合と使用しない場合のどちらを先に行うかは個別に指示し、全員が同じ順番で実験を行うことを避ける。

システムを使用した場合には 2 台の端末を用いて作業を行うため、システムを使用していない場合にも 2 台の端末を用いて作業を行うこととした。端末 2 台のそれぞれの役割を明確化し、バイトを探す端末、および電車の乗り換え経路を調べる端末とした。

乗り換え経路を調べるという特定のタスクであるため、システムを使用していない場合、乗り換えを調べる端末にはあらかじめ乗り換え情報検索ページを表示させておく。つまり、被験者は乗り換えを調べるときには、出発地と勤務地の入力を行い、検索ボタンを押すだけでよい。

システムを使用した場合と使用していない場合の情報にたどり着く早さを調べるため、経路を調べるバイトが決まったときにはアンケート用紙のチェック欄にチェックを入れてもらってから乗り換えを調べてもらう。乗り換え経路が分かったときには、アンケート用紙のタスク記入欄に乗り換え情報を記入してもらう。

5.1.3 実験手順

被験者には、まずアンケート用紙を配り、本システムの使い方、実験の概要を説明した。実験の記録用にカメラを設置して、机に端末とアンケート用紙、ペンを並べて椅子に座ってもらい、以下の手順で実験を行った。

表 5-1 情報にたどり着くまでにかかった時間

Table 5-1 Time required to find related information

被験者	システム無(s)	システム有(s)
被験者 a	33.98	2.83
被験者 b	25.68	3.17
○被験者 c	15.73	17.30
被験者 d	35.91	7.34
被験者 e	24.92	3.33
○被験者 f	86.34	14.47
○被験者 g	36.28	37.14
被験者 h	26.47	11.25
平均	35.66	12.10

1. バイト探しの Web ページからバイト先を 1 つ選ぶ。
2. アンケート用紙のチェック欄にチェックを入れる。
3. 北千住から勤務先までの電車の乗り換えを調べてアンケート用紙に記入する。
4. 1 から 3 をシステムの有無を変え、もう一度行う。
5. アンケート用紙にシステムの評価を記入する。

5.2 実験結果

実験の結果は性能評価とユーザビリティ評価の 2 つに分けて示す。性能評価は作業時間がシステムの有無でどう変わったか、ユーザビリティ評価は、被験者にシステムの使いやすさを評価してもらった結果である。

5.2.1 性能評価

アンケート用紙のチェック欄にチェックを入れた時刻から電車の乗り換えをアンケート用紙の記入欄に書き始めた時刻までを作業時間として計測した。表 5-1 はそれぞれの被験者がバイト先を決めてから電車の乗り換え情報にたどり着くまでの時間である。左に○のついている被験者は、1 回目にシステムを使用した場合を行った被験者であり、他の被験者はシステムを使用していない場合から行っている。また図 5.2 は計測結果と平均をグラフにプロットしたものである。結果から 8 人中 6 人の被験者は本システムを使用することにより、情報にたどり着くまでの時間が短縮されている。平均を見ても、効率化されていると言える。また、1 回目にシステム有りでタスクを行った被験者は、2 回目にシステム有りでタスクを行った被験者に比べて、システム有りでの効率が向上しにくい傾向にある。システムの有無にかかわらず、被験者によって情報にたどり着くまでの時間に差異が見られる。

5.2.2 ユーザビリティ評価

表 5-2 は 2 回のタスク終了後、アンケート用紙に記入してもらった評価結果を表している。以下の 3 つについて 5 段階で評価をしてもらった。評価は 1 が最も低く、5 が最も高い。

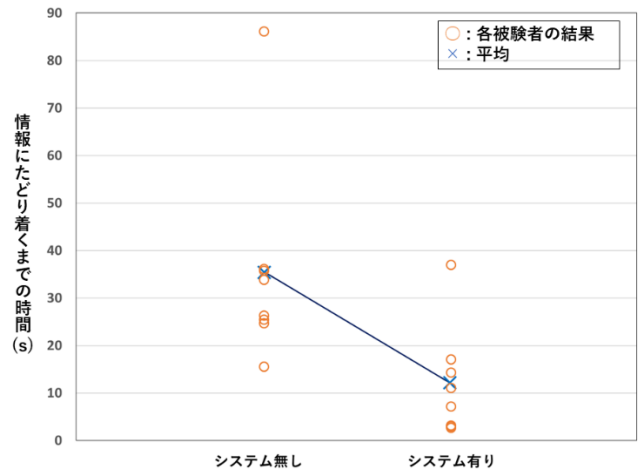


図 5.2 情報にたどり着くまでにかかった時間のプロット

Figure 5.2 The time required to find related information is shorter than that without system.

1. 本システムを使って、探している情報をすぐに見つけられたか。
2. 副端末に表示された関連情報の内容は適切だったか。
3. 副端末への関連情報の表示タイミングは適切だったか。

また、被験者それぞれに対して関連情報の表示内容とタイミングに関して、自動で選んでほしいか自分で選択したいか、または関連情報の表示は必要ないかを聞いた。表 5-3 はその結果である。

システムの評価については、情報の発見と表示内容について高い評価が得られた。表示タイミングは、低い評価ではないものの、発見と内容の評価に比べて検討の余地がある。

表示内容、タイミングについて、表示内容は自分で選択したいと答えた被験者が多いが全員ではなく、表示タイミングに関しては半分に分かれた。

システムについて気になった点について被験者に聞いたところ、「机がないと扱いにくい」や「自動で副端末の情報が切り替わるとそちらに目が行ってしまう」といった意見があった。

6. 考察

6.1 性能評価についての考察

性能評価について、システムを使用したほうが、情報にたどり着くまでの時間がかかった被験者が 2 人いた。被験者 c はシステムを使用しているとき、副端末に自動表示された乗り換え情報をそのまま用いるのではなく、安い乗り換えのほうを見るために副端末の操作を行っていた。システムを使用していないときには、その操作をおこなってなかったため、時間の短縮が望めなかった。また、被験者 g は、1 回目にシステム有りのタスクを行っており、実験の要領をつかめておらず、説明の紙を読み直しながらタスク

表 5-2 ユーザビリティ評価
 Table 5-2 Usability evaluation

被験者	欲しい情報はすぐに発見できたか	表示内容は適切か	表示タイミングは適切か
被験者 a	5	5	5
被験者 b	5	5	3
被験者 c	3	3	3
被験者 d	5	5	4
被験者 e	5	5	3
被験者 f	5	4	5
被験者 g	5	5	5
被験者 h	5	5	4
平均	4.75	4.63	4.00

を行っていたため 1 回目のタスクに時間がかかってしまったと考えられる。どちらの被験者も、他の被験者がとらなかつた行動をシステム有りのタスクの時に行っていたため、通常より時間がかかってしまったと考えられる。

被験者 c ほどではないが、システム有りのタスクで副端末の操作をする人が多かった。今回のプロトタイプでは、副端末には Web ページを表示させる操作しか行っていない。そのため、副端末でスクロールを行わなければ、見たい情報が見えないといった問題があったためである。これではメインの作業が副端末の操作で中断されてしまう可能性があるためシステムの改善が必要である。例えば、副端末内では必要な情報だけを抽出して表示させるようにする、音声で副端末を操作できるようにする、主端末操作で副端末の操作ができるようにするといった方法が考えられる。

被験者 f はシステム無しの時に長い時間をタスクにかけている。これはシステム無しの際にのみ存在する、文字入力操作の時間が要因として考えられる。被験者 f はシステム有りのタスクでは、他の被験者とそれほど差はない。つまり、本システムを使用すると、文字入力の負担を軽減することが可能になると考える。

6.2 ユーザビリティ評価についての考察

ユーザビリティ評価では、情報の発見とその内容については高い評価であったが、これは今回のタスクが電車の乗り換えを調べることに特化したものだったためだと考えられる。しかし正しい情報を表示することができれば、有用性はあるとも言える。表示タイミングだけ評価が少し下がったのは、システムの気になった点でも言及された、「自動で副端末が切り替わるとそちらに目が行ってしまう」といった意見に関連があるものと考えられる。副端末に目を奪われることが主端末で行っている作業の妨げになる可能性があると考え、自分が表示したと思ったときに表示するほうがよいと判断した人が多かったためだと考える。

表 5-3 表示内容・タイミングを自動で決めてほしいか
 自分で決めたいか

Table 5-3 Questionnaire on information contents and display timing

被験者	表示内容	表示タイミング
被験者 a	自動	自分
被験者 b	自分	自分
被験者 c	その他	自分
被験者 d	自分	自分
被験者 e	自分	自動
被験者 f	自分	自動
被験者 g	自動	自動
被験者 h	自分	自動

表示内容、タイミングを自動で決めてほしいか、自分で決めたいかを問う質問では、意見が分かれたため、両方選べるような設計にすることを検討すべきだと考える。

6.3 被験者の行動観察からの考察

ほとんどの被験者について、副端末に情報が出ると、主端末内の情報と見比べて本当に関連情報が合っているかを確認する傾向が見られた。これは副端末に表示されている情報が、自分で選択した情報ではないため、正しさに自信が持てなかつた結果であると考えられる。そのため副端末に表示されている情報が目的とする情報なのかを、ユーザに伝える仕組みの検討が必要である。

主端末の最下部には、現在副端末に表示されている情報の内容を表す短い文字列が表示される仕様になっていたが、最下部に注目していた被験者は少なかった。原因としては、初めて使用するシステムのため、まだ完全には使い方について理解していなかつたことが挙げられる。また最下部のボタンは、副端末に表示されているかどうか色がのみで分かるようになっていた。しかし、その色がユーザにとって見やすい色にはなっていなかつたと考えられる。

7. おわりに

本研究では主端末と副端末を用いて情報を参照しながら行う作業の効率化を図るためのシステムの提案をした。その後、主端末での作業を Web ページの閲覧に設定して、プロトタイプを作成し、性能評価とユーザビリティ評価を行った。

プロトタイプは 2 つ作成した。1 つ目が副端末に表示する情報をシステム側が、ユーザの Web ページ操作から選択するものである。2 つ目が副端末に表示する情報を、Web コンテンツを作成する側にあらかじめ記述してもらうものである。

評価にはプロトタイプ 2 を用いて行い、性能評価では 8 人中 6 人の被験者が本システムを使用することにより、欲

しい関連情報にたどり着くまでの時間を短縮することができた。ユーザビリティ評価では5段階評価で、欲しい情報がすぐに発見できたかの質問には平均4.75、表示内容が適切だったかの質問には平均4.63、表示タイミングは適切だったかの質問には平均4.00の高い評価が得られ、本システムの有効性を確認することができた。

今後は、評価実験で得られた知見からのシステムの改良、および、新しい関連情報表示方法や副端末にスマートフォン、タブレット以外の端末を用いた場合について検討をする。

参考文献

- [1] 三田裕策, 志築文太郎, 田中二郎: タッチパネル搭載端末同士を重ねる操作による端末連携手法, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2013-HCI-154, No.4, pp.1-7(2013).
- [2] 栗原拓郎, 志築文太郎, 田中二郎: ホバー機能に基づくモバイル端末向け連携インタラクション, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2014-HCI-160, No.14, pp.1-7(2014).
- [3] 松元崇裕, 瀬古俊一, 青木良輔ほか: 携帯端末を用いたマルチディスプレイ間でのコンテンツ操作手法, 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム(UBI), Vol.2013-UBI-37, No.6, pp.1-8(2013).
- [4] 足利えりか, 岩田麻佑, 小牧大治郎ほか: 複数の携帯端末を用いた協調作業における地図操作に関する一考察, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2011 論文集 2011, Vol.2011, No.1, pp.587-594(2011).
- [5] 工藤聖広, 辻野友孝, 佐野博之ほか: 複数スマートフォンを用いた分散共有ワークスペースの試作, 第24回人工知能学会全国大会論文集, 1D3-3 (2010).
- [6] 池田由優, 赤池英夫, 角田博保: 携帯型情報処理端末を連携したインタフェースの提案と評価, 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(HCI), 2013-SLP-95, pp.1-2 (2013).
- [7] 安本匡佑, 寺岡丈博: VISTouch - 複数デバイスを用いた動的かつ立体的連携, インタラクション 2015 論文集, C53, pp.926-931(2015).
- [8] 前田航平, 福原知宏, 山田剛一ほか: 主端末作業に関する支援情報表示が可能な補助端末連携システム, 情報処理学会第80回全国大会, 7ZB-01(2018)
- [9] Md Tanvir Islam Aumi, Gupta, S., Goel, M., et al.: DopLink: Using the Doppler Effect for Multi-Device Interaction, Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing, UbiComp'13, pp.583-586 (2013).
- [10] Leigh, S., Schoessler, P., Heibeck, F., et al.: THAW: Tangible Interaction with See-Through Augmentation for Smartphones on Computer Screens, Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, pp. 89-96, Jan.2015.
- [11] Shaun K. Kane, Daniel Avrahami, Jacob O. Wobbrock, et al.: Bonfire: A nomadic system for hybrid laptop-tabletop interaction. In Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '09, pp. 129-138(2009).
- [12] Seifert, J., Simeone, A. L., Schmidt, D., et al.: MobiSurf: Improving Co-located Collaboration through Integrating Mobile Devices and Interactive Surfaces, ITS, pp. 51-60 (2012).
- [13] Seyed, T., Yang, X., Vogel D.: A Modular Smartphone for

Lending, Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '17, pp. 205-215(2017).