

# 端末におけるシームレスな連携と共有の実現

## Realization of seamless communication and sharing over devices

棚池祐樹<sup>†</sup>                      福田浩章<sup>†</sup>                      山本喜一<sup>†</sup>  
Yuki Tanaike<sup>†</sup>                      Hiroaki Fukuda<sup>†</sup>                      Yoshikazu Yamamoto<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院 理工学研究科

<sup>†</sup> Department of Science and Technology, Keio Univ.

### 要旨

近年、PCだけでなく携帯電話やPDAなどの携帯端末を含め、複数の端末を日常的に利用するユーザが増加している。また、多くのユーザが自宅や外出先、移動中など様々な場面でWebブラウザを活用している。一方、現在のWebブラウザは、個人が一つの端末を使用することしか前提としておらず、ユーザが複数の端末を利用することや、近くにいるユーザ同士がWebページの情報をシームレスに共有する仕組みが存在しない。そこで本研究では、複数の異なる端末でWebブラウザに表示しているコンテンツや状態の移行及び共有が行えるiBrowser Plusの設計と実装を行った。

## 1. はじめに

近年インターネットの普及に伴い、我々は様々な端末からWebブラウザを利用して情報収集を行っている[1]。自宅や会社など固定の場所では、携帯端末と比べて持ち運びやすさは劣るが処理速度や画面サイズに優れるPCを利用している。一方、外出先ではPCと比べて処理速度や画面サイズは劣るが持ち運びやすさに優れている携帯電話やPDAといった携帯端末を利用している。このように、現在ユーザは複数の端末を所有し、日常的に端末を状況に応じて使い分けて利用している。ユーザは、例えば電車の中など携帯端末を使用している状況から、自宅へ帰宅しPCの使用できる状況へ移った場合に、ユーザは携帯端末からPCへ端末の切り替えを行う。しかし、現在のWebブラウザは端末を切り替えることを前提にしていない。このため、端末を切り替える時に作業が途中の場合に、端末を切り替えることで作業が途切れてしまうことがある。端末の切り替えにより生じる不都合な具体例は次のようになる(図1 (a) 参照)。

### 端末の切り替えによる不都合な具体例:

ユーザが携帯端末を利用してインターネットで、ある本を見つける。その本を購入したいと思ったユーザは次のステップへ進む。いくつかのステップを実行した後、商品の購入と発送のためにユーザの個人情報を入力しなければならないページが表示される。携帯端末での入力が煩わしいことから、ユーザは帰宅後にPCで続きを行うことを決める。しかしながら、このプロセスの続きを行うためには、購入を検討していた本のURLをPCで入力し、はじめからもう一度同じステップを行わなければならない。

この例では、Webブラウザが端末を切り替えて利用されることを前提にしていなかったため、端末を切り替えた時に連続する作業を継続して行うことができない。

次に、近年World Wide Web (WWW) 上の文書は莫大であり、優良なWebページの発見にはユーザ同士の情報の共有が重要である[3]。現在多くのユーザが携帯端末を常に持ち運び利用するため、近接する複数のユーザがそれぞれ携帯端末を所持している状況が日常的にある。現在のWebブラウザはログイン情報などユーザの状態を含めてWebページを共有する仕組みが存在しない。このため、近接するユーザ間でWebページの情報を共有する場合に、次のように不都合な状況が生まれる(図1 (b) 参照)。

### Webコンテンツを共有する際の不都合な例:

ユーザが携帯端末でインターネットを利用している時に、SNSにログインしている状態で、あるコミュニティを見つける。そのコミュニティを近くにいる知り合いに教えたいと思ったユーザは、自身の携帯端末を知り合いに渡し、そのコミュニティのページを見せる。携帯端末を渡された知

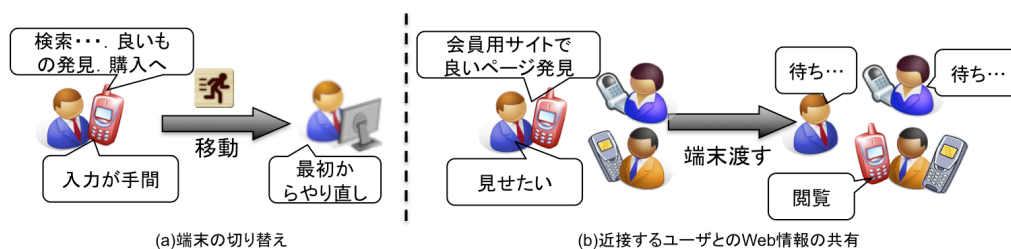


図1 不都合なシナリオ

り合いはそのコミュニティのページを閲覧することができるが、携帯端末を渡したユーザや近接する知り合いが複数いる場合、その他の知り合いは携帯端末を渡された知り合いの閲覧が終わるまで待機することになる。

この例では、Webブラウザが複数のユーザでWebコンテンツや状態を共有することを前提にしていなため、複数のユーザでWebブラウザ情報をシームレスに共有することができない。

以上を踏まえ、本論文ではiBrowser Plus (以後、iBPと呼ぶ)の設計および実装を行う。iBPではまず、ユーザによる作業環境のシームレスな移行を実現する。ユーザが端末を切替える時に、アプリケーションのコンテンツや状態を移行する。これにより、ユーザは状況に応じた端末の切替えを、作業を継続しながら行うことができる。次に、iBPでは複数の異なるユーザ間でも端末のコンテンツや状態の移行を行う。コンテンツや状態には移行元ユーザの専用情報が含まれ、本来移行元ユーザのみが閲覧可能な情報が存在する。このため、複数の異なるユーザ間でコンテンツや状態の移行を行う時には、iBPは移行元ユーザの判断を反映させ、アクセスポリシーに応じたアクセス制御を行う。

## 2. 基本コンセプト

既に述べたように、本研究ではWebブラウザを利用しているユーザが使用する端末を切り替えること、及び複数のユーザとWeb情報を共有することをiBPで実現する。従来、連続する作業が完了していない時はユーザが使用する端末を切り替える場合、作業を最初からやり直す必要があった(図2の(a)参照)。iBPでは、Webのコンテンツだけでなくユーザの状態も合わせて移行することで、連続する作業を続けて行えるようにする(図2の(b)参照)。ユーザが端末を切り替えにはコンテンツ及び状態の移行は無線接続で端末同士が直接行う。また、IPアドレスの入力やポート番号の入力など通常端末間の接続に必要な煩雑な作業を省き、PCと携帯端末及び携帯端末同士を自動的に接続する。

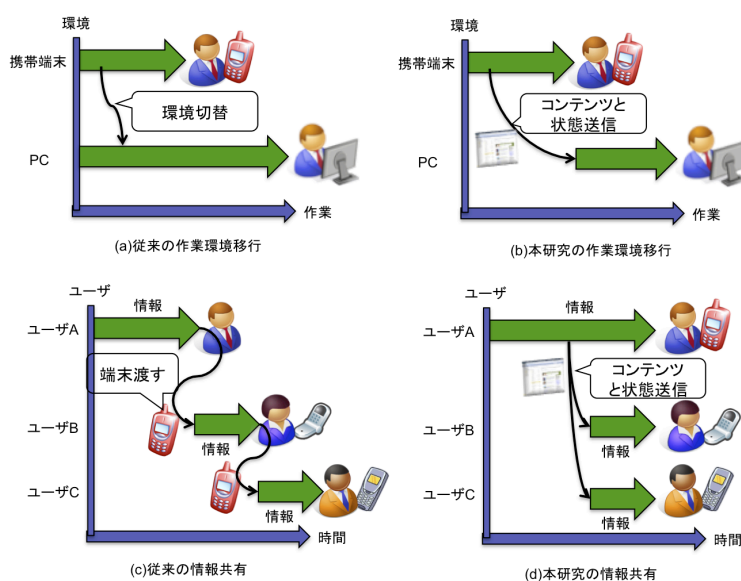


図2 本研究の基本コンセプト

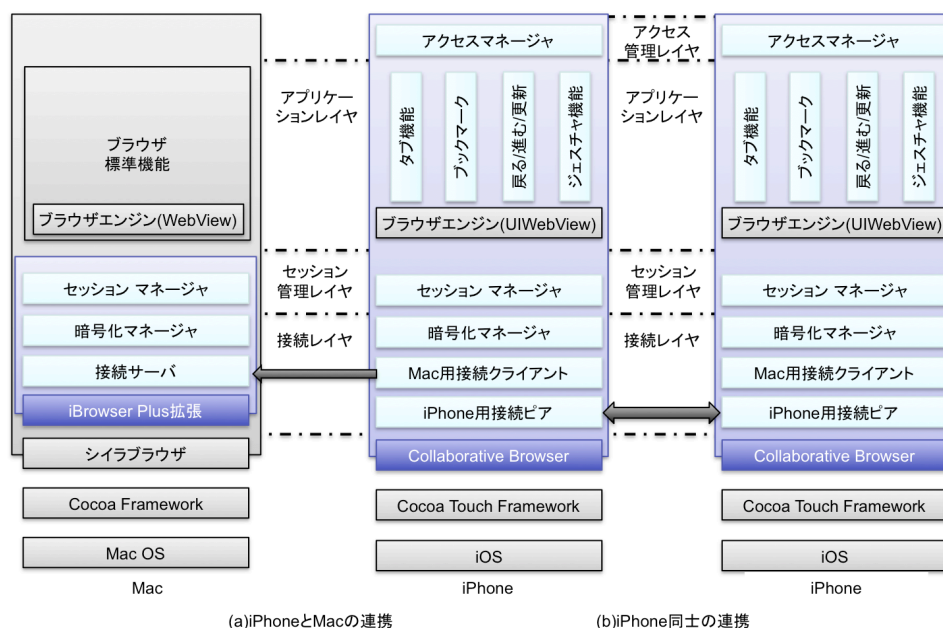


図3 iBPのアーキテクチャ

次に、従来ログインなどのユーザに特定な状態が必要な情報を近接するユーザに知らせる場合、端末を直接渡して見せていた。この方法では、端末を渡したユーザは、その間端末を使用することができない。また、複数のユーザに情報を知らせたい場合は、さらに他のユーザは待機する必要がある(図2の(c)参照)。iBPではWebのコンテンツとユーザの状態を移行し共有することで、複数のユーザで同時に情報を共有する(図2の(d)参照)。また、他のユーザと状態を共有するためにアクセスポリシーを定め、Webコンテンツと状態を送信するユーザがアクセス制限を定めることを実現する。

### 3. 実装と設計

本章では、iBPの設計と実装に関して述べる。iBPの実現環境として、本研究では携帯端末としてiPhoneを、PCとしてMacを利用する。図3にiBPの全体のアーキテクチャを示す。iBPは、携帯端末iPhone用のWebブラウザであるiBrowser PlusとMac用のオープンソースのWebブラウザであるシイラブラウザ[4]に拡張開発を行った iBrowser Plus拡張機能によって構成されている。iPhoneとMacはWi-Fiでの接続、iPhone同士はBluetoothでの接続が可能な状況を前提とする。iPhone側のiBrowser PlusはCocoa Touch フレームワークを基に実装されている。Mac側のCollaborative拡張機能はCocoa フレームワークを基に実装されている。iBPは接続レイヤ、セッション管理レイヤ、アプリケーションレイヤの大きく3つのレイヤに分けられる。

#### 接続レイヤ：

接続レイヤでは、iPhoneとMacまたはiPhone同士の接続を管理する。ユーザが行う煩雑な接続に必要なセットアップ作業を省き、自動的に接続を行う。通信を行うコンテンツは、第三者に情報が漏れないように米国商務省標準技術局によって制定された新世代標準暗号化方式であるAES(Advanced Encryption Standard)暗号を暗号化マネージャが行う。

iPhoneとMacの接続では、Bonjourプロトコルを用いたWi-Fi接続で行う。Mac側に接続サーバが、iPhone側に接続クライアントが備えられている。接続時には、接続サーバはポートを開き、接続クライアントからの要求に待機する。Bonjourプロトコルを活用することで、IPアドレスやホスト名の自動割り当て、サービスの自動探索を行い、ユーザが行う煩雑な作業を省く。

次に、iPhone同士の接続はCocoa Touch フレームワークの一つであるGameKitフレームワークを用いる。GameKitフレームワークはiPhone同士のBluetooth接続をサポートしている。また、GameKitフレームワークはBonjourプロトコルが活用され、ユーザのペアリングの設定が不要である。このため、iBPのiPhone

同士の接続では、Bluetooth接続でペアリングの設定が不要となる。接続時には、各iPhoneがピア形式(サーバのようにアドバタイズすると同時にクライアントのように探索も行う)で接続を行う。

#### セッション管理レイヤ：

セッション管理レイヤはWebブラウザのクッキー情報を管理する。クッキー情報は一般的に、ローカルの記憶領域にファイル形式で保存される。アプリケーションレイヤにて後述するが、我々はWebコンテンツの表示にWebView及びUIWebViewコンポーネントを利用している。両コンポーネントを利用して、開発者はクッキーを取得することはできるが、直接クッキーを新規作成や削除することはできない。

セッションマネージャではWebView及びUIWebViewコンポーネントを利用して送信元端末のクッキーを取得し、接続クライアントへクッキーとURLを渡す。そして、送信先の端末では、セッションマネージャは接続サーバからクッキーとURLを受け取り、送信先端末にて自分自身に受け取ったクッキー情報をヘッダーに付与したHTTPリクエストを送信することで、クッキーを作成する。

#### アクセス管理レイヤ：

アクセス管理レイヤでは、複数のユーザがWebコンテンツを共有する際にリンクへのアクセス制御を行う。送信元のユーザは、Webコンテンツ送信時に(a)リンク不可 (b)外部リンクのみ有効(b)サブフォルダのみ有効(c)全リンク有効 の4つのアクセスポリシーの中から選択して指定する。これらのアクセスポリシーに従って、Webコンテンツを受信したユーザはアクセス制限が行われる。他の端末からWebコンテンツを受信すると、iBrowser Plusでは新規タブでWebコンテンツが表示される。アクセス制限が行われるのは、他の端末から受信したコンテンツを表示しているタブのみに限定され、他のタブに影響を与えない。

#### アプリケーションレイヤ：

アプリケーションレイヤでは標準的なWebブラウザとしての機能を提供する。Mac側のシイラブラウザではブラウザエンジンとしてCocoa フレームワークのコンポーネントであるWebViewが利用されている。WebViewでは、HTMLのレンダリングにオープンソースのHTMLレンダリングエンジンであるWebKitが利用されている。iPhone側のiBrowser Plusでは、Cocoa Touch フレームワークのコンポーネントであり、WebViewのサブセットであるUIWebViewを利用してHTMLのレンダリングを行っている。また、iBrowser Plusはブラウザとして一般的なタブ機能やブックマーク機能なども提供する。

## 4. まとめ

本論文では、複数の異なる端末で直接情報の共有/移行を行うiBPについて述べた。iBPでは、PCと携帯端末及び携帯端末同士で接続用のセットアップなどの煩雑な作業を省き、簡単に接続を行なえるようにした。また、Webコンテンツだけでなく、ユーザの状態を保持するためにHTTPクッキーの移行/共有も行った。さらに、複数のユーザとクッキー情報を限定的に共有できるようにするために、アクセス制御を可能にした。

## 参考文献

- [1] 総務省, “情報通信白書平成21年度版”, 情報通信統計データベース, 2009.
- [2] 森幹彦, 山田誠二, “ブックマークエージェント:ブックマークの共有による情報検索の支援”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 83, 2000, pp. 487-494.
- [3] HMDT シイラプロジェクト, “<http://shiira.jp/>”, 2010.