

組織内での手軽な情報の受け渡しを可能にする ストレージミドルウェアの構築

市川 泰宏¹ 高田 秀志²

概要: 企業のオフィスや大学の研究室といった組織において、タブレット端末やテーブルトップディスプレイ、大型のタッチパネル式ディスプレイのようなさまざまな種類の端末が使われるようになってきた。このように組織内で利用される端末の種類が増えることで、今まで紙媒体で扱われていたドキュメントが電子データのまま扱われるようになっていくと考えられる。また、そのような電子データは、今後、Dropboxなどの同期型オンラインファイルストレージシステムによって管理されるようになっていくと考えられる。本稿では、端末上に表示され、同期型オンラインファイルストレージシステムで管理されているドキュメントを手軽に移動させるシステムを開発するためのストレージミドルウェアを提案する。

キーワード: オフィス、電子化、オンラインストレージシステム、タブレット端末、ファイル移動

A Storage Middleware with Simple Delivery of On-line Files in Organization

YASUHIRO ICHIKAWA¹ HIDEYUKI TAKADA²

Abstract: Various kinds of terminals such as tablet terminal, tabletop display and large display with touch panel have begun to be used in offices or laboratories. As a result, documents printed on paper now will be displayed on terminals as digital data in the future. Moreover, these documents will be managed by a synchronized on-line file storage system such as Dropbox. In this paper, we propose a storage middleware which helps to develop the system enabling to deliver documents displayed on terminals and managed by the synchronized on-line file storage system.

Keywords: Office, On-line Storage System, tablet terminals, delivering files

1. はじめに

大学の研究室や企業といった組織において、論文や企画資料といったドキュメントは、組織内の資産として非常に重要なものである。これらのドキュメントは組織内で一括して管理されたり、個人の間で受け渡されたりすることで広く利用される。現在では、パーソナルコンピュータが普及したことにより、このようなドキュメントは電子データとして作成されることが一般的である。一方、ドキュメントの作成はコンピュータを用いて行われているが、ドキュ

メントの閲覧についてはまだまだ紙に印刷して行われることが多い。しかし、近年、タブレット端末のようなドキュメントを読むことに特化した端末が普及してきたことにより、ドキュメントの閲覧に関しても、紙に印刷することなく電子データのまま行われるようになってきた。これによって、これまで紙媒体で扱われていたものが、今後ますます電子データのまま扱われるようになると考えられる。

さらに、“iRoom[1]”等の研究で想定されているように、今後はタブレット端末に加えて、テーブルトップディスプレイや電子掲示板、電子ホワイトボードというような多くの電子端末が使われるようになっていくと考えられる。そのため、今まで掲示板に紙のチラシを貼ったり、机に雑誌

¹ 立命館大学大学院 理工学研究科

² 立命館大学 情報理工学部

を置いて読んだりしていたことが、電子掲示板に電子データのチラシを表示させたり、タブレットディスプレイに電子データの雑誌を表示させて読んだりというように、ディスプレイ上に電子データを表示させる機会が多くなると想定される。

一方で、オフィスや研究室の環境がこのように変化することで、不便になる点も存在する。その一つが紙でドキュメントが扱われていたときに比べて、手軽にドキュメントを移動することができないということである。紙でドキュメントが扱われていたときは、目の前にあるドキュメントを手元に持ってきたり、手元にあるドキュメントを別の場所に移したりというように、手軽にドキュメントを移動することができた。しかし、ドキュメントが電子データとして端末に表示されるようになることで、紙のドキュメントを扱うように手軽にドキュメントを移動することが難しくなる。なぜなら、電子データとして表示されているドキュメントを移動させるためには、そのドキュメントが端末上のどのディレクトリに存在するかを把握し、端末間でファイルを受け渡ししなければならないからである。

また、そのような電子ドキュメントの管理方法も近年変化してきている。今まで、組織内の情報管理はファイルサーバを用いることが一般的だったが、個人や組織内で扱われる端末の種類が増えたことにより、Dropbox <<https://www.dropbox.com/>> や SugarSync <<http://www.sugarsync.jp/>> に代表される同期型オンラインファイルストレージシステムが利用されるようになっていくと考えられる。このような同期型オンラインファイルストレージシステムでは、同じユーザの所有している端末同士といったように関連のある端末で共通のユーザアカウントを使用してファイルを管理する。そのため、異なるユーザアカウントで管理されているファイルは手軽に取得することができない。

これらのことから、同期型オンラインファイルストレージシステムで管理され、端末上に表示されているドキュメントを手軽に移動させるためには、ユーザに対してドキュメントの配置場所を意識させないことと、ドキュメントを管理しているアカウントの違いを意識させないことの2つが重要である。

本研究では、同期型オンラインファイルストレージシステムで管理された情報を手軽に移動させるためのミドルウェアを構築する。このミドルウェアは、端末間でドキュメントを交換するときのユーザインタフェースと、ドキュメントを管理している同期型オンラインファイルストレージシステムの間で動作し、ユーザに対して、ドキュメントの配置場所とユーザ間のアカウントの違いを隠蔽する。

また、このミドルウェアを用いて、モバイル端末とPC間でドキュメントの受け渡しを可能にするシステムを構築した。ドキュメントを移動させるための方法としては、モバ

イル端末に搭載された Near Field Communication(NFC) と Bluetooth を用いて、端末間の接触操作のみで情報を移動できるインタフェースを開発した。また、ドキュメントを管理するための同期型オンラインファイルストレージシステムには Dropbox を用いた。

さらに、構築したシステムを用いて、情報移動がどの程度手軽に行えるようになったのかの評価を行った。評価として、Dropbox で管理されているファイルを本システムを用いて受け渡しする場合とファイルサーバで管理されているファイルをファイルサーバを用いて受け渡しする場合、PC上のファイルをメールによって受け渡しする場合の3つを比較した。

2. 組織内でのドキュメント管理

2.1 ドキュメントの管理方法の変化

紙に印刷されているかされていないかに関わらず、企業などの組織において、書類は何らかの形で管理されていることが一般的である。電子化されたドキュメントの場合、多くはファイルサーバを用いて管理されている。しかし、人々が持つ電子端末やオフィス内の電子端末が増えることによって、ドキュメントの管理方法も変化していくと考えられる。ファイルサーバでファイルを管理する場合、一つのプロジェクトや案件ごとにファイルを整理し、管理することが一般的だったが、人々が持つ端末やオフィス内の端末が増えることによって、それぞれの端末の役割ごとにファイルを整理、管理することが必要になっていくと考えられる。

たとえば、図1に示すように、個人がスマートフォンやタブレット端末、ノートパソコンといった複数の種類の端末を持っていた場合、それらの端末には、その端末の所有者が使用するドキュメントが入っているため、各端末にあるドキュメントはそれらの端末からのみアクセスできるストレージ領域で管理する方が便利である。また、オフィス内のさまざまな場所に電子掲示板が設置してあった場合、電子掲示板に表示したいチラシのようなドキュメントは、電子掲示板からのみアクセスできるストレージ領域でひとまとめに管理する方が便利である。このように、端末の役割ごとにファイルを管理することが望ましい。

端末の役割ごとにファイルを整理、管理するストレージシステムとして、Dropbox に代表されるような同期型オンラインファイルストレージシステムがある。特に、最近では ownCloud <<http://owncloud.org/>> のような同期型オンラインファイルストレージシステムを構築するためのオープンソースも存在するため、組織内で同期型オンラインファイルストレージシステム用のサーバを構築することも容易になってきている。そのため、今後、個人の持つ端末やオフィス内の端末が増えることによって、各端末の役割に応じて手軽にファイルを管理することができる同期型オ

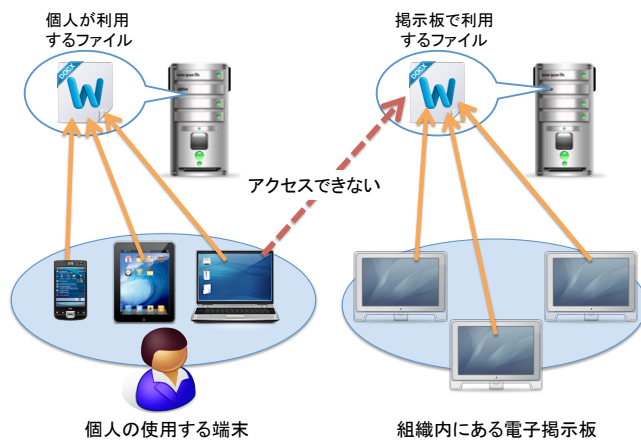


図1 ドキュメント管理の仕方

オンラインファイルストレージシステムも組織内で利用されるようになっていくと考えられる。したがって、このようなストレージシステムで管理されたファイルを手軽に移動させることを考える必要がある。

2.2 同期型オンラインファイルストレージシステム

同期型オンラインファイルストレージシステムの特徴について以下に述べる。

- 各ユーザがそれぞれ個別のアカウントを持っており、ドキュメントはそれぞれのアカウントごとに管理される
- ドキュメントのバージョンが、システムによってサーバ上で自動的に管理される
- ローカルストレージ上とオンラインストレージ上で自動的にドキュメントが同期され、ローカルとオンラインでファイルを管理しているディレクトリ構造も同一になる
- 管理されているファイルに対して、そのファイルをダウンロードするためのURLを発行することができる
また、ファイルサーバで共有ファイルを管理する場合には、ユーザ同士の共有ディレクトリを作成し、共有するのに対して、同期型オンラインファイルストレージシステムでは、URLを用いて共有するという特徴がある。

2.3 組織での情報の受け渡しにおける要求事項

同期型オンラインファイルストレージシステムで管理されたファイルを端末間で手軽に受け渡しする場合、以下の4つの要求を満たす必要がある。

- ユーザがファイルを受け渡しするときに、そのファイルのストレージ上での配置場所を知る必要がない
- ユーザがファイルを受け渡しするときに、そのファイルが管理されているアカウントを意識する必要がない
- ユーザが異なるアカウントで管理されたファイルを取得するときに、そのアカウントで管理されているファ

イルのバージョン情報を知ることができる

- ユーザがファイルを受け渡しするときに、そのファイルをコピーしたり、参照したりというように、どのような形式で受け渡しするかを選択することが出来る
これらの要求を満たすために、本研究では、同期型オンラインファイルストレージシステムで提供されている、URLによるドキュメントの共有機能を用いて、オンラインストレージ上で管理されているファイルを手軽に移動させるためのミドルウェアを構築する。

3. 情報の手軽な受け渡しを可能にするストレージミドルウェア

3.1 情報の手軽な受け渡しをするシステムのレイヤ構成

本システムは、図2で示すように3つのレイヤから構成される。ユーザインタフェース層は、ユーザが端末間でファイルを移動させる場合に、どのような操作をトリガーにファイルの移動が行われるかを規定するレイヤである。また、同期型オンラインファイルストレージシステムは、ユーザのファイルが管理されているストレージシステムのことである。ストレージミドルウェア層は、ストレージシステムのユーザアカウントの違いや移動させるファイルの配置場所を隠蔽したり、移動させるファイルのバージョン管理や、ファイルの複製や参照といったファイルに対する操作を行うレイヤである。

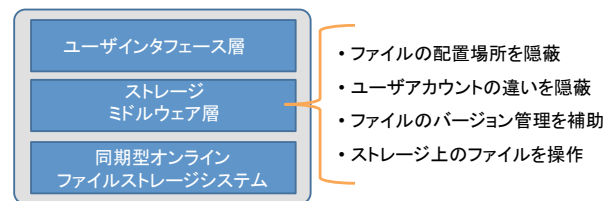


図2 レイヤ構成

3.2 ストレージミドルウェア層

ストレージミドルウェア層では、ユーザが、異なるアカウントに紐づけられたストレージ間でファイルのやり取りをするとき、ユーザに対してファイルを共有するためのURLの発行やURLへのアクセスを意識させないことで、ユーザアカウントの違いやファイルの配置場所をユーザから隠蔽する。

図3は、ユーザが異なるアカウントに紐づけられたストレージシステム上に存在するファイルを取得するときの、各層の振る舞いとデータフローである。図上には共有ディスプレイに接続された端末とタブレット端末の2台の端末が存在し、共有ディスプレイの端末からタブレット端末に対してファイルを移動させるときのフローが示されている。以下の各番号は図上の番号と一致している。

(1) 共有ディスプレイ上のユーザインタフェース層は表示

- されているファイルのファイルパスを取得する
- (2) ユーザインタフェース層はストレージミドルウェア層にそのファイルパスを渡す
 - (3) ファイルパスを受け取ったストレージミドルウェア層は同期型オンラインファイルストレージシステムにファイルパスを送信する
 - (4) ストレージミドルウェア層はファイルパスをもとに生成された URL を取得する
 - (5) URL を受け取ったストレージミドルウェア層はその URL をユーザインタフェース層に渡す
 - (6) ユーザインタフェース層は受け取った URL をタブレット端末のユーザインタフェース層に送信する
 - (7) URL を受け取ったユーザインタフェース層はストレージミドルウェア層に URL を渡す
 - (8) ストレージミドルウェア層は受け取った URL にアクセスする
 - (9) ストレージミドルウェア層は URL を通して共有ディスプレイに表示されていたファイルを取得する
- このように、タブレット端末は共有ディスプレイのアカウントに紐づけられた同期型オンラインファイルストレージシステム上からファイルを取得する。

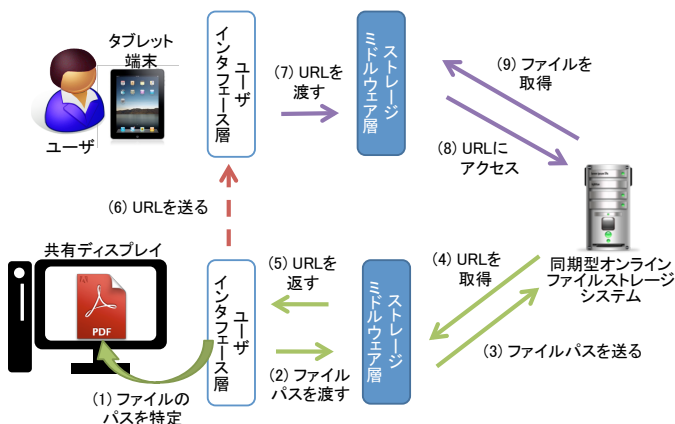


図 3 各層の振る舞いとデータフロー

3.3 ファイルの受け渡し方式

組織内でドキュメントの受け渡しをするときに、ユーザは、ドキュメントをコピーして渡したり、原本を渡したりというように、利用シーンに応じて受け渡し方を選択する。そのため、ストレージミドルウェア層では、端末間でファイルの受け渡しをするときに、複製方式・移動方式・参照方式の3つの方式をユーザが選択できるようにする。

複製方式は端末間でファイルを受け渡すときに、ファイルの送信側から受信側にファイルをコピーして渡す方式である。この方式は、例えば、電子掲示板に表示されているファイルを取得するときなど、送信元からファイルを削除しなくてよいときに利用する。複製方式の場合、ファイル

受信側端末のストレージミドルウェア層で URL を用いてファイルの実体を取得し、その後、受信側の端末の同期型オンラインファイルストレージシステムにそのファイルをアップロードする。

一方、移動方式は端末間でファイルを受け渡しするときに、ファイルの送信側の端末から送信するファイルを削除する方式である。この方式は、例えば、電子掲示板に表示されたチラシを回収してしまいたいような場合に利用する。移動方式では、ファイルの送信側端末に紐づけられた同期型オンラインファイルストレージシステムから、送信するファイルを削除する必要がある。そのため、ファイル送信側端末のストレージミドルウェア層が同期型オンラインファイルストレージシステムにファイルパスを送ると同時にそのファイルの削除要求も送信する。その要求によって同期型オンラインファイルストレージシステムでは送信するファイルが削除される。また、削除方式の場合も複製方式と同様に、ファイルの受信側端末のストレージミドルウェア層でファイルを自端末の同期型オンラインファイルストレージシステムにアップロードする。

参照方式は、ファイルを受け渡しするときに受信側端末に対してファイルの実体ではなく参照を渡すことで、ファイルを取得せずに閲覧だけする方式である。この方式は、たとえば、会議などでテーブルトップディスプレイ上に一時的にドキュメントを表示させたい時などに利用する。参照方式では、ファイルの受信側端末はファイルの実体を取得する必要がないため、ファイルの取得時に送信側端末のストレージ上に存在するファイルの参照を取得する。その後、ファイル自体を受信側端末のストレージ上にアップロードすることはせず、ファイルのビューを受信側端末上に表示する。

3.4 ファイルのバージョン管理

本節ではストレージミドルウェア層で行うファイルのバージョン管理について述べる。同期型オンラインファイルストレージシステムでは、基本機能としてファイルのバージョン管理機能が備わっている。しかし、端末間でファイルの複製や移動を行った場合、ユーザアカウントをまたいで同じファイルを管理することになるため、移動先のアカウントと移動後のアカウントの間で継続してバージョン管理をすることができなくなる。そこで、ユーザアカウントをまたいでファイルを移動させるときに、ファイルの移動元からファイルの移動先に対して、URL と共にファイルのバージョン情報も一緒に送信することで、ファイルの送信先ユーザが送信元ユーザのファイルバージョンを取得できるようにする。

4. アプリケーションへの適用

4.1 実装環境

構築したミドルウェアを用いて、端末間で情報移動を可能にするアプリケーションを開発した。実際のオフィス環境を想定し、PC からタブレット端末へ情報が移動できるように、PC 側のアプリケーションとタブレット端末側のアプリケーションの2つを開発した。PC 側のアプリケーションは Windows 上で動作する Java アプリケーションとして実装し、タブレット端末側のアプリケーションは Android 端末で動作する Java アプリケーションとして実装した。また、ファイルの管理を行う同期型オンラインファイルストレージシステムには Dropbox を利用し、各端末から Dropbox にアクセスするときの処理は、Dropbox の JavaSDK を用いて実装した。

4.2 ユーザインタフェース層の実装

ユーザが端末からファイルを取得するときのユーザの操作について定義するユーザインタフェース層の実装について述べる。構築したアプリケーションでは、より手軽なファイル移動を実現するために、端末同士を接触させるだけで通信を行うことができる NFC インタフェースを用いて実装を行った。実際には PC に搭載されている NFC とタブレット端末に搭載された NFC でデータのやり取りをすることを想定しているが、現在保有している機器に API が対応していなかったため、図4に示すように PC とタブレット端末の間に NFC を搭載したモバイル端末を仲介端末として配置することで、擬似的に PC とタブレット端末の間で NFC によるファイル移動を実現した。

タブレット端末と仲介端末間のデータ通信には AndroidOS で提供されている NFC である AndroidBeam の機能を用い、仲介端末と PC の間のデータ通信には Bluetooth を用いた。タブレット端末から PC にファイルを渡したい場合、ユーザはタブレット端末と仲介端末を接触させる。すると、ユーザのタブレット端末から仲介端末に対してファイルの URL が送信される。URL を受け取った仲介端末は Bluetooth 通信を用いて PC に対して URL を送信する。逆に、PC からタブレット端末に対してファイルを渡したい場合、ユーザが PC 側で取得したいファイルを選択する。すると、そのファイルをダウンロードするための URL が Bluetooth 通信を用いて仲介端末に送られる。URL が仲介端末に送られた後、ユーザはタブレット端末と仲介端末を接触させ、AndroidBeam によってその URL を取得する。

次に、ファイルを送信するとき、ユーザが送信したいファイルを選択する手順について述べる。タブレット端末では、ユーザは AndroidOS で提供されているアプリケー



図4 端末間の通信方式

ション間でのファイル共有機能を用いて、表示しているファイルを本システムに対応するアプリケーションに対して送信する。その後、タブレット端末と仲介端末の間で AndroidBeam によるやり取りをすることで、端末間でファイルを移動させる。また、PC では Windows の常駐アプリケーションとしてシステムを構築した。ユーザはこの常駐アプリケーションのメニューから送信ボタンを選択し、送信したいファイルをマウスクリックによって選択する。その後、タブレット端末と仲介端末の間で AndroidBeam によるやり取りをすることで、端末間でファイルを移動させる。

4.3 ストレージミドルウェア層の実装

本節では、ユーザインタフェース層と同期型オンラインファイルストレージシステムを繋ぐストレージミドルウェア層の実装について述べる。ストレージミドルウェア層では、ユーザインタフェース層からの要求をもとに、同期型オンラインファイルストレージシステムから URL を取得したり、ストレージ上のファイル进行操作したりする。さらに、ストレージミドルウェア層では、独自のアプリケーションから Dropbox を操作するために、Dropbox の認証を行い、認証で取得したトークンをファイルに永続化する。また、PC 側のアプリケーションで、表示されているファイルのファイルパスをユーザインタフェース層が取得するための機能もストレージミドルウェア層で提供している。本システムでは JavaVM を通して Windows の API を利用し、表示されているファイルのファイルパスを取得している。

次に、前で述べた複製・移動・参照方式の実装について述べる。複製方式では、URL をもとに取得してきたファイルを自端末の Dropbox にアップロードする必要がある。このとき、PC 側のストレージミドルウェア層はダウンロードしてきたファイルを自分のローカル上にある Dropbox ディレクトリに保存する。こうすることで、Dropbox の機能によって自動的にオンライン上にファイルがアップロードされる。一方、タブレット端末では、Dropbox のモバイルアプリケーションの仕様上、ローカルにファイルを全て同期しないため、ダウンロードしてきたファイルをオンライン上にアップロードする必要がある。したがって、タブレット端末側のストレージミドルウェア層は、URL を用いてダウンロードしてきたファイルを Dropbox の JavaSDK を用いて自分の Dropbox アカウント上のストレージ領域にアップロードする。このようにして、端末間でファイルの複製を行っている。

次に、移動方式では、相手に渡すファイルを自分のアカウントに紐付けられた Dropbox 上から削除する必要がある。しかし、相手端末がそのファイルをダウンロードする前にファイルを削除してしまうと、相手端末はファイルをダウンロードすることができなくなってしまう。そのため、移動方式で相手にファイルを渡す場合、Dropbox に削除ファイルを格納するフォルダを作成し、相手に渡すファイルを一度そのフォルダに入れ、一定期間おいたのち、まとめて削除するといった方法で実装している。

また、参照方式では移動させるファイルの実体をダウンロードせずに、ビューのみを表示させる必要がある。そこで、本システムでは web ブラウザを通して相手の Dropbox 上にあるファイルを表示することで、ファイルをダウンロードすることなく、ファイルの閲覧を可能にしている。

5. 実験

5.1 実験目的

ストレージ上で管理されており、かつ目の前に表示されているファイルを他の端末に移動させるときに、どのようなシステムを使えばどの程度手軽に情報を移動できるかを調べるために実験を行った。実験では、

- (1) 本システムを用いて Dropbox 上のファイルを移動させるとき
- (2) ファイルサーバを用いてファイルサーバ上のファイルを移動させるとき
- (3) メールを用いてデスクトップ上のファイルを送信するとき

の3つを比較した。また、ユーザが情報を移動させるときに、どのような要素が手軽な情報移動の要因になっているかについても調査した。

5.2 実験方法

ファイルサーバとメール、本システムの3つを比較し、ファイル移動の手軽さを評価するために感性的評価法の一つである階層分析法を用いた。階層分析を行うためには、比較対象である代替案の決定と、それらを評価するための評価基準を決める必要がある。本実験では、代替案は前述した3つのシステムとした。また、評価基準については次節に示す事前実験としてユーザインタビューを行うことで、“情報の見つけやすさ”、“送受信までの手数”、“物理的な制約”の3つに決定した。評価基準を決めるための事前実験では、ファイルの移動を行うときに、ユーザがどのようなことを手間だと感じていたり、どのようなことを便利だと感じているかを調査した。次節では、その事前実験について説明する。

5.3 事前実験

5.3.1 実験概要

事前実験では、階層分析法で用いる評価基準を決めるために、ファイルサーバ、メール、USB メモリ、本システムの4つを用いて端末間でファイル移動を行ったときの、メリット、デメリットについてインタビュー形式で調査した。被験者として、日常的にファイルサーバや USB メモリなどを利用している情報系学部所属の学生4人に協力してもらい、必要に応じて各システムに触れてもらいながら、意見を収集した。

5.3.2 結果

インタビューで得られた結果を分類すると、各システムのメリットとデメリットは、“情報の見つけやすさ”、“送受信までの手数”、“物理的な制約”、“ネットワーク”、“セキュリティ”の5つの基準に分けることができた。表1にそれぞれの項目で挙げられた意見の一例を示す。

この中で、ネットワークとセキュリティについては情報の移動の手軽さを調べるにあたって直接関係がないため、本実験の評価基準には、“情報の見つけやすさ”、“送受信までの手数”、“物理的な制約”の3つを用いることにした。

5.4 本実験

5.4.1 実験概要

本実験では、ファイルサーバとメール、本システムについて、どのシステムを用いると、どれだけ手軽に情報移動を行うことができるかを階層分析によって評価した。実験では、それぞれのシステムを用いて、ある端末に表示されているファイルを別の端末に移動させる作業を行った。評価は5段階で行い、2つのシステムが“同程度手軽”だった場合スコア1、一方のシステムの方が“若干手軽”だった場合スコア3、“手軽”だった場合スコア5、“明らかに手軽”だった場合スコア7、“絶対に手軽”だった場合スコア9として評価した。また、同様に、3つの評価基準についても、それぞれファイル移動の手軽さを計る上でどの程度重要であったかを、5段階で評価し、それぞれのウェイトを算出した。その後、評価基準ごとの代替案のスコアと評価基準のウェイトを用いて、代替案の総合スコアを算出し、情報移動の手軽さにおいて3つの代替案のうちどれがどの程度優れているのかを評価した。

また、3つの利用シーンを想定し、上述した評価手順を利用シーンごとに行い、利用シーンごとに各システムの評価も行った。想定した利用シーンは、

- (1) PC からタブレット端末にファイルを移動させる
- (2) タブレット端末から PC にファイルを移動させる
- (3) PC から複数人のユーザのタブレット端末に対してファイルを移動させる

の3つである。

実験には、タブレット端末 (Nexus S) と仲介端末 (Galaxy

表 1 情報移動に対する総合評価

| | |
|-----------|--|
| 情報の見つけやすさ | ファイルサーバでファイルのやり取りをすると、そのファイルがサーバ上のどこにあるか探す必要があるため面倒 本システムでファイルを移動させると自動的に自分の Dropbox にファイルが格納されるため楽 |
| 送受信までの手数 | メールでファイルを受け渡す場合、メーラーを開いてファイルを添付する必要があるため面倒 本システムを用いてファイルを移動させる場合、わざわざタスクバーからメニューを選ばなければならないことが面倒 |
| 物理的な制約 | 本システムを用いた場合、わざわざ仲介端末の近くまで行かないとファイルを送れないので不便 USB を用いた場合、PC 側の USB ポートの位置を探さなければならないため面倒 |
| ネットワーク | ファイルサーバを用いた場合、ファイルサーバと同一のネットワークに繋いでいないとダメなことが面倒 本システムやメールを用いる場合、外部ネットワークに繋がっていないとダメなことが不便 |
| セキュリティ | USB を用いた場合、その USB を紛失してしまったときに危険 メールを用いた場合、宛先を間違えて送ってしまうと危険 |

表 2 情報移動に対する総合評価

| 移動先 | 移動元 | ファイルサーバ | メール | 本システム |
|---------|------------|---------|--------|--------|
| PC | タブレット端末 | 0.3146 | 0.3126 | 0.3728 |
| タブレット端末 | PC | 0.3296 | 0.3052 | 0.3512 |
| PC | 複数のタブレット端末 | 0.3204 | 0.3550 | 0.3234 |

Nexus), 50 インチのディスプレイに接続した PC を用いた。また、被験者として日頃からファイルサーバ等の情報機器の扱いに慣れた情報系学部所属の学生 5 人に協力してもらい、実験環境として、タブレットを持った被験者と仲介端末の間に幅 2 メートルほどの机を配置し、NFC で情報を移動させるときに一度イスから立ち上がり仲介端末に近づかなければ情報の移動を行えない環境を用意した。

5.4.2 結果と考察

表 2 に 3 つのシステムを使用して端末間で情報を移動した場合の手軽さに関する総合評価を示す。各行はそれぞれ、PC からタブレット端末、タブレット端末から PC、PC から複数のタブレット端末にファイルを移動させた場合のスコアである。表に示す通り、各利用シーンの中で情報移動の手軽さにおいて総合的には大きな差は見られなかった。

また、各システムが評価基準ごとにどのような評価をされているかを表 3 と表 4、表 5 に示す。表に示されたとおり、本システムは情報の見つけやすさ、送受信の手数のスコアが高い一方で、物理的な制約のスコアが低いことが分かる。情報の見つけやすさと送受信の手数のスコアが高い理由として、本システムでは、他のシステムと比べてユーザがコンピュータ内のディレクトリ構造をたどることなくファイルを取得できることや、常駐アプリからワンクリックでファイル取得まで到達できることが挙げられる。一方、物理的な制約のスコアが低い理由として、本システムは NFC を用いたユーザインタフェースを提供しているため、ユーザはわざわざ仲介端末の近くまで移動して情報を取得しなければならないことが原因と考えられる。また、PC から複数のタブレット端末に情報移動をする場合の物理的な制約のスコアが特に低い理由として、本システムでは NFC を用いて情報移動を行うため、ファイルサーバやメールと比べて複数人が一斉にファイルを取得できないことが原因と考えられる。

最後に、端末間でファイルを移動させるとき、ユーザが、

表 3 PC からタブレットへの情報移動の評価

| | ファイルサーバ | メール | 本システム |
|-----------|---------|--------|--------|
| 情報の見つけやすさ | 0.2096 | 0.3688 | 0.4214 |
| 送受信の手数 | 0.3740 | 0.2064 | 0.4038 |
| 物理的な制約 | 0.3826 | 0.3464 | 0.2710 |

表 4 タブレットから PC への情報移動の評価

| | ファイルサーバ | メール | 本システム |
|-----------|---------|--------|--------|
| 情報の見つけやすさ | 0.2630 | 0.3384 | 0.3988 |
| 送受信の手数 | 0.3674 | 0.2352 | 0.3976 |
| 物理的な制約 | 0.4254 | 0.3716 | 0.2476 |

表 5 PC から複数のタブレット端末への情報移動の評価

| | ファイルサーバ | メール | 本システム |
|-----------|---------|--------|--------|
| 情報の見つけやすさ | 0.2368 | 0.3760 | 0.3864 |
| 送受信の手数 | 0.3430 | 0.3046 | 0.3796 |
| 物理的な制約 | 0.3916 | 0.3916 | 0.2158 |

表 6 情報移動に対する総合評価

| 情報の見つけやすさ | 送受信の手数 | 物理的な制約 |
|-----------|--------|--------|
| 0.3668 | 0.3104 | 0.3230 |

情報の見つけやすさ、送受信の手数、物理的な制約のどの要素に手軽さを感じているかについて表 6 に示す。結果として、それぞれの要素に関するユーザの重点度に大きな違いは見られなかった。しかし、今回の実験では、ユーザの間で情報移動の手軽さを評価する 3 つの指標の認識が曖昧であったと思われた。今後の実験では再度、評価基準の選定から見直していく必要があると考えられる。

6. 関連研究

”pick and drop[2]” は、専用のペン型デバイスを用いてさまざまな端末間で情報移動をするためのシステムである。このシステムでは、専用のペン型デバイスで端末上のファイルをタッチし、ファイルをつまみ上げ、その後、ペン型デバイスで他のコンピュータをタッチすることで端末

間でファイルのやり取りをする。これによりユーザは端末間で手軽に情報を移動させることができる。

また、"Toss-It" [3] は、端末を「振る」という動作を通して、モバイル端末からコンピュータやプリンタといった他端末に対して手軽に情報を送信することができるシステムである。このシステムでは赤外線 LED のマーカーとステレオカメラを用いてデバイスの位置を認識することで、ユーザはデータを送りたい端末に向かって手元のモバイル端末を振るだけでデータを送信することができる。しかし、これら 2 つの研究はあくまで端末間で情報を移動させるときに有効なユーザインタフェースについての研究であり、移動させる情報を管理するためのミドルウェアの研究ではない。

"Dynamo" [4] は、パブリックな場にある共有ディスプレイを通して、動画や画像、文書といったさまざまなメディアを手軽に共有・交換するためのシステムである。Dynamo 自体は共有のディスプレイ上で動作するシステムであり、ユーザは USB や e-mail を通して Dynamo 上に手軽に情報を表示したり、Dynamo 上の情報を手軽に取得したりすることができる。しかし、このシステムはあくまで共有のディスプレイ上で情報を手軽に共有・交換するためのものであり、個人の所有する端末間での情報移動を支援しているわけではない。

7. おわりに

本論文では、端末上に表示されており、同期型オンラインファイルストレージシステムで管理されているファイルを、端末間で手軽に移動させるためのストレージミドルウェアについて提案した。そのようなファイルを手軽に移動させるために必要な要件として、ファイルの配置場所を隠蔽すること、ユーザアカウントの違いを隠蔽すること、ファイルのバージョン管理を補助すること、ストレージ上のファイルを操作できることの 4 つを挙げ、同期型オンラインファイルストレージシステムの特徴である URL によるファイル共有機能や、オンライン上とローカル上のディレクトリ構造が同じという点を活かして解決策を提案した。また、評価として本システムとファイルサーバ、メールを比較したときに、どのシステムが手軽に情報を移動できるかを調査した。さらに、情報移動に関してユーザがどのようなことに手軽さを感じているのかも調査した。今後は、実験における評価基準を再検討し、情報の移動の手軽さに関してユーザ評価の指標を明確にしていくとともに、情報を移動させるときに最適なインタフェースについても検討していく。

参考文献

[1] Johanson, B, The Interactive Workspaces project: experiences with ubiquitous computing rooms, Pervasive

- Computing, IEEE, p.67-74, April-June, 2002
- [2] 暦本純一, Pick-and-Drop: 複数コンピュータ環境での直接操作技法, WISS'97, 1988
- [3] 矢谷浩司, 田村晃一, 杉本雅則, 橋爪宏達, ユーザの位置, 方向, ジェスチャを認識することによるモバイルデバイスのための情報移動手法, ヒューマンインタフェース学会研究会, Vol.6, No.4, pp.31-36, 2004
- [4] Shahram Izadi, Harry Brignull, Tom Rodden, Yvonne Rogers, Mia Underwood, Dynamo: a public interactive surface supporting the cooperative sharing and exchange of media, Proceedings of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology, p.159-168, November 02-05, 2003, Vancouver, Canada