

Devora : 電子メールを用いたユーザ位置管理システム

上 田 宏 高[†] WANG Wooi Ghee[†]
 塚 本 昌 彦[†] 西 尾 章 治 郎[†]

ビジネスや研究などでグループでの活動を行ううえで、グループの各メンバの所在を常時把握することが重要であり、これまでも多くのユーザ位置管理システムが構築されてきた。しかし、従来のシステムでは、システムの柔軟性がなく、インタフェースや利用機器が特定のものに制限されたり、遠隔地からは使いにくいなどの問題があった。本稿では、WWWに加えて、電子メールを採用することで、遠隔地の携帯電話ユーザも利用可能で、システム構築の柔軟性が高いユーザ位置管理システム Devora の設計と開発を行った。電子メールによる操作に用いるコマンド体系は、特に携帯電話による利用を考慮したものであり、入力文字が少なく効率的に利用できる。各所に、ユーザが自分の位置や行き先を登録し、他のメンバの位置情報を一覧できる様々な種類の端末を配置することで、ユーザ位置を柔軟に取得できるようにした。さらに得られた位置情報を共有することによるいくつかの新しいコミュニケーション手段を実現した。

Devora: A Location Management System Using Electronic Mail

HIROTAKA UEDA,[†] WANG WOUI GHEE,[†] MASAHIKO TSUKAMOTO[†]
 and SHOJIRO NISHIO[†]

When working in business or research, it is always important to know the location of each member of the group. Up until now, many location management systems have been constructed. However, existing systems have so little flexibility that the interface or hardware is limited to a particular one and are difficult to use remotely. In this paper, we try to solve the problem by using an electronic mail system in addition to WWW. The location management system Devora which we designed and implemented can be used by a cellular phone user from a remote place and can be flexibly applied on different system configurations. Since the command system which is used in operation by electronic mail is suitable for a cellular phone user, it is possible to use it effectively with few input characters. By arranging several terminals in various places, Devora is able to flexibly get the users' locations. By sharing the users' locations, we realized several new communication methods on Devora.

1. はじめに

近年のマイクロエレクトロニクス技術の発展によるモバイルコンピューティングの一般化により、ユーザの場所によらず、電話や電子メールを用いて、他のユーザとコミュニケーションを行うことが可能になりつつある。従来のグループウェアにおいては、いかにして遠隔地のユーザと連絡をとるかが1つの重要な要素であったが、通信可能性という観点からは、携帯電話などの移動型携帯端末の普及により、一定の水準に達したといえる。

一方、近年注目を集めているのがユーザの位置を監

視し、その位置に応じたサービスを提供するシステムである。GPSを利用したカーナビゲーションシステムは広く普及しており、さらに近年では、個人を対象とした位置情報サービスが多く出現している。たとえば、NTTドコモのどこNavi²⁾など位置検出にGPSを利用したものや、PHSの基地局情報を用いた位置情報サービスがあげられる。

現状では、これらのサービスは、ユーザの位置を監視するには位置検出の精度が粗く、屋内では使いにくいという問題がある。それに対して、たとえば、ActiveBadge¹⁴⁾、3DiD¹⁵⁾、RFIDタグ¹¹⁾など屋内での詳細な位置計測を目的としたシステムが市場に登場しているが、非常に高価であるうえにノイズにきわめて弱いという問題があり、普及するには至っていない。

それに対し、特別な機器を使わず、ユーザが自分の

[†] 大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻
 Department of Information Systems Engineering,
 Graduate School of Engineering, Osaka University

居場所を登録することによって、コミュニケーションを支援することを目的とした位置管理システムが、様々なグループウェアで採用されている。しかしその多くは、基本的に社内などの限られた環境でのみ利用可能であり、WWW上に構築されたシステムのように遠隔地から利用可能なシステムにおいても、利用にはWWWブラウザが必要であり、現在最も普及している携帯電話からの利用はできない。

筆者らは、組織の構成員の位置情報を共有することによって、コミュニケーションを支援することをめざし、電子メールを利用した分散型位置管理システム Devora を開発した。Devora では、ユーザの位置情報の取得に特別なデバイスを利用せず、ユーザ自身による位置の登録という手段をとる。各所に端末を配置することによって、ユーザは、自分の位置や行き先を登録したり、他のメンバの位置情報を一覧したりできる。電子メールを利用することで、様々なインタフェースが利用でき、特に現在普及している電子メールを利用可能な携帯電話や PDA などを用いて遠隔地から気軽に利用できる。遠隔地からの利用については WWW も利用可能であるが、個人的な通知においては、WWW よりも電子メールのほうが適している。本稿では、携帯電話からの電子メールによる利用を考慮し、入力の手間が少ないコマンドメール体系を用いた。さらに、得られた位置情報を用いたコミュニケーションを支援するために、ユーザの位置や目的地に応じて適切なメッセージを表示する機能や、地図を用いてユーザ位置を表示する専用のメールアプリケーションの開発も行った。

以下、2章では、Devora の概要、3章では Devora の実装とその運用について述べ、4章で関連研究との比較を行う。最後に5章で本稿をまとめる。

2. Devora の概要

2.1 システム構成

Devora は、組織に属するメンバの位置情報を管理・共有することによってコミュニケーションを支援する位置管理システムである。Devora ではローカル情報サーバと呼ぶサーバで位置情報の管理を行い、ユーザは電子メールや WWW を通じてサーバと情報のやりとりを行う。ローカル情報サーバは、建物のフロアや部署などの比較的狭い単位ごとに設置され、そのサーバが設置されている場所や組織に関する情報を管理し、適切な情報をユーザに提供する役割を持つ。あるローカル情報サーバが管理する地理上、組織上の範囲をそのサーバのローカルエリアと呼び、ローカル情報



図 1 Devora の構成

Fig. 1 The architecture of Devora.

サーバが扱う情報をローカル情報と呼ぶ。ローカル情報サーバはローカルエリアの組織に属するメンバの位置情報を集中して管理し、ユーザからの要求に従って、情報の更新や、情報の提示を行う。ローカル情報サーバで管理している情報としては、次があげられる。

- ローカルエリア内のユーザの名前、E-mail アドレス、Web ページ URL、現在位置。
- 各ユーザに対するメッセージ情報。
- ローカルエリアの平面図。
- ローカルエリア内に配置された共有ファイル情報。
- ローカルエリア内に配置された Web ページリンク情報。

ローカル情報サーバでは、各ユーザを一意的ユーザ ID で識別している。ユーザ位置の管理には場所や状態ごとに割り当てた場所 ID を用いる。上述の情報のうち、後の 3 つは、後述する Devora 専用アプリケーションで用いる。

Devora では、環境中の要所要所に全メンバの位置情報を一覧でき、自分の位置、行き先を登録できる端末を配置している。この端末を Devora ステーション (DS) と呼ぶ。DS は、ユーザが少ない労力で自分の位置を登録でき、他のユーザの位置情報を一瞥で把握できるようになっている。Devora ステーションはローカル情報サーバから WWW を通じて位置情報を得て表示しているため、ネットワークを介した遠隔地にも配置できる。また、ユーザは、WWW ブラウザや、電子メールを用いてローカル情報サーバにアクセスでき、自分の情報を更新したり、他のユーザの位置情報を用いてコミュニケーションを行ったりすることができる。図 1 に Devora の構成を示す。

2.2 プロトコル

モバイルコンピューティングの一般化によって、ネット

表 1 携帯端末の比較

Table 1 A comparison of mobile communication tools.

	携帯型 PC, PDA	i-mode 対応携帯電話	電子メール対応携帯電話
携帯性	~		
WWW の利用可能性			x
電子メールの利用可能性			
文字入力効率性		x	x
普及度			

表 2 基本コマンド

Table 2 The basic commands.

標準コマンド	省略形	説明
ping	p	ping
help	h	ヘルプを得る .
user	u	全ユーザの場所一覧を得る .
status=(場所 ID)	s=(場所 ID)	自分の位置・行き先を設定する .
code	c	位置登録用テンプレートを得る .
text=(コメント)	t=(コメント)	DS に表示する自分のメッセージを設定する .
active	a	アクティブメッセージ設定用テンプレートを得る .
interaction	i	サーバとインタラクションを介してサービスを受ける .

トワークに接続可能な端末を持ち歩くユーザが多くなった。従来からあるノート PC やサブ PC, 各種 PDA などに加えて, 最近では, 携帯電話が爆発的に普及している。携帯電話の多くは, 電子メールが利用可能であり, NTTドコモの i-mode³⁾ のように WWW アクセスが可能なものも出現している。表 1 にそれらの性能を比較した結果を示す。

携帯電話は文字入力性に難があるが, 携帯性や普及性などで, 携帯型 PC や PDA より優れており, このような端末からの利用を考慮することが, システムの利便性の向上につながる。i-mode 対応携帯電話は, 限定的ではあるが, WWW アクセスが可能であり, i-mode からの利用をサポートしたグループウェアも各社から発売されている。しかし, 最も普及している電子メールを利用可能な携帯電話からの利用については, 電子メールの携帯電話への転送など非常に限られたものにとどまっている。Devora では, 携帯電話のユーザが効率的に利用できるように, 電子メールを用いたインタフェースを提供する。筆者らは, 携帯電話では文字入力が困難であることを考慮し, 文字入力がほとんど必要ないコマンドメール体系を用いた。

Devora では, ユーザ情報の更新に, Web ブラウザによるインタフェースや i-mode 用のインタフェースも利用できるが, 本稿では, コマンドメールと呼ぶサーバに対する処理を列挙した電子メールによる遠隔地からの場所情報の更新についてのみ述べる。表 2 に Devora で利用可能なコマンドメールのうち主要なものをあげる。

ユーザはコマンドを記述したメールをローカル情報サーバのメールアドレスに送信する。ローカル情報サーバは, 電子メールの送信元アドレスを見て, 対象者のユーザ ID を確定する。たとえば, 自分の位置を変更したい場合には, 次のように記述したコマンドメールをローカル情報サーバのアドレスに送信する。

```
status=18
```

18 は場所 ID の例を示し, このメールによりこのメールの送信者の位置が場所 ID18 の示す“オープンセンタ”に変更される。ここで, 入力文字数や記号を減らすために, このコマンドメールは“s=18”のようにも記述できる。また, “=”の代わりに改行を用いることもできる。

電子メールの引用機能利用することでさらに簡単に利用できる。位置登録を例にあげて説明すると, まずユーザは, code もしくは c コマンドを記載したメールをサーバに送信することで, 位置変更コマンドと場所 ID を列挙したテンプレートを得る。ユーザは, そのメール全文を引用符‘>’をつけて引用する。この引用符はサーバ側ではコメント記号として解釈し無視するので, 対応する個所の引用符を削除してメールをリプライすればよい。図 2 に引用を用いたコマンドメールの例を示す。ユーザが行うのは, 引用符を 1 つ削ってサーバにリプライすることのみである。一度, 場所 ID 表を得れば, 携帯電話に記憶しておくことで, コード表取得作業も不要になる。

```

> s=00 # 帰宅
> s=01 # 研究室内
> s=02 # 一時外出
.
.
> s=17 # 学生部屋 418
s=18 # オープンセンタ
> s=19 # 2F 計算機室

```

図 2 引用を用いたコマンドメール例

Fig. 2 An example of command mail using citation.

また、初心者ユーザの支援を目的として、サーバと複数回のメールのやりとりを通して、情報の更新や取得を行えるインタラクティブモードも利用可能である。

2.3 Devora ステーション (DS)

Devora ステーションはローカルエリア内の要所に配置され、ユーザが自分の位置や行き先を登録したり、他のユーザの位置を知ったりすることに利用する。Devora ステーションに求められるのは、次の 2 点である。

- ユーザ位置登録がきわめて簡易。
- ユーザ位置が一目で把握可能。

Devora では、位置登録はすべてユーザの自主性に任せられているので、システムを利用してもらうためには、ユーザに位置をこまめに更新してもらうことが不可欠である。また、一瞥して他のユーザの位置を把握できることも重要である。筆者らは今回 4 種類の DS を開発した。本節では、それぞれについて概説する。

DS に表示される情報は、すべて前述したコマンドメールを用いても更新できる。たとえば、外出先から到着が遅れることを DS の個人用テキスト欄に表示することで、不在中の訪問者にしばらく待ってもらうという使い方が可能である。DS の表示内容は定期的にローカル情報サーバの最新情報と同期がとられる。1 つの DS で行われた更新結果は、他の DS にも反映するようにしている。

2.3.1 バーコード入力型 DS

図 3 は、位置登録にバーコードリーダを用いるものである。壁に貼り付けてあるバーコード表からユーザ ID と場所 ID を 2 つ続けて入力することで、位置登録を行える。また、カードに個人 ID とよく使う場所 ID を記載したものを携帯すれば、より簡単に位置登録できる。

2.3.2 タッチパネル型 DS

位置登録をより簡略化するために、タッチパネルを採用した DS の画面を図 4 に示す。ユーザは自分の名前をクリックすることで自分の位置を簡単に登録できる。この DS は Web サーバ上の CGI スクリプトで生

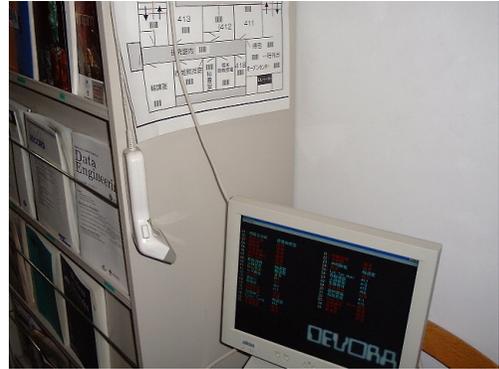


図 3 DS : バーコードリーダによる入力

Fig. 3 DS: Input by using a barcode reader.



図 4 DS : タッチパネルによる入力画面

Fig. 4 DS: Input screen by using touch panel.

成された Web ページなので、WWW ブラウザを用いてどこからでもアクセスすることが可能である。

2.3.3 個人用 DS

さらに、完全に個人用の DS も開発した。図 5 は、筆者の 1 人の部屋の扉にとりつけてある DS の画面例である。画面では、部屋の使用者が“塚本昌彦”であり、現在“退室中”であることを示している。画面はタッチパネルであり、画面に触れることで、居場所ややる気のインジケータなどを変更することが可能である。画面上部のテキストエリアには、部屋を訪れた人に対するコメントを記載でき、今後の重要なスケジュールなどを知らせることができる。画面右上の“e-mail”というボタンを押すことで、部屋の使用者の携帯電話に電子メールを送ることができる。その際の文字入力にはソフトウェアキーボードを用いる。また、画面を切り替えることで、手書き文字によるメッセージを部屋の使用者に残すこともできる。

2.3.4 携帯電話用 DS

携帯電話のユーザは、2.2 節で概説したコマンドメー



図 5 DS : 個人専用画面

Fig. 5 DS: personal screen.

ルを用いて, Devora の全情報を得ることや, 更新することができる。携帯電話のユーザは Devora の基本的な機能を利用するので, この意味で移動型 DS であるといえる。

2.4 DS におけるメッセージ表示

DS では, ユーザの位置情報の入力に基づいて, 様々なメッセージを表示する。Devora ではこのメッセージをアクティブメッセージと呼ぶ。このメッセージの設定は, 任意のユーザが任意のユーザの入力に対して行える。Web ブラウザを用いて GUI により設定することも可能であるが, ここでは, 電子メールによる設定例を示す(図 6)。この例では, ユーザ ID が 02 の“塚本”という名のユーザが, 任意の DS で今日中に帰宅を選択した場合に「傘を持って帰るのを忘れないように」というメッセージを出すように設定している。この設定を朝忘れないうちに自分自身に対してしておけば, 帰りに DS で帰宅を選択したときにメッセージダイアログが表示される。表 3 にアクティブメッセージの設定で用いるコマンド一覧を示す。アクティブメッセージの設定では, テンプレートを用いた設定しか考慮していないため省略形コマンドは用意されていない。

このようなリマインダ的な使い方のほかにも, 同様の設定で, たとえば郵便局に向かう任意の学生に, ついでに手紙を投稿してもらおうことづけたり, 朝, 職場にやってきたすべてのユーザに今日の重要な会議について確認したりすることができる。また, あるユーザの状況を逐一メールで知らせるような使い方も可能である。メール通知のオプションを有効にすれば, DS 前のユーザに確認ダイアログが表示され, そのダイアログで, ユーザがそのメッセージを確認した場合, その事実が電子メールによって, メッセージを設定したユーザに通知される。

```
> # Devora ステーション選択
ds=all # すべて
> ds=411 # 出入り口前
> ds=414 # 輪講室
> ds=417 # 塚本助教教室
> # 通知対象 [any]
> cond=all # すべての人
cond=any # はじめの一人
> # 対象ユーザ [全員]
> name=01-31 # 全員
> name=01-09 # 職員
> name=10-31 # 学生
> name=01 # 西尾
name=02 # 塚本
> name=03 # 春本
:
> name=31 # 宮前
> # 行き来指定
code=00 # 帰宅
> code=02,10-17 # 研究室
> code=18 # オープンセンタ
> code=19 # 2F 計算機室
> code=20 # 大計センタ
> code=27 # 生協
> code=06 # 食事
> # 有効期限 [無期限]
> limit=99 # 無制限
limit=1 # 今日
> limit=2 # 明日
> # メール通知 [no]
> conf=yes # 必要
> # これ以下にコメントを書いてください。

傘を持って帰るのを忘れないように。
```

図 6 アクティブメッセージの設定例

Fig. 6 An example of setting of an active message.

2.5 Devora アプリケーション

筆者らは, Devora を用いることで得られた位置情報を用いてコミュニケーションを支援する専用ツール MACH(MAP Communication Handler)を設計, そのプロトタイプの実装を行った。MACH は, ローカル情報サーバから得たローカルエリアの平面図上に, ローカルエリア内に存在するユーザの位置情報などを重ね合わせて表示し, ユーザの位置情報を用いたコミュニケーションを支援するツールである。なお, 現在の DS の実装では, 部屋単位の位置登録しか行えず, 部屋内のユーザの正確な位置を反映させることはできない。詳細な位置登録は MACH を用いて自分を表すシンボルを移動させることで, ユーザ自身が行う。

図 7 に実際に筆者らの所属する研究室で MACH を運用した際の画面例を示す。研究室に入ってきたユーザは, ローカル情報サーバに研究室の平面図とユーザの位置情報などのローカル情報の要求を行う。MACH は得られた情報を図 7 のように示す。人型のシンボルは, 研究室内のユーザ位置を表し, 本型のシンボルは環境中に配置された共有ファイルを, Internet Explorer のシンボルは, 環境中に配置された Web ページへのリンクを表す。ユーザは, 簡単なマウス操作で

表 3 アクティブメッセージコマンド
Table 3 The active message command.

標準コマンド	説明
ds=(DS ID all)	メッセージを表示する DS を設定する．all の場合はすべての DS で設定したメッセージが表示される．
cond=(all any)	メッセージの表示設定を行う．all の場合は制限時間まで条件を満たすすべてのユーザにメッセージが表示され，any の場合には条件を満たすはじめの 1 人のユーザのみに表示される．
name=(ユーザ ID)	メッセージを表示するユーザを設定する．複数設定可能．
code=(場所 ID)	メッセージを表示する条件を設定する．ここで選択した場所 ID をユーザが選択した際にメッセージが表示される．複数設定可能．
limit=(日)	メッセージが有効な期間を日単位で設定する．
conf=(yes no)	メッセージに対するユーザの返答 (Yes/No) をメールで受信するかどうかを設定する．

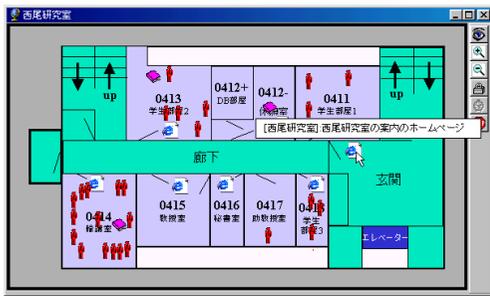


図 7 MACH 画面例 1

Fig. 7 An example of the MACH screen (1).

マップを切り替えることができる．図 8 は，図 7 の左下にあたる輪講室を拡大表示したところを示している．ユーザはマップを拡大縮小させることで，複数のローカル情報サーバの管理するローカルエリア間を行き来できる．

MACH の機能としては，以下の点があげられる．

- (1) 平面図上に表示されたユーザを表すシンボルを選択することで，コミュニケーション対象を視覚的に決定できる．コミュニケーション対象は，1 人もしくは複数人を指定することが可能であり，実世界上の位置と関連付けて，1 人ずつ選択することができる．また，ユーザシンボル上にファイルをドラッグアンドドロップすることで，そのユーザにそのファイルを送付することもできる．
- (2) 平面図上でマウスを用いて範囲選択を行うことで，コミュニケーションエリアの設定が行える．コミュニケーションエリア内に存在するユーザをメンバとしたメーリングリストを動的に生成し，グループ通信が行える．エリア内に入ったユーザは自動的にコミュニケーショングループに追加され，コミュニケーションエリアから出たユーザはコミュニケーショングループから外される．ユーザ位置に関係なく，コミュニケー



図 8 MACH 画面例 2

Fig. 8 An example of the MACH screen (2).

ショングループに参加させるユーザや，逆に除外するユーザなどきめ細かい指定が可能である．コミュニケーションエリアを用いることで，学会発表中にも，部屋の中の聴講者間で発表に関して討論するなどの利用が考えられる．

- (3) 各ユーザシンボルには，そのシンボルが表すユーザの Web ページへのリンクを設定できる．ユーザシンボルを選択し，右クリックメニューから「Web ページ」を選択することで，簡単にそのユーザの Web ページを閲覧できる．Web ページに自己紹介などの情報を掲載しておけば，コミュニケーションを円滑に行ううえで欠かせない相互理解に役立つと期待できる．声をかける前に相手のプロフィールを把握することができ，相手の名前が思い出せないといった状況を回避できる．
- (4) 平面図上の任意の点に電子ファイルを配置し，共有することができる．ファイルの配置は，デスクトップ上からのドラッグアンドドロップ操

作によって行う。その際、ファイル名、ファイルに関する説明、有効期限、更新権限などの設定を行う。配置されたファイルは添付ファイルとしてローカル情報サーバに送信され、蓄積される。ファイル名とファイルに関する説明は、平面図上のファイルアイコンをポイントすることでツールチップとして表示される(図7)。有効期限の過ぎたファイルは自動的にサーバから削除される。書き込み権限を与えることで、誰でもファイルを置き換えたり更新したりすることができる。ユーザは平面図上に配置されたファイルを簡単な操作でローカル情報サーバからダウンロードすることが可能であり、会議に必要なファイルを会議室の机の上に配置するなど、実世界との関連性を活かしたファイルの共有が行える。

- (5) 平面図上の任意の点に Web ページへのリンクを配置できる。関連 Web ページへのリンクを、実世界上の位置に対応する平面図上に配置することで、直感的にその場所に関する情報を得ることができる。ファイルと同様に、リンク名、リンクに関する説明、有効期限、更新権限を設定でき、ツールチップとして表示される(図8)。地図上へのリンクの配置は市販の地図ソフトでも採用されているが、それらはせいぜい建物単位の非常に大雑把なレベルである。一方、MACH ではより詳細な平面図への配置を想定しており、会議室のドアの前に会議室で行われる会議の案内の Web ページを配置したり、レストランのテーブルの上に、本日のおすすめメニューと料理の感想を記載する掲示板から構成される Web ページを配置するなどの利用が考えられる。

ローカル情報サーバで、ユーザ位置の履歴の保存を行えば、時間と場所を指定してコミュニケーション対象を決定することが可能である。たとえば、ある会議に出ているメンバに対して、後日資料を配布しようとする場合、その会議が行われていた場所と時間を指定すれば、その会議に出ているメンバにメールを送ることができる。

ローカル情報サーバを用いることで、従来は人のみを対象にしていたメールが、時間と空間を対象にメールを送ることができるようになり、コミュニケーションの幅が広がる。さらに、将来の時間と空間を指定してメールを送ることも可能である。後から来る人にメッセージを残しておいたり、リマインダとしての利用が考えられる。

MACH で用いるコマンドの一覧を表4に示す。ローカル情報サーバへのアクセスはすべて電子メールを介して行い、平面図や共有ファイルなどのバイナリデータは MIME エンコードして交換する。サーバでは、共有ファイルやリンクには一意の ID が付加され、MACH はその ID を用いて各オブジェクトを操作する。

3. 実装および運用

Devora のシステムを図9に示す。ローカル情報サーバは WWW インタフェースと電子メールインタフェースを持ち、DS はハードウェア構成や状況に応じてその2つを使い分ける。

ローカル情報サーバには Sun の UltraEnterprise450 model 300 を利用し、その実装には Perl 言語を用いた。DS には、東芝 Libretto100、ソニー VAIO PCG-C1 などを利用し、図5で示した戸口用タッチパネルとしては、タッチパネル型ハンドヘルド PC である日立 Persona HPW-600JTM(WindowsCE)を利用した。図4で示したタッチパネルは、BUFFALO FTD-ST12A を利用し、バーコードリーダには、DENSEI BCK5536-STA を利用した。DS のクライアントは Microsoft の Internet Explorer か、Visual Basic 6.0 を用いて実装した独自のものを用いた。また、Devora アプリケーションである MACH の実装には Visual Basic 6.0 を用いた。

実装した Devora システムを、筆者らの所属する研究室において、3カ月間にわたって運用した。その結果、バーコード方式は、カードを持ち歩くのが手間、バーコードの読み取りに時間がかかるという理由で敬遠され、あまり利用されなかった。タッチパネル方式は、画面の描画に時間がかかるもののおおむね好評を得た。マシンの性能が上がれば、より利用率が向上するものと期待できる。ただし、数日間運用を続けているとマシンがフリーズし、定期的な再起動が必要になるという問題点が発覚した。現在では使用する画像のサイズの削減や、サーバ情報との同期に必要な画面再

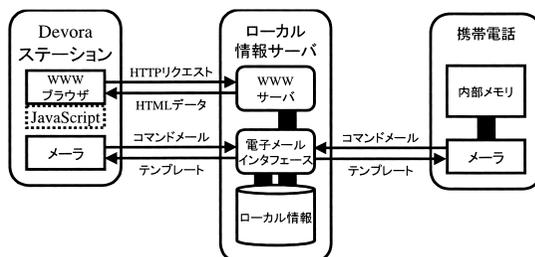


図9 Devora のシステム

Fig.9 The system of Devora.

表4 MACH コマンド
Table 4 The MACH command.

コマンド	説明
get server name	ローカル情報サーバ名を取得する。
get server address	ローカル情報サーバアドレスを取得する。
get parent server address	上位のローカル情報サーバのアドレスを取得する。
get child server address	下位のローカル情報サーバのアドレスを取得する。
set user position (ユーザ ID) (場所 ID) (X 座標) (Y 座標)	ユーザ位置を設定する。
go out user (ユーザ ID)	ローカルエリアから退去する。
set user name (ユーザ ID) (ユーザ名)	ユーザ名を設定する。
set user url (ユーザ ID) (ユーザ URL)	ユーザ Web ページ URL を設定する。
upload file (ファイル名) (場所 ID) (X 座標) (Y 座標) (有効期限) (パーミッション) (ファイルの説明)	新たなファイルを配置する。
set file name (ファイル ID) (ファイル名)	ファイル名を設定する。
set file exp (ファイル ID) (有効期限)	ファイルの有効期限を設定する。
set file permission (ファイル ID) (パーミッション)	ファイルのパーミッションを設定する。
set file info (ファイル ID) (ファイルの説明)	ファイルに関する説明を設定する。
download file (ファイル ID)	ファイルをダウンロードする。
move file (ファイル ID) (場所 ID) (X 座標) (Y 座標)	ファイルの配置場所を移動する。
delete file (ファイル ID)	ファイルを消去する。
upload link (リンク名) (リンク URL) (場所 ID) (X 座標) (Y 座標) (有効期限) (パーミッション) (リンクの説明)	新たなリンクを配置する。
set link name (リンク ID) (リンク名)	リンク名を設定する。
set link url (リンク ID) (リンク URL)	リンクの指す URL を設定する。
set link exp (リンク ID) (有効期限)	リンクの有効期限を設定する。
set link permission (リンク ID) (パーミッション)	リンクのパーミッションを設定する。
set link info (リンク ID) (リンクの説明)	リンクに関する説明を設定する。
move link (リンク ID) (場所 ID) (X 座標) (Y 座標)	リンクの配置場所を移動する。
delete link (リンク ID)	リンクを消去する。
get map (場所 ID)	平面図を取得する。
get user information (場所 ID)	ユーザに関する情報を取得する。
get file information (場所 ID)	ファイルに関する情報を取得する。
get link information (場所 ID)	リンクに関する情報を取得する。
get all information (場所 ID)	ユーザ、ファイル、リンクに関する情報を取得する。

描画手順を改良することによって、DS の連続稼働時間は、幾分改善されている。

また、携帯電話からの利用に関しては、テンプレートを利用することによってほとんど文字入力をする必要がない点が好評だったが、ユーザの持つ機種により引用機能がない、引用符が使えない、文字数が制限を超えるなどの様々な問題が顕在化した。そのため機種ごとに送信するテンプレートを用意し、あらかじめ引用符を付与したり、文字数を削減するなどの対策を行った。

ユーザが持つ携帯電話には一度送ったメールや受信したメールをメモリに蓄積できる機能を持つ機種が多くあり、そうした機能を持つユーザは自分がよく使うコマンドごとにメールを保存しておき、状況に応じてメールを選択し、必要ならば編集して、再送信することで容易に Devora にアクセスできることが分かった。WWW を利用できる環境があっても、慣れれば電子メールを利用した方が簡易であり、遠隔地からのシス

テムのアクセス性が大幅に向上したとの感想を得た。

4. 考 察

4.1 WWW と電子メール

現在市販されているグループウェアの多くは、Web ブラウザを用いた遠隔地からのアクセスが可能であるが、現在最も普及している電子メールの送受信機能を持つ携帯電話からの利用をサポートしていない。最近ではコンパックの Bizport¹⁾ など i-mode による利用をサポートしたシステムが登場している。しかし、それらは、i-mode 以外の携帯電話では利用することができない。企業のように社員の携帯電話をすべて 1 つの機種にそろえることが可能な環境ならば、i-mode に特化したグループウェアも利用できるが、それ以外の環境では、利用が著しく制限される。一方、Devora は、電子メールを用いて簡単に様々な情報を更新・受信することが可能なシステムであり、携帯電話による利用を考慮したコマンドメールによって効率的に利用

できる。

WWWは電子メールに比べ、GUI表示が可能のため、分かりやすいという大きな利点を持つ。しかし分かりやすさと利便性は必ずしも同等ではない。Devoraの運用においても、WWWが利用可能な環境があるにもかかわらず、蓄積した電子メールを再利用して、情報の更新を行うといった利用法が見られた。このように電子メールを利用するほうが更新が手軽に行える場合も存在する。また、電子メールとWWWの課金方法の違いにより、電子メールのほうがユーザの負担が少ないという利点も存在する。

また、WWWは本質的にプル型のメディアでありユーザが能動的にアクセスしなければ、情報を得ることができない。一方、電子メールはプッシュ型のメディアであるため、ユーザの現在位置に応じて様々な情報をユーザに与えるといった利用が簡単にできる。WWWインタフェースやi-mode用インタフェースに加えて電子メールインタフェースも提供することがシステムの利便性の向上に大きく寄与するといえる。

4.2 行き先掲示システム

携帯電話が普及し、相手の場所に関係なくいつでもコミュニケーションがとれるようになって、他のメンバーの現在位置を知りたいという要求は依然として存在する。現在市販されているグループウェアの多くが行き先掲示システムを搭載している。研究面では、ユーザ位置を登録し共有するシステムとして、行き先ボード⁷⁾があげられる。これは、WWW上に公開された行き先ボードから最適な通信メディアを直接選択できるシステムである。これは、相手の所在、状況に応じて、電話や電子メールなど相手との直接の通信手段を確立することを目的としている。一方、Devoraは、基本的に訪問者へのメッセージを表示するものであり、コミュニケーションは他の携帯電話や電子メールなどのメディアに依存しており、その選択もユーザに任される。携帯電話が普及した現在、ほとんどの場面で電話か電子メールを用いてコミュニケーションを行えるため、メディアの決定は従来よりも重要度が減少していると考えている。

また、こうした位置情報を共有することに関するプライバシーの問題は、位置情報を利用するサービスにおける共通の課題⁴⁾である。ただし、Devoraが企業などある特定の組織内で利用される場合には大きな問題とならないと考えられる。また、現在のシステムではユーザ位置の登録が完全にユーザの自主性に委ねられているため、位置情報の公開に起因するプライバシー侵害にはならない。ただし、将来的にユーザ位置取得

が自動化された際には、無制限に位置情報が参照されることを防ぐために、詳細な位置取得に関してはアクセス権限を設定するなどの対策が必要になると考えている。

4.3 メッセージ伝達システム

WWW上の戸口伝言板システム⁵⁾は、個人の部屋の戸口に取り付けた伝言版で、それを通して複数のユーザが双方向に非同期のコミュニケーションを行うシステムである。マウス操作による手書き文字の書き込みが可能な共有ボードといえるが、描画データは非常に大きくモバイル環境で利用するには困難である。また、フリーハンドで描画された複数の文章は判別性に難があり、重要な情報が埋没する危険がある。一方、Devoraは、表示する情報を基本的にユーザの位置に制限することで、一覧性を高めている。特定のユーザ個人に対する情報は、ユーザが場所を指定したときに初めてポップアップウィンドウで表示される。さらに、すべての情報は電子メールを介して利用可能であり、モバイルによる遠隔地からの利用に適している。

竹内らは、WWWプロキシを利用し、ユーザの利用中のブラウザに対して強制的に情報伝達用のポップアップウィンドウを表示するシステムを開発している¹²⁾。このシステムは、やや強制力のある情報提供が可能である点が強調されているが、Devoraでもユーザが毎日職場などに来て必ずDSを操作するときに、メッセージを表示することで、強制力のある情報伝達が可能である。企業などでは、タイムカードと連携させることでさらにユーザに使用を強制することができ、効果的な情報伝達手段となる。また、Devoraのアクティブメッセージによる確認メールをブラウザ内にポップアップウィンドウで表示するなどこれらのシステムの複合的な利用も有効であると考えられる。

Rekimotoらは、ユーザが部屋、もしくは部屋内の特定の事物に情報を添付して利用することを目的とした*Augment-able Reality*⁹⁾について報告している。試作されたシステムでは、状況の認識に赤外線IDとビジュアルマーカを用いており、認識したオブジェクトにドラッグアンドドロップ操作で、様々なファイルを添付して共有することが可能である。MACHとの共通点も多く、筆者らもMACHを設計するうえで多くの影響を受けているが、*Augment-able Reality*は、情報の添付およびその利用に主眼を置いたシステムであり、MACHのように実空間におけるユーザ位置情報を用いたリアルタイムなコミュニケーションは支援していない。同様に、*SpaceTag*¹³⁾、拡張デスクトップ¹⁰⁾なども情報の添付を目的としたシステムである。

4.4 地図インタフェース

地図上にユーザ位置をマッピングする手法は Active-Badge¹⁴⁾や高齢者モニタリングシステム⁸⁾などにおいて一般的に用いられている。部屋内のユーザの位置を詳細に把握することで、たとえば、プリンタが一番近いところにいる人に印刷用紙の補給を依頼したり、ユーザの移動履歴からユーザの目的を推測し、その目的に応じた支援を行うといったより高度な機能を実現することができると考えている。

一方、地図にリンクを重ね合わせる手法は、市販の地図ソフトや、WalkNavi⁶⁾でも採用されている。しかし、これらは、GPSを位置モニタリングの手段として採用していることもあり、地図の縮尺が大きく、情報の粒度が粗いという問題がある。MACHでは、より細かな粒度の情報を提供することを目的としており、地図の縮尺も建物の平面図レベルを想定している。現状ではこのような精度でユーザの位置を自動でモニタリングすることは困難だが、複数の企業から部屋内のユーザ位置モニタリングを目的としたシステムが市販されていることから、将来的には、モニタリングが可能になると考えている。筆者らは、現在赤外線送受信機能を持つ携帯型バッジの実装を行っている。

4.5 セキュリティ

こうしたシステムにおいてセキュリティは非常に重要な問題となる。Devoraにおける通信は電子メールおよびWWWによって行われるため、両方を考慮する必要がある。しかし、このような問題は両システムにおいて古くから検討されてきたものであり、既存のシステムを用いることで、問題の多くの部分を解決可能である。

電子メールのユーザ認証にはPGPによる電子署名が利用でき、WWW上のユーザ認証にはSSLで暗号化されたパスワード認証が利用できる。また、通信内容の盗聴や改変に関しては公開鍵暗号方式による暗号化などが有効である。Devoraにおいてもこうした技術を利用することでセキュリティに関する問題を回避できると考えられる。

しかし、位置情報の更新などのパケットが暗号化されたとしても、パケットがある場所とある場所を頻繁に行き来していることが第三者に知られると、その情報を基にユーザの行動を推測される可能性も考えられる。そのような場合には、ダミーパケットをランダムに生成して配送する機能が有効である。こうしたセキュリティ保護機能は今後の実装に反映していく予定である。

4.6 スケーラビリティ

今回運用したシステムにおける、ユーザの位置管理にかかるサーバの処理コストは無視できる程度であるため、仮にサーバが管理するユーザやエリアの数が増加したとしても、WWWや電子メールのサーバの処理能力を超えない限り、問題なく適用可能であると考えられる。一般的なWWWおよび電子メールサーバは、一般的なグループウェアが想定するユーザを処理するのに十分な処理能力を備えている。

ただし、処理能力が十分でも、現行の実装のままでは大規模環境に適用することは困難で、今回の運用規模、すなわちユーザ数、数十人程度が限界と考えられる。たとえば、ユーザ数が増加すれば、DSですべてのユーザを一覧表示することは困難になり、携帯電話でユーザの位置情報を得ようにもメールの文字数制限を超えてしまう可能性がある。その際には、ユーザやその位置に応じてDSの表示やメールの内容を変化させるなどの工夫が必要になる。

また、実際の運用時に多数のユーザが皆で食事に出かける場合など、DSの前で列を作る光景が見られた。このような一斉移動時には特にDSにおける入力に手間がかかるため、大規模環境において運用する際には、ユーザ位置の自動登録の必要性が増すものと考えられる。

5. まとめ

本稿では、ユーザの位置情報を登録可能な端末を配置することで、位置情報を収集管理し、ユーザのコミュニケーションを支援するシステムDevoraの設計と実装について述べた。Devoraの特徴として電子メールを用いてすべての情報を利用することが可能であり、広く普及している携帯電話のユーザも遠隔地から容易に利用できる点があげられる。

Devoraの利用により、他のユーザの所在を的確に把握することができ、またユーザの所在に応じたメッセージを表示させることで、より柔軟なコミュニケーションが可能となった。今後の課題としては、DSのインタフェースの改良と運用評価があげられる。

謝辞 末筆ながら、本研究を進めるにあたって、西尾研究室の諸氏には有益なコメントを多数いただいた。ここに衷心より感謝の意を表す。また、NTTコミュニケーション科学基礎研究所の柳沢豊氏には、研究全般にわたり有益なご助言をいただいた。謹んで感謝の意を表す。なお、本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」(プロジェ

クト番号 : JSPS-RFTF97P00501) によっている .

参 考 文 献

- 1) Bizport: <http://www.compaq.co.jp/solution/package/bizport/index.html>.
- 2) どこ Navi: <http://www.nttdocomo.co.jp/products/service/keitai/guide/service/doconavi.html>.
- 3) i mode: <http://www.nttdocomo.co.jp/i/>.
- 4) Koshima, H. and Hoshen, J.: Personal locator services emerge, *IEEE SPECTRUM*, pp.41-48 (2000).
- 5) 村山優子, 中本泰然: WWW 上の戸口伝言板の実現, 情報処理学会 DICOMO'99 論文集, pp.339-344 (1999).
- 6) 長尾 確, 厩本純一, 伊藤純一郎, 早川由紀, 八木正紀, 安村通晃: ウォークナビ: ロケーションウェアなインタラクティブ情報案内システム, インタラクティブシステムとソフトウェア III, pp.39-48, 近代科学社 (1995).
- 7) 中山良幸, 野中尚道, 星 徹: WWW 上に公開された“行き先ボード”から最適な通信メディアを直接選択できるコンタクト支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2811-2819 (1998).
- 8) 太田 茂: 高齢者のためのモニタリングシステム, 情報処理, Vol.41, No.6, pp.639-643 (2000).
- 9) Rekimoto, J., Ayatsuka, Y. and Hayashi, K.: Augment-able Reality: Situated Communication through Physical and Digital Spaces, *Proc. International Symposium on Wearable Computing (ISWC'98)*, Pittsburgh (1998).
- 10) 坂根 裕, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 拡張デスクトップ環境における実空間アイコンの記述方法について, 第 2 回プログラミングや応用のシステムに関するワークショップ (SPA'99) 論文集, 日本ソフトウェア科学会オブジェクト指向コンピューティング研究会 (1999).
- 11) 椎尾一郎, 早川 達: モノに情報を貼りつける—RFID タグとその応用, 情報処理, Vol.40, No.8, pp.846-850 (1999).
- 12) 竹内 格, 森保健治: イントラネット向け情報提示システムに関する検討, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.1, pp.168-174 (1999).
- 13) Tarumi, H., Morishita, K., Nakao, M. and Kambayashi, Y.: SpaceTag: An Overlaid Virtual System and its Applications, *Proc. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS'99)*, pp.207-212 (1999).
- 14) Want, R., Hopper, A., Falcao, V. and Gibbons, J.: The Active Badge Location System, *ACM Trans. Information Systems*, Vol.10, No.1, pp.91-102 (1992).
- 15) Web, J. and Lanz, C.: Designing a Positioning

System for Finding Things and People Indoors, *IEEE SPECTRUM*, pp.71-78 (1998).

(平成 12 年 5 月 1 日受付)

(平成 12 年 10 月 6 日採録)



上田 宏高 (学生会員)

1997 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業 . 1998 年同大学院大学院工学研究科情報システム工学専攻博士前期課程修了 . 現在, 同後期課程在籍 . 科学全般に広範な興味を持つが,

特に宇宙開発, 遺伝子工学に注目している . 現在の研究テーマは, ウェアラブルコンピューティング, 拡張現実感等 .



WANG Wooi Ghee

1974 年生, 2000 年大阪大学工学部電子情報エネルギー工学科卒業 . 現在, 同大学院大学院工学研究科博士前期課程在学中 . ウェアラブルコンピューティング, モバイルコンピューティング, アドホックネットワーキングに興味を持つ .



塚本 昌彦 (正会員)

1987 年京都大学工学部数理工学科卒業 . 1989 年同大学院大学院工学研究科修士課程修了 . 同年, シャープ (株) 入社 . 1995 年大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻講師, 1996 年より, 同大学院工学研究科情報システム工学専攻助教授, 現在に至る . 工学博士 . 時空間データベースおよびウェアラブルコンピューティングに興味を持つ . ACM, IEEE 等 7 学会の会員 .



西尾章治郎 (正会員)

1975年京都大学工学部数理工学科卒業。1980年同大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。京都大学工学部助手，大阪大学基礎工学部および情報処理教育センター助教授

を経て，1992年より大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻教授となり，現在に至る。2000年より大阪大学サイバーメディアセンター長を併任。この間，カナダ・ウォータールー大学，ビクトリア大学客員。データベース，知識ベース，マルチメディアシステム，分散システムの研究に従事。現在，ACM Trans. on the Internet Technology, Data & Knowledge Engineering, Data Mining and Knowledge Discovery, The VLDB Journal 等の論文誌編集委員。ACM, IEEE 等 8 学会の会員。
