GDA：複数の無線通信方式が利用可能で画面共有できるPDA

野田敬寛　　吉野　孝　　宗森　純

複数台の携帯情報端末（PDA）を用いて，お互いに同じ画面を共有して作業ができるとともに，それらを組み合わせることで画面の大型化が可能なGDA(Group Digital Assistant)を開発した．GDAは複数の無線通信方式を利用して組み合わせを可能にしたシステムである．これまでに，TCP / IPをベースとした無線LAN，PHSを利用したシステムを開発してきたが，GDAの主な利用シーンがアドホックネットワーク環境であることから，今回，Bluetoothも利用可能なシステムを開発した．本報告では，新たに開発したGDAの機能とその実現方法を述べる．

GDA: Group Digital Assistant that can use two or more radio communication methods and can use a shared screen.

Takahiro Noda, Takashi Yoshino and Jun Munemori

We have developed GDA(Group Digital Assistant), which can combine the screens of some PDAs and can share each user screen. The GDA is combined using some radio communication methods. We had developed GDA using a TCP / IP based wireless LAN and PHS data communication. We developed GDA which can use Bluetooth, because the use scene of GDA is mainly ad-hoc network environment. In this paper, we described the development of the GDA.

１．はじめに

PDA（Personal Digital Assistant, 携帯情報端末）は，その名の通り，スケジュール管理，アドレス帳といった個人の情報管理を主な目的として利用されてきた．近年PDAの急速な普及とネットワーク接続サービスの充実により，PDAの利用目的は多様化してきた．しかし，多くの場合は，Webブラウザや展示会の表示システムなど，PDA単体で使うか，もしくは一方向の非リアルタイムの情報を扱っているものが大部分である[1], [2]．

モバイルコンピューティングではその大きさや重さが重要なパラメータとなる．持ち運ぶときは小さくて軽いほど便利であるが，報告書を書いたりする本格的な仕事をしなければならないときに，現在のPDAの小さい画面は，ノートパソコンの画面の大きさに比べて決定的に不利である．また，PDAを用いて複数の人間による協調作業を行うためには，小さな画面を複数の人間がのぞき込まなくてはならなくなる．そのような状況での協調作業はほぼ困難である．しかし，ノートパソコンの大きさになると常に携帯するのは難しい．そこで，PDAのように持ち運びが簡単で，複数の人間による協調作業が可能な大型画面を持つ機器が必要であると考えられる．さらに，複数の人間によって行われる協調作業に注目すると，大型の画面を利用できるだけではなく，各個人がPDAの画面を共有しながら作業

和歌山大学システム工学部デザイン情報学科
Department of Design and Information Sciences,
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

を行うことのできる画面共有も必要であると考えられる．

また，近年のネットワーク接続サービスの目覚ましい成長に伴い，移動先での無線通信手段も，携帯電話やPHSのみならず，ホットスポット（無線LANのアクセスポイント）において無線LANを使うなど，充実してきている．そのような中で，ネットワークサービスを利用するユーザは，これらの通信手段を選んで使えるようになった．そこで，PDAを用いた協調作業を行うためには，通信手段を柔軟に切り替えて使うことができなければならない．

そこで，PDAを用いた協調作業を支援するための基盤として，複数台のPDAを組み合わせる画面の大型化や画面共有が可能なGDA(Group Digital Assistant)[3]を開発した．本報告で提案するGDAの機能により，PDAは単なる個人的に利用される機器から，本格的な仕事や移動先で協調作業を実施可能な新しい機器となりうる．本報告では，GDAの機能とその実現方法とについて述べる．

２．GDA (Group Digital Assistant)

２．１　GDAとは

GDAは従来のPDAのようにスケジュール管理やアドレス帳として使うだけではなく，複数台のPDAを組み合わせ，画面を大型化，または共有することで複数の人間による協調作業をいつでもどこでも支援していくものである．

２．２　発想支援システムにおけるGDAの利用

これまでに，PDAを組み合わせることで画面の大型化を実現したGDAを開発してきた．そしてそれを発想支援システムに適用し，その評価を行ってきた[4]．発想支援システムに適用したGDAは，無線通信（無線LANとPHS）を用いて2台のPDA間でデータを交換することで，それらの画面を１台の画面のように扱い，画面の大型化を実現している．この画面を組み合わせることが可能なGDA上で衆知を集める発想法として著名なＫＪ法を行い，

図１　ＫＪ法実施中の画面

ＫＪ法の意見出しと島作成の段階を行った．ＫＪ法実施中のGDAの画面を図１に示す．

この適用実験では，PDAを組み合わせた大型の画面を利用することに対して，比較的良い評価が得られた．しかし，画面を大型化するだけではなく，画面共有を使った作業も必要だという意見があった．

２．３　無線通信の利用

PDAを組み合わせる方法として，無線LAN，PHSデータ通信，Bluetoothなどの無線通信を利用する．無線通信を用いてデータを交換することで，ハードウェアに依存した組み合わせではなく，ソフトウェア上での組み合わせが実現できるため，GDAを構成するPDAの増減や配置を柔軟に変えることが可能となる．

これらの通信方法にはそれぞれ特徴がある．PHSは利用可能な地域が広く，ほとんど，どこにいてもネットワークへの接続が可能である．しかし，その反面，無線LANやBluetoothに比べると通信速度が遅い．逆に，無線LANやBluetoothは利用可能な地域が限られている．

通信状況はユーザの行動と共に変わる．ユーザの通信の状況に対応できるようにGDAはさまざまな通信方法をサポートしている必要がある．

３．GDAの開発

３．１　設計方針

設計方針を下記に示す．

（１）画面結合と画面共有とを用いた協調作業支援

（２）Bluetoothを用いた通信

理由

（１）PCの画面と比べて小さいPDAの画面を大きく使うために画面スクロールなどの機能を利用することもあるが，場合によっては画面の一覧性を必要とすることもある．スクロール機能だと描画領域は広くなるが，表示画面の大きさが変わるわけではない．つまり，一度に表示できる情報の量は変わらない．図2に示すように，画面をスクロールしたことで左上の文字が表示画面に入らなくなってしまっている．このため，必要なときに画面結合（複数台のPDAを並べ，それらの画面を１台の画面のように扱うことのできる状態）でき，画面を大型化できる必要がある．

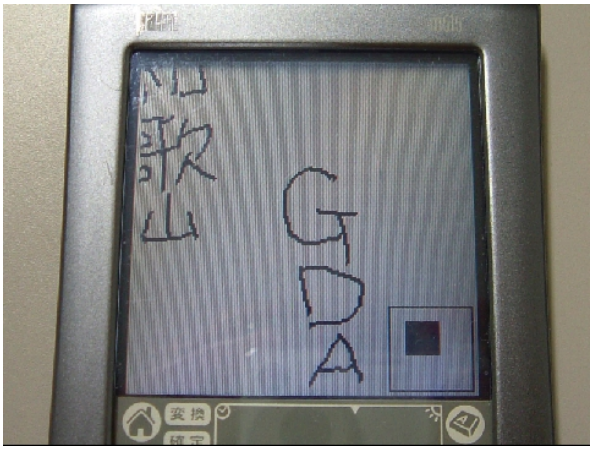

図２　スクロールを使った画面例

また，一台のPDAの画面を複数の人間が見ようとすると，みんながのぞき込むようにして見なくてはならない．そのような状態での協調作業はほぼ不可能である．そこで，画面結合で画面を大型化するだけではなく，画面共有も必要だと考えた．携帯端末の画面共有に関する研究は，PDAだけではなく，携帯電話などでも多く行われている[5]．そこで，画面結合，画面共有の両方をユーザの利用シーンに合わせて柔軟に使い分けられるようにすることを考えた．

（２）これまでのGDAの開発では，TCP/IPをベースとした無線LANとPHSデータ通信とを利用してきた．また，それぞれの通信方法での動作も確認してきた．

GDAの主な利用シーンは遠隔地間の協調作業ではなく，対面型の協調作業である．この場合は，アドホックネットワーク環境を構築して通信を行う方が良いと考えられる．この

ことからアドホックネットワークを容易に構築できる Bluetooth を利用する．

３．２　システム構成

GDAは無線通信の機能を備えたPDA，または無線通信の機能を拡張できるPDAと，それを制御する Palm 用のソフトウェアから構成されている．

GDA を構成する PDA として Palm m515 (Palm)，Palm m515 用の Bluetooth モジュール(Palm Bluetooth Card, Palm)とを用いる．

ソフトウェアの開発は，CodeWarrior for Palm OS Platform 日本語バージョン 8 (Metrowerks)を用いて Macintosh 上で開発された．C 言語でプログラミングされており，約 2,500 行のプログラムである．

３．３　画面共有と画面結合

PDAを用いた複数の人間による協調作業を支援するために，画面共有と画面結合とを実現した．それぞれの機能について述べる．また，単体で画面を広く利用できる画面スクロールの機能について先に述べる．

（１）画面スクロール

PC の画面や PDA の画面を物理的な表示画面よりも広い描画領域を使うための機能として従来から画面スクロールが使われてきた．画面スクロールは,仮想的な描画領域を作り，それを一部分ずつ表示画面にコピーすることで，大きな画面が用意されているように見せる機能である．Palm m515 には，160 x 160 ドットの表示画面がある.標準の描画領域は，この表示画面のサイズに合わせた 160 x 160 ドットである.今回の開発では320 x 320ドットの描画領域を使えるようにした．しかし，表示画面は 160 x 160 ドットなので一度に表示できる範囲は狭く一覧性に欠ける．

（２）画面共有

GDAでは，複数のユーザがお互いに同じ画面を表示させて作業を行うことができる．図３に画面共有の様子を示す．

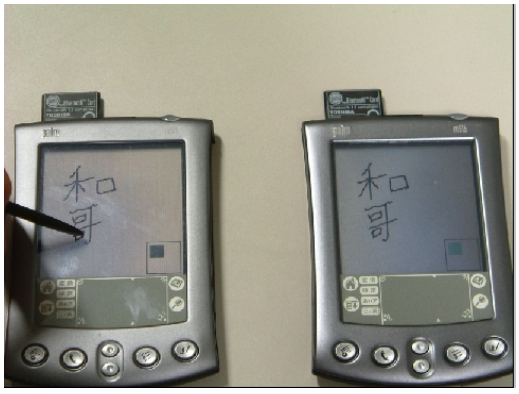

図３　画面共有の例

GDA を構成する各 PDA も画面スクロール機能があり320 x 320ドットの描画領域と160 x 160ドットの表示画面がある.このとき一方のユーザが表示している領域と同じ領域に，もう一方のユーザが書き込んでいるとは限らない．つまり，お互いに 320 x 320 ドットの描画領域の中で違う領域を表示している可能性がある．このように，お互いに同じ画面を表示させて作業をするのか，またはお互いに違う画面を表示したまま作業を行い，その後で自分の書いた領域を見るように相手に指示するのかといった２通りの使い方が考えられる.この使い方の選択はGDAの利用シーンに依存するため，その両方に対応できる同期，

（１）　同期スクロール

（２）　非同期スクロール

図４　同期，非同期スクロール

図５　画面結合の例

非同期スクロール機能を開発した．同期，非同期スクロールの様子を図４に示す．

同期スクロールでは，画面共有の状態で相手の画面を自分の画面に同期させて動かすことができる．図4の(1)の左側のPDAの画面をスクロールすると右側のPDAの画面もそれに合わせて変化している．

非同期スクロールでは，自分の画面をどのようにスクロールしたとしても，相手の画面の表示内容は変わらない．図４の(2)の左側のPDAの画面をスクロールしても，右側のPDAの画面は何も変わっていない．

（３）画面結合

複数のPDAの画面を１つの画面のようにして扱うことができる．画面結合の例とGDAの構成を図５に示す．図５では画面中の文字が２画面にまたがって表示されている．２台分の画面を使うことで今まで 160 x 160 ドットだった表示画面が 320 x 160 となり，２倍の情報を一度に表示することが可能である．

３．４　GDA の実現方法

GDA は下記の方法で実現している．

（１）全ての PDA が同一データを保持

GDAを構成しているPDAのうち，どれか１つに対して何かを書いた際，その描画命令を

オフスクリーン全体のどの部分を表示しているかが分かる

図６　ナビゲーション

GDAを構成する全てのPDAに送信する．結果として全てのPDAは，オフスクリーンに同一の画像データを保持することになる．描画命令と共にオフスクリーン上の座標データを送信し，全てのPDAがそのデータを受信してオフスクリーンへ書き込む．これによって，全てのPDAのオフスクリーンで同じものができあがる．

（２）指定したオフスクリーンの位置を描画

画面のスクロールは画面右下のナビゲーションを動かして行う．オフスクリーン全体のどの部分を表示しているかをナビゲーションが表している．ナビゲーションを図６に示す．

（1）の方法で全ての PDA で同じオフスク

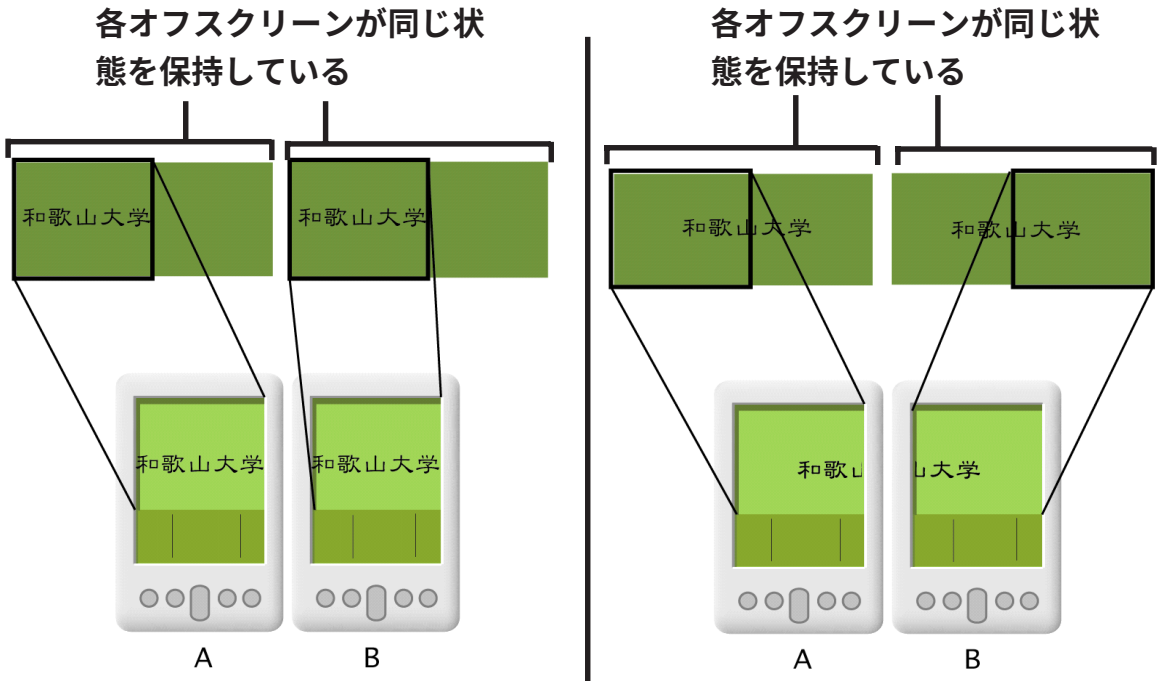

図７　GDA の画面共有，画面結合の実現方法

リーンの状態になっているので，画面共有，画面結合の用途に合わせてナビゲーションを動かし，表示領域の指定を行う．指定したオフスクリーンの領域を表示画面に描画する．

GDA の実現方法のイメージを図７に示す．まず，全てのPDAのオフスクリーンが同じ状態になっている．ナビゲーションによってオフスクリーンの中で表示したい領域を指定する．画面共有のときは，図７の(1)のようにお互いに同じ領域を指定し，画面結合のときは図７の(2)のようにお互いが並ぶように表示領域を指定する．

また，今回開発した GDA では，0.4 秒程度の通信遅延がある．

４．おわりに

本稿では画面共有，画面結合が可能な携帯情報端末GDAを提案し，TCP / IP とは異なる通信プロトコルである Bluetooth を考慮した組み合わせが可能なシステムを開発した．今後，Bluetoothや無線LANなどを活かしたアドホックネットワーク環境での GDA の適用実験を検討している．

参考文献

[1] 角 康之，江谷 為之，Sidney Fels, Nicolas Simonet, 小林 薫， 間瀬 健二：C-MAP: Context-awareな展示ガイドシステムの試作, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2866-2878(1998).

[2] Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Jason Hong, Sue Long, Rob Kooper, Mike Pinkerton: Cyberguide: a mobile context-aware tour guide, Wireless Networks, Vol. 3, No. 5, pp. 421-433 (1997).

[3] 宗森　純，佐渡山 安彦，森脇 裕之，北村 元成，吉野　孝，後藤 富雄：PDA から GDA へ，情報処理学会研究報告，2000-GW-36，pp.13-18(2000).

[4] 野田 敬寛，吉野　孝，宗森 純：GDA: 無線通信を用いた組み合わせが可能な携帯情報端末，情報処理学会 DICOMO2002 シンポジウム，pp.499-502(2002).

[5] 太田 雅敏，吉滝 幸代，川口 明彦，石原　進，水野 忠則：Java搭載携帯電話における同期式共有ホワイトボード，情報処理学会第 64 回（平成 14 年）全国大会，pp.437-440(2002).