

GDA : 画面結合と共有が可能なPDA

野田 敬寛[†], 吉野 孝[‡], 宗森 純[‡]

複数台のPDAの画面を組み合わせて画面を大型化する画面結合や画面共有が可能なGDAを開発した。その有効性を検証するためにGDA上で動作するKJ法支援アプリケーションを開発し、KJ法に適用した。その結果、画面結合は、空間的に広い作業領域を必要とする作業で利用され、画面共有は、2人が相談しながら、1人は操作を行い、もう1人はその作業の様子を見ながら指示を与えるような作業で利用された。また、画面結合と画面共有は協調作業の中で、さまざまなタスクに合わせて頻繁に切り替えながら利用されることが分かった。

GDA: Group Digital Assistant that Can Use a Combined or Shared Screen

Takahiro Noda[†], Takashi Yoshino[‡], Jun Munemori[‡]

We have developed a GDA which can combine and share the screens of PDAs. We experimented in cooperative work using KJ method support application that operates on GDA. We found the followings from the results of the experiments. Users used combined screen of PDAs for large workspace effectively. Users used shared screen of PDAs when one of two persons mainly operated a PDA and the other advised an operating person. Users changed a combined screen and a shared screen at a cooperative work frequently.

1. はじめに

近年、高性能で携帯性に優れた携帯情報端末(以下、PDA)の普及と無線ネットワーク技術の普及に伴い、ユーザがPDAを用いて双方向通信を行える環境が整いつつある。このような環境を協調作業に用いる試みがいくつか行われているが[1],[2]、その多くは特定の場所のみで利用可能であり、常にPCやプロジェクタなどの計算機を必要とする。現在、モバイル機器の携帯性を活かしつつ、任意の場所での協調作業を支援する試みはあまり行われていない。

モバイルコンピューティングでは、その機器の大きさや重さが重要なパラメータとなる。持ち運ぶときには小さく、軽いほど便利であるが、それに伴って画面も小さくなり、協調作業を行うのは困難である。任意の場所での協調作業を支援する

ことを考えると、PDAの携帯性を活かしながら、PDAの小さな画面を効率よく利用できる仕組みが必要である。計算機の作業領域を効率良く利用する方法として、PCのマルチモニタによる作業領域の拡張が効果的だと報告されている[3]。また、分散環境においては、画面共有が広く利用されている[4]。したがって、このPDAの携帯性を活かしつつ、画面の大型化や画面の共有によって作業領域を効率良く利用することができれば、任意の場所での協調作業を効果的に支援できる可能性がある。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の画面を組み合わせる画面の大型化や画面の共有が可能なGDA(Group Digital Assistant)を開発した[5]。

今回、GDAの有効性を検証するためのアプリケーションとして、日本の代表的な発想法の1つであるKJ法^{*1}[6]を支援するアプリケーションを開発し、適用実験を行ったので、その効果について報告する。

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科

Graduate School of Systems Engineering,
Wakayama University

[‡] 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

*1 KJ法は、株式会社川喜田研究所の登録商標である。

2. GDA (Group Digital Assistant)

2.1 GDA

GDAは、複数台のPDAの画面を用い、画面の大型化（以下、画面結合）や画面共有によってPDAの小さな画面を効率よく利用し、無線通信により任意の場所での協調作業を支援するシステムである。任意の場所で任意の人間が計算機を持って集まることで作業環境を構築し、協調作業のためのシステムとして使用することを想定している。

2.2 支援対象

本報告において、GDAが支援の対象とする協調作業は、川喜田二郎が考案した衆知を集める発想法として有名なKJ法[6]である。

KJ法では、島作成を行うときにはアイディアを配置するために比較的広い作業領域が必要であり、配置した結果を一覧できることが望ましい。また、文章化において各参加者は、お互いに同じ文章内容を見て、作業する可能性が高い。つまりKJ法には、比較的大きな作業領域を確保できる画面結合や、各参加者が同じ内容を見ながら作業できる画面共有といったGDAの機能を必要とするタスクが含まれている。このことから、KJ法は、GDAの有効性を検証するための協調作業として適していると考えられる。

2.3 GDAの実装

画面結合と画面共有は、GDAを構成する各PDAが同一データを保持するために仮想の描画領域（以下、オフスクリーン）をそれぞれの

PDAが用意して利用することで実現している。本システムでは、オフスクリーンの大きさを、使用するPDA（CLIE, ソニー）の表示画面の4倍の大きさである640×640ドットとしている。ユーザが、GDAを構成しているPDAに対して何らかの操作を行ったとき、その操作命令はGDAを構成する他のPDAに無線通信によって送信され、全てのPDAのオフスクリーンで同じ作業の内容を再現する。GDAでは無線LAN（PEGA-WL100, ソニー）、Bluetooth（PEGA-MSB1, ソニー）、PHSデータ通信（AirHTM, NEC）が無線通信として利用できる。このようにして全てのPDAのオフスクリーン上で同じ内容を保持し、各PDAはオフスクリーンの一部分を選択して表示する。表示モードは画面結合、画面共有、個別表示の3つがあるが、オフスクリーンの内容は全てのPDAで同じである。図1にオフスクリーンと表示画面との関係を示す。

2.4 GDAの表示モード

本システムでは画面の結合と共有の切り替えを柔軟にするために図2に示すGUI（Graphical User Interface）を実装した。図2（a）の外枠はオフスクリーン全体の領域を表しており、中央部の2つの矩形はそれぞれ、自分のPDAと通信相手のPDAが表示している画面の領域を表している。画面のスクロール及び画面結合、画面共有の切り替え操作は全て、この矩形部分を実行することで行える。図2に示す各々のポップアップも矩形部分でペンを0.7秒以上停止することで表示される。GDAの表示モードを下記に示す。

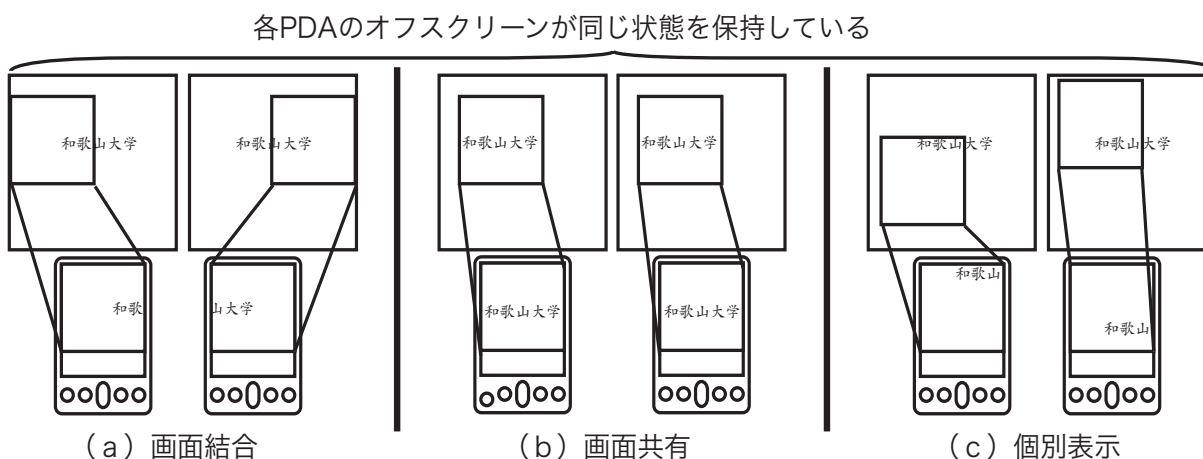


図1 GDAのオフスクリーンと表示画面の関係

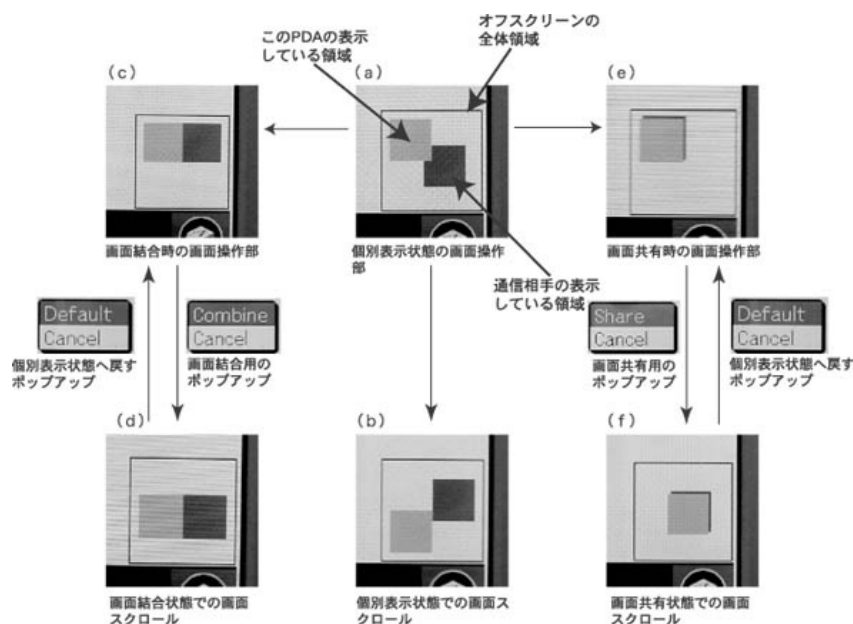


図2 画面状態の変更手順

(1) 個別表示

個別表示は、オフスクリーン領域の一部分をスクロールしながら表示する機能である(図2(a), (b))。個別表示では、自分のPDAの表示領域のみスクロール可能であり、その他のPDAには画面のスクロールが反映されない。

(2) 画面結合

画面結合はPDAを並べた状態で行い、一方のPDAが縦に画面をスクロールすると、もう一方のPDAの画面も自分のPDAの表示領域と同期して画面をスクロールさせることができる。このとき、図2(d)の矩形部分で示しているように、通信相手は自分の表示している画面の隣の領域を表示している。

(3) 画面共有

画面共有では、一方のPDAが画面操作部を動かして画面をスクロールすると、もう一方のPDAでも、図2(f)の矩形部分が示しているように、同期して同じ領域を表示する。

2.5 KJ法支援アプリケーション

KJ法支援アプリケーション(図3)は下記の機能によって、KJ法を支援する。

(1) アイディア出し

アイディア出し機能は、思いついたアイディアを出していく機能である。アイディアを入力するラ

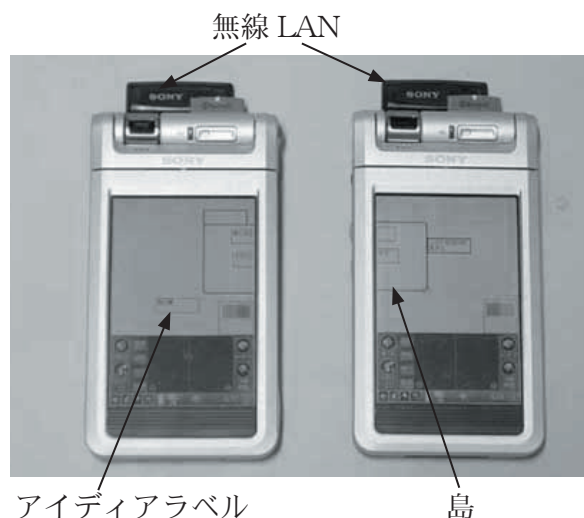


図3 GDAの画面例

ベルは、PDAの画面をペンで1回叩くと表示され、ラベルを2回叩くとアイディアの入力欄が表示され、アイディアを入力できる。

(2) 島作成

島作成機能は、アイディア出し機能によって出された複数のアイディアラベルを島と呼ばれるオブジェクトによってまとめる機能である。

(3) 文章化

文章化機能は、全ての島名を利用して文章をまとめる機能である。文章化を始めると、自動的に全ての島名をつなぎ合わせて、一つの文章として表示し、作成された文章をもとに参加者は相談しながら、最終的に全てをまとめた文章を作成する。

(4) 操作権

上記の各機能において、自分が操作している途中に他の参加者にデータを修正、消去をされないようにデータを保護するための操作権が存在する。アイデア出しと島作成ではオブジェクト毎に操作権が存在する。文章化では操作権を取得した者だけが、文章の修正が可能となる。

(5) 共有カーソル

共有カーソルは、アイデア出しから文章化までの全ての段階で、アイデアラベルなどのオブジェクトが無い場所でペンを動かすことで同期して表示される。

これらの機能で使う、アイデアラベルや島などのオブジェクトはペンの操作によって自由に動かすことができる。また、KJ法のどの段階でも、GDAの画面結合、画面共有、個別表示の表示モードを選んで利用できる。

3. 適用実験

KJ法支援アプリケーションを用いて、KJ法を行った。実験では無線LANを用いて通信した。実験に参加したのは和歌山大学システム工学部の学部3年生、学部4年生と大学院システム工学専攻の修士1年生、修士2年生である。参加者は、紙面上で行うKJ法およびPC上で動作するKJ法支援システムGUNGEN[7]を用いてKJ法を行った経験がある。また、全員が一度はPDAを操作した経験がある。

14人の学生を2人1組のグループに分けて、7回実験を行った。作業者は同一室内で隣接して座り、会話をしながら作業を行う(図4)。作業者には、画面結合や画面共有の機能を自由に選んで作業を行ってもらった。画面結合と画面共有とを利用せず、個別表示のみで作業を行っても良いものとした。ただし、KJ法の各段階で最低1回は画面結合と画面共有の両方の機能を使うように指示した。また、実験中の様子はビデオに録画し、どのような作業内容に対して画面結合、画面共有を使うのかを調査した。

4. 結果と考察

実験に参加してもらった14名の学生に5段階



図4 GDAを用いたKJ法実の様子

評価によるアンケートと記述式アンケートとを行った。また、実験中の様子を録画したビデオを観察することで、各グループが利用した機能の使用状況を確認した。

作業の様子を分析するためにKJ法の各段階の作業を、各グループの作業の進行をもとにさらに細かいタスクに分けた。

(1) アイデア出しは、各個人でアイデアを出し、入力する「アイデアの入力」、ほぼ全てのアイデアを出し終わってから全体的にアイデアを再配置する「アイデアの再配置」、全てのアイデアの内容を確認する「アイデアの確認」の3種にタスクに分けた。

(2) 島作成は、アイデアを島に分けていく「島分け」、ほぼ全ての島を作り終えた後で島を再配置する「島の再配置」、各島の名前を付ける「島名付け」、全ての島の内容や島に含めていないアイデアなどを確認する「島の確認」の4種にタスクに分けた。

(3) 文章化は、島名をつなぎ合わせただけの文を並び替え、話の順番を決める「文の並び替え」、実際に文章を完成させていく「文章作成」の2種にタスクに分けた。

表1は、各グループが各タスクを行うのに、主に利用した表示モードを示している。表中のA, B, C, D, E, F, Gはグループの名前であり、各タスクで利用した表示モードにグループの名前が記入されている。また、5段階評価によるアンケートを表2に、記述式アンケートの結果を表3に示す。表4に各グループが画面結合と画面共有を選択した回数を示す。表中の数値は、KJ法の各段階で画面結合と画面共有を選択した回数を示している。

表1 画面結合と画面共有の使用状況

		タスク	画面結合	画面共有	個別表示
KJ法の各段階	アイデア出し	アイデアの入力	-	-	A, B, C, D, E, F, G
		アイデアの再配置	C, F	-	A, B, D, E, G
		アイデアの確認	A, C, E, G	D, E	B, F
	島作成	島分け	A, C, E, F	-	B, D, G
		島の再配置	A, C, E, F, G	F	B, D
		島名付け	A, E	-	B, C, D, F, G
		島の確認	A, D, E, F, G	B, D	C
	文章化	文の並べ替え	G	A, B, C, D, E, F	-
		文章作成	G	A, B, C, D, E, F	-

*表中のA, B, C, D, E, F, Gは各作業グループを表している。

*表中の-は全く利用されなかったことを表している。

4.1 画面結合の使用状況

島作成の段階で、「島分け」「島の再配置」「島の確認」で多くのグループが画面結合を利用している。「島分け」「島の再配置」では画面を大型化し、多くのアイデアを一覧できた方が効率的だと判断したためと思われる。ただし、「島名付け」ではいくつかのグループが個別表示を利用し、分担して作業していた。しかし、「島名付け」を分担して行ったグループも、「島の確認」では、画面結合を利用している。

アイデア出しにおいても、「アイデアの再配置」や「アイデアの確認」で比較的多くのグループが画面結合を利用している。これも島作成と同様に、一覧性や広い作業領域の確保のために利用したと考えられる。

文章化では、画面結合を利用すると、文章が2つの画面に分割されて読みにくくなり、ほとんど利用されなかったと考えられる。文章やオブジェクトが2つの画面をまたがって表示されている状態で作業することが一般的にも好まれないことは、マルチモニタに関する研究報告[3]と同様の結果である。

これらのことから、画面結合は、広い作業領域や一覧性を確保する必要があるタスクにおいて利用されることが分かった。表2(3)、表3(3)からも画面結合が島作成において有効だったことがわかる。

4.2 画面共有の使用状況

画面共有は、文章化で多くのグループが利用した。文章化は、通常1人で入力を行う。また、文

表2 5段階評価の結果

質問	平均
(1) アイデア出しでは画面結合は有効だったか?	3.7
(2) アイデア出しでは画面共有は有効だったか?	3.1
(3) 島作成では画面結合は有効だったか?	4.3
(4) 島作成では画面共有は有効だったか?	3.2
(5) 文章化では画面結合は有効だったか?	2.4
(6) 文章化では画面共有は有効だったか?	4.0
(7) 画面結合、画面共有の切り替えは簡単だったか?	4.2

章化では操作権によって、1人が入力し、もう1人は共有カーソルや口頭で指示をしながらその作業をサポートすることになる。このように、2人で相談しながら、1人は操作を行い、もう1人はその作業の様子を見ながら指示を与えるタスクにおいて、多くのグループが画面共有を利用し、互いに同じ文章を見ながら作業を進めると効率が良いと判断したと思われる。

アイデア出しや島作成においても、「アイデアの確認」と「島の確認」で、2つのグループが画面共有を利用していた。これらのタスクにおいても、2人で相談しながら、主に1人が画面の操作やその他のオブジェクトの操作を行い、もう1人がその作業の様子を見ながら指示しており、2人同時に操作することは無かった。

このことから、画面共有は、文章化のように同時に2人で操作を行えないタスクや、相談しな

表3 記述式アンケートの結果

(1) アイディア出しで画面結合は有効か？	・個人作業なのでほとんど使わない。
(2) アイディア出しで画面共有は有効か？	・個人作業なのでほとんど使わない。
(3) 島作成で画面結合は有効か？	・一覧できるので有効。 ・アイディアを離れた所に移動するのに便利。
(4) 島作成で画面共有は有効か？	・同じアイディアを見ながら相談できる。 ・一覧性がなくなるので使えない。
(5) 文章化で画面結合は有効か？	・一度に全文を見ることができるので有効。 ・文章が分割されて見にくくなるので使えない。
(6) 文章化で画面共有は有効か？	・1人が入力し、もう1人が指示するので時間短縮になる。
(7) 共有ポインタは利用したか？	・文章化のとき修正を指示するのに利用した。
(8) GDA にどのような機能が必要か？	・コミュニケーションをとる機能。 ・相手が何をしているのか分かる機能。
(9) 実験の感想	・軽く KJ 法を行うには十分使える。

表4 各グループの表示モードの選択回数

		A	B	C	D	E	F	G
アイディア出し	共有	1	2	1	1	3	1	1
	結合	2	1	1	3	1	1	1
島作成	共有	1	2	2	1	2	1	1
	結合	2	1	3	3	3	1	2
文章化	共有	1	2	1	1	2	1	1
	結合	1	1	1	1	1	2	1

がら、1人が操作を行い、もう1人がその作業の様子を見ながら指示を与えるようなタスクで利用されていることが分かった。表2(6)、表3(6)からも画面共有は文章化において有効だったことが分かる。

5. おわりに

画面結合と画面共有が可能な GDA を開発し、GDA 上で動作する KJ 法支援アプリケーションを開発した。このアプリケーションを用いて適用実験を行った結果以下のことが分かった。

(1) 画面結合は、KJ 法の島作成のような空間的に広い作業領域を必要とする作業で利用され、画面共有は、KJ 法の文章化のように、2人が相

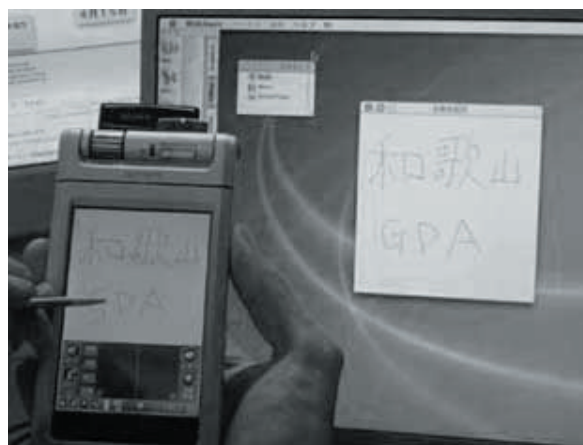


図5 PC と GDA を組み合わせた画面例
談しながら、1人は操作を行い、もう1人はその作業の様子を見ながら指示を与えるような作業で利用される。

(2) 画面結合と画面共有は1つの協調作業の中で、さまざまなタスクに合わせて切り替えながら利用される(表4)。

今後、さまざまなタイプのアプリケーションに対して GDA の適用を試みていくとともに、PDA を用いて PC を利用した協調作業を支援する試みも検討する予定である(図5)。

参考文献

- [1] B. Myers, H. Stiel, and R. Gargiulo.: Collaboratio n Using Multiple PDAs Connected a PC, Proc. of ACM CSCW'98, pp.285-294 (1998).
- [2] B. Johanson, G. Hutchins, T. Winograd, M. Stone.: PointRight: Experience with Flexible Input Redirection in Interactive Workspaces, Proc. of ACM UIST'02, pp.227-234 (2002).
- [3] J. Grudin.: Partitioning digital worlds: focal and peripheral awareness in multiple monitor use, Proc. of SIGCHI, pp.458-465 (2001).
- [4] H. Ishii.: TeamWorkStation: Towards a Seamless Shared Workspace, Proc. of CSCW' 90, pp.13-26 (1990).
- [5] 野田敬寛, 吉野 孝, 宗森 純: GDA: 複数の無線通信方式が利用可能で画面共有できる PDA, 情報処理学会研究報告, 2002-GN-45, pp.17-22(2002).
- [6] 川喜田二郎: KJ 法, 中央公論社, 東京(1986).
- [7] 宗森 純, 堀切一郎, 長澤庸二: 発想支援システム郡元の分散協調型K J 法 実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.1, pp.143-153 (1994).