

デジタルモザイク処理を用いた画像入力機器の UI 評価に基づく改良

中尾 敏康, 柏谷 篤, 兼吉 昭雄
NEC ヒューマンメディア研究所

我々は、小型CCDカメラとマウスをアタッチメントにより一体化した筐体を用いて、原稿を複数に分割して入力し、得られた画像群にデジタルモザイク処理と呼ばれる画像合成処理を適用することで、ユーザ所望の画像を入力可能な画像入力機器の開発を進めている。

これまでに、アタッチメントおよびデジタルモザイク処理ソフトウェアの試作を通じてその実用性の検証を進めてきたが、今回、複数の被験者によるUI 評価実験を行い、その評価結果に基づいて入力手法の見直しを図った。本報告では、UI 評価実験により得られた評価結果および改良後の入力手法について報告する。

An improvement of an image input unit with digital mosaic processing
based on usability testing

Toshiyasu NAKAO, Atsushi KASHITANI, Akio KANEYOSHI
Human Media Research Laboratories., NEC Corp.

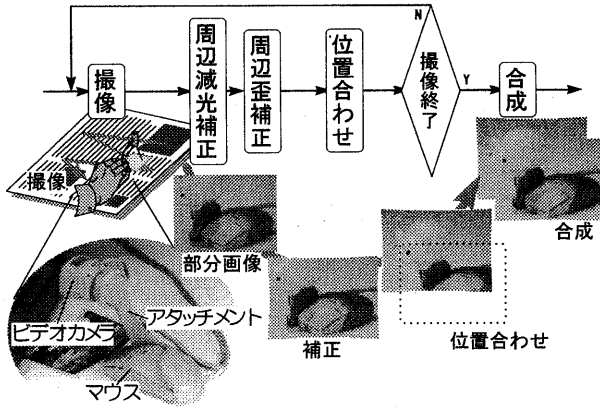
We've proposed an image input unit with digital mosaic processing. This unit has a small CCD camera attached to a mouse and digital mosaic processing software. When a user wants to input an image of a photograph or document into the computer, the user then takes partial images by moving the camera and mouse over the photograph or document until it covers the entire desired area. Digital mosaic processing software then merges these partial images into one synthesized image in short time. We improve an input-method of our prototype through usability testing. This paper describes the usability testing system, its results, and the improvement.

1. はじめに

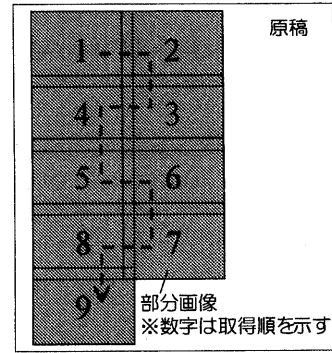
電子プレゼンテーションやWorld Wide Webの普及に伴い、計算機にあまり縁のなかった一般ユーザの間でもプレゼンテーションデータやホームページ作成に対する需要が増加し、写真や雑誌、新聞などの画像をコンピュータに入力したいという要求が増大している。しかし、文書や写真の画像を計算機に入力する場合、一般的に利用されるフラットベッドスキャナやデジタルスチルカメラは、設置面積や操作性、解像度など様々な問題を抱えている。

我々はこのような問題を解決し、ユーザがより気軽に使える画像入力機器を目指し、パーソナルコンピュータにおいて日常的に使用されるマウス、小型CCDカメラとデジタルモザイク処理ソフトウェアを組み合わせた画像入力機器を提案し、試作による実用性の検証と性能の向上を進めている[1][2]。

今回、試作機による画像入力作業の問題点を抽出するためにUI 評価実験を実施し、結果に基づいて入力方法およびデジタルモザイク処理の改良を実施したので報告する。



(a) 構成と処理の流れ



(b) “一筆書”型の筐体移動

図1 試作機

2. 試作機による画像入力作業

図1(a)に試作機の構成とデジタルモザイク処理の流れを示す。試作機による画像入力作業は以下の通りである。

画像入力の必要が生じた時、ユーザは小型CCDカメラとマウスをアタッチメントにより結合し入力筐体を構成する。この筐体を、原稿上の必要範囲を滑らかに移動させながら、部分画像をマウスの位置情報と共に取得する。部分画像には直ちに周辺減光、周辺歪みを取り除く歪み補正処理が適用される。そして、直前に取得した部分画像を基準に位置合わせ処理が適用され、マウス情報の誤差を解消する。すべての部分画像を取得した後、全部分画像より合成画像が生成される。

試作機では「部分画像は連続して取得するため、直前に撮像した画像との相関が最も高い」という仮定に基づいて位置合わせ処理が構築されている。そのため、部分画像を取得する際は、直前に撮像した部分画像と必ず重複部を持つように入力する必要があり、いわゆる“一筆書”の要領で筐体を移動させなければならない(図1(b))。この“一筆書”型の入力方法では、様々な方向への筐体移動が混在する。

3. UI評価実験

UI評価実験は、1)入力方法を見直し作

業性を向上させる、2)筐体移動時の特性を把握し位置合わせ処理の高速化・高精度化に利用する、の2点を目的に実施したものである。本章では、UI評価実験方法について説明する。

3.1 システム構成

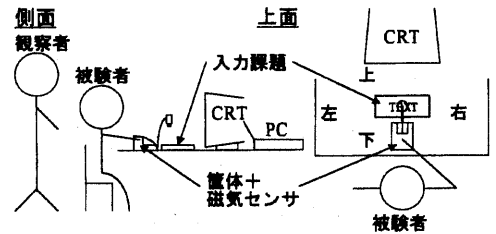


図2 UI評価実験システム

図2にUI評価実験システムの構成を示す。被験者の入力作業時には、筐体移動量を内蔵の磁気センサにより記録した。

作業終了後、入力作業上の問題点を主として被験者へのアンケートより、筐体移動時の回転量を磁気センサデータより、それぞれ抽出した。

3.2 作業内容

本画像入力機器による入力作業は、入力形態と移動方向の2つの要素を持つ。入力形態は部分画像の取得およびユーザへの情報提示手法を、移動方向は筐体の移動方向を示す。入力形態はさらに、撮像方法と部分画像表示方法の要素を持つ。撮像方法は

部分画像取得のタイミングを指定し、部分画像表示方法は撮像した部分画像のユーザへの提示方法を指定する。

本UI評価実験では日常的に計算機を利用する被験者13人を対象に、これらの要素を変化させた次の2種の作業を設定した。

(1) 入力形態を変化させる

同一の移動方向「左→右」に筐体を移動する入力課題(図3(a)参照)に対し、入力形態を変化させて作業を行うことで最良の入力形態を求めた。撮像指示方法、部分画像表示方法は各3種ずつ用意し(図4)、両者を組み合わせた9種の入力形態により作業を行った。

(撮像指示方法: 図4(1))

- ① マウス左ボタン押下で撮像: ユーザ自身が撮像タイミングを指示する
- ② 一定距離移動毎に自動撮像: 筐体の移動量に応じて自動で撮像される
- ③ 一定時間毎に自動撮像: 一定時間経過毎に自動で撮像される

(部分画像表示方法: 図4(2))

- (A) 歪補正/位置合わせを適用後表示: 形状、位置は正しく表示されるが、表示されるまでの時間が長い。
- (B) 歪補正のみを適用後表示: 形状は正しいが、マウス情報のみに基づくため位置にずれが生じる。
- (C) 撮像位置を示す枠のみを表示: 表示されるまでの時間が短く待ち時間はほとんど発生しないが、作業中は得られた画像を確認できない。

(2) 移動方向を変化させる

同一の入力形態「①左ボタンで撮像/(A)

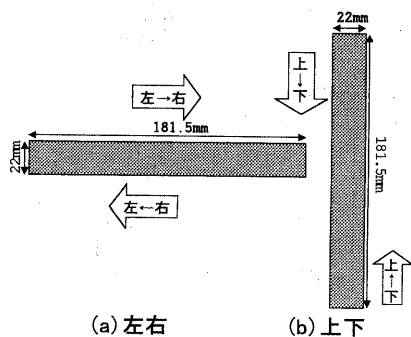
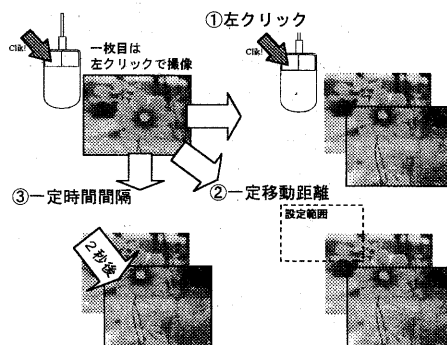
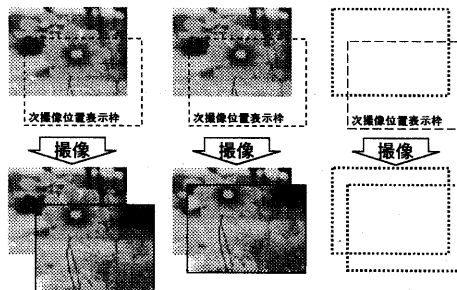


図3 入力課題

歪補正/位置合わせを適用後表示」に対し、異なる方向への筐体移動が必要な入力課題を設定し、最良の移動方向を求めた。移動方向は「左→右」「右→左」「上→下」「下→上」の四通りである(図3(a)(b))。



(1) 撮像方法



(A) 歪補正/位置合わせ (B) 歪補正のみ (C) 枠のみ表示

(2) 部分画像表示方法

図4 撮像方法/部分画像表示方法

4. 評価結果

全9種の入力形態について、被験者が作業を行いやすいと感じた順に順位をつけた結果の平均を表1に、全4種の移動方向について、被験者が最良移動方向とした結果を表2に示す。

また、磁気センサデータより求めた、筐体の部分画像取得毎の相対回転量(図5参照)のヒストグラムを図6~8に示す。それぞれ、撮像方法(図6)、部分画像表示方法(図7)、移動方向(図8)毎に分類されている。横軸は角度(度)を、縦軸は割合(%)を示す。

次章にて、実験結果を入力形態、移動方向の面から考察する。

表1 入力形態評価の平均順位：数字が小さいほど評価が高い(=使いやすい)ことを示す

部分画像表示方法	撮像方法		
	①	②	③
(A)	1.5	3	5.9
(B)	3.4	4.6	7.3
(C)	3.7	4.8	7.8

表2 被験者が選択した最良移動方向：

移動方向	選択者数(人)
左→右	5
右→左	0
上→下	8
下→上	0

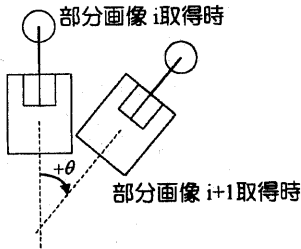
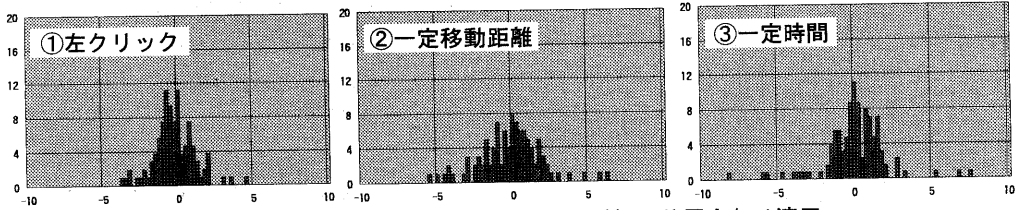
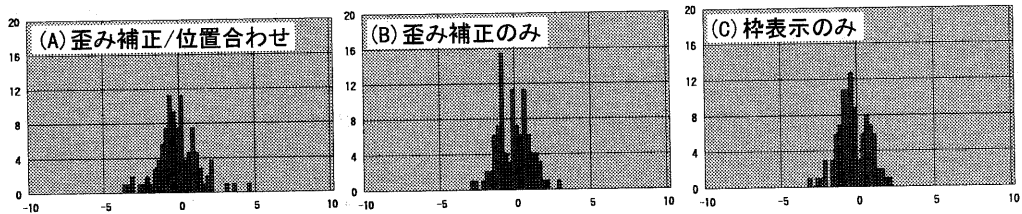


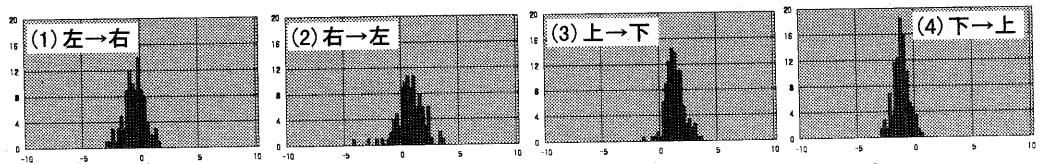
図5 相対回転量の定義



部分画像表示方法：「(A) 撮像毎に歪み補正/位置合わせ適用」
図6 撮像方法毎の相対回転量分布の違い



撮像方法：「①左ボタン押下による撮像」
図7 部分画像表示方法毎の相対回転量分布の違い



作業形態：「①左ボタン押下による撮像/(A) 撮像毎に歪み補正/位置合わせ適用」
図8 移動方向毎の相対回転量分布の違い

5. 考察

5.1 入力形態について

(撮像指示方法)

■「①左ボタンで撮像」が高い評価を得たが、一方で、重なり具合を考慮しながら作業を行うことがユーザに負担を与えるとの指摘が得られた。

■自動撮像では撮像タイミングを把握するのが難しく、特に「③一定時間毎に撮像」は、自分のペースで作業が行えないことが評価を下げる原因となった。「②一定移動距離毎に撮像」は、撮像タイミングをユーザが容易に把握可能とすることで作業性が向上すると考えられる。

■筐体移動時の回転量の面では、「①左ボタンで撮像」が他の2種よりも回転角の分布が密になっており、安定した移動が実現できていることがわかった(図6)。

「③一定時間毎に撮像」は広範囲に角変位量が分布しており、筐体移動の面においても安定性に欠けることが確認できた。

(部分画像表示方法)

▪「(A)歪補正/位置合わせを適用」の評価が高く、他の2種は、ほぼ同等の評価であった。結果を確認しながら作業できることへの安心感が、「(A)歪補正/位置合わせを適用」の評価が高い主な理由であった。

▪「(B)歪み補正のみ」に対しては、画面上の表示が乱れるため作業を行いにくいとの指摘があり、部分画像の表示が必ずしもユーザの作業性に寄与するとは限らないことがわかった。「(C)枠のみ」と同等の評価であることから、システムの反応時間を求める場合は、「(C)枠のみ」を利用すべきであろう。

▪筐体移動時の回転量の面では、部分画像表示方法による、大きな差は確認できなかった(図7)。

5.2 移動方向について

▪移動方向は「上→下」「左→右」の評価が高く、他の2種を最良とした被験者はいなかった。「上→下」「左→右」方向への作業が他よりも自然に腕の移動が行えることが理由であった。

▪作業性の面からは、一定方向(「上→下」「左→右」)への移動を中心に入力できることが望ましいと考えられる。

▪筐体移動時の回転量の面では、移動方向による分散に大きな差異は確認できなかったが、移動方向毎に分布の中心に偏りがあることがわかった(図8)。

5.3 相対回転量について

▪図6～8より、相対回転量は±3度以内にほとんどが含まれることが確認できた。

このことは、筐体の回転による変動を解消するために必要な角度範囲が、一定方向への移動であれば、±3度程度であることを示している。

6. 入力方法の改良

以上の考察結果に基づいて、入力方法を次のように改良した。

基本となる入力形態は、従来と同様に、高い評価が得られた「①左クリックによる撮像」「(A)歪み補正/位置合わせを適用」とする。筐体の移動方向にも特に制限は設けない。

ただし、ボタン押下のまま筐体を移動することで一定移動距離毎の自動撮像が行われるようにし、「ユーザのペースで作業可能」と「自動撮像」を併用可能とした。これは、ユーザの作業負荷を軽減するために、重なり具合を考慮しながらの作業を回避可能としたものである。この時、前回撮像時を基準に移動距離の閾値を図示し、撮像タイミングを容易に把握できるように配慮した。

また、さらに上記の方法に、ユーザの評価が高い移動方向(特に「上→下」)のみを用いて作業が行える入力方法を追加した。すなわち、図9のように、一定方向にボタン押下のまま筐体を移動しながら、「②一定移動距離」「(C)枠のみ表示」の入力形態により部分画像を撮像する作業を複数回繰り返す入力方法を選択可能とした。

この入力方法では一定方向(図9では「上→下」)に筐体を移動しながら連続して入力した部分画像群が短冊のように見えることから、“短冊”型入力と呼んでいる。

“短冊”型の入力方法の場合、図8のように、各“短冊”に含まれる部分画像間では筐体の回転角が小さく、安定して移動するため、位置合わせ処理を簡素化でき、“短冊”間の位置を決定する(図9における部分画像1と部分画像6間の)位置合わせのみに精密な位置合わせ処理を適用する、という

2種の位置合わせを混合することが可能となる。ただし、先の「部分画像は連続して取得するため、直前に撮像した画像との相関が最も高い」という前提が必ずしも成立しないため、位置合わせ処理の基準画像の選択方法を変更し、直前に取得した部分画像以外の画像も基準画像として選択されるよう変更する必要がある。

ここでは、この“短冊”型入力の特徴をより進めて利用するために、図10のように、“短冊”内の部分画像間にまず簡素化された位置合わせを適用して中間画像を生成した後、さらに中間画像間に精密な位置合わせ

を適用するという2段階の位置合わせ処理構成とした。これにより、処理速度の犠牲を少なくしながら、高精度化を図った。

ユーザは、状況に応じてこれら2種類の入力方法を切り換えて利用できる。

7. おわりに

本報告では、我々が開発を進めている画像入力機器のUI評価実験および実験結果に基づく入力方法見直し結果について説明した。今後も、改良結果を反映した試作機に対するユーザ評価を通して、より使いやすい画像入力機器としていく。

<参考文献>

- [1]中尾他, “デジタルモザイク処理を利用したパーソナル向け画像入力機器”, 画像電子学会研究会予稿96-06-03, 1997
- [2]中尾他, “デジタルモザイク処理を利用した画像入力機器のUI評価”, 情処第55回全大5W-03, 1997
- [3]R.Balakrishnan他, "Performance Differences in the Fingers, Wrist, and Forearm in Computer Input Control", CHI97, pp.303-310, 1997
- [4]J.Nielsen, "Usability Engineering.", Academic Press, 1993

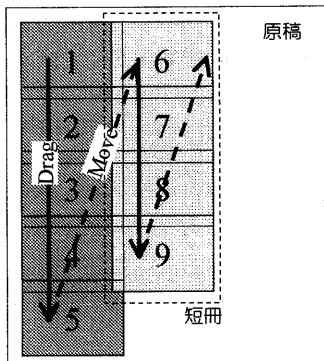
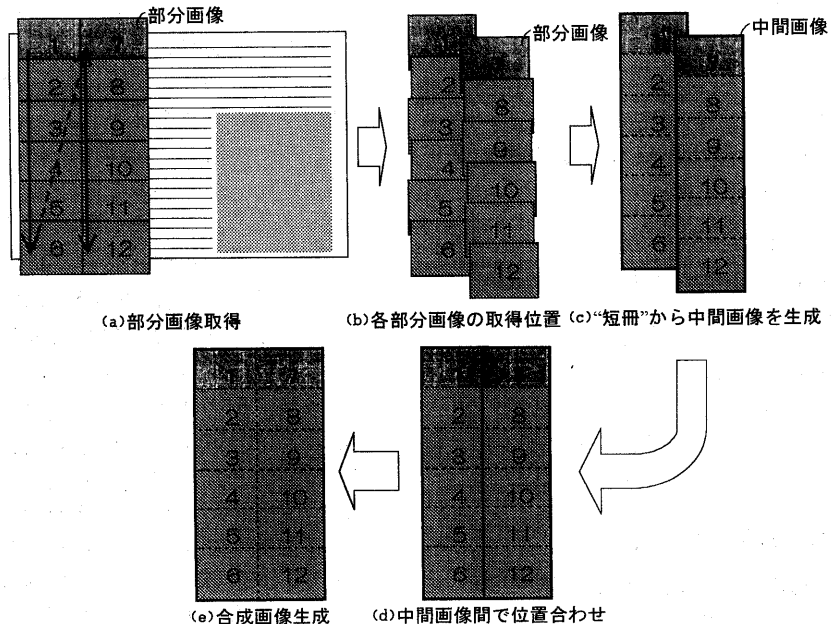


図9 “短冊”型入力



(a)部分画像取得 (b)各部分画像の取得位置 (c)“短冊”から中間画像を生成
(d)中間画像間で位置合わせ (e)合成画像生成

図10 “短冊”型入力向け2段階位置合わせ