

K_070

虫眼鏡メタファによる視認支援機構に関する一検討

A study of the vision support on the magnifying glass metaphor

酒巻 隆宏†

山口 巧‡

島村 和典†

Takahiro Sakamaki

Takumi Yamaguchi

Kazunori Shimamura

1. まえがき

PCの高性能化と高精細なコンピュータディスプレイの普及により、GUIの表現は細分化し文字や画像が小さく表示されるようになった。この小さな文字や画像は視力の弱い人だけでなく一般のユーザにとっても、視認性の点で問題となる場合がある。

既存の視認支援システムに、操作画面の注視域を同じ画面上に拡大表示するものがある。このシステムは操作画面の一部分を拡大表示領域に使用するため、その領域に隠れて視認できない部分が生じてしまう。そこで本稿では、この問題の改善を前提に簡便なインタフェースとして、虫眼鏡をメタファとした視認支援方式を提案する。

2. 単眼鏡機能模擬視認支援方式

本稿で提案する視認支援方式は以下の特徴を持つ。

- PCの操作画面の注視域を別デバイスの画面上に拡大表示させる。このため、操作画面のレイアウトを変更することなく、全体を把握しつつ操作できる。
- デバイスとPCのディスプレイとの距離を変化させることで、拡大倍率を連続的に変動させる。既存の道具と同じ感覚の簡単な操作で使用できるため、ユーザの学習負荷を軽減させる効果がある。

これをPDA(Personal Digital Assistant)に実装する。提案方式の概要を図1に示す。

2.1 提案方式の構成

PDAにPCの操作画面を部分拡大して出力させるため、PC(P4-2.66GHz,1GB)をサーバとし、PDA(HP iPAQ hx4700)をビューアとする。PDAとPCは802.11b無線LANで接続する。また、PDAとPCディスプレイとの間の距離を測定するため、赤外線距離センサ(浅草ギ研,IR-600)を使用する。

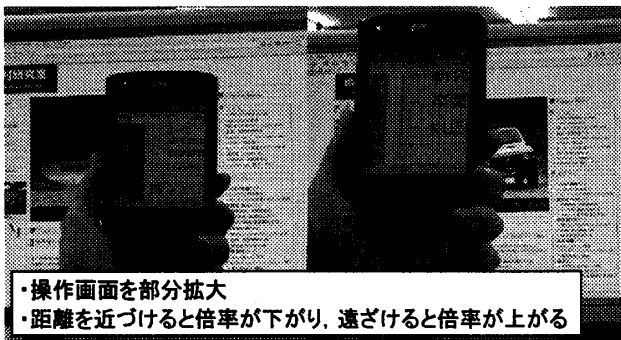


図1：提案方式の概要

† 高知工科大学, KUT

‡ 高知工業高等専門学校, KNCT

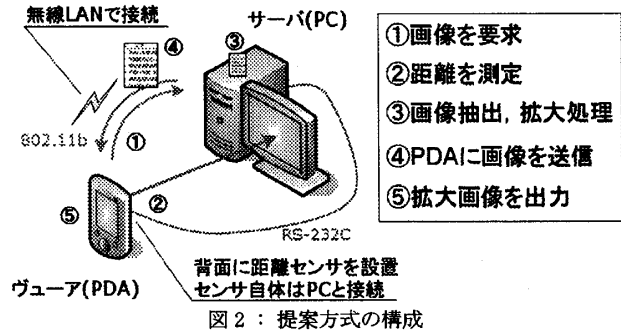


図2：提案方式の構成

センサの設置箇所はPDAの背面であるが、今回は技術的な技能確認を優先するため、PCとRS-232Cで接続する。大まかな処理の流れを以下に示す。

- ① ユーアがサーバに画像を要求する。
- ② サーバはビューアからの画像要求を受信すると、距離センサに距離情報を要求し、距離を測定する。
- ③ 距離情報を取得すると、サーバはマウスカーソル周辺の画像をキャプチャし、距離の値に応じた拡大倍率で画像の拡大処理を行う。
- ④ 拡大した画像をビューアに送信する。
- ⑤ ユーアは受信した画像を自身のディスプレイに出力する。

この①から⑤の動作を繰り返すことで、提案方式を実現している。このシステム構成の概要を図2に示す。

2.2 赤外線距離センサの特性

PDA-PC間の距離測定に用いた赤外線距離センサの特性について述べる。この距離センサは赤外線検知アレイを内蔵している。測定対象物が近づくと赤外線の反射角が変わり、赤外線検知アレイ内で検知される主素子が変わる。赤外線検知アレイの素子はそれぞれ違う抵抗値を持っており、距離により出力電圧を変える。この動作原理の概念を図3に示す。この距離センサは10~80cmの距離を、±約2.7mmの解像度で測定できる。本実験系において、測定結果はRS-232Cシリアル通信により返され、8ビットの距離表現と測定範囲を考慮して、測定値は10cm時に255、80cm時に0の数値とした。

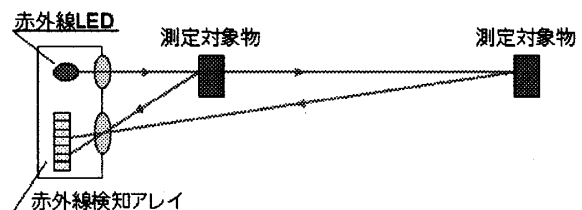


図3：赤外線距離センサの動作原理

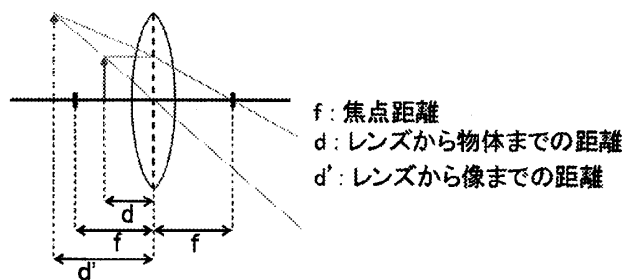


図4：虫眼鏡の光学系の仕組み

2.3 拡大倍率の決定方法

本システムにおける拡大倍率の決定方式は、虫眼鏡の特性を基にしたアルゴリズムを採用している。虫眼鏡の光学系の仕組みを図4に示す。焦点距離を f 、レンズから物体までの距離を d 、レンズから像までの距離を d' とする。物体がレンズより内側にある場合、倍率 m を(1)式のように表せる。(1)式において、焦点距離 f が10cmから40cmの虫眼鏡の拡大倍率の変動範囲を図5に示す。実際には、分解能や収差の関係により、人間の目には図5のようには視認できず、距離が大きくなるにつれて線形に拡大倍率は上がっていくように見える。この特性をメタファとし本システムの拡大倍率は、距離が大きくなるにつれて等間隔に拡大倍率が上がるものとした。距離に対応する拡大倍率は、(1)式を基にした(2)式によって決定する。(2)式における a は定数である。本システムで使用した赤外線センサの測定可能範囲である10~80cmの距離の場合、(2)式において拡大倍率を決定すると図6のようになる。拡大倍率の変動幅は、(2)式の f の値で調節できる。また、 a には基本的に $2f$ の値が入るが、この値を増減させることで倍率変動の基準となる距離を調節できる。図6では、距離が10cm時に1倍の拡大倍率となるようにしている。

$$m = \left| \frac{f}{d-f} \right| \dots (1)$$

$$m = \left| \frac{f-(d+a)}{f} \right| \dots (2)$$

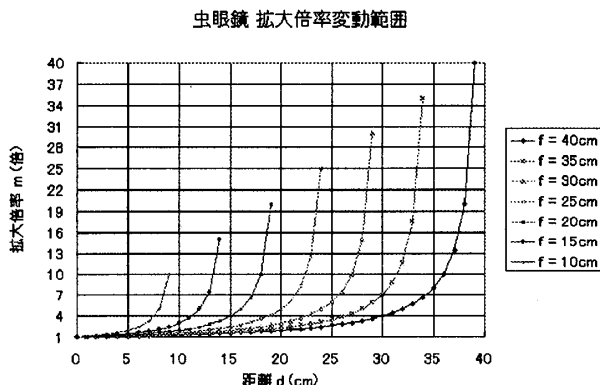


図5：虫眼鏡の拡大倍率

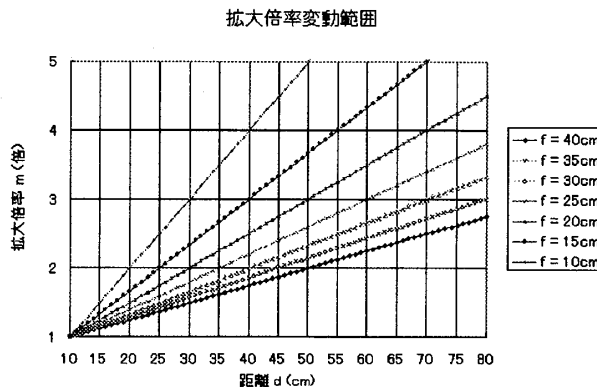


図6：拡大倍率の変動範囲

3. 性能評価

本システムの画像更新間隔の要求性能と評価結果を議論する。動画圧縮方式 MPEG-4 の標準フレームレートの一つが15fpsであり、これと同程度の更新間隔を実現するには、66ms以下の画像更新速度が必要である。本システムの平均画像更新時間は約163msであった。これは目標値に遠く及ばないため、アルゴリズムの見直しを図った。処理速度向上のため、PCにおける距離要求処理とPDAへの画像送信処理を平行化した。改良部分を図3に示す。結果、平均更新時間を約83.3msまで短縮できた。まだ目標値には届かないが、この更新時間はPCとPDAの通信速度に強く依存する。PDAの無線LANの接続状態が不安定なため、更新時間は大きくばらつく。接続状態の良い時のみの平均更新時間は、約66.1msであった。これならば要求性能を満たしている。また、現在使用している赤外線センサはその仕様の都合上、一回の距離情報取得毎に38ms以上のスパンが必要となる。今後、もっと短いスパンで測定可能な距離センサを用いれば、さらなる更新時間短縮が望める。

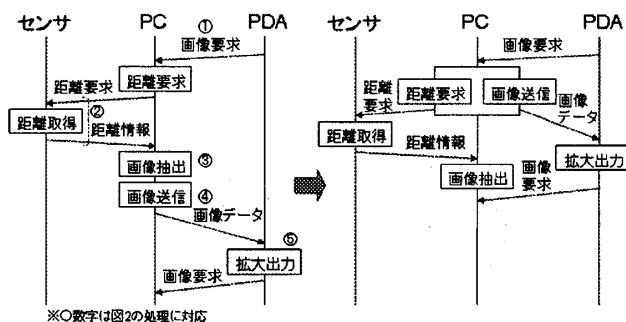


図7：提案システムのアルゴリズム

3. まとめ

虫眼鏡をメタファとした視認支援方式を提案し、その拡大方式を示した。また、その画像更新速度を評価し、MPEG-4と同等の速度を実現した。

参考文献

[1] 酒巻隆宏, 山口巧, 島村和典, “PDA デバイスによる視認支援機能に関する研究”, 電子情報通信学会総合大会2006.