

K_040

赤外線ポインタと画像処理によるプレゼンテーション支援システム A Presentation Support System with Infrared Beam Pointer and Image Processing

二宮 憲一
Ken-ichi Ninomiya

黒木 修隆†
Nobutaka Kuroki

横山 貴之†
Takayuki Yokoyama

沼 昌宏†
Masahiro Numa

1. まえがき

学会発表や講演ではノート PC と液晶プロジェクタの組み合わせによるプレゼンテーションが主流となっている。これに合わせ、講演者の移動が制限されないようなプレゼンテーション用ポインティング・デバイスが多数提案・製品化されている。それらは表 1 のように分類できる。ボタンやジョイスティックで操作を行う間接指示方式は、ポインティングの敏捷性でやや難があり、文字や図形を描くことはほぼ不可能である。位置検出機能を備えたレーザーポインタや専用デバイスによる直接指示方式 [1]-[4] では、遠距離からの細かい操作が困難などの問題がある。

そこで本論文では、直接的な操作と遠距離における安定した操作の両立を目的としたプレゼンテーション支援システムを提案する。提案手法では発表者がスクリーンに照射した赤外線ビームを赤外カメラで追跡することによって座標を得る。この時、手ブレ等によって発生する不安定さを信号処理によって除去した後、マウスカーソル等の目に見える形でスクリーンに表示する。また、クリック操作を実現するために、赤外線ビームをパルス変調し、これをカメラで検出する。

以下では、提案するシステムの構成と評価結果について述べる。

2. 提案する赤外線ポインティングシステム

2.1 システム構成

一般的なレーザーポインタのスポットをカメラで検出する手法では、レーザースポットとプロジェクタから投影された映像を誤認識する可能性がある。また、発表者の手ブレが画面にそのまま表れる。そこで、提案システムでは図 1 のように赤外線ポインタでスクリーンを照射し、そのスポットを赤外カメラで追跡する。赤外カメラで撮影すると図 2 のような画像が得られる。可視光をカットしているため、スクリーン上の映像は全く写らない。カメラの出力は一般的な NTSC であり、 640×480 pixel の画像を 30 frame/s で出力する。

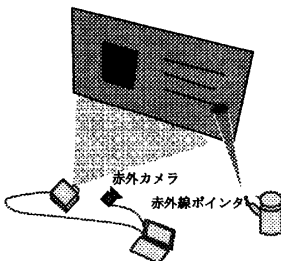


図 1 システム構成

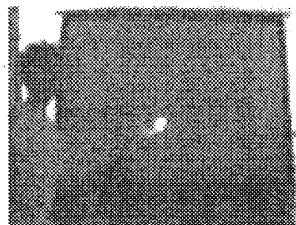


図 2 赤外カメラの画像

表 1 プレゼンテーション用ポインティング・デバイスの特徴

操作方式	間接指示方式	専用デバイスによる 直接指示方式
長所	・発表者の姿勢とは無関係にカーソルを移動/静止できる。	・指示棒のような直接的な操作感が得られる。
短所	・ドラッグ&ドロップの操作が困難。 ・文字や図形の描画はほぼ不可能。	・遠距離からの細かい操作が困難。 ・手ブレのため、クリック/ダブルクリック操作が安定しない。

2.2 マウス制御の流れ

図 3 のように、まず赤外カメラで撮影された映像からスポットを検出し、その重心位置を計算する。そして、台形補正を行うと同時に PC の解像度に合うように重心位置の座標を変換する。さらに、手ブレ補正処理を行い、マウスカーソルを表示させる。

2.3 クリック検出方法

提案する赤外線ポインタはクリック時に光を一定周期で点滅させる。そして、赤外カメラで検出したスポットが明暗に変化しているか否かでクリックの有無を判定する [5]。

NTSC 方式のカメラではインタレース、すなわち 1 枚の画面を偶数段目と奇数段目の 2 回に分けて走査する。30 frame/s の映像では偶数段目と奇数段目の画像で 1/60 sec の時間差があり、前者をトップフィールド、後者をボトムフィールドと呼ぶ。

カメラから得られた n フレーム目の画像 $G_n(x,y)$ を、トップフィールド $T_n(x,y)$ とボトムフィールド $B_n(x,y)$ に分離す

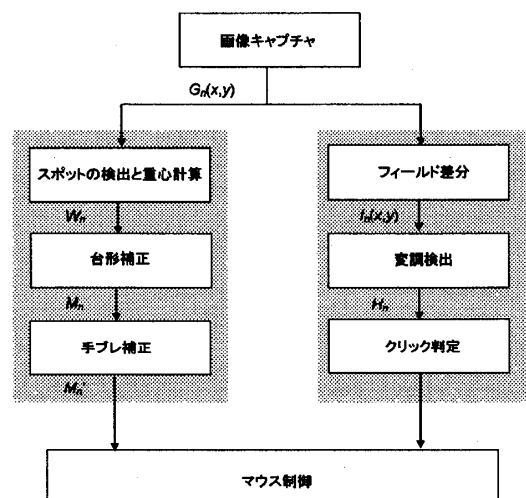


図 3 処理の流れ

† 神戸大学工学部

‡ ミカサ商事株式会社

る。これらの時空間配置は図4のようになる。図中では簡単のため、

$$\begin{aligned} L_1 &= T_n(x, y), & L_2 &= T_{n+1}(x, y), \\ D_1 &= B_n(x, y), & D_2 &= B_{n+1}(x, y) \end{aligned} \quad (1)$$

と表す。フィールド差分 $I(x, y)$ を閾値 Th_1 より、

$$I(x, y) = \begin{cases} 1 : L_1 - D_1 > Th_1 \text{ または } L_2 - D_2 > Th_1 \\ 0 : & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

のように求め、さらに変調の有無 H_n を Th_2 より、

$$H_n = \begin{cases} 1 : \sum I_n(x, y) > Th_2 \\ 0 : & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

のように判断する。これに基づいてマウスのクリックを制御する。

3. 実験と考察

3.1 評価方法

スクリーンのランダムな位置に表示されたボタンを順番に押し、合計 8 個のボタンを押すために必要な時間を計測する。従来のプレゼンテーション用ワイヤレスマウス (ジョイスティック型)、および提案する赤外線ポインティングシステムを被験者 10 人に使用させ、平均所要時間を比較する。

3.2 実験結果および考察

実験結果を表2に示す。平均所要時間は、従来手法の 21.1 秒に対して、提案手法では 18.6 秒と 2 秒以上早くなった。この要因としては

- (1) 目標位置までの移動の早さ
- (2) 位置決定からクリック動作までの素早さ

が考えられる。特に (1) の要因が大きく、従来のジョイスティックでは倒す方向や角度の調整が難しいためマウスカーソルの細かい操作が困難であったのに対し、提案手法では指示棒で指し示すようにボタンからボタンへスムーズにマウスカーソルを移動できた。

4. まとめ

本論文では、学会発表や講演などで主流になっている液晶プロジェクタと PC を用いるプレゼンテーションにおいて、PC から離れた場所で直接操作を行うことを目的とした赤外線ポインティングシステムを提案した。提案するシステムと従来のプレゼンテーション用ワイヤレスマウスを用いて、スクリーン上で PC を操作するために要する時間を計測し、提案手法の優位性を確認した。

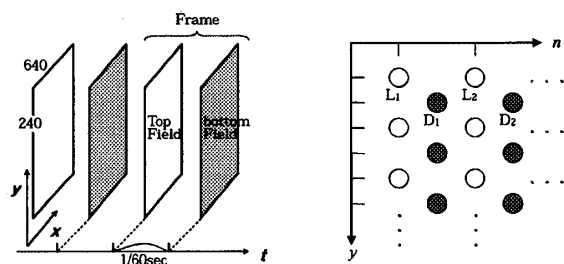
表2 実験結果

被験者	従来手法の所要時間 (秒)	提案手法の所要時間 (秒)
A	21.5	14.7
B	15.5	16.9
C	26.4	18.4
D	24.6	24.3
E	16.7	18.6
F	22.3	14.5
G	26.6	18.6
H	20.2	19.2
I	19.4	17.9
J	18.6	23.6
平均所要 時間	21.1	18.6

今後の課題としては、ダブルクリックに対応できる検出精度の実現や、線や文字をよりスムーズに描画するための手ブレ除去方法の検討などが挙げられる。

参考文献

- [1] 久松孝臣, 岩淵志学, 三末和男, 田中二郎, “大画面向けインタフェースへのレーザーポインタの応用,” 人工知能学会第19回全国大会, 2005年.
- [2] 古川大輔, 島田伸敬, 久野義徳, 白井良明, “ジェスチャによるプレゼンテーション支援システム,” インタラクシオン2000論文集, pp. 53-54, 2000年.
- [3] X. Chen and J. Davis, “Multi-User Laser-Based Interaction on Large Tiled Displays,” Displays, vol. 23, pp. 17-22, 2002.
- [4] R. Sukthankar, R. G. Stockton, and M. D. Mullin, “Self-Calibrating Camera-Assisted Presentation Interface,” Proceedings of International Conference on Computer Vision, 2000.
- [5] 小西, 黒木, 山根, 沼, 山本, “近赤外線パルス照明とステレオカメラを用いた運転手の頭部追跡手法,” 信学技報, vol. 105, no. 259, ITS2005-19, pp. 19-23, 2005年.



(a) フィールドの時空間配置 (b) 走査線の時空間配置

図4 画像の時空間配置