

# チュートリアル 指示棒の認識を用いた プレゼンテーションシステムの構築

佐藤 周平 柴山 悦哉 高橋 伸

プレゼンテーションソフトウェアを用いた発表が増え  
てきている。発表形態として、100 インチ程度のスク  
リーンと指示棒を用いたものが多い。こうした発表にお  
いては、指示棒によるスクリーンへの直接入力最も  
自然な入力法であると考え。本研究では、スクリーン  
をカメラで撮影し、得られた画像から、指示棒の先端を  
認識することにより、スクリーンへの直接入力を実現し  
た。これにより、指示棒による、ページの簡単な修正や、  
ページ送りなどのオペレーションが可能になった。

## 1 はじめに

ビジネスでのプレゼンテーション、研究発表や教育の  
場で、スライドやOHPのかわりにノート型のPCとプロ  
ジェクターを使うことが多くなった。この方式には、  
アニメーション等の効果を用いることができる、印刷す  
る手間がかからず内容の修正が容易である、などの利点  
がある。

ところが、このような形態の発表に適した入力方式は  
ほとんど考えられていない。現在一般的に用いられてい  
るマウスやキーボードは、机の前に座った状態で使うの

に適したデバイスである。発表時のように、立って講演  
しながら用いるのには適していない。スクリーン内の着  
目点を効果的に示すために、指示棒やレーザーポインタ  
を併用すると、操作がさらに面倒になる。

本研究では、100 インチ程度のスクリーンの前に立っ  
て発表を行うのに適したプレゼンテーションソフトウェ  
アの操作方法を提案する。具体的には、指示棒でスク  
リーンに直接入力することにより、器具の持ち換えが不  
要で発表の邪魔にならないインターフェースを実現して  
いる。

## 2 ユーザインターフェースの設計

### 2.1 入力方式

プレゼンテーションを行う時には、様々な器具を操作  
する必要がある。PCとプロジェクターを用いたプレゼ  
ンテーションでは、少なくとも以下の3種類の操作が必  
要となる。

- ページ送りなどの簡単なコマンドの起動
- スライドへの註釈や、誤った箇所の修正
- 聴衆に対するページ内着目点の提示

最初の2項目はPCに対して指示を与えるためのもので  
あり、最後の項目は聴衆へ語りかけるためのものである。  
これらを実現するために、現状では様々な道具を使いわ  
けている。例えば、ページ送りの指示にはボタンを用い、  
着目点の提示には指示棒やレーザーポインタを用いるこ  
とが多い。また、スライドに註釈を加えるためにはマウ  
ス等のポインティングデバイスを用いる。しかし、プレ  
ゼンテーションの発表時に様々な道具を使いわけるのは  
繁雑であり、できれば一つに統一したい。

A portable presentation system using stick-based  
interaction

Shuhei SATO, 東京工業大学 情報理工学研究所 数理・計算  
科学専攻, Tokyo Institute of Technology.

Etsuya SHIBAYAMA, 東京工業大学 情報理工学研究所 数  
理・計算科学専攻, Tokyo Institute of Technology.

Shin TAKAHASHI, 東京工業大学 情報理工学研究所 数理・  
計算科学専攻, Tokyo Institute of Technology.

コンピュータソフトウェア, Vol.17, No.x(2000), pp.509-  
513.

[小論文] 2000年x月xx日受付。

そこで、本論文では指示棒のみを用いたプレゼンテーションスタイルを提案する．これにより上記の操作は以下のように実現される．

- コマンドの起動はスクリーンに投影された GUI ボタンを指示棒で押す
- スライドへの註釈はスクリーンに指示棒で直接書き込む
- 聴衆への着目点の提示は従来どおりに指示棒でスクリーンを指す

図 1 は試作システムを用いた実際の発表の様子である．



図 1 発表の様子

## 2.2 その他の入力方式との比較

### マウスとの比較

基本的にマウスは机の前に座って用いるためのデバイスであり、立った状態では使いにくい．この点がある程度解消したものに、ジョイパッドのついたリモコンがあるが、カーソルの操作がマウスほど容易ではないため、あまり使われていない．

マウスによるカーソルの移動には視覚からのフィードバックが必須である．しかし、図 1 のような場所に立った場合スクリーンをななめ方向から見ることになり、小さいカーソルは見づらい．また、発表の際には、できるだけ聴衆の方を向くのが好ましいので、常にカーソルの位置を把握しつづけることが発表者にとって負担となる．一方、指示棒ではスクリーンを直接指すことができるので、このような問題は発生しない．

### レーザーポインタとの比較

3次元空間内で自由に動かせる指示棒と比べ、レーザーポインタは基本的にスクリーンという2次元平面上の点(あるいは小さな領域)を指定することしかできな

い．そのため、場所の指定以外の操作(例えば GUI ボタンを押す操作)には適していない．

また、本研究では図 1 のように、スクリーンの近くに立って発表する状況を想定している．このような場合はレーザーポインタより指示棒のほうが指しやすい．

## 3 実現

### 3.1 方針

2.1 節で述べた指示棒による直接操作を可能とするためには以下の情報を得る必要がある．

- 指示棒の先端のスクリーン上での位置
- 指示棒がスクリーンに接しているかどうか

これらの情報を実時間で獲得することにより、スクリーン上の GUI ボタンを指示棒で押す操作とスクリーン上に書き込みを行う操作を認識することができる．

これらの情報を得るためには、タッチパネルの技術を用いる<sup>†1</sup>、あるいは、音波を用いる<sup>†2</sup>などの方法がある．本研究ではビデオカメラにより得られた映像から指示棒を認識し、必要な情報を得る方式を採用した．ビデオカメラで使われている CCD は非常に小さい上、比較的安価であり、最近のノート PC の中には最初から装備しているものもある．したがって、より可搬性に優れたシステムを安価に構築できると考えた．

システムの機器構成は、図 2 のようになる．このうち、PC、プロジェクター、スクリーンはプレゼンテーションシステムでは必須のものである．他に必要となるのはビデオカメラとキャプチャーカードだけである．

### 3.2 指示棒の先端の位置の認識

#### 前景物と背景の分離

プロジェクターによりスクリーンに投影された画面(背景)と、人や指示棒やその影(前景物)は明るさが違うことを利用し、閾値を用いて 2 値化する．

ところが、部屋の明るさや、プロジェクターの性能によって、前景物や背景の明るさが変わるため常に一定の閾値を用いることはできない．これは閾値のキャリブ

<sup>†1</sup> SoftBoard 社の SoftBoard や Insight Software Solutions, Inc. の SmartBoard などがこの方式を採用している．

<sup>†2</sup> Virtual Ink 社の mimio がこの方式を採用している．

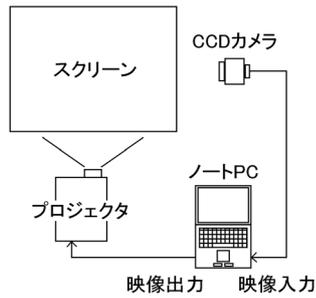


図2 機器構成

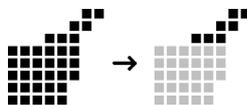
レーションを行うことで解決する。また、カメラとスクリーンとの角度によっても画面の明るさが異なるため、スクリーンの位置によって閾値を変える必要がある。具体的には、図1にみられるようにスクリーンのうちカメラに近い方が明るく、遠くなるほど暗くなる。

キャリブレーション

カメラからの映像を表示し、映像内のスクリーンの4隅をマウスによって指定する。この4点を頂点とする四角形の内部を垂直に走査し、それぞれの水平座標で明るさの下限を求める。これが前景と背景を分ける閾値となる。また、これらの4隅の点はあとで、カメラの画像内の座標からスクリーンの座標へ変換する射影変換の算出にも用いられる。

前景物からの指示棒とその影の抽出

前景物には指示棒やその影、人間等が含まれていると考えられる。指示棒やその影が人間等よりも細いことを利用して、指示棒やその影を抽出する。具体的には、水平に走査して、ある長さ以下の水平連結成分を削除することにより、線分の抽出を行う。図3は長さが4以上のものを消去した場合の例。図4,5はそれぞれ実際の処理前、処理後の画像である。また、残った要素のうち短いものはノイズとして除去する。



一般の線分要素抽出アルゴリズムは多量の処理を要するので、PCによるリアルタイム処理には向かない。そこで、このような単純なアルゴリズムを用いることにし

図3 長い水平連結成分消去

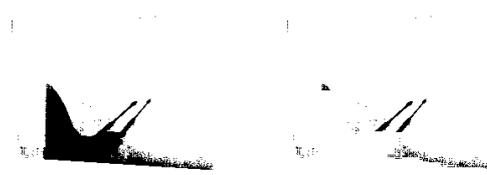


図4 長水平成分除去前 図5 長水平成分除去後

た。この方式により、高速に、細い部分の抽出が可能となる。

指示棒を水平にした場合認識されないという問題はあがるが、実用上指示棒を水平にすることはほとんどない。プレゼンテーションのページは横書きが多く、指示棒を水平に用いると文章が隠れてしまう。

指示棒の先端座標の推定

スクリーンは聴衆の見やすさを考慮し、比較的上の方に配置されるため、指示棒を下に向けて指すこともほとんどない。そこで、指示棒は上に向いているものと仮定する。具体的には、指示棒と判定された連結成分の、最上上の垂直座標上の画素の重心を指示棒の先端と考える。

3.3 指示棒とスクリーンの接触の判定

指示棒がスクリーンと接しているかどうか判定するには指示棒とその影の関係をを用いる。すなわち

- 指示棒と影が離れている時、指示棒とスクリーンは接していないと判断する
- 指示棒と影がくっついている時、指示棒とスクリーンは接していると判断する



図6 2本の線分



図7 クサビ型

前者の場合、これまでの処理で2本の線分(図6参照)が認識され、後者の場合、先端で線分が繋がった、クサビ型(図7参照)のような連結成分が認識される。

よって、連結成分が線分かクサビ型かの判定が必要になる。まず、各連結成分を水平に走査し、何回のピーク

があるか調べる．これを各水平座標に関して求め，得られた結果の和を高さ（垂直方向の長さ）で割り，平均を求める．この値は線分なら 1 になり，クサビ型なら 2 に近い値になる．よって，この値によって線分かクサビ型かを判定する．

#### 4 評価

指示棒の認識アルゴリズムを用いて，指示棒の入力を用いたプレゼンテーションの発表システムを構築した．CPU に Pentium II 450MHz，OS に WindowsNT 4.0，ビデオキャプチャカードに Canopus Power Capture Pro を用いた．上記のような構成で，毎秒 10 フレームの認識を行った結果，CPU 占有率が 60%弱であった．これは，指示棒による操作を認識するために十分な速さであった．

認識精度はおおむね良好で筆頭著者の卒業論文発表会に用いることができた．スクリーンのうちカメラから遠い部分では光量の不足から，前景物と背景との明るさの差が微少になり，うまく 2 値化できないことがあったが，後続の処理はほぼうまくいっているようであった．

#### 5 関連研究

スクリーンや壁面に対する操作を認識技術を用いて実現したものとしては，HoloWall[1]，Put-That-There[2]，CosMos[3]などをあげることができる．HoloWall[1]は赤外光源を用いて，スクリーンに近い赤外線を反射する物質を検出する．これにより，スクリーンへの手や体全体を用いた直接入力が可能である．この研究ではリアプロジェクター方式を用いており，スクリーンの後ろに，スペースが必要である．

[1]では，スクリーンの前面から撮影する方式には認識の死角が生じることを指摘しているが，本研究のように対象をプレゼンテーションに限定するとこれは問題とされない．なぜなら，スクリーンの前に発表者が立つことはほとんどないからである．

Put-That-There[2]，CosMos[3]は，スクリーン上の点を棒で指し示すことができるが，接触，非接触の概念がないため GUI ボタンを押すことができない．

## 6 今後の課題と展望

### 6.1 認識精度の向上

指示棒の認識精度がまだ十分とは言えない場合がある．それは，前景物と背景との明るさの差が少なく，閾値による 2 値化がうまくいかないような場合である．解決策としては 2 値化の前に，Paton[4]等の線要素強調フィルタをかけることが考えられる．しかし，この処理は 2 値化に比べて非常に遅いため，画面全域にかけることは難しい．そこで予測を行い，局所的に適用する必要があるが，それでもさらなる CPU の演算性能が要求される．

また，今回作成したシステムは，部屋の明るさが変化した場合，認識率が低下する．そこで，背景の映像から自動的に閾値を強化することによりその解決を行うことが考えられる．またスクリーンは周りに較べて明るいことを利用すれば，キャリブレーションを完全に自動化することも可能と思われる．

### 6.2 入力方式の拡張

指示棒の動きを認識することにより，簡単なコマンドの起動や註釈の書き込みなどが可能になったが，より複雑なコマンドを実装するために，指示棒や手のジェスチャー認識を行うことが考えられる．例えば，指示棒の先端を回転させることによりスライド内のアニメーションの早送りを行ったり，指を認識することでページ番号指定ジャンプを可能にすることなどが考えられる．

## 7 まとめ

指示棒によるスクリーン上での直接操作が可能になった．この結果，プレゼンテーション時の平均的な操作をスクリーンから離れることなく指示棒のみを用いて実現できた．

### 参考文献

- [1] 松下伸行，暦本純一，安西祐一郎：“HoloWall: 新しい原理の壁面型インターフェースとその応用,” WISS '97, pp. 159-166, 1997.
- [2] Richard Bolt：“Put-That-There: Voice and Gesture at the Graphics Interface,” Computer Graphics, Vol. 14, No. 3, pp. 263-270, 1980.
- [3] 大橋健，山之内毅，松永敦，江島俊朗：“指示棒と音声が使

えるコミュニケーション環境 CosMos の提案,” WISS '94,  
pp. 29–36, 1994.

[4] K. Paton : “Detection of thin line segments,”  
Proc. 4IJCP, Kyoto, 1978, pp. 704–706.