第25回年次大会予稿

指示棒の接触検知を用いたプレゼンテーション支援システム

Presentation Support System

using Contact Detection of Pointing Stick

児玉真悟^{1,2*}, 大寺亮¹

Shingo KODAMA^{1,2*}, Ryo OHTERA¹

1 神戸情報大学院大学情報技術研究科

Graduate School of Information Technology, Kobe Institute Computing

〒650-0001 兵庫県神戸市中央区加納町2-2-7

2 神戸電子専門学校

College of Computing, Kobe Institute of Computing

〒650-0002 兵庫県神戸市中央区北野町1-1-8

E-mail: s.kodama@kobedenshi.ac.jp

*連絡先著者 Corresponding Author

教育現場でPC画面をプロジェクタで表示しながら行う講義が一般的となっている。しかし、PCから離れ、スクリーンの近くで説明をしようとする、その間はマウスによる複雑な操作を行うことができない。そこで、本研究では講義によく用いられる指示棒に着目し、Webカメラ映像から指示棒とスクリーンの接触を検知することで、直感的にPC操作を行う手法を提案する。

A lecture mirroring a lecturer's monitor on a projector screen is relatively common in the field of education. However, when a lecture talks about to the projector screen, the lecture can't do the computer operation involving complex mouse action. Therefore, in this study, we propose a contact detection method for a pointing stick to realize a direct computer operation on the projector screen.

キーワード: 指示棒, プレゼンテーション, 画像処理, 接触検知

Pointing Stick, Presentation, Image Processing, Contact Detection

1 はじめに

一般的なプレゼンテーションでは、講演者は講演卓に設置したコンピュータで操作を行う。このため、スクリーンに投影された資料の説明をしながらスライドの操

作を行おうとした場合、講演者は通常Fig.1に示すようにスライドの説明をした後、Fig.2のように操作の度に講演卓に戻らなければならない。プレゼンテーションが中断されている間、聴講者は注目点を失って手持ち無沙汰となり、集中力が切れてしま

う．講演者もまた聴講者の反応の鈍化に釣られてペースを乱される形となり，更に聴講者が興味を失う悪循環に陥ってしまう．結果として，時間の経過とともにプレゼンテーションの効果は低くなる．

Fig.1 一般的な講義の様子

Fig.2 スライドの切り替え

一方でコンピュータ操作ボタン系デバイスを用いて遠隔操作を行う方法もあるが，操作内容がボタン数に依存し，複雑な操作を行うことができない．そこで，本研究では従来提案されている，スクリーンに投影された画面を操作パネルと見なして指示棒で操作する手法に着目し，その拡張・改良によってコンピュータ操作を行うシステムを提案する．

2 既存研究と問題点

佐藤らは，CCDカメラ映像から指示棒のスクリーン接触を検知することで，コンピュータ操作を行うシステムを提案した[1]．提案システムの構成をFig.3に示す．提案システムでは，スクリーンに投影された画面の認識のため，事前にマウスによる4点指定でキャリブレーションを行う．プレゼンテーション時にスクリーンに投影された画面がカメラ映像内で最も明るくなる性質を利用し，投影された画面の垂直成分毎に明るさの下限値を取得することで前景と画面の切り分けを行う．画面には予めGUIボタンを配置し，このボタンに指示棒が触れることで，コンピュータに対するコマンドが発行される．

Fig.3 既存研究システム構成[1]

佐藤らは指示棒とスクリーンの接触を検知するにあたり，指示棒によって作られる影と指示棒自身に着目した．二値化画像において，指示棒と影はスクリーンに接触していない場合はFig.4(a)に示すような二本の線分となり，スクリーンに接触している場合はFig.4(b)に示すようなくさび形を形成する．

Fig.4 スクリーン非接触時と接触時における指示棒と影[1]

接触検知のアルゴリズムとして、二値化画像における連結した黒画素群から、くさび形を認識する手法が提案されている。Fig.5に、佐藤らによって提案された手法を示す。この手法では抽出した連結成分を1行ずつに分け、行毎の黒画素群の数を計上する。対象の連結成分がくさび形である場合は各行の黒画素群数が平均2つに近くなり、Fig.4(a)のような独立した線分である場合は各行の黒画素群数は平均1つに近くなる。従って、平均個数が2に近い連結成分をくさび形として認識することで、指示棒とスクリーンの接触検知を行っている。

Fig.5 くさび形判定アルゴリズム

ただし、この手法ではくさび形ではない形についてもくさび形として認識されてしまう可能性がある。例えばU字型やX字形の図形が存在した場合にも、黒画素群の平均個数が2に近くなるため、指示棒の誤検知が考えられる。また、このシステムでは画面内にGUIボタンを配置する必要があり、全画面のプレゼンテーション画面では使用できない問題がある。

3 提案手法

既存研究の問題点を解決するため、改良型のくさび形検出を利用したプレゼンテーション支援システムを提案する。システムの全体構成をFig.6に示す。提案システムでは指示棒を持った話者と資料が投影されたスクリーンをWebカメラで撮影する。キャリブレーションのため、システム使用開始時、使用者は予めスクリーンの四隅を動画像内で指定しておく。動画像内でスクリーンと指示棒の接触が検知できた場合に座標を取得し、話者が示している箇所を特定し、操作に反映する。

Fig.6 支援システムの構成

本手法ではくさび形検出の精度を向上させるため、Fig.7に示すフローにより、Webカメラから取得した動画像フレームに対して種々の画像処理を行う。

システムはWebカメラから得たRGB画像をグレースケール画像に変換し、更に適応的閾値処理を施した二値化画像に変換する。ここまでの処理を行った画像の例をFig.8に示す。更に、話者が指示棒でスライド内を指示する場合にはスクリーンの境界、指示棒、話者が繋がって画面内で最大の連結黒点となる性質を利用し、規定値以下の連結黒点を除外することでシステムの高速度性とノイズ除去を図る。また、スク

Fig.7 画像処理フロー

Fig.8 取得画像の二値化

リーンやウィンドウ, 投影資料内容等によって生じる直線をくさび形の候補から除外するため, 長水平成分, 長垂直成分を検出し, くさび形検出の際にノイズとして考慮し, 後のスコア付けの際に重みを軽くする. 最後に, 画像の中からくさび形を検出し, スコア化を行う. くさび形の検出ではまず, 画像下部より一行ずつ走査し, 同じ行内に存在する二つの黒点群を探索する. 二つの黒点群が見つかり, かつ画像上部で二本の線分として交差している場合, 線分の長さや直線具合, ノイズの有無等によってスコア付けを行う. スコア化の結果, 基準値以上のくさび形を指示棒とその影によって形成されたくさび形であるとして検出する. 指示棒と影によるくさび形を検

出した例をFig.9に示す.

Fig.9 指示棒と影によるくさび形の識別

実装したアルゴリズムの評価をおこなったところ, 背景が黒に近い低階調画面では指示棒の影ができずにくさび形が形成されない, 画面端を指した場合には影の長さが十分に確保できずにくさび形と認識され辛い, スライド上の細い斜線を指示棒と誤認する等の問題が生じることが確認された. Fig.10に, 指示棒とスライド内の斜線によって誤検知された例を示す.

Fig.10 スライド上の斜線による誤検知

以上のような問題が生じているものの, 誤検出されるシーンは限定的であるため, システムとしての運用は可能であると考えられる.

4 効果検証

3章で提案したアルゴリズムを応用し, 指示棒をマウスの代わりとして使用できるようにした上で, 複数の被験者に対して演習込みの講義を行う形で実験を実施した. 実験に際しては本システムを用いた講

義と従来通りの講義を個別に実施し、被験者の行動にみられる変化を確認することとした。Fig.11に実験の様子を示す。また、被験者の座席に①～⑦の番号を設け、システムの有無による違いを座席毎に比較できるようにした。

Fig.11 評価実験の様子ならびに席番号

実験に際しては、以下の内容を条件として定めた。

- ・講義は他のプログラミング言語よりもマウス操作が多いVisualBasicを題材とした
- ・3回の講義（内2回をシステム有、1回をシステム無しで行う）の内容はシステム

の有無に関わらず同一の内容とし、毎回異なる被験者に対して行う

- ・被験者はプログラミングについて経験が無い、または浅い者とした。今回の実験においてはコンピュータプログラミングに興味を持つ高校1年生～3年生を主なターゲットとした
- ・被験者が話者またはプロジェクタによって投影された画面を向いている状態を前向き状態とし、前向き状態でない状態をその他状態とした。講義全体における前向き状態の割合を前向率とした上で、システム有無による前向率の違いを調べた
- ・講義の様子を後方からビデオによって撮影し、後で前向率の集計を行うこととした。この際、補助員や他の被験者が被っていて目視方向が確認できない場合は、該当の時間を集計対象外とした

Table 1にシステム有1回目の被験者個別の結果を、Table 2にシステム有2回目の被験者個別の結果を、Table 3にシステム無の

Table 1 システム有1回目の被験者別前向率集計結果

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
前向き状態(秒)	703	709	914	1084	1141	799	1043
その他状態(秒)	1113	1064	1100	931	855	1214	976
除外対象(秒)	204	247	6	5	24	7	1
前向率	38.7%	40.0%	45.4%	53.8%	57.2%	39.7%	51.7%

Table 2 システム有2回目の被験者別前向率集計結果

	(①)	(②)	③	④	⑤	⑥	⑦
前向き状態(秒)	814	846	1126	1047	1073	1281	869
その他状態(秒)	535	686	1108	1179	1174	965	1236
除外対象(秒)	898	715	13	21	0	1	142
前向率	60.3%	55.2%	50.4%	47.0%	47.8%	57.0%	41.3%

Table 3 システム無の被験者別前向率集計結果

	(①)	(②)	③	④	⑤	⑥	⑦
前向き状態(秒)	-	-	619	570	580	855	994
その他状態(秒)	-	-	1693	1872	1863	1579	1449
除外対象(秒)	-	-	131	1	0	9	0
前向率	-	-	26.8%	23.3%	23.7%	35.1%	40.7%

被験者個別の結果を示す。また、それぞれの実験結果のまとめをTable 4に示す。Table 2の①、②の被験者については講義の補助指導員の影に隠れてしまい、2割以上の時間が無効となったためTable 4には反映していない。また、Table 3の①、②については空席であった。

Table 4 システム有無の講義時間と前向率

	システム有 1回目	システム有 2回目	システム無
総時間	34分 34秒	37分 26秒	40分 42秒
集計対象	7人	5人	5人
前向率平均	46.8%	48.8%	30.0%
前向率最大	57.2%	57.0%	40.7%
前向率最小	38.7%	41.3%	23.3%

Table 4の結果から、システムを用いない講義における前向率が平均30.0%だったのに対し、システムを用いた講義では平均40%後半を示しており、およそ20%の前向率改善が行われたと判断できる。また、前向率改善の影響で、システム無の場合には40分を要していた講義時間が、システム有の場合には3分～7分ほど短縮された。この理由として、被験者が前方のプロジェクタ画面に長く注目することで操作方法が明確となり、演習時間が短くなったことが挙げられる。また、席別の結果を比較すると、演習用PCとプロジェクタ画面、話者の見比べに大きく首を振る必要がある③、④、⑤の席ではシステムの有無で2倍以上の前向率の変化が見られた。この結果から、システム無では何度も画面を見比べるにつれ

て被験者が疲れ、次第にプロジェクタ画面を見なくなっているものと推測される。この結果から、当初の問題であった聴講者の集中力低下問題に対し、本システムが有効に働いたことが示唆される。一方で、比較的演習用PCとプロジェクタ画面、話者の見比べに大きく首を振る必要が無い⑥、⑦の座席については、システムの有無が有意とは言えない結果となった。元より見比べの負担が少ない座席に対しては効果が薄いと考えられる。

5 おわりに

本研究では指示棒のスクリーン接触時に現れるくさび形の検出アルゴリズムを考案し、指示棒を操作デバイスとして扱えるシステムを提案した。誤検知や認識率低下の課題が残るものの、実使用において被験者の前向率を向上させ、集中力を高めることに成功した上で講義の効率化を図ることができた。今後は低階調な画面での指示棒検出方法の確立や、スライド内の斜線等による誤検知の減少を図ることで、システムの更なる利便性向上を模索する。

謝辞

本研究の効果確認に際し、オープンキャンパス体験授業を実験フィールドとするにあたって多大なご協力を頂いた、神戸電子専門学校企画部広報IT担当の小川洋氏に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 佐藤 周平, 柴山悦哉, 高橋伸, “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,” コンピュータ ソフトウェア, Vol. 17, No. 3, pp. 269-272, 1999.