

# 複数スクリーン環境における講義のためのタンジブルユーザインタフェース

吉田 周平\* 山根 恵和† 吉田 光男‡ 岡部 正幸§ 梅村 恭司‡

**概要.** 板書と複数の補助スクリーンを使用して講義をする状況において、講義の進行に合わせ、補助スクリーンに表示する内容を教師が制御することを考える。本稿では、物理的な物体を置くことで複数の補助スクリーンを制御する授業システムを提案する。本システムは、発行する命令に応じた物体を制御したいスクリーン付近に置くことで、そのスクリーンに表示されている内容を制御できる。本システムの利点は、大きく2つある。1つ目は、物体を置くだけでスクリーンを制御できることである。これにより、教師が手元のコンピュータを使用して制御するのに比べ講義の進行の妨げとならない。2つ目は、教師がスクリーン制御のために配置した物体を、受講者が直接見られることである。これにより、受講者はどのスクリーンにどのような命令が発行されているのかを知ることができる。

## 1 はじめに

講義は、黒板やホワイトボード、スクリーンに表示したスライドを使用して行われることが主流である。黒板およびホワイトボードの板書やスクリーンの表示(以下、この2つを「板書」と総称する。)は、いずれも講義が進行するにしたがって次々と切り替わっていく。デジタルビデオ伝送システムを使用した遠隔講義では、表示範囲が狭く板書が変わる頻度が高いことから、教師が適宜板書のスナップショットをとることで、過去の板書画像として受講者側のスクリーンに表示するシステムの研究がある [1]。板書のスナップショットをスクリーンに表示することで、教師が過去の板書を参照しながら講義をできるのに加え、受講者が余裕を持って板書をノートにとることができる。加えて、スクリーンに一定時間遅延させた板書の映像が表示されていれば、例えば描画順序が重要な板書を見逃したときに見直すことができる。このように、板書のスナップショットや遅延映像などのさまざまな種類の板書映像を複数スクリーンに表示することは、遠隔講義、対面講義を問わず、講義を効果的に行う上で有用だと考える。しかし、複数のスクリーンの制御方法が複雑では、講義の進行の妨げとなる。さらに、受講者が各スクリーンに表示された映像の種類を視覚的に把握できないと表示内容への対応が難しくなる。

本稿では、これらの問題を解決するために、物理的な物体を利用したスクリーン制御システムを提案する。本システムでは、スクリーン付近に制御命令に応じた物理的な物体を配置することで、あるスクリーンの過去の映像を制御対象のスクリーンに表

示するなどのスクリーン制御ができる。物体を置くという直接的な操作によりスクリーンを制御できるため、講義の進行を妨げることがない。また、スクリーン付近に物体を配置するため、受講者はそのスクリーンにどのような命令が発行されているかを、一目で知ることができる。

映像に施す処理の種類には、一定時間の遅延や、スナップショットなどがあり、これらを本稿では「効果」と称する。スクリーンに表示する映像の制御は、物理的な物体を隣接するスクリーンの間に配置することにより行う。これは増井の提唱する実世界指向プログラミング [2] にのっとったもので、直接的なスクリーンの制御が可能である。効果を施す処理は連鎖させることができるため、柔軟なスクリーン制御が可能となる。また、タッチパネルディスプレイ上に配置した電子部品をプロジェクションマッピングにより仮想的に結線することで、実際に通電させることなく電子工作を行う研究がある [3]。本研究もこれに倣い、配置した物体を映像に効果を加える電子部品とし、2つのスクリーンを仮想的に結線していると見立てている。

## 2 提案システム

### 2.1 概要

提案するシステムの構成を図1に示す。ホワイトボードは教師が板書に使用するもので、黒板やスライドであっても構わない。ホワイトボードの左には、3台のモニタ付きコンピュータ(右から順に右モニタ、中央モニタ、左モニタと称する。)が横一列に配置されている。これらのモニタは受講者がみるためのもので、実際の講義におけるスクリーンと見立てている。また、それぞれのモニタの間に赤い紙コップ(右から順に右コップ、左コップと称する。)が固定されて配置されている。

右モニタには、常に板書を撮影している映像がそ

Copyright is held by the author(s).

\* 豊橋技術科学大学 情報・知能工学課程

† 豊橋技術科学大学 情報・知能工学専攻

‡ 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

§ 豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター

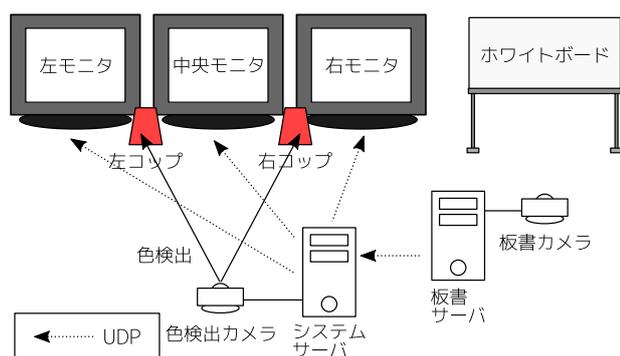


図 1. システム構成

表 1. 色と効果の対応

色	効果
赤	コップの右のモニターの映像にかかわらず、コップの左のモニターへ黒画像を出力
薄紫	コップの右のモニターの映像をそのままコップの左のモニターへ出力
青	コップの右のモニターの映像を 8 秒遅延させた映像をコップの左のモニターへ出力
黄緑	コップの右のモニターの映像の、コップを置いた瞬間のスナップショットを撮影し、それをコップの左のモニターへ出力

のまま表示される。中央および左モニターに表示される映像は、それぞれ右および中央モニターの映像に効果を施したものである。効果はそれぞれ右および左コップの色によって決定される。色と効果の対応を表 1 に示す。固定されている赤い紙コップの上に被せるようにして任意の色の紙コップを置くことで、それに対応する効果を施した映像を表示できる。表に示した効果は一例であり、効果の種類は追加や変更が可能である。ただし効果の種類を追加する場合、誤認識を防ぐため色の調整が必要である。

例えば図 1 の環境で講義を行うとする。右モニターには板書の映像がほぼ遅延なく表示されている。ここで右コップに青い紙コップを置くと、右モニターの映像を 8 秒遅延させた映像が中央モニターに表示される。同様に左コップにも青い紙コップを置くと、中央のモニターの映像を 8 秒遅延させた映像、つまり右のモニターの映像を 16 秒遅延させた映像が左モニターに表示される。この状態で教師が漢字を板書をしたとする。ここでたとえ受講者がその筆順を見逃したとしても、左モニターや中央モニターにより漢字を書く映像を 2 回見直すことができる。次に、教師が後の講義でも度々触れる予定の図表を板書し、8 秒後、中央モニターにそれが反映されたとする。ここで左コップを黄緑の紙コップに置き換える。すると、その時点の中央モニターの映像のスナップショットが左モニ

ターに固定されて表示されるため、教師は板書を消した後も、そのモニターを使って講義を続けられる。

## 2.2 実現方法

ホワイトボードは図 1 に示す板書カメラによって常に撮影されており、その映像は板書サーバによってシステムサーバへ送信される。システムサーバはカメラサーバから映像を受け取ると、3 台のモニターそれぞれへ送信する映像を決定し送信する。映像の送信は、切り替えがスムーズに行くように、フレーム画像を独立した 1 画像とし、コネクションレスで転送するストリーミングプロトコルを設計した。右モニターへは板書サーバから受信した映像をそのまま送信している。中央・左モニターへ送信する映像は、色検出カメラが検出したそれぞれの紙コップの色相に最も近い効果を表 1 から選択し、その効果をそれぞれの右側に置かれたモニターへ送信する映像に施すことで作成されている。表 1 の色は、色検出カメラでその色を撮影したときに、それぞれの色相が近くなり過ぎないように調整し決定した。なお本実装では、各々のモニターへ送信する映像に対してシステムサーバが効果を施しているが、プロトコル上は、効果を施す機能を物体に対応するリレーとして実装できるように設計されている。

## 3 まとめ

本研究では、複数スクリーン環境での講義の場において、直接的にスクリーンを制御するシステムを提案し開発を行った。教師の手元のコンピュータによるスクリーン制御は講義の進行を妨げる恐れがあるが、本システムでは物理的な物体を配置するという直接的な操作で制御が可能である。加えて、物体は受講者から見られる位置に配置されるため、受講者が見ただけでそのスクリーンに表示されている効果を把握することが可能である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330396 の助成を受けた。

## 参考文献

- [1] 角規彦ほか. “DVTS を用いた板書型遠隔講義と静止画遠隔提示システムの実現”. 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学. 2002, vol.102, no.509, p.49-54.
- [2] 増井俊之. “実世界指向プログラミング”. 第 40 回情報処理学会 冬のプログラミングシンポジウム予稿集. 1999, p.19-25.
- [3] 秋山耀, 宮下芳明. “部品へのプロジェクトマップによる通電しない電子工作”. 第 21 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2013, p.141-142.