

ホワイトボード画像の保存・再生システムの開発

石野 明 大崎 嗣豊 奥山 哲郎 （東北大学）

ホワイトボードを用いて行われる議論をコンピュータによって支援する環境の開発を行った。さらに、その基礎技術をロボットを用いた実験環境へと応用し、コンピュータを用いた実験・開発環境を構築するための基礎技術の構築を行った。

1. 背景および目的

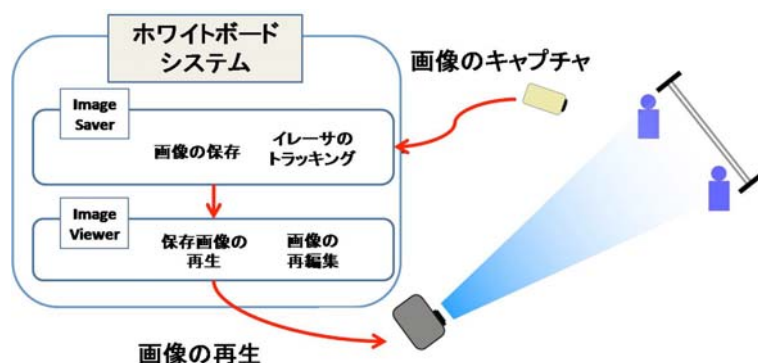
現在のコンピュータはキーボードとマウスを用いて操作するのが一般的である。一方で研究室や開発室などにおける創作的な活動はどのようにして行われているだろうかと考え、紙とペンを用いて思考し、ホワイトボードを前に議論するというのが一般的ではないだろうか。しかし、ホワイトボードにも欠点はある。ホワイトボードに書いた物は保存されない。通常は書いた物を消さないと次の議論を行うことが出来ない。そこで、ホワイトボードの内容をノートなどに書き写す必要がある。そして、ある日、その議論の続きをする際には前回のホワイトボードを思い出しながら議論をするということになる。

そこで、ホワイトボードを用いた議論をコンピュータによって支援することを目的とした。コンピュータを用いてホワイトボードの内容を記録しておき、その後、必要になった際にそれを読み出して再編集することができれば、一つのアイデアごとにホワイトボードを一つずつ用意する必要もなく、またホワイトボードを書き写す手間や、書き写さなかったために前回の内容を思い出すためにまた同じ議論を繰り返すといったこともなくなる。

さらに、この考えを発展させ、ホワイトボードのみならず実験環境そのものを対象とした拡張を行う。ホワイトボードだけを記録するのではなく、実験環境そのものをコンピュータによる認識の対象とし、その実験環境により積極的に関わることを目指す。コンピュータをいかに上手く扱えるようにするかを考えるのではなく、現実の物を用いた操作をコンピュータがいかに支援するかということを考え、コンピュータの出力もディスプレイやプロジェクト上の映像だけではなく、ロボットを通じた物理的な動作を利用することで、コンピュータと人のより多面的なインタラクション環境が構築できると考えた。

2. 開発内容

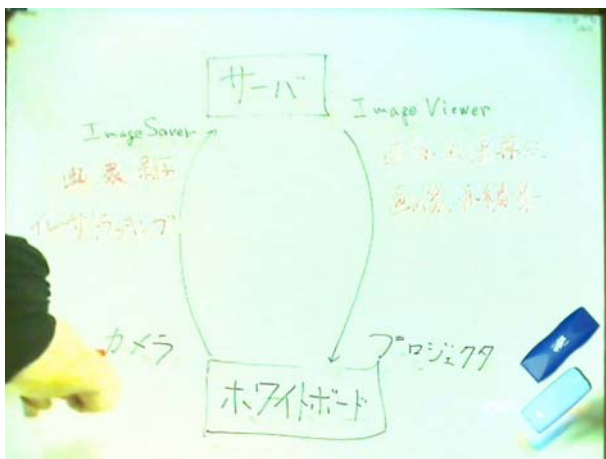
ホワイトボードシステムの開発ではホワイトボード上の画像を保存し、保存された画像の検索や再生、再編集を行うために、下図に示すように大きく2つの部分に分けて開発し



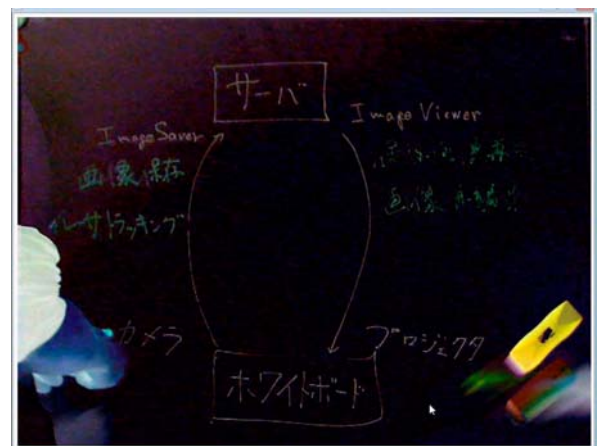
た。ImageSaverはWebカメラからの画像を処理するプログラムであり、画像を保存する機能と、イレーサをトラッキングする機能を持つ。ImageViewerは過去に保存された画像の再生とImageSaverによってトラッキングされたイレーサの位置に応じて画像を再編集する機能をもつ。

そのようにして取り込んだ画像は必要になった際にプロジェクタからホワイトボード上へと投影される。それによって過去の議論の続きを行うことが可能になる。この際、ただ投影するだけで書き直すことができなければ、過去の書き込みのコピーをただホワイトボード上で見ているだけにすぎないが、本システムではさらに過去の画像に対してマーカで書き込み、イレーサで消すといった自然な形で、再編集が可能である。

ImageSaverはカメラ画像を処理することで、ホワイトボード画像の保存と、イレーサのトラッキングをするプログラムである。カメラはホワイトボードの正面に設置できるわけではない。そこで、カメラのホワイトボードに対する相対位置を求めることをまず行う。画像の保存タイミングについては、最後に保存された画像とカメラから取得した現在のホワイトボード画像(a)を比較して(b)、閾値以上のときに保存を行う。

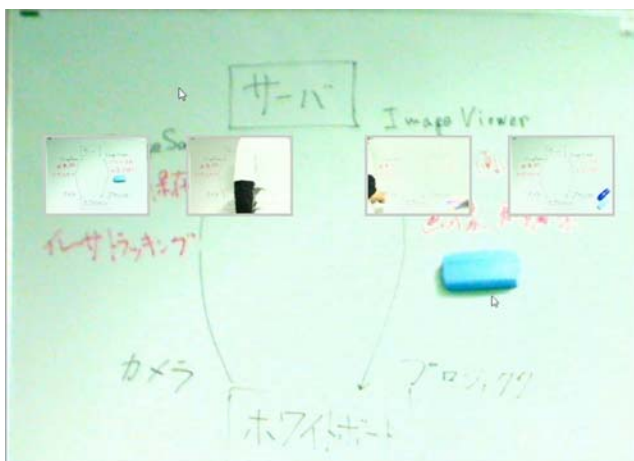


(a)カメラ画像



(b)保存画像との差分

ImageViewerは保存した画像のブラウズ(c)を支援し、プロジェクタを通してホワイトボード上に選択された画像を再生する。さらに、通常のイレーサを用いることで再生中の画像の一部を消去することもできる(d)。

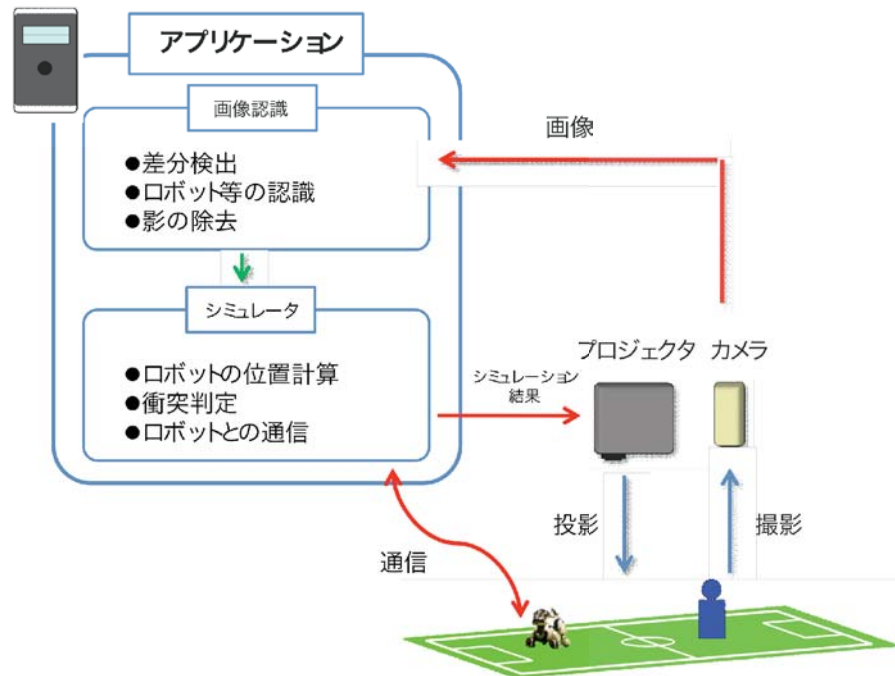


(c) 保存画像のブラウズ



(d)再編集の結果

コンピュータにより拡張されたロボット実験環境（以下、ロボット実験環境）は2組のカメラとプロジェクタおよび、それらを制御するコンピュータにより構成されている。コンピュータ内の制御・処理アプリケーションについては「画像認識プログラム」と「シミュレータ」の2つのプログラムに分けられる。



画像認識プログラムではカメラ画像(a)の補正後(b)，背景画像との差を用いてオブジェクト(c)を認識(d)し，その位置や角度を推定する。



(a) カメラ画像



(b) 補正後



(c) オブジェクト



(d) 認識結果

認識結果をシミュレータ内に配置する(e)ことにより、実ロボットがシミュレータ内のボールを動かすことができ、さらにシミュレータ内の仮想ロボットと実ロボットが対戦を行う環境(f)の構築ができた。



(e) シミュレータ



(f) 実ロボットと仮想ロボットの対戦

4. 従来の技術との相違

これまでも記録がとれるホワイトボードシステムは数多くのものが商品化されている。しかし、それらはいずれも特別な装置を必要としている。本プロジェクトでは今日、非常に安価に手に入るようになったUSBカメラを利用することによって、非常に安価なシステム構築が可能となった。

また、コンピュータにより拡張されたロボット実験環境は、拡張現実に関する研究のひとつと捉えることができるが、ロボットを用いることでコンピュータによって実際に現実世界の状態を変化させることが可能であるという点が特徴となっている。

5. 期待される効果と普及の見通し

本プロジェクトではホワイトボード画像の保存・再生・再編集システムの開発をおこなった。開発されたシステムは多くの研究室が所持している通常のホワイトボードとコンピュータ、それにUSBカメラのみを準備すればよいということもあって、将来的には研究室を中心に多くの方々に使ってもらえると考えている。

今後も機能の充実を図り、研究会やワークショップなどへの出展を重ね、外部からの意見を参考にしながら開発を進める考えである。開発成果は、なるべく多くの方々に使ってもらえる形での公開を考えたい。

ロボット実験環境も様々な多くの応用の可能性を持つシステムであり、今後も精力的に開発を進めていく。大掛かりな装置が必要となるため、まだ一般への普及は難しいと考えられるが開発成果はライブラリなどの形で公開を予定している。