

実環境重畳型プロジェクションシステムの検討

— 実環境重畳型ユビキタス情報提示システムに関する研究 —

山田 俊郎 棚橋 英樹

Study on a projection system which superimposes on the real world

Ubiquitous display which superimposes on the real world

Toshio YAMADA Hideki TANAHASHI

あらまし いつでもどこでも情報通信機器が利用できるユビキタス環境が関心を集めており、携帯電話をはじめとする情報機器で場所に応じた情報を受け取ることができるようになってきている。しかしながら、情報の提示手法については従来からの液晶モニタの利用がほとんどであり、より実空間と関連付けたわかりやすい表示が求められている。本報告では、プロジェクタを用いて実空間に重ね合わせて情報を投影する手法を提案し、この場合に発生する映像のひずみを補正する手法を提案する。

キーワード ユビキタス、プロジェクション、実世界志向インタフェース

1. はじめに

いつでもどこでも情報機器が利用できるユビキタス環境が関心を集めており、携帯電話をはじめとする情報機器で場所に応じた情報を受け取ることができるようになってきている。ユビキタスコンピューティングの研究では利用者の位置に応じた情報を的確に提供することに主眼が置かれており、本研究においても昨年度の報告で位置情報取得に関する検討を行った^[1]。

位置情報が自動取得できると、位置に応じた情報を自動的に提供することが可能になるが、情報の提示手法については従来からの液晶モニタの利用がほとんどである。そのため、実空間と情報空間の対応付けは人が行うこととなり、提示された情報を理解するには液晶モニタと周囲を交互に見回して頭の中で関連付けを行うこととなる。

本の研究では、プロジェクタの映像を実環境上に投影することで、実空間と情報空間の位置を合わせた情報提示を行うこととしたが、プロジェクタの投影では、投影面に対して投影の軸が傾くと映像が歪む性質がある。本報告では、その歪みを補正する手法を提案する。

2. プロジェクタによる投影

通常プロジェクタで映像を投影する場合、スクリーンに対して投影軸のヨー方向(左右方向)が垂直になるように設置する。また、ピッチ方向(上下方向)はプロジェクタの設計時に決められた角度で、投影軸周りのロール方向の回転は0となるように設置する。このように設置すれば、投影した映像は正常な矩形となるが、プロジェクタ

の姿勢を意図的に傾けると、投影画像は歪んだ四角形になり、投影される画像にも歪みが生じる。プロジェクタをユビキタスディスプレイとして利用する場合、利用者が情報を得たい方向にプロジェクタを向ける操作が自然であるため、プロジェクタの姿勢は理想的な位置に限定することはできない。斜め方向から投影されてもこの歪みを補正し、プロジェクタの姿勢によらず自然な映像を提示することが求められる。

図1に示すように、仮想的に壁面全体に広がっている格子模様をプロジェクタで部分的に投影する場合を考える。プロジェクタが正常な設置方法である場合、壁面上の投影領域はAとなり、壁面上の映像とプロジェクタへの入力映像Aは同じ形となる。ここでプロジェクタの姿勢を傾け、左上方向を投影するように傾けると投影領域はBとなり、ここに自然な格子模様を投影するための入力画像はBとなる。このように、プロジェクタの姿勢に合わせて入力画像を変形させることで、投影面上に歪みのない自

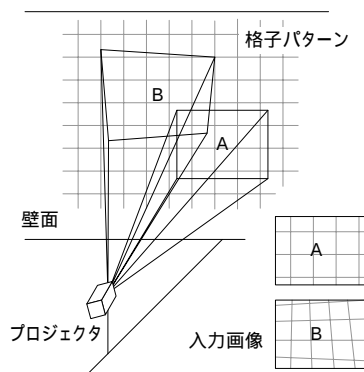


図1 プロジェクタの姿勢と投影画像

然な映像を投影することができる。

画像を任意の形に変形する手法として、一般にアフィン変換が用いられる。アフィン変換では回転・移動・スケール等の線形変換が可能であるが、自然な画像を作るには、アフィン変換で射影された画素の間を補間する必要がある。これら画像の変換にかかる処理は多くの計算量を必要とするが、グラフィックカードの機能を用いると、CPUに負荷をかけずに効率的な変換処理を行うことが可能である。そのため、プロジェクタの姿勢による画像変換の問題を3次元グラフィック(CG)のカメラ姿勢の問題に置き換え、3次元CGの機能で処理することとした。

3．3次元グラフィック機能による画像変換

図2に示すように、プロジェクタの向きと投影画像の関係をヨー方向の回転の場合で考え、投影面とプロジェクタの間には投影の光軸に垂直な仮想スクリーンを想定する。投影面に対してプロジェクタの光軸が垂直であるとき、仮想スクリーンPa上には、映像の投影領域Waと同じ幾何形状の画像がスケール変換されて投影されることとなる。次に、プロジェクタをθ度回転させたとしても、投影領域はWbに移動するが、仮想スクリーンPbはプロジェクタから見るとPaと同一である。WbとPbの関係を求め、Wb上で正しく見える画像をPb上に作ることで、WaとWbで連続した幾何形状の正しい画像を投影することができる。

ここで、プロジェクタと投影面の関係を3次元グラフィックに置き換えて考える。図2のように、プロジェクタはレンダリングの視点であるカメラに、投影面は3次元モデルの仮想投影面に、仮想スクリーンは3次元CGの射影面にそれぞれ置き換えられ、カメラの姿勢はプロジェクタの姿勢と同一とする。仮想投影面上の領域Wbの画像は、カメラからの見えに応じた幾何形状で射影面Pbに射影され

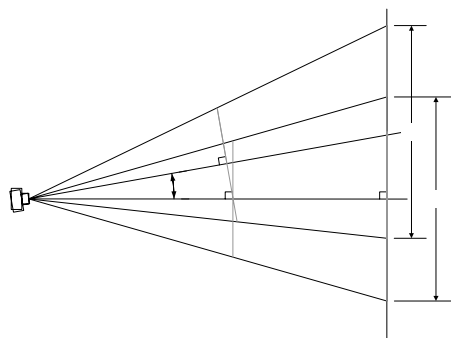


図2 投影面とプロジェクタの位置関係（水平面）

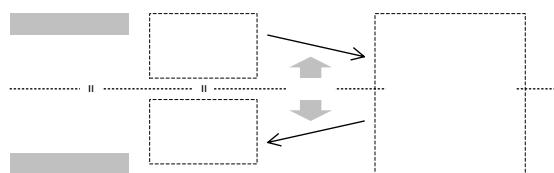


図3 画像変換のフロー

る。このPb上に射影される画像をプロジェクションにおける仮想スクリーンの画像とすることで、投影面上には正しい幾何形状の画像を投影することができる。

プロジェクタの垂直方向の傾きと光軸周りの回転の変換も重ね合わせ、同様に変換することによって、3次元CGの機能で任意の姿勢の投影画像を作ることができる。この変換のフローを図3にまとめる。

4．結果とまとめ

本提案システムの実現例を図4,5に示す。ユビキタスシステムとして持ち歩くことを目的としているため、プロジェクタ(NEC LT-170J)の姿勢の計測には、環境側に特別な設備を必要としない3Dモーションセンサ(NEC/Tokin MDP-A3U9S)を採用した。図4はプロジェクタから水平方向に格子パターンを投影した場合と、左上に向けて投影した場合の2枚の写真を合成したものである。プロジェクタを左上に傾けても格子パターンに歪がなく、水平に投影した場合の格子パターンと連続していることがわかる。図5は地図画像を投影した例である。広い範囲の地図画像から、プロジェクタの動きに連動した部分画像をスクロールさせて表示することができた。

今後はユビキタスディスプレイとして実用的なサイズになるようプロジェクションシステムの小型化を進めるとともに、位置センシングと組み合わせた情報提示システムを完成させる予定である。



図4 格子パターンの投影（2枚の写真を合成）



図5 地図画像の投影例

文 献

- [1] 山田俊郎, 棚橋英樹, “RFIDタグを用いた位置センシング手法の検討”, 岐阜県生産情報技術研究所報告 No6, pp.11-14, 2005.