

K-022

実書籍への複合情報付加による学習支援システム Learning Assistance System with Real Books Using Augmented Reality

相楽 恭宏[†]
Takahiro Sagara

高井 那美[‡]
Nami K. Takai

高井 昌彰[§]
Yoshiaki Takai

1. はじめに

近年、eラーニングの研究が進められ [1], 双方向性や学習効率などの有用性が注目されている。一方で従来の書籍を通じた学習には、その手軽さや流通量から優位な点も考えられる。しかし、書籍媒体の学習はeラーニングとは異なり、マルチメディアコンテンツの利用やネットワークを通じたコミュニケーションなど、そのままでは実現困難な機能も多い。

また、テキストやグラフを用いて何らかの情報を得るとき、注釈やアンダーライン、メモを加えることによって、重要な点の明確化や後日再び参照する際に素早く注目すべき点の判断、作業の継続をスムーズに行えるなど、情報の価値を高めることができる。

そこで、本研究では実書籍に対して複合現実を用いることにより、書籍に対して情報を付加・共有できるシステムを構築し、実書籍を用いた新しい形の学習支援方法を提案する(図1)。本システムは、実書籍を用いることで、従来のeラーニングとは異なり、道具としての立場をとるユーザ主体の学習を支援する。

2. システムの概要

本システムの利用者は、装着型のビデオカメラ、ディスプレイを身に付けている。ビデオカメラでは、利用者が実際に書籍を見ている光景が撮影され、計算機に映像が送られる。ディスプレイには、撮影された映像に重ねて、計算機上で生成された注釈情報等が表示される。

今回構築したプロトタイプシステムでは、注釈情報入力のインターフェイス部分はシステム範囲外とし、書籍の認識と情報の付加方法に焦点を絞る。なお、可視化空間内への注釈情報の付加インターフェイスは園田らによる空中での手書き文字入力システムの提案 [3] や、久木元らによるPDAを用いた注釈付与が可能な可視化システムの実装 [4] がなされている。

本システムではまず、利用者が見ている光景の中から画像処理を行い書籍を認識する。次に、認識した書籍画像から書籍の特徴をパラメータとして保持する。このパラメータは必要に応じて毎フレーム更新される。そのパラメータを用いて仮想的な書籍を内部モデルとして生成し、そのモデルに対して付加情報を与えることで複合映像を出力する。

3. システム環境

プロトタイプシステムにおいて、ビデオカメラは固定カメラ(DCR-VX2100)を用いて撮影した。映像は320*240のフレームサイズ、深さ値を24bitで記録し、

デスクトップ型PC(CPU Pentium4, OS:Linux, Graphic Board:BT878)上で処理した。

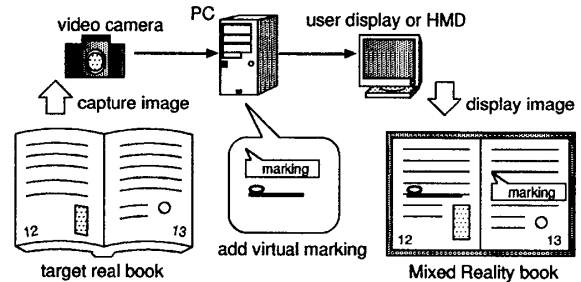


図1: システム概要

4. 書籍の認識

書籍に情報を付加するために、入力画像から書籍紙面を認識する必要がある。

書籍部分を抽出するために、はじめに2値化処理を施す。入力画像は書籍を映したものであるという状況に限定されるため、出力画像の2値画素の割合状態から閾値を動的に決定し(Pタイル法)、入力画像のHSV値を用いて2値化処理を行う。これにより2値化処理が施された画像が図2である。

次に、2値化画像のノイズの除去を行う。ノイズ除去は2つの段階を踏む。最初に開口処理を行い、小さなノイズやヒゲを除去する。そのあとに輪郭線追跡による領域検出を行い、最大領域となる書籍以外のオブジェクトを除去する。輪郭線追跡の前に開口処理を加えることにより、計算量の削減と、対象書籍の正確な輪郭線を得ることができる。また、ノイズの除去に輪郭線追跡を用いるのは、ノイズの除去と同時に書籍の歪具合をパラメータとして取得することができるためである。

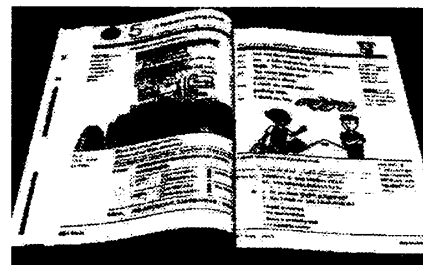


図2: 2値化による書籍抽出

[†]北海道大学大学院情報科学研究科

[‡]北海道情報大学経営情報学部

[§]北海道大学情報基盤センター

5. 書籍パラメタの決定

本システムでは内部的に書籍のモデルを持ち、入力画像から対象書籍モデルのパラメタを決定することで情報付加を実現する。

輪郭線追跡によるノイズ除去で得られた書籍の輪郭線から、書籍の四端点、見開きの中心線等の特徴を認識できる。書籍はA4版やB5版など一定の形状に従うため、この端点情報を用いてテンプレートに従って書籍形状を分類する。また、書籍を開いたときに生じる歪みも書籍輪郭から計測し、歪パラメタとして保持・更新する。書籍自体に関するパラメタだけではなく、書籍に対するユーザの視線角度情報も、入力映像内の書籍の縦横比を用いて推定する。

6. 情報の付加

プロトタイプシステムでは付加する情報は事前に作成されたラスターデータとして与えられる。書籍映像に直接情報の付加を行うと付加位置の対応付けが困難なため、一度歪みのない内部書籍モデルに対して付加を行う。この内部書籍モデルに対して行われた付加情報を、ワーピング変換 [2] を用いて出力画像にマッチングさせる。

マッチングは計算の単純化のために2段階にわけられる。はじめに4端点からなる単純な四角形に対して付加情報のマッピングを行う(図3(a))。この際、書籍の横方向には単純な内挿法による補間を行い、縦方向には前方ワーピング変換による補間を行う。縦方向に前方ワーピング変換を用いることで、視点に近い物体が大きく見え、付加位置がずれてしまうことを防ぐ。その後パラメタとして保持してある書籍の歪みに従って付加情報のy座標値を変化させる。

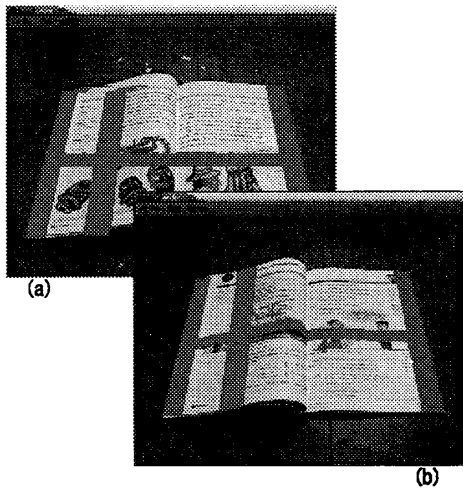


図 3: 2段階の情報付加

以上の2段階の変換により、より少ない計算量で付加情報を持つ出力画像(図3(b))を得ることができる。なお、図3には付加情報を明確に把握できるように、文字列ではなく帯状の模様を付加した例を示している。実際に文字列の付加を行い、変形を行ったものが図4である。

また、本システムの実時間性を検証するために、情報

付加を行う際の画像処理のスループットと、実際の画像入力から表示までの遅延時間を10分間測定した。その結果、画像表示のスループットは平均毎秒18.3フレームであり、処理の遅延時間は55msecであった。これは実際に使用しても違和感のない処理速度であり、十分な実時間性が実現されている。



図 4: 文字列付加の例

7. 情報の共有

実世界においても他人のノートや教科書への書き込みはしばしば有用である。本システムでは、同一書籍に対する付加情報をP2Pネットワークにより共有することにより、自律的な学習グループの形成を図る。各ユーザのシステムがピアとして、ユーザが所有する書籍情報を含むアドバタイズメントを発行し、同じ書籍を持つユーザ同士でコネクションを生成する。これにより共有可能になる情報は書籍のコンテンツではなくユーザによる著作物であるため、知らないユーザ間での情報を共有する際に著作権を侵害してしまうといった危険性を回避できる。

8. まとめと今後の課題

実書籍を用いた複合現実による学習支援の可能性を検討し、プロトタイプシステムの開発を進めることで方向性を示した。今後は対象書籍のページ識別を実装し、ネットワーク内ユーザ間での付加情報共有の設計を行うことでプロトタイプとしてのシステムを完成させる。また、現在の情報付加の位置精度などを向上させ、評価実験を行う。実際にシステムを利用した複数ユーザによる学習支援実験を行い、既存のeラーニングシステムとの差別化を明確にすることも今後の課題である。

参考文献

- [1] 三浦克宜, 斎藤一, 斎藤健司, 前田隆: “電子教材に対する注釈付けと学習支援機能について”, 情報処理北海道シンポジウム 2003, pp.118-121, April 2003.
- [2] Leonard McMillan: “An image-based approach to three-dimensional computer graphics”, *Technical Report TR97-013*, 19, 1997
- [3] 園田智也, 村岡洋一, “空中での手書き文字入力システム” 信学論 (D-II), vol.J86-D-II, no.7, pp.1015-1025, July 2003.
- [4] 久木元伸如, 江原康生, “VR環境におけるPDAを用いたパラメタ操作と注釈付与が可能な可視化システムの実装と評価” 信学論 (D-II), 電子情報通信学会論文誌, vol.J88-D-II, no.3, pp.596-604, March 2005.