

可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いた ユビキタス情報環境におけるインタラクション

木村 翔[†] 笥 康明^{††}
高橋 桂太[†] 苗村 健[†]

Human Computer Interaction Using Visible Light Communication Projector and High-Speed Camera

SHO KIMURA,[†] YASUAKI KAKEHI,^{††} KEITA TAKAHASHI[†]
and TAKESHI NAEMURA[†]

1. はじめに

近年、QR コードに代表されるような、機械に対する情報を実環境に配置する研究が盛んに行われている。一般に、機械に提示する情報は人間には不要かつ目障りな場合が多いため、それらは人間には見えないことが望ましい。

このような立場から我々は、映像の各画素に、人には知覚できないメタ情報も同時に埋め込む、空間分割型可視光通信 (Position-dependent Visible Light Communication: PVLC)¹⁾ の研究に取り組んできた。

PVLC を実現するための提示デバイスとして、我々は Digital Micromirror Device (DMD) を用いた、可視光通信プロジェクタ (PVLC プロジェクタ) の開発を進めてきた。DMD とは小型のミラーアレイで構成され、提示映像における各画素の ON/OFF を高速 (8kHz) で切り替えることで、その画素の輝度値を作り出すデバイスである。この ON/OFF の順序パターンに意味を持たせる特殊な機構を組み込むことにより、人に知覚できない形でのメタ情報の埋め込みが可能になる。

PVLC の読み出しには、高速な受光デバイスが必要である。埋め込み情報の並列性を最大限に生かすため、文献 2) では情報読み出しに高速度カメラを用いる手法について原理的な提案を行った。文献 3), 4) など

とは異なり、我々の提案手法ではプロジェクタとカメラの同期が不要である。このため、複数のカメラや複数のプロジェクタが混在する環境においても運用が容易である。本発表では、文献 2) で述べた枠組みの具体的な実装について報告し、さらに並列な情報読み出しによって可能になる新たなインタラクションの構想を述べる。

2. インタラクティブ情報環境の検討

2.1 ハードウェア構成

本システムは高速に投影・撮影を行えるプロジェクタとカメラからなる。

プロジェクタには我々が開発してきた PVLC プロジェクタを用いる。PVLC プロジェクタは高速動作可能な DLP プロジェクタであり、撮影映像 (XGA 解像度) の各ピクセルの ON/OFF を 8kHz で切り替える。PVLC プロジェクタによって投影された映像は、人間にとっては何の仕掛けもない普通の映像として観察される。一方で高速度カメラには DITECT 社製 HAS-220 を用いた。このカメラは 1000fps で動作可能であり、撮影画像は PC のメモリにリアルタイムに転送される。なお、撮影画像の大きさは、228 × 164 ピクセルである。

また、埋め込みアルゴリズムとして、同一信号を位相をずらして埋め込む、同期を必要としない通信方式を提案した。これは、複数のプロジェクタと複数のカメラが混在するような状況でも臨機応変に対応できる、ユビキタス情報環境を構築することを目指すためである。詳しくは文献 2) を参考にされたい。

[†] 東京大学大学院 情報理工学系研究科
Graduated School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

^{††} 科学技術振興機構さきがけ
Presto, Japan Science and Technology Agency

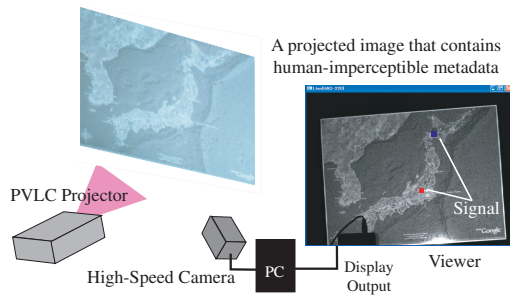


図 1 システム概観
Fig. 1 Overview of system

2.2 実 装

文献 2) において提案した理論に基づき実装を行った。PVLC プロジェクタにより投影された映像と、高速度カメラにより撮影した画像を図 1 に示す。人間の目には何の仕掛けもない普通の映像として見えるが、位置が整合したメタ情報が埋められており、カメラで撮影すると映像中に埋め込まれた信号を読み取ることができる。読み取った信号は PC によってデコードされ、メタ情報に応じた情報をユーザに提示する。図 1 では、基本的な例として、読み取った信号領域に四角形を重畳している。

これは、HMD を使う拡張現実感 (AR) のシステムと同様の効果を与えるものである。しかし、HMD の中だけで現実が拡張されているのではなく、現実世界の中のプロジェクタ映像そのものが拡張されている点が異なっており、結果として、ユーザの 3 次元的位置計測が不要となり、複数のユーザが同時に参加することも容易になる。

3. インタラクティブなアプリケーションの提案

高速度カメラとプロジェクタ映像の距離に応じて、写り込む範囲が変化することを利用し、カメラとプロジェクタ映像の相対的な位置関係を取得できる。これを利用することで、より柔軟な情報提示が可能になる。

例えば、離れて見ているときには日本地図全体が写っていることを前提にマクロな情報提示に留め、近くに連れてより詳細な情報を重畳していくことが可能になる (図 2)。図 2 において、プロジェクタ映像の広い範囲がカメラにより撮影されている場合 (カメラ位置 A) には、映像全体から同時に、複数の埋め込まれたメタ情報を読み出し、それに応じた情報 (日本全体) をユーザのモニタ上に表示する。一方で、カメラをプロジェクタ映像に近づけた場合 (カメラ位置 B, C) は、撮影している領域に埋め込まれたメタ情報を読み出し、その撮影領域に応じた付加情報が重畳される。

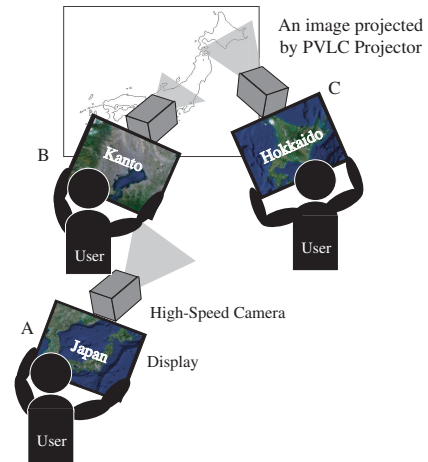


図 2 アプリケーション概要
Fig. 2 Concept of application

本システムではプロジェクタの映像信号自体に、位置に応じたメタ情報が埋め込まれており、カメラは単にその情報を取得してユーザに提示するだけで、位置に応じた情報を提示できる。このようなシンプルな仕組みで実現されるため、複数のプロジェクタやカメラを独立して同時に使用することが、容易に実現可能である。

4. おわりに

本稿では、可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いたユビキタス情報環境におけるインタラクシオンの提案、プロトタイプシステムの実装を行った。一方、ロバスト性の向上や動的シーンへの対応などが課題として残る。今後は、本システムの定量的評価を行っていくと共に、システムの特徴を生かしたアプリケーションを実装していく予定である。

謝辞 本研究を行うにあたり、有益な助言を頂いた原島博教授に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 北村ほか: “DMD を用いた空間分割型可視光通信の基礎検討”, FIT2006, Vol.5, pp.293-295, 2006.
- 2) 木村ほか: “可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いたユビキタス情報環境の基礎検討”, VRSJ 第 12 回大会, 2C2-5, 2007.
- 3) D.Cotting, et al.: “Embedding Imperceptible Patterns into Projected Images for Simultaneous Acquisition and Display”, ISMAR2004, pp.100-109, 2004.
- 4) A.Grundhofer, et al.: “Dynamic Adaptation of Projected Imperceptible Codes”, ISMAR2007, 2007.