

論文の内容の要旨

論文題目 映像と連携する移動ロボットの投影型制御に関する研究

氏 名 平木 剛史

サイバー空間の情報を、従来の平面ディスプレイではなく、物体を用いた現実拡張型の情報提示を行うことで、人間が情報に直接触れて操作可能なインタフェース技術は、多次元情報の直観的な理解に有用である。特に、動的な情報を実物体として触れて操作する方法として、複数の移動ロボットに映像情報を視覚重畳し、協調して変化させるアプローチが注目されている。既存研究においては、無線、または映像に埋め込んだ可視パターンによってロボットを制御していた。無線を用いた制御では、ロボットに個別の命令を送信できるが、映像とロボットの位置合わせが必要で、かつロボットの増加に応じて通信負荷が増大するので、利用できるロボットの台数に制約があった。可視パターンを用いた制御では、QRコードのような2次元空間パターンを映像に表示するため、複数のロボットを並列的に制御可能であるが、映像の品質を劣化させるという問題があった。

一方、光の高速明滅で信号を送る可視光通信技術をプロジェクタに応用した空間分割型可視光通信 (Pixel-level Visible Light Communication: PVLC) を用いると、映像の各画素に不可視の情報を埋め込むことができる。これを用いてロボットを制御すれば、前述の問題を解決し、複数のロボットと映像が協調したインタフェースを実現できる。しかし、従来のPVLCは映像表現力（色階調、コントラスト）と情報の空間解像度が低く、またその装置も大型で可搬性は低かった。さらに、人の接触によるロボットの位置ずれを考慮すると、外乱に対して頑健なロボット制御が可能な情報埋め込みを実現する必要があった。

本論文では、投影される映像と連携した移動ロボットを、PVLCを用いた投影型制御システムを用いて制御することで、ロボットを介した現実拡張型情報提示の実現可能性を明らかにすることを目的とする。この実現に向けて、主に、人間が直接ロボットに触れる操作を実現するためのロボット制御、PVLCの映像表現力と情報の空間解像度の向上、ロボットを照らす映像を動かすことによるロボット操作の3項目に取り組む。人間が直

接ロボットに触れる操作を実現するためのロボット制御については、PVLCで投影した速度ベクトル場で群ロボットを制御すれば、外乱でずれた位置でもロボットがすぐに制御情報を取得できると考え、これを利用した制御システムを開発する。PVLCの映像表現力と情報の空間解像度の向上については、プロジェクタの画素制御素子であるDMD (Digital Micro-mirror Device) と光源のLEDの最大明滅周波数の違いに着目する。DMDのみでの明滅（従来手法）に、LEDの明滅を加えることで効率的なデータ埋め込みができると考え、これを実現するプロジェクタとセンサを開発する。ロボットを照らす映像を動かすことによるロボット操作については、メモリの制約を考慮した映像符号化を用いれば、小型プロジェクタを用いた可搬なPVLCシステムを構築できると考え、これを利用した操作インタフェースを開発する。