

モバイル倒立振子 e-nuvo WHEEL を用いた協調制御

畑中 健志 (東京工業大学 理工学研究科 機械システム制御専攻)

この講演では学生教育の立場ではなく、複数ロボットの協調制御という先端研究のレベルでの e-nuvo WHEEL の利用例を、実験システムの構築・改良の過程の話を交えつつ紹介する。

1. 協調制御

協調制御とは、複数のロボットなどの移動体が限られた情報交換の下で、あるタスクを協調して実行することを目的とした制御のことであり、現在制御理論の分野で最もアクティブに研究がなされている研究課題である。本研究のモチベーションとしては、鳥や魚の群れ行動や捕食動物の狩猟行動などの自然界の協調行動の解析があげられる。また、センサネットワークや複数のロボットの集団などの組込システムへの近年の関心の高まりから派生するモバイルセンサネットワーク等の工学的動機もある。実際、この分野には移動ロボットによる環境保全、危険物の探索、施設の監視、防災など幅広いタスクの実現が期待されている。本発表では、特に複数のロボットを分散配置することを目的とした被覆制御とロボットの位置と姿勢を同期させることを目的とした位置姿勢同期制御に着目し、そこでのモバイル倒立振子ロボット e-nuvo WHEEL の利用状況を紹介します。

2. 実験システムの概要と実験結果

現在の実験システムの概要を図1および2に示す。

実験システム1は各ロボットが絶対座標系における情報、つまりフィールド内のどの位置にどの向きで存在するかを知ることができることを前提としたシステムで、これは各ロボットが GPS やコンパスを搭載している状況を模擬したものである。これらの情報はフィールド上部に取り付けられたカメラの画像情報から PC 上での画像処理によって抽出される。PC は抽出した情報をもとに制御入力を計算し、それを無線通信機器を介してロボットに送信する。ロボットが受け取った入力情報はシリアル通信によって CPU 基

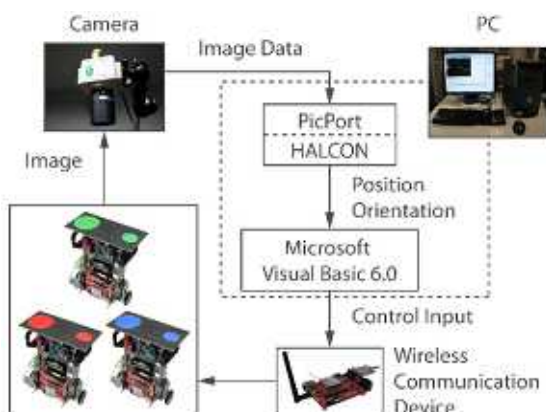


図1: 実験システム1

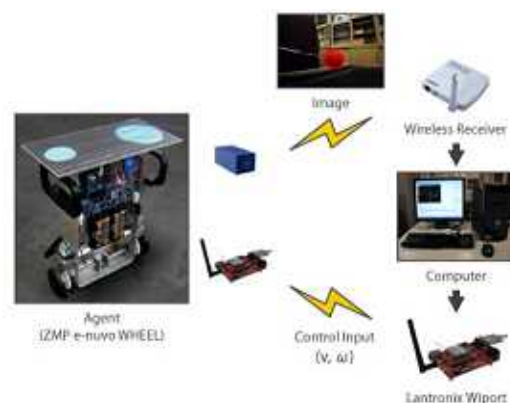


図2: 実験システム2

盤に送られ、内部ループコントローラ(2輪車特性補償 + 倒立振子安定化補償 + 電流制御)の目標値信号として印加される。以上でロボットに望みの動作をさせることができる。本実験システムを用いた被覆制御実験の結果を図3に示す。時間の経過とともに、各ロボットがフィールド内に分散配置される様子が確認できる。

実験システム2はロボットに取り付けられたセンサによって計測される情報のみを用いることを想定したシステムである。すなわち、前提として各ロボットは他のロボットとの相対情報のみをから入力を決定する。自身の感覚器官のみをもとに行動を決定する自然界の協調行動を模擬するためにはこちらのシステムの方が現実的であるといえる。ここではセンサとして無線カメラを用いるが、天井カメラの代わりに無線カメラの情報PCに送信されること以外は実験システム1と同じ構成である。本実験システムを用いた姿勢同期実験の結果を図4に示す。初期状態では異なる姿勢が時間の経過とともに同期している様子が確認できる。なお、カメラはロボットに取り付けられた特徴点(図中赤や緑の丸印)の画像情報を計測するが、単純に画像処理によって相対位置姿勢を計算するのではなく、画像情報からそれらの情報を推定する視覚オブザーバを用いている。

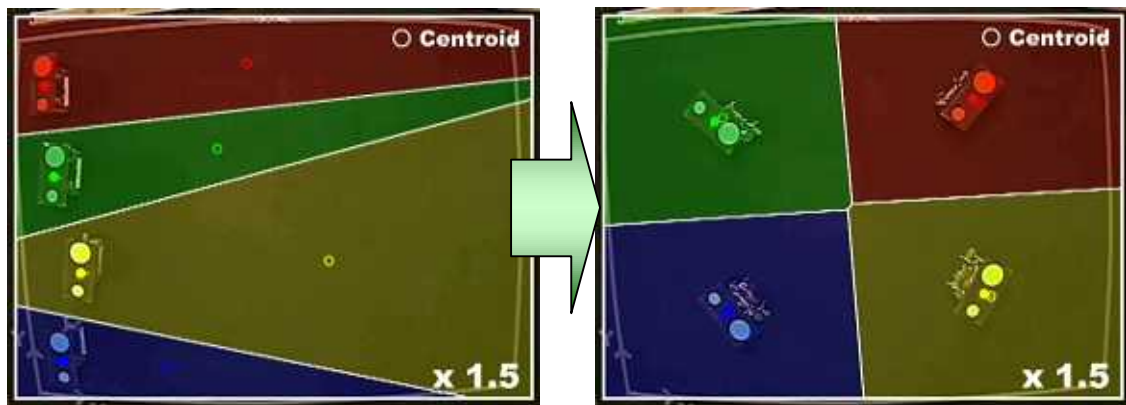


図3：被覆制御実験結果

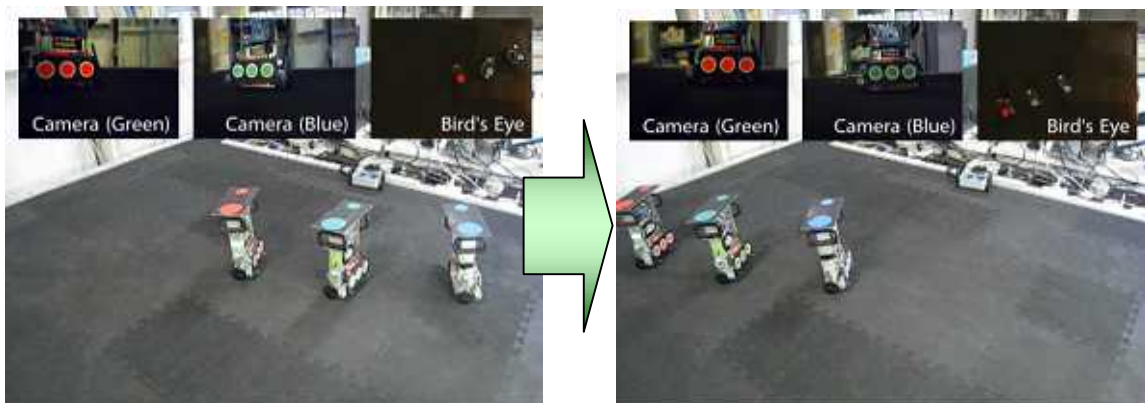


図5：ビジュアルオブザーバに基づく姿勢同期制御