

EcoBe!とウェブカメラによる教材用ロボットシステム

A Robot Education Kit using EcoBe and Web cameras

市橋 浩典, 内山 雅文, 岡谷 賢, 高橋 友一

Hironori Ichihashi, Masafumi Uchiyama, Masaru Okaya, Tomoichi Takahashi

名城大学大学院 理工学研究科

Meijo University, Nagoya

(e0527073,e0527544,e0527080)@ccalumni.meijo-u.ac.jp, ttaka@ccmfs.meijo-u.ac.jp

Abstract

RoboCup community provides useful environments for developing scientific interests and engineering knowledges. Participants are from elementary students to university students and they use robots that are specified at leagues. We proposed a education robot kit using micro robots (EcoBe!) and web cameras. The features of the kit are space-saving, cost-effective, and available at elementary schools to universities.

1 概要

ロボカップサッカーは工学の教育の場として非常に有効であるが、システム全体として高価で場所をとるため導入し難い。参加者は小学生から大学生まで様々で、それぞれのリーグで指定されたロボットを使用する。マイクロロボット (EcoBe!) とウェブカメラを使った教育用ロボット教材を提案する。システムの特徴として、

1. 教材として導入しやすい
2. 省スペースで安価である
3. 小中学校から大学まで一貫して利用することができる

等がある。

2 はじめに

ロボットは工学の教育として非常に有効な場である。参加者は楽しみながら工学知識を身につけることができる。ロボカップサッカーを一般教育に取り入れるこ

表 1: 教材としてのリーグ

リーグ	内容		
	小・中学	高校	大学
ヒューマノイド	× (高度な知識、高額)		
中型	(広いスペース、高額)		
小型	(広いスペース、高額)		
ジュニア	(上級者では発展性がない)		

とができれば、より多くの学生が工学に興味を持つことが期待できる。これまでのロボカップサッカーのリーグを一般教育、教材として比較する。(表1)

ヒューマノイドリーグは全ての制御を自律させる必要があり非常に高度な制御が必要なため、高校生以下の教材としての実現は難しい。中型ロボットリーグは、導入のために広いスペースが必要である。また、ロボット一台の値段が高額である。小型ロボットリーグは、中型ロボットリーグと同様の問題がある。ただし中型リーグと比較すると小規模であるため導入が容易である。システム全体として、50万円で教育用環境を構築した例もある [2] が、競技に使用されているロボット、カメラは高額のものもある。年齢制限のあるジュニアリーグは教育を目的としたリーグである。センサとして可視光センサ、接触センサ程度のロボットを使用しているため、初期教育には優れているが上級者に対しては発展性がない。

小中学校から大学まで一貫して使用できる教材として Mixed Reality リーグ [1] に、EcoBe! とウェブカメラを使った安価で導入しやすいシステムを提案する。



図 1: EcoBe!

3 教材としてのリーグの比較

EcoBe!を使用した Mixed Reality リーグと他のリーグを比較する。EcoBe! (図 1)は 2.5[cm]x2.5[cm]x2.5[cm] の大きさで IR 送受信機によって通信することができる。また ARM が搭載されており、EcoBe 側のプログラムを書き換えることもできる。

Mixed Reality リーグは 4 章で示すように、ロボットを自ら作成することを除くと、基本的に小型リーグと同一の構成であるので、ここでは小型リーグと教育を目的としたジュニアリーグを比較対象とする。

3.1 小型ロボットリーグと Mixed Reality リーグの比較

ロボカップジュニアはプライマリとセカンダリに分かれている。セカンダリの上位チームにはオムニホイールを搭載したロボットで出場するなど、小型リーグ顔負けのロボットを操るチームもある。[4]

Mixed Reality リーグと小型ロボットリーグのスペースと費用の比較を表 2 に示す。両リーグとも 5 対 5 の試合を行う点、グローバルカメラでロボットの位置・姿勢を認識し、ホストコンピュータでロボットの動きを制御する点で同じである。さらに小型 SSL リーグは同一のロボットを使用する点で Mixed Reality リーグと同じ構成である。



図 2: ロボカップジュニア 2008 夏合宿 in 沼津

3.2 RoboCup Junior と Mixed Reality リーグの比較

ロボカップ 2008 蘇州大会出場者およびロボカップ 2008 ジャパンオープン、各ブロック大会、各ノード大会上位者を対象に行われたロボカップジュニア 2008 夏合宿 in 沼津において、小中学生およびその保護者・指導者計 60 名を対象に「Eco-Be!を使用したいか」とアンケートを実施した。そのときの様子を図 2 に示す。「Eco-Be!を使用したいか」のアンケート結果を以下に示す。

- EcoBe!を使用したい：44 名
 - EcoBe!を使用できない：16 名
- 以上の結果から EcoBe!について以下のことが分かる
- 小型ロボットリーグほど費用やスペースを必要とせず、導入が容易
 - ジュニアリーグの参加者の大半は EcoBe!を使用してみたいと考えている

4 提案する教材システム

4.1 基本構成

システムの構成要素は EcoBe!、カメラ、ディスプレイ、IR 送信機、全体のシステムを管理するサーバ、エージェントをコントロールするクライアントであり、サーバ-クライアントはネットワークで接続されている (図 3)。ボールに関しては実物を使用するのではなく、

表 2: 小型ロボットリーグと Mixed Reality の比較

	Mixed Reality	小型	SSL[3]
ロボット 1 台	3 万 5 千円	6 万円	9 万円
ディスプレイ	15 万円	-	-
カメラ	15 万円	3 万円	3 万円
スペース [cm]x[cm]x[cm]	93x52x220	650x450x400	405x303x400

この金額は非公式の環境 [2] であり、実際に使用されているものはこれより高額である。

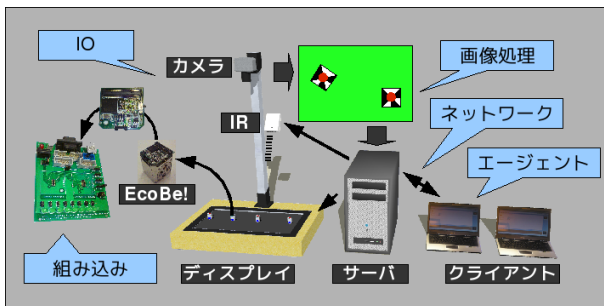


図 3: システム構成と主要技術

サーバ内のシミュレータ上に存在しディスプレイに表示される。

動作の流れを以下に示す (1-7 を繰り返す)。

1. サーバがカメラでフィールドをキャプチャ
2. サーバが画像からエージェントの位置情報を計算
3. サーバが位置情報をクライアントに送信
4. クライアントはエージェントの動作 (移動、キック) を決定し、サーバへ送信する
5. サーバがエージェントの動作を受信する
6. サーバがエージェントの動作 (キック) 等から、ボールの位置をシミュレーションする
7. サーバがエージェントの動作 (移動) から、IR 送信機で EcoBe! に命令を送信する

システム全体を教材ととらえると、サーバの画像による位置検出は画像処理、エージェントの動作決定はエージェント、サーバクライアント間の通信はネットワーク、IR を使用したサーバとロボット間通信は通信に関する知識、EcoBe! は組み込みシステムの教材として使用することができる。

その内容は対象とする学生に応じて表 3 のような目的で教育に利用できる。また、学習内容に応じて EcoBe! の数やディスプレイのサイズは自由に選択でき、学習のレベルに合わせた環境を整えることができる。

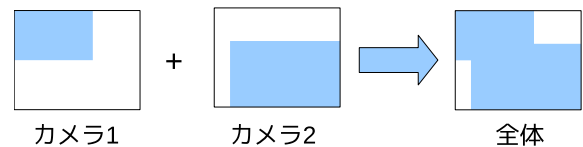


図 4: 複数のカメラ画像の合成例

5 マルチカメラシステムの提案

5.1 概要

Mixed Reality リーグでは IEEE1394 カメラを使用する。IEEE1394 カメラは 1600x1200 の解像度、15[fps] の性能をもつ。一方 IEEE1394 カメラの金額は 15 万円程度であり、ジュニア向けモデルでは総額の半分近くがカメラの値段となる。このシステムの導入をさらに容易にするために、カメラをウェブカメラで置き換えるシステムを提案する。ウェブカメラは一般的に低解像度なため、単純に IEEE1394 カメラをウェブカメラで置き換えると解像度等が原因の問題が発生する。(表 4) マルチカメラシステムによりこの問題を解決する。

これにより 15 万円程度だったカメラの値段が (1 万円) × (カメラ台数) となり、大幅に安い値段で同じシステムが実現できる。

また、複数のカメラを使うことで一つ一つのカメラがキャプチャする範囲が狭くなるため、カメラの設置位置が低くなる。

5.2 実現方法

複数の部分的な画像から 1 枚のフィールド全体の画像を生成する必要がある。4 各カメラのフィールドからの位置や向きを正確に知るには、単に合成するほか、

表 3: 教育目的と対象学生

	小・中学生	高校生	大学生
ロボットのプログラミング			
複数ロボットの連携のプログラム			
システム構成 (画像処理・通信・Network 等)	×		
組み込み・制御	×		

表 4: IEEE カメラとウェブカメラ

	ウェブカメラ	IEEE1394 カメラ
解像度	640x480	1600x1200
FPS	15[fps]	15[fps]
値段	1 万円	15 万円
劣化	大きい	小さい

各カメラ画像を実世界の位置に変換するカメラキャリブレーションが必要である。そこで、ディスプレイにマークを表示しその位置をカメラで認識することで、カメラの位置や向きを自動的に取得するためのシステムを作成した。

求めた画像から既存のプログラムを用いて、ロボットの位置・向き・ID を認識する。

5.3 動作性能の比較

表 5 に IEEE1394 カメラ 1 台で 42 インチの環境、ウェブカメラ 2 台で 42 インチの環境、ウェブカメラ 1 台で 20 インチの環境での動作結果を示す。また、図 5、図 6、図 7 に各動作の様子を示す。

カメラ 1 台の時は、FPS は同じだが同じ解像度で広い領域をカバーするために複数カメラを使用した。ウェブカメラ 2 台を使った場合、IEEE1394 を使った場合と比べてフレームレートが出ていない。また、個々のカメラで光の反射が異なるため認識を失敗してしまうことが多いなど競技するには問題があるが、教材としては使用できる。



図 5: 動作の様子 (ウェブカメラ x1 20 インチ)



図 6: 動作の様子 (ウェブカメラ x2 42 インチ)

6 まとめ

ロボカップサッカーのような環境が一般の教材として普及することで、工学に興味を持つ学生が増えることが期待できる。ロボカップサッカーを教材として導入する際以下の 3 点が問題となる。

- 広いスペースが必要になる
- システムが高額になる
- ジュニアリーグとシニアリーグ間に断絶がある

本論文では、上記の問題を解決するために EcoBel とウェブカメラを提案した。

表 5: 動作の比較

カメラ	ディスプレイ	フレームレート	認識
IEEE1394 x1	42 インチ	15	
ウェブカメラ x2	42 インチ	10	
ウェブカメラ x1	20 インチ	15	

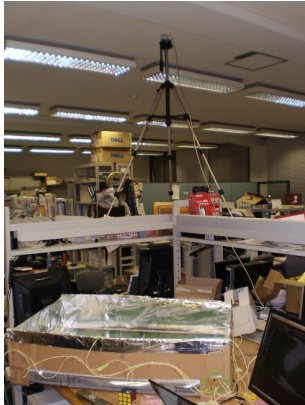


図 7: 動作の様子 (IEEE1394 x1 42 インチ)

参考文献

- [1] Rodrigo da Silva Guerra:Physical Visualization Sub-League: A New Platform for Research and Edutainment.2007. 人工知能学会第 25 回 SIG-Challenge 研究会
- [2] 高橋友一、渡辺正人、秋田純一:小型ロボットの基礎技術と製作-RoboCup 小型リーグへの挑戦-
- [3] RoboCup SSL Humanoid ホームページ:
<http://www.robocup-ssl-humanoid.org/indexJ.html>
- [4] チーム高浜 Jr. ホームページ:
<http://teamtakahama.blog68.fc2.com/blog-entry-182.html>