

講義映像を利用した学習支援システムの開発

赤松 浩* 本川 正祥**

Development of Education System with Video Image of Lecture

Hiroshi AKAMATSU* Masayoshi MOTOKAWA**

ABSTRACT

Automatic camera tracking system has been developed for taking pictures of lectures. The pictures are able to use for studying at home, in train, or bus by using mobile devices. The camera tracking system is composed of a digital video camera, WiiRemote, Gainer mini, PC, and servo motors. In the system, an IR-LED on a blackboard is detected by WiiRemote and then the position of the IR-LED is send to the PC. After Gainer mini as an I/O module receive a command from the PC, servo motors control a stage of video camera aiming at the IR-LED. Using the system, pictures of lectures can be taken without cameraman.

Keywords: WiiRemote, WiimoteLib, Gainer mini, Visual C#2008, automatic camera tracking system

1. はじめに

スマートフォンやモバイル機器はビジネスマンを中心に普及してきたが、今では高専の学生でも所有できるようになってきた。これらのガジェットは、高解像度のディスプレイと動画再生機能を有しており、学習用ツールとして用いない手はない。本研究では、講義の動画映像を利用し、モバイル機器を用いることで時間と場所に制限されない学習支援システムを開発した。

学習支援システムとは言うものの、実際には単に普段の講義をデジタルビデオカメラで撮影したものである。しかし、講義は教員が言葉と身振りで行うものであり、さらに熱意さえも映像を通して伝えることができる。参考書やノートに比べて“生きた教材”となりうると考えられる。また、半期 15 週あるいは通期 30 週の講義を数年間分蓄積すれば、立派な教材ライブラリが完成し、学年を超えて予習と復習に活用できる。学生の基礎学力向上に役立つはずである。

またこのシステムは学生側だけでなく、教員側にもメリットがある。自身の講義映像を第三者の目で見ることができれば、説明のスピード、明確さ、字の大きさ、あるいはちょっとした癖などを自覚することができる。さらに、ベテラン教員や講義能力の高い教員の講義映像を研究すれば、自身の講義方法の向上につながるはずである。

本論文では、上記のような学習支援システムを実現するための、自動追尾機能を備えた無人カメラシステムのしくみと作製例を述べる。

2. 無人カメラシステム

講義映像の撮影は、市販のデジタルビデオカメラで

行う。ただし、再生機器であるモバイル端末のディスプレイは数インチと小さいため、教室の後ろから黒板の全景を撮影したものでは板書文字を視認することはできない。文字をディスプレイ上で認識するには、カメラをズームアップした状態で撮影する必要がある。

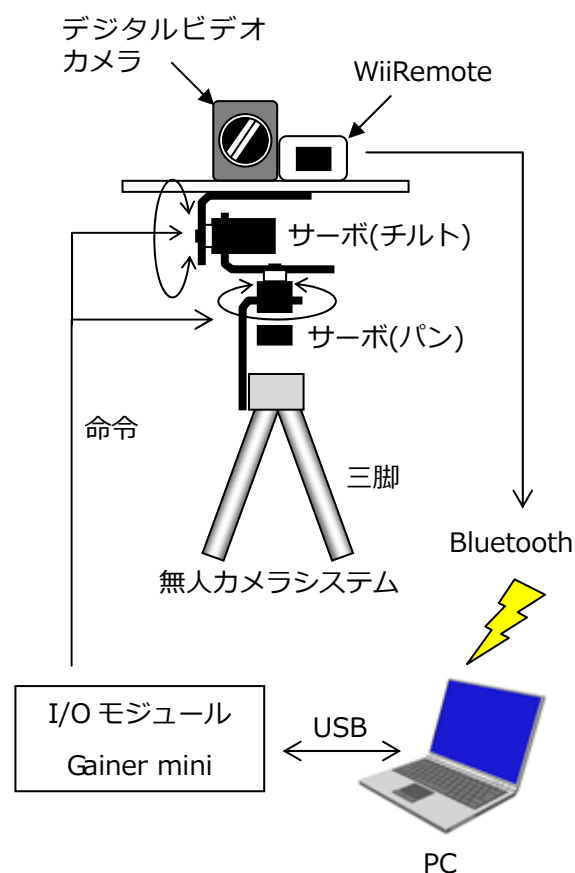


図1 無人カメラシステムの概略

* 電気工学科 准教授

** 本科 電気工学科



図2 WiiRemote の外観

この場合、教員の動きに対してカメラを上下左右に振らなければならないが、カメラマンを配置せずに自動で行いたいと考えた。

以上の検討から、本研究で採用した無人カメラシステムの概略が図1に示すものである。このシステムは、デジタルビデオカメラ、WiiRemote、二つのサーボモーター、Gainer mini、およびノート PC で構成される。以下に、各パートの説明を行う。

2.1 WiiRemote

WiiRemote とは、任天堂の家庭用ゲーム機“Wii”のコントローラである。これは、内部に加速度センサーと図2に示す赤外線受光センサーを搭載したデバイスである。加速度センサーの搭載により、“振り下ろす”や“水平に保つ”などのより直感的な操作を行うことが可能となった。また、前方からの赤外線を検出し、相対的な位置を計算することで、ガンシューティングのようなポインティング操作も行える。

WiiRemote が得た加速度データおよび赤外線データは、Bluetooth によって通信することができる。したがって WiiRemote は、Wii 本体だけでなくパソコンの入力デバイスとしても使用することが可能なのである。

無人カメラシステムにおいては、WiiRemote を赤外線の検出に利用した。WiiRemote とデジタルビデオカメラは、同一のカメラステージに固定された状態である。黒板にマグネット式の小型赤外線 LED を貼り付け、そこからの赤外線を WiiRemote の受光センサーで受け止める。それにより、赤外線検出窓上での赤外線源の x および y 座標を得ることができる。この座標点が、検出窓の座標原点に移動するようにカメラステージを回転させることで、つねにカメラが黒板上の赤外線源に追従することが可能である。

2.2 サーボモーター

カメラステージをパン・チルト動作させるため、サーボモーター(S03T/2BBMG/JR, GWS 社)を二つ使用した。サーボモーターは特別なものではなく、ビデオカメラと WiiRemote を加算した質量を回転できるトルクがあれば十分である。カメラ台の直下にはチルト用モーター、その下にパン用モーターを設置してある。サーボモーターへの回転の指令は、ノート PC に接続した



図3 Gainer mini の外観

Gainer mini から行わせた。なお、サーボは Gainer mini の MODE8 で制御する。MODE8 にてサーボに命令を送るには、 $p\ n\ x\ x\ *$ というコマンドを入力する。 n はサーボ番号、 xx は 16 進数で指定した目標角度である。ここでは、パンおよびチルトサーボにそれぞれ 6 および 7 番を与えたので、パンサーボを目標値 01 へ向けるには、 $p601*$ と入力すればよい。

2.3 Gainer mini

Gainer(株式会社アールティ)とは、図3に示すようにパソコンと USB にて接続できるフィジカルコンピューティング用 I/O モジュールである。これにより、各種センサーからの情報をパソコンに取り込んだり、パソコンからアクチュエーターの制御を行うことが可能である。本実験で用いたものは、Gainer の小型版である Gainer mini である。

Gainer mini の出力ポートには前述のパン・チルト用サーボモーターが接続されている。WiiRemote からノート PC へ送信された赤外線源の情報を処理し、モーターを駆動する信号が Gainer mini と介して二つのモーターに送られる。Gainer mini を操作するプログラムは、マイクロソフトの Visual C# 2008 を利用した。

2.4 ライブラリ WiimoteLib

Visual C#2008 にて WiiRemote を操作するには、専用のライブラリが必要である。本研究では、Brian Peek 氏による WiimoteLib を使用した⁽¹⁾。これは、.NET 環境で利用できる API のオープンソースプロジェクトであり、プログラミング言語に依存しないことが特徴である。このライブラリがサポートしている主な機能として、各センサーの値取得、バイブレーター出力、あるいは複数の WiiRemote 接続などがあり、工夫次第で様々な応用が考えられる。

3. カメラ台の制御

3.1 制御フローチャート

カメラ台のパン・チルト回転を制御するフローチャートおよびカメラステージの動きを図4に示す。黒板の任意の位置に貼り付けたマグネット式赤外線 LED から発生した赤外線を、WiiRemote の検出窓が捉える。検出領域上での x, y 座標が PC へ通信されると、検出点を

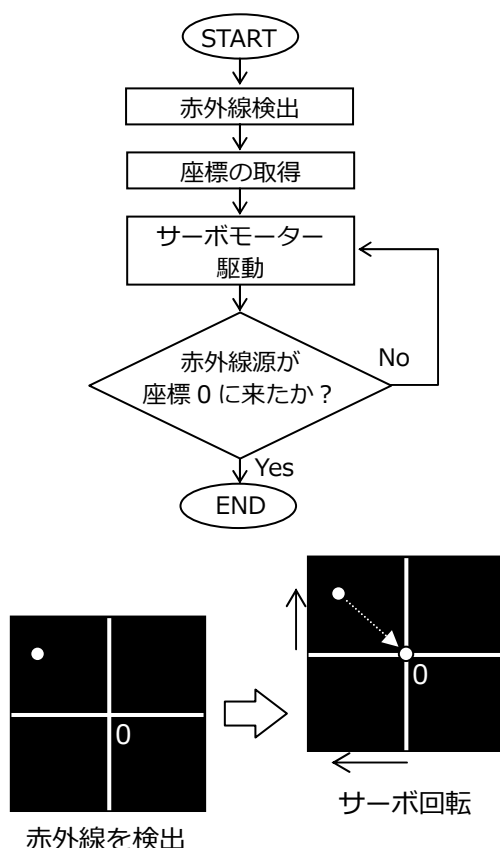


図4 カメラ台制御のフローチャート

原点へ移動させるように 0.7 度ずつサーボモーターが回転する。この回転を繰り返し、検出点が原点に到達したところで制御が完了する。なお赤外線 LED が教員の影に入ったときは、ステージを原点に移動させるよう制御する。

3.2 Visual C#プログラム

項数の関係から、プログラムの詳細を記述することはできない。参考文献(2)に WiiRemote からの赤外線検出、(3)に Gainer mini によるサーボ制御が解説されているので参考にされたい。

ここでは、無人カメラシステムの要である赤外線の自動追尾のプログラム内容を説明する。リスト 1 に、プログラム中で使用するグローバル変数を示す。x1 および y1 は、それぞれ検出した赤外線源の x, y 座標を格納する変数である。x_angle および y_angle は、それぞれパンおよびチルトのサーボ角度を代入する変数である。サーボは、図 5 に示すように 0 度から 180 度まで回転することができ、0 度が 0、180 度が 256 に相当する。プログラム実行時は、パンおよびチルトともに 90 度である 128 を代入している。また、文字配列の send_comX および send_comY は、サーボモーターへの命令文を代入するものである。

次に赤外線受光センサーの原点調整を行った。WiimoteLib の初期状態では、赤外線検出窓の座標は図 6(a)のように左上が原点となっている。感覚的に原

リスト1 グローバル変数

```
//グローバル変数
int x1; //赤外線源の x 座標
int y1; //赤外線源の y 座標
int x_angle; //パン角度の変数
int y_angle; //チルト角度の変数
string send_comX; //パンサーボへ命令
string send_comY; //チルトサーボへ命令
```

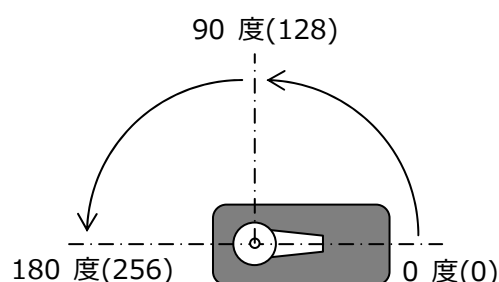


図5 サーボモーターの回転角度

点は中央にある方がプログラムしやすいため、同図(b)のように変更した。また、WiiRemote から出力される座標値に 200 を乗ずることで±100 の整数値とした。

リスト 2 は、検出した赤外線源を座標原点に移動させるプログラムである。精度上の問題から、赤外線源の座標をぴったりと(0, 0)に移動させることは難しい。今回は、制御にある程度の幅を持たせるため、原点から x および y にそれぞれ±10 の正方形領域を設け、この領域に赤外線源の座標を入れるように if 文によって制御した。If 文にある代入演算子の“+=”あるいは“-=”は、現在のサーボ角度を 0.7 度ずつ増大あるいは減少して x_angle および y_angle に代入している。

目標角度が決定すると、各サーボへ回転の指令を送る。文字列の合成を利用し、2.2 で示した“pnxx*”という命令をシリアルポート経由で Gainer mini に送信

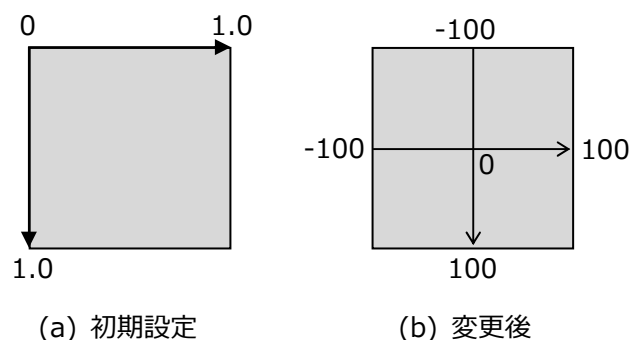


図6 検出窓の座標変換

リスト2 カメラ台の回転制御プログラム

```
//検出点の変位方向を探る
if(x1 < -10 || x1 > 10 || y1 < -10 || y1 > 10){
    if(x1 < 0){
        x_angle += 1;} //IR が左にあるとき
    else{
        x_angle -= 1;} //IR が右にあるとき
    if(y1 < 0){
        y_angle -= 1;} //IR が下にあるとき
    else{
        y_angle += 1;} //IR が上にあるとき

//サーボへの命令文(y 方向も同様)
send_comX = "";
send_comX += "p";
send_comX += string.Format("6{0:X2}",
                             x_angle);
send_comX += "*";

//サーボへ指令(シリアルポート経由)
if(serialPort1.IsOpen){
    try{
        serialPort1.Write(send_comX);}
    catch{
        MessageBox.Show("通信エラー");}
}
}
```

する。これにより Gainer mini のポート 6 および 7 に接続されたサーボモーターが回転する。赤外線源の座標が変化する度にこの if 文が実行されるので、for 文や while 文でループを作成する必要はない。

4. 無人カメラ台の運転

図7は、試作した無人カメラシステムである。また、完成したプログラムをコンパイルし、実行した際のユーザーインターフェース画面を図8に示す。“Connect”ボタンをクリックすると、WiiRemoteとPCとの通信が始まる。また、“Unconnect”をクリックすればその通信が切断される。“Serial”ボタンをクリックすれば、Gainer mini とのシリアル通信がスタートし、赤外線源を検出すれば自動追尾を開始する。

試作したシステムではサーボモーターの回転を 0.7 度きざみで行っているため、赤外線源の追尾がスローペースであった。追尾のスピードを上げるには、リスト2の代入演算子部分を“+=2”などに変更する必要がある。

5. まとめ

本研究では、講義映像を利用した学習支援システム



図7 試作した無人カメラシステム

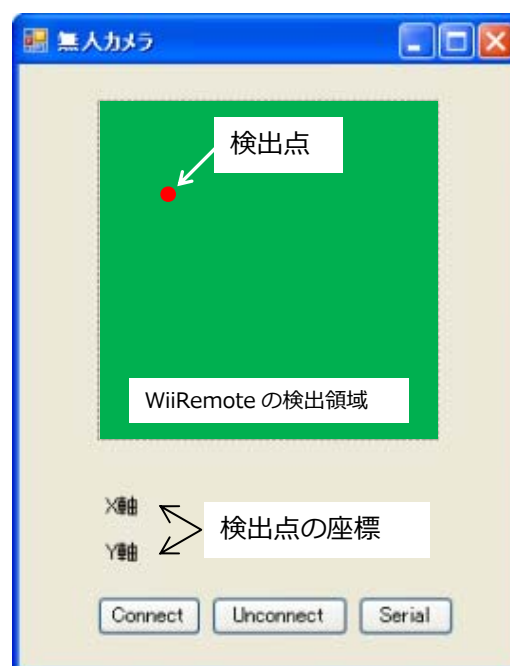


図8 無人カメラの実行画面

のための無人カメラシステムを開発した。カメラマンなしにカメラをパン・チルト回転させるため、赤外線源と WiiRemote を併用した自動追尾機構を作製した。赤外線源の検出およびパン・チルト用サーボモーターの制御には、Visual C#2008 を利用し、WiiRemote の制御には WiimoteLib ライブラリを用いた。

試験運転の結果、無人カメラ台は正確に赤外線源を捉え、赤外線を移動させると自動で追尾を実行した。しかし、サーボモーターの回転速度を遅く設定したため、緩やかな追尾となった。今後は、追尾速度および追尾精度の向上を行う。

参考文献

- (1) 「BrainPeek.com」 < <http://www.brianpeek.com/> > (2010/10/20 アクセス)
- (2) 白井暁彦, 小坂崇之, くるくる研究室, 木村秀敬: 「WiiRemote プログラミング」, オーム社 2009
- (3) 中川ゆき: 「GAINER mini で Web カメラのパン・チルト雲台を作ろう」, エレキジャック, September, pp. 85-99, 2009