

天体望遠鏡極軸合わせ経緯台の制御(2)

京都職業能力開発短期大学校
電子情報技術科 近藤三月 ○白井祐喜 高田昌史
森田晃伎 夜久宗人

1. はじめに

天体望遠鏡を眺めていると、地球の自転で星が視野から移動してしまう。このため、天体望遠鏡を地球の自転と逆方向に動かして、星を追尾する赤道儀を使う。赤道儀は回転軸を合わせる必要があり、回転軸を合わせる極軸望遠鏡が装備されている。

しかし、日本では、回転軸の中心は北極星の近くにあるので、北の空が見えない状態では、極軸望遠鏡は使用できない。

本課題では、北側に建物があるなど北極星が見られない状態でも極軸合わせができるシステムの作成を目指す。2012年度⁽¹⁾には、5領域での星の移動量抽出プログラムを作成した。2013年度は、2012年度に作成した星の移動量抽出のプログラムの改良及びステッピングモーター駆動部分のコストダウンを試みた。

2. 開発環境

開発環境には、Microsoft Visual Studio 2008 Visual Basic を使用した。CCDカメラはIMAGINGSOURCE社のDFK21AU04を使用し、一眼レフカメラ用のPENTEXズームレンズ

(50-200mm)を接続して星空を撮像した。極軸合わせ用の架台は、先行研究⁽²⁾で作成した架台を使用した。



図1 撮影システムの外観

3. 赤道儀

赤道儀の無い望遠鏡では、地球が自転しているため、時間の経過とともに、星は、望遠鏡の視野内を動いてしまう。(図2)

赤道儀は、この問題を解決するため、地球の自転とは逆方向にモーターで回転し、星の位置を保持する。しかしながら、極軸がずれていると、星は移動する。例えば、図3に示すように、平行方向に極軸がずれていると、星は、見かけ上、水平方向に移動する。

本研究では、この星の見かけ上の移動量から、極軸そのものを変化させる処理を行う。

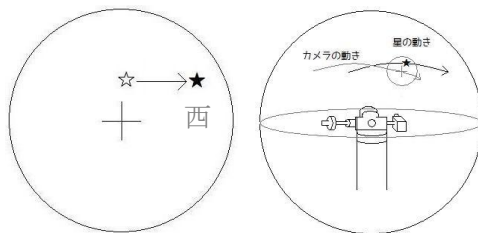


図2 星の移動 図3 星とカメラの動き

4. 架台のステッピングモーター駆動

先行研究では、RS-232CでデータをRXマイコンに送信する方法であったが、RS-232C端子の無いノートパソコンでの使用及びコストダウンを考慮して、km2Net USB-I/O2.0 (AKI)を使用した。これにより、1万円弱のコストダウンが可能となる。

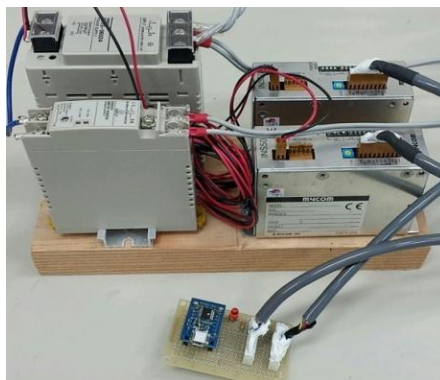


図4 ステッピングモーター制御

ステッピングモーターの制御回路を図4に示す。USB-I/O2.0(AKI)は、元々、ON/OFF制御が主体であるため、ステッピングモーター制御用のプログラムを新たに作成した。図5に制御プログラムの実行画面を示す。



図5 制御プログラム

5. 星の移動量抽出

処理の方法は、2つの画像で、ある点を中心とし、101×101ドットの領域を比較し、最も一致する場所を見つける。一致の評価には、RGB、それぞれの差の二乗を101×101ドット累積し、その値の最も少ない場所を選ぶ。検索範囲は、ある点をX軸は-10ドットから10ドット、Y軸は-10ドットから10ドットの、21×21ドットの領域のずれを比較している。101×101ドットの画像を21×21回比較しているため、処理時間に、4秒～5秒を要する。

なお、101×101ドットの領域に星がないか、あるいは少ないときには、正しく移動量を検出することができない。本研究では、移動量抽出領域を9領域に増やした。図6にプログラム実行画面を示す。

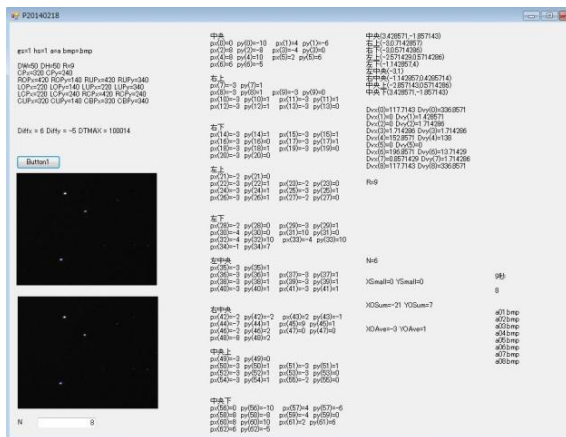


図6 プログラム実行画面

6. 結果

表1に、星の移動量の計算例を示す。101×101ドットの領域に星がないか、あるいは少ないときには、正しく移動量を抽出できないため、検出領域の中心を変えて調べた。結果、安定して移動量を検出できることがわかった。

表1 星の移動量

左上 (220,140)		左下 (220,340)		中央 (320,240)		右上 (420,140)		右下 (420,340)	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
-9	3	-8	2	-9	3	0	0	-9	3
-8	2	-10	2	-8	2	0	0	-8	2
-8	2	-10	-10	-8	2	0	0	-8	2
-8	2	-10	2	-8	2	0	0	-8	2
-8	2	-4	2	-8	2	0	0	-8	2
-8	2	8	4	-8	2	0	0	-8	2
-8	2	-8	2	-8	2	0	0	-8	2
左中央 (220,240)		中央上 (320,140)		中央下 (320,340)		右中央 (420,240)			
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
-8	2	10	10	-9	3	-9	3		
-8	2	-8	2	-8	2	-8	2		
-8	2	-10	2	-8	2	-8	2		
-8	2	0	6	-8	2	-8	2		
-8	2	2	10	-8	2	-8	2		
-6	2	-8	2	-8	2	-8	2		
-8	2	-10	2	-8	2	-8	2		

7. 今後の課題

プログラムを統合し、星の移動量とステッピングモーターへ送信するパルス数の調整を行う。

参考文献

- (1) 浅田正太郎, 糸井久典, 佐々木順平, 野矢陽一, 丸山優, 保田聡, “天体望遠鏡極軸合わせ経緯台の制御”, 総合制作実習報告書 2012.
- (2) 藤本周央, 友繁正司, 秋田輝夫, 水田善朗, ”画像解析技術を利用した天体写真撮影時の「極軸合わせ」作業の自動化・高精度化に関する中間報告”, 第20回職業能力開発研究発表講演会予稿集, p172 (2012).