บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการสังเกตการณ์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง แบบเคเพอเรียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ความยาวโฟกัส 910 มิลลิเมตร ร่วมกับ กล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS kiss X3 และ รุ่น Canon EOS 6D ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณสถานีทวนสัญญาณ ทีโอที หลักกิโลเมตรที่ 44.4 อยู่ที่ความสูง 2,475 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พิกัดละติจูดที่ 18 องศา 34 ลิปดา 21 พิลิปดา (N) และลองจิจูดที่ 98 องศา 29 ลิปดา 07 พิลิปดา (E) และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ณ ห้องปฏิบัติการดาราศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

3.1 การเตรียมการ

3.1.1 กลุ่มตัวอย่าง

1) ระบบดาวคู่ XY Leonis

2) ระบบดาวคู่ DF Hydrae

3) ดาวเคราะห์น้อย 20 Massalia

โดยกลุ่มตัวอย่างมีข้อมูลพื้นฐานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งและแมกนิจูดของระบบดาวคู่ XY Leonis ระบบดาวคู่ DF Hydrae และดาวเคราะห์น้อย 20 Massalia ในวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2556 เวลา 23.22 น. ตามเวลาประเทศไทย

Object	RA	Dec	Magnitude
XY Leonis	10h 02m 33s	+17° 19' 42"	9.4 (V)
DF Hydrae	08h 55m 02.2s	+06° 05' 38"	10.8 (V)
20 Massalia	1h 59m 39.6s	11 40' 18"	10

อ้างอิงจากฐานข้อมูล simbad

3.1.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง แบบเคเพอเรียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ความยาวโฟกัส 910 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง แบบเคเพอเรียน

2) กล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS kiss X3 ดังรูปที่ 3.2 และ รุ่น Canon EOS kiss 6D เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณ

รูปที่ 3.2 กล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS kiss X3

คุณสมบัติของกล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS kiss X3 ใช้เซนเซอร์ชนิด CMOS และมีระบบทำความสะอาดเซนเซอร์ที่ทำงานอัตโนมัติ โดยที่ CMOS ของ Canon 500D มีความละเอียดสูง คือ 15 ล้านกับ 12 ล้านพิกเซล อีกทั้งยังใช้ A/D Converter 14 bit มีจุดโฟกัส 1 จุด ตรงกลางที่เป็นแบบ cross-hair type และมีจุดโฟกัสทั้งหมด 9 จุด มีระบบโฟกัสแบบ phase-detect AF ซึ่งจะโฟกัสได้เร็วและคุณสมบัติอื่นๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของกล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS kiss X3

คุณสมบัติ	รุ่น Canon EOS kiss X3
Max resolution	4752 x 3168
Low resolution	3456 x 2304, 2353 x 1568
Image ratio w:h	3:02
Effective pixels	15.1 million
Sensor photo detectors	15.5 million
Sensor size	22.3 x 14.9 mm (3.32 cm^2)
Pixel density	4.5 MP/cm^2
Sensor type	CMOS
ISO rating	Auto, 100, 200, 400, 800, 1600, (3200 - 12800 expandable)
Auto Focus	Multi-BASIS TTL, 9 focus points
White balance override	6 positions & manual preset
Min shutter	30 sec
Max shutter	1/4000 sec
Flash range	13 m (ISO 100)
External flash	Yes, hot-shoe, E-TTL II
Flash modes	Auto, On, Red-eye reduction, Off
Exposure compensation	-2 to +2 EV in 1/3 EV or 1/2 EV steps
Metering	35 area eval, center weighted, partial, spot
Focal length multiplier	1.6
Lens thread	Canon EOS EF, EF-S mount
Storage types	SD/SDHCcard
Viewfinder	Optical (Pentamirror, 95% coverage, 0.87x magnification)
LCD	3 "
LCD Dots	920,000
USB	USB 2.0 (480Mbit/sec)
Battery	Canon 1050mAh Li-Ion & Charger
Dimensions	129 x 98 x 62 mm (5.1 x 3.9 x 2.4 in)

รูปที่ 3.3 กล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS 6D

คุณสมบัติของกล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS 6D ใช้เซ็นเซอร์ชนิด CMOS ขนาด full-frame ความละเอียด 20.2 ล้านพิกเซล และ Built-in Wi-Fi และ GPS พร้อมระบบโฟกัสอัตโนมัติ 11 จุด (11-point AF System) เซ็นเซอร์ CMOS ขนาดฟูลเฟรม ความละเอียด 20.2 ล้านพิกเซลค่าความไวแสงกว้างถึง ISO 100 – 25600 (ขยายเพิ่มได้ถึง L:50, H1:51200, H2:102400)มี WiFi และ GPS ในตัวกล้องและคุณสมบัติอื่นๆ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติของกล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS 6D

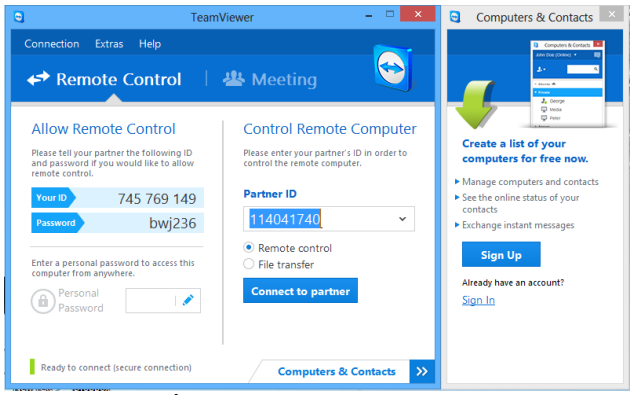
คุณสมบัติ	รุ่น Cannon EOS 6D
ความละเอียดภาพสูงสุด (Max Resolution)	5472 x 3648
สัดส่วนภาพ (Image Ratio)	3:2
พิกเซล (Effective Pixels)	20 megapixels
เซลล์รับภาพ (Image Sensor)	Full frame (36 x 24 mm),CMOS,Digic 5+
ความไวแสง (ISO Rating)	Auto, 100 – 25600 in 1/3 stops, plus 50, 51200, 102400 as option
Optical Zoom	n/a

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติของกล้องดิจิตอล DSLR รุ่น Canon EOS 6D (ต่อ)

คุณสมบัติ	รุ่น Cannon EOS 6D
Digital Zoom	n/a
ระยะโฟกัสปกติ (Normal Focus Range)	n/a
ระยะมาโคร (Macro Focus Range)	n/a
White Balance	6
ค่ารูรับแสง (Aperture)	Yes
ค่าความเร็วชัตเตอร์ (Shutter Speed)	30 sec-1/4000 sec
ช่องต่อแฟลชภายนอก (External Flash)	Yes (Hot shoe)
ระบบแฟลช (Flash Modes)	n/a
การชดเชยแสง (Exposure Compensation)	±5 EV (at 1/3 EV, 1/2 EV steps)
ระบบวัดแสง (Metering)	Multi, Center-weighted, Spot, Partial
โหมดแมนนวล (Manual Mode)	n/a
ถ่ายภาพต่อเนื่อง (Continuous Drive)	Yes (4.5 fps)
ถ่ายภาพเคลื่อนไหว (Movie Clips)	n/a
ตั้งเวลาถ่ายภาพ (Self-Timer)	Yes (2 or 10 sec)
ประเภทหน่วยความจำ (Memory Type)	SD/SDHC/SDXC
ไฟล์ภาพ (File Types)	RAW,JPEG quality levels,Fine, Normal
ช่องมองภาพ (View Finder)	Optical (pentaprism)
ขนาดLCD	Clear View II TFT LCD 3
ประเภทแบตเตอรี่ (Battery)	Lithium-Ion LP-E6 rechargeable battery & charger
น้ำหนัก (Weight)	770 g (1.70 lb / 27.16 oz)
ขนาด (Dimensions)	145 x 111 x 71 mm (5.71 x 4.37 x 2.8″)

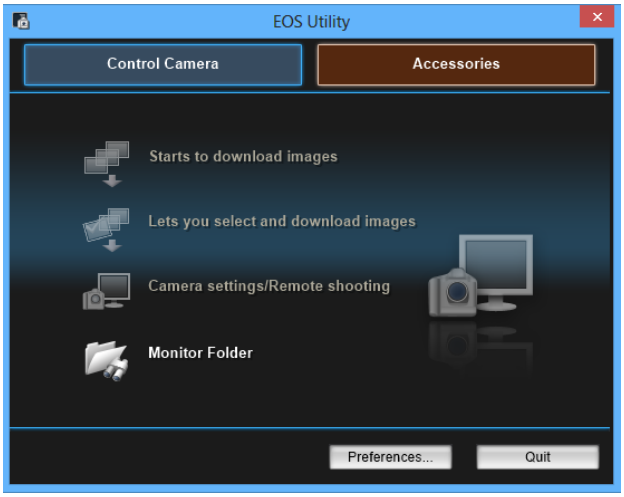
3) โปรแกรม TeamViewer และโปรแกรม EOS Utility สำหรับควบคุมการถ่ายภาพ และบันทึกข้อมูลภาพ

โปรแกรม Team Viewer ดังรูปที่ 3.4 ใช้สำหรับลิงค์เข้าคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับตัวกล้องและฐานข้อมูล สำหรับโหลดไฟล์รูปภาพที่ได้จากการถ่ายดาว



รูปที่ 3.4 โปรแกรม Team Viewer

โปรแกรม EOS Utility ดังรูปที่ 3.5 เป็นโปรแกรมของกล้อง Canon ที่ใช้สำหรับตั้งค่ากล้องดิจิตอล DSLR

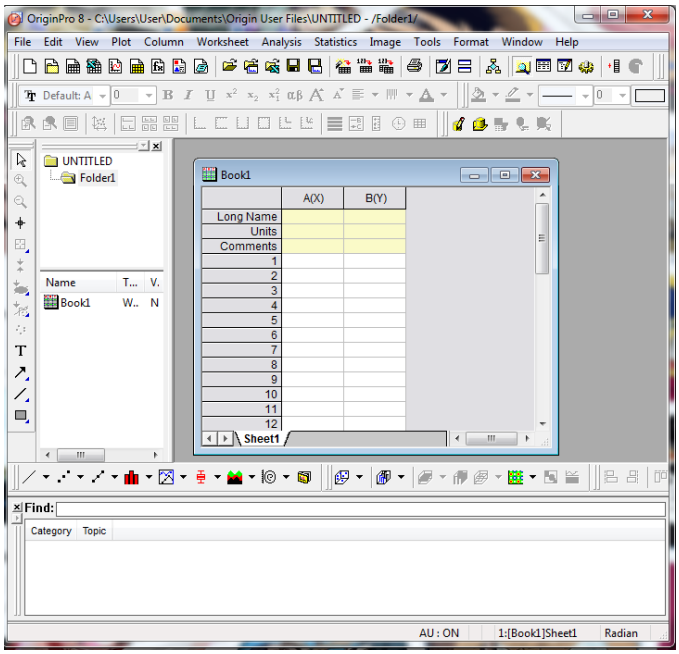


รูปที่ 3.5 โปรแกรม EOS Utility

4) โปรแกรม SOAImage DS 9 ควบคู่กับ www.http://astrometry.net/ สำหรับการวิเคราะห์ภาพ ในงานนี้ใช้โปรแกรม Iris วัด Photometry หาความสว่างของดาวและเวลาทางดาราศาสตร์ เพื่อนำค่าไปคำนวณต่อไป

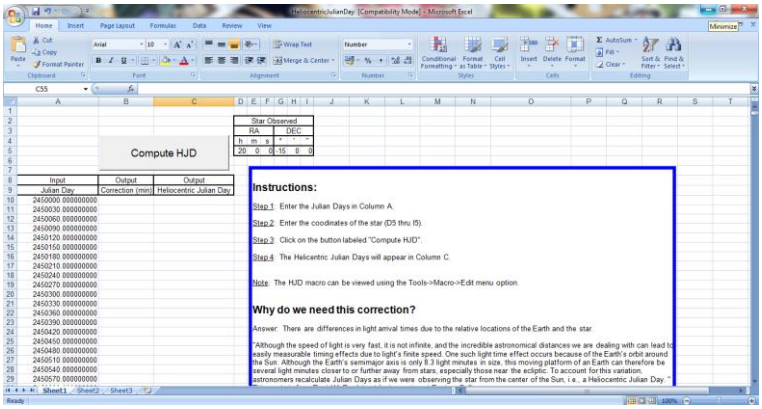
5) โปรแกรม Sky Image Processor (SIP) ในการคำนวณหาตำแหน่งของดาว

6) โปรแกรม Microcal Origin 8 ดังรูปที่ 3.6 ในการทำกราฟและหาค่าสมการที่ได้จากกราฟ



รูปที่ 3.6 โปรแกรมMicrocal Origin 8

7) โปรแกรม Heliocentric Julian Day ดังรูปที่ 3.7 ในการหาค่า HJD



รูปที่ 3.7 โปรแกรม Heliocentric Julian Day

3.1.3 การเตรียมการก่อนที่จะทำการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูล

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของดาว ในช่วงเวลาที่จะทำการสังเกตการณ์ โดยใช้โปรแกรมแผนที่ดาว Hnsky (Hallo Northern Sky) และจากเว็บไซต์ http://www.heavens-above.com/ โดยเลือกกลุ่มดาวที่สามารถสังเกตได้ง่าย มีดาวในปริมาณที่มากพอ ที่จะใช้สำหรับเป็นดาวอ้างอิง เพื่อความสะดวกต่อการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2) ศึกษาหลักการทำงาน และเทคนิควิธีการถ่ายภาพดาว ของกล้องดิจิตอล DSLR ที่ควบคุมด้วยโปรแกรม TeamViewer และโปรแกรม EOS Utility

3) ตรวจสอบสภาพอากาศล่วงหน้า ของวันที่จะทำการสังเกตการณ์ และเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ http://weather.edition.cnn.com/weather/

3.2 การสังเกตการณ์และการเก็บข้อมูล

การสังเกตการณ์ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กร่วมกับกล้องดิจิตอล DSLR ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ในระหว่างเดือนธันวาคม 2556 – มีนาคม 2558 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกดาวที่จะทำการสังเกตการณ์และวางแผนเก็บข้อมูลดาว

2) ถ่ายภาพดาวโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ต่อกับกล้องดิจิตอล DSLR ด้วยอุปกรณ์ ที่เรียกว่า T-ring มีวิธีการติดตั้งดังนี้

- ถอดเลนส์ของกล้องดิจิตอล DSLR ดังรูปที่ 3.8 เพื่อต้องการใช้กล้องดิจิตอลเป็นอุปกรณ์รับสัญญาณ

รูปที่ 3.8 กล้องดิจิตอลที่ถอดเลนส์

- นำอุปกรณ์ที่เรียกว่า T-ring ต่อเข้ากับกล้องดิจิตอล DSLR ดังรูปที่ 3.9 เพื่อนำไปต่อกับกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร

รูปที่ 3.9 การต่อ T-ring เข้ากับกล้องดิจิตอล DSLR

- นำกล้องดิจิตอล DSLR ที่ต่อกับ T-ring เสร็จแล้วมาต่อกับกล้องโทรทรรศน์ขนาด 8 เซนติเมตรที่เตรียมไว้ ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 กล้องดิจิตอล DSLR ต่อกับกล้องโทรทรรศน์

3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 หัวข้อใหญ่ๆ คือ

3.4.1 วิเคราะห์ตำแหน่งดาว โดย

1) วิเคราะห์ตำแหน่งดาวบนภาพถ่ายด้วยโปรแกรม SOAImage DS 9 ควบคู่กับ www.http://astrometry.net/

2) วิเคราะห์ตำแหน่งดาวในระบบพิกัดศูนย์สูตร ด้วยโปรแกรม Sky Image Processor (SIP) (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของตำแหน่งดาวจากการคำนวณกับตำแหน่งดาวจากแผนที่ดาว Hnsky (Hallo Northern Sky)

3.4.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการแปรแสง โดย

1) เปลี่ยนไฟล์ภาพที่ได้มาให้เป็นนามสกุล .fit

2) นำภาพข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่า Photometry ด้วยโปรแกรม IRIS (รายละเอียดดูในภาคผนวก ข)

3) นำค่า JD ที่ได้จากโปรแกรม Iris มาแปลงค่าเป็น HJD โดยใช้ไฟล์โปรแกรม Excel สำเร็จรูป Heliocentric Julian Day

4) หาค่า Flux

จากสมการ

$$\begin{aligned} m &= -2.5\log f \\ \log f &= -\frac{m}{2.5} \\ 10^{\log f} &= 10^{-\frac{m}{2.5}} \\ f &= 10^{-\frac{m}{2.5}} \end{aligned} \tag{3.1}$$

5) ทำการพล๊อตกราฟระหว่าง Flux กับ HJD

6) ทำการหาตำแหน่งของค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum Light)

7) ทำการพล๊อตกราฟระหว่าง O−C กับ Epoch

8) หาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรในหน่วยวันต่อปี

9) ทำการวิเคราะห์กราฟ Residual กับ O−C วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร และวิวัฒนาการ