

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ในการถ่ายภาพและเก็บข้อมูลดวงจันทร์โดยกล้องซีซีดี ร่วมกับ โปรแกรม pro14hsd นั้นข้อมูลต่างๆ ถูกเก็บบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอน ดังนี้

ออกจาก window เข้าไปทำงานใน Dos

c:\window>cd\ แล้ว Enter

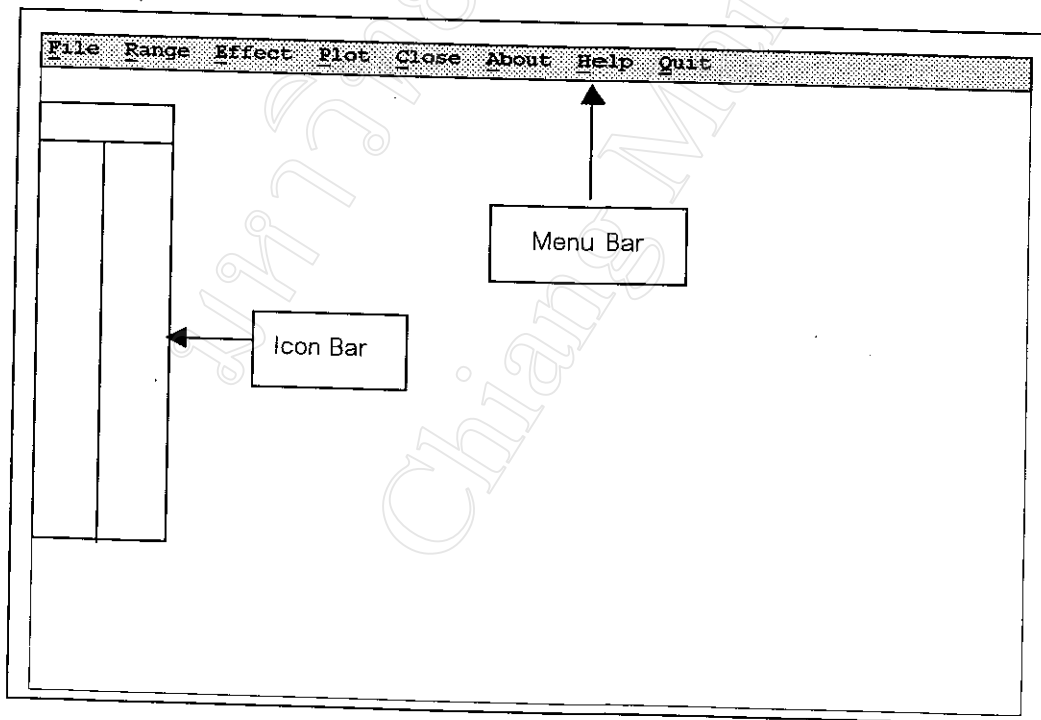
c:\cd pro142 แล้ว Enter

c:\pro142> แล้ว Enter

c:\pro142>pro14hsd แล้ว Enter

โดยจะเห็นหน้าจอของ pro14hsd ดังนี้

เมื่อติดตั้ง โปรแกรม Pro14HSD ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการดอสแล้ว ภาพหน้าจอจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้



บริเวณ Icon Bar ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



ใช้เรียกดูเพิ่มข้อมูลที่มีการบันทึกไว้เรียบร้อยแล้ว



ใช้บันทึกเพิ่มข้อมูลภาพที่ได้เปิดไว้ ซึ่งสามารถบันทึกได้หลายสกุล เช่น .fts, .gif, .tif และอื่นๆ



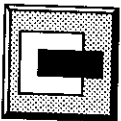
X plot Y plot ใช้เมื่อต้องการดูรายละเอียดกราฟที่แสดงความเข้มของจุดต่างๆ โดยยึดค่า X หรือ Y เป็นหลัก



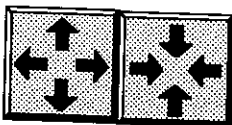
X:Y:Z ใช้เมื่อต้องการดูรายละเอียดเฉพาะในแต่ละจุด ในพิกัด X Y ซึ่งค่า Z จะบอกความเข้ม ณ จุดนั้นๆ



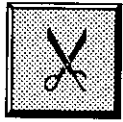
ใช้ Zoom ดูรายละเอียดในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะมีค่าที่บอก เลนส์ทั้งหมด ค่าสูงสุด ค่าสุด ในบริเวณนั้น



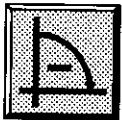
ใช้เรียกภาพที่เปิดไว้แล้ว ในกรณีที่มีการเปิดภาพซ้อนทับกันมากๆ



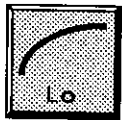
ใช้ขยาย และย่อ ขนาดของภาพ ตามลำดับ



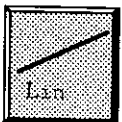
ใช้ตัดภาพเฉพาะส่วนที่ต้องการ



ใช้หมุนภาพที่ต้องการ



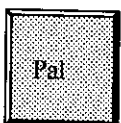
ใช้แสดงรูปใน สเกล Logarithm



ใช้แสดงรูป ในสเกลเชิงเส้น



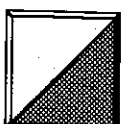
ใช้ปรับภาพ อัตราส่วน Histogram



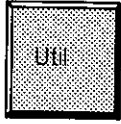
Color Palette ใช้แสดงระดับความเข้ม เมื่อเทียบความแตกต่างของสี



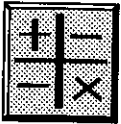
Save Screen



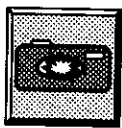
ใช้ปรับ Contrast และ Brightness



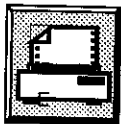
ใช้ตรวจสอบเนื้อที่ว่างใน Disk และใช้ตรวจสอบเวลา



ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ใช้กระทำกับรูปภาพ



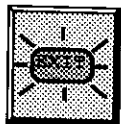
Camera ใช้ควบคุมการถ่ายภาพ



ใช้ส่งงานออกทางเครื่องพิมพ์



Bin ใช้เมื่อต้องการลบภาพออกจากหน้าจอ

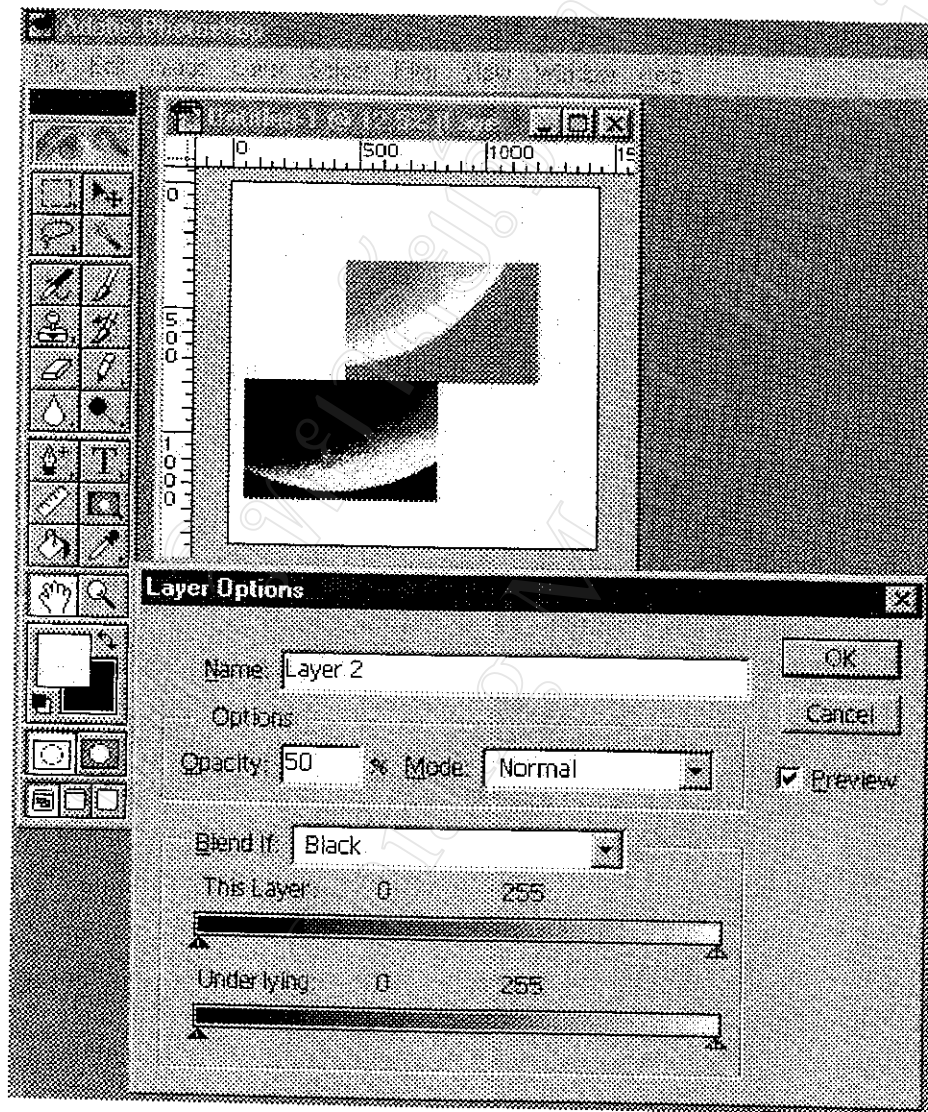


ออกจากโปรแกรม

ภาคผนวก ข

เทคนิคในการต่อภาพ

Adobe PhotoShop Program ใช้ในการต่อภาพถ่ายดวงจันทร์ที่เป็นชั้น เข้าด้วยกันโดยมีหน้าจอ ดังนี้ :



เทคนิคการต่อภาพใน Adobe PhotoShop Program

วิธีที่ 1

- 1) สร้างกระดาษขาวหนึ่งแผ่นให้ใหญ่พอสมควรเพื่อบรรจุเอาภาพทั้งหมดได้โดยการคลิกที่ File / New แล้วกำหนดขนาดความกว้างและความสูงกระดาษเป็น 1800 pixel แล้วเราก็จะได้กระดาษขาวบนหน้าคอมพิวเตอร์
- 2) เปิดภาพแรกออกมาซึ่งภาพแรกที่เปิดออกมาสามารถย่อและขยายได้โดยการกด Ctrl ค้างไว้พร้อมทั้งกด "-" อยู่บน keyboard ภาพแรกจะย่อเข้า ถ้าหากกด Ctrl ค้างไว้แล้วกด "+" ภาพจะขยายออก
- 3) เลือกรูปภาพแรกที่เปิดมานั้นทั้งหมดโดยการคลิกไปที่ Rectangular Marquee Tool ใช้เลือกพื้นที่ในแบบสี่เหลี่ยมโดยการลากเมาส์ทะแยงมุม
- 4) กด Ctrl+C บน key board
- 5) ใช้เมาส์คลิกที่กระดาษขาวที่เราสร้างขึ้น
- 6) กด Ctrl +V บน key board
- 7) ใช้เมาส์คลิกที่ Move Tool ข้างบนที่อยู่ขวามือโดยใช้เพื่อเคลื่อนย้ายภาพไปอยู่ที่ที่ต้องการบนกระดาษขาว
- 8) ใช้เมาส์คลิกที่ Layer menu และเลือกคลิกที่ Layer options โดยพิมพ์ใส่ช่อง Opacity เท่ากับ 100% คลิก OK

วิธีที่ 2

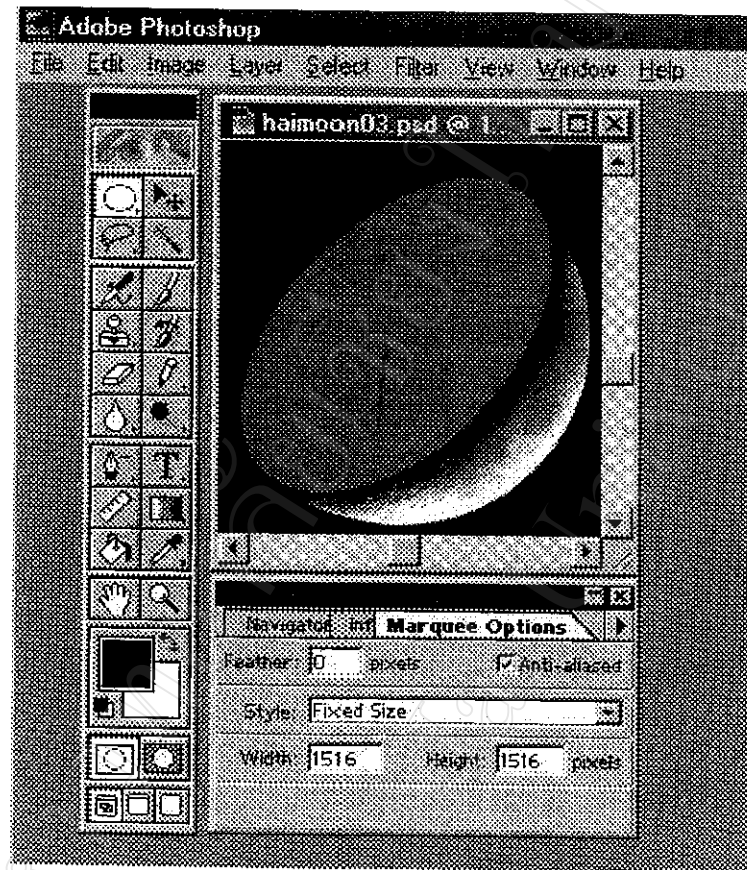
วิธีที่ 2 นี้มีบางอย่างจะทำเหมือนวิธีแรก เราจะไม่อธิบายโดยให้อ่านวิธีที่ 1 ให้เข้าใจ

- 1) เปิดภาพที่สองออกมา
- 2) ย่อภาพที่สองเข้าให้ได้ประมาณ 25 %
- 3) เลือกพื้นที่รูปที่สองทั้งหมดก็จะปรากฏเห็นเป็นเส้นประล้อมกรอบรอบภาพอยู่โดยการใช้ Mouse คลิกที่ Rectangular Marquee Tool ให้เลือกในแบบสี่เหลี่ยม
- 4) กด Ctrl +C บน Keyboard
- 5) ใช้เมาส์คลิกที่กระดาษขาว

- 6) กด Ctrl +V บน Keyboard ก็จะเห็นรูปภาพที่สองปรากฏบนกระดาษขาว และขยายให้ใหญ่ จึงต่อเข้าด้วยกัน
- 7) ใช้เมาส์คลิกที่ Layer Menu แล้วเลือกคลิกที่ Layer option แล้วให้ใส่ค่า Opacity ประมาณ 50% เพื่อให้ได้ภาพที่สองเป็นรูปสีจาง ๆ เพื่อจะได้ใช้ในการต่อภาพได้ง่ายขึ้น
- 8) ใช้เมาส์คลิกที่ Move Tool ที่อยู่ข้างบนขวามือ ที่ใช้เพื่อเคลื่อนย้ายภาพที่สองไปต่อกับภาพที่หนึ่ง
- 9) กลับไปที่ Layer option อีกครั้ง เพื่อใส่ Opacity 100 %

เมื่อมาถึงขั้นตอนนี้จะได้ภาพที่หนึ่งและภาพที่สองต่อกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนภาพอื่น ๆ ก็ทำตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาตามลำดับเช่นกัน

การวัดรัศมีภาพถ่ายดวงจันทร์โดยใช้โปรแกรม Photo Shop

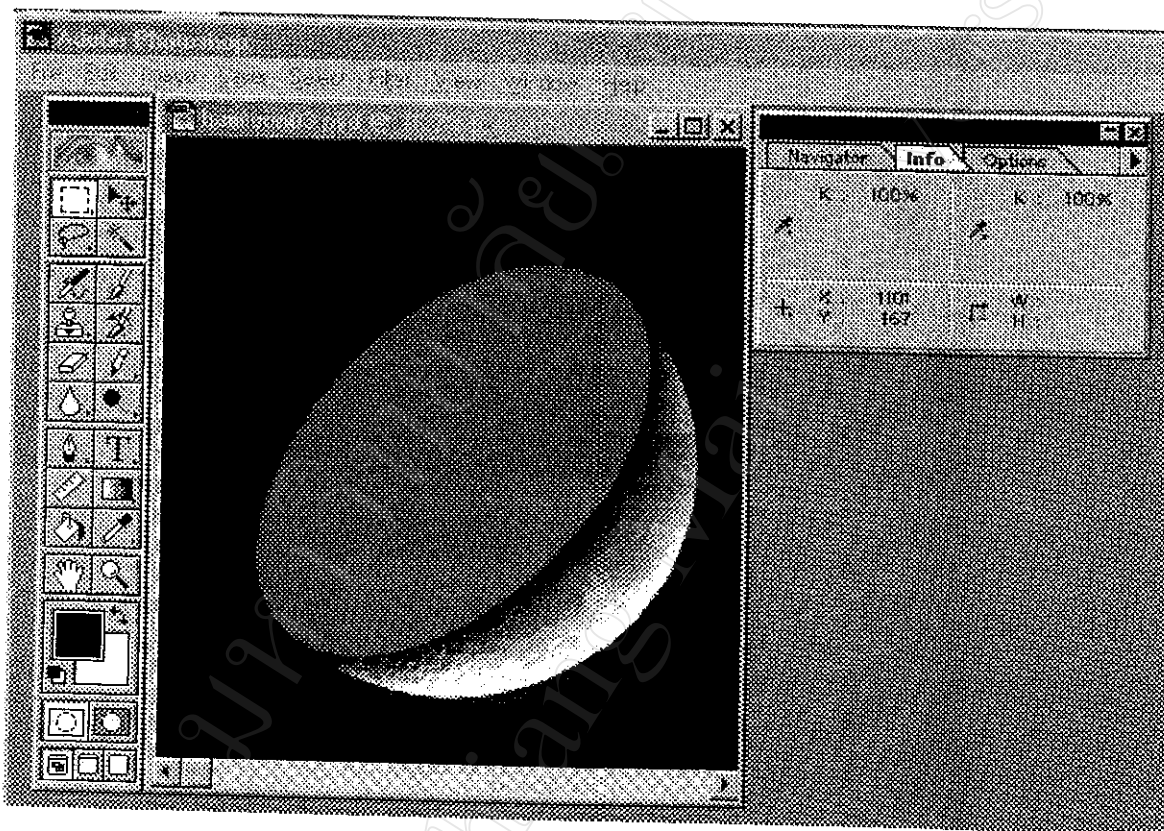


วัดรัศมีภาพถ่ายดวงจันทร์มีวิธีวัดดังนี้ :

1. ใช้เมาส์คลิก 2 ครั้ง ที่ Elliptical Marquee Tool ให้เลือกพื้นที่ในแบบวงกลม
2. คลิก 1 ครั้ง ที่ Options
3. เลือก Fixed Size
4. พิมพ์จำนวนตัวเลขในช่องความกว้าง (width) และความสูง (Height) ให้พิมพ์ตัวเลขลงไปเหมือนกันทั้งสองช่อง เช่น เลข 1516 จะมีหน่วยเป็น pixels

5. กด Shift ค้างไว้ พร้อมคลิกเมาส์ด้านซ้าย เราก็จะได้วงกลมที่เป็นเส้นประปรากฏขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์
6. กดเมาส์ด้านซ้ายพร้อมลากวงกลมนั้นให้มาสัมผัส ส่วนโค้งของดวงจันทร์
7. เมื่อเราทราบตัวเลข 1516 นี้ คือเส้นผ่าศูนย์กลางภาพดวงจันทร์ ถ้าต้องการรัศมี ก็นำ 1516 หารด้วย 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 758 pixels

2. การวัดระยะห่างจาก Terminator หาหลุมหรือภูเขาดวงจันทร์

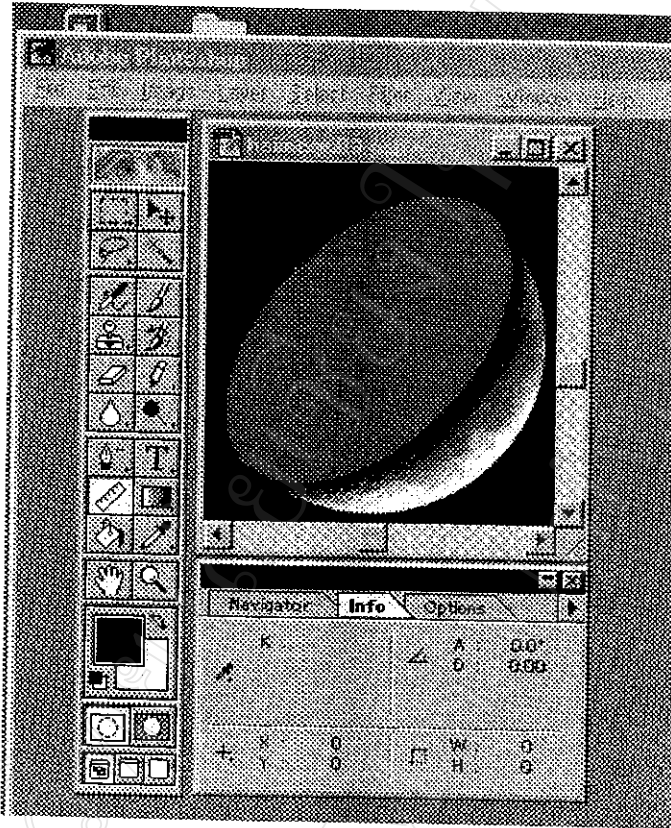


เทคนิคการวัดระยะห่างจาก terminator ไปหาหลุมและภูเขาของดวงจันทร์

1. ต้องสร้าง new layer แต่ละ layer มีขั้นตอนทำดังนี้
2. สร้าง layer ที่ 1,2,3...
3. ใช้เมาส์ คลิกที่ window show layer เลือกคลิก Icon ที่ชื่อว่า create new layer จะได้ layer ใหม่ปรากฏขึ้น
4. หาจุดศูนย์กลางของภาพดวงจันทร์
5. สร้างวงรี สวมใส่ด้านในของดวงจันทร์
6. สร้างเส้นในแนวนอนกับแสงของดวงอาทิตย์
7. วิธีวัดแบบเรขาคณิต

วิธีวัด โดยวัดที่จุดตั้งเงา ไปหาจุดตัดกันระหว่างวงรี กับเส้นที่ขนานกับแนวแสงของดวงอาทิตย์ ประมาณว่าจุดนั้นคือระยะห่างจาก terminator ไปหาหลุมและภูเขาของดวงจันทร์โดยการคลิกที่ Window เลือก Show Info ก็จะทราบค่าตัวเลข X,Y ในหน่วยพิกเซล

เทคนิคในการวัดเงาหลุม และเงาภูเขาของดวงจันทร์ โดยมีหน้าจอดังนี้



การวัดเงาของภูเขา และเงาหลุมดวงจันทร์

เปิดภาพดวงจันทร์ ที่ต่อเสร็จแล้ว ให้ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ โดยมีวิธีทำ ดังนี้

- ใช้เมาส์ คลิก 1 ครั้ง ที่ zoom tool
- กดพร้อมลากเมาส์ปุ่มซ้ายครอบบริเวณ หลุมหรือภูเขา ภาพนั้นจะถูกขยายขึ้น
- ทำการวัดความยาวเงา ในแนวแสงของดวงอาทิตย์เข้ามา ในหน่วยพิกเซล
- ใช้เมาส์คลิก 1 ครั้ง ที่ measure tool เพื่อใช้ในการวัดความยาวเงา

เทคนิคการหาความยาว d โดยวิธีเรขาคณิตทรงกลม

1. วัดที่จุดต้นเงาจะได้ค่า x_1, y_1
2. วัดที่จุดปลายเงาจะได้ค่า x_2, y_2
3. วัดที่จุดศูนย์กลางของภาพถ่ายดวงจันทร์จะได้ค่า x_0, y_0
4. เมื่อทราบรัศมีของดวงจันทร์ R เท่ากับ 1738 กิโลเมตร
5. ทราบรัศมีภาพถ่ายดวงจันทร์ r รูป 4.2 และ 4.4 เท่ากับ 750 และ 758 ตามลำดับ
6. จากข้อ 1 และ 3 จะได้ระยะของ x_1 และ y_1 ตามสมการ

$$|x_1 - x_0|, |y_1 - y_0|$$

นำระยะของ x_1 และ y_1 มาหาค่าละติจูดและลองจิจูดที่จุดต้นเงาตามสมการ

$$\phi_1 = \sin^{-1}(y_1/r), \quad \lambda_1 = \sin^{-1}(x_1/r \cos \phi_1)$$

7. จากข้อ 2 และข้อ 3 จะได้ระยะของ x_2 และ y_2 ตามสมการ

$$|x_2 - x_0|, |y_2 - y_0|$$

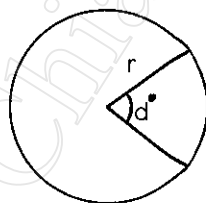
นำระยะค่าของ x_2 และ y_2 มาหาค่าละติจูดและลองจิจูด ที่จุดปลายเงา ตามสมการ

$$\phi_2 = \sin^{-1}(y_2/r), \quad \lambda_2 = \sin^{-1}(x_2/r \cos \phi_2)$$

8. นำค่า $\phi_1, \lambda_1, \phi_2$ และ λ_2 จากข้อ 6 และ ข้อ 7 แทนลงในสมการ

$$\cos d = \cos(90 - \phi_1) \cos(90 - \phi_2) + \sin(90 - \phi_1) \sin(90 - \phi_2) \cos(\lambda_2 - \lambda_1)$$

9. จะได้ความยาวเงา d จากข้อ 8 ในหน่วยองศา ดังนั้นจะต้องแปลงจากหน่วยองศาไปสู่หน่วยพิกเซล ดูตามรูปจะได้สมการ



d pixel.

$$d_{\text{องศา}} = d_{\text{พิกเซล}}/r$$

10. จะต้องเปลี่ยน $d_{\text{องศา}}$ เป็น เรเดียน ก่อน ตามสมการ

$$360 \text{ องศา} = 2\pi \text{ เรเดียน}$$

$$1 \text{ องศา} = 0.017453292 \text{ เรเดียน}$$

11. ดังนั้นจะได้ความยาวเงา d ในหน่วยพิกเซล ตามสมการ $d_{\text{พิกเซล}} = d_{\text{เรเดียน}} \times r$

เทคนิคการหา phase angle จากรูปที่ 4.2

1. ทราบรัศมีภาพถ่าย r เท่ากับ 750 พิกเซล

2. วัดที่จุดศูนย์กลาง O ของภาพถ่ายดวงจันทร์จะได้ค่า

$$X_0 = 1506 \quad , \quad Y_0 = 1511$$

3. วัดที่ตำแหน่งศูนย์กลางที่จุด T ของเส้น Terminator ของภาพถ่ายดวงจันทร์จะได้

$$\text{ค่า } X_1 = 1209 \quad , \quad Y_1 = 1511$$

4. จากข้อ 2 และข้อ 3 จะได้ระยะของ X ตามสมการ

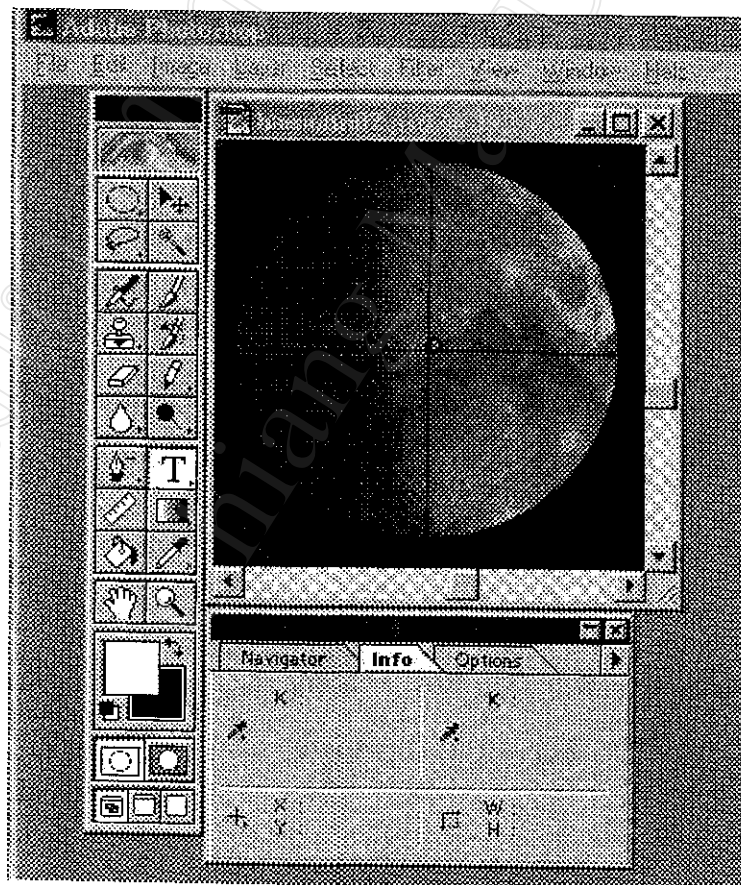
$$|X_0 - X_1| = 216 \quad , \quad |Y_0 - Y_1| = 0$$

5. นำค่า X จากข้อ 4 ไปหาลองจิจูด λ ตามสมการ

$$\lambda = \sin^{-1} \frac{X}{\sqrt{r^2 - y^2}} = 18.598 \text{ องศา}$$

6. ดังนั้น phase angle เท่ากับ $180 \text{ องศา} - (18.598 \text{ องศา} + 90 \text{ องศา})$

phase angle ประมาณ 71.40 องศา



รูป การหา phase angle

หา phase angle จากรูปที่ 4.4

1. ทราบรัศมีภาพถ่าย r เท่ากับ 758 พิกเซล
2. วัดที่จุดศูนย์กลาง O ของภาพถ่ายดวงจันทร์จะได้ค่า

$$X_0 = 1382, \quad Y_0 = 1477$$

3. วัดที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง T ของเส้น terminator ของภาพถ่ายดวงจันทร์จะได้ค่าแนวแกน X จะได้ค่า $X_1 = 1823, \quad Y_1 = 1477$

4. จากข้อ 2 และ 3 จะได้ระยะของ X ตามสมการ

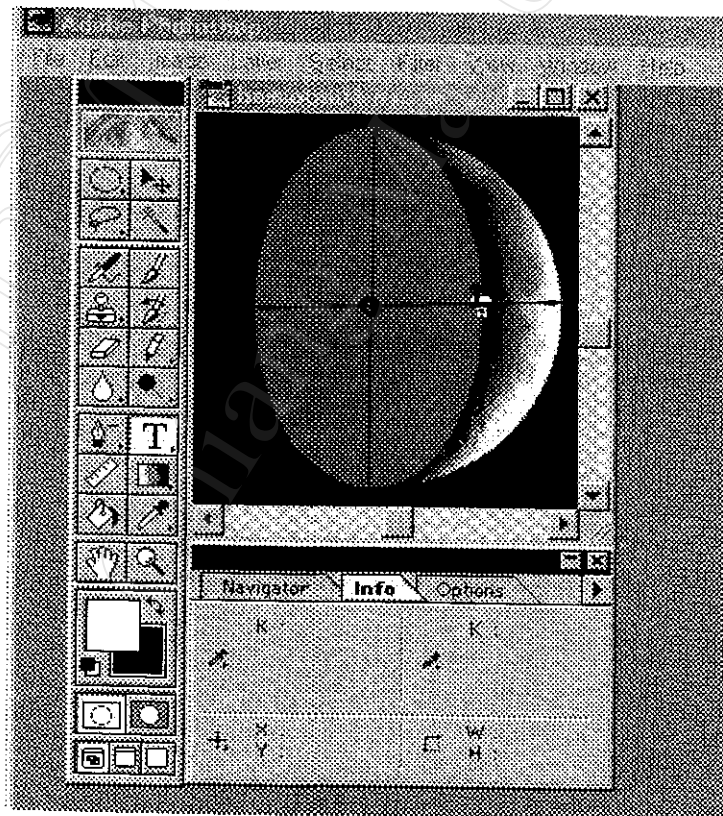
$$|X_0 - X_1| = 216, \quad |Y_0 - Y_1| = 0$$

5. นำค่า X จากข้อ 4 ไปหาค่าองศาจุด λ ตามสมการ

$$\lambda = \sin^{-1} \frac{X}{\sqrt{r^2 - y^2}} = 39.529 \text{ องศา}$$

6. ดังนั้น phase angle เท่ากับ $90 \text{ องศา} - 39.529 \text{ องศา}$

phase angle ประมาณ 51.00 องศา



รูป การหา phase angle

ภาคผนวก ก

เพิ่มข้อมูลของดวงจันทร์ที่ทำการสังเกตการณ์ เพื่อหาความลึกหลุมและหาความสูงภูเขาที่อยู่บนดวงจันทร์

เพิ่มข้อมูล 1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์โดยเทคนิค ซีซีดี โฟโตเมตรี เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542

เพิ่มข้อมูล 2 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์โดยเทคนิค ซีซีดี โฟโตเมตรี เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2542

ก.2

แฟ้มข้อมูล 1

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์โดยเทคนิคซีซีดีโฟโตเมตรี เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2542 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	ชื่อ File	Filter	เวลาเปิด หน้ากล้อง	เวลาถ่ายภาพ Hour : Minute : Second
1	Moon 1.FTS	Clear	0.01	20 : 42 : 19
2	Moon 2.FTS	Clear	0.10	20 : 46 : 14
3	Moon 3.FTS	Clear	0.10	20 : 49 : 36
4	Moon 4.FTS	Clear	0.10	20 : 54 : 32
5	Moon 5.FTS	Clear	0.10	20 : 59 : 45
6	Moon 6.FTS	Clear	0.10	21 : 06 : 07
7	Moon 7.FTS	Clear	0.10	21 : 13 : 26
8	Moon 11.FTS	Clear	0.07	21 : 20 : 27
9	Moon 12.FTS	Clear	0.05	21 : 27 : 24
10	Moon 13.FTS	Clear	0.05	21 : 33 : 27
11	Moon 14.FTS	Clear	0.05	21 : 38 : 35
12	Moon 15.FTS	Clear	0.02	21 : 47 : 15
13	Moon 16.FTS	Clear	0.03	21 : 58 : 34
14	Moon 17.FTS	Clear	0.03	22 : 01 : 53
15	Moon 21.FTS	Clear	0.04	22 : 15 : 27
16	Moon 22.FTS	Clear	0.04	22 : 29 : 24
17	Moon 23.FTS	Clear	0.03	22 : 35 : 34
18	Moon 24.FTS	Clear	0.02	22 : 56 : 18
19	Moon 25.FTS	Clear	0.02	23 : 04 : 16
20	Moon 26.FTS	Clear	0.02	23 : 09 : 56

เพิ่มข้อมูล 2

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์โดยเทคนิคซีซีดี โฟโตเมตรี เมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2542 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	ชื่อ File	Filter	เวลาเปิด หน้ากล้อง (s)	เวลากล้องถ่ายภาพ Hour : Minute : Second
1	21 Moon 1.FTS	Clear	0.05	19 : 50 : 06
2	21 Moon 2.FTS	Clear	0.05	19 : 44 : 53
3	21 Moon 3.FTS	Clear	0.05	20 : 04 : 30
4	21 Moon 4.FTS	Clear	0.05	20 : 11 : 44
5	21 Moon 5.FTS	Clear	0.05	20 : 14 : 50
6	21 Moon 6.FTS	Clear	0.05	20 : 16 : 56
7	21 Moon 7.FTS	Clear	0.05	20 : 19 : 23
8	21 Moon 8.FTS	Clear	0.05	20 : 21 : 48
9	21 Moon 9.FTS	Clear	0.05	20 : 23 : 51

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ นางคำปอน มุนภูมิ
- วัน เดือน ปี เกิด 16 สิงหาคม 2509
- ประวัติการศึกษา - สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปลายที่ โรงเรียนบ้านท่าซัน จังหวัด เวียงจันทร์
เมื่อปีการศึกษา 2527
- สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์-ฟิสิกส์ จาก
มหาวิทยาลัยสร้างนครคงโคก จังหวัดกำแพงนະคอนเวียงจันทร์ เมื่อปีการ
ศึกษา 2531
- ประสบการณ์ - ปี พ.ศ. 2531 - ปัจจุบัน รับราชการครู สอนวิชาฟิสิกส์ ที่ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว