

บทที่ 4

ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ดวงจันทร์โดยเทคนิคซีซีดีโฟโตเมตรีร่วมกับโปรแกรมถ่ายภาพ Pro14 hsd และร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์ภาพ เช่น Adobe PhotoShop Program

4.1 การวิเคราะห์หาความลึกหลุมและความสูงภูเขาของดวงจันทร์ ในการออกแบบสร้างชุดปฏิบัติการจะเสนอ 2 วิธีคือ

4.1.1 ทฤษฎีแบบเรขาคณิต

1. คัดเลือกเอารูป 4.1 และรูป 4.3 ขึ้นมาเพื่อทำการวัด
2. วัดรัศมีภาพถ่ายดวงจันทร์ในหน่วยพิกเซล ของรูป 4.1 เท่ากับ 750 พิกเซล และรูป 4.3 เท่ากับ 758 พิกเซล ซึ่งได้แสดงวิธีวัดในภาคผนวก ข-4
3. วัดความยาวเงาโดยมีหน่วยเป็นพิกเซล ซึ่งวัดเงาในแนวของแสงดวงอาทิตย์ ซึ่งวัดจากต้นเงาไปถึงปลายเงา โดยบันทึกไว้ในตาราง 4.1 และ 4.3
4. วัดระยะห่างจาก Terminator ไปหลุมและภูเขาของดวงจันทร์ในหน่วยพิกเซล ซึ่งเริ่มวัดจากต้นเงาจะได้ค่า x_2, y_2 ไปยังที่มีคบบนดวงจันทร์ จุดนี้ประมาณว่าเป็นจุด Terminator วัดที่จุดนี้จะได้ค่า x_1, y_1 และบันทึกค่าเหล่านี้ลงในตาราง 4.1 และ 4.3
5. คำนวณความสูง ความลึกของภูเขา ตามลำดับในหน่วยพิกเซล ตามสมการ (2.1) และหา phase angle จากโปรแกรม Astrocal หรือจากภาพถ่าย ซึ่งวิธีการหาอยู่ภาคผนวก ข-9 และ ข-10
6. คำนวณความสูงและความลึกของภูเขา ตามลำดับในหน่วยกิโลเมตร และบันทึกลงในตาราง 4.5 เมื่อทราบว่า 1 พิกเซล เท่ากับ 2.31 กิโลเมตร สำหรับรูปที่ 4.1 และ 1 พิกเซล เท่ากับ 2.29 กิโลเมตร สำหรับรูปที่ 4.3

4.1.2 ทฤษฎีเรขาคณิตทรงกลม

เลือกเอารูป 4.2 และ 4.4 เพื่อมาทำการวัด

1. วัดตำแหน่งต้นเงาได้ค่า x_1, y_1
2. วัดตำแหน่งจุดกึ่งกลางของดวงจันทร์จากภาพ จะได้ค่า x_0, y_0

3. จากข้อ 1 และข้อ 2 สามารถรู้ค่าละติจูดและลองจิจูดคือ ϕ_1 และ λ_1 ของดินงา
4. วัดตำแหน่งปลายเงาได้ค่า x_2, y_2
5. รัศมีภาพดวงจันทร์ รูปที่ 4.2.. และรูปที่ 4.4.. เท่ากับ 750 และ 758 พิกเซล ตามลำดับ
6. จากข้อ 1 และ ข้อ 4 จะได้ความยาวของเงาคือ d หรือจะหาความยาวเงา d จากสูตรเรขาคณิตทรงกลม ได้ตามภาคผนวก ข-8
7. ค่าละติจูดของแสงดวงอาทิตย์เท่ากับ $\phi_2 = \phi_{\text{sun}}$ เท่ากับ 0 เสมอ
8. ค่าลองจิจูดของแสงดวงอาทิตย์ที่เข้าเท่ากับ $\lambda_2 = \lambda_{\text{sun}}$ เท่ากับ Phase Angle การหา phase angle จากโปรแกรม Astrocal หรือ หาจากภาพถ่ายตามภาคผนวก ข-9 และ ข-10
9. จากรูปสามเหลี่ยมทรงกลมสามารถรู้มุม A จากค่าลองจิจูด λ_1 และ λ_{sun}
10. จากรูปที่ 2.6. จะได้ว่ามุมระหว่างดินงากับแสงเข้าเท่ากับ $90 - a$
11. จากรูปสามเหลี่ยมทรงกลม รูปที่ 2.9 จะมีสูตรว่า

$$\cos(90-a) = \cos(90-\phi_1)\cos(90-\phi_2) + \sin(90-\phi_1)\sin(90-\phi_2)\cos A$$
12. นำค่า ϕ_1, λ_1 และมุม A แทนลงในสมการ

$$\cos(90-a) = \cos(90-\phi_1)\cos(90-\phi_2) + \sin(90-\phi_1)\sin(90-\phi_2)\cos A$$
 จะสามารถหาค่ามุมเงย a ได้
13. นำมุมเงย a จากข้อ 12 และระยะ d จากข้อ 6 แทนลงในสูตร $\tan a = H/d$ จะสามารถหาค่าความสูงภูเขา H ได้ในหน่วยพิกเซล
14. นำค่า H ในหน่วยพิกเซลมาแปลงค่าให้ได้ในหน่วยกิโลเมตร
15. เมื่อทราบว่า 1 พิกเซล เท่ากับ 2.31 กิโลเมตร สำหรับรูปที่ 4.2 และ 1 พิกเซล เท่ากับ 2.29 กิโลเมตร สำหรับรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดตำแหน่งโคจบบนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิต

Data	PITON	MENELAUS
ความยาวเงา ครั้งที่ 1 ความยาวเงาครั้งที่ 2 (พิกเซล)	6 7	4 3
ตำแหน่งที่จุดเทอร์มินเตอร์ (พิกเซล) x_1 y_1	1124 684	1020 940
ตำแหน่งที่จุดคั่นเงา (พิกเซล) x_2 y_2	1210 755	1228 1113
ผลต่าง (พิกเซล) $ x_2 - x_1 $ $ y_2 - y_1 $	86 71	208 173
ระยะห่างจากเทอร์มินเตอร์ ไปหาภูเขาและหลุม (pixel)	111.52	207.54
Phase Angle จาก โปรแกรม Astrocal	-71.000	-71.000

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวัดตำแหน่งโคจบบนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิตทรงกลม

Data	PITON	MENELAUS
ตำแหน่งที่จุดต้นเงา (พิกเซล) x_1 y_1	1412 1085	1656 1349
ตำแหน่งที่จุดใจกลางดวง จันทร์ (พิกเซล) x_0 y_0	1506 1511	1506 1511
ผลต่าง (พิกเซล) $ x_1 - x_0 $ $ y_1 - y_0 $	94 426	150 162
ตำแหน่งที่จุดปลายเงาครั้งที่ 1 (พิกเซล) x_2 y_2	1405 1085	1647 1349
ตำแหน่งที่จุดปลายเงาครั้งที่ 2 (พิกเซล) x_2 y_2	1406 1085	1648 1349

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดตำแหน่งโคจบบนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิต

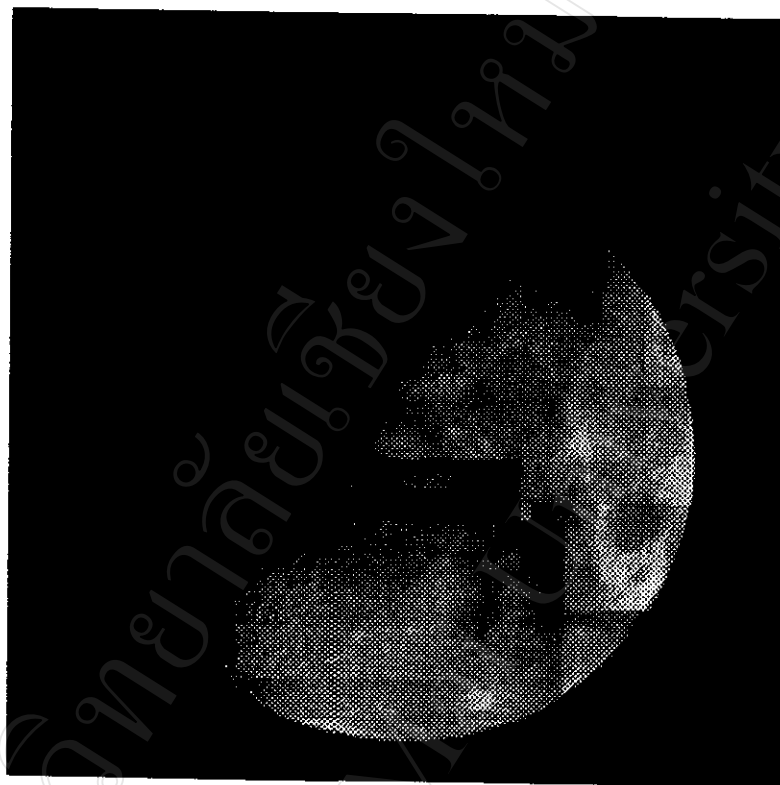
Data	PICARD	BERNOUILLI
ความยาวเงา ครั้งที่ 1	5	6
ความยาวเงา ครั้งที่ 2	6	7
ตำแหน่งที่จุดเทอร์มินเตอร์ (พิกเซล) x_1 y_1	1334 1235	1446 1017
ตำแหน่งที่จุดคันเงา (พิกเซล) x_2 y_2	1454 1348	1579 1124
ผลต่าง (พิกเซล) $ x_2 - x_1 $ $ y_2 - y_1 $	120 113	133 53
ระยะห่างจากเทอร์มินเตอร์ ไปหาภูเขาและหลุม (พิกเซล)	164.83	143.17
Phase Angle จาก โปรแกรม Astrocal	-51.964	-51.964

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวัดตำแหน่งโคจบบนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิตทรงกลม

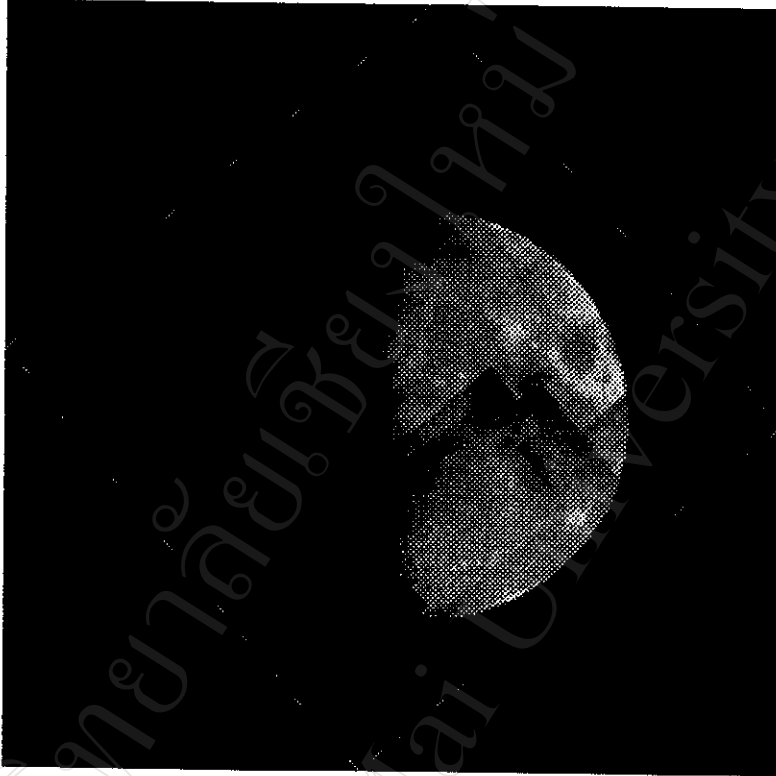
Data	PICARD	BERNOULLI
ตำแหน่งที่จุดต้นเงา (พิกเซล) x_1 y_1	1983 1356	1925 1110
ตำแหน่งที่จุดใจกลางดวง จันทร์ (พิกเซล) x_0 y_0	1382 1476	1382 1746
ผลต่าง (พิกเซล) $ x_1 - x_0 $ $ y_1 - y_0 $	601 120	543 366
ตำแหน่งที่จุดปลายเงาครั้งที่ 1 (พิกเซล) x_2 y_2	1978 1356	1918 1110
ตำแหน่งที่จุดปลายเงาครั้งที่ 2 (พิกเซล) x_2 y_2	1979 1356	1919 1110

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการคำนวณหาความสูงภูเขาและความลึกหลุมดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิตและเรขาคณิตทรงกลม

หลุมหรือภูเขา	ความสูงเฉลี่ย $\pm$ ผลต่างความสูง วิธีเรขาคณิต	ความสูงเฉลี่ย $\pm$ ผลต่างความสูง เรขาคณิตทรงกลม
PITON	2.369 ± 0.365	2.2275 ± 0.343
MENELAUS	3.25 ± 0.93	2.418 ± 0.2869
PICARD	3.48 ± 0.64	2.78565 ± 0.619
BERNOUILLI	3.56 ± 0.52	3.9045 ± 0.591



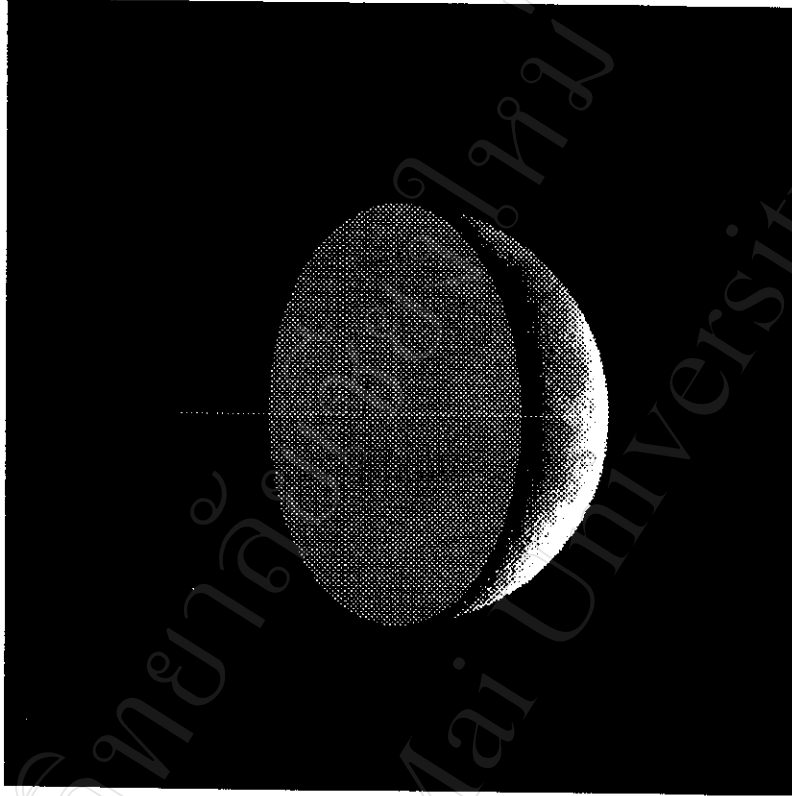
รูปที่ 4.1 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์



รูปที่ 4.2 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์ และหมุนภาพ



รูปที่ 4.3 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์



รูปที่ 4.4 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์และหมุนภาพ