

สารบัญ

| เรื่อง                                                                                        | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                                               | ค    |
| บทคัดย่อ                                                                                      | ง    |
| ABSTRACT                                                                                      | จ    |
| รายการตารางประกอบ                                                                             | ช    |
| รายการภาพประกอบ                                                                               | ณ    |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                                  | 1    |
| 1.1 ดวงจันทร์                                                                                 | 1    |
| 1.2 เทคนิคการถ่ายภาพดวงจันทร์                                                                 | 1    |
| 1.3 เทคนิคการต่อภาพดวงจันทร์                                                                  | 2    |
| 1.4 เทคนิคการคำนวณหาลักษณะภูมิประเทศและหาความสูง<br>ของภูเขาบนดวงจันทร์                       | 2    |
| บทที่ 2 ทฤษฎี                                                                                 | 3    |
| 2.1 ระบบจีซีดีโฟโตมิเตอร์                                                                     | 3    |
| 2.2 การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์                                                                 | 4    |
| 2.3 ขนาดและรูปร่างของดวงจันทร์                                                                | 7    |
| 2.4 ลักษณะพื้นผิวของดวงจันทร์                                                                 | 8    |
| 2.5 โครงสร้างของพื้นผิวดวงจันทร์                                                              | 9    |
| 2.6 การหาความสูงของภูเขาและความลึกหลุมดวงจันทร์โดยวิธี<br>เรขาคณิต (Geometry)                 | 10   |
| 2.7 การหาความสูงของภูเขาและความลึกหลุมดวงจันทร์โดยวิธี<br>เรขาคณิตทรงกลม (Spherical Geometry) | 11   |
| 2.8 หาข้อมูลจากโปรแกรม Astrocal                                                               | 16   |
| 2.9 คำนวณหา phase angle                                                                       | 16   |
| บทที่ 3 การเตรียมการและสังเกตการณ์                                                            | 18   |
| 3.1 การเตรียมการ                                                                              | 18   |

| เรื่อง                                                                       | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.2 การสังเกตการณ์และเก็บข้อมูล                                              | 20   |
| 3.3 เทคนิคในการเก็บข้อมูล                                                    | 21   |
| บทที่ 4 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล                                          | 23   |
| 4.1 การวิเคราะห์หาความถี่กลุ่มและความสูงภูเขาของดวงจันทร์                    | 23   |
| 4.1.1 ทฤษฎีแบบเรขาคณิต                                                       | 23   |
| 4.1.2 ทฤษฎีแบบเรขาคณิตทรงกลม                                                 | 23   |
| บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์                                                       | 34   |
| 5.1 สรุป                                                                     | 34   |
| 5.2 วิจารณ์                                                                  | 34   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                                                               | 35   |
| บทที่ 6 การออกแบบสร้างชุดปฏิบัติการสำหรับศึกษาดวงจันทร์ด้วยภาพจากกล้องซีซีดี | 36   |
| 6.1 วัตถุประสงค์                                                             | 36   |
| 6.2 วิธีดำเนินการ                                                            | 36   |
| 6.2.1 วิธีวัดและคำนวณแบบเรขาคณิต                                             | 36   |
| 6.2.2 วิธีวัดและคำนวณแบบเรขาคณิตทรงกลม                                       | 37   |
| 6.2.3 ข้อเสนอแนะ                                                             | 39   |
| 6.3 คำถามท้ายปฏิบัติการ                                                      | 39   |
| เอกสารอ้างอิง                                                                |      |
| ภาคผนวก                                                                      |      |
| ประวัติผู้เขียน                                                              |      |

## สารบัญตารางประกอบ

| ตารางที่                                                                                     | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 2                                                                                      |      |
| 2.1 แสดงค่า Phase angle                                                                      | 17   |
| บทที่ 4                                                                                      |      |
| 4.1 แสดงผลการวัดตำแหน่งใดๆ บนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิต                                 | 25   |
| 4.2 แสดงผลการวัดตำแหน่งใดๆ บนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิตทรงกลม                           | 26   |
| 4.3 แสดงผลการวัดตำแหน่งใดๆ บนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิต                                 | 27   |
| 4.4 แสดงผลการวัดตำแหน่งใดๆ บนภาพถ่ายดวงจันทร์โดยวิธีเรขาคณิตทรงกลม                           | 28   |
| 4.5 แสดงผลการคำนวณความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมดวงจันทร์<br>โดยเรขาคณิตและ เรขาคณิตทรงกลม | 29   |
| บทที่ 6                                                                                      |      |
| 6.1 สรุปผลการวัดและการคำนวณความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมดวงจันทร์<br>โดยเรขาคณิต          | 37   |
| 6.2 สรุปผลการวัดและการคำนวณความสูงของภูเขาและความลึกของหลุมดวงจันทร์<br>โดยเรขาคณิตทรงกลม    | 39   |

สารบัญภาพประกอบ

| รูปที่                                                                                 | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 2                                                                                |      |
| 2.1 ระบบซีซีดีโฟโตมิเตอร์                                                              | 4    |
| 2.2 เฟสต่างๆ ของดวงจันทร์                                                              | 6    |
| 2.3 การหาเส้นผ่านศูนย์กลางจริงของดวงจันทร์                                             | 7    |
| 2.4 แบบจำลองลักษณะภูเขาบนผิวดวงจันทร์                                                  | 10   |
| 2.5 แสดงรูปภูเขาและมุมเงยของดวงอาทิตย์                                                 | 11   |
| 2.6 แสดงมุมเงยของดวงอาทิตย์                                                            | 12   |
| 2.7 แสดงค่ามุมละติจูดใดๆ บนทรงกลม                                                      | 12   |
| 2.8 แสดงค่ามุมลองจิจูดใดๆ บนทรงกลม                                                     | 13   |
| 2.9 แสดงความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมทรงกลมระหว่างตำแหน่งตำแหน่งตั้งเงาและจุดแสงเข้า       | 14   |
| 2.10 แสดงรูปโปรเจกชันของจุดใดๆบนผิวดวงจันทร์โดยมองสองด้านคือ Top view<br>และ Side view | 15   |
| 2.11 แสดงการวัดตำแหน่งใดๆ บนดวงจันทร์                                                  | 15   |
| 2.12 แสดง Phase angle                                                                  | 17   |
| บทที่ 3                                                                                |      |
| 3.1 กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงชนิดคาสสิเกรนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 นิ้ว                  | 19   |
| 3.2 กล้อง ซีซีดี 800                                                                   | 19   |
| 3.3 เครื่องคอมพิวเตอร์                                                                 | 19   |
| 3.4 การตอบสนองความถี่ของซีซีดีโฟโตมิเตอร์                                              | 20   |
| 3.5 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ถ่ายเป็นส่วนเล็กๆ                                               | 22   |
| บทที่ 4                                                                                |      |
| 4.1 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์                                                      | 30   |
| 4.2 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์และหมุน                                               | 31   |
| 4.3 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์                                                      | 32   |
| 4.4 แสดงภาพดวงจันทร์ที่ต่อสมบูรณ์และหมุน                                               | 33   |