

## บทที่ 18

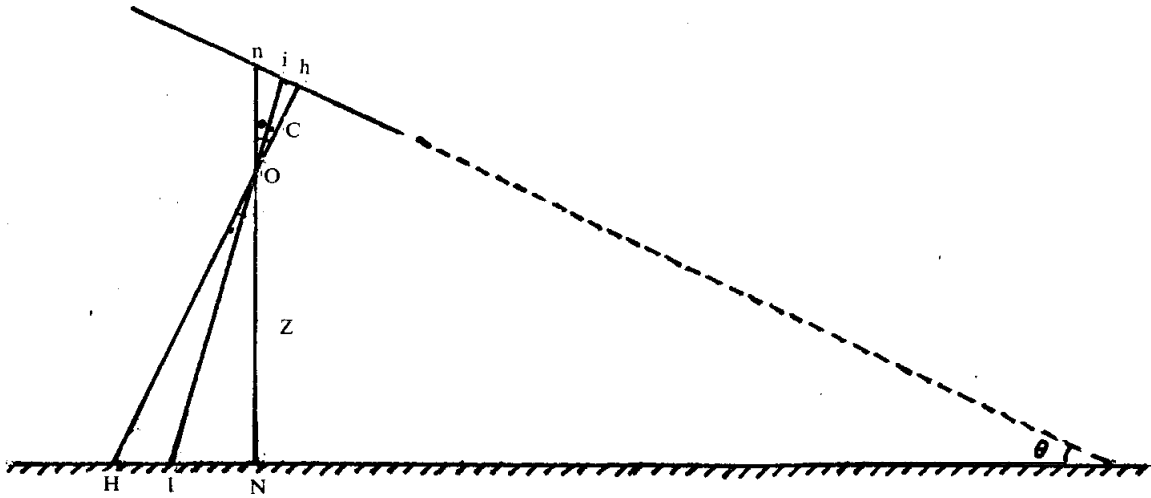
### เรขาคณิตภาพถ่ายทางอากาศ

รศ. วันทนีย์ ศรีรัฐ

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาทราบเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับการหามาตราส่วนของภาพถ่ายตั้ง
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ครอบคลุมในภาพถ่ายตั้ง
4. เพื่อให้นักศึกษาทราบถึงการวางแผนการบินถ่ายภาพ
5. เพื่อให้นักศึกษาทราบถึงความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งของรายละเอียดในภาพถ่าย
6. เพื่อให้นักศึกษาทราบเกี่ยวกับการเกิด Parallax

## 16.1 คำจำกัดความ



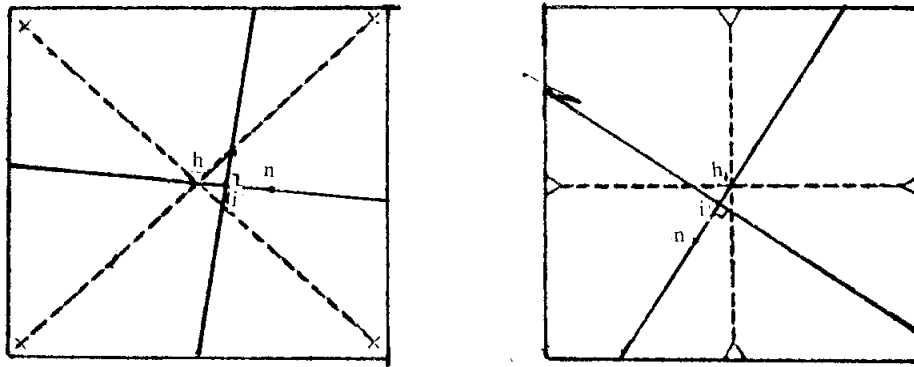
รูปที่ 18.1

1. PERSPECTIVE CENTER คือจุดศูนย์กลางที่ลำแสงจากวัตถุทุกลำแสงฉายผ่าน (แทนด้วย  $o$  ในภาพ)
2. NADIR POINT (จุดนาดีร์) หรือ PLUMB POINT คือจุดที่เกิดจากเส้นดิ่งที่ผ่านจุดรวมแสงของเลนส์กล้อง (PERSPECTIVE CENTER) ไปตัดพื้นภาพ (NEGATIVE PLANE) และพื้นภูมิประเทศ (จุดนาดีร์บนภาพถ่ายใช้แทนด้วยอักษร  $n$  จุดนาดีร์บนพื้นภูมิประเทศใช้แทนด้วยอักษร  $N$ )
3. PRINCIPAL POINT (จุดกึ่งกลาง) คือจุดที่แนวแกนกล้องถ่ายภาพทางอากาศไปตัดพื้นภาพ (แทนด้วย  $h$ ) และตัดพื้นภูมิประเทศ (แทนด้วย  $H$ )
4. ISOCENTRE คือจุดซึ่งเกิดจากเส้นแบ่งครึ่งมุมระหว่างแนวแกนกล้องกับแนวเส้นดิ่งที่ผ่านจุดรวมแสงของเลนส์ตัดพื้นภาพ (แทนด้วย  $i$ ) และตัดพื้นภูมิประเทศ (แทนด้วย  $I$ )
5. PRINCIPAL DISTANCE คือระยะที่วัดจาก PERSPECTIVE CENTER ไปถึงพื้นภาพเป็นค่าเฉลี่ย (ในภาพคือ  $c$ ) หรือบางคนอาจเรียกระยะนี้ว่า CALIBRATED FOCAL LENGTH
6. PRINCIPAL AXIS (แกนหลัก) คือแกนที่ลากจากจุดรวมแสงของเลนส์ไปตั้งฉากกับพื้นภาพ ( $hOH$ ) มุม  $nOh$  คือมุมเอียง (ANGLE OF TILT)

7. PRINCIPAL LINE (เส้นหลัก) คือแนวที่ลากต่อระหว่างจุดนาดีร์และ ISOCENTRE (niH)

8. PRINCIPAL PLANE (พื้นหลัก) คือพื้นราบซึ่งบรรจุ PERSPECTIVE CENTER, ISOCENTRE, จุดนาดีร์, จุดกึ่งกลาง, แกนหลัก และเส้นหลัก

9. FLYING HEIGHT คือระยะสูงบิน (ในภาพคือระยะ ON ซึ่งแทนด้วย Z)



รูปที่ 18.2

จากภาพ 18.2 สองภาพนี้แสดงจุดกึ่งกลาง h, จุดนาดีร์ n, ISOCENTRE i, เส้นหลัก hn และ FIDUCIAL MARKS ทั้ง 4 ตำแหน่ง

ในภาพถ่ายตั้งที่มีความเอียงน้อยกว่า 3 องศาแล้ว จุดกึ่งกลาง, NADIR และ ISOCENTRE จะอยู่ใกล้กันมาก และถ้าเป็นภาพถ่ายตั้งแท้จริงจุด NADIR, ISOCENTRE จะทับกับจุดกึ่งกลางพอดี

### 18.2 มาตรฐานของภาพถ่ายตั้ง

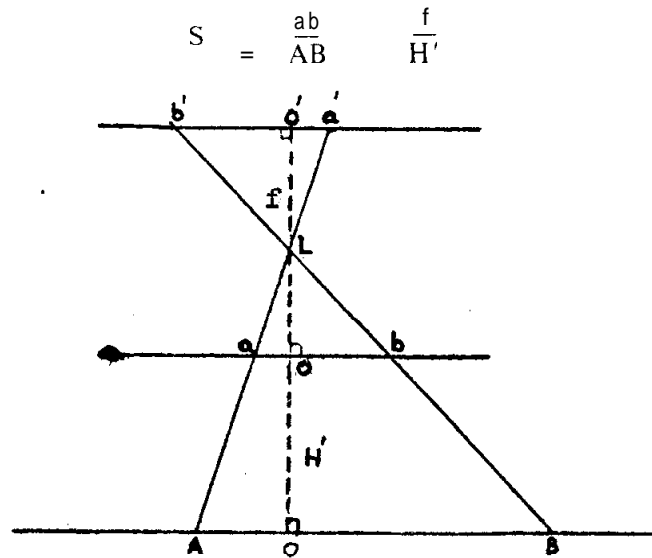
มาตรฐานของภาพถ่าย คือ อัตราส่วนระหว่างระยะบนภาพถ่ายกับระยะจริงที่ตรงกันในภูมิประเทศ เนื่องจากในการถ่ายภาพเครื่องบินไม่อาจรักษาระดับความสูงคงที่ได้ตลอด และความสูงต่ำของภูมิประเทศจริงอาจจะไม่เท่ากันรวมทั้งการถ่ายภาพทุกบริเวณก็ไม่สามารถถ่ายในลักษณะแนวตั้งตั้งฉากกับพื้นโลกได้ตลอดเวลา จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในภาพเสมอ และมีผลทำให้มาตรฐานของภาพถ่ายไม่เท่ากันตลอดทั้งภาพ ดังนั้นมาตรฐานของภาพถ่ายจึงเป็นเพียงมาตรฐานประมาณ มาตรฐานอาจกำหนดได้ 3 วิธีคือ

1. หน่วยเทียบเท่า (UNIT EQUIVALENT) เช่น 1 มิลลิเมตร = 25 เมตร
2. เศษส่วน (REPRESENTATIVE FRACTION) เช่น 1/25,000
3. อัตราส่วน (RATIO) เช่น 1 : 25,000

ผู้ที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องอยู่กับมาตราส่วน อาจเกิดความสับสนระหว่างมาตราส่วนใหญ่และมาตราส่วนเล็ก ถ้ามีการเปรียบเทียบระหว่างมาตราส่วน เช่น 1 : 10,000 และ 1 : 20,000 มาตราส่วนใหญ่ตัวเลขจะน้อยและมาตราส่วนเล็กตัวเลขจะมาก ดังนั้น 1 : 10,000 จะใหญ่กว่า 1 : 20,000 หรือ 1 : 20,000 จะเล็กกว่า 1 : 10,000 เป็นต้น

### 18.2.1 การหามาตราส่วน

สำหรับมาตราส่วนของภาพถ่ายดิ่งที่ถ่ายคลุมบริเวณพื้นราบดังในรูปที่ 16.3 AOB เป็นจุดบนภูมิประเทศจริง a', o' และ b' เป็นจุดบนเนกาทีฟ L คือ PERSPECTIVE CENTER aob คือจุดบนภาพโพลิตีฟ มาตราส่วนก็คืออัตราส่วนของระยะ ab : AB นั่นเอง หรือเราอาจจะหามาตราส่วนได้จากอัตราส่วนของระยะโฟกัส (f) ต่อระยะสูงบิน (H') เหนือพื้นราบที่บินถ่ายภาพก็ได้ดังนั้น

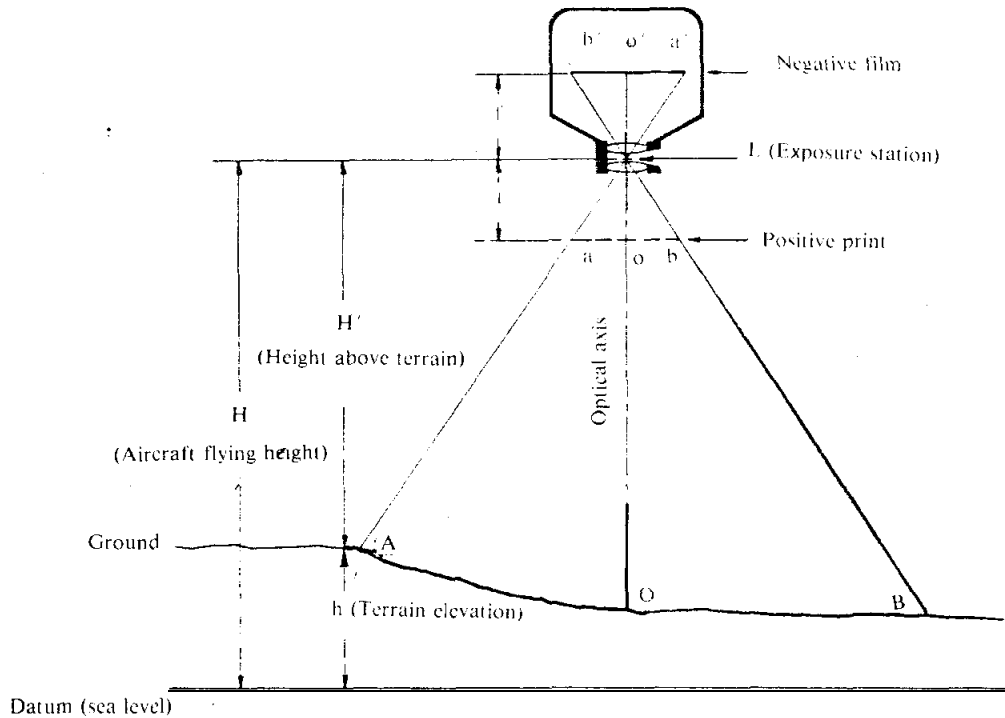


รูปที่ 18.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะโฟกัสและระยะสูงบิน

**ตัวอย่าง** ภาพถ่ายทางอากาศภาพหนึ่งถ่ายด้วยกล้องระยะโฟกัส 12 นิ้ว เครื่องบินบินถ่ายภาพด้วยความสูง 20,000 ฟุต เหนือระดับภูมิประเทศที่เป็นพื้นราบ อยากทราบมาตราส่วนของภาพถ่ายนี้

$$S = \frac{12 \text{ นิ้ว}}{20,000 \text{ ฟุต}} = \frac{1}{20,000} \quad \text{หรือ } 1 : 20,000$$

หมายเหตุ ในกรณีที่ระยะโฟกัสเป็นนิ้ว ค่าระยะโฟกัสที่ใช้กันทั่วไปคือ 6,  $8\frac{1}{4}$ , 12, 20 และ 24 นิ้วนั้น (อาจมีกล้องชนิดพิเศษซึ่งมีระยะโฟกัสยาวกว่านี้แต่จะไม่พบโดยทั่วไป) เราไม่ควรสับสนระยะความยาวโฟกัสที่มีค่าเป็นนิ้วกับค่าของ APERTURES ของเลนส์ กล้องถ่ายภาพที่ผู้ถ่ายภาพจะพบอยู่บ่อย ๆ คือ  $f : 16$ ,  $f : 11$ ,  $f : 8$ ,  $f : 5.6$  เป็นต้น



รูปที่ 18.4

ในกรณีที่ภูมิประเทศที่ทำการถ่ายภาพไม่เป็นพื้นที่ราบมีส่วนที่สูงขึ้นมาจากรูปที่ 18.4 ถ้าระยะสูงบินเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง คือ  $H$  และความสูงของภูมิประเทศคือ  $h$  ความสูงของภูมิประเทศที่ทำการถ่ายภาพ  $H' = H - h$

$$S = \frac{F}{H - h}$$

ตัวอย่าง กล้องถ่ายภาพมีระยะโฟกัส 152 มิลลิเมตร ถ่ายภาพตั้งด้วยความสูง 2,780 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ถ้าภูมิประเทศที่ถ่ายภาพมีความสูง 500 เมตร อยากทราบมาตราส่วนของภาพถ่ายนี้

$$S = \frac{F}{H-h} = \frac{0.152 \text{ เมตร}}{2780 - 500 \text{ เมตร}}$$

$$\frac{1}{15,000} \text{ หรือ } 1 : 15,000$$

### 18.2.2 มาตรการส่วนเฉลี่ยของภาพถ่าย

ภาพถ่ายที่ถ่ายเหนือภูมิประเทศที่สูงต่ำแตกต่างกันนี้ มาตรการส่วนของภาพที่ได้ก็จะแตกต่างกันสัมพันธ์กันกับความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศ มาตรการส่วนของภาพถ่ายจะใหญ่ขึ้นในบริเวณที่ภูมิประเทศสูงขึ้นและเล็กลงเมื่อภูมิประเทศต่ำลง เพื่อความสะดวกจึงได้มีการคำนวณมาตรการส่วนเฉลี่ยของทั้งภาพ มาตรการส่วนที่ได้คำนวณโดยใช้ความสูงเฉลี่ยของภูมิประเทศที่ทำการบินถ่ายภาพ ดังนั้นมาตรการส่วนเฉลี่ยจะถูกต้องในบริเวณที่ภูมิประเทศมีความสูงเท่ากับความสูงเฉลี่ย และเป็นมาตรการส่วนประมาณในระดับความสูงอื่น ๆ การคำนวณหามาตรการส่วนเฉลี่ยใช้

$$S_{avg} = \frac{F}{H - h_{avg}}$$

**ตัวอย่าง** ถ้าระยะโฟกัสของกล้องยาว 6 นิ้ว บินถ่ายภาพด้วยความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 22,000 ฟุต จงหามาตรการส่วนของจุด C และ D ซึ่งตั้งอยู่สูง 3,000 ฟุต และ 1,000 ฟุตตามลำดับ และหามาตรการส่วนเฉลี่ยของภาพถ่ายนี้ด้วย

**วิธีทำ** มาตรการส่วนของจุด C บริเวณที่สูงสุด

$$S_{max} = \frac{F}{H-h} = \frac{6 \text{ นิ้ว}}{(22,000 - 3,000) \text{ ฟุต}}$$

$$= \frac{1}{38,000} = 1 : 38,000$$

มาตรการส่วนของจุด D บริเวณที่ต่ำสุด

$$S_{min} = \frac{F}{H-h_D} = \frac{6 \text{ นิ้ว}}{(22,000 - 1,000) \text{ ฟุต}}$$

$$\frac{1}{42,000} = 1 : 42,000$$

มาตราส่วนเฉลี่ยของภาพถ่าย

$$\begin{aligned} S_{avg} &= \frac{F}{H - h_{avg}} = \frac{6 \text{ นิ้ว}}{(22,000 - 2,000) \text{ ฟุต}} \\ &= \frac{1}{40,000} = 1 : 40,000 \end{aligned}$$

### 18.2.3 การหามาตราส่วนภาพถ่ายด้วยวิธีอื่น ๆ

จากรูปที่ 18.3 จะเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตของภาพถ่ายตั้งในรูปของสามเหลี่ยมคล้ายกัน ในกรณีที่เราไม่ทราบระยะโฟกัสหรือระยะสูงบิน เราจะคำนวณหามาตราส่วนได้ดังนี้

มาตราส่วนภาพถ่าย = อัตราส่วนของระยะบนภาพ ab ต่อระยะเดียวกันบนภูมิประเทศ AB หรือ

$$S = \frac{ab}{AB}$$

ตัวอย่าง วัดระยะห่างจากหน้ามหาวิทยาลัยรามคำแหงถึงหน้าสถานีตำรวจหัวหมากได้ 3 เซนติเมตร เมื่อตรวจวัดระยะทางภาคพื้นดินจริงได้ 900 เมตร จงหามาตราส่วนของภาพถ่าย

วิธีทำ

$$\begin{aligned} S &= \frac{ab}{AB} = \frac{3 \text{ ซม.}}{900 \text{ ม.}} \\ &= \frac{1}{30,000} = 1 : 30,000 \end{aligned}$$

นอกจากนั้นเรายังหามาตราส่วนของภาพถ่ายได้จากการวัดระยะของสองบริเวณในภาพถ่ายและเปรียบเทียบกับระยะเดียวกันบนแผนที่ และใช้มาตราส่วนที่ทราบแล้วบนแผนที่เพื่อหาระยะจริงในภูมิประเทศ แล้วนำมาคำนวณหามาตราส่วนของภาพถ่าย

โดยทั่วไปมาตราส่วนที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ มีตั้งแต่ขนาดใหญ่ถึงขนาดเล็ก ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

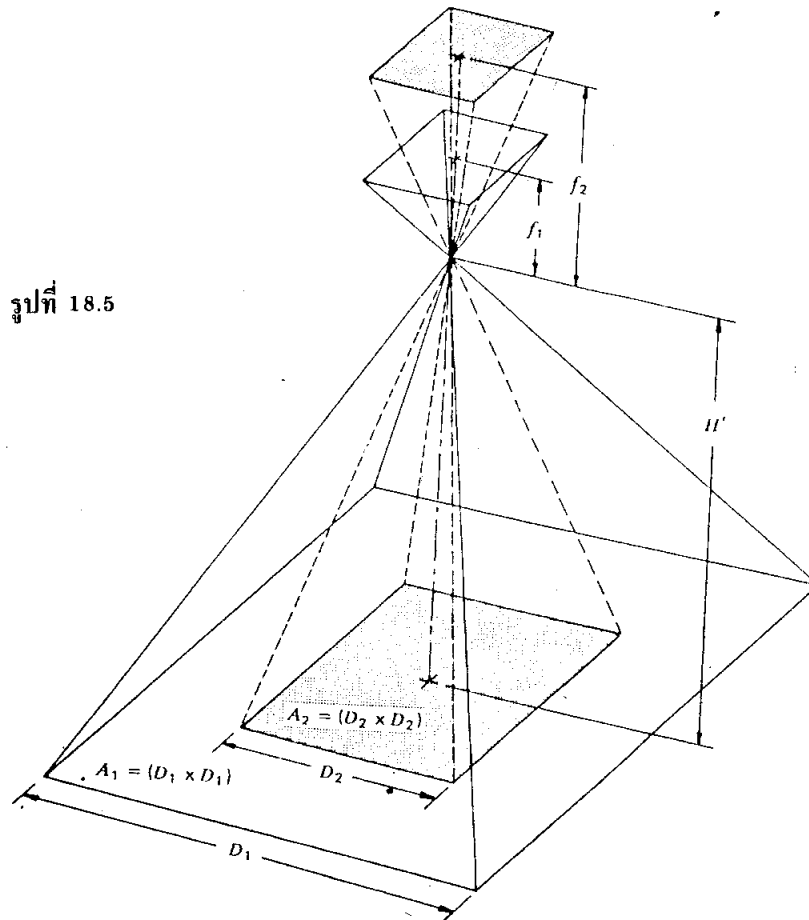
1. มาตราส่วนใหญ่ คือมาตราส่วน 1 : 5,000 ถึง 1 : 10,000
2. มาตราส่วนกลาง คือมาตราส่วน 1 : 10,000 ถึง 1 : 20,000
3. มาตราส่วนเล็ก คือมาตราส่วน 1 : 20,000 ถึง 1 : 50,000 หรือเล็กกว่านี้

การที่จะนำภาพถ่ายมาตราส่วนใดมาใช้ขึ้นอยู่กับความประสงค์ที่จะนำภาพถ่ายไปใช้ด้านใด งานบางอย่างเหมาะที่จะใช้มาตราส่วนใหญ่ แต่งานบางอย่างก็จำเป็นต้องใช้มาตราส่วนเล็ก

### 18.3 การครอบคลุมพื้นที่ (GROUND COVERAGE)

การครอบคลุมพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่ควรพิจารณา เช่น ถ้าเราต้องการถ่ายภาพทางอากาศของชุมชนเล็ก ๆ ไว้ในภาพเดียว หรือต้องการถ่ายภาพเมืองทั้งเมืองในมาตราส่วนขนาดกลางหรือใหญ่ไว้ในหลาย ๆ ภาพ และครอบคลุมพื้นที่ของแต่ละภาพที่ต่อเนื่องกันจะต้องคำนวณไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้ให้ข้อมูลแก่คณะผู้ทำการบินได้

การถ่ายภาพคลุมพื้นที่ในภาพถ่ายตั้งจะสัมพันธ์กับมาตราส่วนโดยทั่วไปถ้าเป็นมาตราส่วนเล็ก รายละเอียดที่ปรากฏในภาพจะมีขนาดเล็ก แต่ถ้าเป็นมาตราส่วนใหญ่จะให้รายละเอียดที่ปรากฏในภาพขนาดใหญ่กว่าแต่การถ่ายภาพครอบคลุมพื้นที่ในภาพจะน้อยกว่า นอกจากจะสัมพันธ์กับมาตราส่วนแล้ว การครอบคลุมพื้นที่ยังแตกต่างกันไปตามระยะโฟกัสและระยะสูงบินที่ใช้อีกด้วย



รูปที่ 18.5

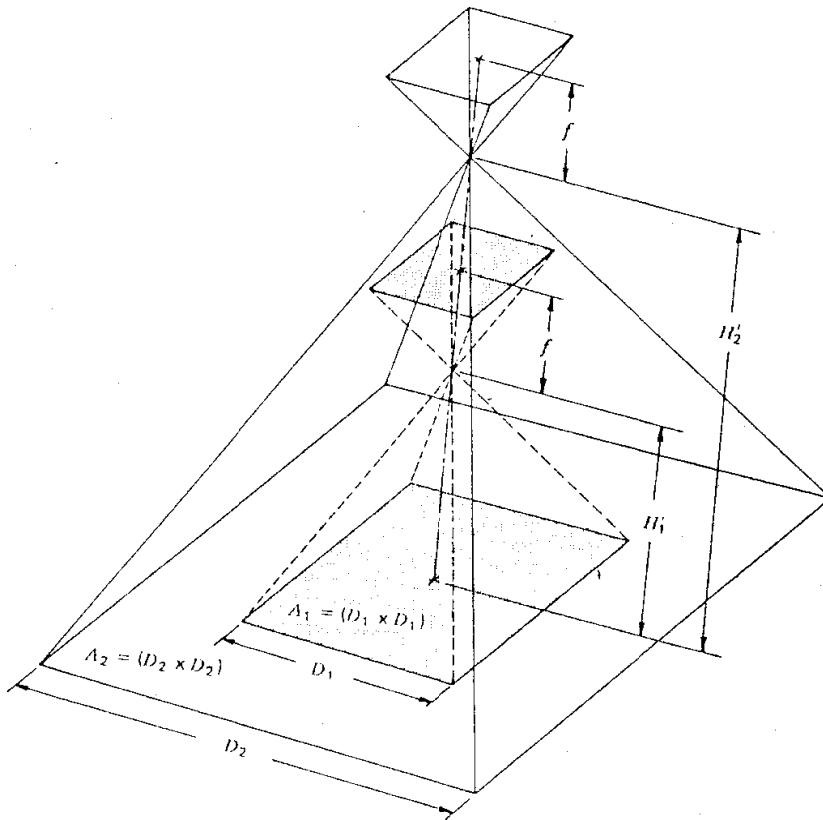


จากรูปที่ 18.5 ถ้าระยะสูงบินคงที่ตลอด การครอบคลุมพื้นที่ในภาพถ่ายจะแตกต่างกันไปตามระยะโฟกัส ภาพถ่ายที่ถ่ายด้วยระยะโฟกัสที่สั้นกว่าจะครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า (และมาตราส่วนเล็กกว่าด้วย) การถ่ายด้วยกล้องที่ใช้ระยะโฟกัสยาวกว่า

ถ้า  $f_1 = \frac{1}{2} f_2$  แล้ว

$$D_1 = 2D_2 \text{ และ } A_1 = 4A_2$$

เช่นเดียวกับระยะโฟกัส การครอบคลุมพื้นที่จะแตกต่างกันไปตามระยะสูงบินด้วย



รูปที่ 18.6

ตั้งในรูปที่ 18.6 ถ้าระยะโฟกัส  $f$  คงที่ แต่ระยะสูงบินต่างกัน

$$\text{ถ้า } H_2 = 2H_1 \text{ แล้ว}$$

$$D_2 = 2D_1 \text{ และ } A_2 = 4A_1$$

ภาพถ่ายที่ถ่ายด้วยกล้องประเภทเดียวกัน ระยะโฟกัสของกล้องเท่ากัน แต่ถ่ายจากระดับความสูงแตกต่างกัน ภาพถ่ายในระดับที่สูงกว่าจะครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าการถ่ายในระดับต่ำกว่า

การคำนวณหาพื้นที่ที่ครอบคลุมในภาพถ่ายหนึ่ง ๆ นั้น จะหาได้เมื่อทราบขนาดของภาพถ่ายและมาตราส่วนของภาพถ่าย (หรือในกรณีที่ไมทราบมาตราส่วน แต่ทราบระยะโฟกัสของกล้องและระยะสูงบิน ก็จะสามารถหามาตราส่วนของภาพถ่ายได้)

**ตัวอย่าง** ให้คำนวณหาพื้นที่ที่ครอบคลุมของภาพถ่ายขนาด  $23 \times 23$  เซนติเมตร เมื่อมาตราส่วนของภาพถ่าย 1 : 20,000

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่ครอบคลุมของภาพถ่าย} &= (\text{ความกว้างของภาพ} \times \text{มาตราส่วน}) \\ &\quad (\text{ความยาวของภาพ} \times \text{มาตราส่วน}) \\ &= (23 \times 20,000)(23 \times 20,000) \\ &= 21.16 \text{ ตารางกิโลเมตร} \end{aligned}$$

#### 18.4 การวัดระยะทางและพื้นที่ในภาพถ่าย

การวัดระยะทางเช่นเดียวกับการคำนวณหามาตราส่วนในภาพถ่ายจะไม่ถูกต้องทีเดียวเนื่องจากการเอียงของภาพ (TILT) และความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศ (RELIEF DISPLACEMENT) การวัดระยะทางที่จะให้ความถูกต้องสูงนั้น ควรวัดในบริเวณภูมิประเทศที่ราบเรียบหรือระยะระหว่างจุดสองจุดที่มีความสูงเท่ากันในภาพถ่ายดัง

ถ้าเราวัดระยะห่างจากต้นถึงปลายถนนในภาพถ่ายได้ 5.5 เซนติเมตร และมาตราส่วนของภาพถ่าย 1 : 20,000 ความยาวของถนนในภูมิประเทศจริงคือ  $5.5 \times 20,000 = 1,100$  เมตร แต่เมื่อไปสำรวจภาคสนามพบว่ามาตราส่วนของภาพถ่ายจริงประมาณ 1 : 19,000 ดังนั้นความยาวของถนนจริงจะประมาณ  $5.5 \times 19,000$  หรือ 1,045 เมตร ความถูกต้องในการวัดระยะทางจึงขึ้นกับมาตราส่วนและการวัดระยะที่ถูกต้องมากที่สุดในภาพถ่าย จากตัวอย่างนี้ จะเห็นว่าความยาวของถนนจริงผิดพลาดไป  $1,100 - 1,045$  เมตร = 55 เมตร

ในการวัดหาพื้นที่ก็เช่นเดียวกับระยะทาง ถ้าต้องการความถูกต้องสูงจะนิยมวัดจากแผนที่มากกว่าภาพถ่ายทางอากาศ ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องพอประมาณก็อาจจะวัดจากภาพถ่ายทางอากาศ ความถูกต้องของการวัดหาพื้นที่นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้แล้วยังขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสูงต่ำของภูมิประเทศและการเอียงของภาพด้วย การวัดหาพื้นที่ที่มีความผิดพลาดมากในภาพถ่ายดิ่งที่มีภูมิประเทศสูงและปานกลางปรากฏอยู่ในภาพ แต่ถ้าภูมิประเทศเป็นที่ราบก็จัดว่ามีความถูกต้องสูงมาก สำหรับการปฏิบัติวัดหาพื้นที่ในภาพถ่ายมีวิธีการเช่นเดียวกับการวัดหาพื้นที่ในแผนที่ซึ่งนักศึกษาได้เรียนมาแล้วในบทที่ 11 ในที่นี้จึงไม่ขอกล่าวซ้ำ

### 18.5 การคำนวณเพื่อวางแผนการบินถ่ายภาพ

ในการบินถ่ายภาพบริเวณใดทุกครั้ง จำเป็นต้องมีการวางแผนก่อนการบินถ่ายภาพเพื่อจะได้สนองวัตถุประสงค์ของโครงการได้อย่างถูกต้อง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนบินถ่ายภาพที่สำคัญ เช่น มาตรการส่วนของภาพถ่าย ขนาดมาตรฐานของภาพถ่าย ขนาดของพื้นที่ที่จะบินถ่ายภาพ ระยะสูงบิน ระยะโฟกัส เปอร์เซ็นต์ OVERLAP และ SIDELAP เป็นต้น การบินถ่ายภาพตามความต้องการดังกล่าวนี้ คณะผู้วางแผนจะทำการคำนวณและทำแผนที่การบินให้กับนักบินและต้นหนเพื่อใช้ช่วยในการบินถ่ายภาพ ตัวอย่างการคำนวณต่าง ๆ เพื่อวางแผนการบินมีดังนี้

**ตัวอย่าง** ถ้าจะบินถ่ายภาพในพื้นที่กว้างในแนวตะวันออก-ตะวันตก 120 กิโลเมตร และยาวในแนวเหนือใต้ 80 กิโลเมตร ใช้กล้องถ่ายภาพมีระยะโฟกัสยาว 152.4 มิลลิเมตร ต้องการถ่ายภาพขนาด 23x23 เซนติเมตร มาตรการส่วน 1 : 15,000 ภาพถ่ายมี OVERLAP 60 เปอร์เซ็นต์ และ SIDELAP 20 เปอร์เซ็นต์ แนวบินแรกและแนวบินสุดท้ายจะใช้ขอบเขตของบริเวณที่ถ่ายภาพ จะคำนวณหารายละเอียดที่จำเป็นและจำนวนภาพได้ดังต่อไปนี้

**วิธีทำ** 1. คำนวณหาระยะสูงบิน

$$S = \frac{f}{H}$$

$$\frac{1}{15,000} = \frac{152.4}{H}$$

$$\therefore H \text{ (หรือระยะสูงบินที่ใช้)} = 2,286 \text{ เมตร}$$

## 2. การหาจำนวน FLIGHT LINE

การหาจำนวน FLIGHT LINE จะต้องใช้ SIDELAP ช่วยในการคำนวณซึ่งกำหนดไว้ 20%

$$\therefore \text{ระยะระหว่าง FILGHT LINE ในภาพถ่าย} = 100 - 20 = 80\%$$

$$\text{หรือ} = \frac{80 \times 23}{100} = 18.4 \text{ ซม.}$$

$$\begin{aligned} \text{เปลี่ยนเป็นระยะจริงบนพื้นดิน} &= 18.4 \times 15,000 \text{ ซม.} \\ &= 2.76 \text{ กิโลเมตร} \end{aligned}$$

$$\text{พื้นที่มีความกว้าง} = 80 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{จำนวน FLIGHT LINE} &= \frac{80}{2.76} = 28.6 \text{ หรือ} \\ &= 29 \text{ FLIGHT LINE} \end{aligned}$$

เพิ่ม FLIGHT LINE อีก 1 FLIGHT LINE

$$\therefore \text{FLIGHT LINE ที่จะทำการบินทั้งหมด} 29 + 1 = 30$$

### 3. การหาจำนวนภาพในแต่ละ FLIGHT LINE

การหาจำนวนภาพในแต่ละ FLIGHT LINE จะใช้ OVERLAP ช่วยในการคำนวณซึ่งกำหนดไว้ 60%

$$\therefore \text{ระยะระหว่างภาพ} = 100 - 60 = 40\%$$

$$\text{หรือ} = \frac{40 \times 23}{100} = 9.2 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\text{เปลี่ยนเป็นระยะจริงบนพื้นดิน} = 9.2 \times 15,000$$

$$= 1.38 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\text{พื้นที่มีความยาวทั้งหมด} = 120 \text{ กิโลเมตร}$$

$$\therefore \text{จำนวนภาพในแต่ละ FLIGHT LINE} = \frac{120}{1.38} = 86.9 = 87 \text{ ภาพ}$$

$$\text{เพิ่มจำนวนภาพในแต่ละ FLIGHT LINE อีก 2 ภาพ} 87 + 2 = 89 \text{ ภาพ}$$

### 4. การหาจำนวนภาพในพื้นที่ถ่ายภาพทั้งหมด

$$\text{จำนวน FLIGHT LINE ที่จะต้องบินถ่ายภาพ} = 30 \text{ FLIGHT LINE}$$

$$\text{จำนวนภาพในแต่ละ FLIGHT LINE} = 89 \text{ ภาพ}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{จำนวนภาพทั้งหมด} &= 30 \times 89 \\ &= 2670 \text{ ภาพ} \end{aligned}$$

## 18.8 ความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งของรายละเอียดในภาพถ่ายทางอากาศ

ความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งของรายละเอียดในภาพถ่ายทางอากาศเป็นมูลเหตุสำคัญที่ทำให้การรังวัดคำนวณในภาพถ่ายดิ่งผิดพลาดได้ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ กัน บางสาเหตุก็ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมาก บางสาเหตุก็ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อย เราจะพิจารณาเฉพาะสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากซึ่งมีอยู่ 2 ประการ คือ

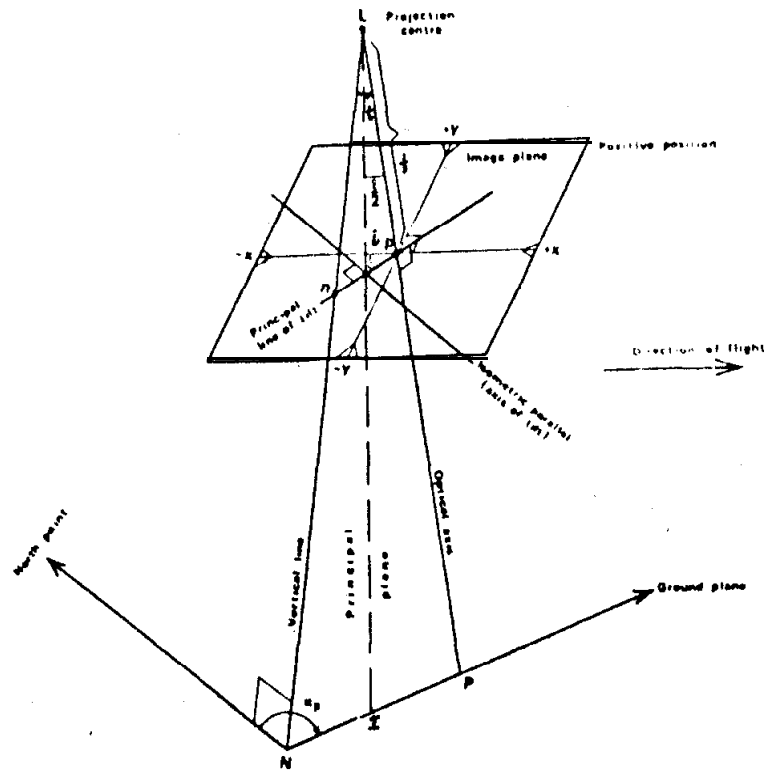
1. ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการเอียงของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ ขณะถ่ายภาพ (TILT DISPLACEMENT)

2. ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศบนภาพถ่าย (RELIEF DISPLACEMENT)

1. ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการเอียงของกล้องถ่ายภาพทางอากาศขณะถ่ายภาพ ในการบินถ่ายภาพเพื่อให้ได้ภาพดิ่งที่สมบูรณ์นั้นเป็นการยากมาก การเคลื่อนที่ของเครื่องบินในขณะที่ถ่ายภาพทำให้เกิดมุมเอียง โดยทั่วไปถ้าเอียงน้อยกว่า 3 องศา ก็ให้ถือว่าเป็นภาพถ่ายดิ่ง เมื่อเกิดการเอียงขึ้นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตระหว่างกล้องถ่ายภาพและพื้นผิวภูมิประเทศจะเปลี่ยนไปดังในรูปที่ 16.10 มุมเอียงคือมุมที่เกิดระหว่างแนวแกนกล้อง (OPTICAL AXIS) กับแนวดิ่ง (VERTICAL LINE) ในภาพคือมุม  $\epsilon$

เมื่อเกิดถ่ายภาพเอียงขึ้นมา แนวแกนกล้องจะไม่อยู่ในแนวดิ่ง จุดที่แนวกล้องตัดพื้นภาพคือจุดนาติร์ ( $n$ ) จุดนี้ในภูมิประเทศคือจุด  $N$ ,  $nLp$  หรือ  $NLP$  ก็คือพื้นจุดหลัก (PRINCIPAL PLANE) พื้นจุดหลักที่ไปตัดกับพื้นภาพจะทำให้เกิดเส้นที่เรียกว่าเส้นหลักของมุมเอียง (PRINCIPAL LINE OF TILT) ถ้าแบ่งครึ่งมุมเอียงและลากมาตัดกับภาพตามแนวเส้นหลักจะตัดตรงจุดที่เรียกว่า ISOCENTRE ( $i$ ) และจุดนี้บนภูมิประเทศถึงจุด  $I$  ถ้า  $f$  คือระยะโฟกัสจุด  $i$  จะมีระยะ  $zf \cdot \tan(\epsilon/2)$  จากจุดกึ่งกลาง (PRINCIPAL POINT), จากจุด ISOCENTER ถ้าลากเส้นตั้งฉากก็จะได้แกนของมุมเอียง (AXIS OF TILT) หรือที่เรียกว่า ISOMETRIC PARALLEL เนื่องจากการเอียงจะไม่มีผลกระทบกับแกนเอียง ดังนั้นมาตราส่วนตามแกนเอียงจะไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าลากเส้นอื่น ๆ ขนานกับแกนของมุมเอียงนี้จะเรียกว่า PLATE PARALLELS

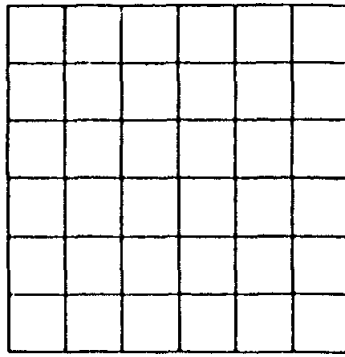
ผลกระทบเมื่อเกิดการเอียงในขณะที่ถ่ายภาพ เมื่อเปรียบเทียบภาพที่ได้กับภาพถ่ายดิ่งดังในภาพ 16.11 โดยถือว่าภูมิประเทศเป็นพื้นราบและแบ่งเป็นตารางสี่เหลี่ยม ภาพถ่ายดิ่งจะให้รายละเอียดของภูมิประเทศที่ถูกต้องในมาตราส่วนเล็ก ดังในรูป 18.8a แต่ภาพถ่าย



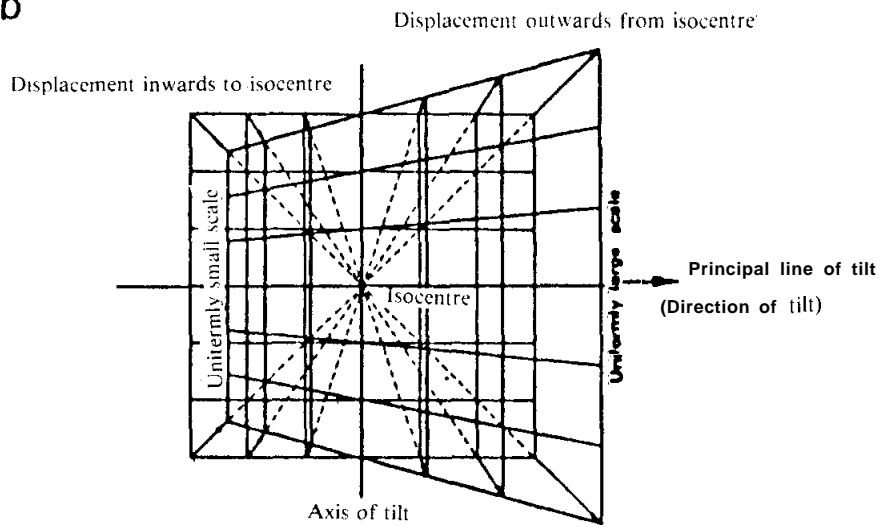
รูปที่ 18.7

เอียงจะให้รูปร่างของลักษณะภูมิประเทศที่ผิดไปดังในรูป 18.8b มาตรการส่วนจะเปลี่ยนไปตามแนวเส้นหลักของมุมเอียงซึ่งด้านหนึ่งจะมีมาตรการส่วนเล็ก ในขณะที่อีกด้านหนึ่งจะมีมาตรการส่วนใหญ่ บริเวณที่มาตรการส่วนไม่เปลี่ยนก็คือตามแนวแกนของมุมเอียง ความคลาดเคลื่อนอาจจะคลาดเคลื่อนเข้ามายังจุด ISOCENTRE หรือออกไปจากจุด ISOCENTRE ขึ้นอยู่กับว่าอยู่ใต้หรือเหนือแกนของมุมเอียง

a



b

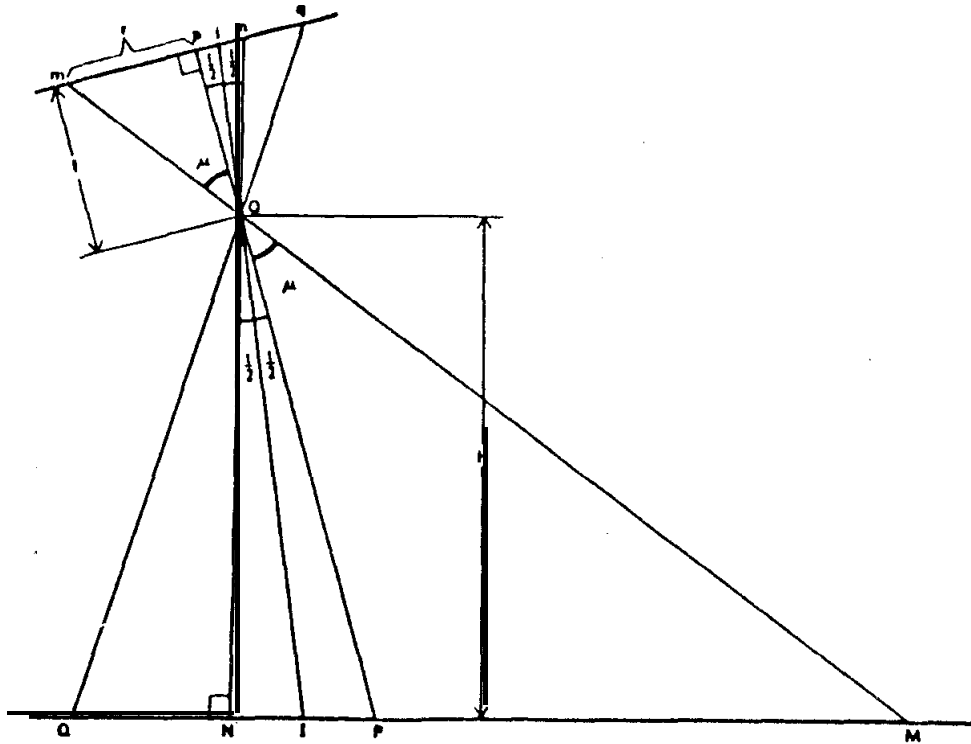


รูปที่ 18.8

จากรูปที่ 18.9 เราอาจคำนวณหามาตราส่วนที่ถูกตัดของจุดต่าง ๆ บนภาพถ่ายเอียงโดยใช้ตรีโกณมิติง่าย ๆ เข้าช่วยตามสูตรดังต่อไปนี้

$$1. \text{ มาตราส่วนที่จุด NADIR (n) } = \frac{no}{oN} = \frac{f}{H \cdot \cos t}$$

$$2. \text{ มาตราส่วนที่จุด PRINCIPAL POINT (p) } = \frac{op}{PO} = \frac{f \cdot \cos t}{H}$$



รูปที่ 18.9 การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของภาพถ่ายเอียง

3. มาตรการส่วนที่จุด ISOCENTRE (i) =  $\frac{io}{oi} = \frac{f}{H}$

4. มาตรการส่วนที่จุด m บน PLATE PARARELLE ซึ่งอยู่เหนือจุด ISOCENTRE

$$\frac{mo}{oM} = \frac{f}{H} \cdot \text{COST} (1 + \frac{r}{f} \sin t)$$

2. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศบนภาพถ่าย (RELIEF DISPLACEMENT) ความคลาดเคลื่อนนี้เป็นระยะระหว่างตำแหน่งของจุดบนภาพถ่ายซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งไปจากจุดที่ควรจะเป็น เนื่องจากความสูงต่ำของภูมิประเทศ จากรูปที่ 18.10 แสดงภาพถ่ายดิ่งของยอดเขา ภาพถ่าย ๆ จากระยะสูงบินเหนือระดับอ้างอิง H เมื่อพิจารณา RELIEF DISPLACEMENT ของภาพถ่ายดิ่ง เราจะถือเอาระดับอ้างอิงอยู่ที่ฐานของภูมิประเทศนั้น ๆ ไม่ใช่ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ความสูงของยอดเขาคือ  $h_x$  ยอดเขาที่ A' จะปรากฏบนแนกาคีฟที่  $a'$  และฐานของเขาคือ A จะปรากฏบนแนกาคีฟที่  $a$  นั่นคือยอดเขาจะเคลื่อนออกจากฐานเขาเป็นระยะทาง  $aa'$  ระยะ  $aa'$  บนแนกาคีฟนี้เรียกว่า RELIEF DISPLACEMENT



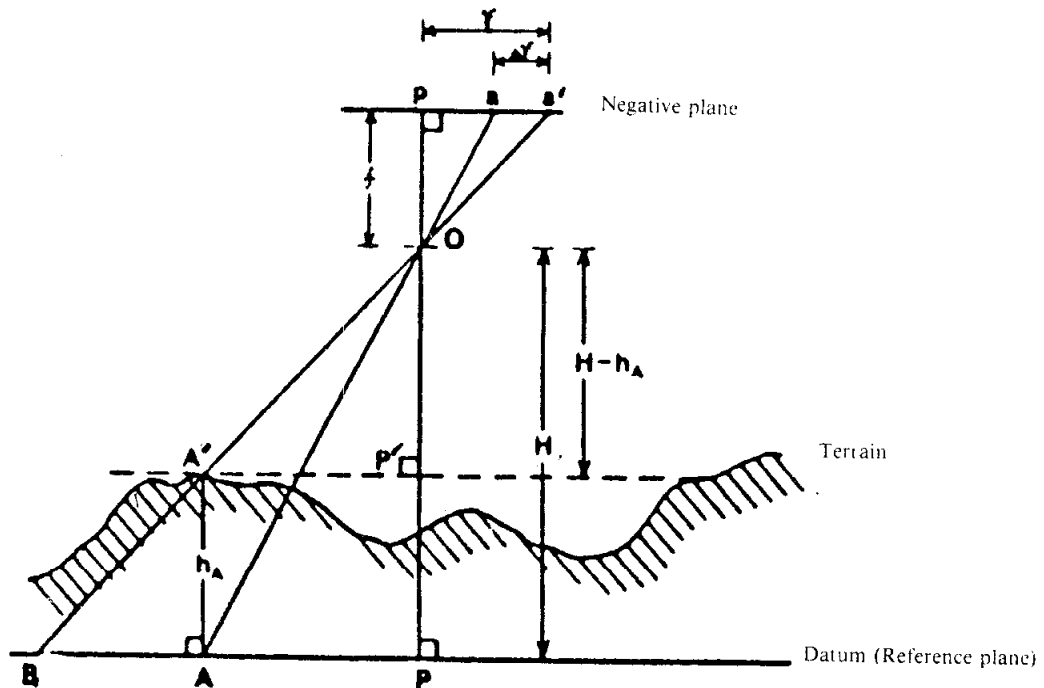
หรือ  $\Delta r$  ข้อควรทราบคือ ถ้าวัตถุได้อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิง ระยะคลาดเคลื่อนจะเคลื่อนออกไปจากจุดนาตีย์ และถ้าวัตถุอยู่ต่ำกว่าระดับอ้างอิง ระยะคลาดเคลื่อนจะเคลื่อนเข้ามายังจุดนาตีย์ (ในภาพถ่ายจริง ๆ จุดนาตีย์จะทับกับจุด PRINCIPAL POINT) RELIEF DISPLACEMENT ใช้ช่วยในการหาค่าความสูงของวัตถุได้จากรูปที่ 18.10 เราจะคำนวณหาความสูงของยอดเขานี้ได้

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{h_A}{H} \quad (\text{จาก } \Delta \text{ คล้ายกัน})$$

$$\therefore \Delta r = \frac{r \cdot h_A}{H}$$

หรือ

$$h_A = \frac{H \cdot \Delta r}{r}$$



รูปที่ 18.10 ผลจาก RELIEF DISPLACEMENT

- เมื่อ  $h_A$  คือความสูงของวัตถุเหนือระดับอ้างอิง  
 $\Delta r$  คือค่า RELIEF DISPLACEMENT  
 $r$  คือระยะจากจุดกึ่งกลาง (PRINCIPAL POINT) ไปยังยอดของวัตถุ  
 $H$  คือระยะสูงบินเหนือระดับอ้างอิง

ความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งของวัตถุจะมากขึ้นเมื่อยิ่งห่างจากจุดกึ่งกลางมากขึ้น และความคลาดเคลื่อนจะมากขึ้นเมื่อความสูงของวัตถุเพิ่มขึ้น ดังนั้นวัตถุที่มีความสูงจะอยู่ใกล้ขอบภาพถ่ายจะมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ความคลาดเคลื่อนจะน้อยลงถ้าระยะสูงบินเพิ่มขึ้น ดังนั้นในสภาพเดียวกันภาพถ่ายจากระยะสูงจะมีความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งน้อยกว่าภาพถ่ายที่ถ่ายในระดับต่ำ และจะไม่ปรากฏความคลาดเคลื่อนนี้ที่บริเวณจุดกึ่งกลางเลย

ในการใช้สมการที่กล่าวแล้วข้างต้นเพื่อหาค่าความสูง จะต้องเห็นภาพยอดและฐานของวัตถุอย่างชัดเจนเพื่อสะดวกในการวัดค่า  $\Delta r$  และจะต้องทราบค่าระยะสูงบินเหนือระดับอ้างอิงด้วย

ตัวอย่าง ถ้าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสูงต่ำ (RELIEF DISPLACEMENT) ของหอคอยวัดได้ 2.01 มิลลิเมตร ระยะจากจุดกึ่งกลางของภาพถ่ายไปยังยอดหอคอยวัดได้ 56.43 มิลลิเมตร ภาพถ่ายถ่ายจากระดับความสูง 1,220 เมตร เหนือระดับอ้างอิง จงหาค่าความสูงของหอคอย

วิธีทำ จากสมการ 
$$h_v = \frac{H \cdot \Delta r}{r}$$

$$= \frac{1,220 \text{ เมตร} \times 2.01 \text{ มิลลิเมตร}}{56.43 \text{ มิลลิเมตร}}$$

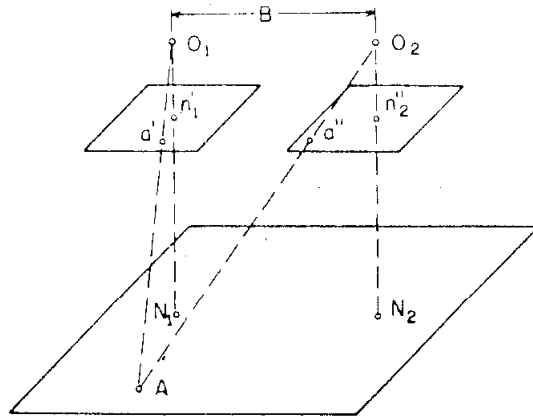
$$= 43.4 \text{ เมตร}$$

## 18.7 PARALLAX และการวัด PARALLAX

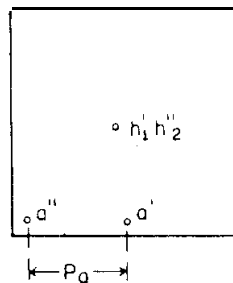
PARALLAX หมายถึง การเคลื่อนตำแหน่งของจุดภาพ หรือวัตถุบนภาพถ่ายคู่ที่ต่อเนื่องกันเพราะเปลี่ยนตำแหน่งที่มองหรือถ่ายภาพ ซึ่งจะสังเกตการเคลื่อนของวัตถุที่กล่าวนี้ได้เมื่อเรามองวัตถุผ่านกระจกด้านข้างจากพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ เมื่อนำต่างที่กำลังเคลื่อนเป็นกรอบที่ใช้อ้างอิง วัตถุเช่น ภูเขาซึ่งอยู่ในระยะไกลจากหน้าต่างจะปรากฏว่าเคลื่อนที่ในกรอบอ้างอิงช้า ตรงกันข้ามวัตถุที่อยู่ใกล้หน้าต่าง เช่น ต้นไม้ที่อยู่ริมถนนจะเคลื่อนที่ไวกว่าในลักษณะเช่นเดียวกับภูมิประเทศที่อยู่ในระดับสูงซึ่งอยู่ใกล้เครื่องบินมากจะเคลื่อนที่โดยสัมพันธ์กับภูมิประเทศที่ต่ำกว่าเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งในการถ่ายภาพจากเครื่องบิน การเคลื่อนไปดังกล่าวนี้ช่วยให้เรามองเห็นภาพสามมิติจากภาพถ่ายคู่ซ้อน และช่วยในการวัดและคำนวณหาความสูงของวัตถุต่าง ๆ ได้

PARALLAX มี 2 ประเภทคือ X PARALLAX และ Y PARALLAX ขึ้นอยู่กับทิศทางที่จะเกิด PARALLAX ในระหว่างการมองภาพสามมิติของภาพถ่ายคู่ สำหรับ X PARALLAX หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ABSOLUTE STEREOSCOPIC PARALLAX นั้นคือการที่วัตถุเคลื่อนไปตามแนว X ของภาพถ่ายคู่ และโดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึง PARALLAX เฉย ๆ ก็หมายถึง X PARALLAX นั้นเอง

จากรูปที่ 18.11 แสดงให้เห็นถึงวัตถุ A จะปรากฏที่  $a'$  บนภาพถ่ายซ้ายมือ และ  $a''$  บนภาพถ่ายขวามือ



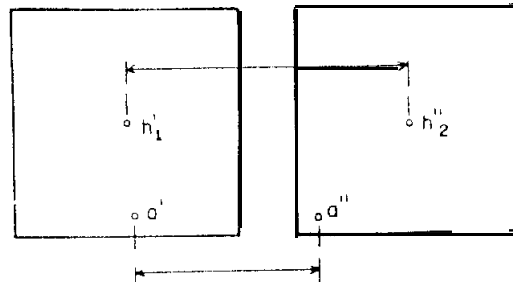
รูปที่ 18.11



รูปที่ 18.12

จากรูปที่ 18.12 ถ้านำภาพถ่าย 2 ภาพมาซ้อนทับกัน จุด PRINCIPAL POINT  $h_1'$  และ  $h_2''$  จะทับกัน (ดังที่กล่าวแล้วในภาพถ่ายตั้งจริง ๆ จุด NADIR จะทับกับจุด PRINCIPAL POINT) สำหรับระยะ  $a'a''$  ก็คือ ABSOLUTE STEREOSCOPIC PARALLAX ของจุด A นั้นเอง หรือ  $P_a = a'a''$  ( $P_a$  คือจุดในภูมิประเทศจริงและ  $P_a$  คือจุดในภาพถ่าย)

จากรูปที่ 18.13 เมื่อมองผ่านกล้อง STEREOSCOPE ซึ่งภาพถ่ายทั้งสองจะวางห่างออกจากกัน ในกรณีที่  $P_a = h_1'h_2'' - a'a''$



รูปที่ 18.13

สรุปค่า PARALLAX ก็คือ การวัดบนส่วนที่ OVERLAP กัน คือพิกัด X ของจุดนั้น ที่วัดได้บนภาพถ่ายมือลบด้วยพิกัด X ของจุดนั้นที่วัดได้บนรูปขวามือนั้นเอง

X PARALLAX โดยทั่วไปจะใช้ในการหาค่าความสูงของวัตถุต่าง ๆ ตามสูตร PARALLAX ต่อไปนี้

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{P_a + \Delta p} \cdot H$$

เมื่อ

$\Delta h$  = ความสูงของวัตถุ

$H$  = ระยะสูงบินจากระดับอ้างอิง

$P_a$  = ABSOLUTE PARALLAX ของฐานวัตถุ

$\Delta p$  = DIFFERENTIAL PARALLAX

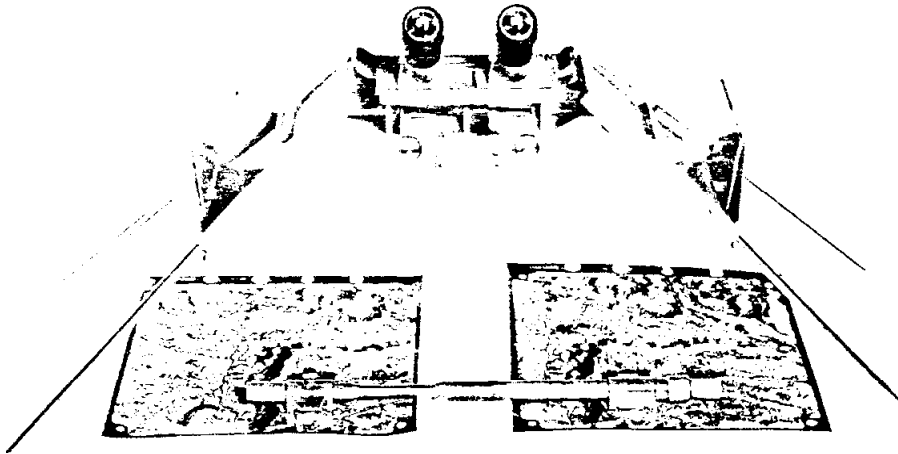
หมายเหตุ การหาค่า  $P_a$  หาได้โดยใช้ไม้บรรทัดวัดระยะระหว่างฐานของวัตถุในภาพถ่ายและฐานของวัตถุในภาพถ่ายขวามือ และวัดระยะระหว่างจุด PRINCIPAL POINT ของภาพทั้งสอง ความแตกต่างระหว่างค่าทั้งสองก็คือ ABSOLUTE PARALLAX,  $P_a$  ของวัตถุ "a" ในภาพถ่าย

ส่วนค่า  $\Delta p$  หาได้โดยการใช้ PARALLAX BAR วัดหาค่าเฉลี่ยที่ยอดและฐานของ  
วัตถุ ความแตกต่างของค่าทั้งสองก็คือ  $\Delta p$

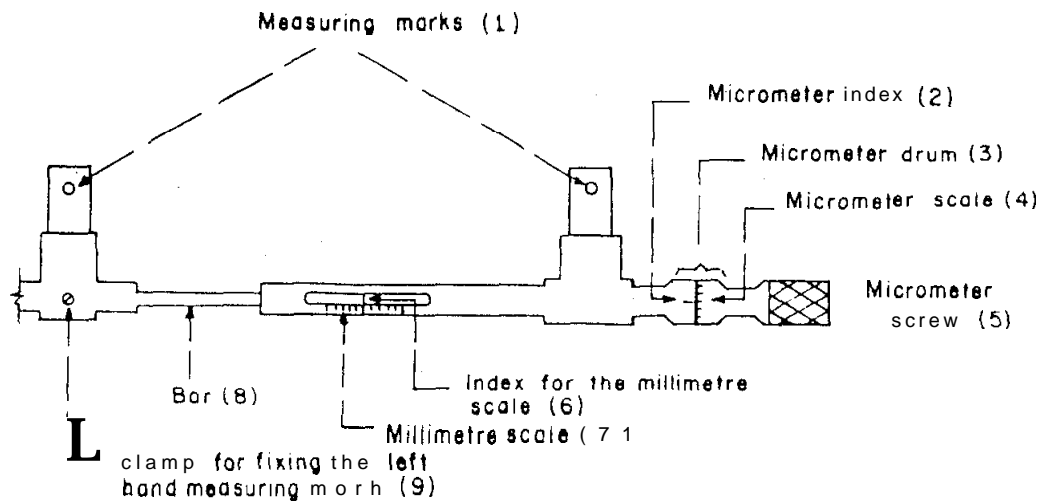
#### การวัด PARALLAX บนภาพถ่าย

เราสามารถใช้อุปกรณ์ได้หลายชนิดเพื่อหาค่าความต่าง PARALLAX บนภาพถ่ายคู่  
แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการหาค่า PARALLAX โดยใช้ PARALLAX BAR ร่วมกับ MIRROR  
STEREOSCOPE ซึ่งจะให้ความละเอียดได้ดีพอสมควร

ส่วนประกอบของ PARALLAX BAR มีแท่นฐาน GLASS PLATE หรือ TRAN-  
SPARENCY ที่มีจุดลอย (FLOATING MARKS หรือ MEASURING MARKS) อยู่ตรงกลาง  
2 อัน ทางด้านซ้ายตรงอยู่กับที่ ส่วนทางด้านขวาเลื่อนไปมาได้ที่ MICROMETER การอ่าน  
ค่าที่ MICROMETER อ่านได้เป็นมิลลิเมตรในตัว BAR และได้ถึง  $\frac{1}{100}$  มิลลิเมตร ในตัว



รูปที่ 18.14 การใช้กล้อง STEREOSCOPE ร่วมกับ PARALLAX BAR



รูปที่ 18.15 PARALLAX BAR

### วิธีใช้

1. จัดภาพให้มองเห็นภาพสามมิติด้วย MIRROR STEREOSCOPE
2. นำ PARALLAX BAR วางลงไปบนภาพให้ BAR ขนาบ FLIGHT LINE และให้ TRANSPARENCY อยู่ส่วนบนของฐานด้วย
3. ให้จุดใน TRANSPARENCY ทางด้านซ้ายทับบนภาพของวัตถุในภาพซ้ายและเลื่อนจุดใน TRANSPARENCY ทางด้านขวาทับบนภาพของวัตถุในภาพขวา
4. เมื่อจัดเรียบร้อยแล้วและมองผ่านกล้อง STEREOSCOPE และปรับจนเห็นจุดบน TRANSPARENCY รวมเป็นจุดเดียวกันภายใต้ภาพสามมิติ ส่วนการหาค่า PARALLAX ที่ส่วนยอดและฐานของวัตถุก็โดยการหมุน MICROMETER ให้จุดลอยอยู่ในระดับเดียวกับยอดของวัตถุและหมุนกลับจุดลอยจะต่ำลงไปจนกระทั่งให้อยู่ในระดับพื้นดินก็จะได้อ่านทั้งสอง
5. เมื่อนำค่า PARALLAX ที่ส่วนฐานและยอดของวัตถุมาหักลบกันก็จะได้ผลลัพธ์เป็น DIFFERENTIAL PARALLAX และนำไปเข้าสู่สูตร PARALLAX FORMULA ก็จะหาค่าความสูงของวัตถุนั้นได้

ตัวอย่าง	จงคำนวณหาความสูงของตึกจากการรังวัดด้วย PARALLAX BAR	
	วัดระยะห่างของ PRINCIPAL POINT ของภาพทั้งสองได้	31.8 ซม.
	วัดระยะห่างของฐานตึกบนภาพทั้งสองได้	26.2 ซม.
	วัดหาค่า PARALLAX ของฐานตึกได้	10.97 มิลลิเมตร
	วัดหาค่า PARALLAX ของยอดตึกได้	11.57 มิลลิเมตร
	เครื่องบินบินถ่ายภาพตึกสูงเฉลี่ย	1,291 เมตร

วิธีทำ

สูตร 
$$\Delta h = \frac{\Delta P}{P_a + \Delta p} \cdot H$$

$$A_p = 11.57 - 10.97 = 0.6 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$P_a = 31.8 - 26.2 = 5.6 \text{ เซนติเมตร หรือ } 56 \text{ มิลลิเมตร}$$

แทนค่า 
$$\Delta h = \frac{0.6}{56 + 0.6} \times 1,291 \times 1,000 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$= 13.68 \text{ เมตร}$$

ความสูงของตึก 
$$= 13.68 \text{ เมตร}$$

## สรุป

การรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ต่าง ๆ ที่พบเสมอในงานการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ คือ NADIR POINT, PRINCIPAL POINT, PRINCIPAL DISTANCE, ISOCENTER และ PERSPECTIVE CENTER นั้นจะช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในภาพถ่ายทางอากาศ ถ้าเป็นภาพถ่ายตั้งแท้จริงจุด NADIR, ISOCENTER และ PRINCIPAL POINT จะทับเป็นจุดเดียวกัน

มาตราส่วนของภาพถ่ายทางอากาศคืออัตราส่วนระหว่างระยะบนภาพถ่ายกับระยะจริงที่ตรงกันในภูมิประเทศ ในขณะที่ทำการบินถ่ายภาพมักเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเสมอจึงมีผลทำให้มาตราส่วนไม่เท่ากันตลอดทั้งภาพ มาตราส่วนของภาพถ่ายจึงเป็นมาตราส่วนประมาณเท่านั้น วิธีหามาตราส่วนมีหลายวิธี เช่น โดยการคำนวณจากอัตราส่วนของระยะโฟกัสและระยะสูงบิน หรืออัตราส่วนของระยะบนภาพถ่ายต่อระยะเดียวกันบนภูมิประเทศ หรือจากการวัดระยะของจุดสองจุดบนภาพถ่าย และเปรียบเทียบกับระยะเดียวกันบนแผนที่โดยอาศัยมาตราส่วนที่ทราบแล้วบนแผนที่เข้าช่วย

สำหรับการหาพื้นที่จริงที่ครอบคลุมในภาพถ่ายแต่ละภาพจะทำได้เมื่อทราบขนาดและมาตราส่วนของภาพถ่าย โดยคำนวณได้จากสูตร

พื้นที่ครอบคลุมภาพถ่าย = (ความกว้างของภาพ × มาตราส่วน)(ความยาวของภาพ × มาตราส่วน)

ในการคำนวณเพื่อวางแผนการบินถ่ายภาพนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงที่สำคัญมี มาตราส่วนของภาพถ่าย ขนาดมาตรฐานของภาพถ่าย ขนาดพื้นที่ที่จะบินถ่ายภาพ ระยะสูงบิน ระยะโฟกัส ส่วนเหลื่อมล้ำหรือซ้อนกันที่เป็น OVERLAP และ SIDELAP จากข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เราสามารถคำนวณหาจำนวนแนวบินที่จะใช้ในการถ่ายภาพ จำนวนภาพที่จะต้องถ่ายในแต่ละแนวบิน และจำนวนภาพในพื้นที่ถ่ายภาพทั้งหมดได้

ในขณะที่ทำการบินถ่ายภาพนั้น มีสาเหตุหลายประการที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งของรายละเอียดในภาพถ่ายทางอากาศ แต่ที่สำคัญคือ ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการเอียงของกล้องถ่ายภาพทางอากาศขณะถ่ายภาพ และความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศ ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงเพราะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในทางตำแหน่งขนาดใหญ่ และมีผลกระทบกระเทือนต่อการรังวัดบนภาพถ่ายเดี่ยวในการหาระยะ ทิศทาง หรือลักษณะของรายละเอียดในภาพถ่ายด้วย



สำหรับ PARALLAX หมายถึงการเคลื่อนตำแหน่งของจุดภาพบนภาพถ่ายคู่ที่ต่อเนื่องกัน เพราะเปลี่ยนตำแหน่งในการถ่ายภาพ ซึ่งเราสามารถวัดหาค่าความต่าง PARALLAX ได้ต่อเนื่องกันไป และสามารถนำค่าของ PARALLAX นี้ไปใช้ประโยชน์ในการหาค่าความสูงต่าง ๆ ของรายละเอียดที่ปรากฏในภาพถ่าย การวัดหาค่าความต่าง PARALLAX วิธีหนึ่งคือการใช้ PARALLAX BAR ประกอบร่วมกับ MIRROR STEREOSCOPE

### คำถามท้ายบท

- จุดศูนย์กลางที่ลำแสงจากวัตถุทุกลำแสงฉายผ่านคืออะไร?
  - 1) NADIR POINT
  - 2) ISOCENTER
  - 3) PERSPECTIVE CENTER
  - 4) PRINCIPAL POINT
- ภาพถ่ายทางอากาศขนาดมาตรฐานภาพหนึ่ง ครอบคลุมพื้นที่จริงประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร ภาพถ่ายนี้มีมาตราส่วนเท่าใด?
  - 1) 1 : 1000
  - 2) 1 : 2000
  - 3) 1 : 15,000
  - 4) 1 : 20,000
- ภาพถ่ายทางอากาศถ่ายด้วยกล้องที่มีความยาวโฟกัส 12 นิ้ว เครื่องบินบินสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 30,000 ฟุต ภูมิภาคที่ถ่ายภาพสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 6,000 ฟุต จงหามาตราส่วนของภาพถ่ายทางอากาศนี้
  - 1) 1 : 25,000
  - 2) 1 : 24,000
  - 3) 1 : 23,000
  - 4) 1 : 22,000
- ในการถ่ายภาพดึงจะมี Till ได้ไม่เกินกี่องศา?
  - 1) 1 องศา
  - 2) 4 องศา
  - 3) 10 องศา
  - 4) 20 องศา
- ภาพถ่ายครอบคลุมบริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ส่วนใดที่มี RELIEF DISPLACEMENT น้อยที่สุด?
  - 1) ตึกอธิการบดี
  - 2) ตึกคณะศึกษาศาสตร์
  - 3) ตึกโรงเรียนสาธิตรามคำแหง
  - 4) สนามกีฬามหาวิทยาลัย

๐๒๒๕