

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ภูมิประเทศจากแผนที่เส้นชั้นความสูง
GEOGRAPHIC ANALYSIS OF CONTOUR MAP USING
MICROCOMPUTER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่.....

เลขทะเบียน..... 31519

ณ, เดือน, ปี 1 พ.ค. 2541

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-304-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**GEOGRAPHIC ANALYSIS OF CONTOUR MAP USING
MICROCOMPUTER**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
MASTER OF COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1998

ISBN 974-622-304-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ภูมิประเทศจากแผนที่
เส้นชั้นความสูง

นักศึกษ

พ.ต.สุรวิทย์ รัตนประทุม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.บุญวัฒน์ อัครชู

ระดับการศึกษา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
และเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.

2541

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เกี่ยวกับการทหารหลายด้าน แต่ในการฝึกการวิเคราะห์ภูมิประเทศ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ยังไม่กว้างขวางเท่าที่ควร เพราะยังใช้แผนที่ในการวิเคราะห์ ถ้าได้นำคอมพิวเตอร์มาประกอบกับแผนที่เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ภูมิประเทศ จะทำให้ประหยัดเวลาและทรัพยากรได้อย่างมาก

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แผนที่เส้นชั้นความสูงในรูปแบบของภาพสองมิติ ซึ่งแสดงค่าความชันด้วยสีและการคำนวณขนาดของพื้นที่ ส่วนในรูปแบบของภาพสามมิติที่ผู้ใช้สามารถกำหนดมุมมองในการมองได้ โดยนำมาใช้วิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้อากาศยานเพื่อสนับสนุนทางยุทธวิธีในการปฏิบัติการของหน่วยทหาร

Thesis Title	Geography Analysis of Contour Map Using Microcomputer
Student	Maj.Surawit Rattanapratoom
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Boonwat Attachoo
Level of Study	Master of Science Program in Computer Science and Information Technology Science King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang
Year	1998

Abstract

Today computer are used in many military areas but their use in training is still not as extensive as it should be,for example, it use of maps for terrain analysis. But if we use computer constructed maps to help in terrain analysis this can greatly save time and resources

This research is one element of computer usage for analysing two-dimensional contour which display elevation, colour and assist in calculation area. The three-dimensional form has the capability to benefit unit operation and user involved in aircraft tactical support planning by specifying terrain interdivisibility.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ สมศักดิ์ และคุณแม่ สุพิชา รัตนประทุม รวมทั้งครุอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้าทุกท่าน

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความเมตตากรุณาของ ผศ.ดร.บุญวัฒน์ อัครชู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้แนวทางและควบคุมวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นาวาอากาศเอกหญิง นาดเฉลิมว ตรีเทีร์ อาจารย์ สมศักดิ์ คำปลิว และอาจารย์ สรกานต์ ศรีทองอ่อน ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งให้แนวความคิด และข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้เมตตาและพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณบุญช่วย ชาติทอง และคุณทรงศิริ หงษ์บิน รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ข้อมูล ข่าวสาร การประสานงานและอำนวยความสะดวก ตลอดเวลาที่ผู้เขียนศึกษาอยู่

ขอขอบพระคุณ คุณ นฤมล รัตนประทุม ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุรวิทย์ รัตนประทุม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
อภิธานศัพท์.....	VIII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
แนวคิดที่ใช้วิจัย.....	1
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. การวิเคราะห์ภูมิประเทศทางทหารจากแผนที่.....	5
ภูมิประเทศในแง่คิดทางทหาร (Military Aspects of the Terrain).....	5
ลักษณะภูมิประเทศที่มีผลกระทบต่อปฏิบัติการ.....	9
วิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ.....	10
ประโยชน์ของการจัดทำแผ่นบริวารเครื่องกีดขวางผสม.....	14
หลักการการวิเคราะห์พื้นที่ในการทำสนามบิน.....	20
ความรับผิดชอบและการประสาน.....	20
สนามบินถาวร.....	21
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้ง.....	23
3. การแปลงภาพแผนที่เป็นภาพกราฟิก 2 มิติและ 3 มิติ.....	25
ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	25
การป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

สองมิติ.....	26
สามมิติ.....	29
รายละเอียดของโปรแกรม.....	35
หลักการกราฟิกระบบสองมิติ.....	36
หลักการกราฟิกระบบสามมิติ.....	37
4. การใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพ 2 มิติและ 3 มิติ.....	38
5. ผลการทดลอง.....	44
วิธีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย.....	44
6. สรุป.....	51
การพัฒนาและการนำไปใช้.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก ก.....	54
ภาคผนวก ข.....	61
ประวัติผู้เขียน.....	79

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1. แสดงความกว้างช่องทางการเคลื่อนที่ของหน่วย.....	15
2. แสดงระดับของหน่วยในการพิจารณา.....	16
3. แสดงระยะห่างของช่องทางการเคลื่อนที่.....	16
4. แสดงความเร็วในการเคลื่อนที่ในภูมิภาค ของยานเกราะ/รถถังบนเส้นทาง.....	18
5. แสดงการเคลื่อนที่ของยานเกราะ/รถถังบนเส้นทาง.....	19
6. แสดงคำอธิบายสัญลักษณ์รูปพื้นผิว (อาการลาด).....	20



สารบัญภาพ

	หน้า
1. ภาพรวมของงานวิจัย.....	3
2. แสดงภาพประกอบ bresenham'line algorithm.....	27
3. แสดงตารางขนาด 85*95 ตาราง.....	30
4. เส้นชั้นความสูงที่วาดเปรียบเทียบกับค่าทางระดับ.....	31
5. ขั้นตอนการ interpolation grid.....	31
6. ฉากในการแสดงภาพซึ่งเป็นมุม 45 องศา.....	32
7. แสดงโปรแกรมสร้างพื้นผิว.....	34
8. ประเภทของการ projection ของระบบสามมิติ.....	38
9. ภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การปฏิบัติการทางทหาร.....	39
10. แสดงระดับความชันด้วยสี.....	40
11. แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การจอดอากาศยาน.....	40
12. แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การตั้งฐานปฏิบัติการ.....	41
13. แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การตรวจการณ์และการยิง.....	41
14. แสดงภาพเส้นชั้นความสูงเริ่มต้น.....	45
15. แสดงภาพสองมิติ.....	45
16. แสดงภาพสามมิติ.....	45
17. แสดงภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่สอง.....	46
18. แสดงภาพสองมิติ.....	46
19. แสดงภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่สาม.....	47
20. แสดงภาพสองมิติ.....	47
21. แสดงภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่สี่.....	48
22. แสดงภาพสามมิติ.....	48
23. แสดงภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่ห้า.....	49
24. แสดงภาพสามมิติ.....	49

อภิธานศัพท์

เขตส่งลง (Landing Zone) เขตเฉพาะอันหนึ่งในบริเวณที่หมาย หรือใกล้เคียงกับที่หมายซึ่งใช้สำหรับให้อากาศยานทำการลง การปฏิบัติการยุทธเคลื่อนที่ทางอากาศ ในเขตส่งจะมีทางวิ่งหรือพื้นที่ส่งลง โดยปกติเขตส่งลงนี้จะต้องกว้างพอที่หน่วยปฏิบัติการยุทธเคลื่อนที่ทางอากาศสามารถจะทำการลงได้ทั้งหมด

ทางวิ่ง (Landing Strip) พื้นที่อันหนึ่งที่กำหนดขึ้นล่วงหน้าภายในเขตส่งลง เพื่อเครื่องบินทำการลง โดยปกติเป็นพื้นที่ซึ่งลงชั่วคราว ไม่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทางพื้นดินของหน่วย และจะไม่มีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

พื้นที่ส่งลง (Landing Site) พื้นที่อันหนึ่งที่กำหนดขึ้นล่วงหน้าภายในเขตส่งลง ใช้สำหรับเฮลิคอปเตอร์เป็นหลักในการลงรับหรือส่งเจ้าหน้าที่ เป็นพื้นที่ซึ่งเฮลิคอปเตอร์หนึ่งเครื่อง หรือมากกว่าลงได้อย่างปลอดภัย

จุดส่งลง (Landing Point) จุดเฉพาะภายในพื้นที่ส่งลงที่เฮลิคอปเตอร์จะวางตัวในพื้นที่ส่งลงอันหนึ่งอาจจะประกอบด้วยจุดส่งลงหลายจุด

พื้นที่ส่งลงหลัก (Primary Landing Area) พื้นที่ส่งลงนั้น เป็นจุดรวมของหน่วยปฏิบัติการหน่วยหนึ่ง เช่น ที่บังคับการ รวมทั้งตอนยุทธการและส่วนอำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุงจะกำหนดให้อยู่ภายในพื้นที่ส่งลงหลัก

พื้นที่ส่งลงเพิ่มเติม (Satellite Landing Area) ใช้เป็นเสมือนพื้นที่รองของพื้นที่ส่งหลัก พื้นที่ส่วนหนึ่งหรือหลายพื้นที่ อาจจะถูกใช้เมื่อมีการจราจรคับคั่งมากเกินไปในพื้นที่ส่งลงหลัก เพื่อใช้ในการกระจายกำลัง เพื่อความสะดวกในการบังคับบัญชา การควบคุมและการสนับสนุนภายในพื้นที่กองพล พื้นที่ส่งลงเพิ่มเติมสำหรับเครื่องบินและเฮลิคอปเตอร์ จะตั้งอยู่ห่างจากพื้นที่ส่งลงหลักของเครื่องบินและเฮลิคอปเตอร์ ในระยะ 6 กิโลเมตร หรือยานพาหนะแล่นไม่เกิน 15 นาที

พื้นที่ส่งลงสำรอง (Alternated Landing Area) อาจจะใช้ทดแทนพื้นที่ส่งลงหลัก เมื่อไม่สามารถจะใช้พื้นที่ส่งลงหลักได้จะด้วยเหตุผลใด ก็ตามพื้นที่สำรองอย่างน้อยที่สุดควรจะต้องเลือกขึ้นแห่งหนึ่ง เพื่อความอ่อนตัวพื้นที่ส่งลงหลักหนึ่งพื้นที่ อาจจะต้องการพื้นที่ส่งลงสำรองหลายพื้นที่ เพื่อให้มีการสนับสนุนได้อย่างต่อเนื่อง พื้นที่ส่งลงสำรองควรจะมีการลาดตระเวนทันที เมื่อมีการใช้จะต้องมีแผนการจัดระเบียบกับการเข้ายึดครองพื้นที่ส่งลงสำรอง โดยทั่วไปมักจะไม่กระทำวันแต่จะจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อภิธานศัพท์ (ต่อ)

พื้นที่จอดอากาศยาน (Aircraft Parking Area) ที่สำหรับจอดเครื่องบิน หรือเฮลิคอปเตอร์ พื้นที่อันนี้ควรจะเป็นพื้นที่ที่สามารถจะให้อากาศยานสำหรับส่งกำลังบำรุงจอด และให้ความปกปิด ซ่อนเร้น พื้นที่จอดอากาศยานจะไม่ใช้เป็นที่ซ่อมบำรุง

ยึดครอง(seizure) การใช้กำลังเข้าไปยึดครองพื้นที่แห่งนั้น

ควบคุม(control) อาจจะใช้กำลังเข้าไปยึดครอง หรืออาจไม่มีกำลังเข้าไปก็ได้

การตรวจการณ์ อิทธิพลของลักษณะภูมิประเทศมีความสัมพันธ์ต่อการลาดตระเวนและการค้นหาเป้าหมาย ซึ่งอาศัยเส้นสายตา(line of sight) หรือการเข้าควบคุมภูมิประเทศอันใดอันหนึ่ง อันที่จะให้หน่วยกำลัง มีความสามารถในการปฏิบัติการเฝ้าตรวจตลอดทั่วพื้นที่ที่กำหนดให้ จะด้วยตัวทหารเอง หรือเครื่องมือก็ตาม

ภูมิประเทศสำคัญ ลักษณะภูมิประเทศ หรือพื้นที่ที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดยึดครอง หรือควบคุมไว้ได้ จะได้เปรียบอีกฝ่ายหนึ่งอย่างเห็นเด่นชัด

แนวทางการเคลื่อนที่ เส้นทางที่หน่วยทหารขนาดใดขนาดหนึ่ง โดยเฉพาะสามารถเคลื่อนที่ไปยังภูมิประเทศสำคัญ หรือที่หมาย

สนามบิน (Air Field) สนามบินจะสร้างขึ้นเพื่อความมุ่งหมายประการแรกสำหรับให้เครื่องบินขึ้นลงและเฮลิคอปเตอร์จะใช้ขึ้นลงได้ด้วย

สนามเฮลิคอปเตอร์ (Heliport) สนามเฮลิคอปเตอร์จะจัดสร้างขึ้นสำหรับให้เฮลิคอปเตอร์ใช้ทำการขึ้นลงเท่านั้น ปกติเครื่องบินไม่สามารถจะใช้ร่วมได้ การแบ่งประเภทขึ้นลง พื้นที่ขึ้นลง หรือ สนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์จะแบ่งประเภทออกได้ตามระดับการปรับปรุง ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นผิวสภาพและอันตรายในการบิน เช่นสนามบินชั่วคราว สนามบินเร่งด่วน และสนามบินถาวร

สนามบินชั่วคราว สนามบิน หรือพื้นที่ขึ้นลงชั่วคราว คือสนามที่ไม่มีปรับปรุงพื้นผิว ปกติจะใช้ได้เฉพาะในเวลาที่มีสภาพอากาศดี หรือในฤดูแล้งเท่านั้น

สนามบินเร่งด่วน สนามบินเร่งด่วนเป็นสนามบินที่มีการปรับปรุงพื้นผิวและสิ่งกีดขวางที่ปรากฏชัด ใ้ร้อตอนออกหมดแล้ว ปกติสนามบินเร่งด่วนไม่สามารถใช้ได้ถ้าอากาศเลวเป็นระยะเวลานาน

สนามบินถาวร เป็นสนามบินที่ได้รับการปรับปรุงอย่างดีสามารถใช้ได้ทุกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของงานวิจัย

การวิเคราะห์พื้นที่ทางทหารนั้นมีส่วนสำคัญและเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนทางทหาร ถ้าข้อมูลที่เราหาได้มีความละเอียดและชัดเจนจะมีส่วนอย่างมากในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นการที่จะทำให้แหล่งข้อมูล คือแผนที่ทางทหาร แสดงออกมาได้ทันทีในมุมมองต่างๆ ย่อมย่นระยะเวลาในการวิเคราะห์ได้มาก การวิเคราะห์พื้นที่ในรูปแบบสามมิติ มีประโยชน์ทางการทหาร นำไปใช้ทำการฝึก เพื่อให้การฝึกมีประสิทธิภาพอย่างชัดเจน

แนวความคิดที่ใช้วิจัย

การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการทหารเริ่มมีการแพร่หลายมากขึ้นดังได้มีการแจกจ่ายคอมพิวเตอร์ไปตามหน่วยต่างๆในกองทัพบก ซึ่งแต่ละหน่วยจะได้รับตามลำดับความสำคัญและหน้าที่หลักในการปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์จะนำมาเก็บข้อมูลด้านกำลังพล หรือด้านการส่งกำลัง ซึ่งเป็นการเก็บในลักษณะคลังสินค้า โดยมีการตัดจ่ายยอดของชิ้นส่วนซ่อม แต่ในส่วนของฝ่ายยุทธการและการข่าว ซึ่งเป็นส่วนหลักสำคัญ อีกส่วนหนึ่งในโครงสร้างของหน่วยทหาร ซึ่งมีหน้าที่ในการออกคำสั่งฝึก กำหนดบริเวณที่ทำการฝึก โดยใช้แผนที่เป็นส่วนหลักในการปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์ยังไม่ได้เข้ามามีบทบาททางด้านนี้เท่าที่ควร ก่อนที่ฝ่ายยุทธการจะออกทำการฝึก จะนำแผนที่ระวางของพื้นที่ฝึก มาทำการวิเคราะห์เส้นทางกำหนดจุดเดินทางและพื้นที่แวดล้อมของพื้นที่ฝึก เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางกำลังแต่ละส่วน รวมถึงการจัดวางตำแหน่งที่ตั้งของอาวุธปืนซึ่งสามารถจะคำนวณแนวระยะยิงที่จะปรากฏจริงเมื่อนำไปติดตั้ง ณ ตำแหน่งนั้นและจะมีส่วนช่วยอย่างมากในการวิเคราะห์พื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่อันตรายซึ่งไม่สามารถจะเข้าไป

สำรวจก่อนการวางกำลังได้ การนำแผนที่มาใช้ในบทบาททางทหารสามารถนำมาใช้ได้หลายแง่มุม ไม่จำเป็นต้องสามารถแสดงในทุกๆอย่างที่แผนที่จริงทำได้จากการอ่านด้วยผู้ใช้ เพียงแต่สามารถนำเสนอผลได้ในแง่มุมที่แตกต่างออกไป

ขอบเขตของงานวิจัย

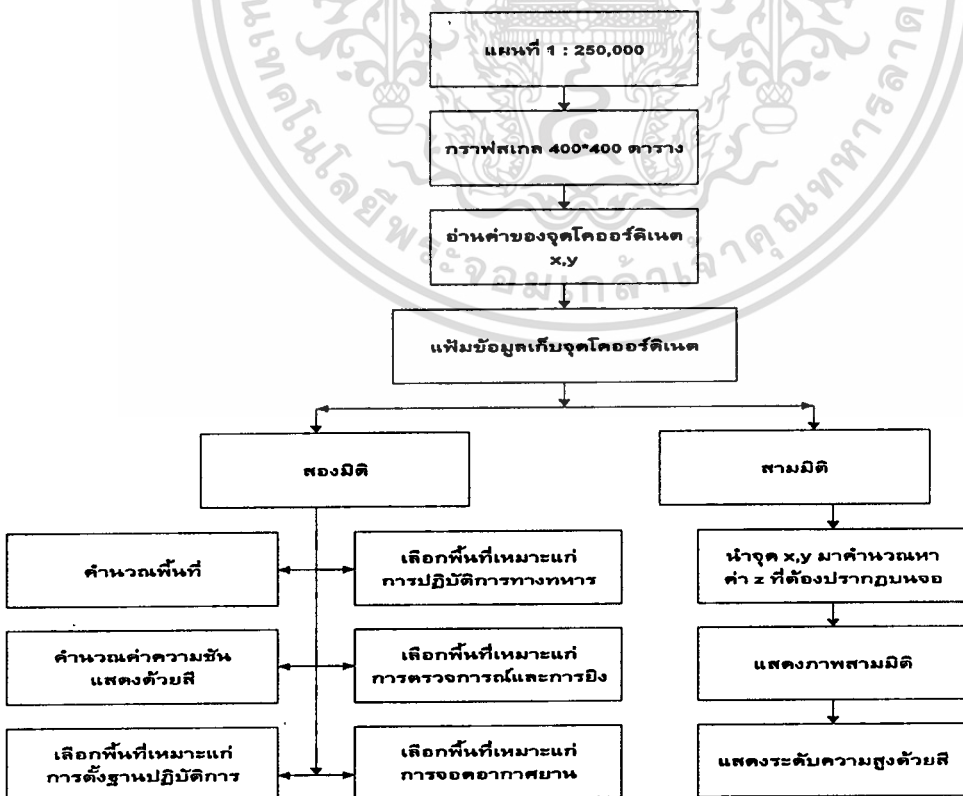
การวิจัยใช้แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ทำการป้อนข้อมูลของจุดโคออร์ดิเนต เก็บในรูปแบบของเพิ่มข้อมูลขึ้นจอคอมพิวเตอร์ โดยผ่านการอ่านตำแหน่งของจุดจากกระดาษกราฟซึ่งมีสเกลขนาด 400*400 จุด ทาบลงบนแผนที่ดังกล่าวลงไป โดยจำนวนจุดจะตรงกันกับจุดที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาใช้วิเคราะห์โดยภาษาปาสคาล 7.0 ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU 80386 DX-33 RAM 8 MB VGA 1 MB จากการป้อนข้อมูลด้วยมืออาจใช้เวลาในการป้อนข้อมูลมากแต่เนื่องจากวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถนำมาผลิตใช้เองภายในหน่วยที่ออกสนาม ซึ่งมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำกัด และระวางของแผนที่ที่จำเป็นต้องใช้มีไม่มากระวาง เนื่องจากการออกฝึกในแต่ละปีจะทำในพื้นที่ที่คิดว่าล่อแหลมต่อการโจมตีของข้าศึก ซึ่งเป็นพื้นที่เดิมจะวนอยู่ไม่กี่แห่ง

รูปลักษณะของภูมิประเทศหรือแม้แต่ค่าความชันที่ได้สามารถแสดงได้พอเพียงกับความต้องการในการวิเคราะห์และวางกำลังซึ่งไม่ถึงกับต้องการความละเอียดในการแสดงผลมากนัก การวิจัยในเรื่องของแผนที่ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในกรมแผนที่มากมายซึ่งในจำนวนนั้นใช้ในการผลิตแผนที่ในลักษณะต่างๆ เป็นโปรแกรมที่มีราคาสูงใช้กรรมวิธีในการทำที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมาก ในโปรแกรมการทำภาพสามมิติของงานก่อสร้าง หรืองานสร้างภาพสามมิติของการจำลองวัตถุก็สามารถทำงานได้อย่างดีแต่ในส่วนของการวิจัยนี้เป็นการสร้างโปรแกรมในหลักการพื้นฐานของทฤษฎีในการออกแบบภาพสามมิติและนำเข้ามาประกอบในหลักการในการวิเคราะห์ภูมิประเทศทางทหารการค้นคว้าวิจัยและการพยายามนำมาใช้จะเป็นตัวจุดประกายหรือทำให้เกิดแนวความคิดในการนำเอาหลักการทางคอมพิวเตอร์มาผสมผสานเข้ากับหลักการทางทหารในแง่มุมอื่นได้ เพื่อจุดประกายความคิดในการพัฒนา หรือนำคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในทางทหารโดยการทดลองปฏิบัติ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาที่หลากหลายต่อไป การนำมาใช้ในส่วนการฝึก เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จะต้องมีการเตรียมการในส่วนนี้ค่อนข้างมาก แต่เราสามารถเลือกทำเฉพาะภูมิประเทศที่น่าสนใจ มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ เช่นบริเวณชายแดนทั่วทั้งประเทศ แนวติดต่อกับต่างประเทศ หรือภูมิประเทศสำคัญ สันเนินทางทหาร แยกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลของเส้นชั้นความสูง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการประมาณการในส่วนของภูมิประเทศ และทำให้เห็นชัดเจน รวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะบริเวณที่ทำการฝึกหรือภูมิประเทศชายแดนในส่วนของ เส้นชั้นความสูงมักไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักติดกับต้นไม้หรือเส้นทางส่วนการเริ่มต้นคว้าวิจัย ด้านการแสดงผลในลักษณะสองมิติ และสามมิติได้ทำการค้นคว้าในส่วนของการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งมี อยู่อย่างมากมายผสมผสานเข้ากับหลักการและแนวความคิดทางทหารเป็นการนำเอาหลักการทาง ด้านการวิเคราะห์ภูมิประเทศซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการปฏิบัติในปัจจุบัน การนำไปใช้หรือพัฒนา ในขั้นตอนต่อไปขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ ความคิดอีกประการหนึ่งโปรแกรมทางด้าน การทหารสามารถพัฒนาได้ในอีกหลายด้านซึ่งคล้ายลักษณะของเกมสหรือโปรแกรมจำลอง ยุทธที่มีอยู่อย่างมากมายและทำได้ดี ในส่วนนี้น่าจะเป็นตัวอย่างหรือต้นแบบที่ดีสำหรับการเปรียบ เทียบเพื่อพัฒนา ถ้าสามารถนำสิ่งนี้มาใช้จะเป็นประโยชน์อย่างสูง

ภาพที่ 1

ภาพรวมของงานวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ได้โดยเฉพาะใช้ประกอบการฝึก ถึงแม้ว่าเดิมจะใช้แผนที่ใช้ในการปฏิบัติ แต่การแสดงผลภาพในมุมมองที่เพิ่มขึ้นนี้จะยังทำให้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เพิ่มความชัดเจนในการวิเคราะห์และมองเห็นภาพของภูมิประเทศได้ในอีกแง่มุมหนึ่งซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมาก การพัฒนาย่อมเกิดจากการวิจัยค้นคว้าในหลายๆแง่มุม ในทางทหารนั้นมีการวิจัยน้อยมาก เพราะต้องใช้ทรัพยากรและเงินทุนในการวิจัยสูงประกอบทั้งบุคคลากรในด้านนี้มีน้อย การฝึกในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีตั้งแต่สมัยสงครามเวียดนาม การพัฒนาด้านการฝึกและศึกษามีส่วนสำคัญยิ่งในการทำให้ประเทศทันสมัย หลักการทางทหารที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มีอยู่มากมายซึ่งถ้าสามารถนำมาผสมผสานจะทำให้กองทัพมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทำกองทัพให้เล็กลงแต่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับสถานะของประเทศที่กำลังพัฒนาทำให้สามารถลดจุดที่ต้องสูญเสียหรือใช้ประโยชน์ไม่มากเท่าที่ควรออกไปเป็นการประหยัดงบประมาณของชาติ การวิจัยในส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นถ้านำอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลหรือจะทำการเขียนโปรแกรมลงในโปรแกรมภาษาที่ทำงานบนวินโดวส์ จะสามารถทำให้ใช้ทรัพยากรได้สูงสุดและเป็นตัวอย่างในการดำเนินการพัฒนาในแง่มุมต่างๆต่อไป

บทที่ 2

การวิเคราะห์ภูมิประเทศทางทหารจากแผนที่

ภูมิประเทศในแง่คิดทางทหาร(Military Aspects of the Terrain)

ทราบใดที่สงครามยังทำกันบนแผ่นดิน ภูมิประเทศจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อยุทธวิธีที่ใช้ ภูมิประเทศในแง่คิดทางทหารมี 5 ประการ คือ 1. การตรวจการณ์และพื้นที่การยิง 2. การกำบังและการซ่อนพราง 3. เครื่องกีดขวาง 4. ภูมิประเทศสำคัญ 5. แนวทางการเคลื่อนที่

1. การตรวจการณ์และการยิง (Observation and Field of Fire)

การตรวจการณ์ที่ดีแล้ว โดยทั่วไปจะใช้ลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงมากที่สุดในพื้นที่นั้น ส่วนลักษณะของภูมิประเทศที่เป็นข้อจำกัดการตรวจการณ์ได้แก่ เนินหน้าผา พืชพันธุ์และสิ่งปลูกสร้าง แม้ว่าผลของทัศนวิสัยและการตรวจการณ์ จะแสดงออกด้วยความสามารถในการมองเห็น หรือความล่อแหลมต่อการถูกตรวจพบ ให้พิจารณาแยกออกจากกัน ทั้งนี้เนื่องจากทัศนวิสัยเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิประเทศซึ่งเป็นสิ่งถาวรไม่เปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น เนินสูงๆอาจอำนวยให้ตรวจการณ์ได้อย่างดีเลิศ ขณะเดียวกันทัศนวิสัยอาจจำกัด เนื่องจากเกิดหมอกรอบๆเนินลูกนั้นในห้วงเวลาที่กำลังพิจารณาการยิง รวมถึงการเข้าควบคุมภูมิประเทศ เพื่อที่จะให้มีประสิทธิภาพในการใช้อาวุธยิงเล็งตรง และยิงเล็งจำลอง เช่น ปืนใหญ่กระสุนวิถีโค้งและเครื่องยิงลูกระเบิดย่อมได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิประเทศภายในพื้นที่เป้าหมายและจากพื้นที่ยิงอาวุธยิงเล็งตรง ส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิประเทศระหว่างที่ตั้งอาวุธและเป้าหมาย

การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ จะต้องพิจารณาถึงลักษณะภูมิประเทศ ทั้งในพื้นที่ปฏิบัติการ และพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งจะบังเกิดผลในทางเกื้อกูลแก่กำลังฝ่ายเรา หรือฝ่ายข้าศึกเกี่ยวกับการตรวจการณ์ และการยิง

2. การกำบัง และการซ่อนพราง (Cover and Concealment)

การกำบัง เป็นการป้องกันการตรวจการณ์และการยิง ส่วนการซ่อนพรางเป็นการป้องกันจากการตรวจการณ์ การซ่อนพรางมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมาตรการรักษาความปลอดภัยและการลวง ทั้งการกำบังและการซ่อนพรางมีส่วนสำคัญอย่างมากในอันที่จะช่วยป้องกันการยิงของฝ่ายตรงข้าม ผู้บังคับบัญชาจะต้องพิจารณาถึงลักษณะภูมิประเทศที่อำนวยความสะดวกการซ่อนพรางสำหรับ คน เครื่องมือและยุทโธปกรณ์โดยต้องพิจารณาถึงการซ่อนพรางโดยใช้เครื่องพรางช่วยด้วย นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาภูมิประเทศที่อำนวยความสะดวกการกำบัง ภูมิประเทศที่มีการกำบังดีมักจะมีพื้นที่ที่ไม่ดี ในทางกลับกันภูมิประเทศที่มีพื้นที่ที่ดี การกำบังมักจะไม่ดี ความมืด ฤกษ์วัน และลักษณะภูมิประเทศบางอย่าง เช่น ป่า หลังพุ่มไม้ ต้นหญ้าที่ขึ้นสูง พืชพันธุ์ หรือลักษณะภูมิประเทศอื่นๆ ทำให้ตรวจการณ์ไม่เห็น จะก่อให้เกิดการซ่อนพรางจากการตรวจการณ์ทางอากาศ หรือเครื่องมือเฝ้าตรวจด้วยแสงอินฟราเรด หรือเครื่องมือเฝ้าตรวจทางอิเล็กทรอนิกส์

การกำบังอาจเกิดจากต้นไม้ ไซดหิน กู บ่อน้ำ ฝั่งแม่น้ำ หลุมบุงกล หุบเขา พื้นที่ที่ให้การกำบัง จากอาวุธยิงเล็งตรง อาจอำนวยความสะดวกป้องกันการยิงจากอาวุธยิงเล็งจำลองได้ด้วย หรืออาจไม่อำนวยความสะดวกให้ก็ได้ อย่างไรก็ตามลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดการกำบังย่อมให้การซ่อนพรางด้วย ความชำนาญในการใช้การกำบังและการซ่อนพรางจะช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการจู่โจม และช่วยลดความสูญเสีย

การซ่อนพรางจะช่วยลดขีดความสามารถของข้าศึกในการค้นหาที่หมาย อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่เป็นป่าไม้หรือบริเวณสิ่งก่อสร้างถาวร หุบเขาลึกหรือลำธารอาจทำให้เกิดการสูญเสียกำลังพลเพิ่มมากขึ้น การที่หน่วยทหารมิได้มีการป้องกันจากการยิงด้วยอาวุธนิวเคลียร์อย่างเพียงพอ ในบางพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่มีการทำเหมืองแร่ พื้นที่บริเวณถ้ำและป้อมสนามเบบอุโมงค์ อาจเกื้อกูลต่อการกำบังและการซ่อนพรางเป็นอย่างดีจากผลของนิวเคลียร์ รวมทั้งยังเกื้อกูลต่อแผนทางยุทธวิธีอีกด้วย

3. เครื่องกีดขวาง (Obstacle)

เครื่องกีดขวาง ได้แก่ลักษณะภูมิประเทศใดๆที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือที่สร้างขึ้นเพื่อหยุด หรือขัดขวางการเคลื่อนย้ายทางทหาร หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ การที่เครื่องกีดขวางมีอิทธิพลโดยตรงต่อความคล่องแคล่วในการเคลื่อนที่ จึงนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ซึ่งจะต้องกำหนดให้ได้ว่า ตรงไหน พื้นที่ใด ที่กำลังของฝ่ายเราและฝ่ายตรงข้ามสามารถ หรือไม่สามรถเคลื่อนที่ได้ ทั้งนี้สภาพภูมิประเทศมีผลต่อการเคลื่อนที่อย่างไร โดยข้อพิจารณาประการสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือสภาพของลมฟ้าอากาศมีผลต่อขีดความสามารถ

ในการจราจรด้วย ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภูมิประเทศสำคัญ (Key Terrain)

ปัจจัยสำคัญยิ่งในการพิจารณาตัดสินว่าลักษณะภูมิประเทศที่กล่าวนั้นเป็นภูมิประเทศสำคัญหรือไม่ก็คือ “ได้เปรียบอย่างเด่นชัด” ในสภาพการณ์อันหนึ่ง ภูมิประเทศสำคัญแห่งหนึ่งอาจก่อให้เกิดความได้เปรียบอย่างเด่นชัด แต่มีความได้เปรียบเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีความได้เปรียบเลย ในสถานการณ์อื่นๆ ลักษณะภูมิประเทศใดที่ทำให้ฝ่ายเราสามารถใช้อำนาจกำลังรบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น หรือลดประสิทธิภาพของฝ่ายตรงข้ามลง อาจเป็นภูมิประเทศสำคัญก็ได้ ลักษณะภูมิประเทศที่อำนวยความสะดวก หรือเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ หรือดำเนินกลยุทธ์ มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องนำมาวิเคราะห์ ภูมิประเทศสำคัญที่มีผลอย่างสูงต่อความสำเร็จตามภารกิจของหน่วยอาจถูกกำหนดเป็นภูมิประเทศสำคัญยิ่ง ความสำเร็จตามภารกิจของหน่วยโดยปกติหมายถึง การเข้ายึดครอง หรือควบคุมภูมิประเทศสำคัญยิ่งไว้ให้ได้ การเลือกภูมิประเทศสำคัญจะเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับหน่วย ชนิดของหน่วย ภารกิจของหน่วยที่พิจารณาการวางกำลังของฝ่ายตรงข้าม และสถานการณ์

ลักษณะภูมิประเทศสำคัญ ซึ่งหน่วยทางยุทธวิธีมักจะเลือกเป็นภูมิประเทศสำคัญเสมอๆ ได้แก่ ที่สูงซึ่งเกื้อกูลต่อการตรวจการณ์และการยิง ได้ทั่วทั้งพื้นที่สำคัญที่ได้รับมอบ สะพานข้ามแม่น้ำที่ลุยข้ามไม่ได้ ที่หมายที่ได้รับมอบ หรือคาดว่าจะต้องเข้ายึดรักษา และที่สูงข่มภายในเขตตั้งรับ เครื่องกีดขวางมักไม่มีใครจะเลือกเป็นภูมิประเทศสำคัญ ถึงแม้ว่าลักษณะภูมิประเทศแห่งหนึ่งอาจพิจารณาว่าเป็นภูมิประเทศสำคัญของหน่วยระดับหนึ่งและเป็นเครื่องกีดขวางของหน่วยในระดับอื่น เช่น เมืองเป็นภูมิประเทศสำคัญสำหรับหน่วยระดับกองทัพสนาม แต่เป็นเครื่องกีดขวางของหน่วยระดับกองพัน เมืองไม่ได้เป็นภูมิประเทศสำคัญ และเครื่องกีดขวางสำหรับผู้บังคับบัญชาคนเดียวกัน หน่วยทางยุทธวิธีเมื่อพิจารณาภูมิประเทศตามปกติแล้วถือว่า แม่น้ำที่ลุยข้ามไม่ได้เป็นเครื่องกีดขวาง เนื่องจากเป็นการหยุดหรือขัดขวางการเคลื่อนที่ทางทหาร และถือว่าสิ่งที่สูงที่อยู่ใกล้เคียงเป็นภูมิประเทศสำคัญ เมื่อยึดหรือควบคุมไว้ได้ จะใช้คุณค่าอันเป็นเครื่องกีดขวางของแม่น้ำก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ สถานการณ์ดังกล่าวนี้จะก่อให้เกิดความได้เปรียบทางยุทธวิธี

5. แนวทางการเคลื่อนที่และช่องทางเคลื่อนที่ (Avenue of Approach and Mobility Corridors)

ในการพิจารณาแนวทางเคลื่อนที่ที่มีปัจจัยที่พิจารณาดังนี้คือ เชื่อมต่อกับภูมิประเทศ

และแนวทางเคลื่อนที่อื่นๆ ช่องทางบังคับหรือไม่ การตรวจการณ์ และการยิง มีการตรวจการณ์และการยิงที่ถือฤกษ์กำหนดเวลาที่กำลังเคลื่อนที่ตามแนวทางเคลื่อนที่นั้น การกำบังและการซ่อนพราง การอำนวยความสะดวกที่เกิดสถานที่ถือฤกษ์ทั้งการกำบังและการซ่อนพราง ซึ่งข้อพิจารณาประการนี้อาจมีความขัดแย้งกับข้อพิจารณาด้านการตรวจการณ์และการยิงเสมอๆ เครื่องกีดขวาง การหลีกเลี่ยงเครื่องกีดขวางซึ่งตั้งฉากกับแนวทางเคลื่อนที่ การใช้ประโยชน์จากภูมิประเทศสำคัญ การอำนวยความสะดวกและพื้นที่ที่เพียงพอในการดำเนินกลยุทธ์ ข้อพิจารณากำหนดพื้นที่ดำเนินกลยุทธ์ที่ต้องการได้แก่ข้อพิจารณาในการกระจายหน่วยเข้าทำการรบ เครื่องมือขนส่งและพื้นที่ที่ต้องการในการดำเนินกลยุทธ์ เพื่อป้องกันมิให้เป็นเป้าหมายที่คุ้มค่าจากการยิงด้วยอาวุธนิวเคลียร์ สะดวกต่อการเคลื่อนที่และสามารถกำหนดความเร็วการเคลื่อนที่ได้ ข้อพิจารณาประการนี้รวมถึงความยาวเมื่อเปรียบเทียบกับความทอดตรงไปสู่ที่หมาย ความสามารถในการเคลื่อนที่บนพื้นดิน ความลาดชันของเครื่องกีดขวาง ทิศทางของห้องภูมิประเทศ เมื่อพิจารณากับทิศทางการเคลื่อนที่และแง่คิดอื่นๆ เกี่ยวกับภูมิประเทศ ซึ่งจะส่งเสริมหรือจำกัดการควบคุมและการบังคับบัญชา

แนวทางการเคลื่อนที่และช่องทางการเคลื่อนที่ คือพื้นที่ซึ่งอำนวยความสะดวกเคลื่อนที่และดำเนินกลยุทธ์ได้ ช่องทางเคลื่อนที่ทำให้หน่วยทหารสามารถเคลื่อนที่ได้ตามหลักนิยมและอำนวยความสะดวกในเรื่องการรวมกำลัง แรงแหนบเนื่อง ข่มขวัญ และความเร็วในการเคลื่อนที่ แนวทางเคลื่อนที่ควรจะมีควมกว้างเพียงพอที่รวมเอาช่องทางเคลื่อนที่เข้าไว้ด้วย เพื่อที่จะช่วยให้หน่วยทหารสามารถดำเนินกลยุทธ์และเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วตามหนทางปฏิบัติที่กำหนด หน่วยทหารจะต้องสามารถหลีกเลี่ยงเครื่องกีดขวาง หรือลดประสิทธิภาพของมันลงด้วยเวลาที่เหมาะสม โดยปราศจากการสนับสนุนของทหารช่าง การกำบังและการซ่อนพรางมีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อกำลังที่ไม่มีกำลังทางอากาศคุ้มครอง

แนวทางเคลื่อนที่ทางอากาศ ความสะดวกในการวางแผนเครื่องมือตรวจจับต่างๆทางอากาศ การใช้เครื่องบินโจมตี หรือการใช้กำลังทางอากาศที่ดี จะต้องมีการกำบังจากภูมิประเทศ จากเรดาร์ และอาวุธต่อสู้อากาศยานของฝ่ายตรงข้าม แนวทางบินสำหรับการยุทธเคลื่อนที่ทางอากาศควรมีลักษณะเป็นช่วงและง่ายต่อการเคลื่อนที่ พื้นที่ที่เป็นป่าที่บวมและเป็นที่หล่ม เหมาะที่จะเป็นแนวทางบินที่ดี เพราะจะช่วยซ่อนพรางจากการตรวจการณ์ทางพื้นดินของข้าศึก ถ้าทำได้ควรหลีกเลี่ยงการใช้สันเขาในแนวทางบิน ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสที่เรดาร์ของข้าศึกจับได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้แนวช่องเขาเล็กๆ เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่เกิดจากกระแสลมที่พุ่งลงต่ำซึ่งจะทำให้เครื่องบินตกได้

แนวทางเคลื่อนที่และช่องทางการเคลื่อนที่เป็นส่วนสำคัญในการเตรียมสนามรบด้านการข่าว เพราะเป็นพื้นฐานที่จะนำเอาหลักนิยมของฝ่ายตรงข้าม สภาพลมฟ้าอากาศและสภาพภูมิประเทศ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามาผสมผสานกัน นอกจากนั้นแนวทางเคลื่อนที่และช่องทางการเคลื่อนที่ซึ่งช่วยให้สามารถกำหนดพื้นที่ที่น่าจะมีการปฏิบัติของฝ่ายตรงข้ามเกิดขึ้น หรือพื้นที่ที่ฝ่ายเราปฏิบัติการได้

ลักษณะภูมิประเทศที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติการ

1. ป่าขนาดใหญ่ ขัดขวางการใช้กำลังยานเกราะและรถถัง เหมาะในการวางกำลังทหารราบ(เดินเท้า) สร้างความยากลำบากในเรื่องการตรวจการณ์ การลาดตระเวน การประสานระหว่างหน่วยข้างเคียงและการติดต่อสื่อสาร ให้ผลในการซ่อนพรางและการจู่โจมโดยการเข้าโจมตีทางปีกและทางด้านหลัง ลดผลของอาวุธนิวเคลียร์ เคมี ชีวะ
2. ที่โล่งหรือบริเวณที่เป็นลูกคลื่น อำนวนประโยชน์ในการตรวจการณ์และการยิง เหมาะที่จะใช้หน่วยยานเกราะและรถถัง
3. หนองน้ำและที่ลุ่ม พื้นที่ที่เป็นหนองน้ำหรือที่ลุ่ม จำกัดการเคลื่อนที่นอกเส้นทาง บังคับให้ทหารต้องลงรถแล้วเดินเท้า อาจมีหมอกปกคลุมในตอนเช้า การสู้รบตามแนวถนนมีโอกาสดังขึ้นได้มาก การควบคุมเส้นทางนับว่ามีความสำคัญและเอื้ออำนวยต่อการใช้ นิวเคลียร์ เคมี ชีวะ เพื่อขัดขวางการเคลื่อนที่ตามเส้นทาง
4. สิ่งปลูกสร้างและเมือง สิ่งปลูกสร้างและเมืองกีดขวางการเคลื่อนที่ หน่วยเข้าตีจะอ้อมผ่าน หรือแยกพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างให้อยู่โดดเดี่ยว หน่วยเคลื่อนที่เร็ว รวมถึงหน่วยส่งทางอากาศ หรือหน่วยเคลื่อนที่ทางอากาศสามารถใช้ขีดภูมิประเทศดังกล่าวได้ หน่วยทหารราบเหมาะที่จะใช้ในพื้นที่เช่นนี้สำหรับการตั้งรับ พื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างเป็นเครื่องกีดขวางต่อการปฏิบัติที่ดีตอบหน่วยทหารของฝ่ายเรา และการเข้าตีต่อข้าศึก ฉะนั้นหน่วยระดับกองพล ควรพิจารณาการตั้งรับนอกบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง แต่ในบางกรณี อาจใช้กำลังบางส่วนยึดรักษาพื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้าง ในขณะที่กำลังส่วนที่เหลือตีโต้ตอบในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปลูกสร้าง
5. ทะเลทราย เสรีในการเคลื่อนย้ายในทะเลทราย ย่อมเป็นการเพิ่มความลึกของที่หมาย และเพิ่มความกว้างด้านหน้าของหน่วยโดยทั่วไปจะเกื้อกูลต่อการโอบกว้างและการตีตลบของหน่วยเคลื่อนที่เร็ว การขาดการซ่อนพรางของทะเลทรายทำให้หน่วยต้องเพิ่มการกระจายกำลังและมาตรการลวงมากขึ้น ในบริเวณทะเลทรายไม่มีน้ำ การเคลื่อนที่กระทำได้ยาก

6. แหล่งน้ำขนาดใหญ่ แหล่งน้ำขนาดใหญ่กีดขวางแนวทางการเคลื่อนที่และการดำเนินกลยุทธ์ในการปฏิบัติการรบด้วยวิธีรุก อาจจำเป็นต้องมีการยุทธข้ามลำน้ำ ส่วนการปฏิบัติการรบด้วยวิธีรับอาจจำเป็นต้องทำลายสะพานบางแห่ง

7. บริเวณที่เป็นภูเขา ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาจำกัดการใช้กำลัง หน่วยขนาดเล็กอาจขัดขวางรบควนหรือป้องกันการเคลื่อนย้ายหน่วยทหารขนาดใหญ่ของข้าศึกได้ การสนับสนุนซึ่งกันและกันระหว่างหน่วยข้างเคียงจะถูกจำกัด หรือกระทำไม่ได้เลย การเคลื่อนย้ายและการใช้กองหนุนจะทำให้ช้าและยากลำบาก การรบแตกหักมักจะเกิดขึ้นบริเวณดินเขามากกว่าพื้นที่ที่เป็นภูเขา นอกจากนี้บริเวณที่เป็นภูเขา เป็นพื้นที่อับกระสุนของปืนยิงและมีความยากลำบากในการตรวจการณ์หน่วยที่ทำการรบอาจถูกตัดขาดได้ง่าย

8. หุบเขาหรือช่องเขา หุบเขาหรือช่องเขาอำนวยประโยชน์ในการตั้งรับ และทำให้การเข้าตีกระทำได้ยากขึ้น ปกติมักจะกำหนดให้เป็นที่ยุทธสงทางอากาศ หน่วยเคลื่อนที่ผ่านหุบเขาจะต่อแหลมต่อการโจมตีทางอากาศ หุบเขาและช่องเขาเหมาะที่จะกำหนดให้เป็นที่ยุทธ ใน การโปรยทุ่นระเบิด และใช้อาวุธเคมี

9. ปมคมนาคม ในการปฏิบัติการทางศึก จะต้องคำนึงถึงที่รวมพลและปมคมนาคม เพื่อที่จะกำหนดพื้นที่หรือบริเวณที่อาจมีผลกระทบต่อเคลื่อนที่ จะต้องมีการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ที่หน่วยทหารขนาดใหญ่สามารถรวมกำลังได้หรือมีพื้นที่กว้างขวางเพียงพอที่จะทำเป็นที่ตั้งของตำบลส่งกำลังต่างๆ

การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ

โดยปกติแล้วในการรบทุกยุคทุกสมัย จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ กำลังคน อาวุธยุทโธปกรณ์ และภูมิประเทศ จำนวนและคุณค่าของกำลังคน รวมทั้งอำนาจและคุณค่าของอาวุธยุทโธปกรณ์เปลี่ยนแปลงไปตามกาลสมัยและความเจริญของโลก แต่สภาพภูมิประเทศซึ่งเป็นสิ่งธรรมชาติและเป็นองค์ประกอบที่ถือได้ว่าคงที่ การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติมีน้อยมาก และต้องใช้เวลาช้านาน แม้ว่ามนุษย์จะสามารถเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของลักษณะภูมิประเทศได้ตามความพอใจก็ตาม แต่ก็ยังเป็นเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด ตามปกติแล้วภูมิประเทศจะสงบนิ่งอยู่ตามธรรมชาติของมัน แต่เมื่อมีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง ภูมิประเทศจะมีความสำคัญขึ้นมาทันที อาจให้คุณหรือให้โทษอย่างมหันต์ ในทางยุทธวิธีเราเรียกคุณและโทษของภูมิประเทศว่า คุณค่าของภูมิประเทศ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามยุทธวิธีและอาวุธยุทโธปกรณ์ ดังนั้นเพื่อให้การรบได้ผลดีที่สุด

จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงยุทธวิธีและอาวุธให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ การดำเนินการแปลความหมาย (interpreting) สภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่เพื่อนำมาพิจารณาลักษณะธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น ย่อมมีผลกระทบต่อปฏิบัติการทางทหาร ซึ่งทั้งนี้รวมไปถึงอิทธิพลของกาลอากาศ (weather) และภูมิอากาศ (climate) แห่งพื้นที่นั้น ๆ ด้วย การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ผลผลิตของการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศก็คือ การศึกษาสภาพภูมิประเทศ(terrain study)

ขั้นตอนการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในข้อจำกัด และความเอื้ออำนวยของสภาพภูมิประเทศนั้นถือเป็นความชำนาญการทางทหารที่สำคัญอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศย่อมจะแตกต่างกันไปตามระดับของหน่วย ผู้บังคับหน่วยทางยุทธวิธีขนาดเล็กจะมุ่งเล็งต่อแนวร้วต้นไม้ ลำธารและลูกเนินเตี้ย ๆ ส่วนผู้บังคับหน่วยระดับกองพลหรือกองทัพน้อยจะวิเคราะห์ถึงโครงข่ายถนน แนวทางการเคลื่อนที่ทางอากาศ ที่สูงต่ำและระบบทางน้ำไหล ส่วนการวางแผนการทัพในระดับยุทธศาสตร์จะพิจารณาในแง่มุมต่างๆของภูมิประเทศที่มีผลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ท่าเรือ ระบบการขนส่งและแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ จะเน้นถึงการใช้ภาพเรขาคณิต แสดงถึงผลของสภาพภูมิประเทศต่อการปฏิบัติการ การปฏิบัติในขั้นตอนนี้ต้องการที่จะนำเอาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศเข้ามาผสมผสานด้วย ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศและการวิเคราะห์สภาพลมฟ้าอากาศจะกระทำแยกจากกัน แต่ก็สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ถ้าต้องการ ในการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศและการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ ถ้ากระทำแยกจากกัน จะสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. การกำหนดข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม ความต้องการในการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ จะช่วยให้สามารถกำหนดข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมได้ แหล่งของข้อมูลเพิ่มเติมอาจได้มาจาก การประมาณการข่าวกรอง การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศของหน่วยเหนือ การวิเคราะห์พื้นที่อย่างละเอียด แผนที่พิเศษ รูปถ่ายทางอากาศ ภาพดาวเทียม และการลาดตระเวน เพื่อความสะดวกในการกำหนดข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม อาจพัฒนาตารางปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศที่มีผลกระทบต่อปฏิบัติการนั้น ซึ่งเกี่ยวพันกับการปฏิบัติการแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะต่อปัจจัยต่างๆในสนามรบ

2. การพัฒนาแผ่นบริวารปัจจัยภูมิประเทศ (Develop Terrain Factor Overlay) การพิจารณาลักษณะพื้นที่ในทัศนะทางทหารตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น สามารถกระทำได้โดยการเตรียมและการศึกษาแผ่นบริวาร(overlay)ข้อมูลต่างๆ แผ่นบริวารเหล่านี้สะท้อนให้เห็นข้อมูลประเภทต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในภูมิประเทศ บางครั้งอาจมีข้อมูลบางอย่างที่ไม่ปรากฏบนแผนที่ทาง

ทหาร สำหรับการปฏิบัติการทางลึก จะเตรียมแผนบริวารเกี่ยวกับเส้นทางถนน ซึ่งมีผิวการจราจร แข็งกว้าง 4 เมตร หรือมากกว่าและอำนาจประโยชน์ให้หน่วยดำเนินกลยุทธ์เคลื่อนที่ได้สะดวก เส้นทางรถไฟที่สามารถใช้ขนส่งทหาร และยุทธโธปกรณ์ ท่อส่งน้ำมัน สิ่งอำนวยความสะดวกในการขนถ่ายได้แก่ สนามบิน ระบบโทรคมนาคม คลอง แม่น้ำ หรือทางน้ำไหล และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆเช่น ระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าและก๊าซ สำหรับการปฏิบัติการระยะใกล้ จะเตรียมแผนบริวารเกี่ยวกับป่าไม้ ขนาดของต้นไม้และระยะห่างซึ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของยานยนต์ล้อและสายพาน ลำธาร เกี่ยวกับความกว้าง ความลึกและความเร็วของกระแสน้ำ สภาพตลิ่งและท้องน้ำเพื่อกำหนดจุดที่จะข้ามลำน้ำ พืชพันธุ์ไม้ และความหนาแน่นของพืชพันธุ์ไม้ ซึ่งสามารถใช้ในการซ่อนพรางต่อยุทธโธปกรณ์หรือการปฏิบัติการต่างๆจากการตรวจการณ์ได้และอาจให้การกำบังต่อการยิงได้ด้วย สภาพของวัสดุผิวพื้น (ดิน) ความสูงของต้นไม้และสิ่งปลูกสร้างซึ่งกีดขวางเส้นทางสายตา สิ่งปลูกสร้าง และสภาพของภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปในห้วงเวลาที่ผ่านมา รูปลักษณะผิวพื้นหรืออาการลาดของพื้นที่ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่สำหรับการปฏิบัติการในพื้นที่ส่วนหลัง จะเตรียมแผนบริวารเช่นเดียวกับการปฏิบัติการทางลึก รวมทั้งการเตรียมแผนบริวารเกี่ยวกับพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติ การยุทธเคลื่อนที่ทางอากาศและการยุทธสะเทินน้ำสะเทินบก

3. การพัฒนาแผนบริวารเครื่องกีดขวางผสม (Developed Combined Obstacles Overlay) ข้อมูลที่ได้จากการจัดทำแผนบริวารเกี่ยวกับสภาพต่างๆ ในขั้นตอนที่ 2 จะช่วยลดความจำเป็นในการใช้แผนที่ลงได้ สภาพของภูมิประเทศที่แสดงเด่นชัดบนแผนบริวารจะถูกนำไปวิเคราะห์ต่อไป ส่วนพื้นที่ที่ไม่มีเครื่องหมายอะไรแสดงไว้ หมายความว่าพื้นที่ที่หน่วยมีเสรีที่จะปฏิบัติการได้ เครื่องกีดขวางต่างๆจะถูกนำมาวิเคราะห์ และกำหนดค่าให้เป็น go slow-go หรือ no-go ตามแต่ลักษณะของสภาพต่างๆของสนามรบแห่งนั้น ซึ่งอาจใช้สีแดงแทนพื้นที่ no-go สีเหลืองหรือสีส้มแทนพื้นที่ slow-go ส่วนพื้นที่ go อาจปล่อยว่างไว้ก็ได้ หรืออาจใช้สัญลักษณ์อื่นแทน

พื้นที่ที่กำหนดให้เป็น no-go ไม่เกี่ยวข้องกับทิศทางเคลื่อนที่ แต่จำกัดการเคลื่อนที่ทางพื้นดินในทุกทิศทาง, ไม่ได้หมายความว่าหน่วยจะผ่านไปไม่ได้ แต่ด้วยสภาพของพื้นที่จะทำให้การเคลื่อนที่ช้าลงอย่างเห็นได้ชัดจำเป็นต้องใช้ความพยายามอย่างมากจึงจะสามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ และเกี่ยวพันกับชนิดของหน่วยที่จะเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่นั้น เช่นทหารราบเดินเท้า อาจเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว ในบางพื้นที่ซึ่งหน่วยยานเกราะเคลื่อนที่ผ่านไม่ได้ เช่น การเคลื่อนที่ในพื้นที่ป่าเป็นต้น

ลักษณะภูมิประเทศที่พิจารณาว่าเป็นพื้นที่ no-go ได้แก่ บริเวณสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งมีขนาดกว้าง 500 เมตร และอ้อมผ่านได้ยาก(สำหรับหน่วยยานเกราะ)บริเวณที่เป็นน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำธาร

ทะเลสาบหนองบึง ซึ่งไม่สามารถลุยข้ามหรือทอดสะพานข้ามได้ มีตลิ่งสูงชันเกินกว่า 4 ฟุต ความเร็วกระแสน้ำเกินกว่า 5 ฟุตต่อวินาทีและลึกเกินกว่า 4 ฟุต ความลาดชันเกินกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ ป่าไม้มีต้นไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ถึง 8 นิ้ว และมีช่วงห่างกันน้อยกว่า 20 ฟุต (สำหรับหน่วยยานเกราะ) ความสูงต่ำของภูมิประเทศ พื้นที่ที่มีระดับแตกต่างกันตั้งแต่ 200-400 เมตร ในระยะทาง 1 กิโลเมตร เครื่องกีดขวางที่สร้างขึ้น เช่น สนามทุ่นระเบิด คูคักรถถัง ต้นไม้ล้ม และพวกจำห่อต่าง ๆ ถนนและทางลัดลง มีทางลัดลงเพียงเส้นเดียวใน 1 กิโลเมตร และไม่มีถนนที่มีผิวจราจรแข็งเลย (ยกเว้นในบริเวณที่โล่ง สำหรับหน่วยยานเกราะ)

พื้นที่ที่กำหนดให้เป็น slow-go มีลักษณะดังนี้ ลักษณะภูมิประเทศ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ทางพื้นดินแต่จำกัดน้อยกว่าลักษณะภูมิประเทศที่กำหนดให้เป็น no-go ใช้ความพยายามไม่มากนักที่จะทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก ขึ้นอยู่กับประเภทของหน่วยที่เคลื่อนที่บนภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศที่พิจารณาว่าพื้นที่ slow-go ได้แก่ บริเวณที่เป็นน้ำ สามารถลุยข้ามหรือใช้สะพานทอดข้ามได้หลายแห่ง ความเร็วของกระแสน้ำน้อยกว่า 5 ฟุตต่อวินาที ลึกน้อยกว่า 4 ฟุต ถ้าเป็นน้ำแข็งจะต้องหนา 31.5 นิ้ว รถถังจึงจะวิ่งได้ และหนา 20 นิ้ว ปืนใหญ่สนามจึงจะวิ่งผ่านได้ ความลาดชันของภูมิประเทศ ตั้งแต่ 30-45 เปอร์เซ็นต์ ป่าไม้ ต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และมีระยะห่างน้อยกว่า 20 ฟุต (เฉพาะหน่วยยานเกราะ) ความสูงต่ำของภูมิประเทศ พื้นที่ที่มีระดับแตกต่างกัน 100-200 เมตรต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ถนนและทางลัดลง ถนนที่มีผิวจราจรแข็ง 1 เส้น หรือทางลัดลง 2 เส้น ในระยะทาง 1 กิโลเมตร หรือถนนที่มีผิวจราจรแข็ง 1 เส้น และทางลัดลง 1 เส้น

พื้นที่ที่กำหนดให้เป็น go มีลักษณะดังนี้ ที่โล่ง ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ ไม่ต้องกระทำการใดๆเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ ลักษณะภูมิประเทศที่พิจารณาว่าเป็นพื้นที่ go ได้แก่ บริเวณที่เป็นน้ำ ลุยข้ามที่ใดก็ได้ กว้าง 5 ฟุตหรือแคบกว่า ลึกน้อยกว่า 2 ฟุต ความลาดชันของภูมิประเทศน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ป่าไม้มีลำต้นเล็กกว่า 2 นิ้ว หรือห่างกันเกิน 20 ฟุต ความสูงต่ำของภูมิประเทศ พื้นที่ที่มีระดับแตกต่างกันไม่เกิน 100 เมตรต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ถนน และเส้นทางมีผิวจราจรแข็งเกินกว่า 2 เส้นทางต่อ 1 กิโลเมตร

ประโยชน์ของการจัดทำแผนบริหารเครื่องกีดขวางผสม

สำหรับการปฏิบัติการทางลึก ช่วยในการกำหนดพื้นที่ที่จะใช้สำหรับการเคลื่อนที่ การควบคุม และการเพิ่มเติมกำลัง เป็นพื้นฐานในการวางแผนและรวบรวมข่าวสารเกี่ยวกับเป้าหมาย สำหรับการปฏิบัติการระยะใกล้ ช่วยกำหนดพื้นที่ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ตลอดจนกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการกำหนดแนวทางเคลื่อนที่และช่องทางเคลื่อนที่

สำหรับการปฏิบัติการในพื้นที่ส่วนหลัง ช่วยกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะเป็นเป้าหมาย และเชื่อมต่อกับแนวทางที่จะเคลื่อนที่เข้าสู่ที่หมาย พื้นที่เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการในพื้นที่ส่วนหลัง

4. การผสมผสานสภาพลมฟ้าอากาศเข้ากับแผนบริหารเครื่องกีดขวางผสม (Integrate Weather) ผลของสภาพลมฟ้าอากาศต่อการปฏิบัติการทางทหาร จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับแผนบริหารลักษณะภูมิประเทศเสมอ เมื่อนำผลของสภาพลมฟ้าอากาศมาผสมผสานกับข้อมูลที่ปรากฏบนเครื่องกีดขวางผสม จะทำให้ปรากฏสภาพภูมิประเทศที่สมจริงขึ้น กล่าวคือ ถ้าหากมีฝนตกมาก ย่อมจะมีผลกระทบต่อความหนาแน่นของวัสดุผิวพื้น(ดิน) พื้นที่ลาดชัน ระดับน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ ตลอดจนทัศนวิสัย ซึ่งจะเป็นผลต่อการเคลื่อนที่ และการดำเนินกลยุทธ์ เมฆ และหมอก อาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้หน่วยเคลื่อนที่ทางอากาศ หรือส่งทางอากาศ

5. การกำหนดที่หมายในพื้นที่ปฏิบัติการทางลึก ลักษณะภูมิประเทศที่ถูกกำหนดเป็นที่หมายจะต้องเกี่ยวข้องกับรวบรวมข่าวสาร หรือการปฏิบัติการขัดขวาง ซึ่งเมื่อนำเอาหลักนิยามของฝ่ายตรงข้ามมาผสมผสานเข้าแล้วจะกลายเป็นจุดที่น่าสนใจเป็นที่หมายที่น่าสนใจ แนวทางการเคลื่อนที่ของหน่วยทหารฝ่ายเดียวกัน ในการปฏิบัติการทางลึกจะถูกกำหนดให้สอดคล้องกับแนวทางการเคลื่อนที่ของกำลังฝ่ายข้าศึก

6. การกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ จากการผสมผสานลักษณะของลมฟ้าอากาศเข้ากับแผนบริหาร เครื่องกีดขวางผสม จะทำให้ผู้บังคับหน่วยทราบได้ว่าพื้นที่ใด หน่วยชนิดใด จะเคลื่อนที่ได้หรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้ผู้บังคับหน่วย สามารถพ่วงความสนใจไปยังพื้นที่ที่หน่วยสามารถเคลื่อนที่ได้ และเมื่อนำเอาหลักนิยามในการรบด้วยวิธีรุกเข้ามาประยุกต์ก็จะทำให้สามารถกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ของทั้งฝ่ายเราและฝ่ายตรงข้ามได้ แนวทางการเคลื่อนที่แนวทางหนึ่ง ควรประกอบด้วยช่องทางเคลื่อนที่อย่างน้อยสองช่องทาง ช่องทางเคลื่อนที่ควรจะเป็นที่โล่ง และมีขนาดกว้างขวางพอที่หน่วยระดับหนึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ตามหลักนิยาม ในการพิจารณาช่องทางการเคลื่อนที่หน่วยจะต้อง

พิจารณาช่องทางการเคลื่อนที่ของหน่วยรองต่ำไปสองระดับ กล่าวคือ นายทหารการข่าวของกองพล จะต้องพิจารณาช่องทางเคลื่อนที่ของหน่วยระดับกองพัน ความกว้างของช่องทางการเคลื่อนที่ของหน่วยระดับต่าง ๆ กำหนดไว้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 1

ความกว้างช่องทางการเคลื่อนที่ของหน่วย

หน่วย	ความกว้าง
กองพล	6 กม.
กรม	3 กม.
กองพัน	1.5 กม.
กองร้อย	.5 กม.

ช่องทางเคลื่อนที่ที่จะผ่านไปตามพื้นที่ที่กำหนดว่าเป็นพื้นที่ go ต้องข้ามผ่านพื้นที่ no-go หรือ บางครั้งต้องผ่านพื้นที่ slow-go บ้างบางส่วน การกำหนดช่องทางการเคลื่อนที่ อาจจะใช้ลูกศรแสดงลงบนพื้นที่ โดยให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศทางเคลื่อนที่และแสดงทิศทางเคลื่อนที่ได้ทั้งสองทิศทาง โดยปกติแล้วช่องทางการเคลื่อนที่จะสอดคล้องกับแนวถนน หรือเส้นทางต่างๆและมักจะสามารเคลื่อนที่ได้ทั้งสองทาง ยกเว้นในกรณีพื้นที่ที่เป็นภูเขาอาจเคลื่อนที่ได้ทิศทางเดียว คือทิศทางเคลื่อนที่ลงจากเขา เมื่อได้กำหนดช่องทางการเคลื่อนที่แล้ว ก็จะพัฒนาเป็นแนวทางการเคลื่อนที่ ซึ่งจะต้องกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ของทั้งฝ่ายเราและฝ่ายตรงข้าม ในกรณีการรบด้วยวิธีรับหรือการตั้งรับ ฝ่ายเราจะต้องกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ของฝ่ายตรงข้ามก่อน เพื่อให้สามารถพัฒนาหนทางปฏิบัติที่เหมาะสมของฝ่ายเราต่อไป การกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ควรที่จะกำหนดต่ำกว่าหน่วยของเราหนึ่งระดับ

ตารางที่ 2

ระดับหน่วยในการพิจารณา

ฝ่ายเรา	แนวทางการเคลื่อนที่	ช่องทางเคลื่อนที่
ทัพน้อย	กองพล	กรม
กองพล	กรม	กองพัน

แนวทางการเคลื่อนที่ที่อาจเป็นไปได้มากที่สุด หรือแนวทางการเคลื่อนที่รวม เอาช่องทางเคลื่อนที่มากที่สุดที่สามารถรวมกัน และกำหนดเป็นแนวทางการเคลื่อนที่ขึ้นมาได้ กำหนดไว้ตามตาราง

ตารางที่ 3

ระยะห่างของช่องทางการเคลื่อนที่

แนวทางการเคลื่อนที่	ช่องทางการเคลื่อนที่	ระยะห่างสูงสุด
กองพล	กรม	10 กม.
กรม	กองพัน	6 กม.
กองพัน	กองร้อย	2 กม.

เมื่อมีช่องทางการเคลื่อนที่สองช่องทาง หรือมากกว่า ซึ่งมีระยะห่างตามที่กำหนดในตาราง และมุ่งไปในทิศทางเดียวกัน ก็สามารถรวมกัน และกำหนดเป็นแนวทางการเคลื่อนที่ได้ การกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่นั้น จะกำหนดไปจนถึงพื้นที่ที่ต้องสนใจ โดยไม่คำนึงถึงเส้นแบ่งเขตที่หมาย แนวออกตี หรือแนวปะทะและการกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ผ่านลักษณะภูมิประเทศที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ แต่บางครั้งภูมิประเทศ no-go หรือ slow-go อาจปรากฏอยู่ระหว่างช่องทางการเคลื่อนที่ได้ แม้ว่าอาจจะแจกจ่ายแนวทางการเคลื่อนที่ไปให้หน่วยรองได้ แต่ก็มิได้หมายความว่าหน่วยรองจะไม่ต้องทำการวิเคราะห์ภูมิประเทศและอย่าสับสนระหว่างแนวทางการเคลื่อนที่กับเส้นหลักการรุก หรือทิศทางเข้าตีซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับแนวทางการเคลื่อนที่ก็ได้ การคำนวณการคำนวณคร่าวๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์แนวทางเคลื่อนที่ต้องกระทำทั้งในแง่ของฝ่ายเราและฝ่ายตรงข้าม แนวทางการเคลื่อนที่ของฝ่ายเรากำหนดด้วยเส้นสีดำ หรือสีน้ำเงิน ส่วนของฝ่ายตรงข้ามใช้สีแดง ระบุหมายเลข หรือตัวอักษรเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา โดยหันหน้าเข้าหาฝ่ายตรงข้าม

7. การกำหนดที่หมายในพื้นที่ส่วนหลัง โดยการเชื่อมต่อระหว่างที่หมาย (ภูมิประเทศ) กับช่องทางเข้าสู่ที่หมาย จะช่วยให้สามารถระบุหนทางปฏิบัติที่ฝ่ายตรงข้ามน่าจะปฏิบัติได้ และเมื่อนำไปผสมผสานเข้ากับขีดความสามารถของฝ่ายตรงข้าม จะช่วยให้สามารถวาดภาพของฝ่ายตรงข้าม (การจัดทำประมาณการข่าวกรอง) ที่จะปฏิบัติการในพื้นที่ส่วนหลัง

8. การวิเคราะห์ (Analysis) การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศในการปฏิบัติการทางลึกและการปฏิบัติในพื้นที่ส่วนหลัง จะทำการวิเคราะห์โดยจัดลำดับความเร่งด่วนของที่หมาย และแนวทางการเคลื่อนที่ที่จะใช้โดยจะต้องพัฒนาให้ทันสมัยสอดคล้องกับลักษณะของพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป สำหรับการปฏิบัติการระยะใกล้ จะทำการวิเคราะห์แนวทางการเคลื่อนที่แต่ละแนวทางอย่างละเอียด ทั้งในแง่ของฝ่ายเราและฝ่ายข้าศึก ในการวิเคราะห์นี้จะอาศัยข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศและแผ่นบริวารสภาพภูมิประเทศ ตลอดจนภาพถ่ายดาวเทียม(ถ้ามี) การลาดตระเวนทางพื้นดินก็ควรจะทำถ้าหากมีเวลาพอ ในขั้นตอนการวิเคราะห์จะพิจารณาการตรวจการณ์ และการยิง จะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการตรวจการณ์และการยิงที่สามารถกระทำได้ตามแนวทางการเคลื่อนที่ของข้าศึก โดยจะต้องกำหนดพื้นที่ที่สามารถจะทำการยิง หรือตรวจการณ์มายังแนวทางการเคลื่อนที่ได้ จะต้องเพ่งเล็งลักษณะภูมิประเทศที่ฝ่ายตั้งรับสามารถครอบครอง และใช้อาวุธยิงตรงอย่างได้ผลรวมทั้งจะต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการโจมตีทางอากาศ หรือจากอาวุธยิงสนับสนุน

การกำบังและการซ่อนพราง จะต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่ให้การกำบังและซ่อนพราง บริเวณที่มีการกำบังและการซ่อนพราง จะต้องพิจารณาการโจมตีด้วยอาวุธยิงสนับสนุน และอาวุธนิวเคลียร์

เครื่องกีดขวาง จะต้องพิจารณาว่ามีเครื่องกีดขวางตามธรรมชาติอะไรบ้าง ที่อยู่บนแนวทางการเคลื่อนที่ และขัดขวางต่อการรุก มีเครื่องกีดขวางอะไรบ้างที่ฝ่ายตรงข้ามสร้างขึ้นเพิ่มเติม หรืออาจจะสร้างขึ้นเพิ่มเติม โดยเพ่งเล็งพื้นที่ตามแนวลำน้ำ หรือช่องทางพื้นดิน จะต้องพิจารณาว่ามีเครื่องกีดขวางอะไรบ้างที่ขนานไปกับแนวทางการเคลื่อนที่ ซึ่งอำนวยความสะดวกต่อการป้องกันปีก หรือขัดขวางการเคลื่อนที่ทางข้าง มีพื้นที่ใดบ้างที่สามารถสร้างเครื่องกีดขวาง หรืออาจดัดแปลงให้เป็นเครื่องกีดขวางได้

ภูมิประเทศสำคัญ หมายถึงภูมิประเทศเมื่อขีด หรือควบคุมไว้ได้จะมีผลต่อการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นภูมิประเทศที่ข่มต่อแนวทางการเคลื่อนที่ และอาจกำหนดเป็นที่หมายระหว่างทาง หรือที่หมายขั้นสุดทำยก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับภารกิจ และแนวทางเคลื่อนที่ที่ได้กล่าวมาแล้ว ภูมิประเทศสำคัญ มักจะปรากฏในขั้นตอนการวิเคราะห์เกี่ยวกับการตรวจการณ์และการยิง

แนวทางการเคลื่อนที่ ดังกล่าวมาแล้วแนวทางการเคลื่อนที่ต้องมีขนาดกว้างขวางเพียงพอ และมีความสะดวกในการเคลื่อนที่ การวิเคราะห์แนวทางการเคลื่อนที่ทำให้ทราบว่พื้นที่ใดที่หน่วยมีเสรีในการเคลื่อนที่ พื้นที่ใดบ้างที่มีข้อจำกัด และล่อแหลม ความสะดวกในการเคลื่อนที่ กำหนดด้วยระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ต้องใช้โดยไม่ถูกต้านทานจากฝ่ายตรงข้าม ขึ้นอยู่กับชนิดของภูมิประเทศตามตาราง

ตารางที่ 4

ความเร็วในการเคลื่อนที่ในภูมิประเทศ การเคลื่อนที่ของยานเกราะ/รถถังบนเส้นทาง

ชนิดของภูมิประเทศ	ชนิดของหน่วย	
	เดินเท้า	ยานเกราะ/รถถัง
Go	4 กม./ชม. (กลางวัน)	24 กม./ชม. (กลางวัน)
	3.2 กม./ชม. (กลางคืน)	24 กม./ชม. (กลางคืนเปิดไฟ)
slow-go	2.4 กม./ชม. (กลางวัน)	16 กม./ชม. (กลางวัน)
	1.6 กม./ชม. (กลางคืน)	8 กม./ชม. (กลางคืนพรางไฟ)
no-go	1.0 กม./ชม. (กลางวัน)	1.0 กม./ชม. (กลางวัน)
	0.5 กม./ชม. (กลางคืน)	0.5 กม./ชม. (กลางคืน)

ตารางที่ 5

การเคลื่อนที่ของยานเกราะ/รถถัง บนเส้นทาง

การเดินทาง	ถนนลาดยาง	ถนนกรวด	เส้นทางลัดลง	go
กลางวัน	65 กม./ชม.	60 กม./ชม.	50 กม./ชม.	40 กม./ชม.
กลางคืนไม่พรางไฟ	65 กม./ชม.	60 กม./ชม.	50 กม./ชม.	40 กม./ชม.
กลางคืนพรางไฟ	60 กม./ชม.	50 กม./ชม.	40 กม./ชม.	35 กม./ชม.

แนวทางการเคลื่อนที่ทางอากาศ หมายถึง เส้นทางที่เหมาะสมสำหรับนำอากาศยานจำนวนหนึ่ง ไปยังที่หมาย หรือภูมิภาคสำคัญ ซึ่งนักบิน หรือรองผู้บังคับหน่วยที่มีภารกิจบินจะเลือกขึ้น โดยการประมาณค่าผลกระทบของทัศนวิสัย ความแน่นของบรรยากาศ ลม และความแปรปรวนของลม โดยมีปัจจัยในการพิจารณา ดังนี้คือ ความกว้างขวางของพื้นที่ห้วงอากาศ การซ่อนพรางจากการตรวจการณ์ทางอากาศ และความง่ายต่อการจดจำลักษณะภูมิภาค

โดยปกติแล้วผู้ช่วยนายทหารฝ่ายการข่าวอากาศจะเป็นผู้กำหนดแนวทางเคลื่อนที่ทางอากาศของฝ่ายตรงข้าม รวมทั้งแนวทางการเคลื่อนที่ทางอากาศที่เป็นเส้นทางบินระดับต่ำ และเส้นทางบินลัดเลาะภูมิภาค (Nap of the Earth Flight)

ตารางที่ 6

คำอธิบายสัญลักษณ์รูปพื้นผิว (อาการลาด)

อาการลาด(%)	อิทธิพลต่อการปฏิบัติการทางทหาร
0-3	เหมาะสำหรับการทำสนามบิน
3-10	เหมาะสำหรับส่งกำลังทางอากาศ
10-20	พาหนะเริ่มช้าลง
20-30	พาหนะช้าลงมาก
30-45	พาหนะเริ่มหยุด
>45	พาหนะหยุด

หลักการ การวิเคราะห์พื้นที่ในการทำสนามบิน

สนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์ โดยทั่วไปพื้นที่ที่ขึ้นลงของการบินทหารบกย่อมแตกต่างกัน ตั้งแต่สนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์ที่มีการปรับปรุงอย่างดี โดยมีเครื่องอำนวยความสะดวกอย่างพร้อมมูล ไปจนถึงลานบินในภูมิภาคที่ไม่มีการปรับปรุงหรือถนนซึ่งมีลักษณะปลอดภัยในการขึ้นลงและมีระยะในการวิ่งขึ้นน้อยที่สุด โดยพื้นที่ที่ขึ้นลงที่ใช้จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ทางยุทธวิธี ลักษณะภูมิประเทศและเวลาที่มีในการปรับปรุงพื้นที่

ความรับผิดชอบและการประสาน

ความรับผิดชอบของหน่วยบิน การเลือกและการพัฒนาสนามบินหรือสนามเฮลิคอปเตอร์ เป็นความรับผิดชอบของผู้บังคับหน่วยบิน ซึ่งจะเป็นผู้เลือกจากพื้นที่ที่กำหนดไว้ ตามความมุ่งหมายในการเลือกสนามบินควรจะเลือกให้ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับหน่วยรับการสนับสนุน และช่วยในการประสานให้บังเกิดผลมากที่สุด เกี่ยวกับความปลอดภัยตลอดจนถึงอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารที่สามารถจะใช้ได้ ในยุทธบริเวณหน่วยทหารช่างจะเป็นผู้รับผิดชอบ ในการสร้างสนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพบกถ้าไม่มีการสนับสนุนของหน่วยทหารช่าง หน่วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บินก็จะต้องพัฒนาสนามบินของตนเอง แต่อย่างไรก็ดีในบางโอกาสอาจมีความจำเป็น และสมควร ที่หน่วยตั้งแต่สองหน่วย หรือมากกว่าจะต้องมีพื้นที่ขึ้นลงร่วมกัน เนื่องจากต้องประหยัดเจ้าหน้าที่ และลดงานที่ต้องปฏิบัติ ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัย และเปลี่ยนแปลงการใช้ยาน สนับสนุนระบุให้ต้องใช้สนามบินร่วม หรือเมื่อมีพื้นที่ขึ้นลงที่เหมาะสม ไม่เพียงพอกับความ ต้องการ สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้อาวุธนิวเคลียร์ หรือคาดว่าจะมีการใช้อาวุธนิวเคลียร์ การใช้สนาม บินร่วมย่อมไม่เป็นที่พึงประสงค์ การตกลงใจที่จะใช้สนามบินร่วม เป็นความรับผิดชอบของผู้ บังคับบัญชาที่ควบคุมหน่วยบินทั้งสิ้นที่เกี่ยวข้อง

ความรับผิดชอบของหน่วยที่ไม่มีการบินในอัตราหน่วยที่ไม่มีการบินสนับสนุนย่อมมีความ รับผิดชอบในการเลือกและพัฒนาสนามบิน หรือสนามเฮลิคอปเตอร์ ที่จำเป็นสำหรับเครื่องบินขึ้น ลงที่เหมาะสม ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวก รวมทั้งความปลอดภัยในการใช้จะต้องประสานกับ หน่วยบินที่เกี่ยวข้อง หน่วยที่รับผิดชอบอาจร้องขอรับการสนับสนุนจากหน่วยทหารช่าง เกี่ยวกับ พื้นที่ลง

การซ่อมบำรุงพื้นที่ขึ้นลง สำหรับการซ่อมบำรุงเล็กน้อย หน่วยใช้จะเป็นผู้กระทำโดยใช้ความ สามารถในการซ่อมบำรุงหน่วย ส่วนการซ่อมบำรุงขนาดใหญ่ เช่น การแก้ไขอัตราเกี่ยวกับความ ปลอดภัย ซึ่งเกินขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงของหน่วย หน่วยทหารช่างจะเป็นผู้ทำการซ่อม บำรุง

ชนิดของพื้นที่ขึ้นลง พื้นที่ขึ้นลงจะกำหนดมาตรฐานได้ 2 ชนิด คือ สนามบินและสนาม เฮลิคอปเตอร์

สนามบินถาวรจะแบ่งออกได้เป็น 4 ชั้น คือ

ชั้น A สามารถรับความหนาแน่นในการปฏิบัติการได้มากกว่า 100 เที่ยวบินต่อวัน มีเครื่อง ช่วยในการเข้ามาลงด้วยเครื่องวัด และสามารถปฏิบัติงานได้มากกว่า 24 ชั่วโมง

ชั้น B สามารถวัดความหนาแน่นของการปฏิบัติการได้ 50 ถึง 99 เที่ยวบินต่อวัน โดยธรรมดา จะตั้งอยู่ใกล้เคียงกับสนามบินที่มีเครื่องช่วยการเข้ามาลงด้วยเครื่องวัด และสามารถปฏิบัติการได้ 24 ชั่วโมง

ชั้น C สามารถวัดความหนาแน่นของการปฏิบัติการได้ 1 ถึง 49 เที่ยวบินต่อวัน และปกติจะใช้ ปฏิบัติการได้เฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น และไม่มีหอบังคับการบิน

ชั้น D เป็นสนามบินสำหรับการปฏิบัติการของการบินทหารบก ซึ่งควบคุมการจราจรทาง อากาศ การบริการอื่น ๆ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการจะจำกัด โดยการสนับสนุนของกองทัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นใบเขียวประเขยขนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ขึ้นลงของอากาศยานในพื้นที่ของกองพล หน่วยรับการสนับสนุน (กองร้อยหรือกองพัน) หน่วยรับการสนับสนุนอาจจัดพื้นที่ขึ้นลงขึ้น พื้นที่ขึ้นลงอันนี้จะมีการปรับปรุงน้อยที่สุด พื้นที่ขึ้นลงของหน่วยบินและที่ตั้งสนามบินของกองพลขึ้นอยู่กับภารกิจของกองพลภูมิประเทศ และที่ตั้งส่วนสนับสนุนกองพล ตลอดจนกำลังส่วนใหญ่ ของกองพล

1) ตอนการบินของกองพลน้อย ตอนการบินของกองพลน้อยจะตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับกองบังคับการกองพลน้อย

2) ตอนการบินของปืนใหญ่กองพล ตอนการบินของปืนใหญ่กองพลเป็นหน่วยบินที่เล็กที่สุด อาจประกอบด้วยอากาศยานปีกติดลำตัว หรืออากาศยานปีกหมุน โดยธรรมดาที่ตั้งพื้นที่ขึ้นลงจะอยู่บริเวณใกล้เคียงกับที่บังคับการปืนใหญ่กองพล

3) กองร้อยม้าอากาศ กองร้อยม้าอากาศซึ่งหน่วยขนาดใหญ่จัดขึ้นและจะมีพื้นที่ขึ้นลงหลายแห่งตลอดจนลงในพื้นที่ของกองพล

4) กองร้อยซ่อมบำรุงอากาศยานขนส่ง กองร้อยซ่อมบำรุงอากาศยานขนส่งปกติจะไม่ต้องกางพื้นที่ขึ้นลงของตนเองอย่างแท้จริง โดยทั่วไปที่ตั้งของกองร้อยจะอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสนามบินเครื่องวัดของกองพล

5) กองพันบินของกองพล กองพันบินโดยธรรมดาจะไม่จัดตั้งพื้นที่ขึ้นลง แต่อย่างไรก็ดี กองร้อยต่าง ๆ ของกองพันจะเป็นผู้จัดตั้งพื้นที่ขึ้นลง

กองร้อยสนับสนุนทั่วไป จัดตั้ง และปฏิบัติงานเกี่ยวกับสนามบินเครื่องวัดของกองพล จัดตั้งพื้นที่ขึ้นลงเพิ่มเติม ตามความต้องการของภารกิจ กองร้อยเฮลิคอปเตอร์ โจมตี กองร้อยเฮลิคอปเตอร์ ฉุกเฉิน จะจัดตั้งพื้นที่ขึ้นลงของตนเอง โดยให้หมวดต่างๆกระจายกำลังกันอยู่ในพื้นที่ขึ้นลงเพิ่มเติมในบริเวณใกล้เคียงกับสนามเฮลิคอปเตอร์ของกองบังคับการกองร้อย การเลือกพื้นที่ขึ้นลง การลาดตระเวนเลือกที่ตั้งสนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์ วิธีที่ดีที่สุดนั้นจะกระทำโดยการลาดตระเวนทางแผนที่ทางอากาศ และวิธีสำรวจทางพื้นดินนับเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ผู้บังคับบัญชาและนายทหารฝ่ายการบิน รวมทั้งทหารช่างควรจะได้เข้าใจองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในการเลือกพื้นที่

ปัจจัยที่กระทบกระเทือนต่อการเลือกที่ตั้ง เนื่องจากมีความต้องการ การสนับสนุนของทหารช่าง การเลือกที่ตั้งพื้นที่ขึ้นลงจะต้องพิจารณาอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งสิ้น เพื่อลดจำนวนเหลือของทหารช่างให้น้อยที่สุดและจะต้องมีการประสานอย่างใกล้ชิดระหว่างหน่วยทหารช่างและฝ่ายการบิน หลักเกณฑ์ในการเลือกสนามบินและสนามเฮลิคอปเตอร์ของกองพันบินโดยทั่ว ๆ ไป จะคล้าย ๆ กัน พื้นที่ขึ้นลงสำรองต้องการพื้นที่น้อย ตลอดจนมีสิ่งอำนวยความสะดวกน้อยกว่าพื้นที่ขึ้นลงหลัก ข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งพื้นที่ขึ้นลงขึ้นอยู่กับปัจจัยทางยุทธวิธีและทางเทคนิค ปัจจัยเหล่านี้มีหลายสิ่งหลายประการที่เกี่ยวข้องกัน และขัดแย้งกัน เช่นพื้นที่หนึ่งอาจเหมาะสมกับสถานเอกอัครราชทูตเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การณ์ทางยุทธวิธี แต่ไม่เหมาะสมกับความเห็นทางเทคนิค และพื้นที่ซึ่งมีลักษณะดีทางเทคนิค แต่อาจไม่เหมาะสมกับความต้องการทางยุทธวิธี ฉะนั้นข้อพิจารณาสำคัญควรให้สอดคล้องกันทั้งทางยุทธวิธีและทางเทคนิคตามความจำเป็นของสถานการณ์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้ง

1) ทางยุทธวิธี ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีอิทธิพลคล้ายคลึงกันต่อการปฏิบัติการทางภารกิจ ข้ำศึก ภูมิประเทศ สภาพลมฟ้าอากาศ และกำลังพลที่มี แต่อย่างไรก็ตามควรจะเป็นเรื่องต่อไปนี้ ภารกิจ พื้นที่นั้นอาจจะอำนวยให้การปฏิบัติการกิจบรรลุผลสำเร็จ หรือไม่สำเร็จเป็นข้อพิจารณาที่มีความสำคัญมาก การประสานกับหน่วยในบริเวณที่ตั้งพื้นที่ขึ้นลง เพื่อจัดข้อขัดข้องในการใช้พื้นที่นั้น ตลอดจนการอำนวยความสะดวก การระวังป้องกัน ความต้องการเกี่ยวกับการระวังป้องกันจะเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ ซึ่งโดยธรรมดาจะเกิดจากเหตุผลที่สำคัญยิ่ง 2 ประการ คือ 1.หน่วยบินที่มียุทธโศปกรณ์เป็นจุดอ่อน 2.หน่วยบินขาดกำลังที่จะใช้ระวังป้องกันตนเอง จากการโจมตีทางพื้นดิน การระวังป้องกันโดยธรรมดาจะวางมาตรการป้องกันเชิงรับ โดยอาศัยการกำบังซ่อนเร้น และการกระจายกำลัง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสามารถทำได้ ที่ตั้งพื้นที่ของหน่วยบินควรจะอยู่ในแนวระวังป้องกันแบบวงรอบของหน่วยรับการสนับสนุน

2) ทางเทคนิค ความต้องการทางเทคนิค มีปัจจัยต่าง ๆ ที่จะต้องพิจารณาคือ ขนาดของพื้นที่ขึ้นลง พื้นที่ขึ้นลงขนาดเล็กที่สุดที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของอากาศยานที่ใช้อยู่ในพื้นที่นั้น ถ้าเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมควรมีขนาด 50 x 50 ม. แต่ถ้าเป็นวงกลมควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 - 75 ม. สภาพพื้นผิว และสิ่งกีดขวางทางร้อนจะมีอิทธิพลเหนือขนาดพื้นที่ขึ้นลงที่ต้องการ โดยสิ่งกีดขวางจะลดพื้นที่ที่สามารถใช้ได้ พื้นผิวที่เปียกหรือดิน จะทำให้ต้องใช้ทางวิ่งเพิ่มขึ้น พื้นผิวของพื้นที่ขึ้นลง พื้นผิวของพื้นที่ขึ้นลงต้องราบเรียบพอ เพื่อไม่ให้ทำความเสียหายแก่อากาศยานที่ทำการลง มีการระบายน้ำ ความลาดของพื้นผิวจะต้องอยู่ภายในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ลาดความสูงไม่เกิน 15 องศา สำหรับเฮลิคอปเตอร์ และ 10 องศาสำหรับสนามบิน

เขตร่อน ภูมิประเทศที่ห้อมล้อมพื้นที่ขึ้นลงจะต้องสำรวจจากจุดมองเห็นภายในของวงจรสถานการณ์ทางยุทธวิธี ควรหลีกเลี่ยงการร่อนลงแบบตายตัว และการร่อนลงวิธีใด ๆ ที่นำมาใช้จะต้องพิจารณาถึงสิ่งกีดขวางทางร้อน สำหรับการบินในเวลากลางคืน และในพื้นที่ๆ จะต้องทำการบินด้วยเครื่องวัด การร่อน ควรจะซ่อนเร้นจากการตรวจการณ์ของข้าศึก และมีการร่อนครั้งสุดท้ายทวนลม ข้อนี้จะมีความสำคัญยิ่ง ถ้าที่ตั้งพื้นที่ขึ้นลงอยู่ในขอบหน้าทึ่มัน พื้นที่ว่าง ต้องมีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับทางแท็กซี่ พื้นที่จอด ที่เติมเชื้อเพลิง และสำหรับกระจายอากาศยาน นอกจากนั้นจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีพื้นที่สำหรับที่บังคับการ ที่พักแรม และเจ้าหน้าที่อื่นๆภายในหน่วย เครื่องช่วยการเดินอากาศ ที่ตั้งสำหรับเครื่องช่วยการเดินอากาศและการวัดด้วยเครื่องวัดจะมีความเกี่ยวข้องกับตั้งแต่เริ่มแรก เพื่อต้องการให้พื้นที่ขึ้นลงสามารถใช้ได้ทุกสภาพอากาศ ลมฟ้าอากาศ ในบางสภาพของปรากฏการณ์ของลมฟ้าอากาศ ถ้ามีหมอกควันเกิดขึ้นเสมอในบริเวณหุบเขา หรือการปลิวว่อนของหิมะหรือทรายเหล่านี้จะเป็นส่วนบังคับในการเลือกพื้นที่ขึ้นลง

การจัดทำสนาม เฮลิคอปเตอร์

1. กรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ถ้าสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ต้องใช้ขนาด 50 m x 50 m เป็นอย่างน้อยถ้าเป็นรูปวงกลม ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 m เป็นอย่างน้อย

2. กรณีที่มีสิ่งกีดขวาง จะต้องมีความยาวของพื้นที่ร่อนลง ตามอัตราส่วนดังนี้ ความสูงของสิ่งกีดขวาง : ความยาวพื้นที่ร่อนลง = 1 : 10 ถ้าจะต้องปูแผ่นผ้าทึบแสงจะขึ้นอยู่กับความสูงของสิ่งกีดขวาง เช่นเดียวกัน แต่จะต้องปูห่างออกไปอีก โดยใช้อัตราส่วน 1 : 15

การวิเคราะห์ภูมิประเทศทางทหารมีหลักการสำคัญทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งการวิเคราะห์ภูมิประเทศจากแผนที่ต้องอาศัยประสิทธิภาพความชำนาญ เพราะภูมิประเทศแตกต่างกัน ในการรับหลักการในการวิเคราะห์ภูมิประเทศเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อเป็นการจำลองภาพการรบได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ถ้าสามารถลดขั้นตอนในการวิเคราะห์จะทำให้ประหยัดเวลาและเป็นการสร้างภาพแก่ผู้เข้ารับการศึกษาให้เห็นชัดเจนขึ้นเป็นเครื่องมือช่วยฝึก ช่วยวิเคราะห์ ช่วยสอนและเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน หลักการทั้งหมดครอบคลุมทั้งในส่วนกำลังพล ยานพาหนะและอากาศยานในรายละเอียดแสดงให้เห็นว่าแต่ละประเภทต้องการพื้นที่ลักษณะอย่างไร เมื่อเราวิเคราะห์ได้ว่าพื้นที่ใดมีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการขององค์ประกอบของการยุทธประเภานั้น และสามารถระบุได้ว่าวางกำลังอย่างไรในการยุทธ เช่นบริเวณใดเหมาะแก่การเข้าตี ตั้งรับ ร่นถอย บริเวณใดจอดอากาศยานได้บ้าง ยานพาหนะสามารถใช้เส้นทางใดได้บ้างหรือเส้นทางใดดีที่สุด

บทที่ 3

การแปลงภาพแผนที่เป็นภาพกราฟิก 2 มิติและ 3 มิติ

ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การแปลงแผนที่สองมิติเมื่อทำการกำหนดจุดของเส้นชั้นความสูงด้วยการป้อนค่าจากกราฟขึ้นมาแล้วก็มาถึงขั้นตอนการนำเอาจุดต่าง ๆ นั้นใช้เป็นแฟ้มข้อมูลในการคำนวณภาพสองมิติและสามมิติต่อไป การนำเสนอในลักษณะของสองมิติมีแนวทางในการนำเสนอในหลายลักษณะอาจเป็นการแสดงค่าความชัน การแสดงขนาดของพื้นที่ การกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ และเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมจำลองยุทธซึ่งเป็น โปรแกรมที่ใช้ในการเตรียมความพร้อมซักซ้อมการปฏิบัติก่อนที่จะทำการรบจริง เป็นขั้นตอนหลังจากทำคำสั่งในการรบและทำการเดินหน่วยต่างๆไปตามแผนตามเวลาที่กำหนดไว้ในแผนเพื่อต้องการจะดูผลที่เกิดขึ้นเมื่อใช้แผนที่ว่าจะต้องแก้ไขจุดใดเพื่อให้มีข้อบกพร่องน้อยที่สุดและให้บรรลุภารกิจที่ได้รับมอบหมาย ในส่วนของการวางแผนการวิเคราะห์พื้นที่ปฏิบัติการเป็นส่วนที่สำคัญในการวางแผนถ้านำแผนที่ที่มีลักษณะของพื้นที่ที่มีค่าความชันแสดงออกมาจะสามารถกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ที่ดีที่สุดหรือแสดงแนวทางการเคลื่อนที่ทั้งหมดออกมาให้เลือกเพื่อส่งผลกระทบต่อที่มีต่อยุทธ โขปกรณ์ที่จะทำการเคลื่อนที่ไปยังภูมิภาคประเทศดังกล่าว ในส่วนของสามมิติการแสดงรูปลักษณะของภูมิประเทศจะทำให้เห็นภาพของภูมิประเทศที่ชัดเจนขึ้นมาทันทีและประกอบกับค่าความสูงจะทำให้เห็นมุมมองที่แตกต่างจากการมองจากแผนที่เส้นชั้นความสูงโดยตรง

การป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนเริ่มจากการนำแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 มาหนึ่งระวางแล้วนำกระดาษลอกลายดิสเกลขนาด 400*400 จุด โดยแต่ละจุดเท่ากับหนึ่งช่องเล็กของตารางกริด นำวางทาบลงบนเส้นชั้นความสูงที่ต้องการวิเคราะห์ เพราะฉะนั้นเส้นชั้นความสูงที่อยู่ในขอบเขต 400*400 ตาราง ก็จะเป็นขอบเขตที่เราสนใจวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นจำนวนจุดเดียวกับจุดบนจอคอมพิวเตอร์โดยบนจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ก็จะเป็นตาราง 400×400 จุดเหมือนกัน หลังจากทาบสเกลลงบนเส้นชั้นความสูงก็จะทำการอ่านค่าโดยอ่านจุดโคออร์ดิเนต ตามจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งลากไปทางขวาจะเป็นแกน x ส่วนลากลงมาเป็นแกน y หลักการอ่านค่าจุดต่อจุดของเส้นชั้นความสูงทั้งหมด และทำการเน้นลงด้วยว่าแต่ละวงเริ่มจากจุดใดถึงจุดใด เช่น จุดที่ 1-650 เป็นเส้นชั้นความสูงวงนอกสุดซึ่งจุดโคออร์ดิเนตที่อ่านได้ จะเก็บในเพิ่มข้อมูลในรูป array of integer โดยแยกเก็บค่า x และ y เช่น $coorx[1] = 200$, $coory[1] = 130$ เป็นต้น รวมทั้งจุดยอดสูงสุดของเส้นชั้นความสูงนั้นซึ่งจะมีเครื่องหมาย + มีตัวเลขค่าความสูงซึ่งมีหน่วยเป็นเมตรระบุและในแต่ละเส้นชั้นความสูงกำหนดให้ค่าต่างกันเส้นละ 200 เมตร ก็จะเสร็จสิ้นขั้นตอนในการป้อนข้อมูลของจุดเส้นชั้นความสูง

สองมิติ

ในการนำเอาข้อมูลจากการป้อนมาประกอบเป็นโปรแกรมสองมิติแสดงค่าความชันและขนาดของพื้นที่ พร้อมแสดงตำแหน่งของจุดโคออร์ดิเนตด้วย ในส่วนของกรอบหน้าจอก็จะมีระดับความชันของสีแสดงด้านข้าง

การแสดงความชันใช้หลักการทางด้านกราฟิกสองมิติใช้ Bresenham's Line Algorithm ซึ่งเป็นทฤษฎีในการสร้างเส้นตรงและได้นำมาใช้ในการลากเส้นตรงจากจุดของเส้นชั้นความสูงในวงนอกเข้ามาสู่จุดสูงสุดของยอดเขาและในขั้นตอนระหว่างการลากเส้นเมื่อสัมผัสกับเส้นชั้นความสูงเส้นถัดมาโดยการตรวจสอบสีของเส้นชั้นความสูงจะหยุดและทำการคำนวณจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้ายเพื่อคำนวณหาระยะทางและความชันโดยค่าความสูงที่ต่างกันของแต่ละเส้นชั้นความสูงเท่ากับ 200 เมตรก็จะได้ค่าความชันแล้วแปลงเป็นสีเพื่อเทียบกับค่าความชันในระดับต่างๆ ค่าความชันจะมีระดับตั้งแต่ 5 องศาจนถึง 40 องศา มีทั้งสิ้น 8 ระดับช่วงห่างกันระดับละ 5 องศา หลังจากนั้นทำการลากเส้นต่อไปยังเส้นชั้นความสูงวงถัดไปและคำนวณค่าความชันในลักษณะเดียวกันจนสุดท้ายคือจุดสูงสุดก็จะเสร็จสิ้นการลากเส้นของจุดแรกของเส้นชั้นความสูงวงนอกสุดมายังจุดยอดเขาแล้วจึงทำการเลือกค่าของจุดถัดไปของเส้นชั้นความสูงวงนอกไปยังจุดสูงสุดเช่นกัน ทำเช่นนี้จนครบวงรอบซึ่งจะได้เส้นตรงประกอบค่าความชันด้วยสีของเนินเขาทั้งคู่

ในส่วนของการแสดงขนาดของพื้นที่ จะกำหนดเคอร์เซอร์ไปยังจุดซ้ายบนและขวาล่างเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมเป็นกรอบตามบริเวณที่ต้องการซึ่งพื้นที่ที่อยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยม คือพื้นที่ที่ต้องการคำนวณขนาดของพื้นที่ของค่าความชันแต่ละระดับในกรอบว่าสีของแต่ละความชันมีพื้นที่เท่าใด โดยการนับเม็ดสีของระดับความชันซึ่งค่าที่ออกมาคืออัตราส่วนคือ หนึ่งจุดเม็ดสีเท่ากับสิบตารางเมตร ซึ่งค่าที่ปรากฏเป็นค่าการนับในสภาวะของความชันซึ่งพื้นที่ที่ได้จะน้อยกว่าความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ด้วยเหตุผลที่ว่าค่าที่ปรากฏออกมาความละเอียดต้องไม่น้อยกว่านั้นจะเป็นค่าที่ใช้ได้ เช่น การจอตเฮลิคอปเตอร์ต้องมีพื้นที่ 2,500 ตารางเมตร ความชันไม่เกิน 15 องศาถ้าการนับเม็ดสีปรากฏได้ 2,700 ตารางเมตร แสดงว่าค่าที่แท้จริงต้องมากกว่านั้นแน่นอน แต่ก็ยังใช้จอตอากาศยานได้ เป็นการยอมรับความผิดพลาดตรงจุดนี้แต่ไม่มีผลต่อการเลือกพื้นที่เพราะต้องการพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2,500 ตารางเมตร และไม่จำเป็นต้องการค่าที่แน่นอน แม่นยำ คายตัว แคพอเพียงแก่การวิเคราะห์พื้นที่

การแสดงจุดโคออร์ดิเนตตามเคอร์เซอร์ที่วิ่งไปมาบนจอพร้อมแสดง โคออร์ดิเนตของ x,y ด้วยทำให้ทราบวาบริเวณพื้นที่นั้นมีพิกัดเท่าใด

สำหรับอัลกอริทึมของสองมิติมีดังนี้ หลักการทำงานของ Bresenham's Line Algorithm

กำหนด $d_i = S_i - T_i$

S_i, T_i ค่าระยะห่างของเส้นตรงกับจุดของจอที่ต้องการให้แสดง

เมื่อ d_i น้อยกว่า 0 จะเลือกจุดที่อยู่ใต้เส้น

ถ้า d_i มากกว่าหรือเท่ากับ 0 จะเลือกจุดบนเส้นที่ใกล้ที่สุด

ค่าที่กำหนดการลากเส้นตรงที่เกิดขึ้นว่าเป็นมุมบวกหรือลบ $d_i = 2 * dy - dx$, $dx = x_2 - x_1$, $dy = y_2 - y_1$

ถ้า $d_i > 0$ ค่า x และ y ที่เพิ่มขึ้น

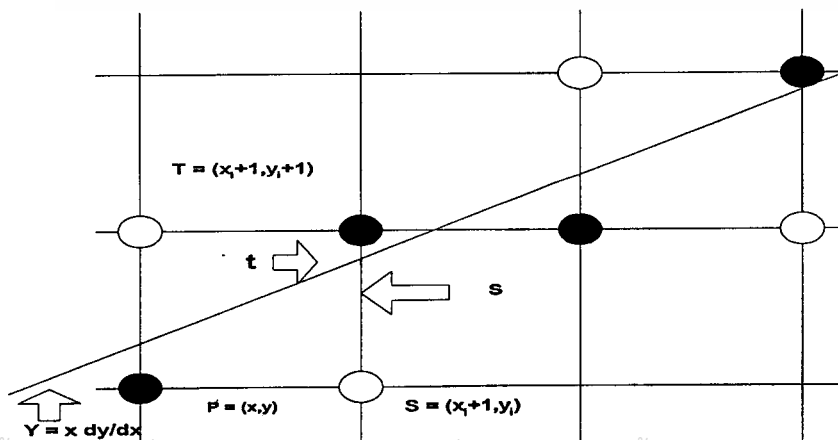
$$x_{i+1} = x_i + 1, y_{i+1} = y_i + 1 \text{ และ } d_{i+1} = d_i + 2 * (dy - dx)$$

ถ้า $d_i < 0$ ค่า x และ y ที่เพิ่มขึ้น

$$x_{i+1} = x_i + 1, d_{i+1} = d_i + 2 * dy$$

ภาพที่ 2

แสดงภาพประกอบ Bresenham's Line Algorithm



{โปรซีเจอร์ Bresenham เพื่อวาดเส้นตรงโดยใช้ Bresenham's Line Algorithm }
 {โดยจุดเริ่มต้นอยู่ที่ (x_1, y_1) จุดปลายอยู่ที่ (x_2, y_2) โดยเส้นตรงที่วาดจะมีสีตามโค้ด }
 {ที่ส่งผ่านเข้ามา โดย value parameter color และ x_1 จะต้องน้อยกว่า x_2 }
 {ความชันของเส้นตรงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 }

```
Procedure Bresenham(X1,Y1,X2,Y2:integer;Color:Word);
```

```
var dx,dy,Incr2,D,X,Y,Xend:integer;
```

```
begin
```

```
  dx := ABS(X2-X1); dy := ABS(Y2-Y1); D := 2*dy - dx; {คำนวณหาค่า  $D_1$ }
```

```
  Incr1 := 2*dy; {คำนวณส่วนเพิ่มเติมที่คงที่ของ  $D_{i+1}$  จาก  $D_i$  เมื่อ  $D_i < 0$ }
```

```
  Incr2 := 2*(dy - dx); { ส่วนเพิ่มเติมที่คงที่ของ  $D_{i+1}$  จาก  $D_i$  เมื่อ  $D_i \geq 0$ }
```

```
  X := X1; {กำหนดค่า  $(x,y)$ }
```

```
  Y := Y1; Xend := X2; {กำหนดค่า  $x$  ที่จุดปลายเส้นตรง}
```

```
  PutPixel(X,Y,Color); {วาดจุดพร้อมสี}
```

```
  while X < Xend do {ค่าของ  $x$  ถ้าแรกจนค่าสุดท้าย}
```

```
  begin
```

```
    X := X + 1; {เพิ่มค่าทีละหนึ่ง}
```

```
    if D < D + Incr1 {ถ้าค่าความชันเป็นลบเพิ่มค่า  $x$  }
```

```
    else
```

```
    begin
```

```
      Y := Y + 1; {}
```

```
      D := D + Incr2 {ถ้าค่าความชันเป็นบวกเพิ่มค่า  $y$ }
```

```
    end;
```

```
    PutPixel(X,Y,Color); {วาดจุดสี}
```

```
  end
```

```
end;
```

อัลกอริทึมสำหรับสร้างเส้นตรงจะไม่มีการใช้เลขจำนวนจริงในการคำนวณเนื่องจากการคำนวณด้วยเลขจำนวนจริงนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการคำนวณด้วยเลขจำนวนเต็ม ในการคำนวณหาพิกเซลที่ประกอบกันขึ้นเป็นเส้นตรงนั้น จะใช้วิธีการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่าง

เส้นตรงกับพิกเซลที่ใกล้ที่สุดในแนวตั้ง โดยถ้าระยะ S มากกว่า T จะเลือกให้พิกเซล $T_i(x+1,y+1)$ เป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง แต่ถ้าระยะ S น้อยกว่า T เราจะเลือก $S_i(x+1,y)$

สำหรับการเขียนโปรแกรมเราจะกำหนดให้มีตัวแปรตัวหนึ่ง D เป็นตัวแปรที่เราใช้ตัดสินใจในการเลือกพิกเซลที่จะอยู่ในเส้นตรงที่ลากจากจุด (x,y) ไปยังจุด (x_2,y_2) โดย D , คือค่า $dx*(S-T)$ ซึ่งเท่ากับ $2(x_2*y-y_2*x)+2dy-dx$ ถ้าค่า D , มากกว่าหรือเท่ากับ 0 เราจะเลือกพิกเซล T , และถ้า D , เป็นลบเราจะเลือกพิกเซล S , และค่า dx คือค่า x_2-x_1 ,
 dy คือค่า y_2-y_1 ,

โดยอัลกอริทึมนี้ถ้า D , มากกว่า 0 D_{i+1} , จะเท่ากับ $D_i + 2(dy-dx)$

ถ้า D , น้อยกว่า 0 D_{i+1} , จะเท่ากับ $D_i + 2dy$ และ $D_i = 2dy-dx$

สามมิติ

พิจารณาเครื่องมือของการแปลงค่าเส้นชั้นความสูงจากการสำรวจแผนที่ นักสำรวจ พิจารณาค่าความสูงของพื้นที่ที่ต้องการ และนำค่าที่อ่านได้ที่ตำแหน่งของความชันที่แตกต่างกัน สำคัญอยู่ที่จุดที่อ่านที่ได้เลือกไว้ เมื่อใดที่ใช้ทฤษฎีของการคำนวณ จุดที่เลือกไว้สามารถสัมพันธ์ เป็นจุดที่ใหญ่ของจุดที่อ้างอิงในรูปแบบตารางกริด เบื้องต้นของอัลกอริทึมเป็นการแปลงข้อมูลไป เป็นกริดใช้เทคนิคการแปลง (x_p, y_p, z_p) สำหรับ $p=1$ ถึง m แสดงจุดของ m ที่เลือกไว้ ถ้าแต่ละจุดบน ตารางกริด แสดงโดยจุด $[x(i), y(j)]$ ค่า z สำหรับจุดกริดได้จาก [6]

$$z_{ij} = \frac{\sum_{p=1}^m \{z_p / [(x_i-x_p)^2 + (y_j-y_p)^2]\}}{\sum_{p=1}^m \{1 / [(x_i-x_p)^2 + (y_j-y_p)^2]\}} \dots\dots\dots(3.1)$$

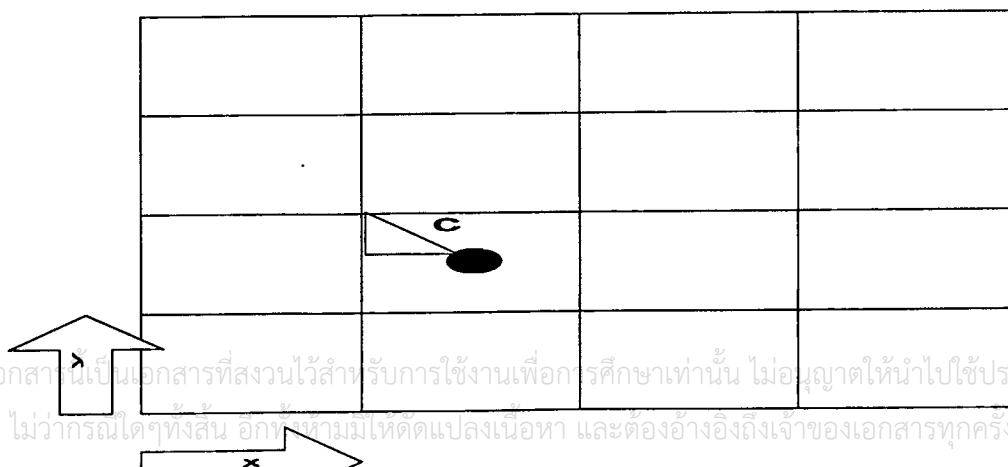
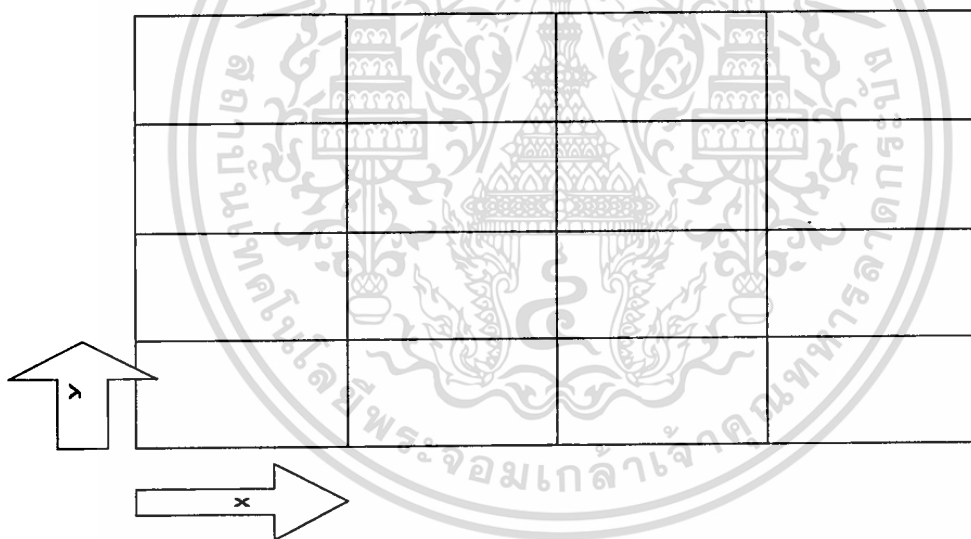
ค่า x_i, y_j คือ ค่าของ column และ row เป็นตัวกำหนดความละเอียดในการคำนวณ ซึ่ง กำหนดค่า column = 85 และ row = 95 บนฉาก x_p, y_p จุด x_p, y_p ก็คือจุดโคออร์ดิเนตทั้งหมดซึ่งเป็นจุด จากระบบสองมิติ ค่า z_p คือระดับความสูงของเส้นชั้นความสูงซึ่งมีระยะห่างกัน 200 เมตร จากสม การ 3.1 ต้องการคำนวณค่า z_{ij} ซึ่งหมายถึงค่า z_{ij} ณ จุดตัดของ column และ row อันดับทีหนึ่ง โดย กำหนดจุดเริ่มต้นของฉากที่ต้องการให้แสดงค่า อยู่ที่ 190 และ 160 ตามลำดับ ก็จะมีจุดตัดทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85*95 จุดซึ่งแต่ละจุดได้จากผลรวมของค่า z_p หาดด้วยระยะห่างกำลังสองของจุด x_p, y_p ไปยังจุด (190,160) ต่อไปก็นำจุด x_p, y_p จุดถัดไปมาคำนวณระยะห่างไปยังจุด (190,160) บวกสะสมไปจนครบทุกจุดจำนวน 1474 จุด แล้วนำมารวมกับค่า ผลรวมของ 1 หาดด้วยระยะห่างกำลังสองของจุด x_p, y_p ไปยังจุด (190,160) ต่อไปก็นำจุด x_p, y_p จุดถัดไปมาคำนวณระยะห่างไปยังจุด (190,160) บวกสะสมไปจนครบทุกจุดจำนวน 1474 จุด ก็จะได้ค่า ค่า z_{ij} ณ จุดตัดของ column และ row อันดับหนึ่ง หลังจากนั้นจะเป็นการเปลี่ยนจุดตัดของตาราง 85*95 เป็นจุดถัดไปโดยเพิ่มจากค่า i, j จนได้ค่าของจุด z ทั้งหมดที่จะต้องปรากฏบนตารางขนาด 85*95 หลังจากนั้นเป็นการลากเส้นวาดรูปสามมิติลงไปบนจอ

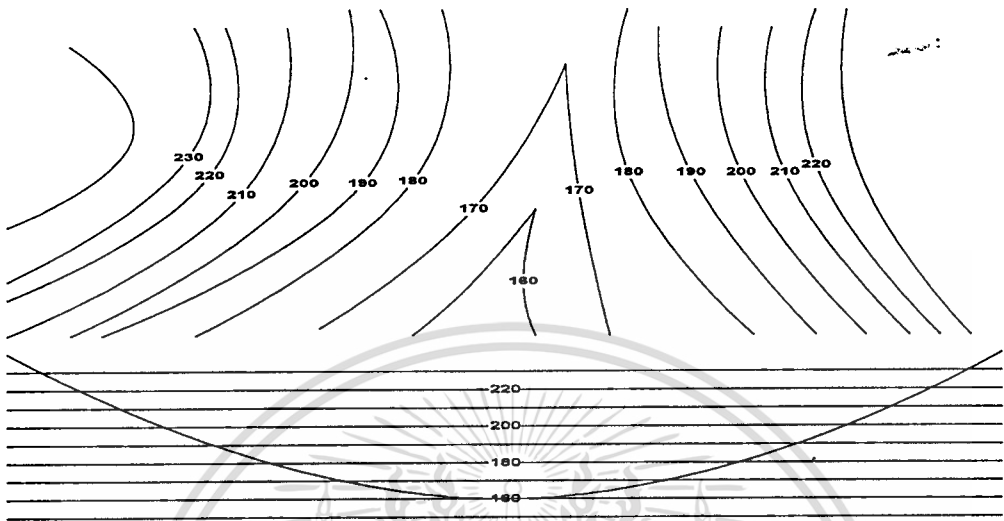
ภาพที่ 3

ตารางขนาด 85*95 ในแนวแกน x,y จุดทุกจุดของค่า z มาจากค่าระยะห่างของจุดทุกจุดมายังจุดตัดของตารางนั้น



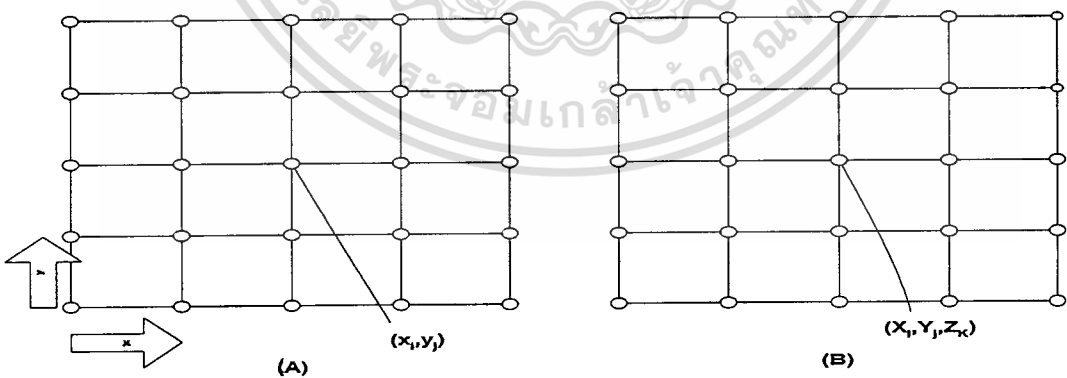
ภาพที่ 4

เส้นชั้นความสูงที่วาดเปรียบเทียบกับค่าทางระดับ

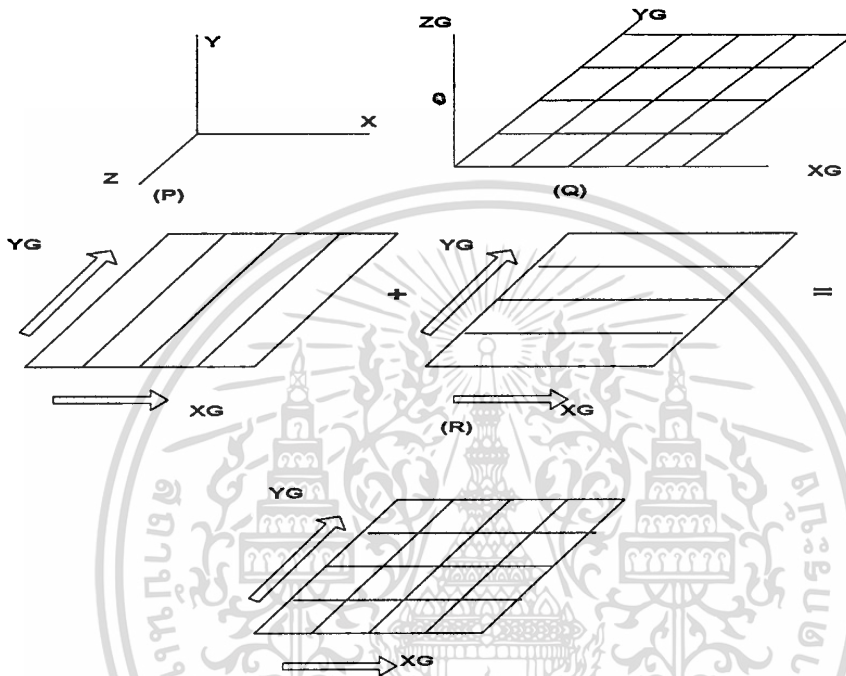


ภาพที่ 5

ขั้นตอนการ tranformation กริด



ภาพที่ 6
ฉากในการแสดงภาพซึ่งเป็นมุม 45 องศา



ตัวเลขที่อยู่ใต้บรรทัดในเศษส่วนในสมการ 3.1 เป็นสี่เหลี่ยมของการเปลี่ยนแปลงระหว่างจุดกริด และจุดใดๆที่เลือกเป็นจุดข้อมูลไว้ กระบวนการ สามารถทำโดยทันที โดยใช้เพียงจำนวนที่จำกัด ของจุดที่ป้อนเข้าไปเป็นตำแหน่งของกริดภายใต้ขอบเขตของการพิจารณา ตัวเลือกของจุดที่เลือก ป้อนขึ้นอยู่กับความโค้งของพื้นที่แต่ละข้อจำกัดทั้งหมดต้องขจัดทิ้ง ผลกระทบมีผลระหว่างการ แปลงค่ากริด ภาพที่ 5 ให้โค้ดที่สร้างขึ้นสำหรับแสดงผลเทคนิคนี้

```
subroutine Grid_Transformation
```

```
begin
```

```
open input data file and read number of data points(n,m){อ่านค่าขนาดความละเอียดของภาพ}
```

```
read arbitrary data x(i),y(i), and z(i){อ่านค่า x(i),y(i), and z(i)}
```

```
for i = 1 and i < m do{ค่า column ตั้งแต่ 1-m}
```

```
for j = 1 and j < n do{ค่า row ตั้งแต่ 1-n}
```

```
compute x,y for grid as{คำนวณค่า x,y ที่อยู่บนจุดตัดของตาราง}
```

```
 $x_g = x_0 + (i-1)*xinc$  {เลื่อนการคำนวณค่า x ไปตามจุดตัดจนถึง m}
```

```
 $y_g = y_0 + (j-1)*yinc$  {เลื่อนการคำนวณค่า y ไปตามจุดตัดจนถึง n}
```

```
compute z [i,j] {คำนวณค่า z ที่จุดตัดของ m กับ n}
```

```
next j {เพิ่มค่าถัดไป}
```

```
next I {เพิ่มค่าถัดไป}
```

```
print data to output file
```

```
end
```

```
end
```

สาเหตุที่ต้องทำการ transformation เพราะภาพที่เกิดจากภูมิประเทศจริงเมื่อแปลงเป็น
ทรวงทรงของภูมิประเทศ ข้อมูลจริงทั้งหมดที่นำมาใช้ในการคำนวณจะทำให้ภาพใหญ่เกินขนาด
ของการแสดงผลของจอ และเพื่อทำให้ภาพที่ต้องการแสดงผลอยู่ในกรอบของจอที่กำหนดให้เพื่อ
ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นเหมาะสมแต่เป็นการย่อส่วนจากข้อมูลจริง เพราะวัตถุประสงค์ที่ต้องการคือ
ทรวงทรงเพื่อให้เห็นว่าลักษณะของภูมิประเทศจริงเป็นอย่างไร

ภาพที่ 7

แสดงโปรแกรมการสร้างพื้นผิว

```

subroutine Generate_Surface_Mesh (การสร้างพื้นผิว )
#Zg [i,j]      Z coordinate at each grid point{ค่าของจุดที่ได้จากการ tranformation}
#m,n            grid dimension{ค่าความละเอียดของภาพที่กำหนดขึ้น}
#dx,dy         grid increment{ค่าระยะห่างที่เพิ่มขึ้น}
#Theta         angle of oblique projection{มุมที่ต้องการให้แสดงผล}
#X0,Y0        initial point on grid{จุดเริ่มต้นของภาพบนจอ}

begin
  for i=0 and i<m do{ค่า columnของจุดตัดของฉากจากจุดแรกถึงจุดสุดท้าย}
    Xg=X0+i*dx{เพิ่มค่าของจุดถัดไปตามค่า x }
    Yg=Y0
    Move to point ((Xg-Yg*COS(THETA)),(Zg[i,j]-Yg*SIN(THETA))) {ย้ายตำแหน่ง
ของจุดไปยังจุดถัดไปเพื่อลากเส้น}
    For j=0 and j<n do{ค่า row ของจุดตัดของฉากจากจุดแรกถึงจุดสุดท้าย}
      Yg=Y0+j*dy{เพิ่มค่าของจุดถัดไปตามค่า y}
      Draw line to ((Xg-Yg*COS(THETA)),(Zg[i,j]-Yg*SIN(THETA))) { ลาก
เส้นไปยังจุดถัดไป}
    Next j
  Next I
  For j=0 and j<n do{ค่า row ของจุดตัดของฉากจากจุดแรกถึงจุดสุดท้าย}
    Yg=Y0+j*dy{เพิ่มค่าของจุดถัดไปตามค่า y }
    Xg=X0(0)}
```

```

    Move to point ((Xg-Yg*COS(THETA)),(Zg[i,j]-Yg*SIN(THETA))) {ย้ายตำแหน่ง
ของจุดไปยังจุดถัดไปเพื่อลากเส้น}
    For i=0 and j<m do{ค่า columnของจุดตัดของฉากจากจุดแรกถึงจุดสุดท้าย}
      Xg=X0+i*dx{เพิ่มค่าของจุดถัดไปตามค่า x }
      Draw line to ((Xg-Yg*COS(THETA)),(Zg[i,j]-Yg*SIN(THETA))) { ลาก
เส้นไปยังจุดถัดไป}

```

Next I{}

Next j{}

Return

End

รายละเอียดของโปรแกรม

เป็นขั้นตอนของการแสดงภาพสองมิติ โปรแกรมเขียนด้วยภาษาปาสคาล ภาพที่แสดงเพื่อแสดงความชันด้วยสีซึ่งแสดงให้เห็นความชัดเจนของภูมิประเทศ เริ่มจาก การตีช่องตาราง เป็นสเกล จัตุรัส ระยะ 100 จุด โดยเริ่มจาก 0 ถึง 400 การป้อนจุด coordinate x,y โดยการป้อนที่ละจุดด้วยมือของเส้นชั้นความสูงทั้งหมดลงไป ซึ่งแต่ละเส้นแสดงด้วยรหัสสีต่างกันและค่าความสูงของแต่ละเส้นจะห่างกัน 200 เมตร ทำการคำนวณหาค่าความชัน โดยกำหนดจุดยอดเขาเป็นจุดอ้างอิงแต่ละจุดของแต่ละวงจะลากเส้นตรงสมมุติมายังจุดนี้ เมื่อลากผ่านเส้นชั้นความสูงใดๆ จะหยุดและคำนวณหาค่าความชันระหว่างจุดเริ่ม กับจุดที่หยุดจะออกมาเป็นค่า tan และองศาที่ปรากฏออกมาในทุกระยะ 5 องศาจะแสดงด้วยสีที่แตกต่างกัน โดยค่าองศาสูงสุดจะอยู่ที่ 45 องศา ลากเส้นสีตามองศาที่คำนวณได้ แทนค่าความชันด้วยสี ตั้งแต่ 0 - 45 องศา กำหนดขอบเขตที่ต้องการหาพื้นที่ ซึ่งมีหน่วยเป็นตารางเมตร โปรแกรมจะแสดงขนาดของพื้นที่ของแต่ละความชันที่ปรากฏอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนดขนาดแต่แรก

ขั้นตอนของการแสดงภาพสามมิติ ใช้ข้อมูลของจุดที่ประกอบเป็นเส้นชั้นความสูงเดิม ในระบบสองมิติ ทำการ transformation เพื่อให้ได้ค่า z_j โดยขั้นตอนดำเนินการดังนี้ กำหนดค่า x_0, y_0 เป็นค่าจุดตั้งต้นที่จะเริ่มการ transformation โดยการกำหนดค่าให้ต่ำกว่าค่าจุดต่ำสุดของค่า coordinate ของ x, y กำหนดค่า $xinc, yinc$ คือค่าที่เพิ่มตามแนว row และ column เพื่อกำหนดห้วงในการ transformation ซึ่งการกำหนดค่ามีผลต่อปริมาณการคำนวณและความละเอียดของภาพ หา ค่า x_g, y_g โดย

$$x_g = x_0 + (i-1) * xinc \dots\dots\dots(3.2)$$

$$y_g = y_0 + (j-1) * yinc \dots\dots\dots(3.3)$$

สำหรับในส่วนของค่า x, y คือค่าโคออร์ดิเนตของเส้นชั้นความสูงที่จะต้องนำมาคำนวณร่วมกับค่า x_g, y_g

ทำการคำนวณ โดยใช้สมการหาค่า z_j ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งค่าที่ได้ จะเป็นจำนวนจุดเท่ากับ จำนวน row*column ค่า coordinate z เก็บในรูปแบบ file เพื่อทำการเรียกใช้ต่อไป ขั้นตอน

surfacemesh การกำหนดพื้นผิวและมุมมอง มีรายละเอียดดังนี้ กำหนดค่า x_0, y_0 ดำเนินการในแนว column ก่อน โดยกำหนด $x_g = x_0 + i*inc$, $y_g = y_0$ คงที่ แล้วใช้คำสั่ง moveto เพื่อคำนวณการย้ายจุดไปยังจุด $(x_g * xcos\theta + y_g * ycos\theta, truey (round(z_{ij} * xsin\theta + y_g * ysin\theta)))$ โดยกำหนด $y_g = y_0 + j*inc$ แล้วใช้คำสั่ง lineto เพื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ย้ายทุกจุดตามแนว row ดำเนินการในแนว row โดยกำหนด $y_g = y_0 + j*inc$, $x_g = x_0$ คงที่ แล้วใช้คำสั่ง moveto เพื่อคำนวณการย้ายจุดไปยังจุด $(x_g * xcos\theta + y_g * ycos\theta, truey (round(z_{ij} * xsin\theta + y_g * ysin\theta)))$ โดยกำหนด $x_g = x_0 + i*inc$ แล้วใช้คำสั่ง lineto เพื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ย้ายทุกจุดตามแนว column

ใช้หลักการทางด้าน คอมพิวเตอร์กราฟิก ระบบสองมิติและระบบสามมิติ โปรแกรมเขียนด้วยภาษาปาสคาล หลักการทางทหารใช้การวิเคราะห์พื้นที่ปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลักการกราฟิกระบบสองมิติ

แผนที่ คือ ภาพลายเส้นที่แสดงส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวพิภพลงบนวัสดุแผ่นเรียบโดยใช้สัญลักษณ์ เส้น สี และรูปร่าง ตามมาตราส่วน ความสูงของพื้นที่ ณ จุดใดจุดหนึ่งและทรวดทรงของพื้นที่ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่และการวางกำลังของหน่วยทหาร โดยจะกำหนดเส้นทางที่หน่วยทหารต้องเคลื่อนที่ผ่าน ผลต่ออัตราเร็วในการเดินทางและผลของพื้นที่ที่กระทบต่อกลยุทธ์ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการตรวจการณ์และการยิง การกำบังและการซ่อนพราง ตลอดจนการเลือกภูมิประเทศสำคัญ การปฏิบัติเราได้นำเฉพาะเส้นชั้นความสูงและการแปลงคำสั่งในฟังก์ชัน line ทำการลากเส้นขึ้นสู่ยอดเขาพร้อมกับคำนวณหาความชันโดยอาศัยระยะทางกับความสูงแก้ไขภายในตัวโปรแกรมเพื่อให้เหมาะกับการหาค่าความชัน และคำนวณค่าความชัน พร้อมกับแสดงออกในรูปของสี เพื่อให้เห็นความชัดเจน รวมทั้งสามารถกำหนดขอบเขตที่ต้องการในกรณีคำนวณหาพื้นที่ของแต่ละขนาดความชันที่ต้องการ เพื่อแสดงขนาดของพื้นที่ที่ควบคู่ไปกับความชัน การคำนวณโดยกำหนดขอบเขตที่ต้องการ แล้วโปรแกรมจะเริ่มทำการ นับเม็ดสีจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง พร้อมแสดงจำนวนของแต่ละเม็ดสีออกมา โดยขนาดของแต่ละหนึ่งเม็ดสี เท่ากับ สิบตารางเมตร เนื่องมาจากการนับเม็ดสี กรอบของแผนที่มีขนาด 4 ตารางกิโลเมตร เป็นขนาด 400*400 พิกเซล เพราะฉะนั้นจุดหนึ่งจุดจึงมีขนาดสิบตารางเมตร

หลักการกราฟิกระบบสามมิติ

ใช้การ tranformation จากจุด coordinate (x,y) เป็นจุด coordinate (x_p,y_p,z_p)

(x_p,y_p) = จุด coordinate ของภาพสองมิติ

(x_p,y_p,z_p) = จุด coordinate ของภาพสามมิติ

(x_g,y_g) = จุด coordinate (x_p,y_p) หลังการ interpolation

โดยใช้สมการ

$$z_{ij} = \frac{\sum_{p=1}^m \{z_p / [(x_i-x_p)^2 + (y_j-y_p)^2]\}}{\sum_{p=1}^m \{1 / [(x_i-x_p)^2 + (y_j-y_p)^2]\}} \dots\dots\dots(3.1)$$

จะได้ค่า x_g,y_g ด้วยจาก

$$x_g = x_o + (i-1)*xinc \dots\dots\dots(3.2)$$

$$y_g = y_o + (j-1)*yinc \dots\dots\dots(3.3)$$

ซึ่งหลังจากนั้นทำการตี grid โดยกำหนดขนาดของ row และ column เพื่อกำหนดความละเอียดของภาพ และมุมมองในขั้นตอนการ generate surface mesh โดยใช้ ค่า z_{ij} และ x_g,y_g มาคำนวณการลากเส้นตามแนว row และ column โดยใช้ การลากเส้นใน function moveto ของ $(x_g *xcos\theta + y_g *ycos\theta, truey (round(z_{ij} *xsin\theta + y_g *ysin\theta)))$ และ function lineto ของ $(x_g *xcos\theta + y_g *ycos\theta, truey (round(z_{ij} *xsin\theta + y_g *ysin\theta)))$

การวาดภาพสองมิติใช้การป้อนข้อมูลโดยกราฟป้อนจุดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลทั้งหมดและเรียกข้อมูลมาคำนวณค่าความชันของเส้นชั้นความสูงทั้งหมดพร้อมทั้งคำนวณขนาดของพื้นที่โดยการนับเม็ดสี พร้อมบอกตำแหน่งของจุด x,y ตามตำแหน่งของเคอร์เซอร์ที่ลากไปมา ในส่วนของภาพสามมิตินำแฟ้มข้อมูลของจุด x,y มาใช้ โดยใช้สมการในการแปลงเป็นค่า z ในสมการ 3.1 เพื่อสามารถแสดงภาพของเนินเขาทั้งหมดภายในขอบเขตของจอที่กำหนดไว้ เพื่อแสดงความเหมาะสมและชัดเจนจะทำการคำนวณ ค่า z ที่ปรากฏในจุดตัด $85*95$ ตาราง ซึ่งเป็นความละเอียดที่เหมาะสมในการแสดงภาพ พร้อมทั้งแสดงระดับของความสูงเป็นเมตรเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น

บทที่ 4

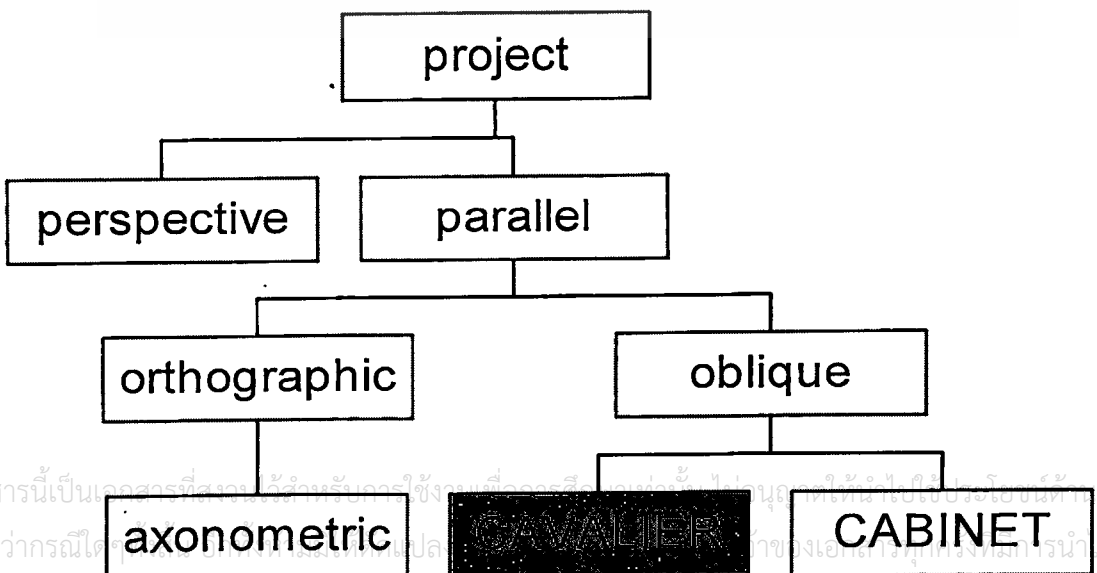
การใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพ 2 มิติและ 3 มิติ

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพ 2 มิติหลักการทางทหารที่จะนำมาใช้เป็นส่วนของการแสดงพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจการและการกำบังการซ่อนพราง ลานจอดอากาศยานรวมทั้งพื้นที่ที่ใช้ในการตั้งหน่วยว่าพื้นที่ใดเหมาะสม ในการวิเคราะห์ค่าของความชันต้องควบคู่กับค่าความสูงด้วยเนื่องจากว่าในพื้นที่ที่มีค่าความชันเหมาะสมแต่ระดับความสูงต่ำหรือสูงเกินไปก็จะมีผลกระทบต่อ การเลือกพื้นที่ที่จะเลือกด้วยจึงใช้การแสดงจุดที่เหมาะสมด้วยการเปลี่ยนสีค่าความชันที่เลือกในแต่ละห้วงของระดับของเส้นชั้นความสูงเพื่อให้ผู้บังคับบัญชาเห็นว่ามิจุดใดที่เหมาะสมที่สุดค่าความชันที่เหมาะสมอาจมีหลายพื้นที่ประกอบกับขนาดของพื้นที่พอเพียงกับขนาดของหน่วยที่จำเป็นต้องเข้าปฏิบัติการหรือไม่

ในขั้นตอนของสามมิติจะแสดงลักษณะของพื้นที่จากเส้นชั้นความสูงเดิมว่าภาพของยอดเขาหรือภูมิประเทศนั้นออกมาในลักษณะใดพร้อมกับแสดงระดับของความสูงเพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมให้เห็นความแตกต่างของระดับความสูงต่างๆตามหลักการแสดงภาพในส่วน of สามมิติซึ่งมีการแสดงภาพในประเภทของการ projection ประเภทต่างๆดังนี้

ภาพที่ 8

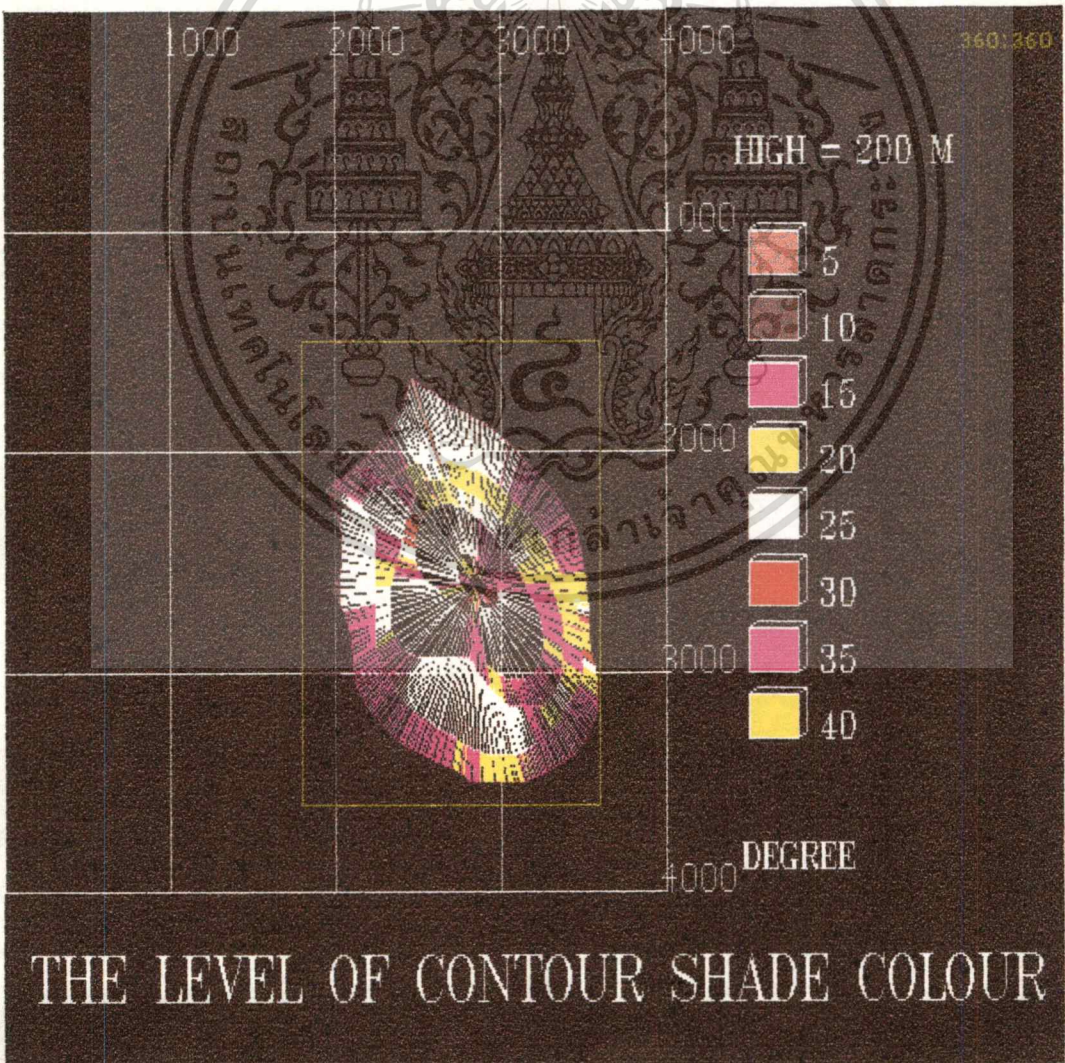
ประเภทของการ projection ของระบบสามมิติ



สำหรับประเภทของการ projection นี้ได้ใช้แบบ cavalier ซึ่งเป็นสาขาย่อยของการ projection แบบ oblique parallel projection ซึ่งมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ ระบายของการ โพรเจกต์จะตั้งฉากกับแกนหลัก (X,Y,Z) แกนใดแกนหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เราสามารถวัดมุม และความยาวของการ โพรเจกต์ของด้านของออบเจกต์ที่ขนานกับระนาบของการ โพรเจกต์ ส่วน โพรเจกต์ชันของด้านอื่น ๆ นั้น เราสามารถวัดระยะตามแกน X,Y,Z ได้เท่านั้นในชนิดของการ โพรเจกต์แบบ cavalier นั้นจะมีทิศทางของการ โพรเจกต์ทำมุม 45 องศา กับระนาบของการ โพรเจกต์ ซึ่งจะทำให้ โพรเจกต์ชันของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับระนาบของการ โพรเจกต์มีความยาวเท่ากับเส้นตรงนั้น

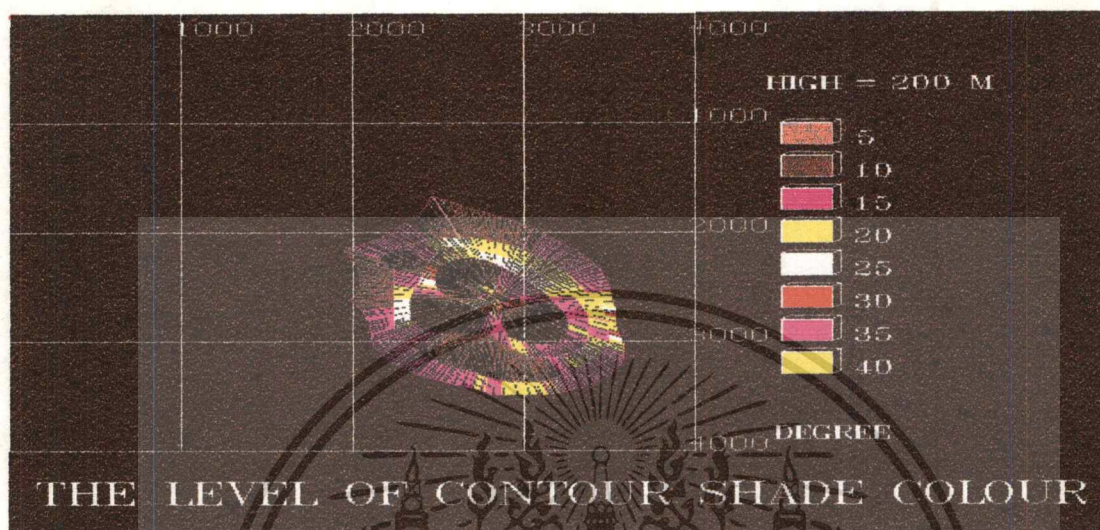
ภาพที่ 9

พื้นที่สีขาวมีความชันไม่เกิน 15 องศา เหมาะแก่การปฏิบัติการทางทหาร



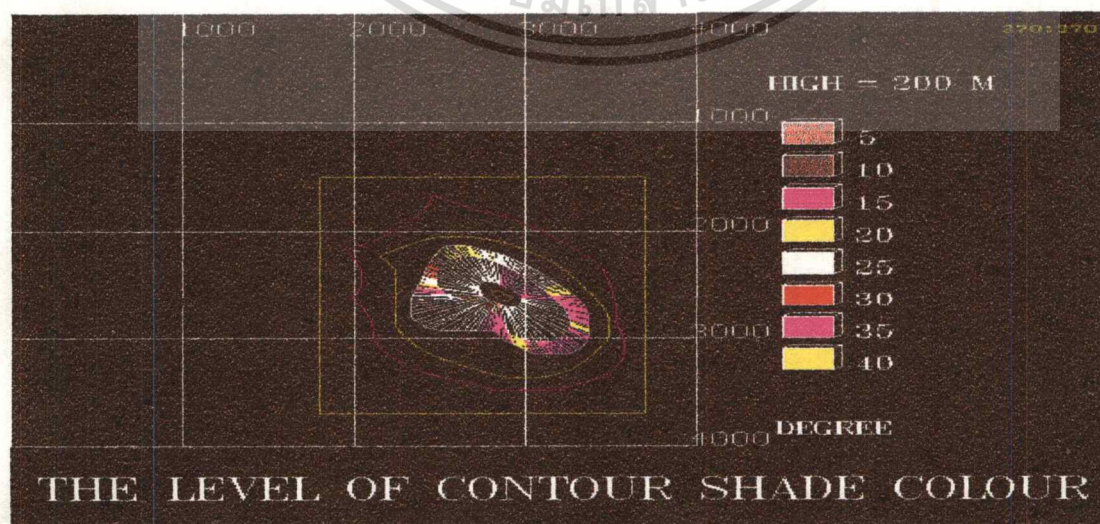
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10
แสดงระดับความชันด้วยสี



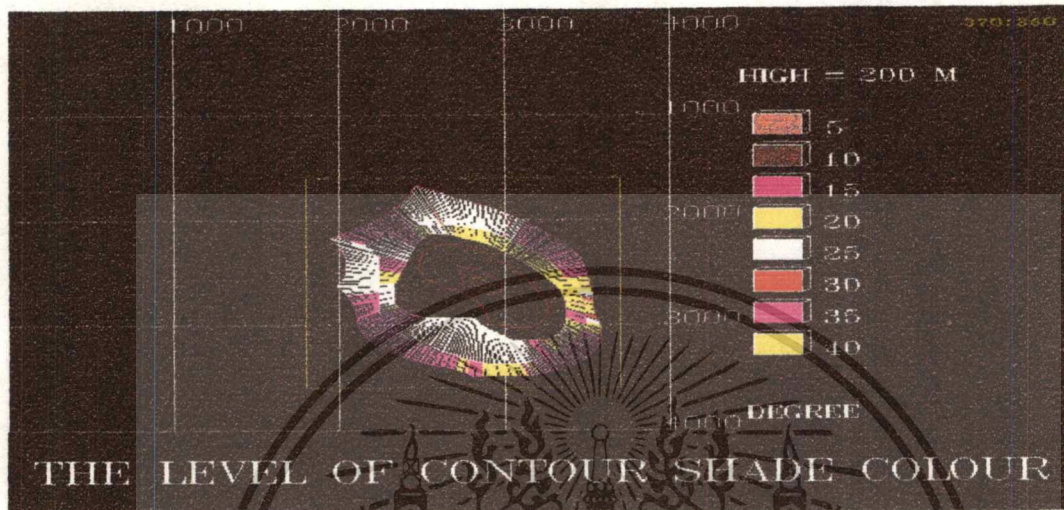
ภาพที่ 11

แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การจอดอากาศยาน

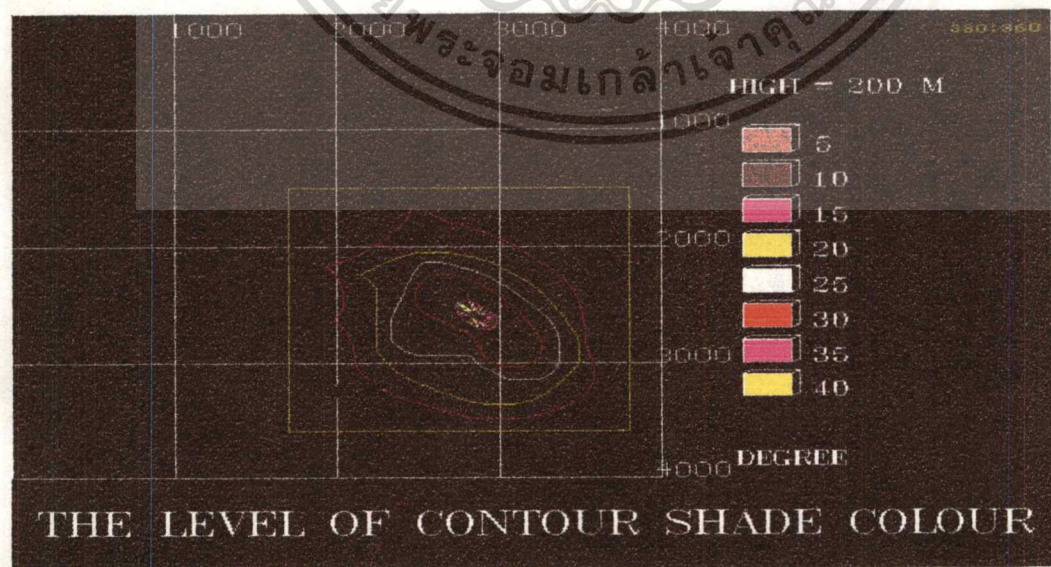


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12
พื้นที่เหมาะแก่การตั้งฐานปฏิบัติการ



ภาพที่ 13
พื้นที่เหมาะแก่การตรวจการณ์และการยิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักเกณฑ์ทางทหารซึ่งในการวิเคราะห์ภูมิประเทศจะอาศัยหลักการทางทหาร 5 ข้อ คือ

1. การตรวจการณ์และพื้นที่การยิง
2. การกำบังและการซ่อนพราง
3. เครื่องกีดขวาง
4. ภูมิประเทศสำคัญ
5. แนวทางการเคลื่อนที่

เพราะฉะนั้นจากโปรแกรมในการวิเคราะห์ภูมิประเทศอาจไม่ครบทั้งหมดแต่จากพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การดำเนินการทางทหารควรจะอยู่บนพื้นฐานที่ค่าความชันไม่สูงมีพื้นที่เพียงพอแก่การปฏิบัติการกิจใดภารกิจหนึ่ง ด้านการตรวจการณ์และพื้นที่การยิงควรจะพื้นที่สูงมีพื้นที่เพียงพอ แต่การที่จะเลือกตำแหน่งบางครั้งจะมีปัจจัยนอกเหนือจากค่าความชันและความสูง ดังนั้นจะมองเฉพาะภายในขอบเขตที่เกี่ยวข้องเท่านั้น หัวข้อของการกำบังและการซ่อนพรางจะตรงข้ามกับการตรวจการณ์และพื้นที่การยิงเพราะพื้นที่ที่ตรวจการณ์ดีบางครั้งจะล่อแหลมต่อการตรวจพบ แต่ก็สามารถอยู่บริเวณที่สูงได้เหมือนกัน ในส่วนของการจอดเฮลิคอปเตอร์สามารถจอดบริเวณที่สูงหรือถ้าให้จอดบริเวณที่มีเนินเขาบังจะเป็นการดีมาก ส่วนของพื้นที่ปฏิบัติการทางทหารเหมาะที่จะวางหรือตั้งโดยรวบรวบกำลังสะสมกำลังก่อนการปฏิบัติการในขั้นต่อไปถ้าสามารถยึดบริเวณที่ตรวจการณ์ได้พื้นที่บริเวณเชิงเขาจะเหมาะเพราะจะเป็นจุดอับกระสุนจากการโจมตีโดยปืนใหญ่ของข้าศึกได้ การวิเคราะห์ในส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ จะสามารถสังเกตุดบริเวณที่มีค่าความชันเท่ากันหรือใกล้เคียงกันเพื่อเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่กำหนดเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การตรวจการณ์หรือบริเวณที่เหมาะสมแกลงไปสนับสนุนลานจอดเฮลิคอปเตอร์ ภูมิประเทศสำคัญและเครื่องกีดขวางการเลือกภูมิประเทศสำคัญในแง่ของความชันมักจะหมายถึงบริเวณต่างๆในหัวข้อของการปฏิบัติการทางทหารเพราะจำเป็นต้องใช้พื้นที่ดังกล่าว เครื่องกีดขวางถ้าพื้นที่จากการกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ซึ่งถ้าเหมาะสมกับฝ่ายเราย่อมเหมาะสมกับฝ่ายข้าศึกด้วยเราก็จะกำหนดพื้นที่ที่วางเครื่องกีดขวาง สภาพของเครื่องกีดขวางตามธรรมชาติในแง่ของความชันและความสูง จะเป็นบริเวณที่มีความสูงมากและมีความชันมากเพราะจะทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปได้อย่างลำบาก ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์พื้นที่โดยอาศัยหลักการทางทหารประกอบโดยให้แสดงแต่ละความชันว่าพื้นที่ที่ต้องการเหมาะหรือไม่โดยให้ผู้บังคับบัญชาเลือก

ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ได้นำหลักและข้อจำกัดของหลักการทางทหามาประกอบเป็นการตัดสินใจในการเลือกของคอมพิวเตอร์โดยในตัวของโปรแกรมกลุ่ม

A จะแสดงพื้นที่ตามรูปที่ 8 คือพื้นที่ทั้งหมดที่เหมาะสมแก่การปฏิบัติการทางทห

B จะแสดงพื้นที่ตามรูปที่ 12 คือพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การตรวจการณ์และการยิง

C จะแสดงพื้นที่ตามรูปที่ 10 คือพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การจอดอากาศยาน

D จะแสดงพื้นที่ตามรูปที่ 11 คือพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การตั้งฐานปฏิบัติการ

ซึ่งในแต่ละข้อได้นำหลักการทางทหข้างต้นประกอบการตัดสินใจว่าทำไมไม่ต้องวิเคราะห์เลือกพื้นที่นั้นเหมาะสมแก่การปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่ง



บทที่ 5

ผลการทดลอง

วิธีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

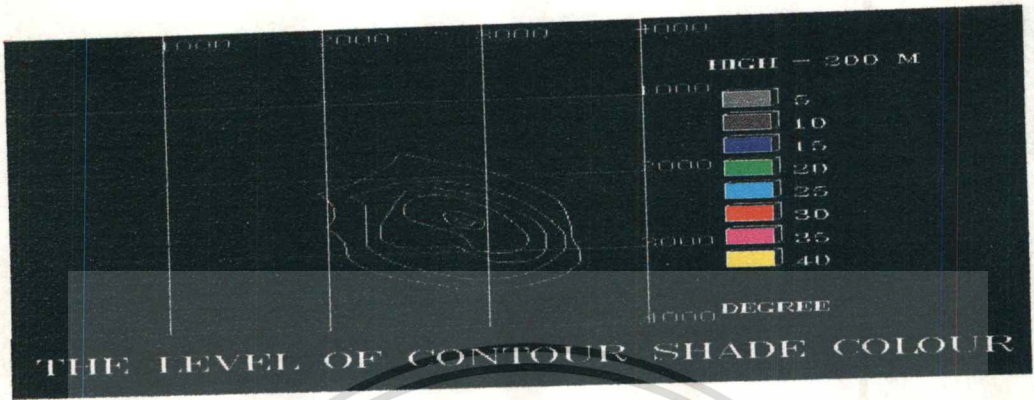
ใช้แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ของบริเวณยอดเขาทำการแปลงเป็นจุด โคออร์ดิเนต x,y และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ปาสคาล เพื่อแปลงเป็น สองมิติ และสามมิติ โดยแสดงสีของความชัน

ขอบเขตของการวิจัย

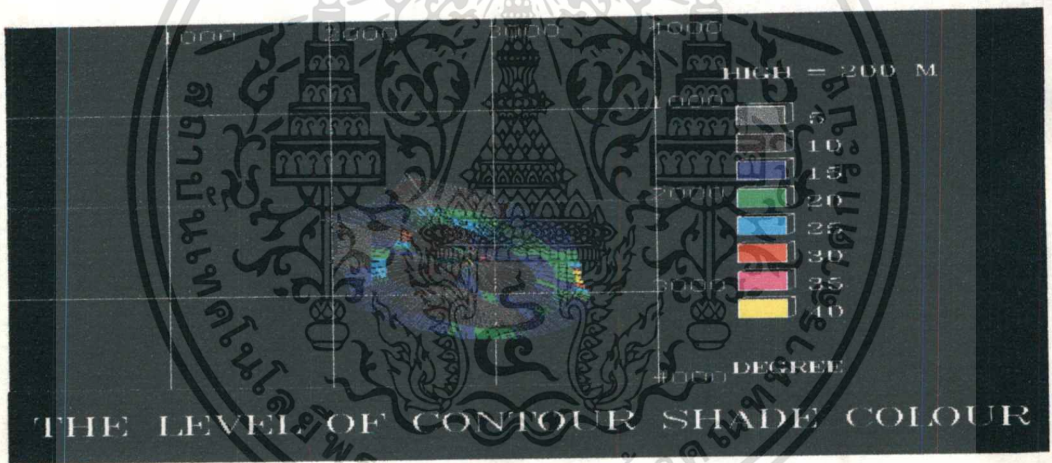
ใช้เครื่อง คอมพิวเตอร์ ซีพียู 386 DX-33 หน่วยความจำขนาด 8 Mb ใช้แผนที่ขนาด 4 ตารางกิโลเมตร มีการกำหนดค่าตัวแปรดังต่อไปนี้

ส่วนของสองมิติ พื้นที่เป็นเนินเขา มีเส้นชั้นความสูง จำนวน 6 เส้น แต่ละเส้นมีค่าความสูงเพิ่มขึ้นเส้นละ 200 เมตร ภาพเส้นชั้นความสูงในรูปของสีแสดงความชัน เมื่อกำหนดจุด มุม ซ้ายบน ขวาล่างก็จะเกิดกรอบสี่เหลี่ยม และจะคำนวณหาจำนวนจุดสีของแต่ละค่าความชันแสดงออกมาในรูปของขนาดพื้นที่ที่มีหน่วยเป็นตารางเมตร ส่วนของสามมิติ กำหนดตาราง grid ขนาด row*column = 19*17 กำหนดมุมมอง $\theta = 15^\circ$, $\alpha = 150^\circ$ ภาพของเส้นชั้นความสูงสามมิติแสดงในภาพที่ 40 พร้อมทั้งแสดงระดับความสูงแต่ละระดับให้เห็นได้ชัดเจนขึ้น

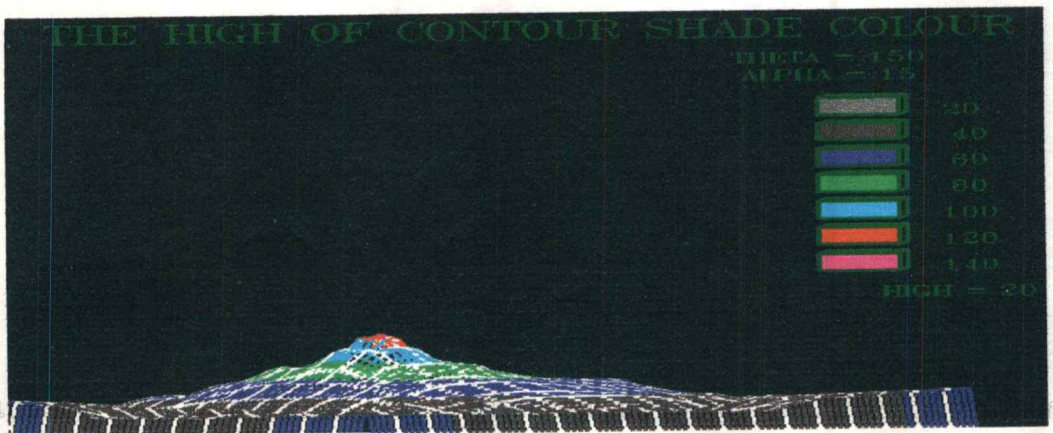
ภาพที่ 14
ภาพเส้นชั้นความสูงเริ่มต้น



ภาพที่ 15
ภาพสองมิติ



ภาพที่ 16
ภาพสามมิติ

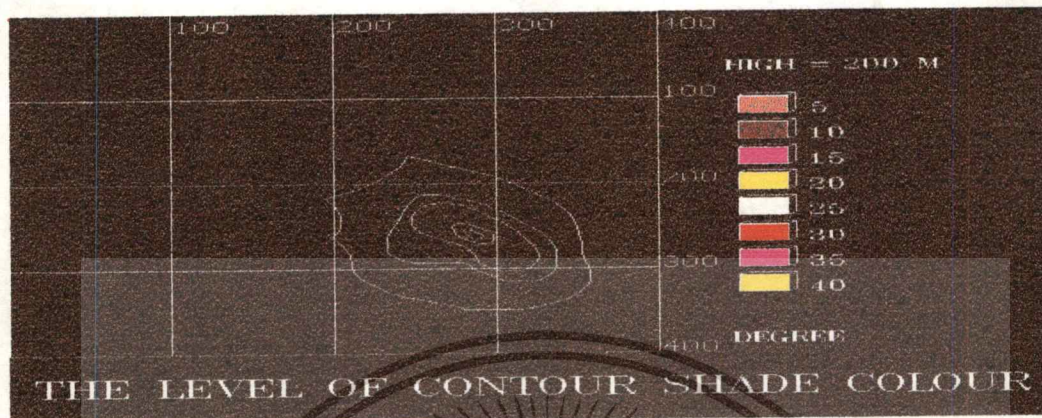


เอกสารนี้

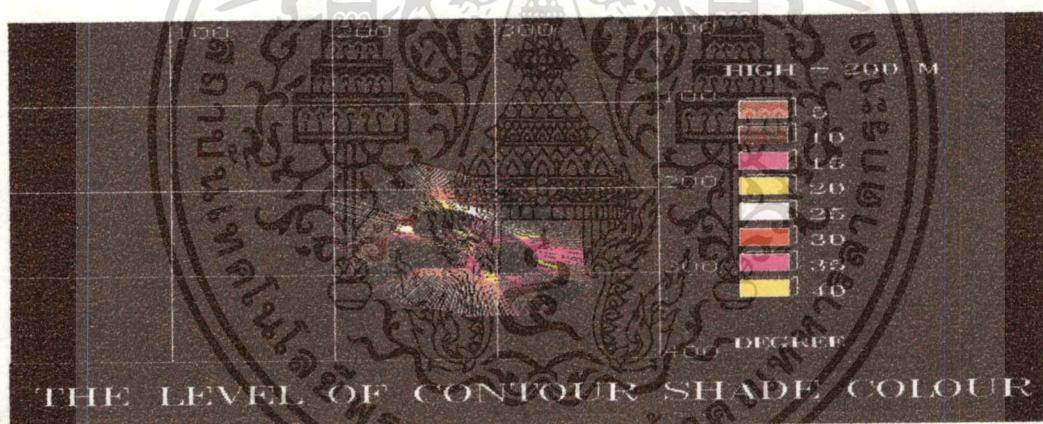
การคำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17
ภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่ 2

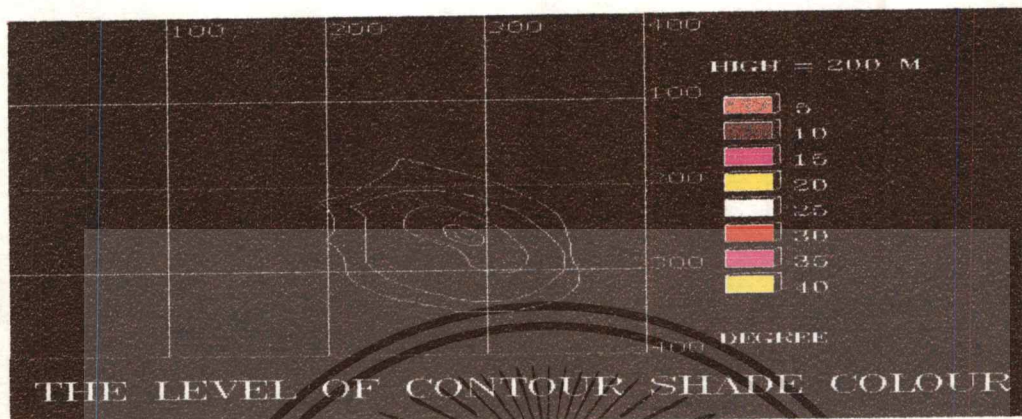


ภาพที่ 18
ภาพสองมิติ



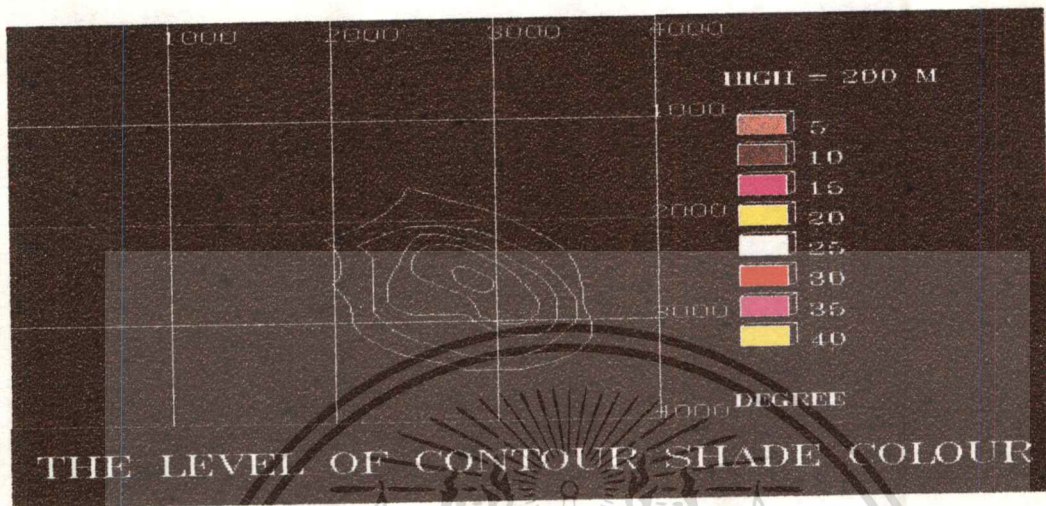
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19
ภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่ 3



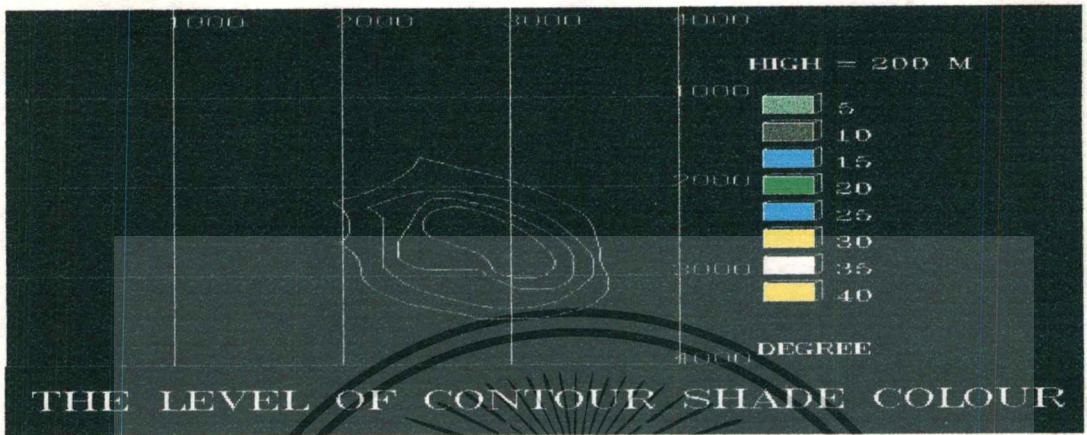
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21
ภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 23
ภาพเส้นชั้นความสูงแบบที่ 5



ภาพที่ 24
ภาพสามมิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นในส่วนของสองมิติจากเส้นชั้นความสูงในรูปแบบต่างๆ เส้นตารางเป็นขนาด 4 ตารางกิโลเมตร ระดับของสีที่อยู่ทางด้านขวาเป็นระดับของค่าความชันซึ่งเริ่มตั้งแต่ 5 - 40 องศา ส่วนของภาพสามมิติลักษณะของภูมิประเทศแสดงให้เห็นลักษณะของภูมิประเทศที่แสดงระดับของค่าความสูงขนาดของภูมิประเทศเป็นยอดเขา ซึ่งตามหลักการทางทหาร เป็นพื้นที่ที่เป็นจุดเด่นและควรแก่การพิจารณาเพื่อยึดเป็นภูมิประเทศสำคัญจำเป็นต้องยึดหรือควบคุมและถ้าจะพิจารณาเพื่อนำไปประกอบกับการวางกำลังหรือใช้ประโยชน์อย่างไรกับพื้นที่เป็นข้อมูลแก่ผู้บังคับบัญชาในการตกลงใจหรือเป็นข่าวสารในส่วนของการวิเคราะห์พื้นที่ปฏิบัติการของฝ่ายเสนาธิการ

ตัวอย่างในการวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงในรูปแบบต่างๆภาพของค่าความชันที่ปรากฏออกมาเห็นแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ภูมิประเทศต่างๆได้ผลตามที่ต้องการ สามารถบ่งบอกได้ว่าพื้นที่ใดควรปฏิบัติการอย่างไรและในส่วนของภาพสามมิติเห็นรูปทรงของภูมิประเทศได้อย่างชัดเจน ในกรณีทำตัวอย่างในการป้อนข้อมูลภูมิประเทศที่ต้องการเก็บไว้ทั้งหมดจะเห็นตัวอย่างได้อย่างชัดเจนสามารถครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดตามแนวชายแดนทำให้สะดวกในการนำมาใช้ภายหลังได้



บทที่ 6

สรุป

การศึกษากิจกรรมวิธีการเก็บแผนที่ในเครื่องคอมพิวเตอร์มีหลายวิธีและบางอย่างขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ การแปลงเส้นชั้นความสูงของแผนที่เป็นสองมิติเพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์ภูมิประเทศช่วยให้การวิเคราะห์ชัดเจนในมุมมองที่แตกต่างออกไป ในการแปลงเส้นชั้นความสูงเป็นสามมิติโดยใช้สมการสามมิติเข้ามาช่วยสามารถแสดงผลได้จากฐานข้อมูลเดิมของสองมิติ การนำเอาหลักการทางทหารมาช่วยในการวิเคราะห์ภูมิประเทศสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป หรือพัฒนาประกอบกับการจำลองยุทธ

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการแปลงจุดของเส้นชั้นความสูงซึ่งสร้างขึ้นมานั้นสามารถแสดงค่าความชันด้วยสีให้เห็นเด่นชัดในบริเวณยอดเขา ค่าความชันในแต่ละระดับเนื่องจากในขั้นตอนการแสดงค่าความชันด้วยสีใช้การลากเส้นจากวงนอกสุดเข้าสู่จุดสูงสุด จึงไม่สามารถที่จะครอบคลุมพื้นที่ได้ทั้งหมด แต่ก็ยังเป็นพื้นที่เกือบทั้งหมดและเมื่อนำมาประกอบกับการนับเม็ดสีในขั้นตอนการแสดงผลขนาดของพื้นที่จึงทำให้ขนาดของพื้นที่คลาดเคลื่อน แต่อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ ในส่วนของภาพแปลงภาพเป็นสามมิติก็สามารถแสดงผลได้ละเอียดในระดับที่สามารถปฏิบัติงานได้ การวิเคราะห์พื้นที่ที่สามารถวิเคราะห์ในหลายตัวอย่างของเส้นชั้นความสูงได้อย่างไม่ผิดพลาดรวมทั้งการแสดงผลทรวดทรงคดขวางในรูปสามมิติจากสมการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้สามารถทำงานได้อย่างดี

งานวิจัยชิ้นนี้ ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการนำเสนอในรูปแบบของ สองมิติ และสามมิติ ซึ่งผลที่ออกมาอยู่ในขั้นที่น่าพอใจสามารถใช้งานได้พอเพียงกับความต้องการในระดับของหน่วย ในแง่ของการใช้งานจริงการจัดทำแผนที่ในรูปแบบ สามมิติ มีคุณสมบัติเพียงพอต่อการใช้งานทางด้านการศึกษา แม้การจัดทำแผนที่จะใช้เวลาพอสมควร แต่เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและมีความแน่นอนในระดับหนึ่ง ประกอบกับก่อนที่จะทำการฝึกจะมีเวลาในการเตรียมการพอสมควร ซึ่งไม่มีปัญหาแต่ประการใด สามารถทำการพัฒนาเพื่อให้สะดวกในการใช้ หรือวิเคราะห์ในแง่มุมอื่น ๆ เพิ่มขึ้นต่อไปได้

การพัฒนา และการนำไปใช้

พบว่า การแสดงภาพสามารถที่จะนำไปใช้ในการแสดงแผนที่เส้นชั้นความสูงได้เป็นอย่างดี สำหรับจุดที่ต้องการนำไปใช้ทางการทหารจะนำเอาไปใช้ในลักษณะการนำพิกัดบนแผนที่ที่จะทำการวิเคราะห์ภูมิประเทศเพื่อใช้ในการฝึกครั้งนั้นๆ มาทำการ plot เพื่อแปลงเป็นภาพสามมิติ และจุดที่จะเน้นในการใช้ก็เพื่อวิเคราะห์พื้นที่จัดทำสนามบินและการวางกำลังในขั้นต้น โดยอาศัยการคำนวณค่าความชันจากเส้นชั้นความสูงที่อยู่ติดกัน ซึ่งภาพที่ออกมาจะเป็นภาพสามมิติของเส้นชั้นความสูงของระวางและแสดงค่าความชัน ณ จุดต่าง ๆ เมื่อนำไปใช้ในการฝึกก็จะสามารถทำให้ผู้ที่เข้ารับการฝึกสามารถเห็นภาพ ซึ่งใกล้เคียงกับในภูมิประเทศจริงๆ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเห็นพื้นที่จริง

ในการพัฒนาในขั้นต่อไป

ขั้นตอนการป้อนข้อมูลเข้า สามารถเลือกวิธีการป้อนข้อมูลจุด x,y โดยวิธีอื่นที่ใช้เครื่องมือที่ทันสมัยตามเทคโนโลยีในปัจจุบัน ให้สามารถครอบคลุมการป้อนข้อมูลได้เต็มหนึ่งระวางของแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 หรือ 1: 50,000 ซึ่งสามารถแยกประเภทในการเก็บได้ รวมทั้งสามารถต่อแผนที่ระวางใกล้เคียงกันให้เป็นขนาดใหญ่ขึ้นสามารถย่อขยายขนาดของแผนที่แต่ต้องเป็นข้อมูลของจุดที่ถูกต้อง

การพัฒนาโปรแกรมบนวินโดวส์ พร้อมทั้งออกแบบการติดต่อกับผู้ใช้ให้สะดวกในการป้อนและเรียกดูในรูปแบบต่างๆ ในด้านการวิเคราะห์สามารถทำให้วิเคราะห์ในรายละเอียดของพื้นที่ซึ่งอาจนำ แม่น้ำหรือสภาพภูมิประเทศเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลเป็นชั้นๆ เพื่อสะดวกในการเรียกดู ในส่วนสามมิติอาจใช้การ projection ในวิธี perspective ซึ่งสามารถแสดงการหมุนได้ 360 องศา พร้อมทั้งแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินกลยุทธ์ลงในส่วนของภาพสามมิติด้วยจะทำให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] กองการศึกษา รร.การบิณฑการบก แผนกขุทวิธี
“ การบิณฑการบกทางขุทวิธี” โรงพิมพ์โรงเรียนการบิณฑการบก, 2532, หน้า 1 - 6
- [2] ชัชวาล ยนต์หงส์ “แนะนำภาษา PASCAL โดย Turbo Pascal” สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,
2532, หน้า 1-319
- [3] นฤต กระจาย “การเขียนโปรแกรมและประมวลผลข้อมูลด้วย เทอร์โบปาสคาล” บริษัท
เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด, 2537, หน้า 1-494
- [4] บุญเลิศ เอี่ยมทัศนาศนา “เรียนรู้ภาษาปาสคาลด้วยเทอร์โบปาสคาล 4.0-5.0” บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป
จำกัด,2532,หน้า 1-273
- [5] สุขชาย ชนวเสถียร,ดร.และวิชัย จิวังกูร “โครงสร้างข้อมูลเพื่อการออกแบบ โปรแกรม
คอมพิวเตอร์” บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด,2532,หน้า 1-152
- [6] Cole, Gregory; Scott , Macinnes and James,Miller “Computer & Geosciences” Pergamon
Press Publishing Company,Inc.,1990,Vol.16,No.1,pp.101 - 109
- [7] Mayer, Herbert G. “ Programming Languages ” Macmillan Publishing Company,A Division
of Macmillan,Inc.,1988,pp. 1-679
- [8] Miller, Nancy E. “File Structures Using Pascal” the Benjamin/Cummings Publishing
Company,Inc.,pp. 1-487
- [9] Park, Chan S. “Interactive Microcomputer Graphics” Addison-Wesley Publishing
Company,Inc.,1985,pp.1-458
- [10] Pavlidis, Theo “Algorithms for Graphics and Image Processing” Computer Science
Press,Inc.,1982,pp. 1-401
- [11] Roy, Plastock A. and Gordon ,Kalley “Computer Graphics” McGraw-Hill,Inc.,1986, pp.57 –
58
- [12] Roy ,Plastock A.and Gordon, kalley “Theory and Problems of Computer Graphics”
McGraw-Hill,Inc.,1987,pp. 1-334
- [13] Star,Jeffrey and Estes, john “Geographic Information Systems” Prentice-Hall,Inc.,1990,pp.1
-295
- [14] Wirth, Niklaus “Algorithms+Data Structures = Programs” Prentice-Hall,Inc.,1976,pp. 1-366



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ภูมิประเทศจากแผนที่เส้นชั้นความสูง

Geography Analysis of Contour Map Using Microcomputer

ดร.บุญวัฒน์ อัครชู*

พ.ต.สุรวิทย์ รัตนประทุม**

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทหารหลายด้าน แต่ในการฝึกการวิเคราะห์ภูมิประเทศ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ยังไม่กว้างขวางเท่าที่ควร เพราะยังใช้แผนที่ในการวิเคราะห์ ถ้าได้นำคอมพิวเตอร์มาประกอบกับแผนที่เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ภูมิประเทศ จะทำให้ประหยัดเวลาและทรัพยากรได้อย่างมาก

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แผนที่เส้นชั้นความสูงในรูปแบบของภาพสองมิติ ซึ่งแสดงค่าความชันด้วยสีและการคำนวณขนาดของพื้นที่ ส่วนในรูปแบบของภาพสามมิติที่ผู้ใช้สามารถกำหนดมุมมองในการมองได้ โดยนำมาใช้วิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้อากาศยานเพื่อสนับสนุนทางยุทธวิธีในการปฏิบัติการของหน่วยทหาร

Abstract

Today computer are used in many military areas but their use in training is still not as extensive as it should be, for example, its use of maps for terrain analysis. But if we use computer constructed maps to help in terrain analysis this can greatly save time and resources.

This research is one element of computer usage for analysing two-dimensional contour which display elevation, colour and assist in calculation area. The three-dimensional form has the capability to benefit unit operation and user involved in aircraft tactical support planning by specifying terrain interdivisibility.

1. บทนำ

การวิเคราะห์พื้นที่ทางทหารนั้นมีส่วนสำคัญ และเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนทางทหาร ถ้าข้อมูลที่เราหาได้มีความละเอียดและชัดเจน จะมีส่วนอย่างมากในการ

ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นการที่จะทำให้แหล่งข้อมูล คือแผนที่ทางทหาร แสดงออกมาได้ทันทีในมุมมองต่างๆ ย่อมย่นระยะเวลาในการวิเคราะห์ไปได้มาก การวิเคราะห์พื้นที่ในรูปแบบสามมิติ เพื่อใช้ทางด้านการทหาร นำไปใช้ทำการฝึก เพื่อให้การฝึกมีประสิทธิภาพและชัดเจน การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ทางด้านการทหารเริ่มมีการแพร่หลายมากขึ้นดัง ได้มีการแจกจ่ายคอมพิวเตอร์ไปตามหน่วยต่างๆ ในกองทัพบก ซึ่งแต่ละ

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

** นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

หน่วยจะได้รับตามลำดับความสำคัญและหน้าที่หลักในการปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะนำมาเก็บข้อมูลด้านกำลังพล หรือไม้ก็ในด้านการส่งกำลังซึ่งเป็นการเก็บในลักษณะคลังสินค้าและมีการตัดจ่ายออกของชิ้นส่วนซ่อม แต่ในส่วนของฝ่ายยุทธการและการข่าว ซึ่งเป็นส่วนหลักสำคัญ อีกส่วนหนึ่งในโครงสร้างของหน่วยทหาร ซึ่งมีหน้าที่ในการออกคำสั่งฝึก กำหนดบริเวณที่ทำการฝึก โดยใช้แผนที่เป็นหลักในการปฏิบัติงาน ซึ่งคอมพิวเตอร์ยังไม่ได้เข้ามามีบทบาททางด้านนี้เท่าที่ควร ก่อนที่ฝ่ายยุทธการจะออกทำการฝึก จะนำแผนที่ระวางของพื้นที่ฝึกมาทำการวิเคราะห์เส้นทาง กำหนดจุดเดินทางและสำรวจพื้นที่แวดล้อมของพื้นที่ฝึก เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางกำลังแต่ละส่วน รวมถึงการจัดวางตำแหน่งที่ตั้งของอาวุธปืนและสามารถคำนวณแนวระยะยิง ที่จะปรากฏจริงเมื่อนำไปติดตั้ง ณ ตำแหน่งนั้น จะมีส่วนช่วยอย่างมากในการวิเคราะห์พื้นที่โดยเฉพาะในพื้นที่ที่อันตราย ซึ่งไม่สามารถจะเข้าไปสำรวจก่อนการวางกำลังได้

2. แนวความคิด

ในการนำมาใช้ในส่วนการฝึก เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะต้องมีการเตรียมการ ในส่วนนี้ค่อนข้างมาก แต่เราสามารถเลือกทำเฉพาะภูมิประเทศที่น่าสนใจ มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ เช่น บริเวณชายแดนทั่วทั้งประเทศ แนวติดต่อกับต่างประเทศ ภูมิประเทศสำคัญหรือเส้นทางทหาร แยกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลของเส้นชั้นความสูง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการประมวลผลในส่วนของภูมิประเทศและทำให้เห็นความชัดเจน รวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะบริเวณที่ทำการฝึกหรือภูมิประเทศชายแดนในส่วนของเส้นชั้นความสูงมักไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักคิดกับต้นไม้หรือเส้นทาง

3. ทฤษฎี

ใช้หลักการทางด้าน คอมพิวเตอร์ กราฟิก ระบบสองมิติ และระบบสามมิติ โปรแกรมเขียนด้วยภาษา ปาสคาล หลักการทางทหารใช้การวิเคราะห์พื้นที่ปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 หลักการ กราฟิกระบบ สองมิติ

แผนที่ คือ ภาพลายเส้นที่แสดงส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวพิภพลงบนวัสดุแผ่นเรียบโดยใช้สัญลักษณ์ เส้น สี และรูปร่าง ตามมาตราส่วนความสูงของพื้นที่ ณ จุดใดจุดหนึ่ง และทรวดทรงของพื้นที่ที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ และการวางกำลังของหน่วยทหาร โดยจะกำหนดเส้นทางที่หน่วยทหารต้องเคลื่อนที่ผ่าน ผลต่ออัตราเร็วในการเดินทางและผลของพื้นที่ที่กระทบกระเทือนต่อการยุทธ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการตรวจการณ์และการยิง การกำบังและการซ่อนพราง ตลอดจนการเลือกภูมิประเทศสำคัญ การปฏิบัติเราได้นำเฉพาะเส้นชั้นความสูงและใช้การแปลงค่าตั้งในฟังก์ชัน line ทำการลากเส้นขึ้นสู่ยอดเขาพร้อมกับคำนวณหาความชันโดยอาศัยระยะทางกับความสูง โดยแก้ไขภายในตัว โปรแกรมเพื่อให้เหมาะกับการหาค่าความชันและคำนวณค่าความชัน พร้อมกับแสดงออกในรูปของสี เพื่อให้เห็นความชัดเจนและสามารถกำหนดขอบเขตที่ต้องการในกรณีคำนวณหาพื้นที่ของแต่ละขนาดความชันที่ต้องการเพื่อแสดงขนาดของพื้นที่ควบคู่ไปกับความชัน การคำนวณ โดยกำหนดขอบเขตที่ต้องการ โปรแกรมจะเริ่มทำการนับเม็ดสีจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง พร้อมแสดงจำนวนของแต่ละเม็ดสีออกมา โดยขนาดของแต่ละหนึ่งเม็ดสี เท่ากับ หนึ่งตารางเมตร

3.2 หลักการ กราฟิกระบบ สามมิติ

ใช้การ interpolation จากจุด coordinate (x_p, y_p) เป็นจุด coordinate (x_p, y_p, z_p)

(x_p, y_p) = จุด coordinate ของภาพสองมิติ

(x_p, y_p, z_p) = จุด coordinate ของภาพสามมิติ

(x_u, y_u) = จุด coordinate (x_p, y_p) หลังการ interpolation

โดยใช้สมการ

$$z_{ij} = \frac{\sum_{p=1}^m \{z_p / [(x_i - x_p)^2 + (y_j - y_p)^2]\}}{\sum_{p=1}^m \{1 / [(x_i - x_p)^2 + (y_j - y_p)^2]\}} \dots\dots(3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ค่า x_g, y_g ด้วยจาก

$$x_g = x_0 + (i-1)*xinc \dots\dots\dots(3.2)$$

$$y_g = y_0 + (j-1)*yinc\dots\dots\dots(3.3)$$

หลังจากทำการ interpolation แล้วจะลากเส้น grid พร้อมทั้งกำหนดขนาดของ row และ column และทำการกำหนดความละเอียดของภาพและมุมมองในขั้นตอนการ generate surfacemesh โดยใช้ ค่า z_{ij} และ x_g, y_g มาคำนวณการลากเส้นตามแนว row และ column และใช้ การลากเส้นใน สมการ

function moveto ของ $\{(x_g*xcos + y_g*ygos), truey [round(z_{ij}*xsin + y_g*ysin)]\}$

และ function lineto ของ $\{(x_g*xcos + y_g*ygos), truey [round(z_{ij}*xsin + y_g*ysin)]\}$

4. รายละเอียดของโปรแกรม

4.1 ขั้นตอนของการแสดงภาพสองมิติ โปรแกรมเขียนด้วยภาษาปาสคาล ภาพที่แสดงเพื่อแสดงความชันด้วยสีเพื่อแสดงให้เห็นความชัดเจนของภูมิประเทศ โดยเริ่มจาก

- การตีช่องตารางเป็นสเกล จัตุรัส ระยะ 100 จุด โดยเริ่มจาก 0 ถึง 400

- การป้อนจุด coordinate x,y ของเส้นชั้นความสูงทั้งหมดลงไป ซึ่งแต่ละเส้นแสดงด้วยรหัสสีต่างกันและค่าความสูงของแต่ละเส้นจะห่างกัน 200 เมตร

- ทำการคำนวณหาค่าความชัน โดยกำหนดจุดยอดเขาเป็นจุดอ้างอิง แต่ละจุดของแต่ละวงจะลากเส้นตรงสมมุติมายังจุดนี้

- เมื่อลากผ่านเส้นชั้นความสูงใดๆ จะหยุดและคำนวณหาค่าความชันระหว่างจุดเริ่มกับจุดที่หยุดออกมาเป็นค่า tan และองศาที่ปรากฏออกมาในทุกระยะ 5 องศา จะแสดงด้วยสีที่แตกต่างกัน โดยค่าองศาสูงสุดจะอยู่ที่ 45 องศา

- ลากเส้นสีตามองศาที่คำนวณได้แล้วแทนค่าความชันด้วยสี ตั้งแต่ 0 - 45 องศา

- กำหนดขอบเขตที่ต้องการหาพื้นที่ ซึ่งมีหน่วย

เป็นตารางเมตร โปรแกรมจะแสดงขนาดของพื้นที่ของแต่ละ

ละความชันที่ปรากฏอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนดขนาดขึ้นในครั้งแรก

4.2 ขั้นตอนของการแสดงภาพสามมิติ

- ใช้ข้อมูลของจุดที่ประกอบเป็นเส้นชั้นความสูงเดิมในระบบสองมิติ

- ทำการ interpolation เพื่อให้ได้ค่า z_{ij} โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

* อัลกอริทึมในการ interpolation มีดังนี้

```
begin
open input data file and read number of data points(n,m)
read arbitrary data x(i),y(i), and z(i)
for i = 1 and i < m do
for j = 1 and j < n do
compute x,y for grid as
 $x_g = x_0 + (i-1)*xinc$ 
 $y_g = y_0 + (j-1)*yinc$ 
compute z [i,j]
next j
next i
print data to output file
end
end
```

* กำหนด ค่า x_0, y_0 เป็นจุดตั้งต้นที่จะเริ่มการ interpolation โดยกำหนดให้ต่ำกว่าค่า coordinate x_i, y_i ของจุดต่ำสุด

* กำหนดค่า $xinc, yinc$ คือค่าที่เพิ่มตามแนว row และ column เพื่อกำหนดหัวในการ interpolation การกำหนดค่ามีผลต่อปริมาณการคำนวณและ ความละเอียดของภาพ

* หาค่า x_g, y_g โดย

$$x_g = x_0 + (i-1)*xinc \dots\dots\dots(4.1)$$

$$y_g = y_0 + (j-1)*yinc\dots\dots\dots(4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ทำการคำนวณ โดยใช้สมการหาค่า z_u ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นจำนวนจุดเท่ากับ จำนวน row*column ค่า coordinate z เก็บในรูปไฟล์เพื่อทำการเรียกใช้ต่อไป

- ขั้นตอน surfacemesh การกำหนดพื้นผิว และมุมมอง มีรายละเอียดดังนี้

* กำหนดค่า x_0, y_0

* ดำเนินการในแนว column ก่อน โดยกำหนด

$x_z = x_0 + i*inc, y_z = y_0$ คงที่ แล้วใช้คำสั่ง moveto เพื่อคำนวณการย้ายจุด ไปยังจุด

$\{(x_z *xcos + y_z *ycos), truey [round(z_u *xsin + y_z *ysin)]\}$

โดยกำหนด $y_z = y_0 + j*inc$ แล้วใช้คำสั่ง lineto เพื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ย้ายทุกจุด ตามแนว row

* ดำเนินการในแนว row โดยกำหนด

$y_z = y_0 + j*inc, x_z = x_0$ คงที่ แล้วใช้คำสั่ง moveto เพื่อคำนวณการย้ายจุด ไปยังจุด

$\{(x_z *xcos + y_z *ycos), truey [round(z_u *xsin + y_z *ysin)]\}$

โดยกำหนด $x_z = x_0 + i*inc$ แล้วใช้คำสั่ง lineto เพื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ย้ายทุกจุดตามแนว column

5. ผลการทดลอง

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซิฟิยู 386 DX-33 หน่วยความจำขนาด 8 Mb ใช้พื้นที่ขนาด 4 ตารางกิโลเมตร มีการกำหนดค่าตัวแปรดังต่อไปนี้

5.1 ส่วนของ 2 มิติ

- พื้นที่เป็นเนินเขา มีเส้นชั้นความสูงจำนวน 6 เส้น แต่ละเส้นมีค่าความสูงเพิ่มขึ้นเส้นละ 200 เมตร

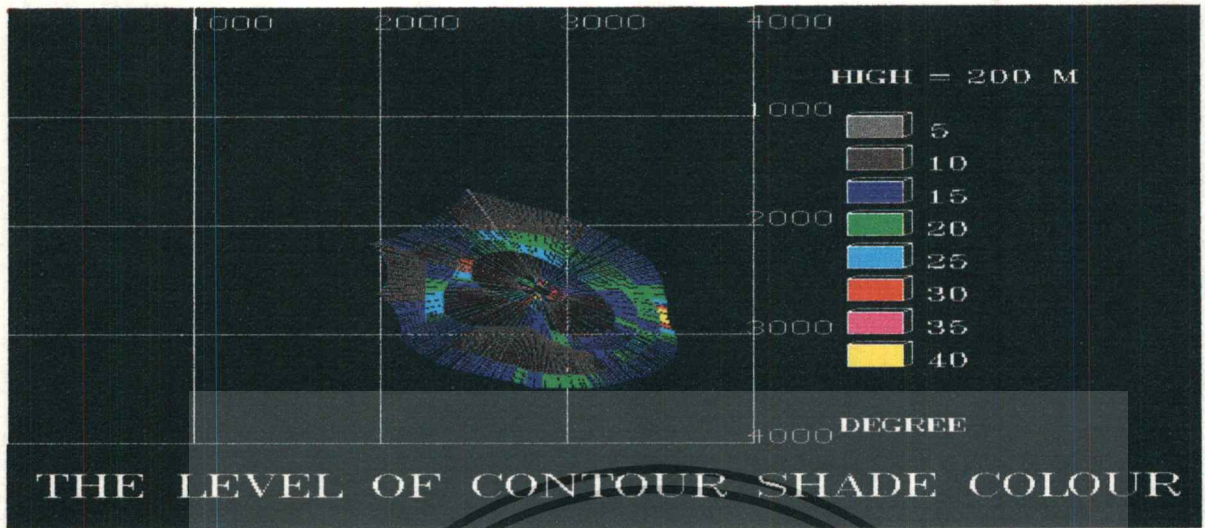
- ภาพเส้นชั้นความสูงในรูปของสีแสดงความชันปรากฏในรูปที่ 1

- เมื่อต้องการคำนวณพื้นที่ในบริเวณใด การปฏิบัติก็จะต้องทำการกำหนดจุดมุมซ้ายบนและจุดมุมขวาล่าง จะเกิดกรอบสี่เหลี่ยม แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณหาจำนวนจุดสี่ของแต่ละค่าความชัน โดยนับเม็ดสี่ที่อยู่ภายในกรอบ แล้วแยกออกมาเป็นค่าความชันของแต่ละระดับ และในส่วนของการคำนวณพื้นที่ของแต่ละค่าความชันจะแสดงออกมาในรูปของพื้นที่มีหน่วยเป็นตารางเมตร

การวิเคราะห์ จากภาพแสดงให้เห็นว่า ค่าความชันส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 5 - 15 องศา ซึ่งสามารถนำยานพาหนะผ่านได้สะดวก พื้นที่ในบริเวณที่มีค่าความชัน 5 - 10 องศา เป็นพื้นที่ที่มีบริเวณกว้างเหมาะแก่การตั้งฐานปฏิบัติการ เป็นที่ตั้งของปืนใหญ่ ส่วนบริเวณที่มีค่าความชันระหว่าง 0-15 องศา เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้ในการสร้างสนามจอดอากาศยานเฮลิคอปเตอร์ เนื่องจากพื้นที่ในการลงจอดของเฮลิคอปเตอร์ จะต้องไม่มีค่าความลาดชันมากเกินไป เพราะจะทำให้เครื่องเอียงและเสียสมดุลหรือพลิกคว่ำได้ถ้าลงจอด แต่ถ้าพื้นที่นั้นมีค่าความชันมากกว่าที่กำหนดจะต้องทำการบินลอยอยู่เหนือพื้น ซึ่งจะทำให้ผลของการปฏิบัติการเปลี่ยนไป เช่น ในกรณีส่งกำลังพลลงสู่พื้น หรือรับผู้เจ็บป่วยเพื่อนำไปส่งยังโรงพยาบาลใน ส่วนหลัง สำหรับพื้นที่ที่ต้องใช้ในการลงจอดโดยทั่วไปจะต้องมีขนาด 50*50 ตารางเมตร หรือ 2,500 ตารางเมตร แต่ใน ส่วนของค่าความชัน 15 องศา จะเป็นพื้นที่ที่ยานพาหนะสามารถผ่านได้อย่างจำกัด ไม่สะดวกนัก สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความชัน 20 องศา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอยู่มากพอสมควรตามแนวขอบเขา ยานพาหนะสามารถจะเคลื่อนที่ผ่านได้แต่ไม่เหมาะที่จะใช้พื้นที่บริเวณนี้ เพราะจะทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปได้อย่างลำบากมาก ยานพาหนะจะเคลื่อนที่ได้ช้า ทำให้เป็นเป้าหมายในการโจมตีของข้าศึก และไม่เหมาะจะทำสนามจอดเฮลิคอปเตอร์ ในส่วน of ค่าความชันในเส้นชั้นความสูง 35 องศา จะมีอยู่ในบริเวณยอดเขา ยานพาหนะยังคงสามารถเคลื่อนที่ได้ ยกเว้นส่วนที่มีค่าความชัน 45 องศา จะไม่สามารถผ่านไปได้ สำหรับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศนั้น จะต้องใช้หลักการทางด้านการทหารหลายอย่างผสมผสานเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นภารกิจของหน่วยเหนือ สถานการณ์ในขณะนั้น และอาจต้องขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชา เพราะบางครั้งพื้นที่ในการปฏิบัตินั้นผิดหลักการ แต่ต้องทำการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุภารกิจให้ได้ ซึ่งบางครั้งอาจต้องมีการสูญเสียเป็นจำนวนมากก็ต้องปฏิบัติ แต่ในส่วนนี้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นพื้นฐานเบื้องต้นเพื่อใช้ในการฝึกการวิเคราะห์พื้นที่ปฏิบัติการของกำลังพล และฝ่ายเสนาธิการ รวมทั้งผู้บังคับบัญชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษารวบรวมข้อมูลเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 การแสดงความชันด้วยสี

5.2 ส่วนของ 3 มิติ

- กำหนดตาราง grid ขนาด row* coloum = 19*17
- กำหนดมุมมอง theta = 15° alpha = 150°
- ภาพของเส้นชั้นความสูงสามมิติแสดงในรูปที่ 2
- พร้อมทั้งแสดงระดับความสูงแต่ละระดับให้เห็นได้

ชัดเจนขึ้น

การวิเคราะห์ จากภาพแสดงให้เห็นว่า มุมมองในลักษณะสามมิติ จะมองเห็นเป็นรูปเนินเขาอย่างชัดเจน เห็นลักษณะของความโค้งชัน มุมมองในภูมิประเทศจริง โดยที่ผู้เข้ารับการฝึกไม่จำเป็นต้องเดินทางไปดูภูมิประเทศจริงด้วย ส่วนระดับความสูงที่แสดงด้วยสีจะทำให้เห็นค่าความสูงชัดเจน

ตัวอย่างการปฏิบัติการ

- ก. การหา พื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างสนามบิน จะต้องมี พื้นที่ขนาด 50*50 m²ลาดความสูงไม่เกิน 10 %
- ข. การหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการทำลานจอดเฮลิคอปเตอร์ จะต้องมี พื้นที่ขนาด 50*50 m²ลาดความสูงไม่เกิน 15 %

ค. การหาเส้นทางขนส่งอุปกรณ์ทางทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จะต้องเป็นเส้นทางที่มีค่าความชัน ดังนี้

- 5 % ผ่านได้ดี
- 15 % ผ่านได้จำกัด
- 25 % ผ่านได้ช้า
- 35 % ผ่านได้ช้ามาก
- 45 % ผ่านไม่ได้

การปฏิบัติในสถานการณ์การยุทธ ให้สำรวจพื้นที่ที่คาดว่าจะใช้ประโยชน์ ตามข้อ ก.-ข. ในกรณีคำนวณพื้นที่ที่ใช้เมาส์คลิกที่ขอบเขตที่ต้องการว่ามีพื้นที่พอเพียงหรือไม่ ซึ่งจากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าพื้นที่เหมาะสมในการสร้างสนามบิน และสนาม ฮ. มีอยู่ด้วยกันหลายจุด ซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานได้ ส่วนการจะเลือกจะใช้พื้นที่ใดได้บ้างแล้วแต่สถานการณ์การยุทธซึ่งจะต้องใช้วิจารณญาณของผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจในการยุทธครั้งนั้น เช่น มีข้าศึกอยู่หนาแน่นทางด้านทิศเหนือของเนินก็คงต้องนำเครื่องจอดได้ในบริเวณหลังเนินจะปลอดภัยกว่า เป็นต้น แต่ในกรณีสำรวจเส้นทางต้องดูเส้นทางที่มีค่าความชันน้อยที่สุด แต่ทั้งนั้นย่อมต้องขึ้นอยู่กัปัจจัยทางทหารอื่นๆประกอบด้วย เช่น อาจจำเป็นต้องการแลกระยะทางกับเวลา หรือ ต้องทำการเคลื่อนที่ไปในที่ที่อันตรายเพื่อเป็นการลวงก็ได

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ภาพสามมิติแสดงรูปร่าง และระดับความสูงด้วยสี

6. การพัฒนา และการนำไปใช้

พบว่า การแสดงภาพสามมิติที่สามารถนำไปใช้ในการแสดง แผนที่เส้นชั้นความสูงได้เป็นอย่างดี สำหรับจุดที่ต้องการนำไปใช้ทางการทหารจะนำเอาไปใช้ในลักษณะที่นำพิภคบนแผนที่ที่จะทำการวิเคราะห์ภูมิประเทศเพื่อใช้ในการฝึก ครั้งนั้นๆ มาทำการ plot เพื่อแปลงเป็นภาพ สามมิติ และจุดที่จะเน้นในการใช้ก็เพื่อ วิเคราะห์พื้นที่จัดทำสนามบิน และการวางกำลังในขั้นต้น โดยอาศัยการคำนวณค่าความชันจากเส้นชั้นความสูงที่อยู่ติดกัน ซึ่งภาพที่ออกมาจะเป็นภาพสามมิติของเส้นชั้นความสูงของระวาง และแสดงค่าความชัน ณ จุด ต่างๆ เมื่อนำไปใช้ในการฝึกก็จะสามารถทำให้ผู้ที่เข้ารับการฝึกสามารถจะเห็นภาพ ซึ่งใกล้เคียงกับในภูมิประเทศจริงๆ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเห็นพื้นที่จริง

7. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการนำเสนอในรูปแบบของ สองมิติ และสามมิติ ซึ่งผลที่ออกมาอยู่ในขั้นที่น่าพอใจสามารถใช้งานได้พอเพียงกับความต้องการในระดับของหน่วย ในแง่ของการใช้งานจริง การจัดทำแผนที่

ในรูปแบบ สามมิติ มีคุณประโยชน์เพียงพอต่อการใช้งานทางการฝึก แม้การจัดทำแผนที่จะใช้เวลาพอสมควร แต่เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน และมีความแน่นอนในระดับหนึ่ง ประกอบกับก่อนที่จะทำการฝึกจะมีเวลาในการเตรียมการพอสมควร ซึ่งไม่มีปัญหาแต่ประการใด และสามารถทำการพัฒนาเพื่อให้สะดวกในการใช้ หรือวิเคราะห์ในแง่มุมอื่นๆ เพิ่มขึ้นอีกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

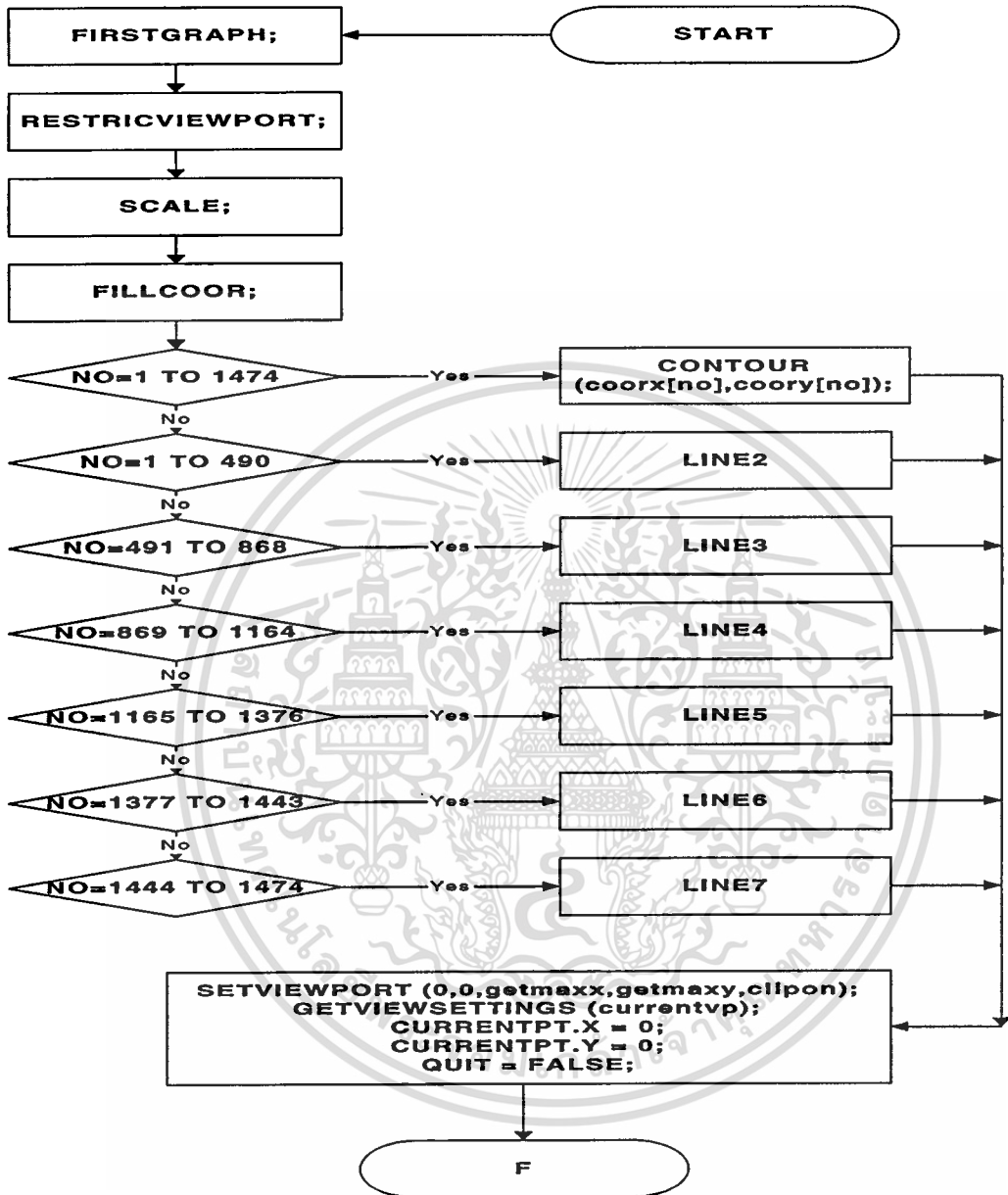
- [1] กองการศึกษา รร.การบินทหารบก แผนกยุทธวิธี "การบินทหารบกทางยุทธวิธี" โรงพิมพ์โรงเรียนการบินทหารบก, 2532, หน้า 1 - 6
- [2] Gregory Cole, Macinnes Scott and Miller James "Computer & Geosciences" Pergamon Press Publishing Company, Inc., 1990, Vol. 16, No. 1, pp. 101 - 109
- [3] Park, Chan S. "Interactive Microcomputer Graphics" Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1985, pp. 133 - 241
- [4] Roy, Plastock A. and Kalley Gordon "Computer Graphics" McGraw-Hill, Inc., 1986, pp. 57 - 58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงภาพสองมิติ

แสดง main program ของการแสดงผลสองมิติ



FIRSTGRAPH ทำการติดต่อกับ driver ในการแสดงผลและเตือนในกรณีที่มีความผิดพลาด

RESTRICVIEWPORT กำหนดขอบเขตในการแสดงผล

SCALE ทำการสร้างตารางและกริดพร้อมแสดงแถบสีเปรียบเทียบระดับความชัน

FILLCOOR เก็บตำแหน่งของจุดเส้นชั้นความสูงในรูปของ อาร์เรย์

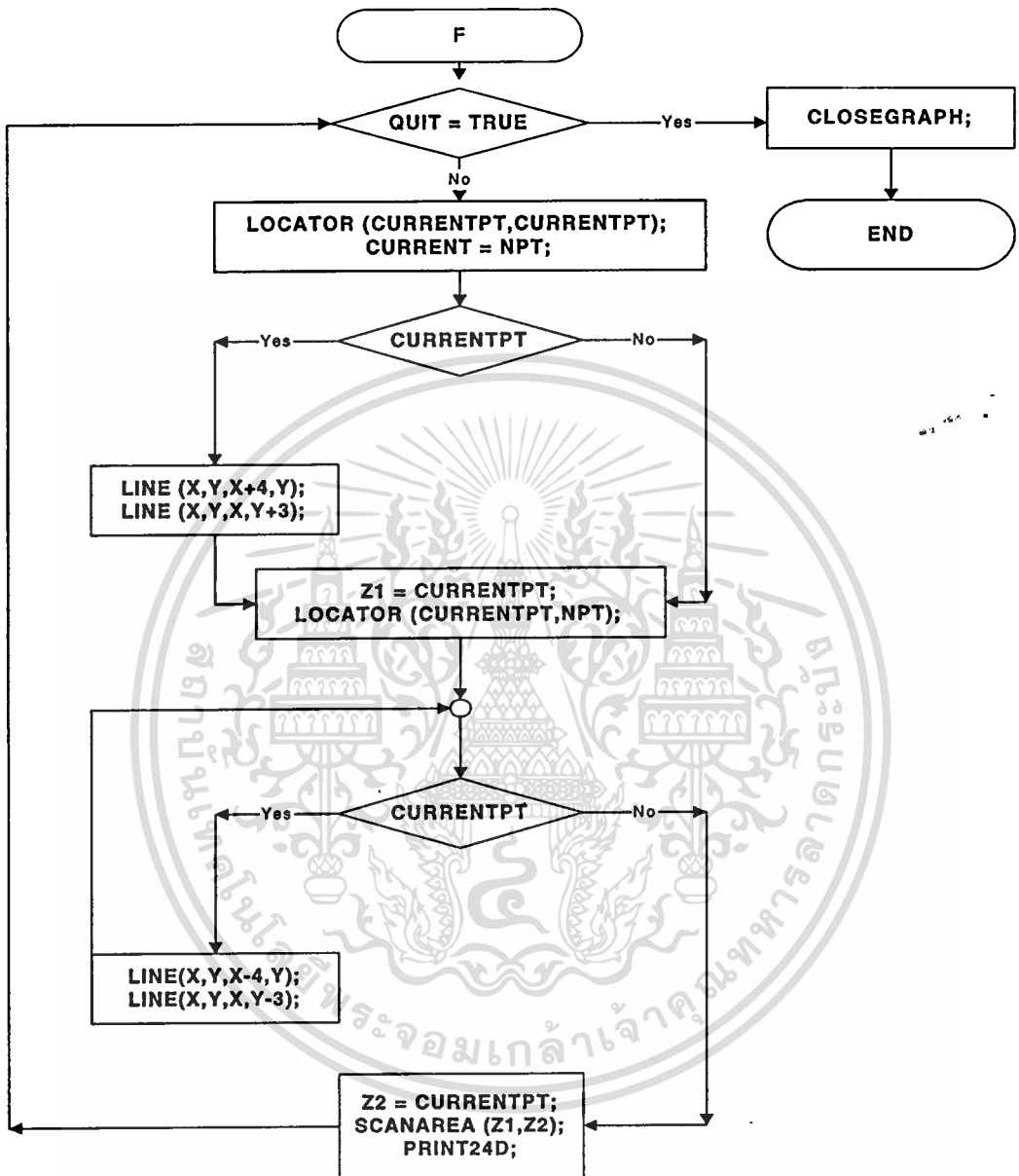
CONTOUR วาดจุดโดยแทนสีของเส้นชั้นความสูงแต่ละวงให้ต่างกัน

LINE 2-7 ทำการลากเส้น โดยเริ่มจากจุดใดๆของเส้นชั้นความสูงวงนอกสุด ไปสู่จุดยอดเขาและเมื่อเส้นที่ลากตัดกับสีของเส้นชั้นความสูงวงถัดมาที่กำหนดก็จะหยุดคำนวณค่าความชันแล้วเลื่อนจุดเริ่มต้นเป็นจุดถัดมาของเส้นชั้นความสูงวงนอกสุดจนครบรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

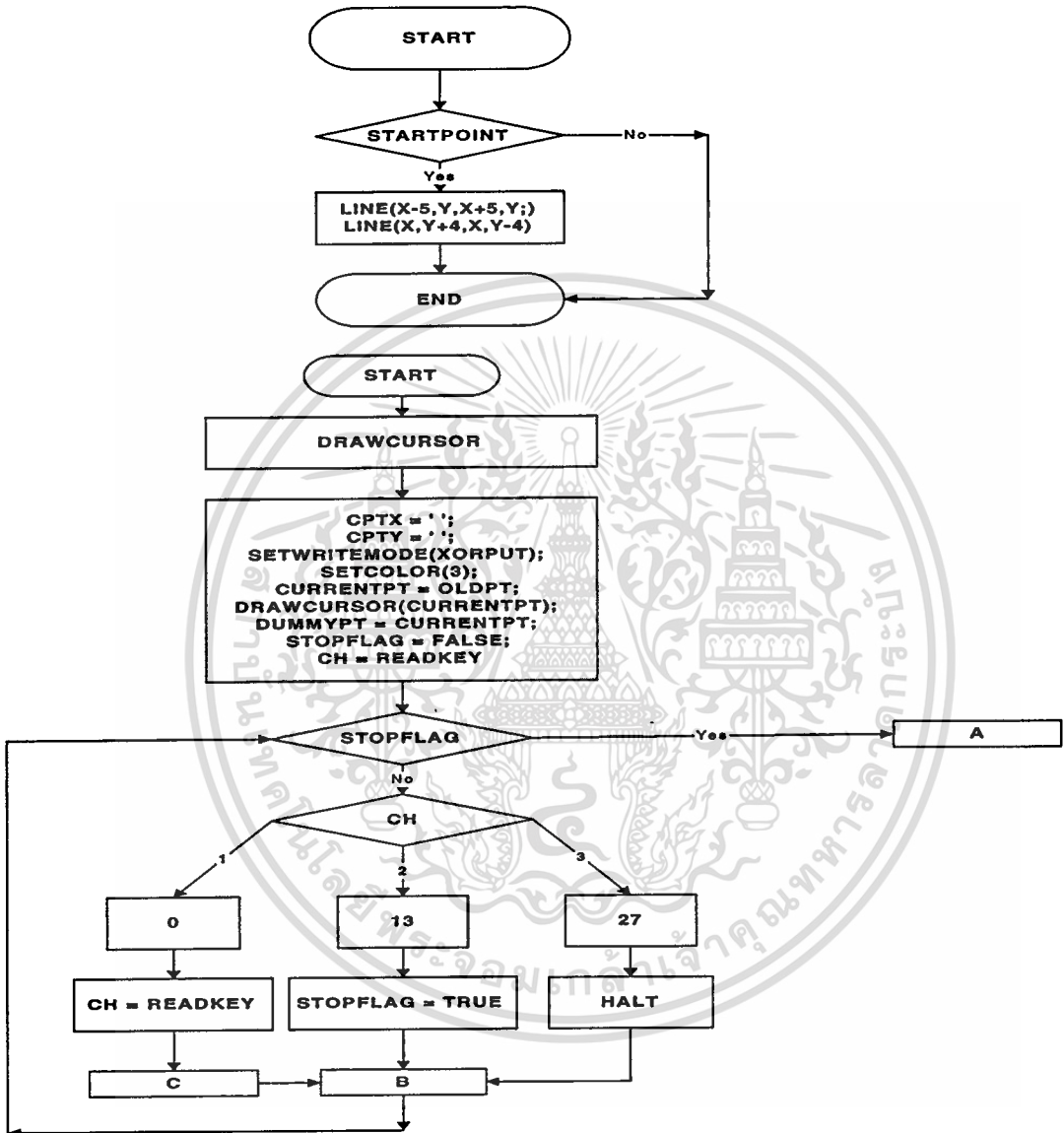
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดง main program ของการแสดงผลสองมิติ



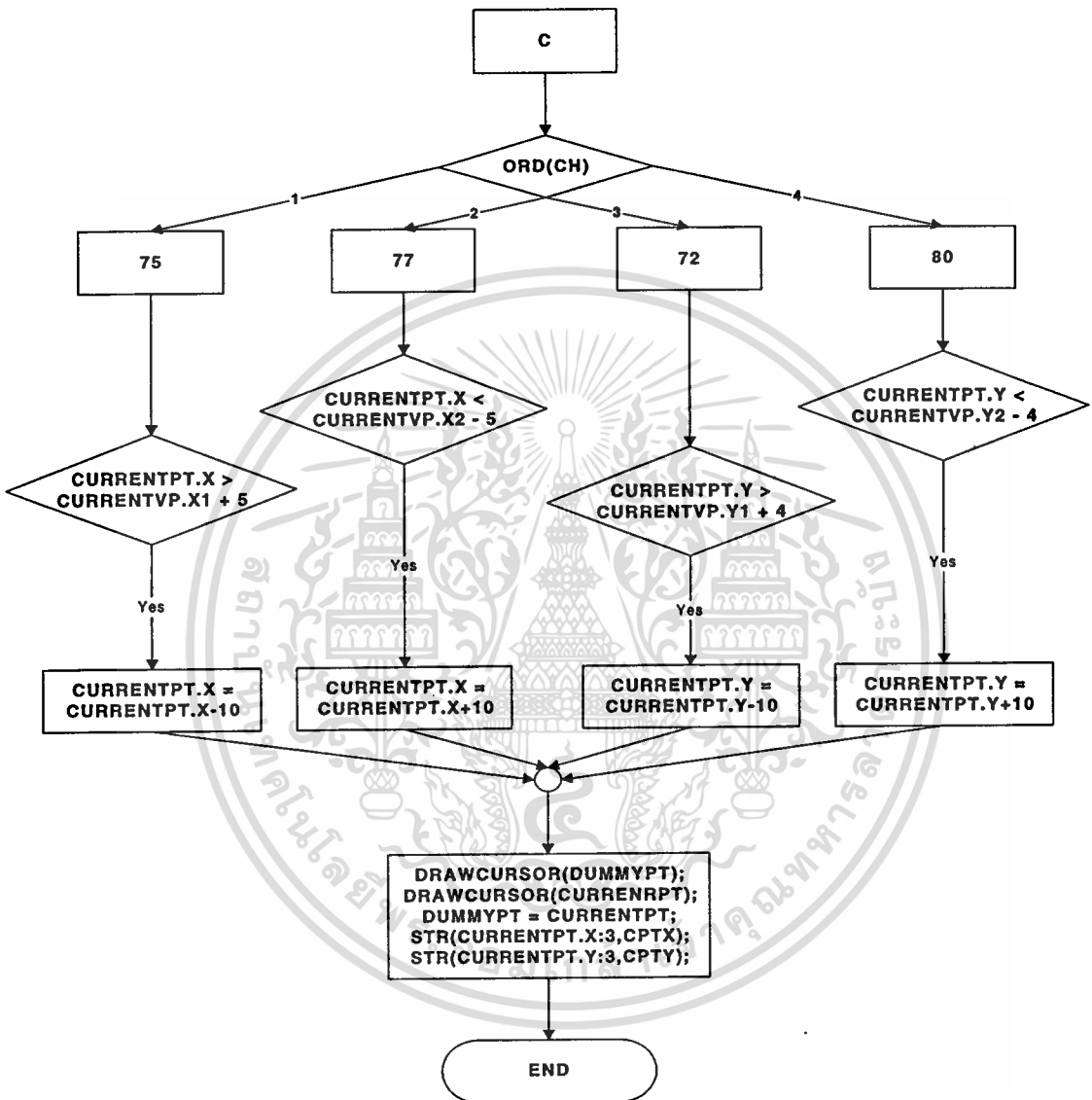
- LOCATOR** กำหนดตำแหน่งของเคอร์เซอร์เริ่มต้นอยู่ที่ (0,0) ใช้ในการวาดรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดจุดซ้ายบนและขวาล่างเพื่อกำหนดขอบเขตในการนับเม็ดสีเพื่อแสดงขนาดของพื้นที่
- SCANAREA** กำหนดขนาดของพื้นที่ของสีโดยการนับเม็ดสีซึ่งผลเป็นหน่วยตารางเมตร

แสดงการควบคุม cursor รับขอบเขตเพื่อใช้ในการคำนวณขนาดของพื้นที่



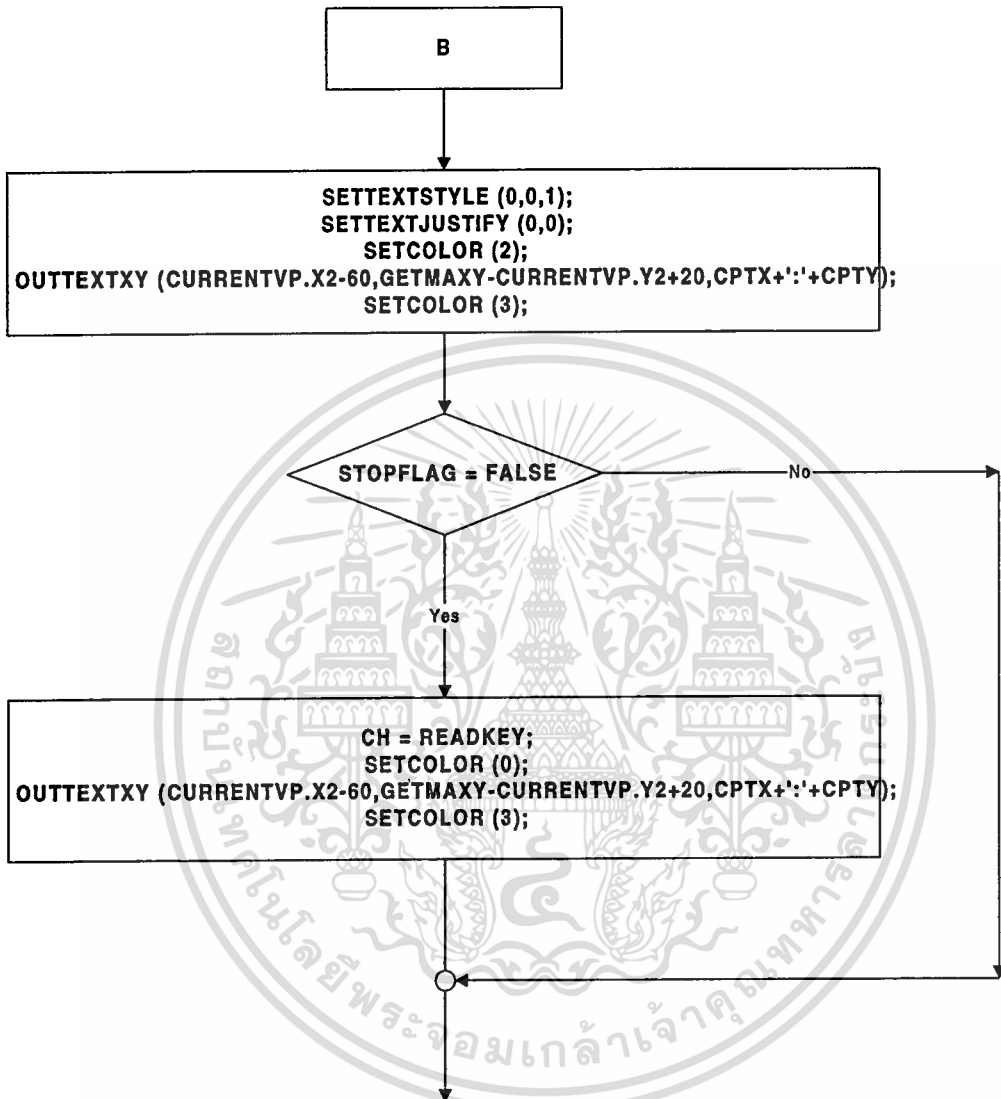
กำหนดขนาดของเคอร์เซอร์พร้อมทั้งกำหนดจุดเริ่มต้น และกำหนดค่าของคีย์บอร์ดที่ใช้ในการป้อน และหยุด

แสดงการควบคุม cursor รับขอบเขตเพื่อใช้ในการคำนวณขนาดพื้นที่ (ต่อ)



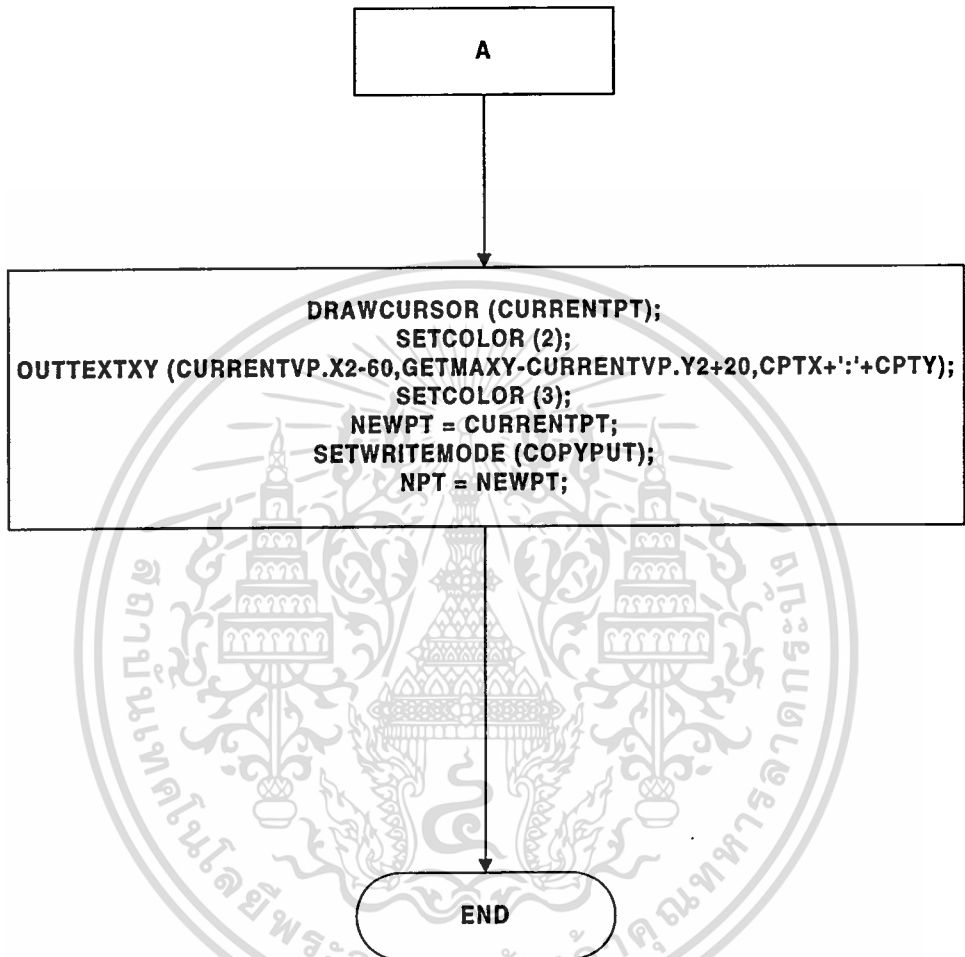
การกำหนดทิศทางของเคอร์เซอร์โดยใช้ลูกศรพร้อมทั้งเก็บค่าของจุดเคอร์เซอร์

แสดงการควบคุม cursor รับขอบเขตเพื่อใช้ในการคำนวณขนาดของพื้นที่ (ต่อ)

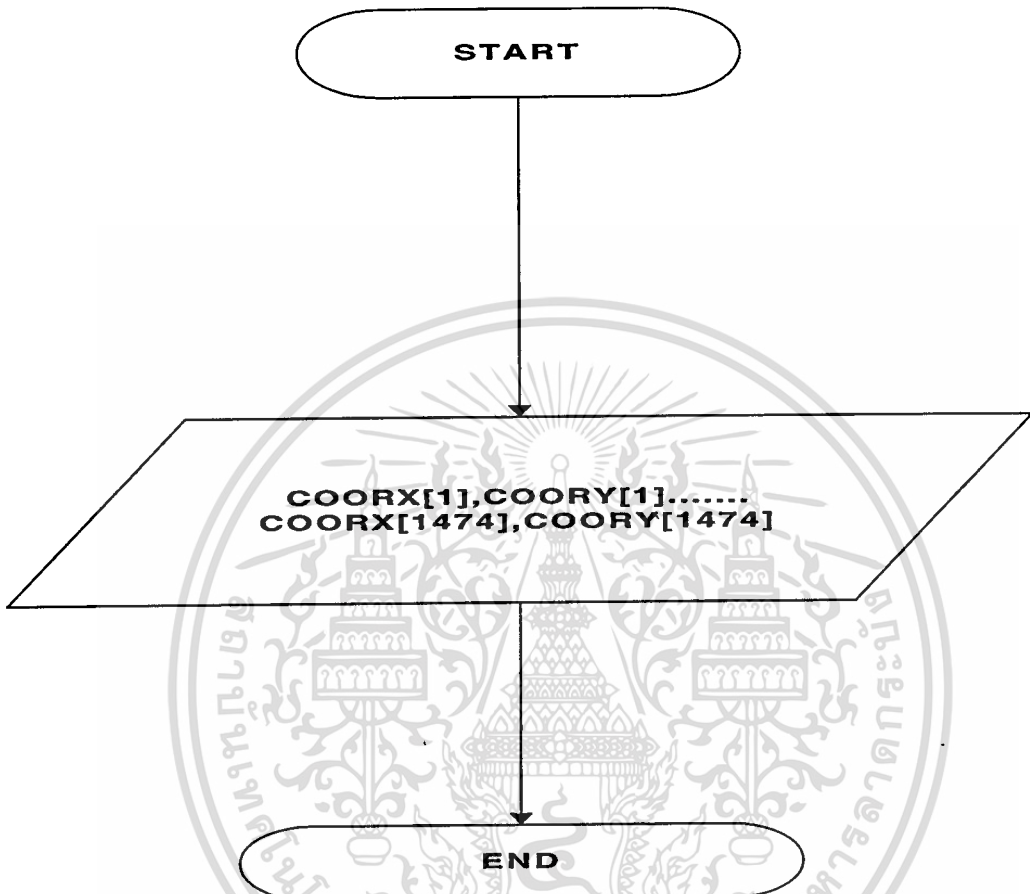


แสดงจุด โคออดิเนต x,y ตามที่เคอร์เซอร์เคลื่อนที่ไปบริเวณมุมบนขวาของจอ

แสดงการควบคุม cursor รับขอบเขตเพื่อใช้ในการคำนวณขนาดของพื้นที่ (ต่อ)

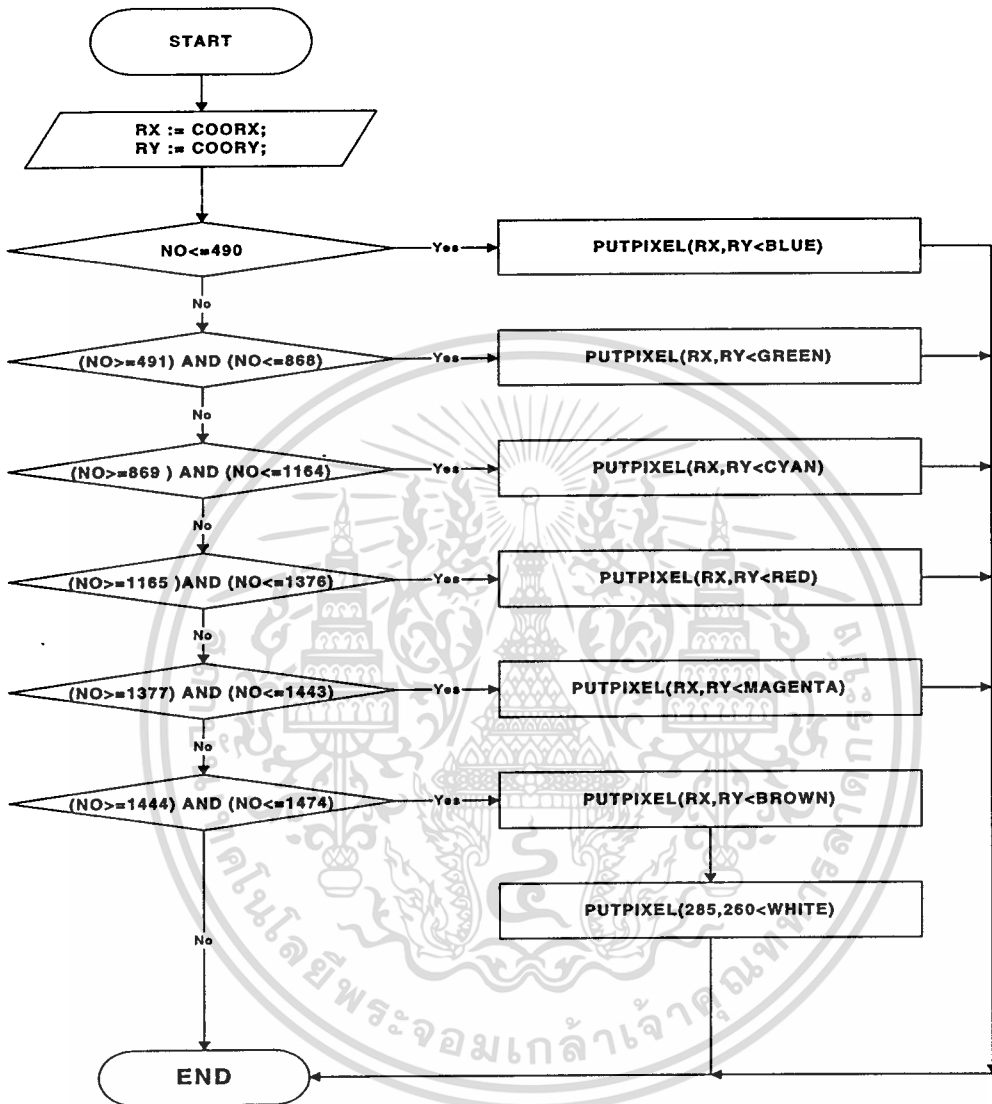


แสดงการเรียก coordinate x,y ซึ่งเก็บในรูปของ array of integer



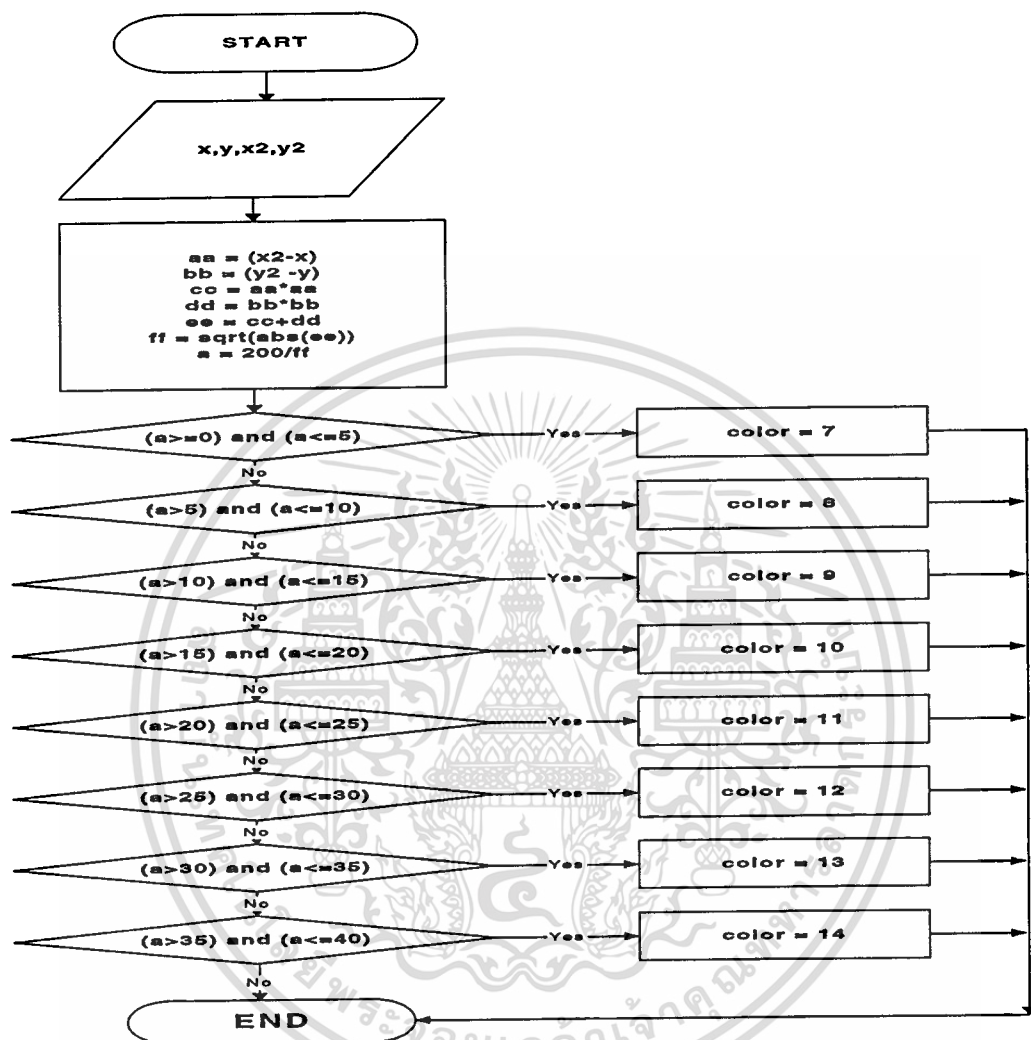
จำนวนของจุดโคออร์ดิเนตทั้งสิ้น 1474 จุดซึ่งทำการป้อนด้วยมือ

แสดงค่าของจุด contour แต่ละวงในรูปของสี



จุด โคออร์ดิเนตที่	1-490	แสดงด้วยสี blue
จุด โคออร์ดิเนตที่	491-868	แสดงด้วยสี green
จุด โคออร์ดิเนตที่	869-1164	แสดงด้วยสี cyan
จุด โคออร์ดิเนตที่	1165-1376	แสดงด้วยสี red
จุด โคออร์ดิเนตที่	1377-1443	แสดงด้วยสี magenta
จุด โคออร์ดิเนตที่	1444-1474	แสดงด้วยสี brown
จุด โคออร์ดิเนต	(285,260) ซึ่งเป็นจุดสูงสุด	แสดงด้วยสี white

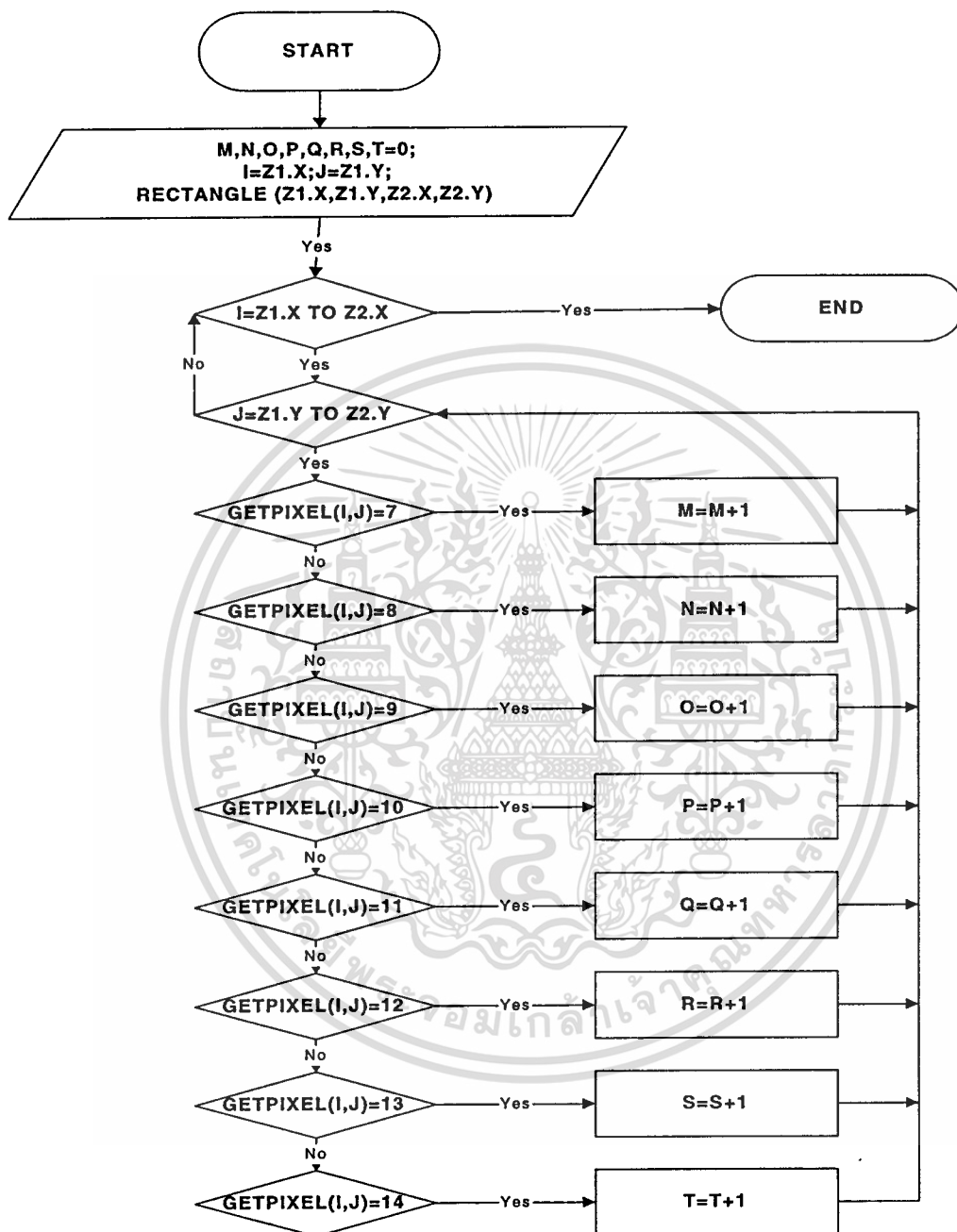
แสดงการคำนวณความชันออกมาเป็นระดับสี



ff = ระยะห่างระหว่างจุด

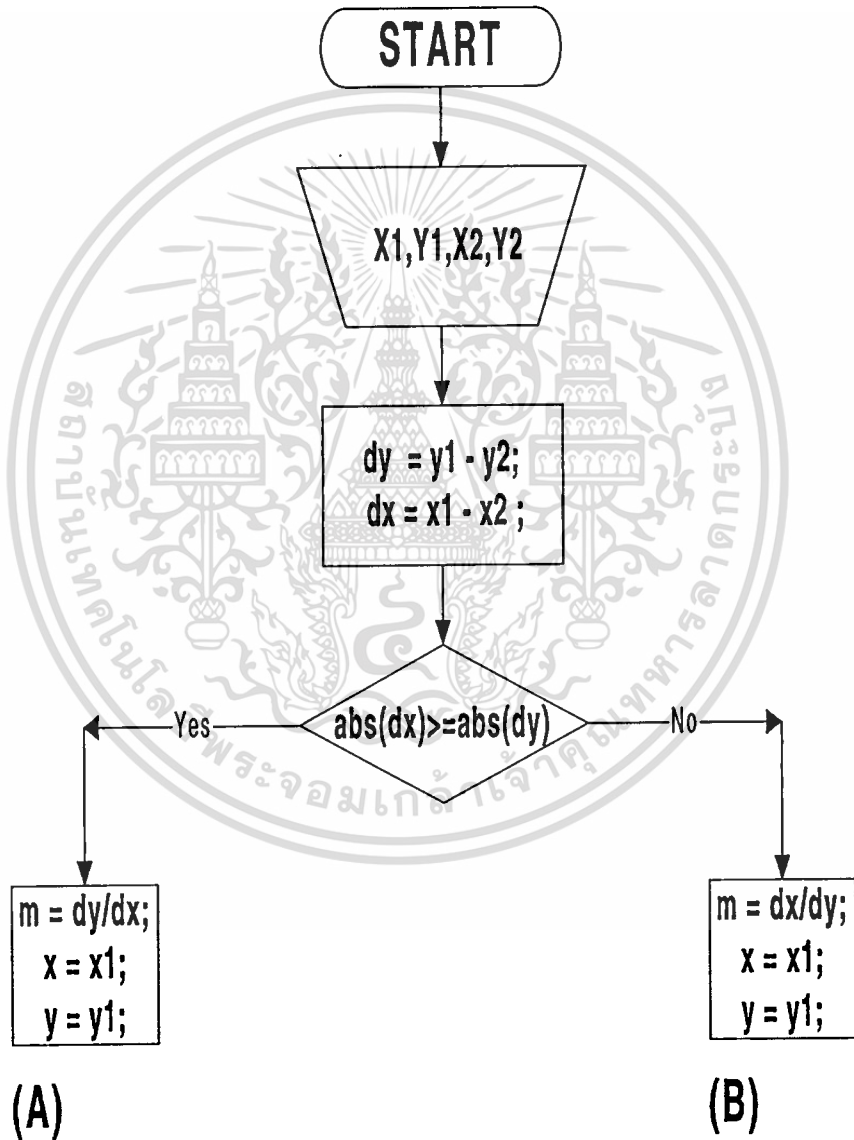
a = ค่าความชัน ซึ่ง 200 คือค่าความสูงของแต่ละเส้นชั้นความสูงค่าความชันในห้วงต่างๆ แสดงด้วยระดับของสีที่กำหนดตั้งแต่ 7-14

แสดงการคำนวณขนาดของพื้นที่ที่กำหนดโดยทำการนับเม็ดสี

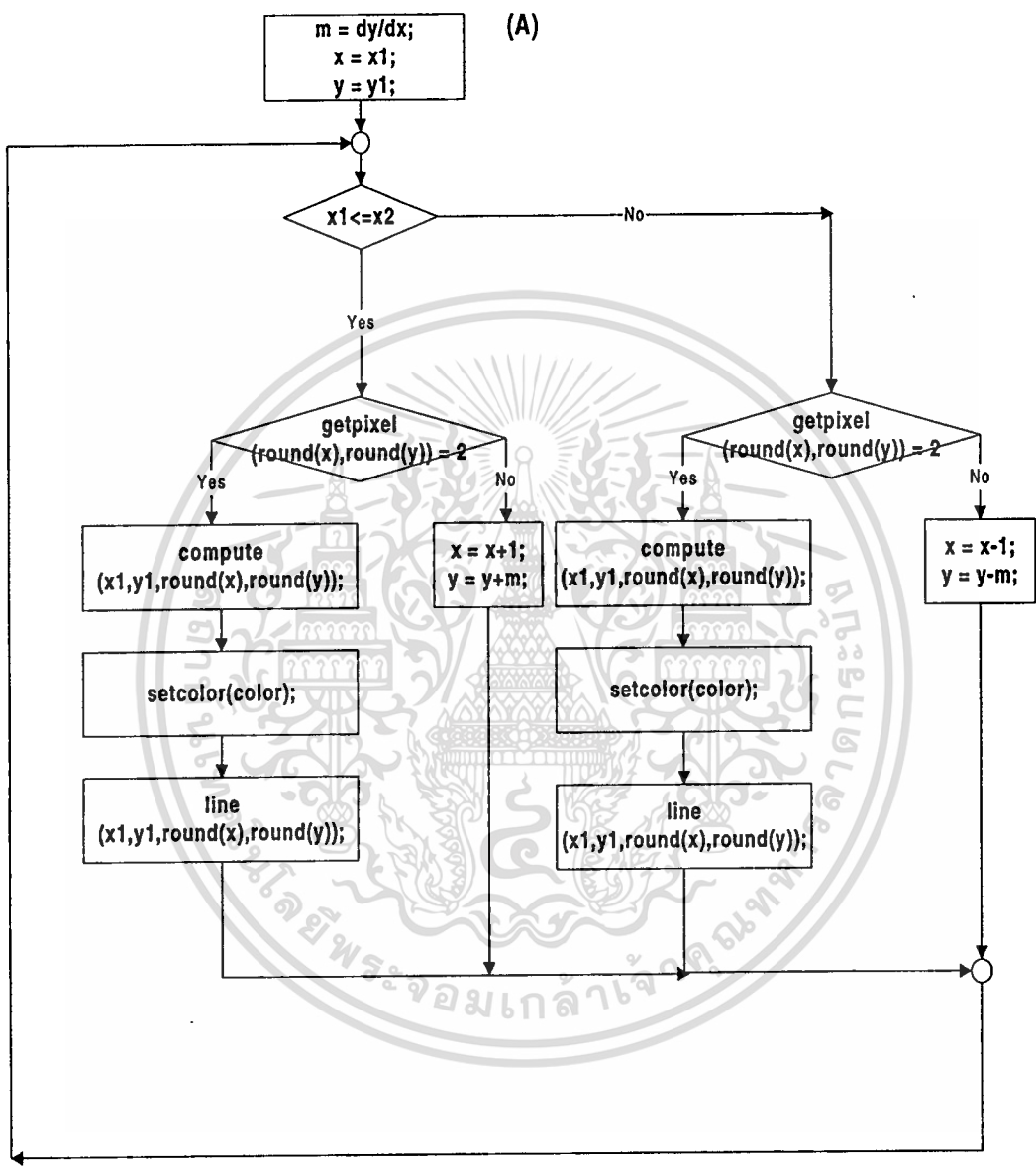


ทำการวาดรูปสี่เหลี่ยมตามเคอร์เซอร์ที่กำหนดมุมซ้ายบนและขวาล่างพร้อมนับเม็ดสี

แสดงการลากเส้นตามแนวเส้นชั้นความสูงในวงนอกสุดซึ่งลากเข้าสู่ยอดเขาและเมื่อลากกระทบชั้นความสูงที่ขวางอยู่เส้นถัดไปก็จะหยุด และคำนวณความชันพร้อมแสดงด้วยสี

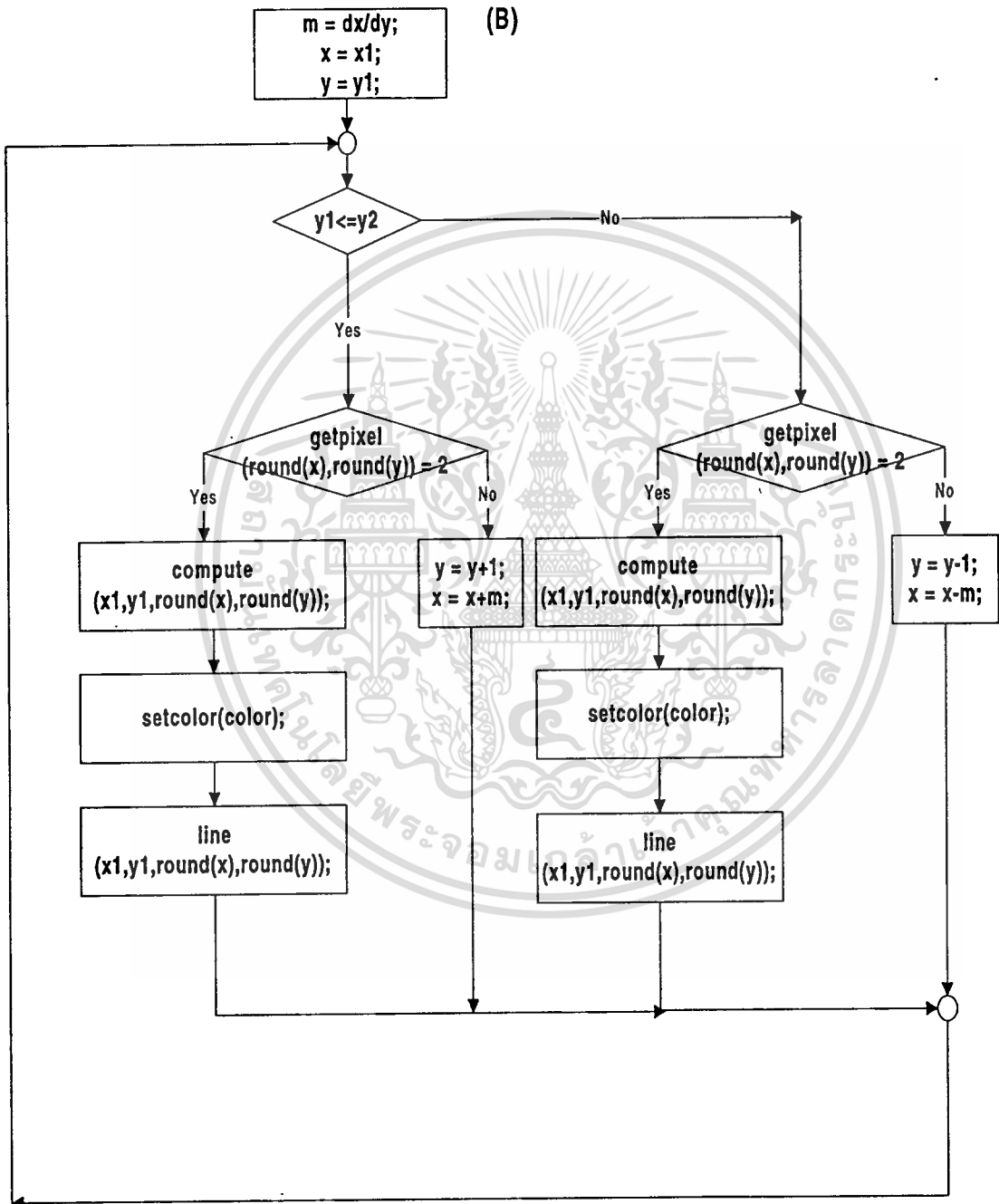


แสดงการลากเส้นตามแนวเส้นชันความสูงในวงนอกสุดซึ่งลากเข้าสู่ยอดเขาและเมื่อเส้นที่ลากกระทบเส้นชันความสูงที่ขวางซึ่งอยู่เส้นถัดไปก็จะหยุด และคำนวณความชันพร้อมแสดงด้วยดี (A)



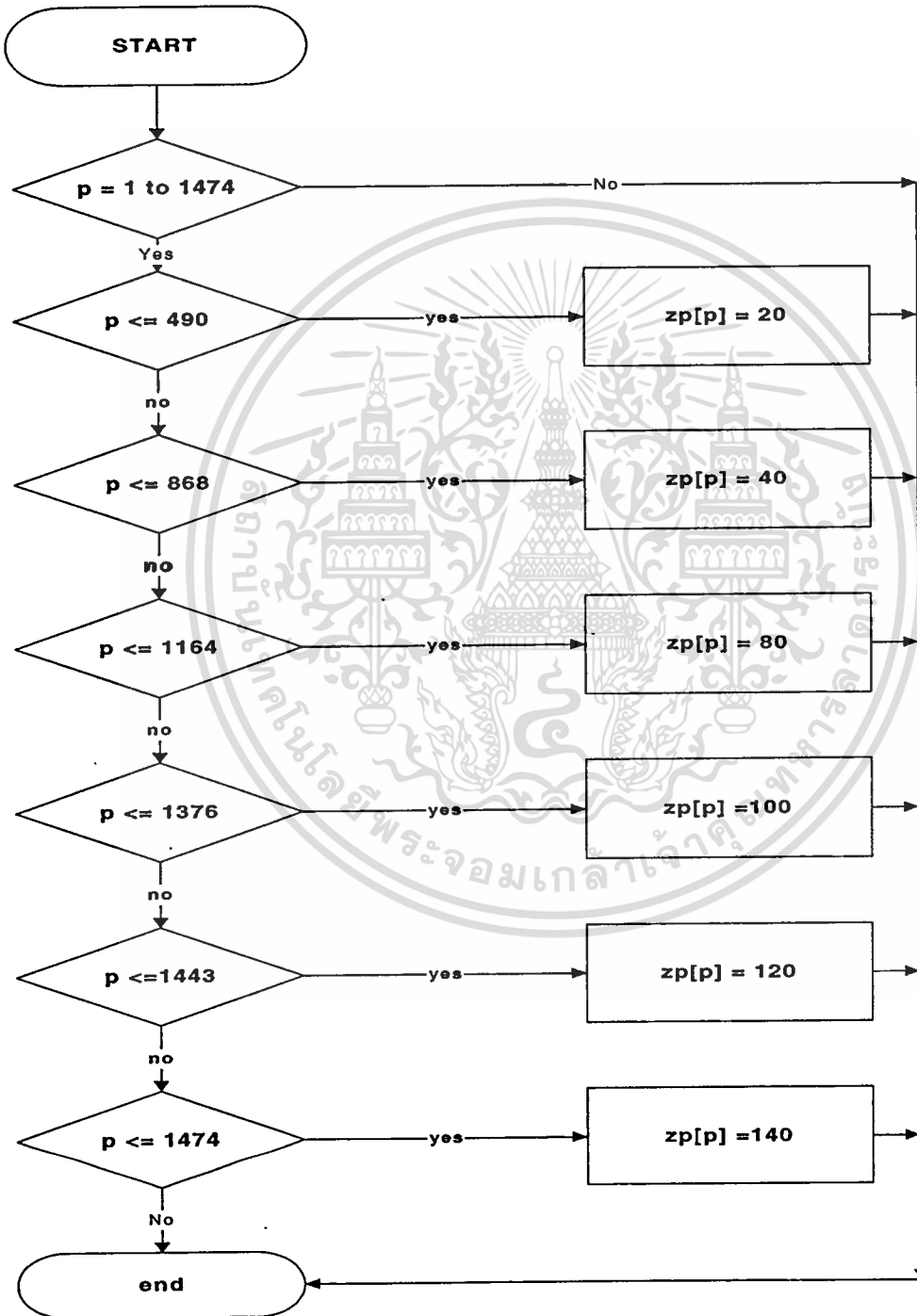
ตรวจสอบจุดสีว่าเป็นเส้นชันความสูงเส้นถัดไปพร้อมคำนวณความชันและวาดเส้นสี

แสดงการลากเส้นตามแนวเส้นชั้นความสูงในวงนอกสุดซึ่งลากเข้าสู่ขอบเขาและเมื่อเส้นที่ลากกระทบเส้นชั้น
ความสูงที่ขวางอยู่เส้นถัดไปก็จะหยุด และคำนวณความชันพร้อม
แสดงด้วยสี (B)



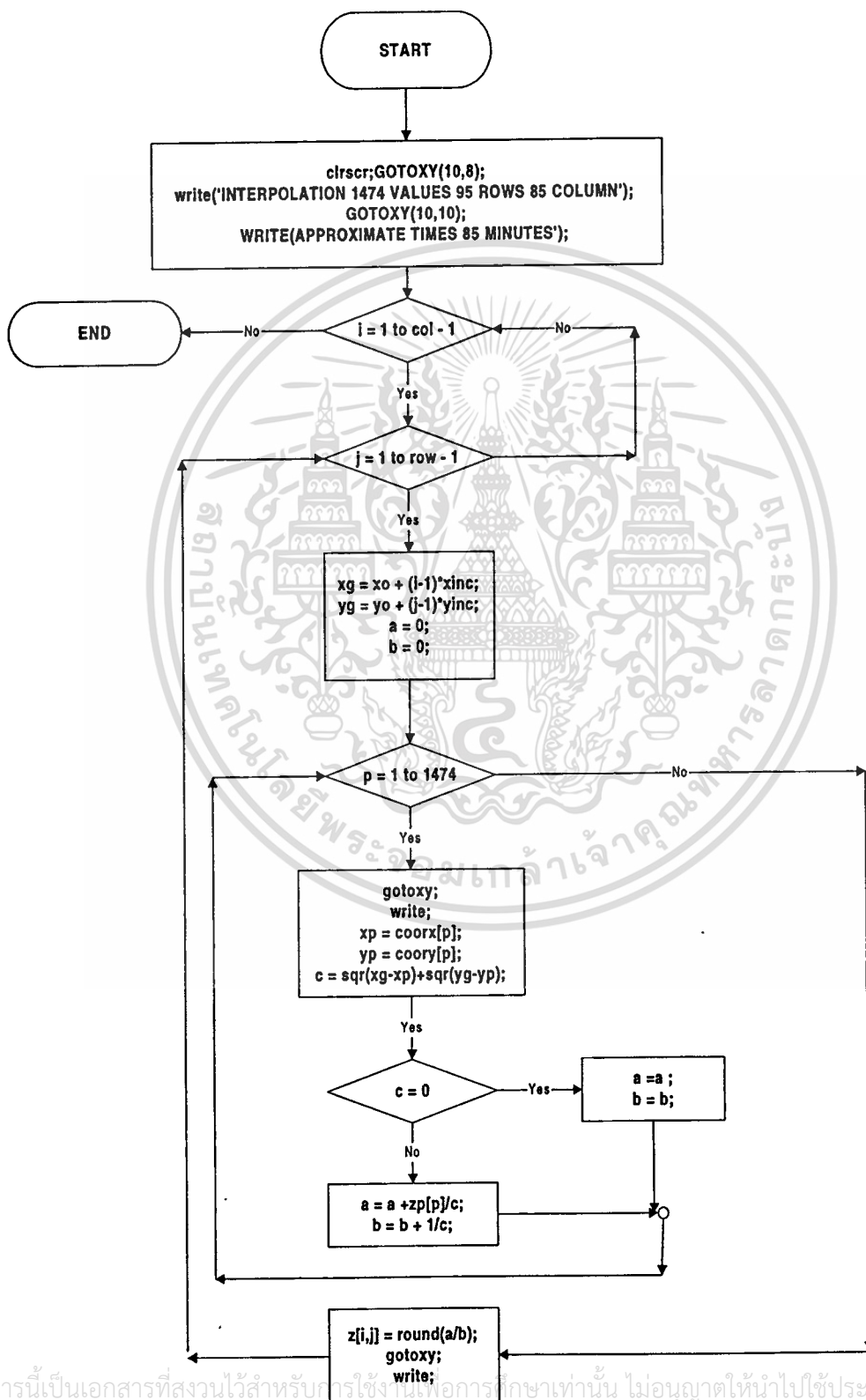
ตรวจสอบจุดสีว่าเป็นเส้นชั้นความสูงเส้นถัดไปพร้อมคำนวณความชันและวาดเส้นสี

แสดงภาพสามมิติ

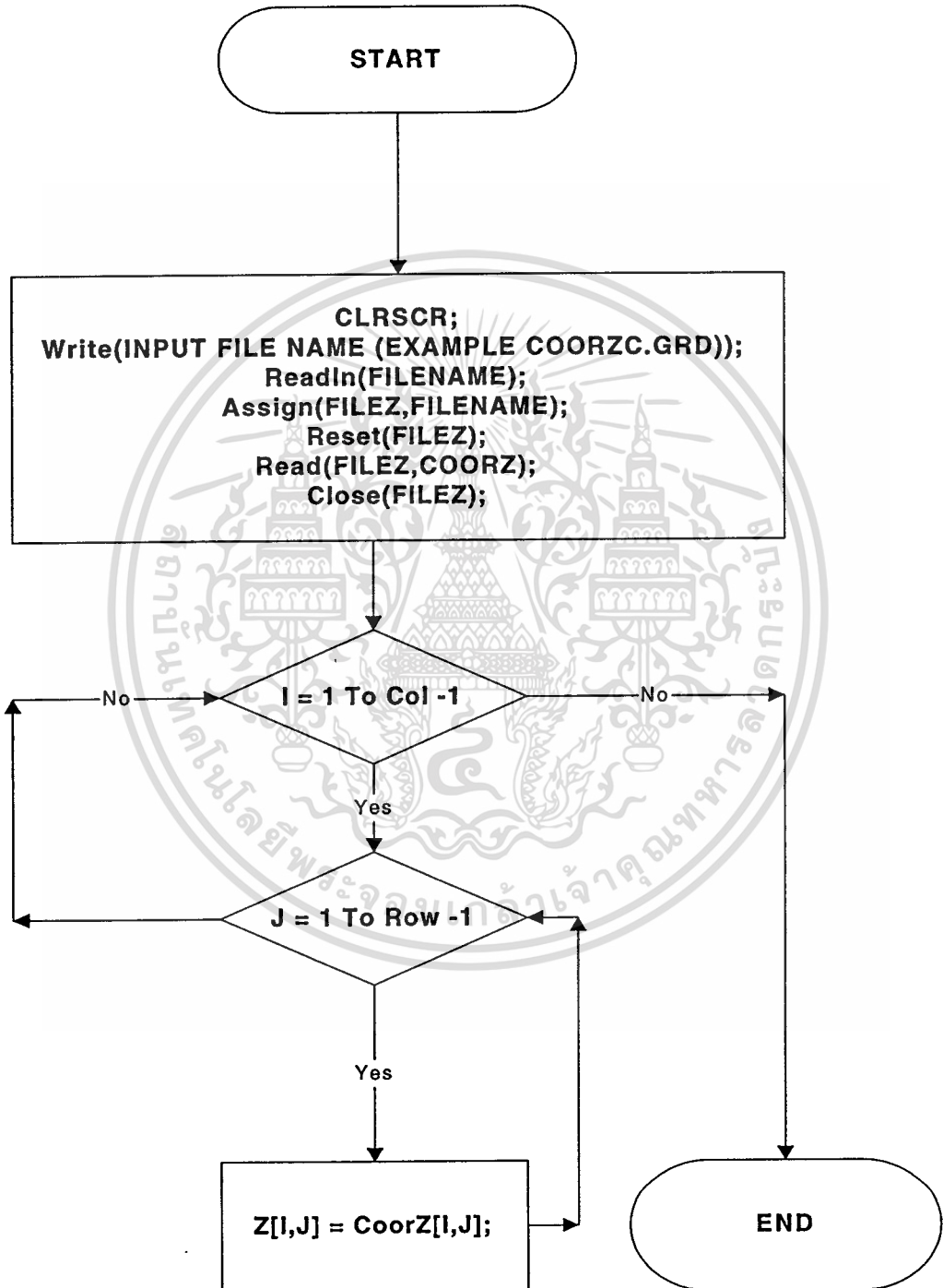
แสดงการกำหนดค่า z_p ของแต่ละเส้นชั้นความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

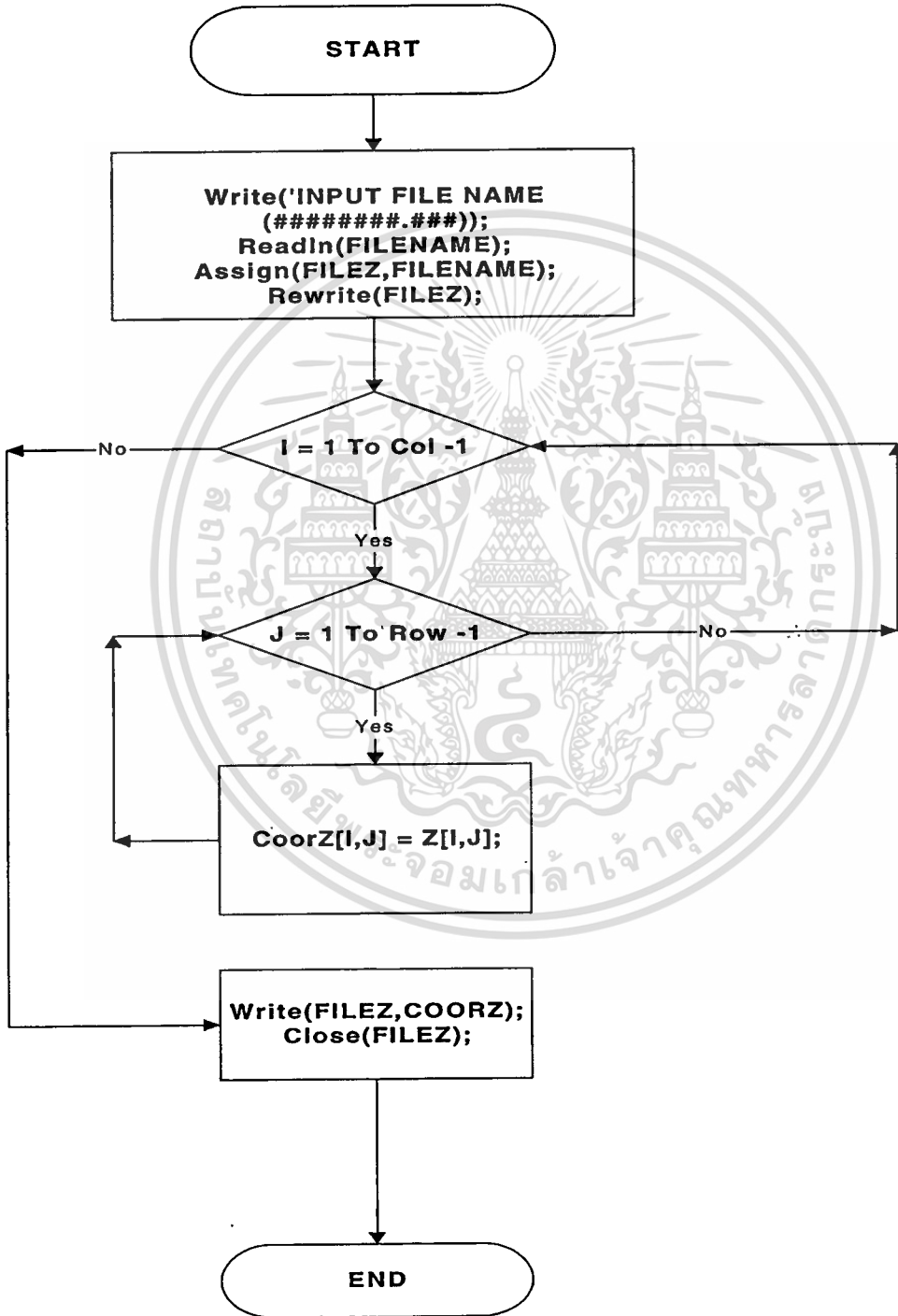
แสดงการ transformation จากค่า xg, yg ไปเป็น $Z(i,j)$
 เป็นการคำนวณค่า Z ณ จุดตัดของฉากขนาด 85×95



แสดงการรับค่าของ coordinate ของ $z [i,j]$
 ค่า z ที่ได้จากการคำนวณเก็บในรูปของไฟล์เพื่อเรียกดูในภายหลัง



แสดงการเรียกเพิ่มข้อมูลค่า z ซึ่งได้จากการ transformation



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	พ.ศ.สุรวิทย์ รัตนประทุม
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ.2509
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สถานที่สำเร็จการศึกษา	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าฯ รุ่นที่ 36
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2532
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	เรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ภูมิประเทศจากแผนที่เส้นชั้นความสูง
ประสบการณ์ทำงาน	-ผู้บังคับกองซ่อมบำรุงยานยนต์ และซ่อมคินสภาพชิ้นส่วนประกอบย่อย หมวดซ่อมบำรุงสรรพาวุธส่วนหลัง กองร้อยซ่อมบำรุงยุทโธปกรณ์ที่ 2 กองพันซ่อมบำรุงที่ 21 กองบัญชาการช่วยรบที่ 1 -ผู้บังคับหมวดรวบรวมและคัดแยก กองร้อยสนับสนุนการซ่อม กองพันซ่อมบำรุงที่ 21 กองบัญชาการช่วยรบที่ 1 -นายทหารธุรการและกำลังพล กองพันซ่อมบำรุงที่ 21 กองบัญชาการช่วยรบที่ 1 -นายทหารนักเรียนโรงเรียนเสนาธิการทหารบก หลักสูตรหลักประจำชุดที่ 76
อาชีพปัจจุบัน	ประจำแผนกงบประมาณ กองปลัดบัญชาการกรมสรรพาวุธทหารบก