การใช้ GIS เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์หาทิศทางและตำแหน่งที่ตั้งในการยิงปืนใหญ่

นาย ชัยยุทธ เจริญผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USING GIS FOR DIRECTIONAL AND POSITIONAL ANALYSIS IN SUPPORT OF ARTILLERY SHOOTING

Mr. Chaiyut Charoenphol

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Survey Engineering

Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ GIS เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์หาทิศทางและตำแหน่งที่ตั้งในการยิงปืนใหญ่
โดย	นาย ชัยยุทธ เจริญผล
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชนม์ สถิระพจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์)

..... กรรมการ
(พันเอก จักราวุธ โสมภีร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยยุทธ เจริญผล : การใช้ GIS เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์หาทิศทางและตำแหน่งที่ตั้งในการยิงปืนใหญ่. (USING GIS FOR DIRECTIONAL AND POSITIONAL ANALYSIS IN SUPPORT OF ARTILLERY SHOOTING) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์, 83 หน้า.

ในอนาคตปฏิบัติการด้านการยิงปืนใหญ่จำเป็นต้องมีความรวดเร็ว คล่องตัว และเพิ่มอัตราการอยู่รอด ให้มากขึ้นกว่าวิธีการในปัจจุบันที่ยังคงคำนวณด้วยมือ ซึ่งล่าช้าและความแม่นยำขึ้นอยู่กับความละเอียดเชี่ยวชาญของเจ้าหน้าที่ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางด้าน GIS ขึ้น 2 ส่วน ได้แก่ โปรแกรมวิเคราะห์หาทิศทางในการยิงปืนใหญ่และโปรแกรมวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

โปรแกรมวิเคราะห์หาทิศทางการยิงปืนใหญ่สำหรับคำนวณหาหลักฐานยิงที่ใช้ในการตั้งค่าให้กับปืนใหญ่และกระสุน โดยใช้ข้อมูลจากสมุดตารางยิงที่จัดเก็บอยู่ในรูปของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หลักฐานที่ได้ถูกนำไปใช้ต่อในการคำนวณตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

ในส่วนของโปรแกรมวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ได้นำปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ในลักษณะข้อมูลปริภูมิ อันประกอบด้วย ขอบเขตพื้นที่ระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่, ความลาดของพื้นที่, การบดบังหรือมองเห็นได้จากเป้าหมาย, ความสะดวกในการเข้าถึงจากถนน และปัจจัยที่เห็นว่ามีความสำคัญอื่นๆ นำเข้าไปวิเคราะห์ได้ โดยนำข้อมูลปริภูมิทั้งหมดมาวิเคราะห์การซ้อนทับ , วิเคราะห์การมองเห็น และการให้ค่าอันดับและน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยต่าง ๆ

ผลการวิจัยได้โปรแกรมต้นแบบสำหรับการประยุกต์ใช้ GIS ในการหาทิศทางและพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ โปรแกรมที่พัฒนาสามารถทำการประมวลผลได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีข้อจำกัดในการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่สำหรับใช้ยิงโจมตีเป้าหมายได้เพียงครั้งละหนึ่งเป้าหมาย และสมการที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ยังไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่จริงของวิถีกระสุน โปรแกรมประยุกต์ที่ได้พัฒนาขึ้นจึงยังคงมีรายละเอียดอีกหลายส่วนที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2550

4770265221 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORD: ARTILLERY SHOOTING / 3D ANALYSIS / ARCSCENE / MILITARY APPLICATION / GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

CHAIYUT CHAROENPHOL : USING GIS FOR DIRECTIONAL AND POSITIONAL ANALYSIS IN SUPPORT OF ARTILLERY SHOOTING THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. ITTHI TRISIRISATAYAWONG, Ph.D. , 83 pp.

In the future, artillery operation need to be expeditious, dexterous and increasing the survival rate. At present, artillery shooting ability was delayed and depended on the specialists due to the manual calculation. To improve method and extend artillery shooting ability, his research develops 2 GIS applications which are used for determining direction for artillery shooting and site selection of artillery stations.

The first application is to analyse direction of artillery shooting and calculate the firing data subject for setting the artillery and the ammunition parameters. The firing table is collected in the relational database. The calculated firing data is used for projectile trajectory and terrain examination.

The second application is to analyse position for selecting the suitable location of artillery shooting. The application involves spatial data which are boundary of maximum distance of shooting, slope of area, visibility from target, road accessibility and the others important factors. These spatial data are brought in for overlay analysis, visibility analysis and weight and rate the factors.

From the result, the applications which Geographic Information System (GIS) is applied for the directional and positional analysis, according to artillery shooting, can process accurately. The positional analysis applications, however, is able to calculate only one artillery position at a time. Moreover, the equation for calculating the projectile trajectory is not consistent with the actual trajectory. Thus, there are needs for a further developments of many parts of the applications.

Department :.....Survey Engineering..... Student's signature :.....

Field of study :.....Survey Engineering..... Advisor's signature :.....

Academic year : 2007

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์ ซึ่งให้คำปรึกษาในการวิจัย ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ข้อชี้แนะต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหาข้อผิดพลาด ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ พันเอก จักราวุธ โสมภีร์ และพันเอก เฉลิมเกียรติ พิมพ์ทนต์ สำหรับคำแนะนำ และความเอื้อเฟื้อในการติดต่อประสานงานในการวิจัย ขอบคุณ จ่าสิบเอก อนุชา บุตรเอก, ร้อยตรี ชิตวัจน์ บุรัมยากร และพันตรี วิเชียร เผ่าน้อย ที่เสียสละเวลาพูดคุยและให้ข้อมูลในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอบคุณ คุณกรุณา พิมพ์ประสานต์ และร้อยเอก ศุภร พึ่งเนตร ที่ช่วยในการหาข้อมูลเอกสารเพื่อทำการวิจัย คุณสินีนาถ เส็งหนองแบน ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณ คุณจุฑาทิพย์ พรอยมณีวงษ์รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ และอีกหลายบุคคลที่ได้ให้ความห่วงใยในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา-มารดา และญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจและความห่วงใยในการศึกษาครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

หากมีข้อผิดพลาดประการใดที่เกิดขึ้นในการทำวิจัยและการทำเล่มวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอน้อมรับข้อผิดพลาดนั้นแต่เพียงผู้เดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..……ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……..……..จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……..……..……ช
สารบัญตาราง……..……..……ญ
สารบัญภาพ……..……..……ฎ

บทที่

1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..……..…..1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……..……4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย……..……4
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น……6
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……..……6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..……6
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย……..……6

2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง……..……..……8
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……..……10
2.1.1 แนวคิดในการใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการหาที่ตั้งยิงปืนใหญ่……10
2.1.2 แนวคิดทางสถิติในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……..……11
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนหญ่……..……..……11
2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบอำนวยการยิง……..……11
2.2.2 แนวคิดในการใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการหาทิศทางยิงปืนใหญ่…13

3 การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……..……..……14
3.1 การหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……..……..……14
3.2 ออกแบบมอดูลการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……..……15
3.2.1 กำหนดขอบเขตพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่……17

หน้า

บทที่

3.2.2 กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่.....18
3.2.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และสถิติหาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่.....21
3.3 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์และส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้..... 23
3.3.1 ออกแบบโปรแกรมประยุกต์.....23
3.3.2 การออกแบบฟอร์ม.....24
3.4 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่..... 25
3.4.1 หน้าต่างโปรแกรมหลัก..... 25
3.4.2 ส่วนต่อประสานกราฟิกที่ทำหน้ารับคำสั่งจากผู้ใช้.....26

4 การวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่..... 29
4.1 ศึกษากระบวนการทหารปืนใหญ่.....29
4.2 ออกแบบมอดูลสำหรับวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่.....30
4.2.1 ศึกษาระบบอำนวยการยิงปัจจุบัน.....31
4.2.2 การออกแบบระบบอำนวยการยิง.....33
4.2.3 ออกแบบมอดูลการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่.....35
4.3 ออกแบบโปรแกรมและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้..... 44
4.4 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่.....46

5 ทดสอบระบบ..... 50
5.1 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรมประยุกต์.....50
5.2 ทดสอบการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่..... 51
5.2.1 การกำหนดค่าเริ่มต้น.....51
5.2.2 การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งปืนใหญ่..... 52
5.2.3 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่..... 59
5.3 ทดสอบการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่.....61
5.3.1 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และตรวจวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ..... 64
5.3.2 ข้อจำกัดในการทดสอบมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่..... 65

หน้า

บทที่

6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....66

6.1 สรุปผลการวิจัย.....66

6.2 ข้อจำกัดของระบบ.....67

6.3 ข้อเสนอแนะ.....67

รายการอ้างอิง.....71

บรรณานุกรม.....72

ภาคผนวก.....74

ภาคผนวก ก.....75

ภาคผนวก ข.....80

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 เมทริกซ์การตัดสินใจระหว่างเกณฑ์และทางเลือก.....22
ตารางที่ 5.1 อธิบายโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล.....51
ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพมอดูลวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่.....60
ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และ
ตรวจสอบวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ.....64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 การอำนวยการยิงปืนใหญ่……1
รูปที่ 1.2 จำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่……3
รูปที่ 1.3 พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, ตาก……5
รูปที่ 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย……7
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนในการย้ายและเลือกที่ตั้งยิง……8
รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ……10
รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์การมองเห็น……10
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ตั้งปืนใหญ่, ตำแหน่งเป้าหมายและทิศทางการยิงปืนใหญ่……12
รูปที่ 2.5 เส้นวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่เทียบกับลักษณะของภูมิประเทศ……13
รูปที่ 3.1 ผังงานขั้นตอนการออกแบบและพัฒนามอดูล……14
รูปที่ 3.2 ผังงานในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่……16
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนในการสร้างพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงปืนไกลสุด……17
รูปที่ 3.4 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อหาพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงปืนไกลสุด……17
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูลถนนและแบบจำลองความสูง SRTM……19
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลถนน……19
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ความลาด……20
รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์หาพื้นที่มองเห็นได้ด้วยการวิเคราะห์ Viewshed Analysis……20
รูปที่ 3.9 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการหาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่……22
รูปที่ 3.10 โปรแกรม ArcScene และโปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก……23
รูปที่ 3.11 แผนผังโครงสร้างฟอร์มในระบบที่จะทำการพัฒนา……24
รูปที่ 3.12 หน้าต่างโปรแกรมหลัก……25
รูปที่ 3.13 ฟอร์มกำหนดค่าข้อมูลศูนย์อำนวยการยิงกองร้อย……26
รูปที่ 3.14 ฟอร์มแสดงบัญชีเป้าหมาย……26
รูปที่ 3.15 ผังงานขั้นตอนในการใช้งานฟอร์มวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่……27
รูปที่ 3.16 ฟอร์มที่ใช้ในการกำหนดค่าวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่……27
รูปที่ 3.17 กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่……28
รูปที่ 4.1 แผนภาพกระแสข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระบบทหารปืนใหญ่……30
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการพัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่……31

หน้า

รูปที่ 4.3 ผังงานภายในระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่.....32
รูปที่ 4.4 ผังงานภายในระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่ที่ทำการพัฒนามอดูลเสริม เส้นประแสดงส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากระบบอำนวยการยิงปัจจุบัน.....33
รูปที่ 4.5 แผนภาพกระแสข้อมูลแสดงกระบวนการภายในระบบอำนวยการยิง.....34
รูปที่ 4.6 แผนผังขั้นตอนการคำนวณหาพิกัดเป้าหมาย.....36
รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบของมุมยิง.....38
รูปที่ 4.8 ส่วนประกอบของมุมทิศ.....38
รูปที่ 4.9 แผนผังขั้นตอนการคำนวณหาหลักฐานยิง.....39
รูปที่ 4.10 แผนผังกระบวนการตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ.....40
รูปที่ 4.11 วิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่.....41
รูปที่ 4.12 แผนผังการสร้างเส้นวิถีการเคลื่อนที่กระสุนปืนใหญ่.....42
รูปที่ 4.13 รูปตัดตามแนวยาวอ้างอิงความสูงจากแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ.....43
รูปที่ 4.14 เส้นวิถีกระสุนปืนกับเส้นรูปตัดตามขวาง.....43
รูปที่ 4.15 การตัดกันของเส้น (a) เส้นมีการตัดผ่านกัน (b) เส้นไม่มีการตัดผ่านกัน.....44
รูปที่ 4.16 แผนผังโครงสร้างฟอร์มในระบบที่จะทำการพัฒนา.....45
รูปที่ 4.17 ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นแสดงข้อมูลสมุดตารางยิงและพิกัดที่ตั้งหมู่ปืน.....46
รูปที่ 4.18 ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นแสดงข้อมูลตรวจการณ์หน้า.....47
รูปที่ 4.19 ผังงานขั้นตอนในการใช้งานฟอร์มคำนวณหาหลักฐานยิง.....48
รูปที่ 4.20 ฟอร์มสำหรับคำนวณหาหลักฐานยิง.....48
รูปที่ 4.21 ผังงานในการใช้งานฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ.....49
รูปที่ 4.22 ฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ.....49
รูปที่ 5.1 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล.....50
รูปที่ 5.2 กำหนดข้อมูลพื้นฐานที่ใช้สำหรับการประมวลผล.....51
รูปที่ 5.3 กำหนดระยะตั้งปืนห่างจากเป้าหมาย.....52
รูปที่ 5.4 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่ราบ.....53
รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่สามาถมองเห็นได้จากเป้าหมาย.....53
รูปที่ 5.6 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยถนน.....54
รูปที่ 5.7 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....55

หน้า

รูปที่ 5.8 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่ดินแข็ง.....55
รูปที่ 5.9 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่สนามทุ่นระเบิด.....56
รูปที่ 5.10 การจัดอันดับและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่.....56
รูปที่ 5.11 ข้อมูลเชิงบรรยายของชั้นข้อมูลผลลัพธ์.....57
รูปที่ 5.12 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่..... 57
รูปที่ 5.13 การเปลี่ยนแปลงสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลผลลัพธ์..... 58
รูปที่ 5.14 เปลี่ยนสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลผลลัพธ์เพื่อแสดงพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้.....58
รูปที่ 5.15 การซ้อนทับระหว่างพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมายกับลักษณะภูมิประเทศ.....59
รูปที่ 5.16 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่.....60
รูปที่ 5.17 คำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่.....61
รูปที่ 5.18 เลือกมุมมองในการแสดงวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่..... 62
รูปที่ 5.19 การจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่เทียบกับภูมิประเทศ.....62
รูปที่ 5.20 ตำแหน่งที่กระสุนปืนใหญ่ตกกระทบภูมิประเทศ.....63
รูปที่ 5.21 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และตรวจสอบวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ..... 64
รูปที่ 6.1 แนวคิดในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ที่ไม่ถูกกีดขวางจากภูมิประเทศ.....69
รูปที่ 6.2 พื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากผู้ตรวจการณ์หน้า.....69
รูปที่ 6.3 ส่วนประกอบของมุมยิงต่ำสุด.....70

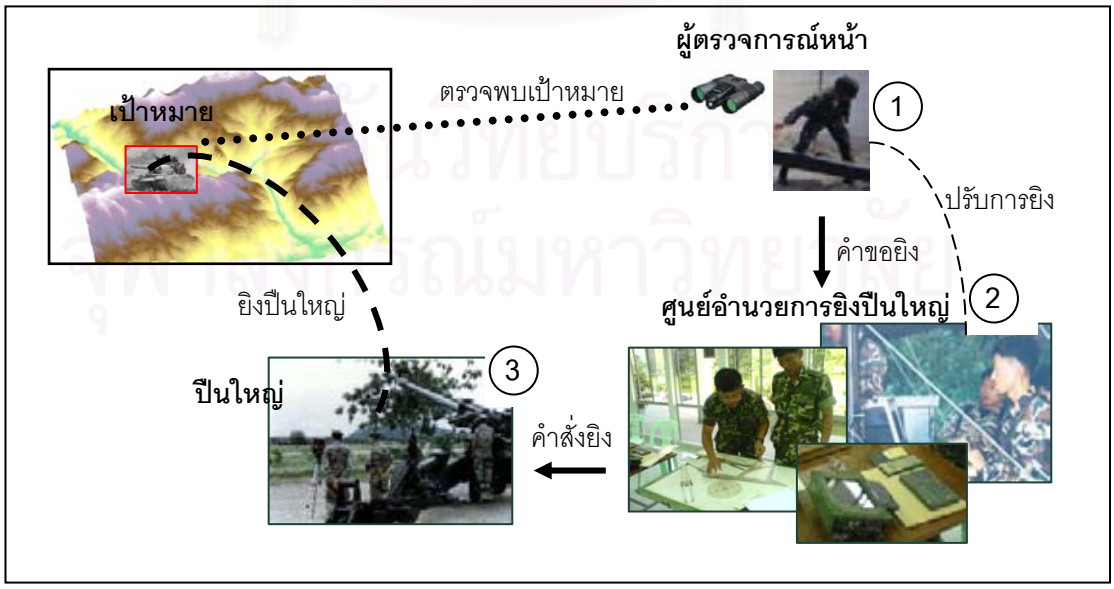
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทหารปืนใหญ่สนาม มีหน้าที่หลักในการจัดให้มีการยิงสนับสนุนแก่หน่วยรบอย่างแม่นยำต่อเนื่องและทันเวลาด้วยปืนใหญ่ประเภทลำกล้องหรืออาวุธส่ง ระบบทหารปืนใหญ่ประกอบด้วย 4 ระบบ คือ ระบบค้นหาเป้าหมาย, ระบบอำนวยการยิง, ระบบอาวุธ-กระสุน และระบบควบคุมบังคับบัญชา ซึ่งต่างก็มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ยุทโธปกรณ์ในแต่ละส่วนของแต่ละระบบต่างทำงานขนานกันไปเพื่อให้บรรลุถึงภารกิจของทหารปืนใหญ่ (จักราวุธ โสมภีร์, 2548)

ระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่ทำหน้าที่ในการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าหลักฐานที่จะนำไปตั้งให้แก่ปืนใหญ่และกระสุน เริ่มต้นจากการนำพิกัดเป้าหมายซึ่งได้จากระบบค้นหาเป้าหมายและพิกัดที่ตั้งปืนใหญ่ซึ่งได้จากการวางแผน มาคำนวณหาระยะทาง เพื่อนำไปประมวลผลหาค่ามุมที่จะใช้ในการตั้งค่าปืนใหญ่ให้ชี้ไปยังเป้าหมาย และค่าเวลาชนวนสำหรับตั้งค่าให้กับกระสุนไประเบิด ณ เป้าหมายหรือไประเบิดที่ความสูงเหนือเป้าหมาย เมื่อกระสุนนัดแรกถูกยิงออกไป กระสุนอาจจะไม่ตกกระทบ ณ ตำแหน่งของเป้าหมาย เนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวปืนใหญ่และสภาพบรรยากาศ ค่าความแตกต่างระหว่างตำแหน่งที่กระสุนตกกับตำแหน่งเป้าหมายจะถูกนำมาปรับแก้ให้กับการยิงกระสุนในนัดต่อไปจนกระทั่งยิงถูกเป้าหมาย ค่าปรับแก้ที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการยิงเป้าหมายอื่นๆ เว้นแต่มีการย้ายที่ตั้งยิงปืนใหญ่ใหม่จึงจะต้องทำการคำนวณหาค่าปรับแก้ตัวใหม่ต่อไป (รูปที่ 1.1)

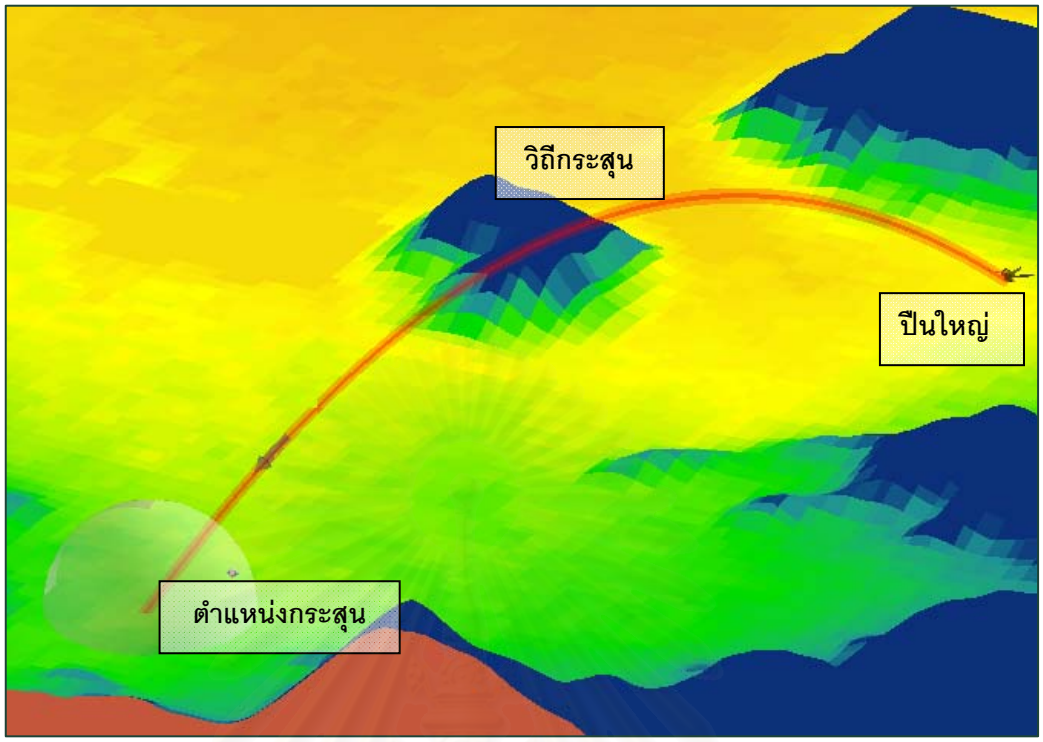


รูปที่ 1.1 การอำนวยการยิงปืนใหญ่

นอกจากนี้ สนามรบในปัจจุบันและอนาคตมีลักษณะที่ไม่อยู่นิ่ง (Dynamic) ดังนั้นการปฏิบัติการต้องมีความรวดเร็ว เป้าหมายมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา มีจำนวนมากและเวลาในการปรากฏตัวน้อย ตลอดจนหน่วยยิงก็จะต้องมีความอยู่รอดในอัตราที่สูงขึ้น จึงนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการพิจารณาปรับปรุงวิธีรบและขีดความสามารถในการปฏิบัติการ เห็นได้ว่างานในการอำนวยการยิงนั้นหากยังคำนวณด้วยมือ (Manual Calculation) แล้วย่อมไม่สามารถตอบสนองได้ ปัญหาที่สำคัญคือความล่าช้า ความถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญและพิถีพิถันของเจ้าหน้าที่คำนวณ (ธีรศักดิ์ วาสิกดิลกและคณะ, 2538)

โดยปัจจุบันระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System : GIS) มีเครื่องมือช่วยในการสร้าง วิเคราะห์ คำนวณ และแสดงผลเชิงพื้นที่ในรูปแบบที่ซ้อนทับกัน ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ ทำให้เห็นมิติและความสัมพันธ์ของพื้นที่มีความสมจริงใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น จึงมีส่วนช่วยให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศและความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งระหว่างข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการจำลองข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถแสดงวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลก หรือแบบจำลองความสูงของลักษณะภูมิประเทศจริง มาจำลองตำแหน่งให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล (Digital) แบบ 3 มิติบนคอมพิวเตอร์ ช่วยให้การตอบสนองต่อการรับรู้ทำได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่ารูปแบบ 2 มิติ และยังแสดงถึงความสัมพันธ์กับพื้นที่จริงบนผิวโลกได้อีกด้วย

จากความสามารถดังกล่าวการนำเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศ มาช่วยในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออำนวยการยิงปืนใหญ่ คำนวณหาค่าหลักฐานที่ใช้ในการตั้งค่าให้กับปืนใหญ่ จะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการคำนวณและลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ อีกทั้งยังช่วยในการวิเคราะห์และแสดงข้อมูลแผนที่ดิจิทัลในการซ้อนทับกับข้อมูลเชิงพื้นที่ และการจำลองข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติ มาประยุกต์ใช้ในการจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ (รูปที่ 1.2) ซึ่งการยิงปืนใหญ่ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน เป็นเรื่องยากลำบากที่จะกำหนดทิศทางการยิงให้กระสุนปืนใหญ่ไปตกกระทบพื้นที่เป้าหมายที่ต้องการ เมื่อทราบตำแหน่งเป้าหมายและตำแหน่งปืนใหญ่ ทราบขีดความสามารถในการยิงของปืนใหญ่ ก็จะสามารถทำการคำนวณหาวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ แล้วใช้แบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ นำมาช่วยตรวจสอบความเป็นไปได้ว่ากระสุนปืนใหญ่ที่ได้ทำการยิงออกไปนั้นถูกกีดขวางด้วยลักษณะภูมิประเทศหรือไม่ ในบางกรณีอาจจะเป็นไปได้ว่าไม่สามารถที่จะทำการยิงปืนใหญ่ให้ผ่านภูมิประเทศอันจำกัด อาจจะต้องยกเลิกภารกิจหรือทำการย้ายที่ตั้งยิง เป็นทางเลือกที่จะช่วยลดการสิ้นเปลืองกระสุนและลดการเปิดเผยตำแหน่งที่ตั้งยิงของตนเอง ซึ่งจะเพิ่มความอยู่รอดให้กับหน่วยยิง เพื่อนำไปพิจารณาในการวางแผนก่อนทำการยิงปืนใหญ่ได้อีกด้วย



รูปที่ 1.2 จำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่

ในการกำหนดที่ตั้งสำหรับปืนใหญ่นั้นโดยปกติแล้วที่ตั้งยิงปืนใหญ่ของกองร้อยปืนใหญ่ได้มาจากการวางแผนไว้ล่วงหน้าจากผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายของกองร้อยโดยจะกำหนดบริเวณที่ตั้งไว้ให้โดยประมาณ ในบางสถานการณ์ผู้บังคับบัญชาอาจมอบอำนาจในการเคลื่อนย้ายให้กองร้อยรับผิดชอบเอง ดังนั้นผู้บังคับการกองร้อยจะต้องวางแผนและคาดการณ์ล่วงหน้าในการนำกองร้อยเข้าที่ตั้งยิงใหม่ การพิจารณาเลือกที่ตั้งอยู่ในระยะที่สามารถทำการยิงถึงเป้าหมายได้ โดยการใช้งานแผนที่ภูมิประเทศในการพิจารณาอย่างสังเขปเกี่ยวกับพื้นที่ตั้ง ขอบเขตพื้นที่ที่สามารถทำการยิงได้ เส้นทางเคลื่อนที่และสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปร่วมกับการลาดตระเวนทางอากาศถ้าสามารถกระทำได้ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการเข้าสู่พื้นที่ตั้งยิง, เส้นทางการเดินทาง และการส่งหน่วยลาดตระเวนเข้าไปยังพื้นที่จริงเพื่อทำการสำรวจ ตรวจสอบเลือกที่ตั้งยิงโดยพิจารณาจากภารกิจที่ได้รับมอบหมาย การติดต่อสื่อสารกับส่วนอื่นๆ ลักษณะภูมิประเทศและสภาพอากาศ การระวังป้องกันจากการถูกโจมตีจากข้าศึก และเส้นทางเข้าถึงพื้นที่ตั้งยิง เมื่อสามารถทำการเลือกที่ตั้งยิงได้แล้ว กองร้อยปืนใหญ่จะเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณที่ตั้ง

ระบบภูมิสารสนเทศมีเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ภูมิประเทศซึ่งไม่สามารถกระทำได้ด้วยการใช้แผนที่กระดาษ มาช่วยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ด้วยการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งยิงที่อยู่ในรูปแบบเชิงพื้นที่มาทำการวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ (Overlay

Analysis) และการวิเคราะห์การมองเห็น (Visibility Analysis) โดยใช้แบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) มาทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ที่สามารถมองเห็นข้าศึกได้โดยตรงกับพื้นที่ที่ถูกบดบังโดยลักษณะภูมิประเทศ ทำให้สามารถหาพื้นที่ซึ่งสามารถตั้งปืนใหญ่แล้วได้เปรียบข้าศึก ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดยุทธวิธีในการโจมตีข้าศึก ในกรณีที่ปัจจัยเชิงพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เป้าหมายมีการเคลื่อนที่หรือมีเป้าหมายใหม่เกิดขึ้น พื้นที่อันตรายจากทุ่นระเบิด กับระเบิด พื้นที่ซุ่มโจมตีจากฝ่ายข้าศึก หรือข้อมูลเส้นทางเพิ่มเติม โปรแกรมสามารถประมวลผลหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่จากปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ใหม่ในทันที ช่วยลดความยุ่งยากในการจัดการแผนที่ภูมิประเทศด้วยการวาดและเขียนลงในแผนที่ภูมิประเทศที่เป็นกระดาษโดยตรง และยังได้ข้อมูลปริภูมิที่สามารถนำไปซ้อนทับกับแผนที่ดิจิทัลอื่นๆ ร่วมกับข้อมูลพื้นที่จริงในสนามรบเพื่อพิจารณาเลือกที่ตั้งยิง และยังเป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนล่วงหน้าเพื่อย้ายที่ตั้งยิงได้เป็นอย่างดี

ในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการนำเข้าข้อมูล การจัดการฐานข้อมูล วิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และแสดงผลข้อมูล หรือสารสนเทศในการวิเคราะห์หาทิศทางและพื้นที่ศักยภาพสำหรับเป็นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

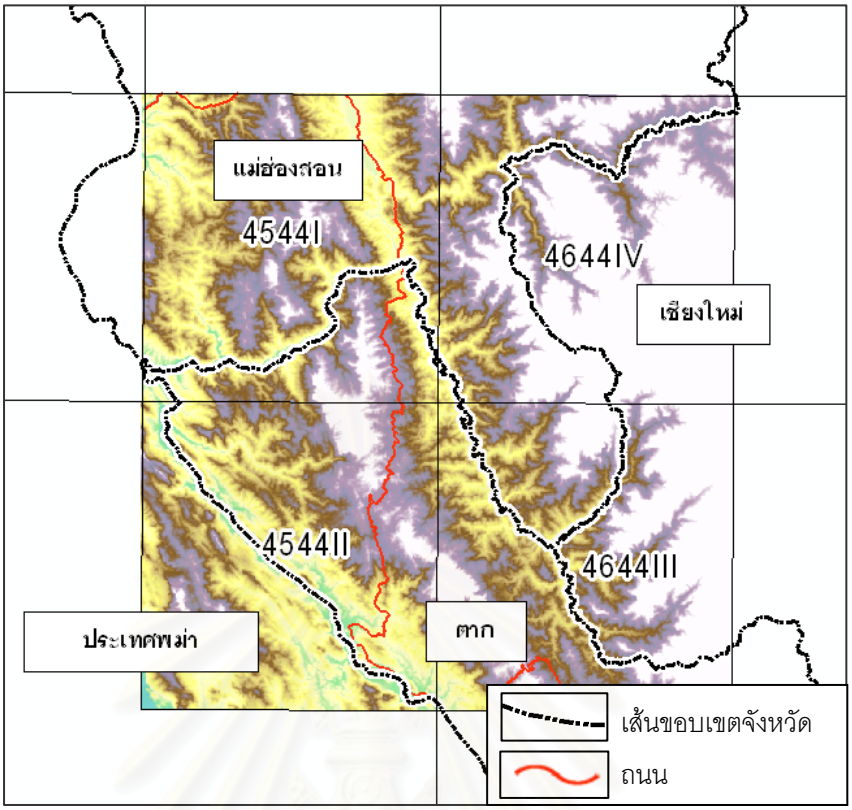
1.2.1 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางการยิงปืนใหญ่

1.2.2 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พื้นที่ศึกษา

ขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย ใช้พื้นที่ครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่ และตาก ครอบคลุมระวางแผนที่ 1:50,000 ชุด L7018 จำนวน 4 ระวางคือ 4544I, 4544II, 4644IV, 4644III เป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับประเทศพม่า ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันและมีบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบอยู่พอควร (รูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.3 พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, ตาก

1.3.2 ข้อมูลปริภูมิที่ใช้ในการศึกษาวิจัยอยู่ในระบบพิกัดยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator: UTM) พื้นหลักฐาน WGS 84 ประกอบด้วย

1) แบบจำลองความสูงภูมิประเทศจาก SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) ความละเอียด 90 เมตร

2) แผนที่ภูมิประเทศ (ภาพสแกน) 1:50,000 ชุด L7018 กรมแผนที่ทหาร

3) เส้นทางคมนาคม มาตราส่วน 1:50,000 กรมแผนที่ทหาร

1.3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

1) โปรแกรม ArcScene สำหรับพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศ

2) โปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก (Microsoft Visual Basic) สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

3) โปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส (Microsoft Access) จัดการฐานข้อมูล

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

การจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ จะใช้สมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile) โดยใช้แบบจำลองอุดมคติด้วยความเร่งมีค่าคงตัวทั้งขนาดและทิศทาง โดยไม่คำนึงถึงแรงเสียดทาน ความโค้งและการหมุนของโลก ผลทำให้กระสุนปืนใหญ่เคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าระยะที่ได้จากการยิงปืนใหญ่ในสภาวะแวดล้อมจริง

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

รายละเอียดดังภาคผนวก ก หน้าที่ 75

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้มอดูลในการวิเคราะห์ทิศทางและพื้นที่สำหรับเป็นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1.6.2 เพิ่มประสิทธิภาพในการยิงปืนใหญ่ให้มีความรวดเร็ว และ ตอบสนองต่อสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ช่วยลดการสิ้นเปลืองกระสุน

1.6.3 เป็นต้นแบบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อำนวยการยิงร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1.7.1 ศึกษาระบบทหารปืนใหญ่

ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบทหารปืนใหญ่ ขั้นตอนปฏิบัติในการยิงปืนใหญ่ สัมภาษณ์และติดต่อขอข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบพัฒนาโปรแกรมมอดูลต่างๆ ให้สอดคล้องกับการใช้งานและตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้

1.7.2 ศึกษาระบบอำนวยการยิง

เป็นการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบอำนวยการยิง หลักการและวิธีการคำนวณให้ได้มาซึ่งค่าหลักฐานยิงในการอำนวยการยิงปืนใหญ่ ศึกษาเทคนิคการคำนวณในแบบต่างๆ และการเชื่อมโยงระบบอื่นๆ ภายในระบบทหารปืนใหญ่ เพื่อหาลำดับวิธีการนำไปพัฒนาเป็นมอดูลในการคำนวณ

1.7.3 ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโปรแกรม ArcScene ด้วย ArcObjects ด้วยภาษาวิชวลเบสิก (Visual Basic)

1.7.4 สร้างมอดูลที่ใช้ในคำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่

1.7.5 ออกแบบและพัฒนามอดูลคำนวณการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่

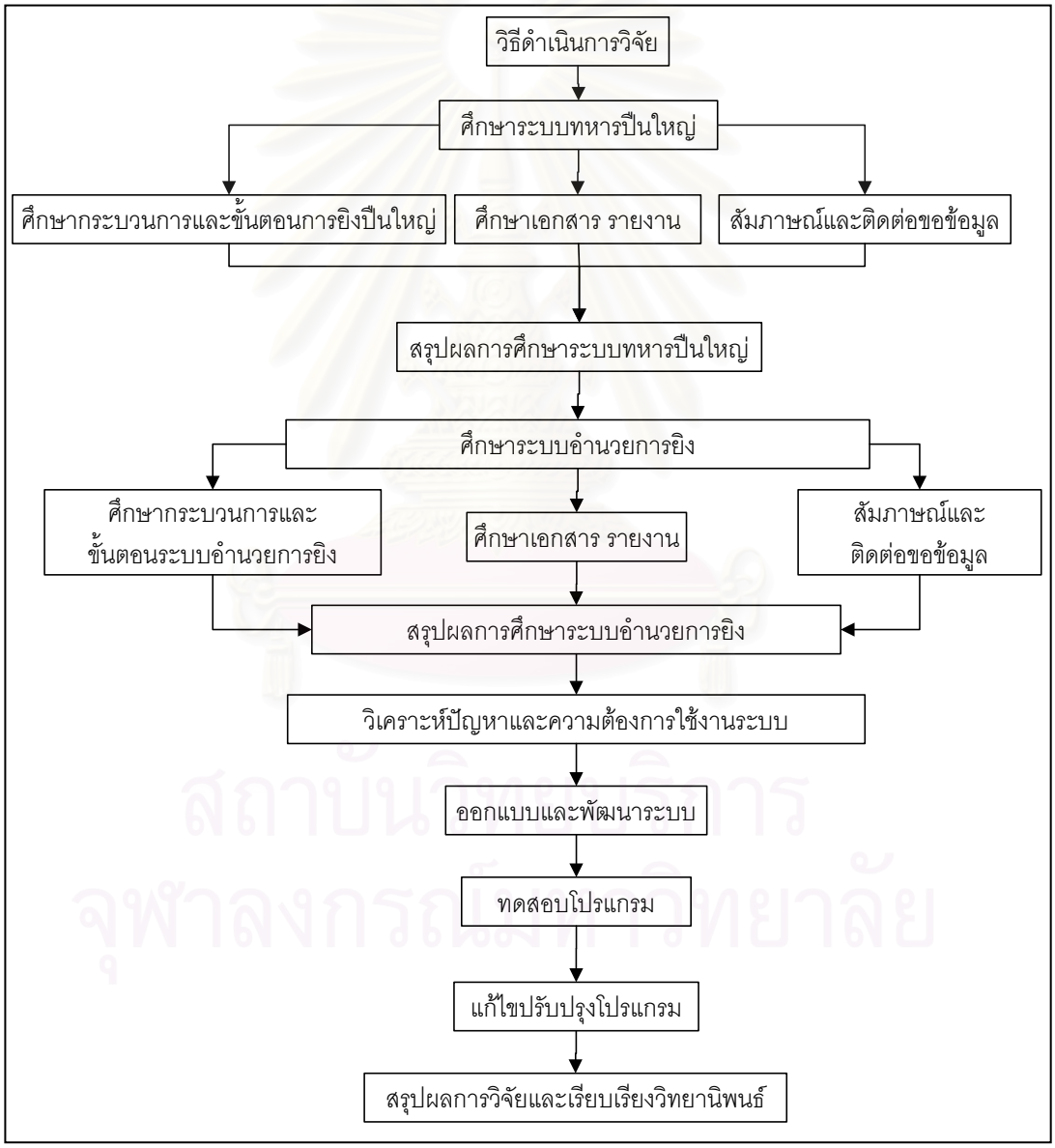
ทำการสร้างสมการที่จะใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งจะได้จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เพื่อนำสมการที่ได้มาใช้ในการตรวจสอบวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ กับแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ

1.7.6 ออกแบบและพัฒนามอดูลสำหรับวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1.7.7 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

1.7.8 แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม

1.7.9 สรุปผลการวิจัยและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์



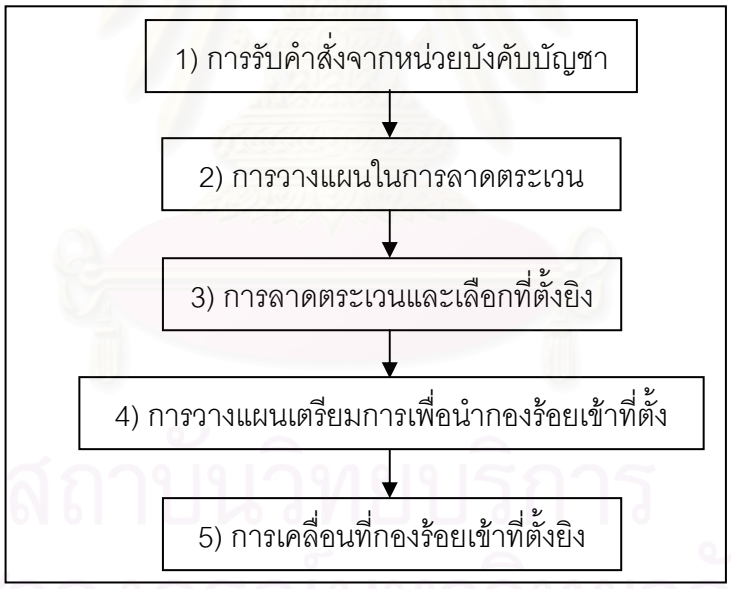
รูปที่ 1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่, แนวคิดในการหาทิศทางยิงปืนใหญ่

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการหาที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การกำหนดที่ตั้งยิงปืนใหญ่ได้จากการวางแผนของหน่วยบังคับบัญชา ซึ่งจะเป็นผู้กำหนดบริเวณของพื้นที่ให้โดยสังเขป ในบางสถานการณ์หน่วยบังคับบัญชาอาจมอบอำนาจให้กองร้อยรับผิดชอบการกำหนดที่ตั้งยิงหรือการเคลื่อนย้ายที่ตั้งยิง การเปลี่ยนแปลงที่ตั้งยิงของกองร้อยสามารถเกิดขึ้นได้จากกองร้อยไม่สามารถทำการยิงปืนใหญ่ไปยังเป้าหมายที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ที่รับผิดชอบได้ หรือในระหว่างสถานการณ์การรบสงบลงชั่วคราว ผู้บังคับการกองร้อยอาจเห็นว่าสมควรจะเปลี่ยนที่ตั้งยิงหรือที่ตั้งยิงถูกข้าศึกยิงโจมตี หรือธรรมชาติไม่อำนวย เช่น ไฟไหม้, น้ำท่วม เป็นต้น ในการย้ายและเลือกที่ตั้งยิงมีขั้นตอนหลักในการดำเนินการดังนี้ (สุนทร บุญสิลา, 2524)



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนในการย้ายและเลือกที่ตั้งยิง

1) **การรับคำสั่งจากหน่วยบังคับบัญชา** ในการเปลี่ยนที่ตั้งยิง โดยปกติจะปฏิบัติตามคำสั่งของผู้บังคับบัญชา คำสั่งดังกล่าวอาจจะกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับที่พื้นที่ตั้งโดยทั่วไป เวลาเคลื่อนที่หรือเวลาพร้อมยิง ณ ที่ตั้งใหม่ เส้นทางเคลื่อนที่ เป็นต้น หรืออาจมอบหมายให้ ผู้บังคับการกองร้อยเป็นผู้ตกลงใจเลือกที่ตั้งเอง

2) **การวางแผนในการลาดตระเวน** เมื่อได้รับคำสั่งให้ย้ายที่ตั้งยิง คณะลาดตระเวนจะทำการวางแผนในการลาดตระเวนโดยจะพิจารณาอย่างสังเขปจากแผนที่บริเวณพื้นที่ตั้งยิงใหม่ เส้นทางการเคลื่อนที่และสภาพภูมิประเทศ ร่วมกับข้อมูลลาดตระเวนทางอากาศถ้าสามารถทำการลาดตะเวนได้ ซึ่งจะให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับพื้นที่ตั้งและเส้นทางเคลื่อนที่ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลาดตระเวนและการจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และยานพหนะที่จะนำไปด้วย

3) **การลาดตระเวนและการเลือกที่ตั้งยิง** หลังจากได้ทำการวางแผนในการลาดตระเวน ผู้บังคับการกองร้อยจะดำเนินการลาดตระเวนเข้าไปยังพื้นที่ ในระหว่างที่ทำการลาดตระเวนจะพิจารณาตรวจสอบเส้นทางเคลื่อนที่ในเรื่องที่ตั้งสิ่งกีดขวาง การปกปิดและกำบังของภูมิประเทศ พื้นที่อันตรายต่อการถูกซุ่มโจมตี เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ และพื้นที่ที่น่าจะใช้เป็นที่ตั้งยิงตลอดเส้นทางที่ลาดตระเวน เมื่อไปถึงที่ตั้งใหม่ผู้บังคับการจะทำการสำรวจ ตรวจสอบพื้นที่โดยละเอียดให้มั่นใจได้ว่าปราศจากกำลังทหารของฝ่ายข้าศึก และทุ่นระเบิด

ข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งยิงมี ดังนี้

3.1) สามารถทำการยิงสนับสนุนให้แก่หน่วยทหารได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3.2) สามารถติดต่อสื่อสารกับส่วนอื่นๆ โดยเฉพาะผู้ตรวจการณ์หน้าที่อยู่ในความรับผิดชอบ

3.3) ลักษณะภูมิประเทศสามารถป้องกันการยิงอาวุธกระสุนวิถีราบของข้าศึก

3.4) สามารถเข้าที่ตั้งได้โดยข้าศึกไม่สามารถตรวจการณ์เห็น

3.5) สามารถเข้าออกได้สะดวก มีเส้นทางเข้าออกที่ตั้งได้หลายเส้นทาง

3.6) พื้นดินราบและแข็งพอที่รถในกองร้อยสามารถวิ่งเข้าถึงได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ รถกระสุน

3.7) สภาพภูมิอากาศและเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงที่ตั้ง

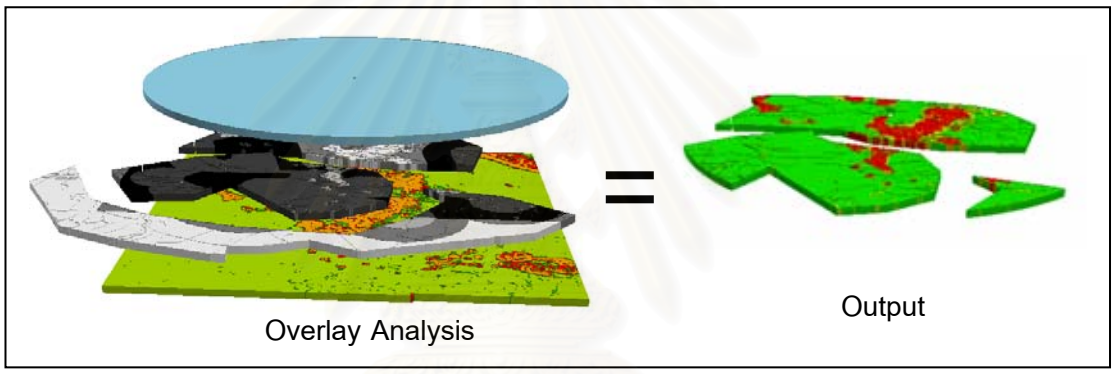
3.8) มีพื้นที่กว้างขวางพอสำหรับตั้งกองร้อย

4) **การวางแผนเตรียมการเพื่อนำกองร้อยเข้าที่ตั้ง** หลังจากทำการเลือกที่ตั้งยิงได้แล้วผู้บังคับการกองร้อยจะทำการวางแผนการเข้าที่ตั้ง กำหนดจุดตั้งที่แน่นอนของหมู่ปืน กำหนดพื้นที่ต่างๆ สำหรับตั้งอุปกรณ์และยานพหนะ วางแผนการใช้เส้นทางและกลบเกลื่อนร่องรอยรูปแบบขบวนในการเดิน การจัดขบวนในการเคลื่อนย้ายกองร้อย

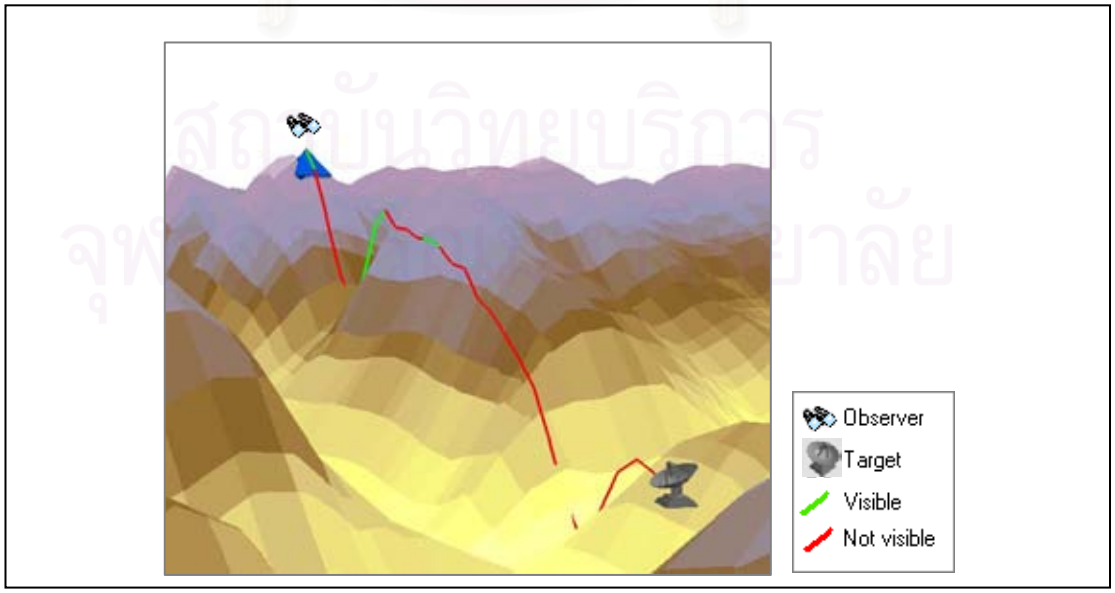
5) **การเคลื่อนที่กองร้อยเข้าที่ตั้งยิง** ควบคุมการเดิน การหยุดพัก และการปฏิบัติเมื่อถูกโจมตีจากข้าศึก

2.1.1 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการหาที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ในการย้ายและเลือกที่ตั้งยิงที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ระบบภูมิสารสนเทศสามารถเข้าไปมีบทบาทช่วยในการสนับสนุนในส่วนของ ขั้นตอนที่ 2) การวางแผนในการลาดตระเวน (หน้าที่ 9) ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) โดยการนำปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ในลักษณะข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data) มาวิเคราะห์การซ้อนทับ (รูปที่ 2.2) ร่วมกับการวิเคราะห์การมองเห็น (รูปที่ 2.3) ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศ พัฒนาเป็นมอดูลและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ สำหรับช่วยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ซึ่งจะได้ข้อมูลปริภูมิซ้อนทับกับข้อมูลชั้นข้อมูลแผนที่อื่นๆ เช่น ตำแหน่งหน่วยทหาร แผนที่ภูมิประเทศ (ภาพสแกน) 1:50,000 เป็นต้น สำหรับนำไปตัดสินใจร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่จะต้องพิจารณาในการเลือกที่ตั้งยิง เช่น สภาพภูมิอากาศ, เวลาในการเข้าถึงพื้นที่ตั้ง เป็นต้น



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ



รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์การมองเห็น

2.1.2 แนวคิดทางสถิติในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ ปัจจัยเชิงพื้นที่ที่ใช้ในวิเคราะห์ด้วยการกำหนดให้แต่ละปัจจัยนั้นมีค่าระดับความสำคัญแต่ละปัจจัยไม่เท่ากัน ทำให้สามารถเน้นหรือให้ความสำคัญกับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเหนือปัจจัยอื่นๆ ได้ ด้วยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัย (ศานต์ กมลวัฒนกุล, 2540) ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักนี้เมื่อทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับ ผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักสามารถนำมาจำแนกช่วงชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ทำให้สามารถเปรียบเทียบศักยภาพระหว่างพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ เช่น พื้นที่ตั้งปืนใหญ่ที่มีความเหมาะสมมาก พื้นที่ตั้งปืนใหญ่ที่มีความเหมาะสมน้อย เป็นต้น

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ระบบทหารปืนใหญ่ มีหน้าที่หลักในการจัดให้มีการยิงสนับสนุนแก่หน่วยรบอย่างแม่นยำต่อเนื่องและทันเวลาด้วยปืนใหญ่ประเภทลำกล้อง หรืออาวุธส่ง โดยระบบทหารปืนใหญ่ประกอบด้วย 4 ระบบ คือ ระบบค้นหาเป้าหมาย, ระบบอำนวยการยิง, ระบบอาวุธ-กระสุน และระบบควบคุมบังคับบัญชา

1) ระบบค้นหาเป้าหมาย ทำการตรวจจับค้นหาเพื่อระบุตำแหน่งที่ตั้งเป้าหมาย

2) ระบบอำนวยการยิง เป็นกรรมวิธีที่นำข้อมูลที่ตั้งเป้าหมาย, ที่ตั้งของผู้ตรวจการณ์หน้า, ที่ตั้งปืน, สภาพลมฟ้าอากาศ และค่าตัวแปรต่างๆ มาคำนวณ เพื่อให้ได้ค่าที่จะนำไปตั้งให้แก่ปืนและกระสุน

3) ระบบอาวุธ-กระสุน ดำเนินการยิงอาวุธด้วยชนิดปืนใหญ่และขนาดของกระสุนตามภารกิจที่ผู้บังคับบัญชาต้องการ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

4) ระบบการควบคุมบังคับบัญชา เป็นศูนย์กลางในการควบคุมและเชื่อมโยงระบบต่างๆ ของทหารปืนใหญ่

ซึ่งระบบทั้ง 4 ต่างก็มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กัน ยุทโธปกรณ์ในแต่ละส่วนของแต่ละระบบต่างทำงานขนานกันไปเพื่อให้บรรลุถึงภารกิจของทหารปืนใหญ่ การวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบอำนวยการยิง

อาวุธปืนใหญ่ ใช้ในการยิงสนับสนุนการโจมตีเป้าหมายที่อยู่ห่างไกลเกินกว่าอาวุธปืนขนาดเล็กจะสามารถยิงไปถึงได้ ด้วยการยิงเป้าหมายที่อยู่ห่างไกลทำให้ไม่สามารถมองเห็นเป้าหมาย และไม่สามารถทำการยิงด้วยการเล็งกระบอกปืนใหญ่ตรงไปยังเป้าหมาย ด้วยเหตุนี้ในการเล็งปืนไปยังเป้าหมายจำเป็นต้องหาค่ามุมที่จะใช้ในการตั้งค่าปืนใหญ่ให้ชี้ไปยังเป้าหมายและ

ค่าเวลาชนวนสำหรับตั้งค่าให้กับกระสุนไประเบิด ณ เป้าหมายหรือไประเบิด ณ ความสูงเหนือเป้าหมายได้ การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ค่ามุม (รูปที่ 2.4) และค่าเวลาชนวน ที่จะนำมาตั้งให้กับปืนใหญ่และกระสุน ในการเล็งปืนใหญ่ไปยังเป้าหมาย มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้ (ธีรศักดิ์ วาสิกดิลก และคณะ, 2538)

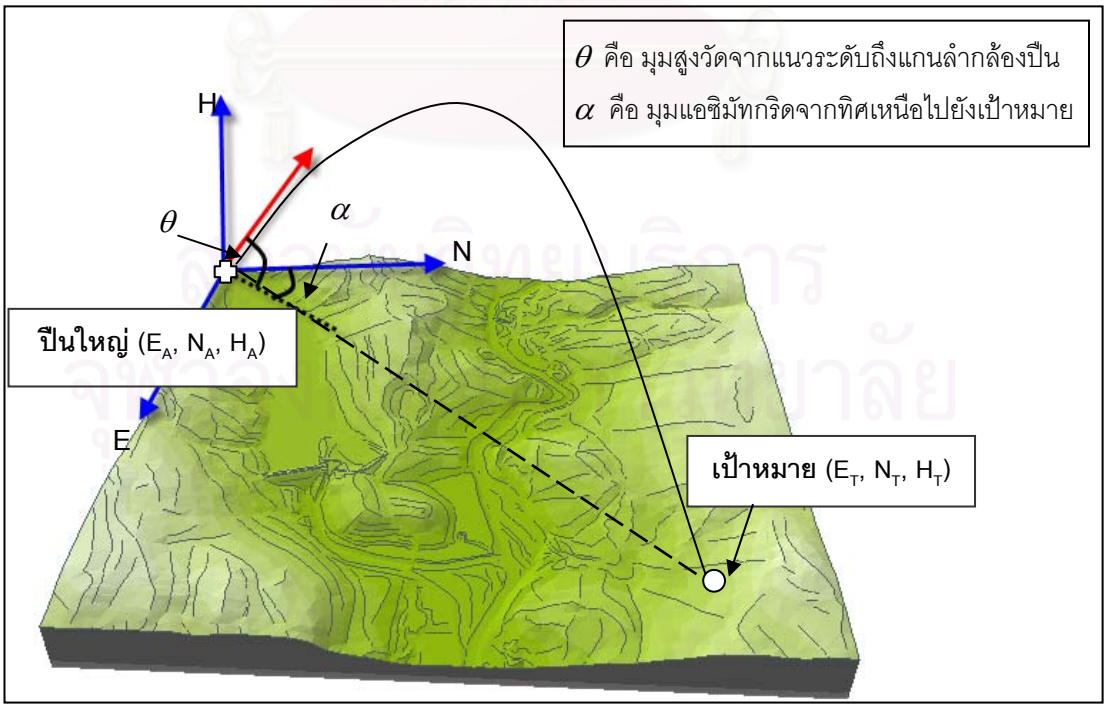
1) ทราบตำแหน่งที่ตั้งหน่วยยิง และ ทราบตำแหน่งที่ตั้งเป้าหมายซึ่งได้จากระบบค้นหาเป้าหมาย

2) คำนวณหามุมภาคระหว่างหน่วยยิงไปยังเป้าหมาย

3) คำนวณหาระยะทางระหว่างหน่วยยิงและเป้าหมาย

4) ระยะทางที่คำนวณได้นำไปเปิดสมุดตารางยิงปืนใหญ่ จะได้ค่าหลักฐานยิงสำหรับนำไปตั้งค่าให้กับปืนใหญ่และกระสุน

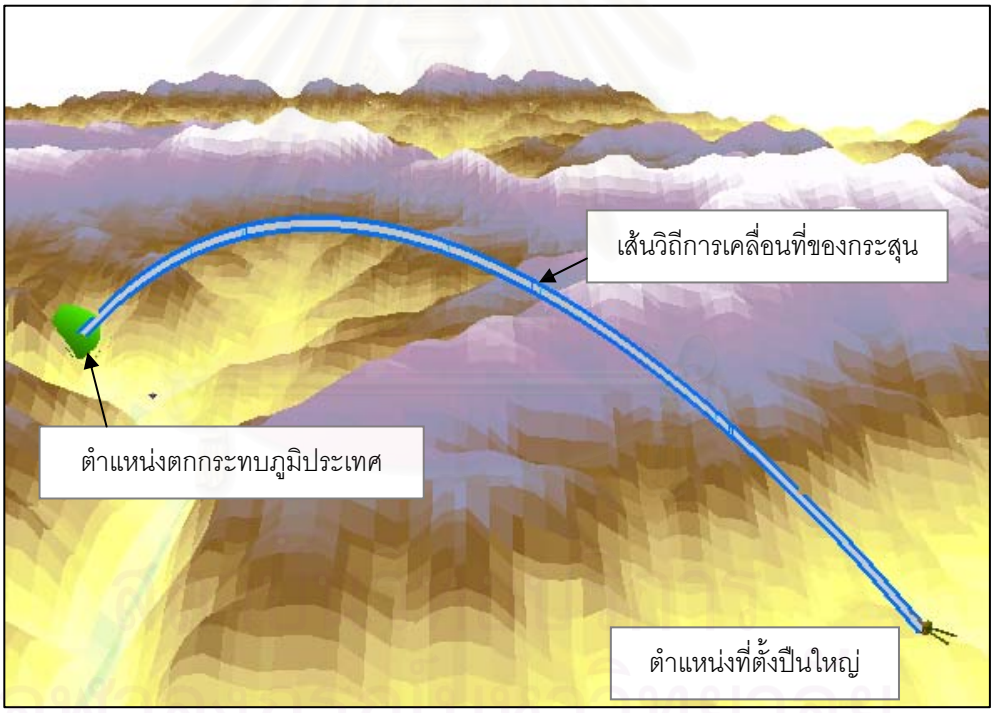
5) เมื่อกระสุนนัดแรกถูกยิงออกไปจะไม่ไปตก ณ ตำแหน่งเป้าหมาย เนื่องจากหลักฐานยิงที่คำนวณได้เป็นหลักฐานที่ได้จากการทดลองยิงปืนใหญ่ในสภาพมาตรฐาน แต่เนื่องจากสภาวะที่ทำการยิงไม่เป็นไปตามสภาพมาตรฐาน จำเป็นต้องหาตัวแก้มาชดเชยโดยอาศัยค่าแก้จากข่าวสภาพอากาศ ค่าความเร็วต้นกระสุนปืนใหญ่ที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วต้น และการปรับการยิงจากผู้ตรวจการณ์ นำมาคำนวณด้วยเทคนิคของทหารปืนใหญ่ได้เป็นค่าหลักฐานยิงสำหรับกระสุนนัดต่อไป จนกระทั่งยิงถูกเป้าหมาย ค่าแก้ที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการยิงต่อเป้าหมายอื่นๆ ต่อไป เว้นแต่มีการย้ายที่ตั้งยิงปืนใหญ่ใหม่จะต้องทำการคำนวณหาค่าแก้ตัวใหม่ต่อไป



รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ตั้งปืนใหญ่, ตำแหน่งเป้าหมายและทิศทางการยิงปืนใหญ่

2.2.2 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการหาทิศทางยิงปืนใหญ่

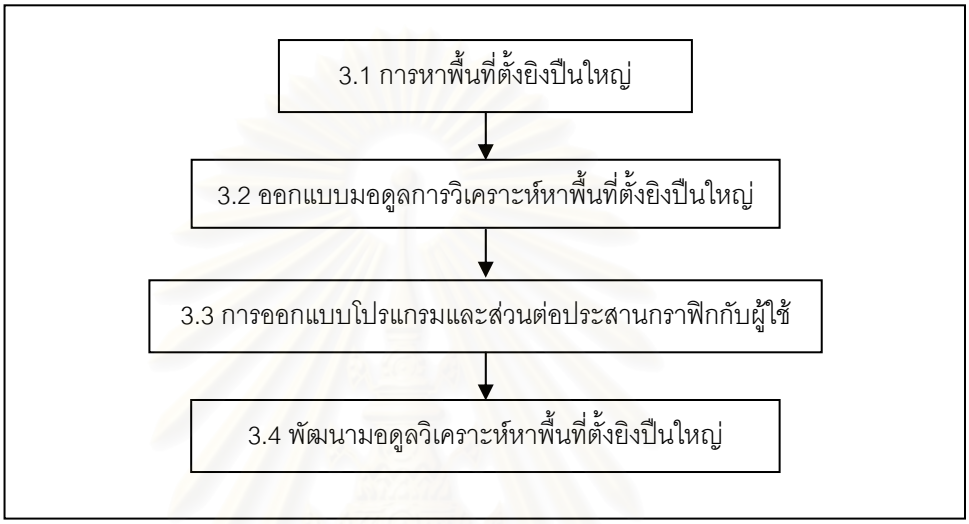
ในการหาทิศทางยิงปืนใหญ่ได้นำเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศมาช่วยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออำนวยการยิงปืนใหญ่ในการคำนวณหาค่าหลักฐานยิงที่ใช้ในการตั้งค่าให้กับปืนใหญ่และกระสุน โดยออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface) และฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณ จากหลักฐานยิงที่ได้ร่วมกับค่าพิกัดที่ตั้งเป้าหมาย และพิกัดที่ตั้งยิงปืนใหญ่ มาทำการพัฒนามอดูลคำนวณหาวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ แล้วใช้แบบจำลองความสูงภูมิประเทศนำมาช่วยตรวจสอบความเป็นไปได้ว่ากระสุนปืนใหญ่ที่ทำการยิงออกไปถูกกีดขวางด้วยลักษณะภูมิประเทศ และจำลองสถานการณ์ (Simulation) การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนแสดงผลในรูปแบบแอนิเมชัน (Animation) เพื่อให้เห็นภาพการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนเป็นข้อมูลปภูมิสารสนเทศสำหรับนำไปตัดสินใจเพิ่มเติมก่อนทำการยิงปืนใหญ่ (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 เส้นวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่เทียบกับลักษณะของภูมิประเทศ

บทที่ 3
การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการศึกษา ออกแบบและพัฒนามอดูลสำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ซึ่งมีผังงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานขั้นตอนการออกแบบและพัฒนามอดูล

3.1 การหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การเลือกที่ตั้งยิงปืนใหญ่โดยปกติผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายกองร้อยจะเป็นผู้อำนวยการควบคุมในการเคลื่อนย้ายกองร้อย กำหนดพื้นที่ตั้งโดยสังเขปให้กับกองร้อย ในบางสถานการณ์ผู้บังคับบัญชาอาจมอบอำนาจให้กองร้อยรับผิดชอบในการเคลื่อนย้าย และเลือกที่ตั้งยิงใหม่เอง โดยมีข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งยิงปืนใหญ่มีรายละเอียดขั้นตอนที่ 3) การลาดตระเวนและการเลือกที่ตั้งยิง (หน้าที่ 9)

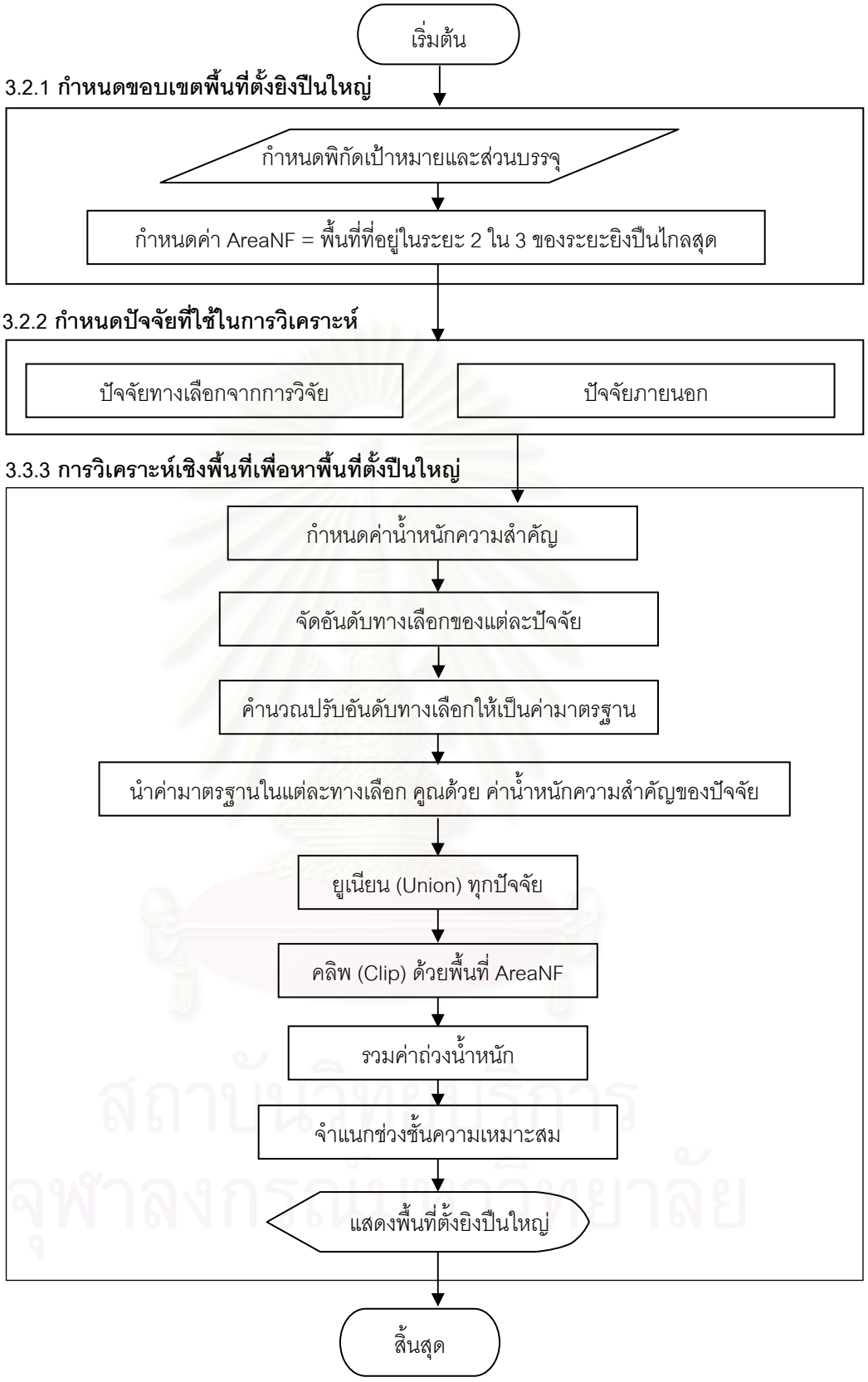
ข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งยิงสามารถนำมาเป็นปัจจัยสำหรับใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้คือ

- ข้อ 1) ใช้ขอบเขตพื้นที่ระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่
- ข้อ 3) ใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศในการวิเคราะห์การมองเห็น
- ข้อ 4) ใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศในการวิเคราะห์หาความลาด (Slope)
- ข้อ 5) ใช้ข้อมูลถนน

3.2 ออกแบบมอดูลการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ โดยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับและวิเคราะห์ความสามารถในการมองเห็นร่วมกับเทคนิคทางสถิติในการให้ค่าอันดับและค่าน้ำหนักความสำคัญ (กุสุมา เสาวพฤกษ์, 2537) มาสร้างเป็นแบบจำลองวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ผู้วิจัยได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยทางเลือกที่ได้จากการวิจัย ประกอบไปด้วย ขอบเขตพื้นที่ 2 ใน 3 ของระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่ (กำหนดค่าเป็น AreaNF), พื้นที่ราบ, พื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย, พื้นที่สะดวกในการเข้าถึง และปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถนำเข้ามาวิเคราะห์เพิ่มเติมจากปัจจัยที่ได้จากการวิจัย ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์สามารถสรุปโดยย่อได้ 3 ขั้นตอน คือ

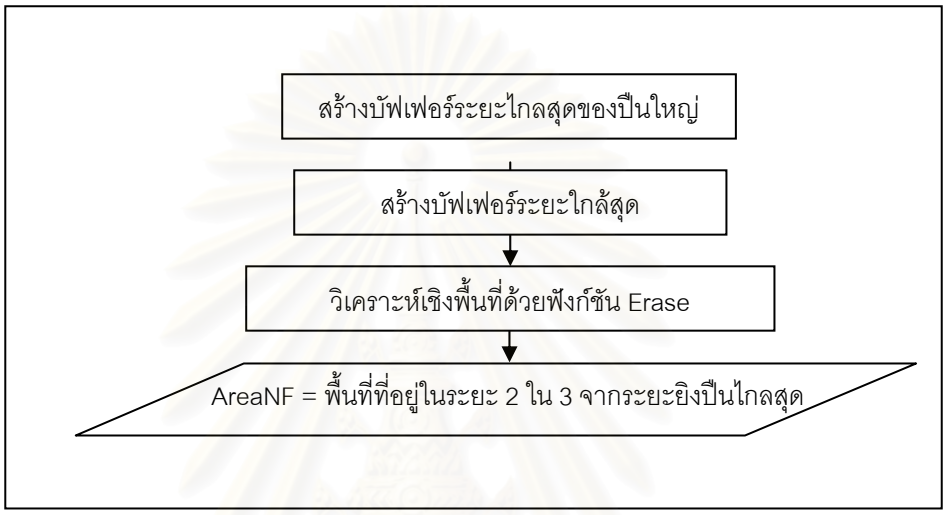
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 ผังงานในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

3.2.1 กำหนดขอบเขตพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การกำหนดขอบเขตพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่จากระบบตำแหน่งเป้าหมาย สำหรับกำหนดจุดศูนย์กลางในการสร้างบัฟเฟอร์ (Buffer) และระยะยิงปืนใหญ่ที่ไกลที่สุด โดยเกณฑ์ระยะทางในการตั้งปืนใหญ่ควรห่างจากเป้าหมายที่ต้องการยิงเป็นระยะ 2 ใน 3 ของระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่ (อนุชา บุตรเอก, สัมภาษณ์, 29 สิงหาคม 2550) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนในการสร้างพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงปืนไกลสุด

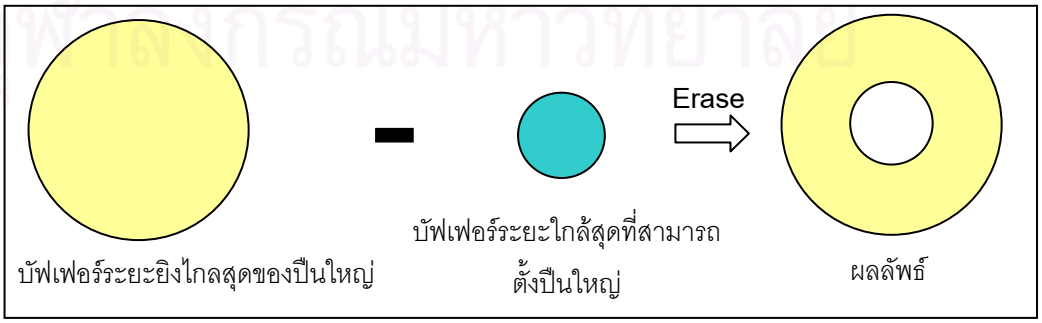
1) หาระยะที่ใช้ในการตั้งปืนใหญ่ห่างจากเป้าหมาย

ระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงปืนไกลสุด = ระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่ $*\frac{2}{3}$

2) สร้างบัฟเฟอร์ระยะใกล้สุดที่สามารถตั้งปืนใหญ่

3) สร้างบัฟเฟอร์ออกจากเป้าหมายด้วยระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่

4) วิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยฟังก์ชัน Erase ได้ขอบเขตพื้นที่ที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่



รูปที่ 3.4 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อหาพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 จากระยะยิงปืนไกลสุด

3.2.2 กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มปัจจัย คือ ปัจจัยทางเลือกจากการวิจัยและปัจจัยภายนอก ทั้งนี้ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จะถูกตัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ แยกตามระวางแผนที่ 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร จากนั้นจัดเก็บลงในโฟลเดอร์ที่ตั้งชื่อตามหมายเลขระวางแผนที่

1) ปัจจัยทางเลือกจากการวิจัย

จากการสัมภาษณ์และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเป็นปัจจัยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ทั้งหมด 2 ปัจจัย คือ

- **พื้นที่ราบ**

Young (1972) อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (2530) ได้จำแนกมุมความลาดเป็น 7 ชั้นด้วยกัน คือ

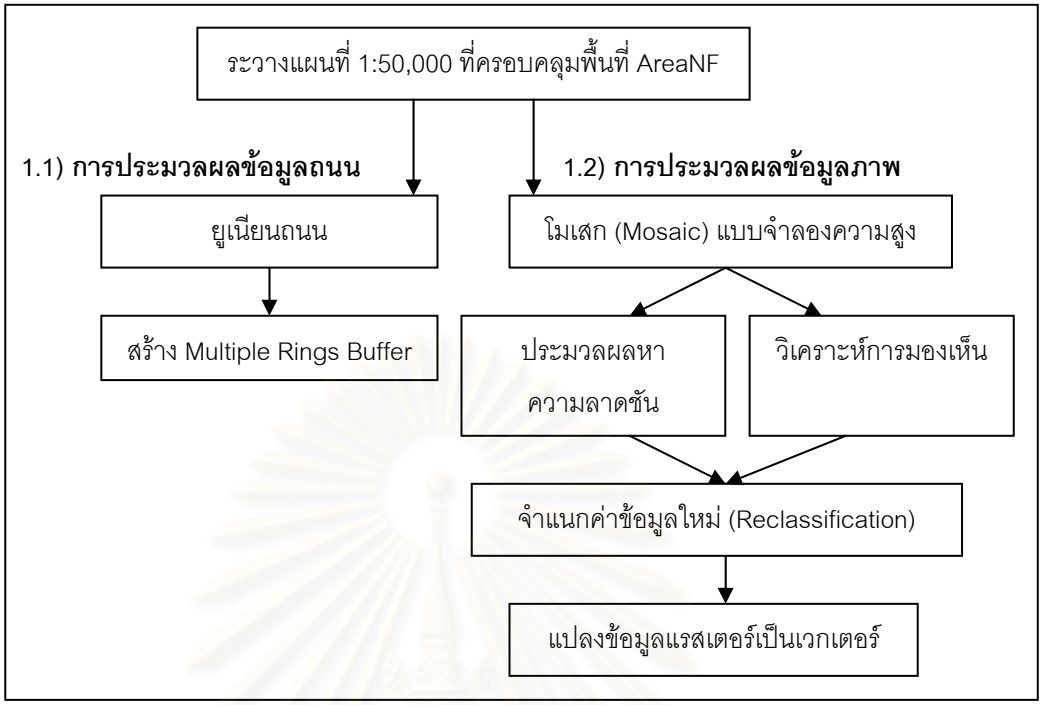
ชั้นที่ 1 0–2° เรียก ลาดน้อยมาก (Level of very gentle)
ชั้นที่ 2 2–5° เรียก ลาดน้อย (Gentle)
ชั้นที่ 3 5–10° เรียก ลาด (Moderate)
ชั้นที่ 4 10–18° เรียก ลาดค่อนข้างชัน (Moderate steep)
ชั้นที่ 5 18-30° เรียก ลาดชัน (Steep)
ชั้นที่ 6 30-45° เรียก ลาดชันมาก (Very steep)
ชั่นที่ 7 45-90° เรียก ตั้งตรง (Precipitous to vertical)

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ความลาด 0-10% เป็นพื้นที่ราบ โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูง SRTM ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ราบ

- **พื้นที่สะดวกในการเข้าถึง**

ข้อมูลความสะดวกในการเข้าออกเส้นทาง ได้จากข้อมูลถนนมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

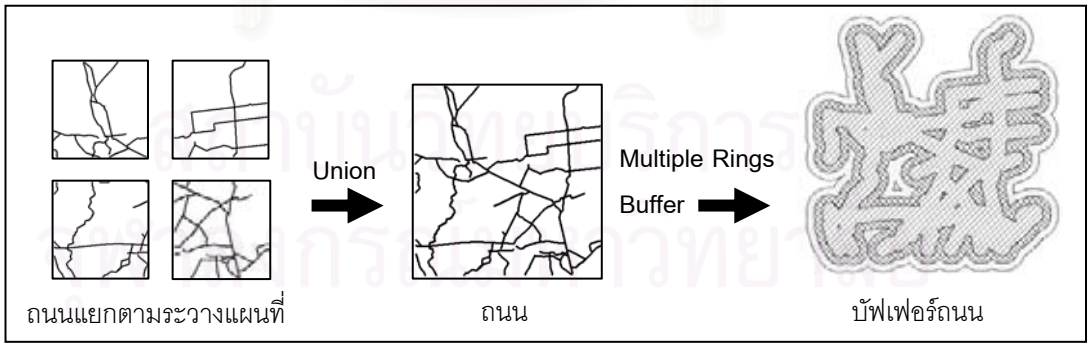
ข้อมูลปัจจัยทางเลือกจากการวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ยังมิได้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้โดยตรง จำเป็นต้องมีการประมวลผลข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลร่วมกันได้ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบในการวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลปัจจัยทางเลือกจากการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูลถนนและแบบจำลองความสูง SRTM

1.1) การประมวลผลข้อมูลถนน

ข้อมูลถนนจัดเก็บแยกกันตามระวางแผนที่ 1:50,000 นำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการยูเนียน เพื่อทำการรวมถนนในแต่ละระวางให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน โดยพิจารณาเฉพาะระวางแผนที่ที่ครอบคลุมพื้นที่ระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่ จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ต่อด้วยการสร้าง Multiple Rings Buffer เพื่อสร้างบัฟเฟอร์รอบเส้นถนนดังกล่าว (รูปที่ 3.6)

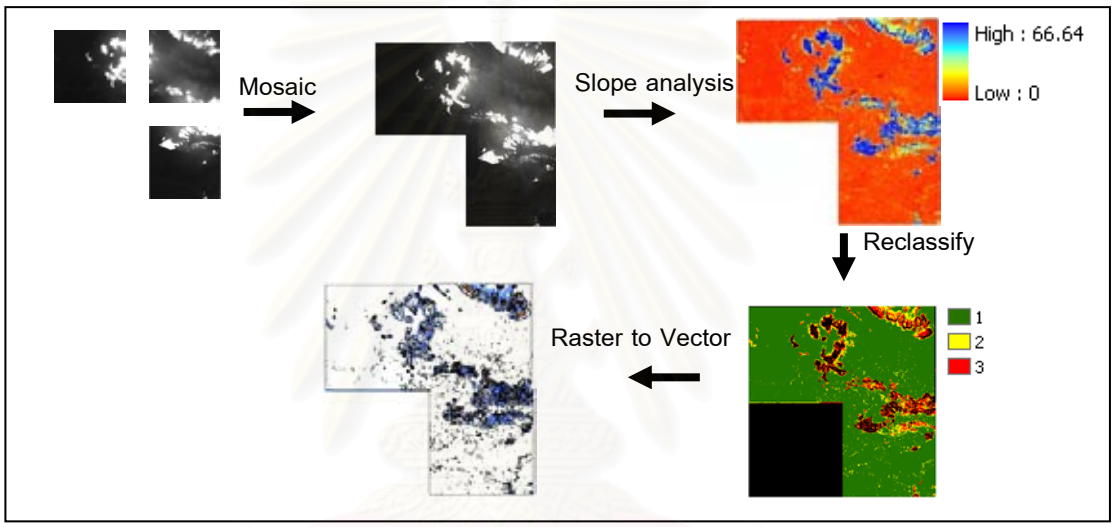


รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลถนน

1.2) **การประมวลผลข้อมูลภาพ** SRTM

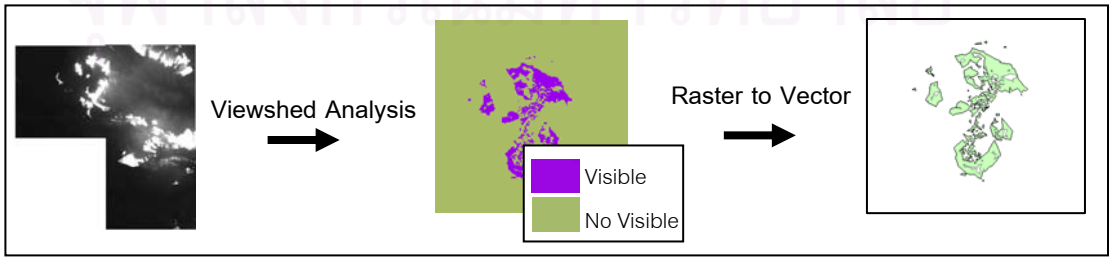
การประมวลผลข้อมูลแบบจำลองความสูง SRTM เพื่อให้ได้เป็นข้อมูลพื้นที่ลาดและพื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย มีรายละเอียดในการประมวลผลดังนี้

- พื้นที่ลาด ใช้แบบจำลองความสูง SRTM ซึ่งจัดเก็บแยกกันตามระวางแผนที่ ในการนำข้อมูลไปประมวลผลขั้นตอนแรกเริ่มต้นด้วยการโมเสก ข้อมูลภาพในแต่ละระวางแผนที่เพื่อต่อภาพให้เป็นภาพเดียวกัน จากนั้นทำการประมวลผลจุดภาพจากค่าที่แสดงความสูงภูมิประเทศเป็นจุดภาพที่แสดงค่าความลาดภูมิประเทศ ภาพใหม่ที่ได้นำมาทำการประมวลผลต่อด้วยการจำแนกค่าความลาดให้อยู่ในช่วงค่าใหม่ และสุดท้ายทำการแปลงข้อมูลภาพแรสเตอร์ (Raster) เป็นเวกเตอร์ (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ความลาด

- พื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมายนำภาพที่ได้จากการโมเสก ในขั้นตอนที่ผ่านมา ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่มองเห็นได้ด้วยการวิเคราะห์ Viewshed Analysis แล้วนำข้อมูลภาพที่ได้มาทำการแปลงเป็นข้อมูลเวกเตอร์ (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์หาพื้นที่มองเห็นได้ด้วยการวิเคราะห์ Viewshed Analysis

2) ปัจจัยภายนอก

เป็นปัจจัยที่กำหนดขึ้นเพิ่มเติมตามความเหมาะสมที่เห็นแล้วว่ามีนัยสำคัญต่อการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ซึ่งลักษณะของข้อมูลปัจจัยที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต้องเป็นข้อมูลที่อยู่ในลักษณะเป็นพื้นที่รูปปิด (Polygon Feature) ดังนั้นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุด (Point Feature) หรือเส้น (Line Feature) จำเป็นต้องทำการประมวลผลให้อยู่ในลักษณะเป็นพื้นที่รูปปิดก่อนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

3.2.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและจัดอันดับทางเลือก และส่วนของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การรวมค่าถ่วงน้ำหนักและแบ่งช่วงชั้นความเหมาะสม

1) การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยและจัดอันดับทางเลือก

เนื่องจากในการให้อันดับแก่ทางเลือกในแต่ละปัจจัยนั้น ค่าคะแนนของการแบ่งลำดับภายในปัจจัยตามเกณฑ์ของปัจจัยนั้นๆ เป็นค่าคะแนนดิบ ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามการแบ่งเกณฑ์ในแต่ละปัจจัยและมีหน่วยวัดค่าคะแนนไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการแปลงค่าคะแนนดิบของทุกปัจจัยให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สูตร ดังนี้

$$SD = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} * \mathrm{K} \quad \text{.....(3.1)}$$

เมื่อ SD = ค่าคะแนนของทางเลือก i ที่ปรับเป็นมาตรฐานแล้ว

X_i = ค่าคะแนนดิบของทางเลือก i ที่จะปรับให้เป็นมาตรฐาน

$X_{\min}$ = ค่าคะแนนดิบของทางเลือกที่มีค่าต่ำที่สุด

$X_{\max}$ = ค่าคะแนนดิบของทางเลือกที่มีค่าสูงที่สุด

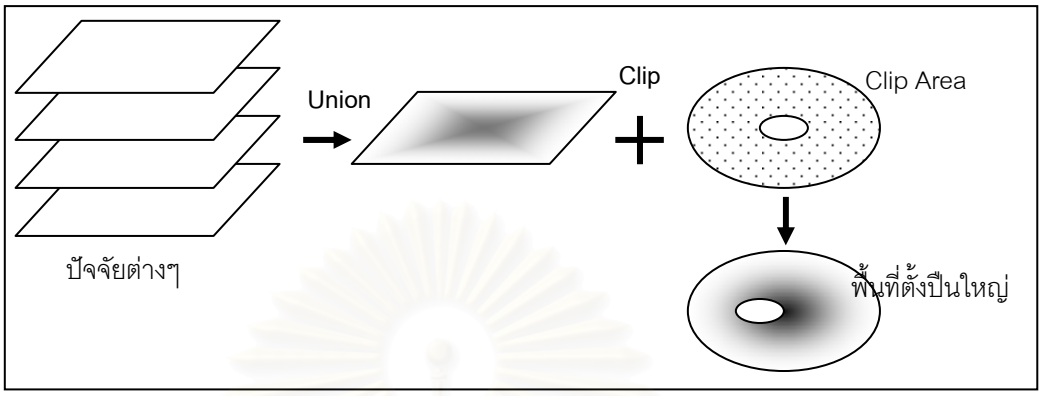
K = คะแนนสูงสุดที่ต้องการปรับมาตรฐาน

เมื่อแปลงค่าอันดับคะแนนดิบเป็นค่ามาตรฐาน ข้อมูลค่ามาตรฐานทั้งหมดจะมีค่าตั้งแต่ 0 ไปถึง K ซึ่งในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ค่ามาตรฐานสูงสุดมีค่าเท่ากับ 100

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่

ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการยูเนียน ปัจจัยทั้งหมด จากนั้นจึงทำการคลิพข้อมูลด้วยพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 ของระยะยิงปืนไกลสุด (รูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

3) รวมค่าถ่วงน้ำหนักและแบ่งช่วงชั้นความเหมาะสม

เป็นการหาผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักคูณด้วยอันดับของทุกปัจจัยจากแบบจำลองผลรวมค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Sum Model: WSM) โดยที่จะได้ค่าคะแนน P_j ของทางเลือก A_i (เมื่อ i = 1,2,3,..., M) ซึ่งจะถูกคำนวณตามสูตรต่อไปนี้ (ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์, 2542)

$$P_j = \sum_{j=1}^{N} a_{ij} W_j \quad \text{.....(3.2)}$$

เมื่อ i = 1,2,3,..., M (M คือ จำนวนทางเลือก)

j = 1,2,3,..., N (N คือ จำนวนปัจจัย)

W_j = ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญสำหรับแต่ละปัจจัย

a_{ij} = ค่าคะแนนมาตรฐานของทางเลือก A_i ของแต่ละปัจจัย

เมทริกซ์การตัดสินใจ	เกณฑ์				
	C_1	C_2	C_3	...	C_N
ทางเลือก	W_1	W_2	W_3	...	W_N
A_1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	...	$a_{1,N}$
A_2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	...	$a_{2,N}$
A_3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	...	$a_{3,N}$
.	.	.	.	.	.
A_M	$a_{M,1}$	$a_{M,2}$	$a_{M,3}$	...	$a_{M,N}$

ตารางที่ 3.1 เมทริกซ์การตัดสินใจระหว่างเกณฑ์และทางเลือก

เพื่อกำหนดความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ผู้วิจัยได้ทำการแจกแจงและแบ่งกลุ่มพื้นที่ศักยภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ

1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่
2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่
3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่

โดยใช้สูตรอันตรภาคชั้น

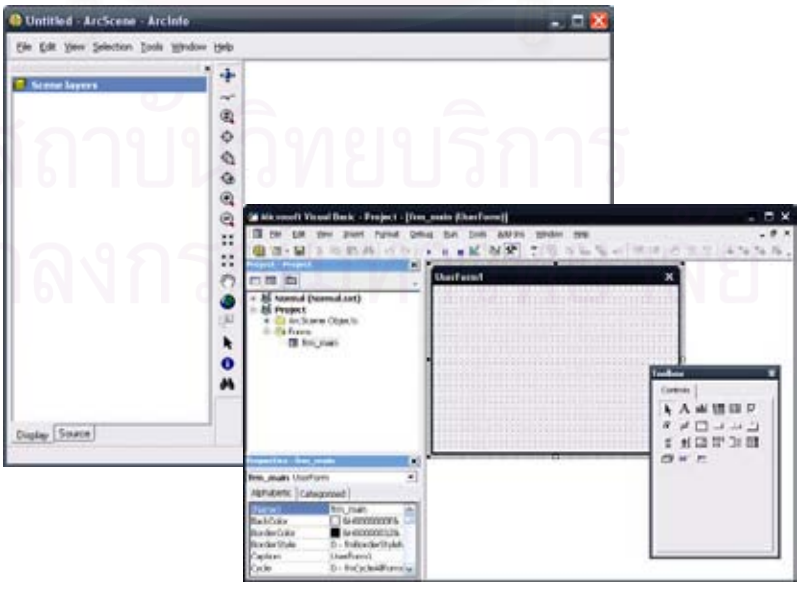
$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{ค่าคะแนนสูงสุด} - \text{ค่าคะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนช่วงชั้น}} \quad \text{.....(3.3)}$$

3.3 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์และส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

จากการออกแบบกระบวนการพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบโปรแกรมและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ด้วยโปรแกรม ArcScene 9.2 และใช้ภาษาวิชวลเบสิก ร่วมกับ ArcObjects ในการพัฒนาตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ข้างต้น รายละเอียดการออกแบบโปรแกรมประยุกต์และฟอร์ม (Form) ต่างๆ มีดังนี้

3.3.1 ออกแบบโปรแกรมประยุกต์

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม ArcScene 9.2 ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งมีเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลปริภูมิ ง่ายต่อการใช้งาน ทั้งยังมีความสะดวกรวดเร็วในการแสดงผล มีความสามารถในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ยังเอื้ออำนวยต่อการทำงานที่หลากหลาย ทั้งในสภาพแวดล้อม 2 มิติและ 3 มิติ และยังสามารถพัฒนาเครื่องมือต่างๆ ขึ้นเพิ่มเติมได้ ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก



รูปที่ 3.10 โปรแกรม ArcScene และโปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก

3.1.2 ออกแบบฟอร์ม

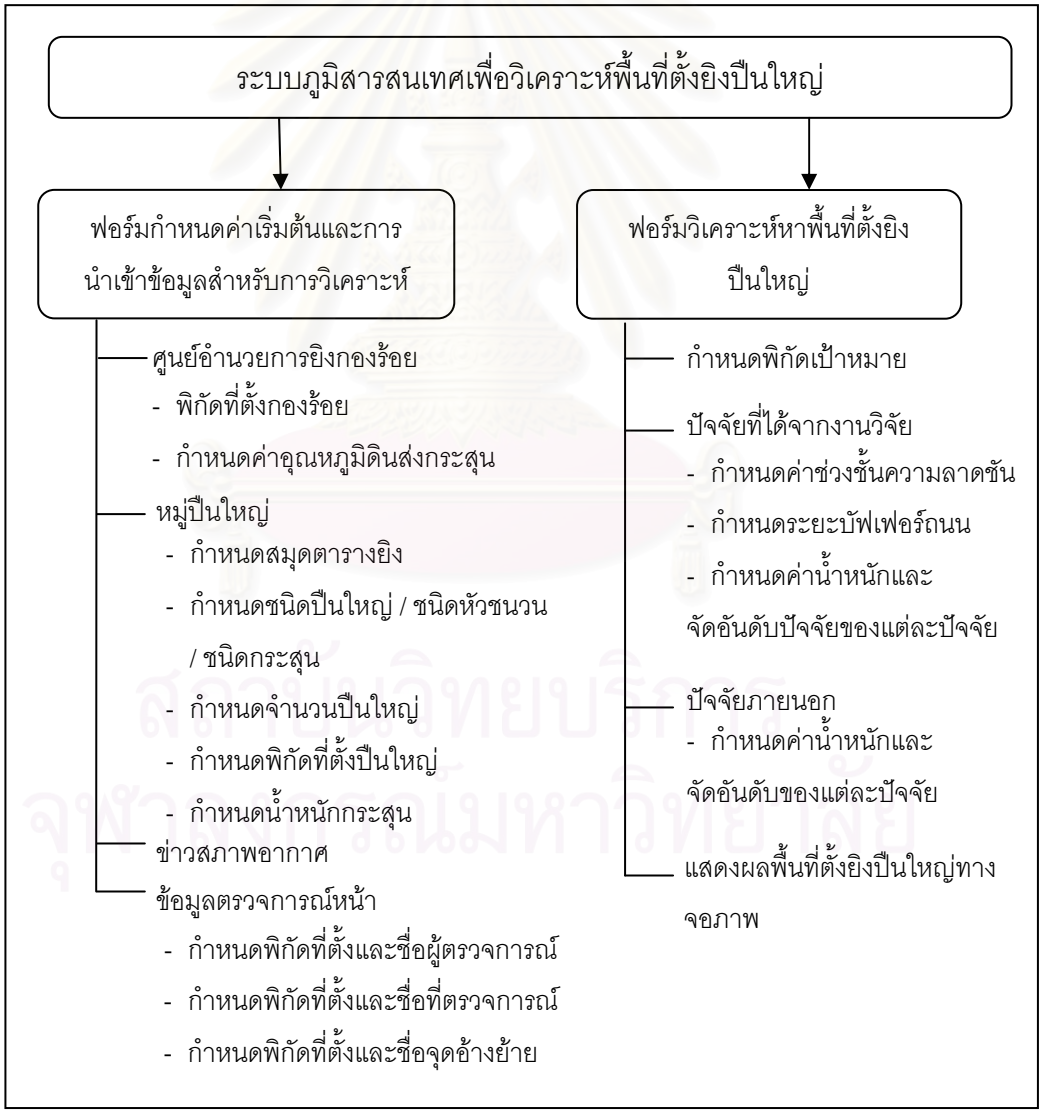
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบฟอร์มสำหรับการนำเข้า ประมวลผลและแสดงผลการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยฟอร์มต่างๆ ดังนี้

1) ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นและการนำเข้าข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นที่จำเป็นในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วย 4 กลุ่มข้อมูล คือ ข้อมูลศูนย์อำนวยการยิง, ข้อมูลปืนใหญ่, ข้อมูลตรวจการณ์หน้าและตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อกำหนดที่ตั้งเป้าหมาย

2) ฟอร์มวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

สำหรับกำหนดปัจจัยที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยปัจจัย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยทางเลือกที่ได้จากการวิจัยและกลุ่มปัจจัยภายนอก



รูปที่ 3.11 แผนผังโครงสร้างฟอร์มในระบบที่จะทำการพัฒนา

3.4 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ผู้วิจัยทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศ วิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการพัฒนาระบบบนโปรแกรม ArcScene 9.2 ด้วยภาษาวิชวลเบสิกประกอบไปด้วย หน้าต่างโปรแกรมหลักและส่วนต่อประสานกราฟิกซึ่งจะทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ไปดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ในแบบจำลองที่ได้ออกแบบไว้และแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิก ซึ่งมีรายละเอียดการพัฒนา ดังนี้

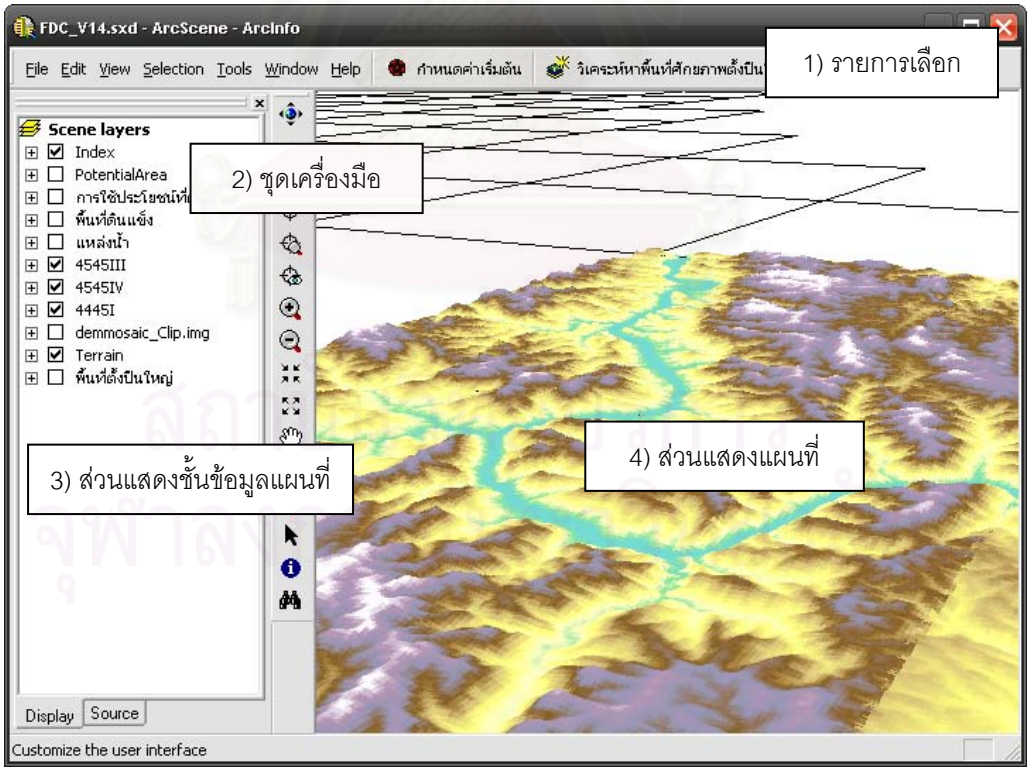
3.4.1 **หน้าต่างโปรแกรมหลัก** แสดงเมนูคำสั่งต่างๆ ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1) รายการเลือกหลัก (Main Menus) ประกอบไปด้วยรายการเมนูคำสั่งพื้นฐานของโปรแกรมและปุ่มคำสั่งที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ คือ ปุ่มคำสั่งกำหนดค่าเริ่มต้น, ปุ่มคำสั่งวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่ (รูปที่ 3.12)

2) ชุดเครื่องมือ (Tools) เป็นปุ่มคำสั่งพื้นฐานของโปรแกรมใช้ในการควบคุมการแสดงผลแผนที่ ได้แก่ ขยายมุมมองแผนที่ (Zoom In), ย่อมุมมองแผนที่ (Zoom Out), ขยายมุมมองเต็มพื้นที่ (Full Extent) เป็นต้น

3) ส่วนแสดงชั้นข้อมูลแผนที่ (Table of Contents)

4) ส่วนแสดงแผนที่ (Map Display)



รูปที่ 3.12 หน้าต่างโปรแกรมหลัก

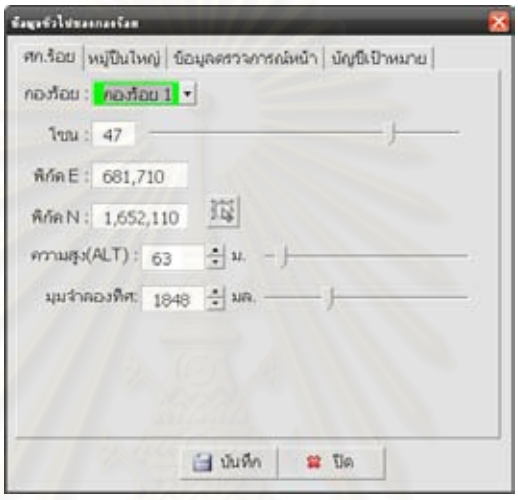
3.4.2 ส่วนต่อประสานกราฟิกที่ทำหน้ารับคำสั่งจากผู้ใช้

ประกอบด้วยฟอร์มที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น และฟอร์มวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1) **ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้น** กำหนดตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้ในการประมวลผล ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

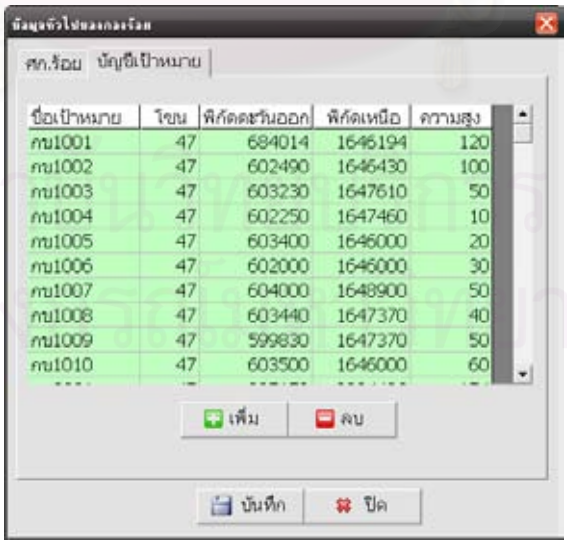
1.1) ศูนย์อำนวยการยิงกองร้อย

กำหนดค่าพิกัดที่ตั้งกองร้อยสำหรับใช้ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างที่ตั้งกองร้อยกับเป้าหมายเพื่อใช้ในการคำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่



รูปที่ 3.13 ฟอร์มกำหนดค่าข้อมูลศูนย์อำนวยการยิงกองร้อย

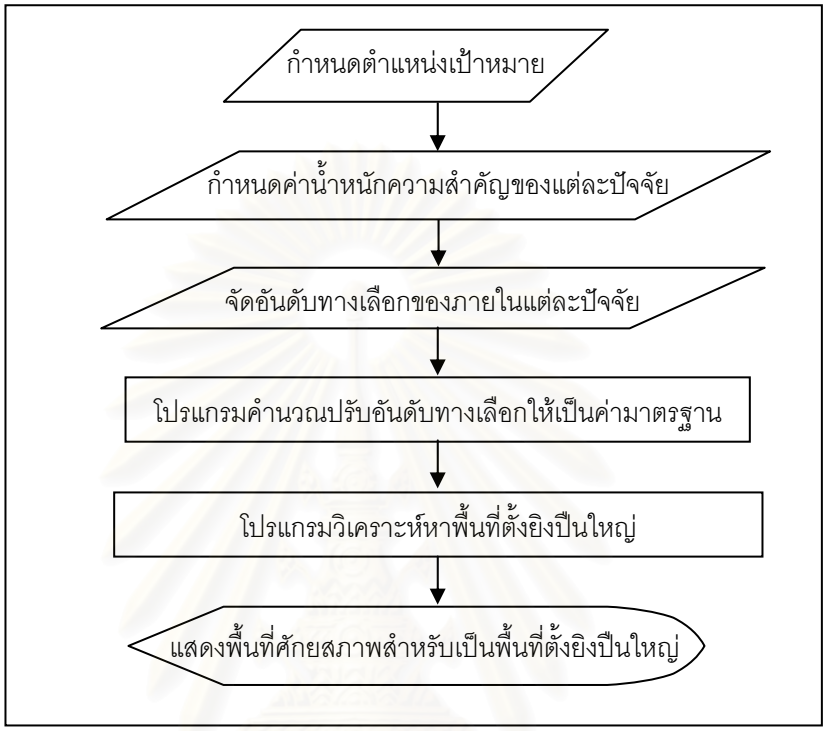
1.2) ข้อมูลบัญชีเป้าหมาย เป็นข้อมูลเป้าหมายที่ได้จากการวางแผน



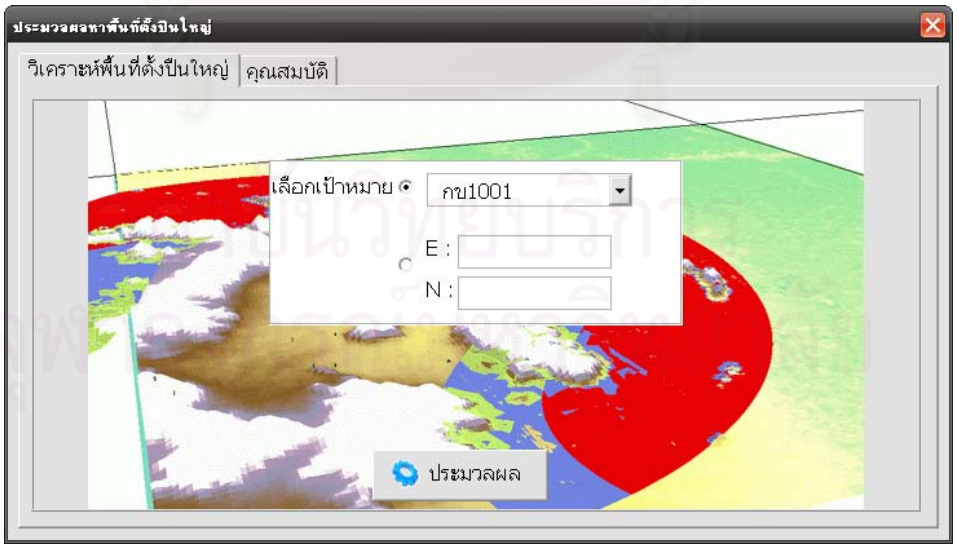
รูปที่ 3.14 ฟอร์มแสดงบัญชีเป้าหมาย

2) ฟอร์มวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ส่วนต่อประสานกราฟิกที่ใช้ในการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ซึ่งจะทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ไปดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ในแบบจำลองที่ได้ออกแบบ สามารถแสดงป็นผังงานโดยย่อได้ดังรูปที่ 3.15

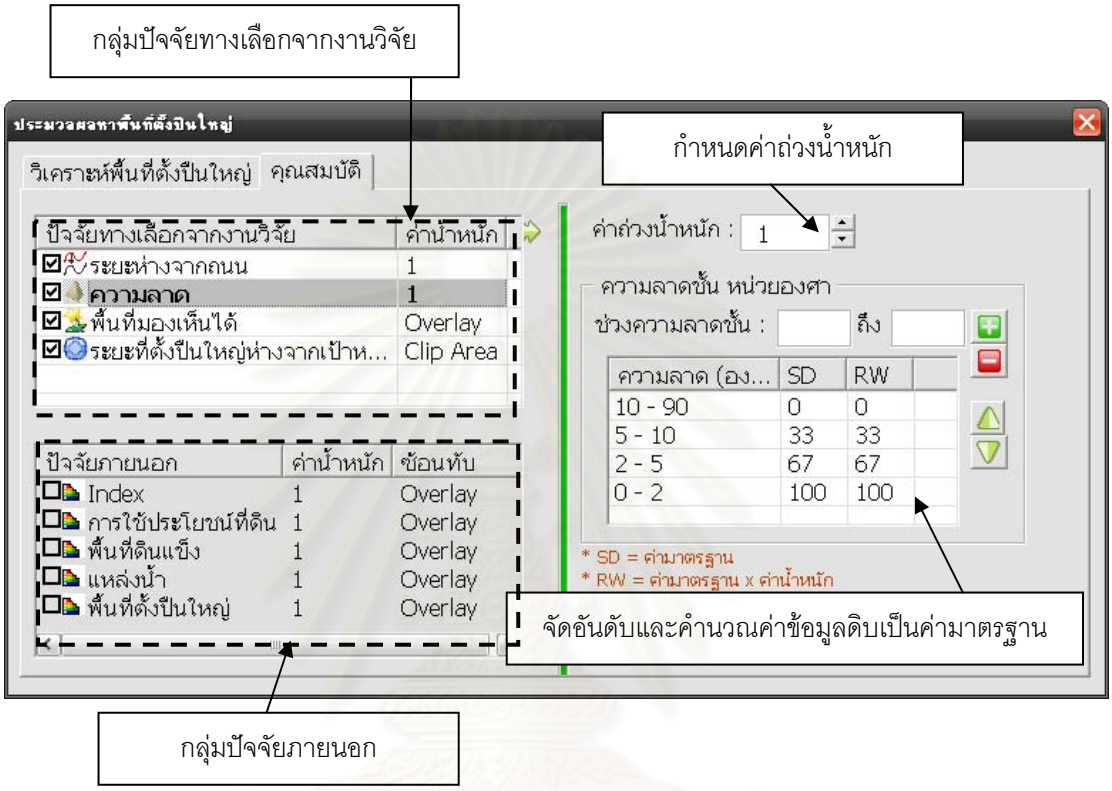


รูปที่ 3.15 ผังงานขั้นตอนในการใช้งานฟอร์มวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่



รูปที่ 3.16 ฟอร์มที่ใช้ในการกำหนดค่าวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ประกอบไปด้วยปัจจัย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยทางเลือกจากการวิจัยและกลุ่มปัจจัยภายนอก ถ้าต้องการเลือกใช้งานปัจจัยใดให้ทำการใส่เครื่องหมายถูกหน้าปัจจัยที่ต้องการ จากนั้นทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและจัดอันดับภายในปัจจัย ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

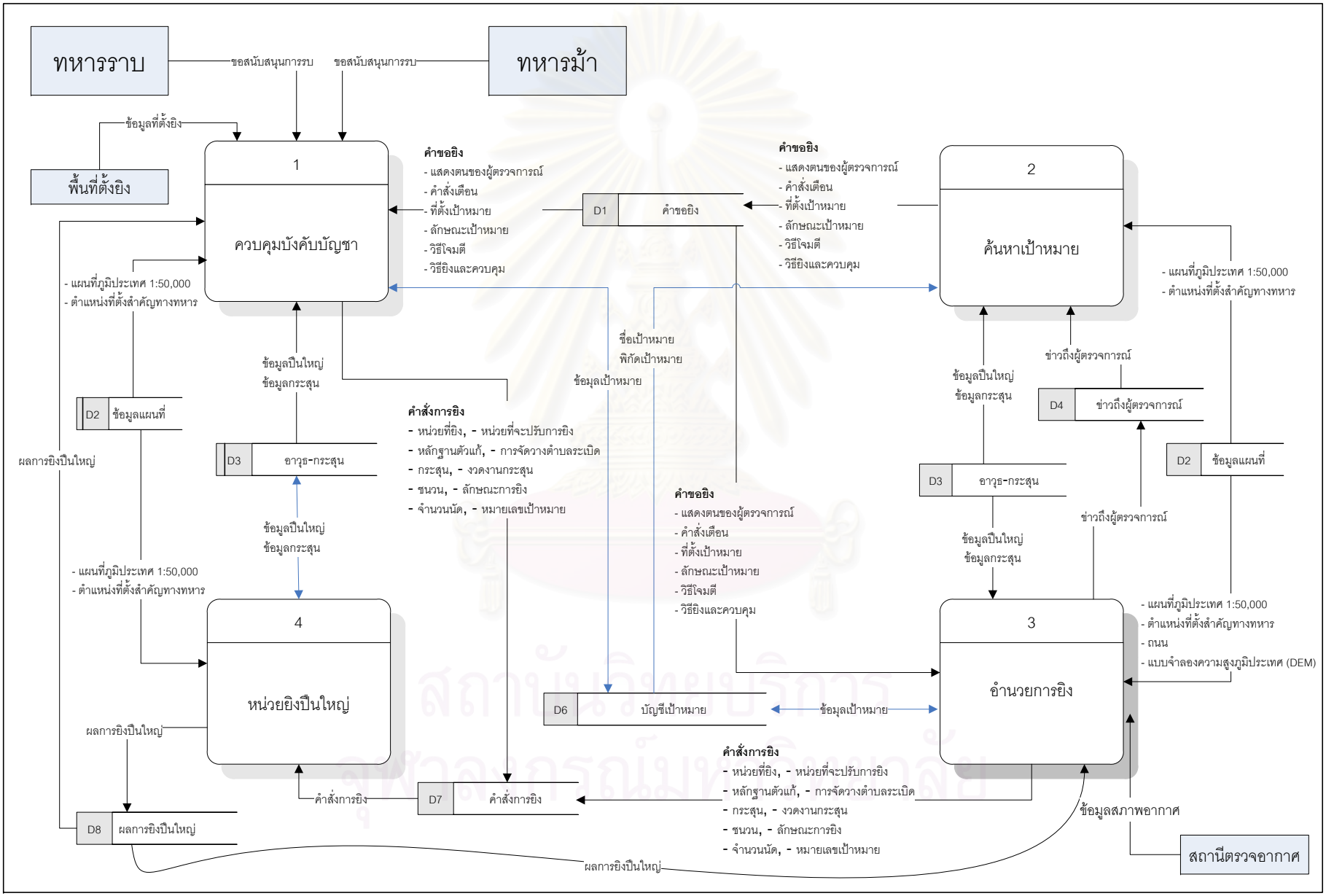
บทที่ 4
การวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบอำนวยการยิง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ศึกษาระบบทหารปืนใหญ่เพื่อทำความเข้าใจในภาพรวมของระบบทหารปืนใหญ่, ออกแบบมอดูลสำหรับวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่, ออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้, พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการทหารปืนใหญ่

ระบบทหารปืนใหญ่ มีหน้าที่หลักในการจัดให้มีการยิงสนับสนุนแก่หน่วยรบอย่างแม่นยำต่อเนื่องและทันเวลาด้วยปืนใหญ่ประเภทลำกล้อง หรืออาวุธส่ง โดยระบบทหารปืนใหญ่ประกอบด้วย 4 ระบบ คือ ระบบค้นหาเป้าหมาย, ระบบอำนวยการยิง, ระบบอาวุธ-กระสุน และระบบควบคุมบังคับบัญชา ซึ่งต่างก็มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กัน ยุทโธปกรณ์ในแต่ละส่วนของแต่ละระบบต่างทำงานขนานกันไปเพื่อให้บรรลุถึงภารกิจของทหารปืนใหญ่

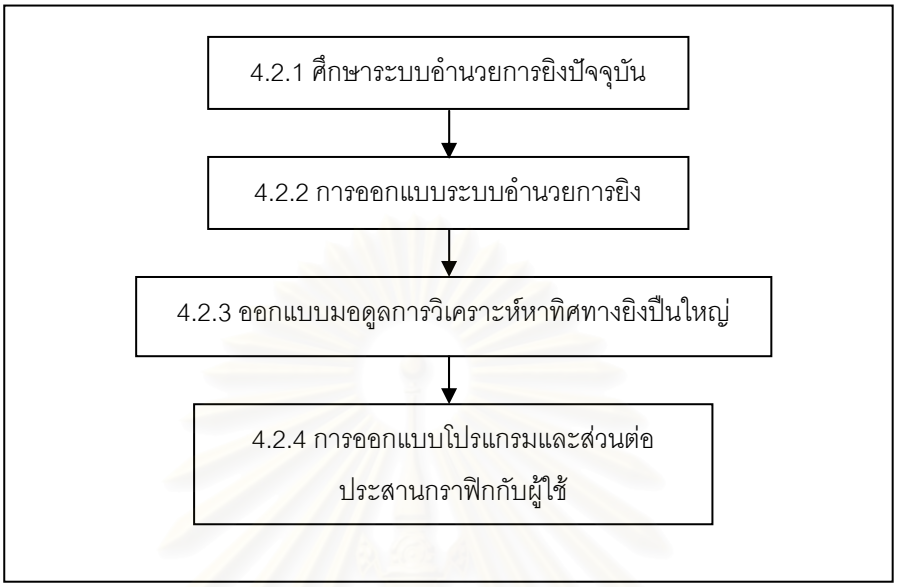
ระบบค้นหาเป้าหมายจะทำการตรวจจับค้นหาเพื่อระบุตำแหน่งที่ตั้งเป้าหมาย แล้วส่งไปยังระบบควบคุมบังคับบัญชาให้ทำการจำแนกและขจัดความซ้ำซ้อนของเป้าหมาย แล้วกำหนดความเร่งด่วนแล้วส่งไปยังเครื่องมืออำนวยการยิง โดยจะจัดเก็บเป้าหมายเหล่านี้ไว้ในรูปของบัญชีเป้าหมาย ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาค่ามาตรทานการยิงและหลักฐานอื่นที่จำเป็นเพื่อให้ผลการยิงมีความแม่นยำคือค่าความเร็วต้นกระสุนปืน และข่าวสภาพอากาศ เมื่อมีการร้องขอการยิงจากผู้ตรวจการณ์หน้าหรือระบบเฝ้าตรวจอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นเป้าหมายจากการวางแผนหรือเป้าหมายที่ตรวจพบ ณ ปัจจุบัน ข้อมูลต่างๆ จะถูกส่งผ่านไปยังระบบควบคุมบังคับบัญชา เพื่อประเมินสถานการณ์และตกลงใจในเบื้องต้น เครื่องอำนวยการยิงจะทำการประมวลผลเป็นมาตรทานการยิงและส่งข้อมูลไปยังระบบอาวุธ-กระสุน เมื่อกระสุนนัดแรกถูกยิงออกไปเครื่องวัดความเร็วต้นที่หน่วยยิงจะแจ้งค่าความเร็วต้นกระสุนปืน ร่วมกับข่าวสภาพอากาศและการปรับการยิงจากผู้ตรวจการณ์หน้า จะถูกนำมาดำเนินกรรมวิธีตามเทคนิคของทหารปืนใหญ่เป็นค่ามาตรทานการยิงสำหรับนัดต่อไป ทำให้กระสุนชุดใหม่ถูกชดเชยด้วยค่าตัวแก้ที่จำเป็น ทำให้มั่นใจได้ว่ากระสุนชุดนี้จะทำลายเป้าหมายได้อย่างแม่นยำ (จักราวุธ โสมภีร์, 2548) สามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละระบบโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) ดังนี้



รูปที่ 4.1 แผนภาพกระแสข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระบบทหารปืนใหญ่

4.2 ออกแบบมอดูลสำหรับวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ขั้นตอนในการออกแบบมอดูลสำหรับวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่มี 4 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการพัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ในขั้นแรกผู้วิจัยทำการศึกษาระบบอำนวยการยิงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากนั้นจึงนำระบบดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบระบบและพัฒนามอดูลเพิ่มเติมให้แก่ระบบอำนวยการยิง และทำการออกแบบโปรแกรมและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและง่ายต่อการวิเคราะห์และแสดงผล

4.2.1 ศึกษาระบบอำนวยการยิงปัจจุบัน

จากการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบอำนวยการยิง เพื่อให้การวิเคราะห์และออกแบบระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาระบบอำนวยการยิงในรูปแบบปัจจุบันเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งเริ่มขึ้นเมื่อผู้ขอภารกิจส่งข้อมูลคำขอยิงมายังส่วนอำนวยการยิง ประกอบด้วยข้อมูลที่จะนำมาคำนวณหาพิกัดที่ตั้งของเป้าหมาย พิกัดเป้าหมายที่ได้จะนำมาคำนวณหาระยะทางระหว่างเป้าหมายกับกองร้อยปืนใหญ่ นำระยะทางที่ได้มาตรวจสอบความเป็นไปได้ในการยิงปืนใหญ่ว่าสามารถยิงไปถึงเป้าหมายได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถทำตามภารกิจที่ขอ จะแจ้งเตือนไปยังผู้ขอภารกิจว่าไม่อาจดำเนินภารกิจได้ แต่ถ้าสามารถดำเนินตามภารกิจที่ขอมา จะนำระยะทางมาทำการคำนวณหาหลักฐานยิง จากนั้นจึงส่งคำสั่งยิงไปยังหน่วยยิงเพื่อทำการยิงปืนใหญ่

จากรูปที่ 4.1 นำกระบวนการที่ 3 อำนวยการยิงปืนใหญ่มาเขียนให้อยู่ในรูปของผังงานเพื่อแสดงกระบวนการภายในที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

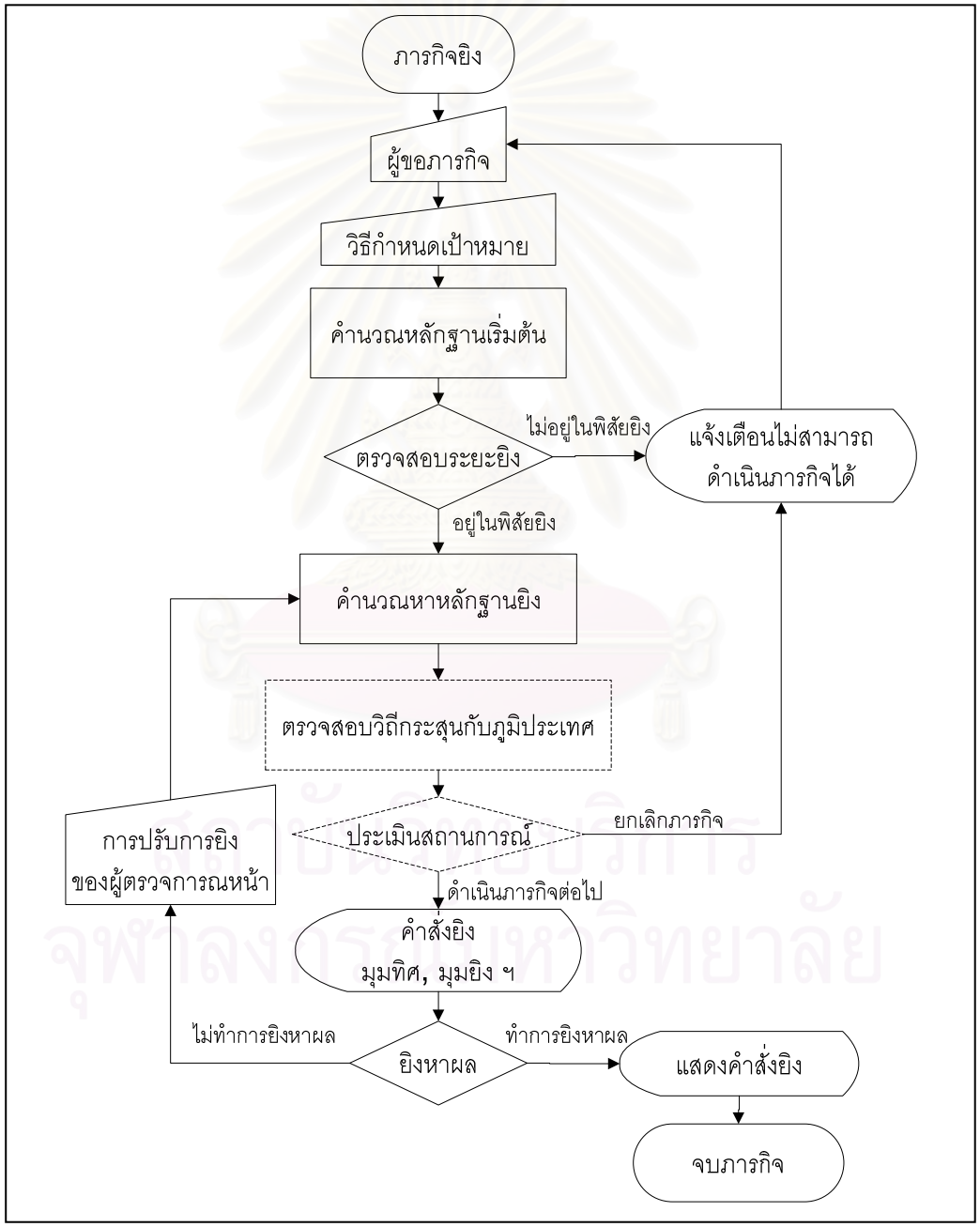
รูปที่ 4.3 ผังงานภายในระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่

ที่มา : ธีศักดิ์ วาสิกดิลก, 2537:41

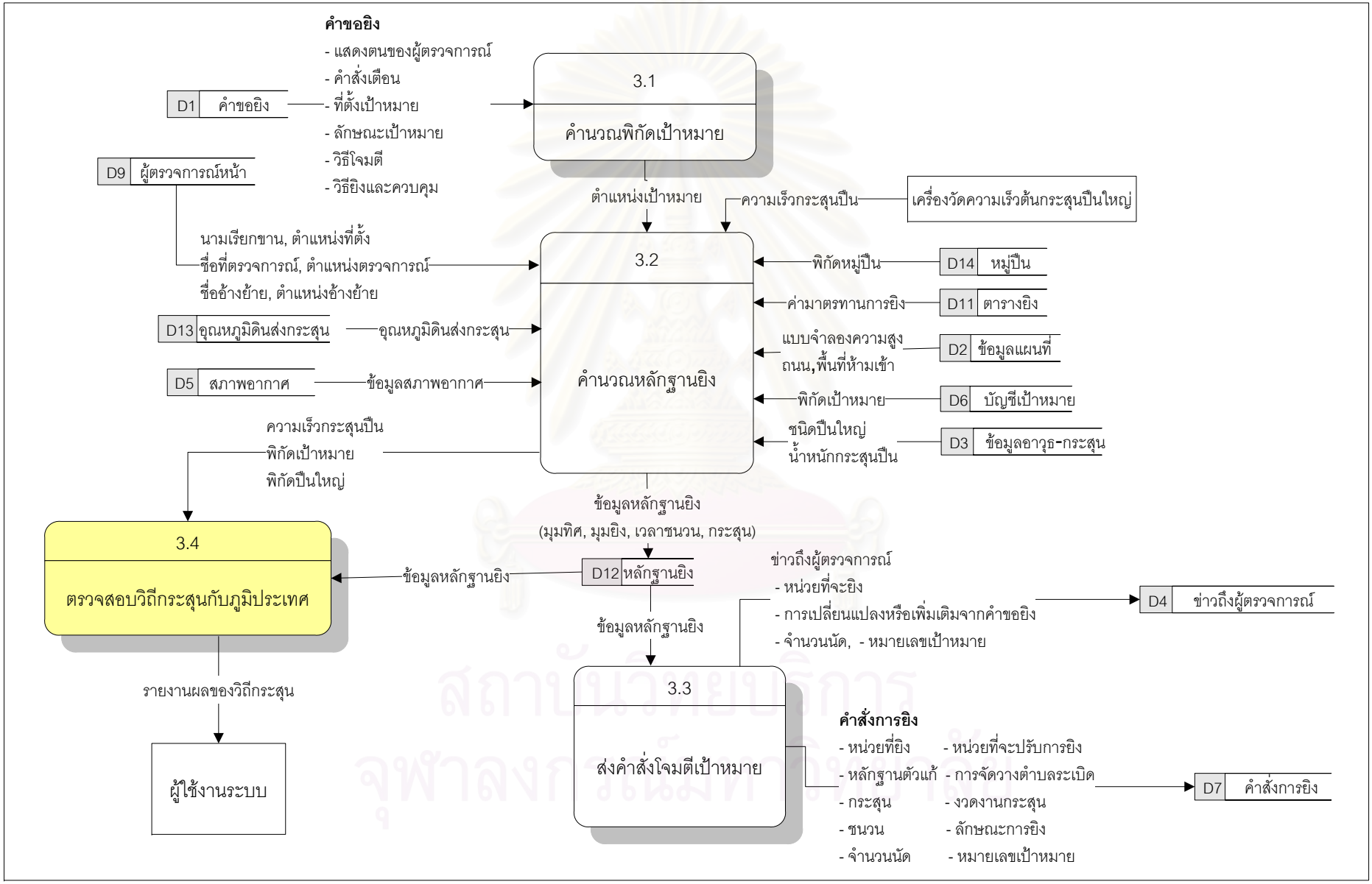
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 การออกแบบระบบอำนวยการยิง

จากการศึกษาระบบอำนวยการยิงและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบอำนวยการยิงและมอดูลที่จะพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อเสริมประสิทธิภาพของระบบอำนวยการยิงที่ใช้อยู่เดิม จากรูปที่ 4.1 นำกระบวนการที่ 3 อำนวยการยิงปืนใหญ่มาเขียนให้อยู่ในรูปของผังงานเพื่อแสดงกระบวนการภายในที่เกิดขึ้นจากการพัฒนามอดูลเสริม โดยจะแสดงเป็นเส้นประรอบกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากระบบอำนวยการยิงปัจจุบัน สามารถแสดงความสัมพันธ์ของระบบอำนวยการยิงโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูลดังรูปที่ 4.5 และแสดงเป็นผังงานดังนี้



รูปที่ 4.4 ผังงานภายในระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่ที่ทำการพัฒนามอดูลเสริม เส้นประแสดงส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากระบบอำนวยการยิงปัจจุบัน



รูปที่ 4.5 แผนภาพกระแสข้อมูลแสดงกระบวนการภายในระบบอำนวยการยิง

4.2.3 ออกแบบมอดูลการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ผู้วิจัยได้ออกแบบมอดูลเพื่อวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่โดยประกอบไปด้วย 3 มอดูล คือ มอดูลคำนวณพิกัดเป้าหมาย, มอดูลคำนวณหาหลักฐานยิง, มอดูลตรวจสอบวิถีกระสุนกับภูมิประเทศ ซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้

4.2.3.1 มอดูลคำนวณหาพิกัดเป้าหมาย

เมื่อผู้ตรวจการณ์หน้าส่งคำขอยิงมายังศูนย์อำนวยการยิงจะประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นจะใช้ในการกำหนดพิกัดที่ตั้งของเป้าหมาย วิธีการที่ผู้ตรวจการณ์จะใช้ในการกำหนดที่ตั้งเป้าหมายมีด้วยกันอยู่ 4 วิธี (รูปที่ 4.6) คือ

1) วิธีโปล่าร์ (Polar Coordinates) คือการหาที่ตั้งโดยอาศัยระยะและทิศทางจากจุดหลักจุดหนึ่ง โดยปกติแล้วผู้ตรวจการณ์หน้าจะอาศัยที่อยู่ของตนเองหรือที่ตั้งที่ตรวจการณ์เป็นจุดหลักที่ใช้อ้างอิง องค์ประกอบของวิธีโปล่าร์ประกอบไปด้วย จุดอ้าง, มุมภาคหรือทิศทางจากจุดอ้างไปยังเป้าหมาย, ระยะจากจุดอ้างไปยังเป้าหมายและความสูงต่างระหว่างจุดอ้างกับเป้าหมาย

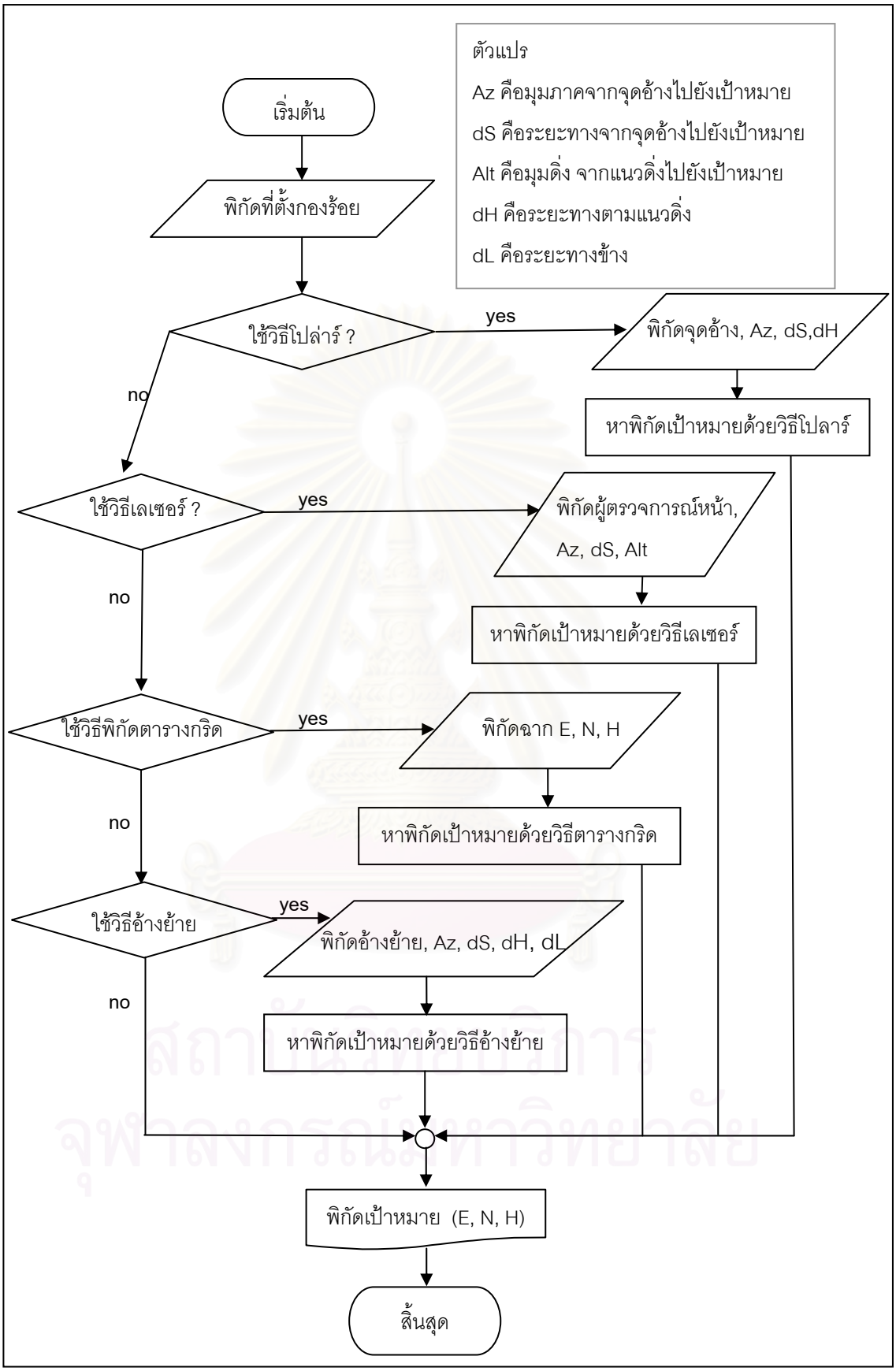
2) วิธีเลเซอร์ (Laser Coordinates) คือ การหาที่ตั้งเป้าหมายโดยอาศัยระยะทางเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ (Laser Range Finder) ทิศทางและมุมดิ่งจากผู้ตรวจการณ์หน้าไปยังเป้าหมาย

3) วิธีพิกัดตาราง (Grid Coordinates) คือ การหาที่ตั้งเป้าหมายด้วยการอ่านค่าพิกัดที่อ่านได้จากแผนที่ทหารในระบบยูทีเอ็ม ประกอบด้วยพิกัดตะวันออกและพิกัดเหนือ

4) วิธีอ้างย้ายจากจุดทราบที่ตั้ง (Shift from a Known Point) คือการหาที่ตั้งโดยอาศัยระยะและทิศทางจากจุดทราบที่ตั้ง องค์ประกอบของวิธีอ้างย้ายจากจุดทราบที่ตั้งประกอบด้วย จุดทราบที่ตั้งที่ใช้อ้าง, แนวตรวจการณ์ที่ใช้อ้างไปยังเป้าหมาย, ทิศทางจากจุดอ้างไปยังเป้าหมาย, ระยะทางจากจุดอ้างไปยังเป้าหมาย, ความสูงต่างระหว่างจุดอ้างและเป้าหมาย

ผลลัพธ์ของการคำนวณได้เป็นพิกัดของเป้าหมายในระบบพิกัดยูทีเอ็ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 แผนผังขั้นตอนการคำนวณหาพิกัดเป้าหมาย

4.2.3.2 **มอดูลคำนวณหาหลักฐานยิง**

การคำนวณหาหลักฐานยิง ค่าเริ่มต้นสำหรับกำหนดค่าในการคำนวณคือ พิกัดกองร้อยปืนใหญ่และพิกัดเป้าหมายซึ่งได้จากมอดูลคำนวณพิกัดเป้าหมาย เพื่อใช้ในการคำนวนหาระยะทางระหว่างกองร้อยปืนใหญ่กับเป้าหมาย ระยะทางที่ได้นำมาคำนวณหาส่วนบรรจุที่เหมาะสมในการยิงปืนใหญ่โดยพิจารณาเลือกส่วนบรรจุที่ให้มุมยิงอยู่ระหว่าง 240 ถึง 460 มิลเลียม หรือประมาณ 14 ถึง 26 องศา ถ้าไม่พบส่วนบรรจุที่อยู่ระหว่างช่วงค่าที่กำหนด โปรแกรมจะใช้ส่วนบรรจุที่ให้ค่ามุมยิงต่ำสุด ถ้าไม่พบอีกโปรแกรมจะใช้ส่วนบรรจุที่ให้ค่ามุมยิงสูงสุด และถ้าไม่สามารถหาส่วนบรรจุที่เหมาะสมได้เลยหมายความว่าเป้าหมายอยู่นอกพิสัยการยิงของปืนใหญ่ โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนและออกจากการคำนวณ ถ้าสามารถหาส่วนบรรจุที่เหมาะสมในการยิงปืนใหญ่ได้ ส่วนบรรจุที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมจะถูกพิจารณาจากผู้ใช้งานระบบ ก่อนตกลงใจเลือกใช้หรือทำการเปลี่ยนแปลงส่วนบรรจุที่จะใช้ยิงตามความเหมาะสม

ระยะทางและส่วนบรรจุที่ได้จะถูกนำมาใช้เป็นเงื่อนไขในการหาค่ามุมทิศ, มุมยิง และเวลาชนวนจากฐานข้อมูลซึ่งจัดเก็บค่ามาตรทานการยิงไว้ มีวิธีการคำนวณตามที่ธีรศักดิ์ วาสิกดิลก และคณะ (2538) ได้ให้รายละเอียดการคำนวณไว้ดังนี้

1) **มุมยิง** เป็นมุมทางสูงสำหรับยกปืนใหญ่ขึ้นอ้างอิงกับแนวระดับ ดังรูปที่ 4.7

มุมยิง = มุมสูง + มุมพื้นที่ยิง

โดยที่ มุมสูง คือ เป็นมุมที่ใช้ในการยกปืน เมื่อปืนอยู่ระดับเดียวกับเป้าหมาย

มุมพื้นที่ยิง คือ มุมพื้นที่ + มุมพื้นที่เพิ่มเติม

มุมพื้นที่ คือ ค่าความแตกต่างสูงระหว่างเป้าหมายกับกองร้อยปืนใหญ่ หารด้วยระยะทางระหว่างกองร้อยกับเป้าหมาย

มุมพื้นที่เพิ่มเติม คือ มุมพื้นที่ คูณด้วย ค่าแฟกเตอร์ของมุมพื้นที่เพิ่มเติม

2) **มุมทิศ** ปกติจะไม่ใช้ค่ามุมแอซิมัทจากปืนไปยังเป้าหมายเป็นค่ากำหนดทิศทางในการตั้งปืน โดยการตั้งปืนครั้งแรก จะตั้งด้วยมุมภาคทิศทางยิงของปืน (ดูรูปที่ 4.8) ไปยังหลักเล็ง ซึ่งเรียกมุมนี้ว่า “มุมภาคทิศทางยิง” แล้วทำการตั้งค่าปืนไว้ด้วยมุมทิศ 2800 มิลเลียมเรียกว่ามุมจำลองทิศ ทั้งนี้ปืนใหญ่ชนิดต่างๆ อาจจำลองทิศด้วยค่าที่แตกต่างกันไป

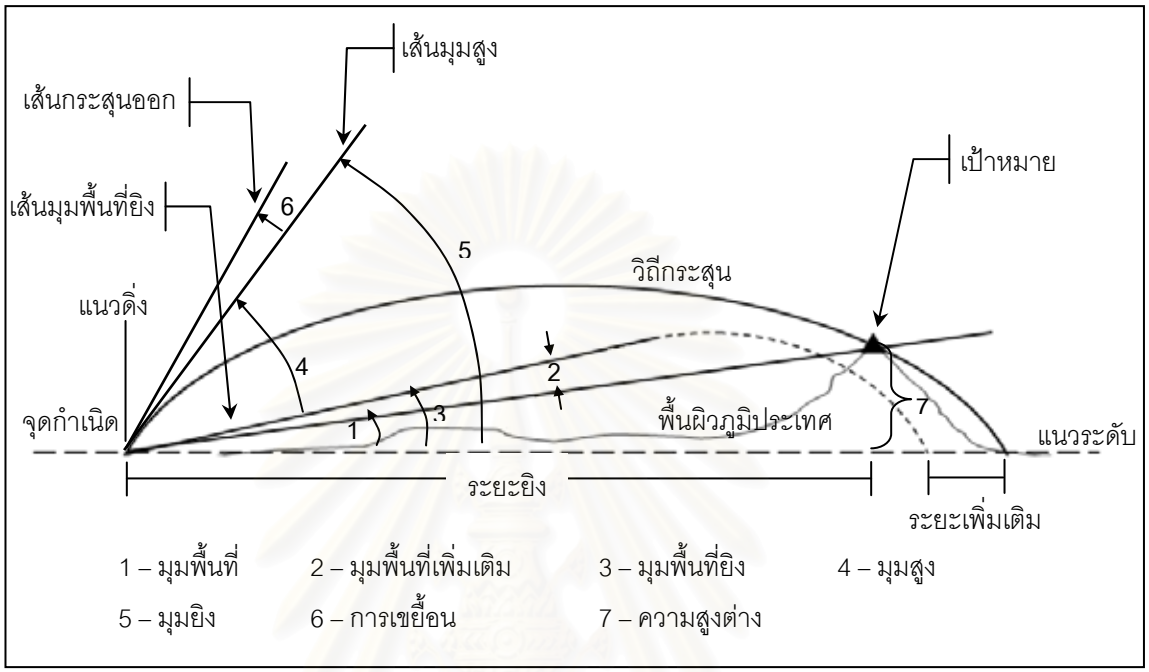
มุมทิศ = มุมทิศจากปืนไปยังเป้าหมาย + มุมเยื้อง

โดยที่ มุมทิศทางปืนไปยังเป้าหมาย คือ (มุมภาคทิศทางยิง + มุมจำลองทิศ) - มุมภาคเป้าหมาย

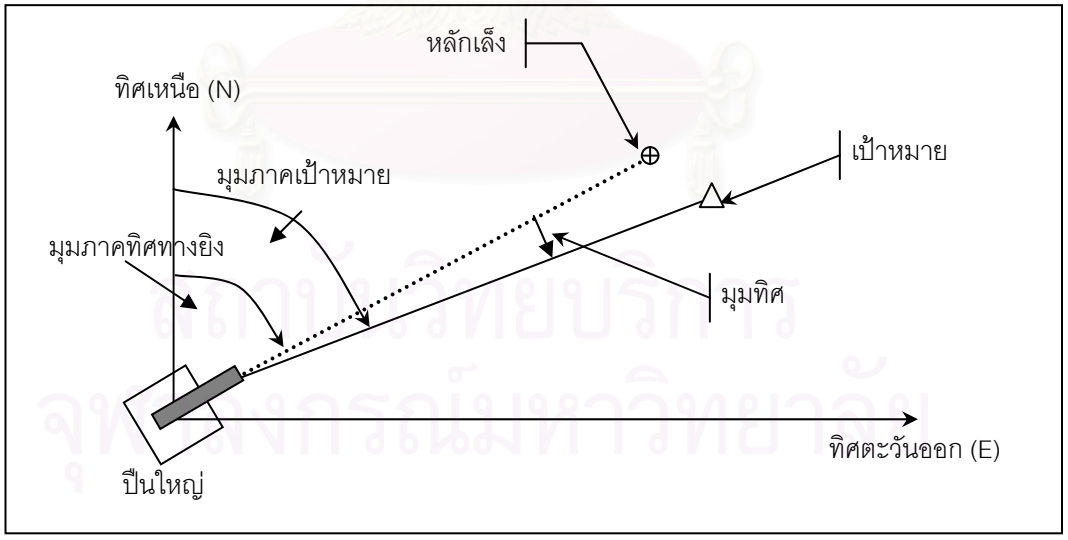
มุมเยื้อง คือ มุมที่ลูกกระสุนเบนออกจากแนวทิศทางยิง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อปืนทำการยิง เกลียวลำกล้องจะทำให้ลูกกระสุนหมุน และเบนออกจากแนวทิศทางยิงไปทางขวา หากต้องการให้ลูกกระสุนไปตกยังทิศทางที่ต้องการ ต้องตั้งทิศทางของปืนชดเชยค่ามุมที่เบนออก

มุมภาคทิศทางยิง คือ มุมที่ใช้ในการตั้งปืนครั้งแรก เป็นมุมที่วัดอ้างอิงจากทิศเหนือไปยังหมายเล็ง

มุมภาคเป้าหมาย คือ มุมแอซิมัทวัดจากทิศเหนือไปยังเป้าหมาย



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบของมุมยิง

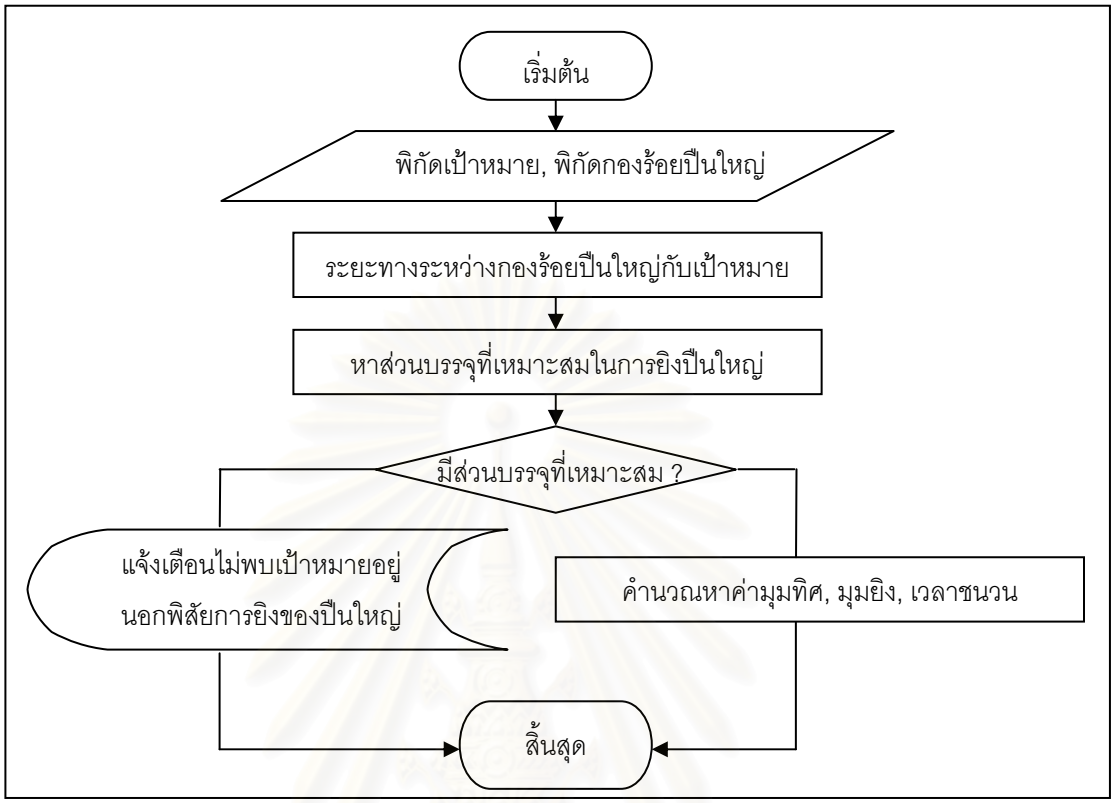


รูปที่ 4.8 ส่วนประกอบของมุมทิศ

3) **เวลาชนวน**

เป็นค่าที่ใช้ตั้งที่หัวชนวน เพื่อกำหนดให้ลูกกระสุนไประเบิดเหนือตำแหน่งที่ต้องการ

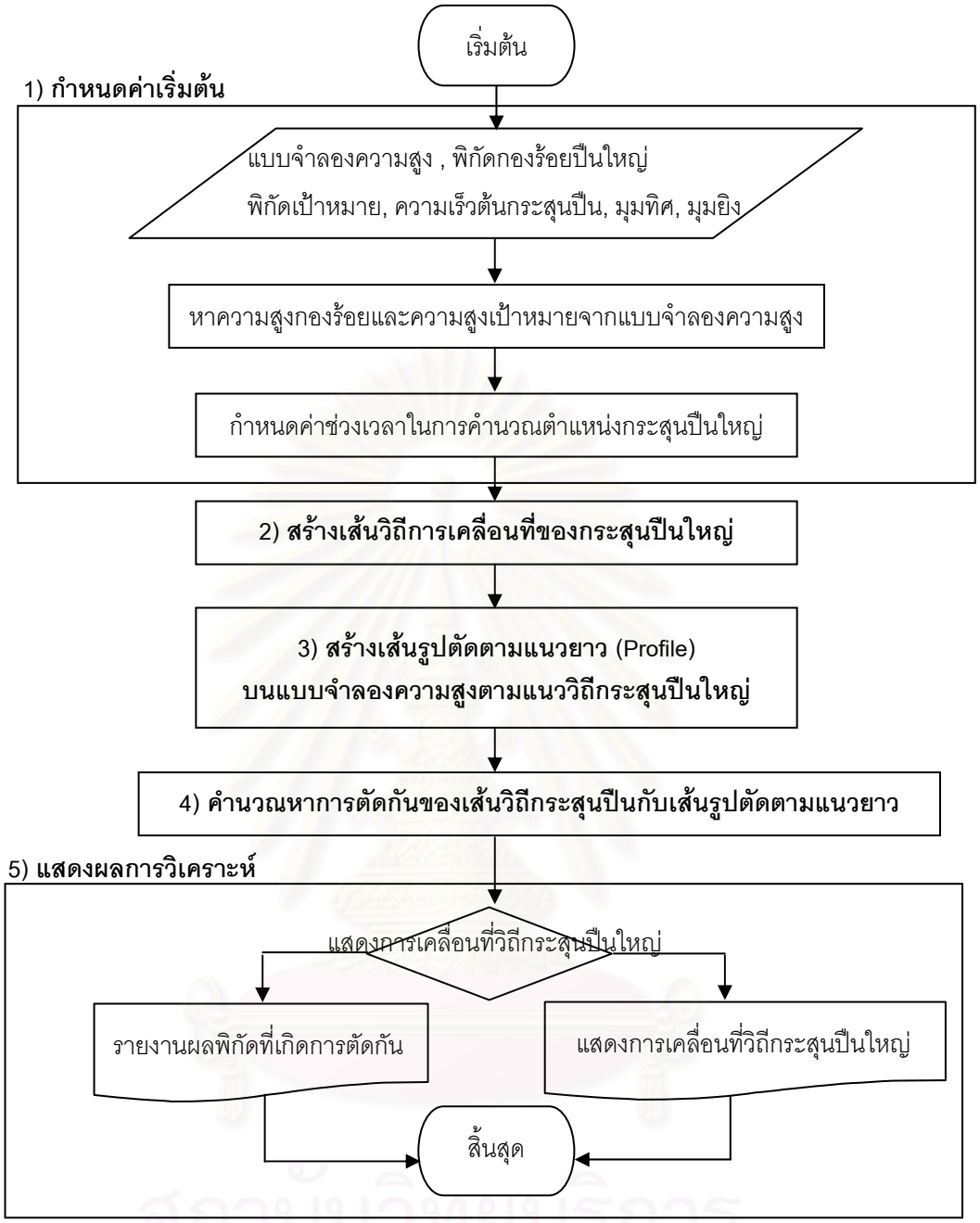
แนวคิดในการออกแบบมอดูลสำหรับคำนวณหาหลักฐานยิงสามารถแสดงเป็นผังงานโดยย่อได้ดังนี้



รูปที่ 4.9 ผังงานขั้นตอนการคำนวณหาหลักฐานยิง

4.2.3.3 **มอดูลตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ**

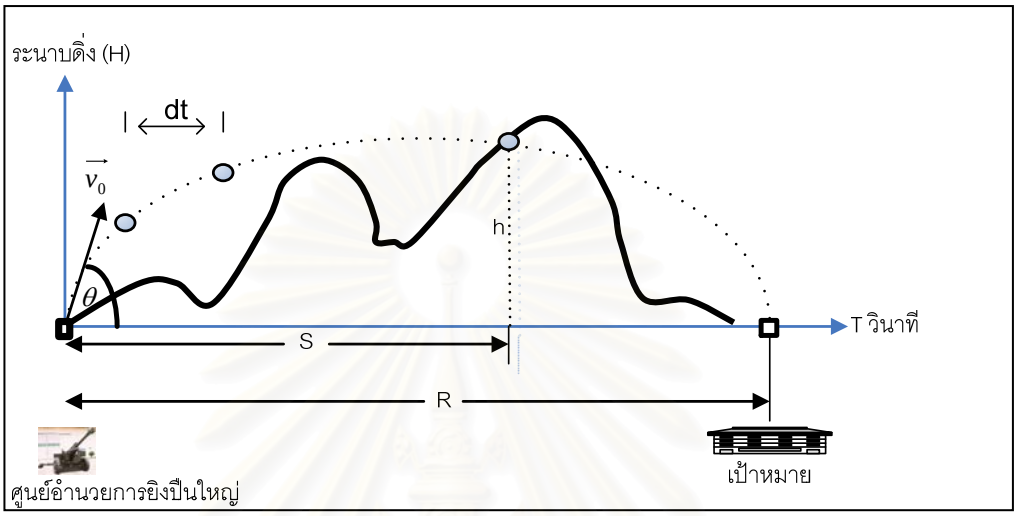
การตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศเพื่อประเมินความเป็นไปได้ของกระสุนปืนใหญ่ที่จะเคลื่อนที่ไปถึงเป้าหมายหรือกระทบกับภูมิประเทศก่อนถึงเป้าหมาย โปรแกรมสามารถที่จะรายงานพิกัดของกระสุนปืนใหญ่กระทบกับภูมิประเทศและสามารถแสดงแอนิเมชัน การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ไปตามภูมิประเทศ ซึ่งมีแนวคิดในการออกแบบมอดูลสำหรับตรวจสอบวิถีกระสุนกับภูมิประเทศ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักโดยแสดงเป็นผังงานโดยย่อได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผังงานกระบวนการตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

1) กำหนดค่าเริ่มต้น

ค่าเริ่มต้นที่จำเป็นในการตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ ประกอบไปด้วย แบบจำลองความสูง, พิกัดกองร้อยปืนใหญ่, พิกัดเป้าหมาย, ความเร็วต้นกระสุนปืน, มุมภาคเป้าหมาย, มุมยิงและค่าช่วงเวลาในการตรวจสอบตำแหน่งกระสุนปืนใหญ่



รูปที่ 4.11 วิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่

สมการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบอุดมคติ

$$x(t) = (v_0 \cos\theta) * t$$
$$y(t) = (v_0 \sin\theta) * t - (9.81 * t^2)/2 \quad \text{..... (4.1)}$$

เมื่อ S คือ ระยะจากกองร้อยปืนใหญ่ถึงตำแหน่งที่กระสุนตก

R คือ ระยะจากกองร้อยปืนใหญ่ถึงเป้าหมาย

h คือ ความสูงต่างระหว่างกองร้อยปืนใหญ่กับตำแหน่งกระสุนตก

v_0 คือ ความเร็วต้นกระสุนปืนใหญ่

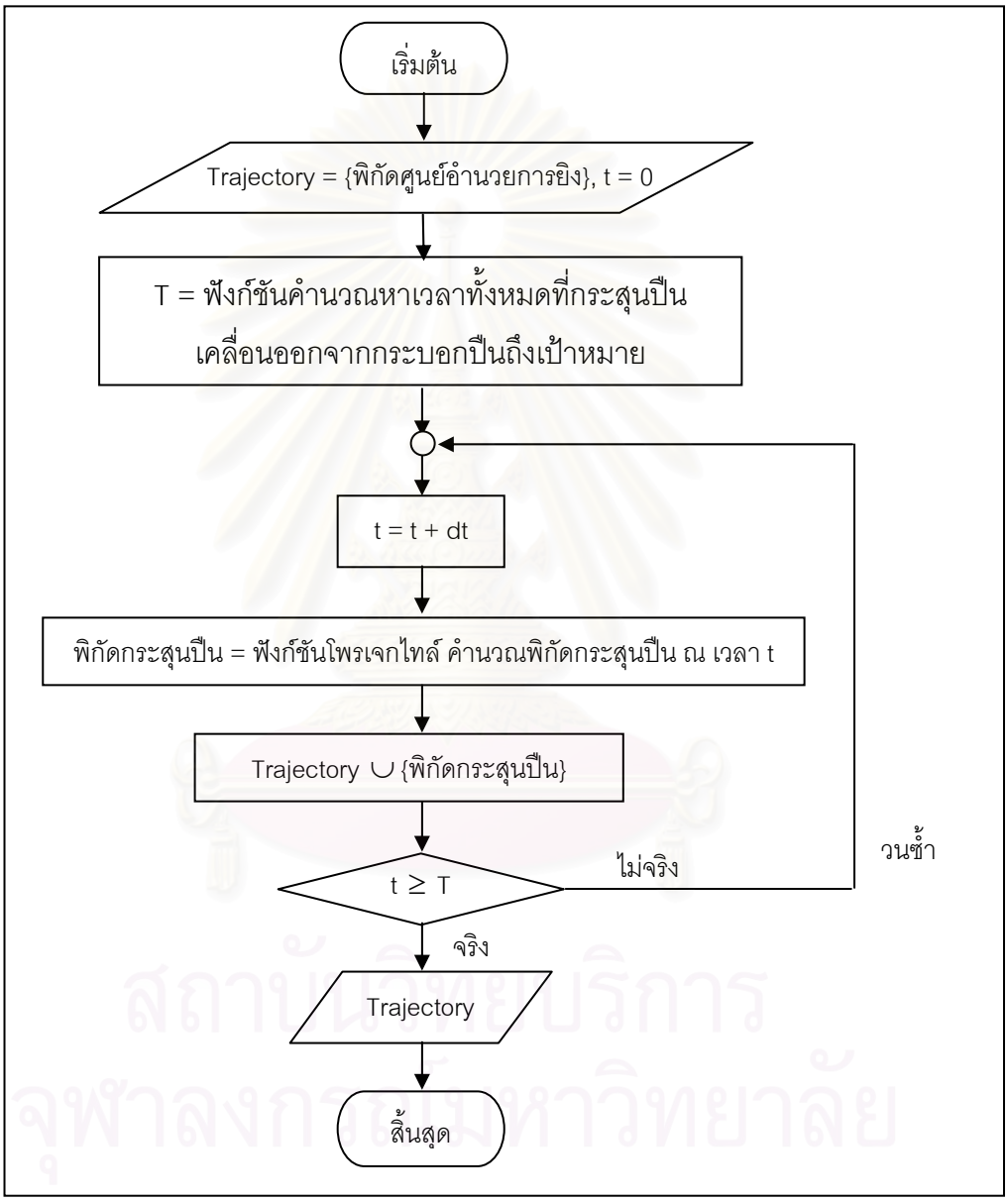
θ คือ มุมยิงปืนใหญ่เทียบกับแนวราบ

dt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งกระสุนปืนและตรวจสอบวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

2) สร้างเส้นวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่

การสร้างเส้นวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ ผู้วิจัยใช้สมการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบอุดมคติ กล่าวคือ พิจารณามวลของวัตถุเป็นอนุภาคเดี่ยวที่ความเร่งมีค่าคงตัวทั้งขนาดและทิศทาง ไม่คำนึงถึงแรงเสียดทาน ความโค้งและการหมุนของโลก แบบจำลองนี้มีข้อจำกัดในหลายด้าน ผลทำให้ความถูกต้องในการตรวจสอบวิถีกระสุนกับภูมิประเทศลดลง

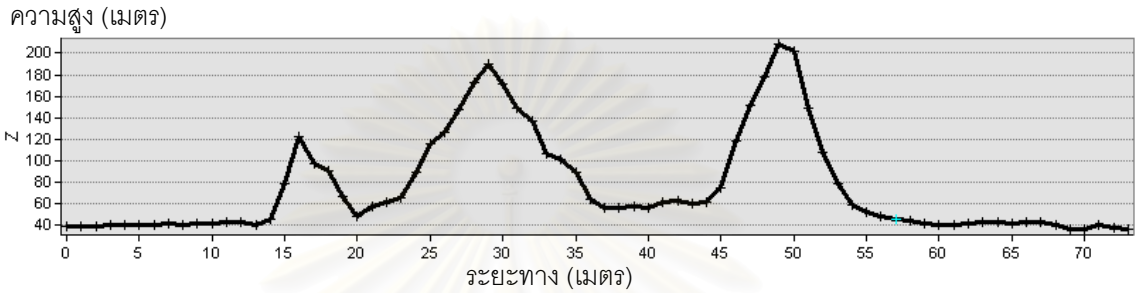
การสร้างเส้นวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ เริ่มต้นจากพิกัดศูนย์อำนวยการยิงซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของวิถีกระสุนใช้เป็นตัวแทนของกองร้อยปืนใหญ่ (ศูนย์อำนวยการยิงจะอยู่ตรงกลางกองร้อยปืนใหญ่) ตำแหน่งต่อไปของกระสุนเกิดจากการคำนวณด้วยสมการโพรเจกไทล์ด้วยการแทนค่าเวลา t และทำการวนซ้ำด้วยการเพิ่มค่าเวลา t จนมีค่าเท่ากับ T ซึ่งเป็นเวลาทั้งหมดที่กระสุนปืนเคลื่อนออกจากกระบอกปืนถึงเป้าหมาย



รูปที่ 4.12 ผังงานการสร้างเส้นวิถีการเคลื่อนที่กระสุนปืนใหญ่

3) **สร้างเส้นรูปตัดตามแนวยาว (Profile) บนแบบจำลองความสูงตามแนววิถีกระสุนปืนใหญ่**

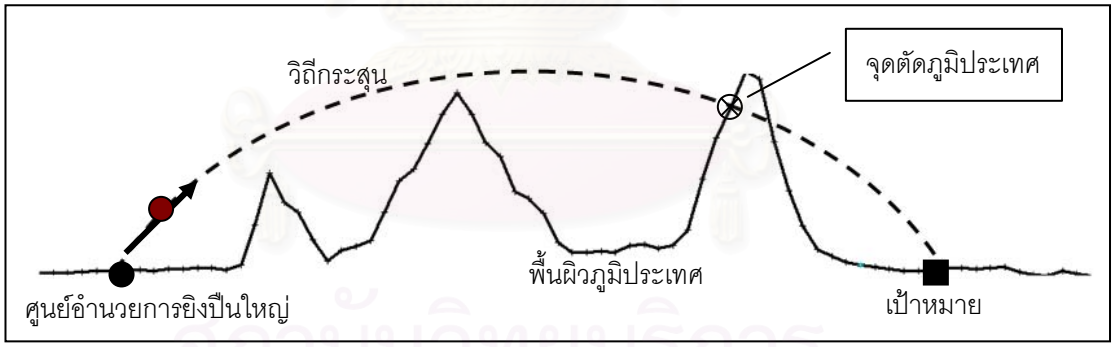
การสร้างเส้นรูปตัดตามแนวยาวได้จากการประมวลผลเชิงพื้นที่แบบ 3 มิติ โดยการกำหนดเส้นแนวตัดที่ต้องการทราบ แนวรูปตัดตามแนวยาวและพื้นผิวภูมิประเทศที่ใช้อ้างอิง ความสูง ระยะห่างระหว่างจุดยอด (Vertex) มีค่าเท่ากับความละเอียดของจุดภาพเป็นค่าเริ่มต้นในกรณีที่พื้นผิวภูมิประเทศที่ใช้อ้างอิงเป็นข้อมูลชนิดแรสเตอร์



รูปที่ 4.13 รูปตัดตามแนวยาวอ้างอิงความสูงจากแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ

4) **คำนวณหาการตัดกันของเส้นวิถีกระสุนปืนกับเส้นรูปตัดตามขวาง**

การคำนวณหาการตัดกันของเส้นวิถีกระสุนปืนกับเส้นรูปตัดตามขวางใช้การประมวลผลหาจุดตัดกันระหว่างเส้นวิถีกระสุนปืนใหญ่กับเส้นรูปตัดขวาง รูปที่ 4.14

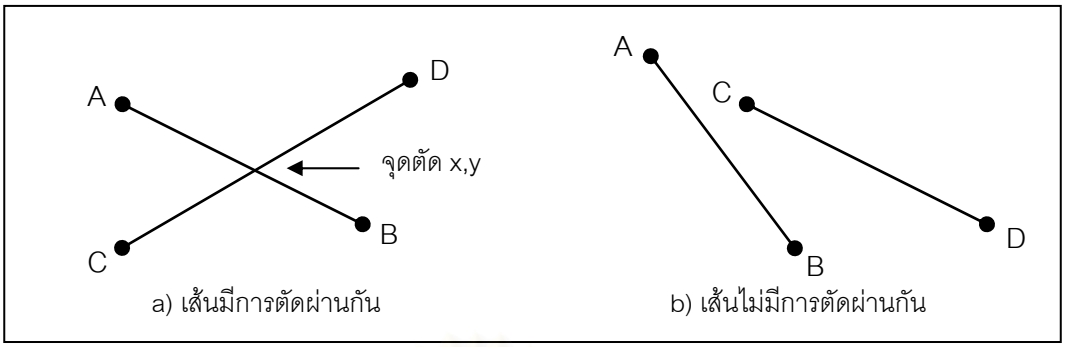


รูปที่ 4.14 เส้นวิถีกระสุนปืนกับเส้นรูปตัดตามขวาง

จากรูปที่ 4.15 สมการคำนวณหาจุดตัดกันระหว่าง $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ โดยที่ค่า x_i, y_i คือ จุดตัดกันของเส้น 2 เส้น ดังสมการ (4.2), (4.3) (Laurini และ Thompson, 1994:264-267)

$$x_i = \frac{(y_C x_D - x_C y_D)(x_A - x_B) - (y_A x_B - x_A y_B)(x_C - y_D)}{(y_A - y_B)(x_C - x_D) - (y_D - y_C)(x_A - x_C)} \quad \text{..... (4.2)}$$

$$y_i = \frac{(y_C x_D - x_C y_D)(x_A - x_B) - (y_A x_B - x_A y_B)(x_C - y_D)}{(y_A - y_B)(x_C - x_D) - (y_D - y_C)(x_A - x_C)} \quad \text{..... (4.3)}$$



รูปที่ 4.15 การตัดกันของเส้น (a) เส้นมีการตัดผ่านกัน (b) เส้นไม่มีการตัดผ่านกัน

จุดตัดกันระหว่างเส้น 2 เส้นอาจเกิดขึ้นภายนอกเส้นหรือภายในเส้น $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ก็ได้ การตรวจสอบว่ามีการตัดกันจริงภายในเส้น $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ สามารถตรวจสอบการตัดผ่านกันได้จากตรวจสอบค่า s และ t ซึ่งจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังสมการ (4.4), (4.5)

$$s = \frac{(x_C - x_A)(y_C - y_D) - (x_C - x_D)(y_C - y_A)}{(x_B - x_A)(y_C - y_D) - (x_C - x_D)(y_B - y_A)} \quad \text{.....(4.4)}$$

$$t = \frac{(x_B - x_A)(y_C - y_A) - (x_C - x_A)(y_B - y_A)}{(x_B - x_A)(y_C - y_D) - (x_C - x_D)(y_B - y_A)} \quad \text{.....(4.5)}$$

โดยที่ $0 \le s \le 1$ และ $0 \le t \le 1$

5) แสดงผลการวิเคราะห์

การแสดงผลการวิเคราะห์มีด้วยกัน 2 ลักษณะดังนี้

- รายงานเป็นตำแหน่งพิกัดที่กระสุนปืนใหญ่กระทบภูมิประเทศ
- แสดงแอนิเมชันวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่และตำแหน่งพิกัดที่กระสุนปืนใหญ่กระทบภูมิประเทศ

4.3 ออกแบบโปรแกรมและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

จากการวิเคราะห์และออกแบบมอดูลการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบโปรแกรมและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ด้วยโปรแกรม ArcScene 9.2 และใช้ภาษาวิชวลเบสิก ในการพัฒนาตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ข้างต้น รายละเอียดการออกแบบฟอร์มต่างๆ มีดังนี้

1) ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้น

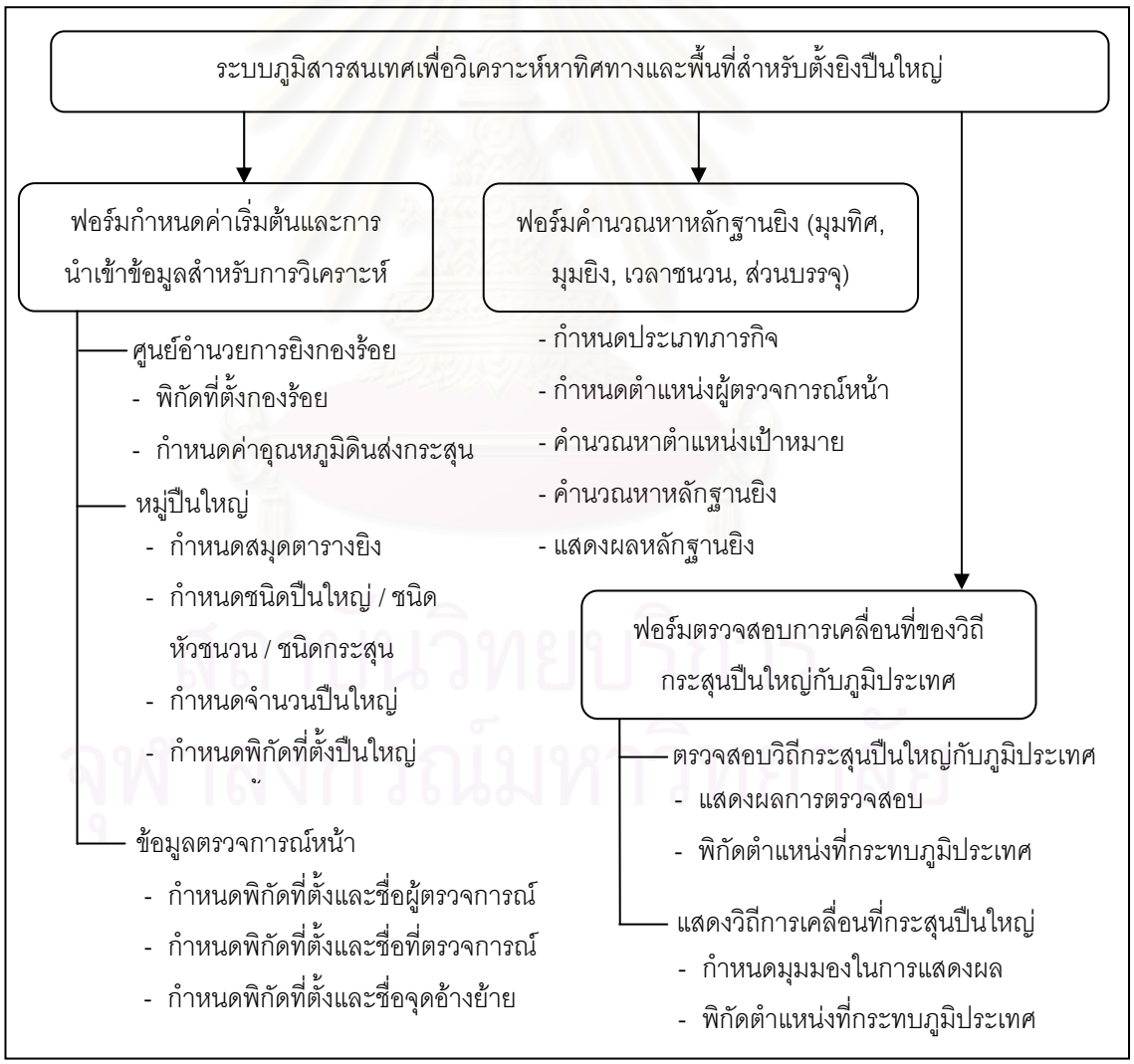
สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นที่จำเป็นในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วย 4 กลุ่มข้อมูลคือ ข้อมูลศูนย์อำนวยการยิง, ข้อมูลปืนใหญ่, ข้อมูลตรวจการณ์หน้าและตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อกำหนดที่ตั้งเป้าหมาย

2) ฟอร์มคำนวณหาหลักฐานยิง

สำหรับการประมวลผลเพื่อหาหลักฐานยิงที่ใช้ในการตั้งค่าให้กับปืนใหญ่ และยังใช้ในการจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนและการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับลักษณะภูมิประเทศ

3) ฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับลักษณะภูมิประเทศ

สำหรับการประมวลผลเพื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับลักษณะภูมิประเทศ และจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่



รูปที่ 4.16 แผนผังโครงสร้างฟอร์มในระบบที่จะทำการพัฒนา

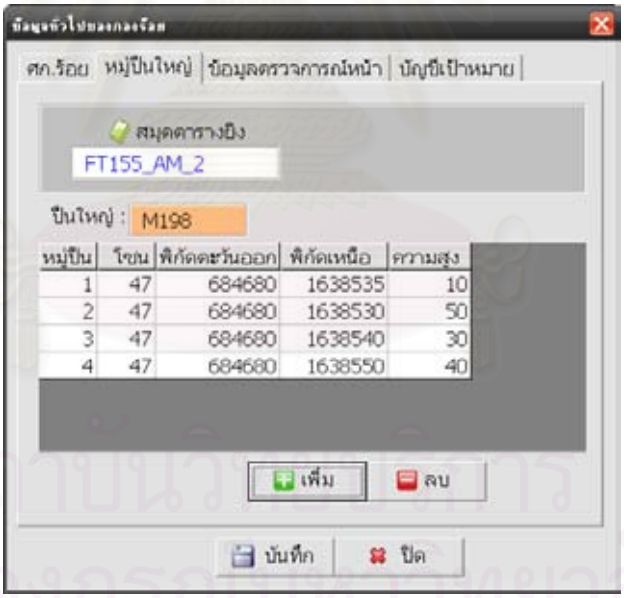
4.4 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

ผู้วิจัยทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศสำหรับวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการพัฒนาระบบบนโปรแกรม ArcScene 9.2 ด้วยภาษาวิชวลเบสิก ประกอบด้วย หน้าต่างโปรแกรมหลักและส่วนต่อประสานกราฟิกซึ่งจะทำหน้ารับคำสั่งจากผู้ใช้ไปดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ในแบบจำลองที่ได้ออกแบบไว้ แล้วแสดงผลแก่ผู้ใช้ผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิก ซึ่งประกอบด้วยฟอร์มที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นและแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล มีทั้งสิ้น 3 ฟอร์ม คือ

1) **ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้น** ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

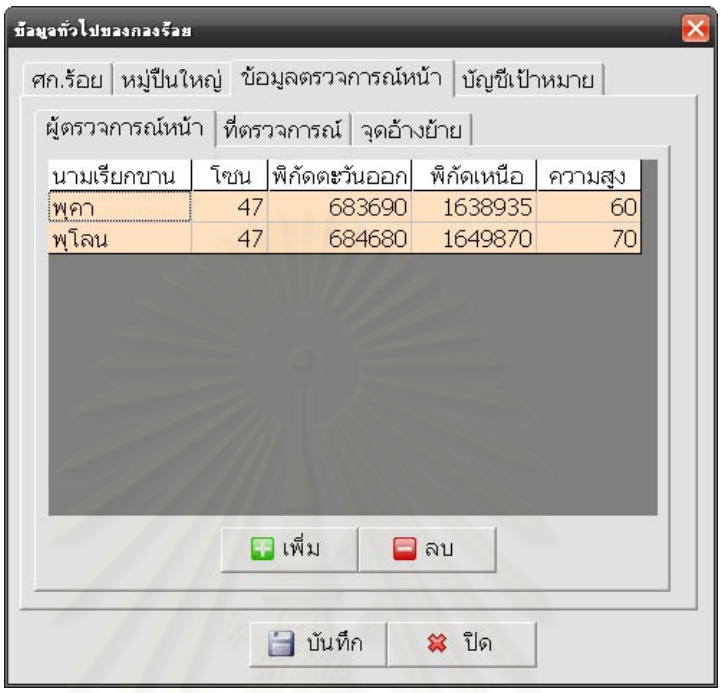
1.1) ศูนย์อำนวยการยิงกองร้อย กำหนดค่าพิกัดที่ตั้งกองร้อยปืนใหญ่สำหรับใช้ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างกองร้อยปืนใหญ่กับเป้าหมายเพื่อใช้ในการคำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่ ใช้ฟอร์มเดียวกับที่ได้ทำการพัฒนาไว้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.4 พัฒนามอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

1.2) หมู่ปืนใหญ่ กำหนดสมุดตารางยิงเพื่อใช้ในการคำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่และรายละเอียดที่ตั้งของหมู่ปืน



รูปที่ 4.17 ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นแสดงข้อมูลสมุดตารางยิงและพิกัดที่ตั้งหมู่ปืน

1.3) ข้อมูลตรวจการณ์หน้า กำหนดค่าพิกัดที่ตั้งจุดอ้างย้าย และตำแหน่งผู้ตรวจการณ์หน้า สำหรับใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งเป้าหมาย

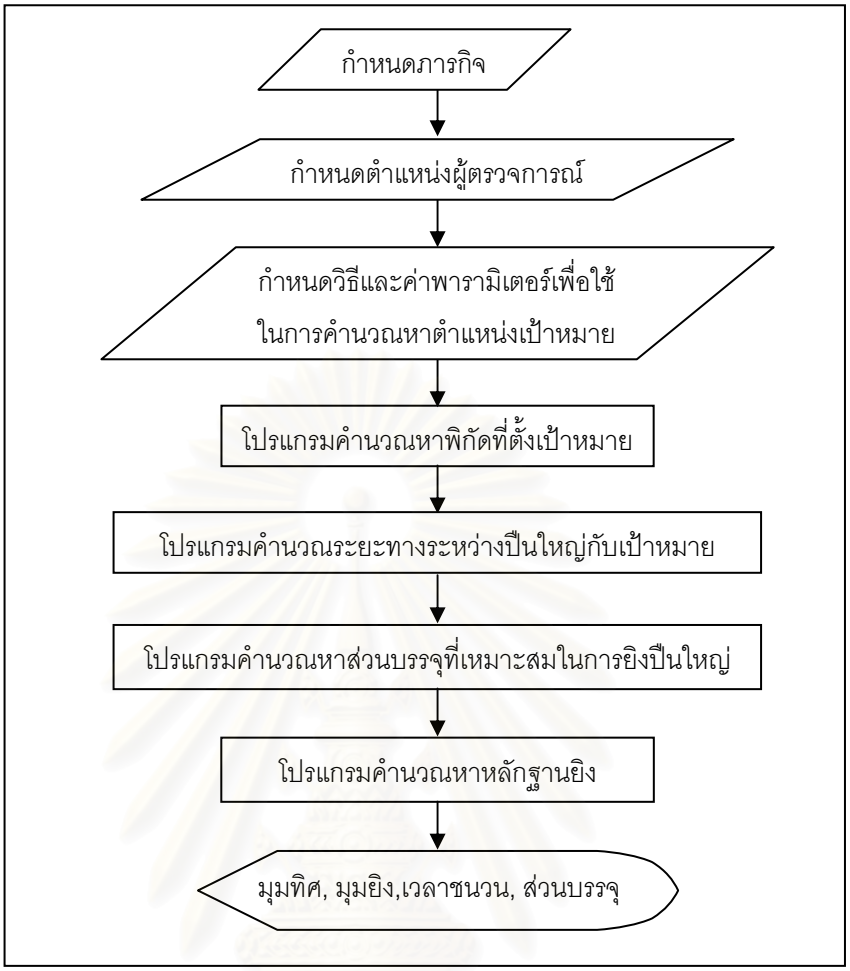


รูปที่ 4.18 ฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นแสดงข้อมูลตรวจการณ์หน้า

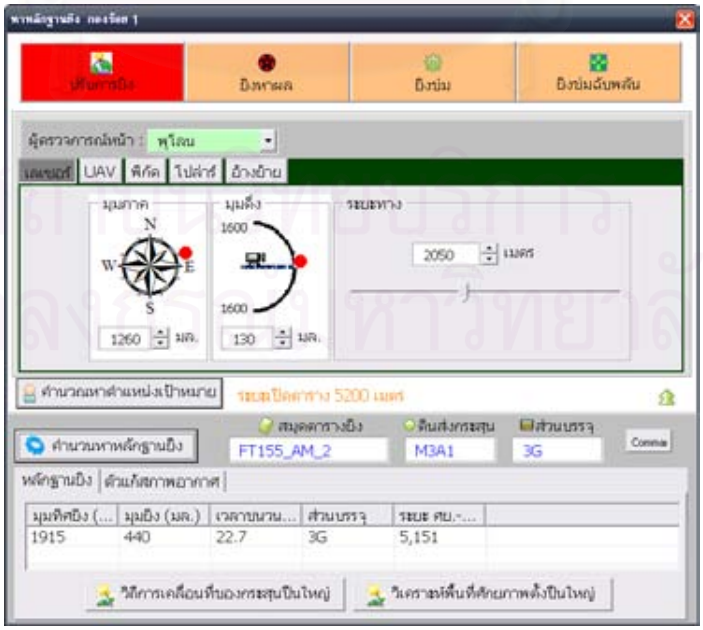
2) ฟอร์มคำนวณหาหลักฐานยิง

สำหรับคำนวณหาหลักฐานยิงสำหรับนำไปตั้งค่าให้กับปืนใหญ่และกระสุน ผลลัพธ์ที่ได้ยังถูกใช้ในการแทนค่าในสมการโพรเจกไทล์ สำหรับคำนวณหาตำแหน่งพิกัดของกระสุนปืนใหญ่ เพื่อจำลองการเคลื่อนของวิถีกระสุนปืนใหญ่ และใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระสุนปืนใหญ่เทียบกับลักษณะภูมิประเทศว่ากระสุนตกกระทบกับภูมิประเทศ ณ ตำแหน่งใด ซึ่งขั้นตอนในการใช้งานฟอร์มคำนวณหาหลักฐานยิงสามารถสรุปเป็นผังงานโดยย่อได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



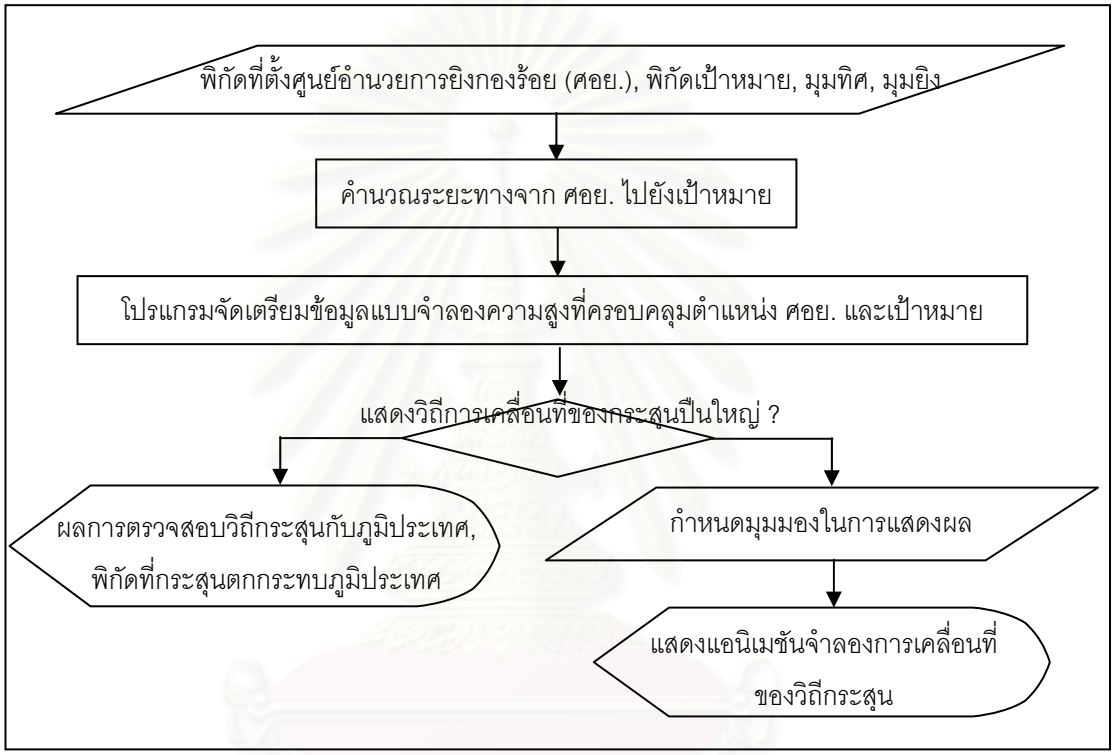
รูปที่ 4.19 ผังงานขั้นตอนในการใช้งานฟอร์มคำนวณหาหลักฐานยิง



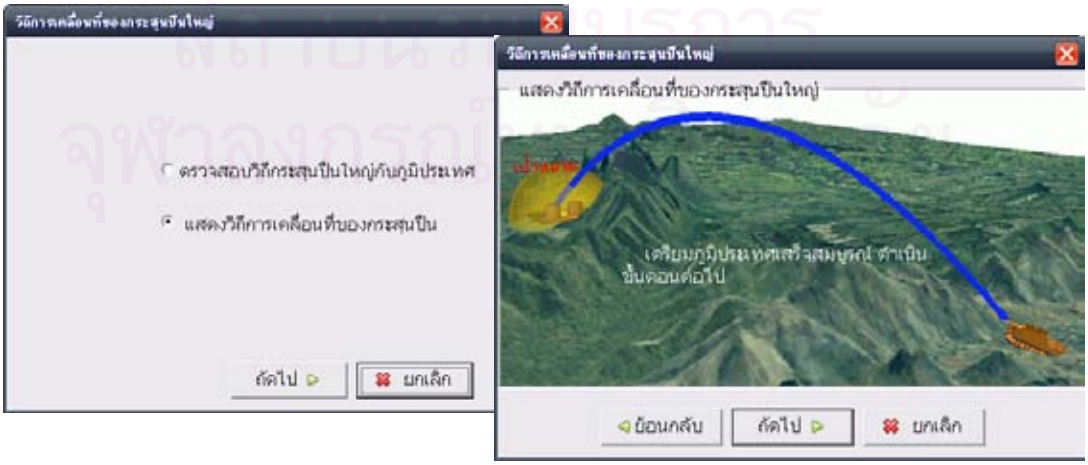
รูปที่ 4.20 ฟอร์มสำหรับคำนวณหาหลักฐานยิง

3) ฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

การตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศจะทำการประมวลผลต่อจากการคำนวณหาหลักฐานยิง ผลลัพธ์ที่ได้จากประมวลผลหาหลักฐานยิง คือ มุมทิศ และมุมยิง ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับกระบวนการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับลักษณะภูมิประเทศ และการจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ร่วมกับค่าความเร็วต้นของกระสุนปืนและพิกัดที่ตั้งศูนย์อำนวยการยิงกองร้อย สามารถสรุปขั้นตอนการใช้งาน เป็นผังงานโดยย่อได้ดังนี้



รูปที่ 4.21 ผังงานในการใช้งานฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ



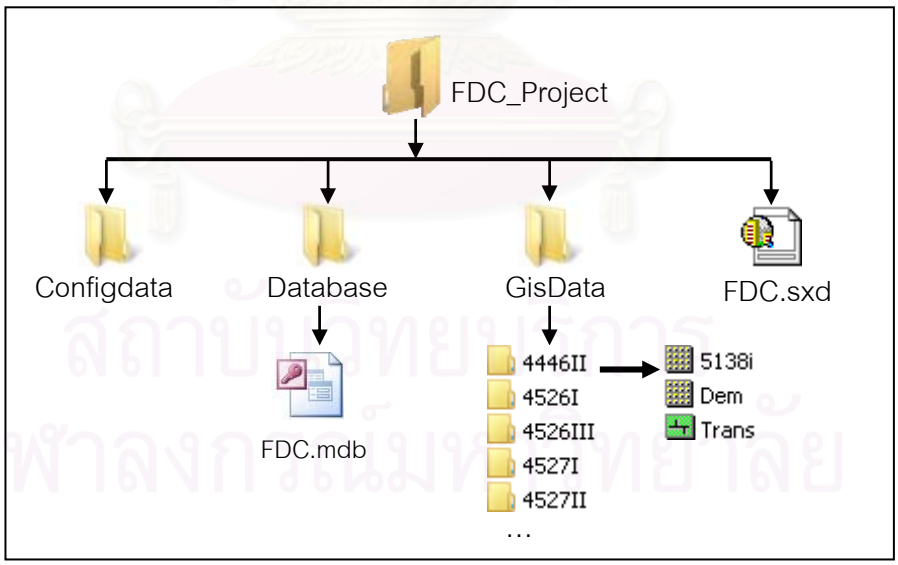
รูปที่ 4.22 ฟอร์มตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

บทที่ 5
ทดสอบระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนา โดยประกอบไปด้วยการทดสอบ 2 ส่วนหลัก คือทดสอบการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ และทดสอบการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ ในการทดสอบนี้ใช้พื้นที่ครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่ และตาก ครอบคลุมระวางแผนที่ 4544I, 4544II, 4644III และ 4644IV เป็นพื้นที่ทดสอบ ซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและมีพื้นที่ราบพอควร โดยการทดสอบเริ่มต้นจากทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่โดยพิจารณาปัจจัยซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่มคือ ปัจจัยทางเลือกจากการวิจัยและปัจจัยภายนอก เมื่อทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่เสร็จสิ้น นำพื้นที่ที่ได้มากำหนดที่ตั้งยิงปืนใหญ่ เพื่อใช้ในการทดสอบมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และมอดูลตรวจสอบการเคลื่อนที่วิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ มีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

5.1 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรมประยุกต์

ในการจัดเก็บข้อมูลปริภูมิ, ข้อมูลเชิงบรรยาย, โปรแกรมประยุกต์และฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้พัฒนาโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลดังนี้



รูปที่ 5.1 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

ชื่อโฟลเดอร์	คำอธิบาย
FDC_Project	โฟลเดอร์เก็บข้อมูลโครงการ
Configdata	โฟลเดอร์เก็บข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดค่าที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรม
Database	โฟลเดอร์เก็บฐานข้อมูลไมโครซอฟต์แอคเซส
GisData	โฟลเดอร์เก็บฐานข้อมูลเวกเตอร์และแรสเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยจัดเก็บแยกออกเป็นโฟลเดอร์ตามหมายเลขระวางแผนที่ 1:50,000 ประกอบไปด้วยข้อมูล ถนน, แบบจำลองความสูงภูมิประเทศ, แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000
FDC.sxd	โปรแกรมประยุกต์

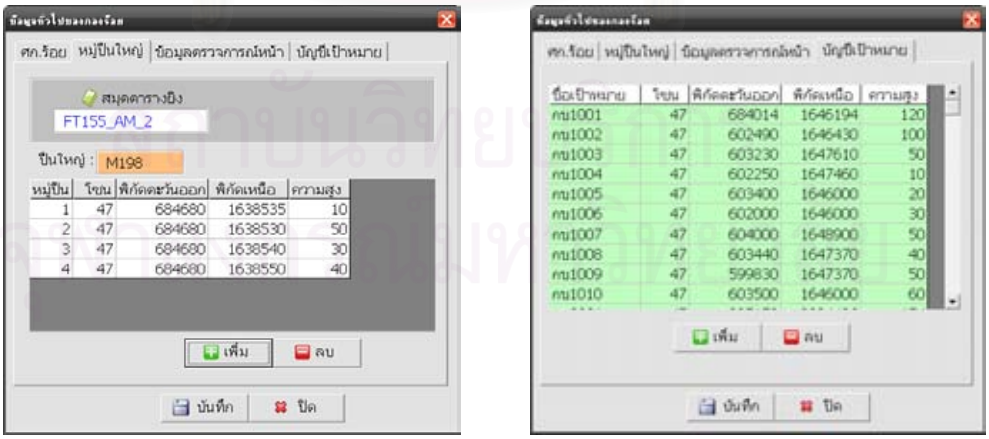
ตารางที่ 5.1 อธิบายโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

5.2 ทดสอบการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบในการคำนวณและแสดงผลด้วยการจำลองข้อมูลพื้นฐานได้แก่ ข้อมูลผู้ตรวจการณ์หน้า, ข้อมูลที่ตรวจการณ์หน้า, ข้อมูลจุดอ้างย้าย, ข้อมูลบัญชีเป้าหมาย, พิกัดที่ตั้งศูนย์อำนวยการยิง, พิกัดที่ตั้งปืนใหญ่ และชนิดของปืนใหญ่ สำหรับข้อมูลสมุดตารางยิงผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจริงจากสมุดตารางยิง FT 155-AM-2 จัดเก็บลงฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าหลักฐานยิง โดยมีรายละเอียดของการทดสอบดังนี้

5.2.1 การกำหนดค่าเริ่มต้น

ทำการกำหนดค่าข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการประมวลผลประกอบไปด้วย สมุดตารางยิง, บัญชีเป้าหมายและทำการบันทึกค่าไว้



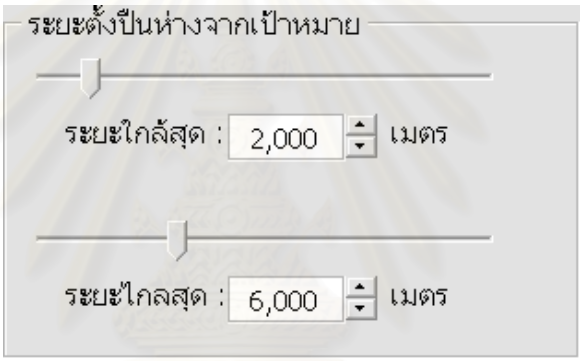
รูปที่ 5.2 กำหนดข้อมูลพื้นฐานที่ใช้สำหรับการประมวลผล

5.2.2 การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งปืนใหญ่

ได้ทำการทดสอบโปรแกรมโดยการกำหนดพิกัดตำแหน่งที่ตั้งเป้าหมายอยู่ที่พิกัดตะวันออก พิกัดเหนือ และมีรายละเอียดในการกำหนดค่าปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยทางเลือกจากการวิจัย ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัยคือ พื้นที่ที่อยู่ในระยะ 2 ใน 3 ของระยะยิงปืนไกลสุด, พื้นที่ราบ, พื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมายและพื้นที่สะดวกในการเข้าถึง กลุ่มปัจจัยภายนอก ประกอบไปด้วย 3 ปัจจัย คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน, พื้นที่ดินแข็ง, พื้นที่สนามทุ่นระเบิด

1) **ปัจจัยทางเลือกที่ได้จากการวิจัย** มีรายละเอียดในการกำหนดค่าดังนี้

1.1) ขอบเขตพื้นที่ 2 ใน 3 ระยะยิงปืนไกลสุด การหาระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่ โดยดูจากชนิดปืนใหญ่ที่ใช้ยิง โดยเบื้องต้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลหาค่าระยะยิงไกลสุดเป็นค่าเริ่มต้นให้ก่อน แต่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าระยะทางได้เองตามความเหมาะสม



รูปที่ 5.3 กำหนดระยะตั้งปืนห่างจากเป้าหมาย

1.2) ปัจจัยพื้นที่ราบ โดยการพิจารณาจากการจำแนกมุมความลาด (หน้าที่ 18)

ดังนั้นในการจัดอันดับทางเลือกของข้อมูลความลาด ผู้วิจัยทำการจัดอันดับจากข้อมูลที่มีความเหมาะสมจากน้อยไปมากดังนี้

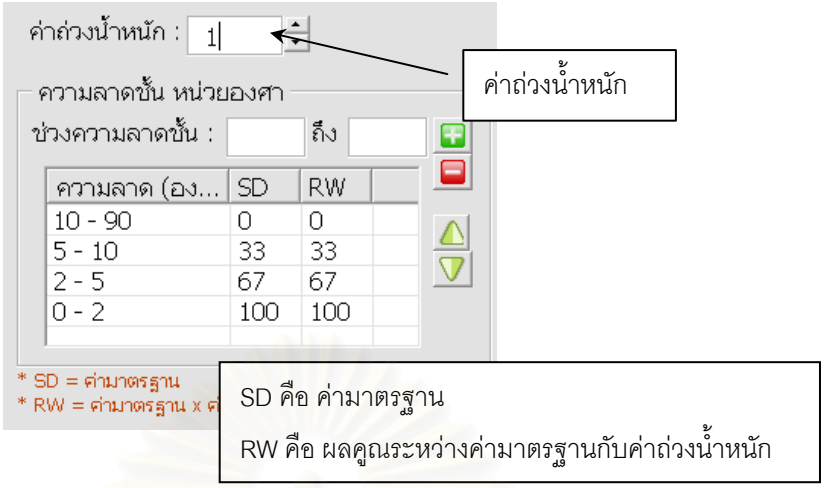
อันดับ 1 ความลาดอยู่ระหว่าง 10° ถึง 90°

อันดับ 2 ความลาดอยู่ระหว่าง 5° ถึง 10°

อันดับ 3 ความลาดอยู่ระหว่าง 2° ถึง 5°

อันดับ 4 ความลาดอยู่ระหว่าง 0° ถึง 2°

ผู้วิจัยกำหนดให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเท่ากับ 1 จากการจัดอันดับและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับแต่ละปัจจัย โปรแกรมจะทำการปรับค่าของข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐานโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่ราบ

1.3) พื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย เป็นปัจจัยที่ใช้ในการประมวลผลหาพื้นที่ถูกบดบังจากภูมิประเทศด้วยการวิเคราะห์การมองเห็น

รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย

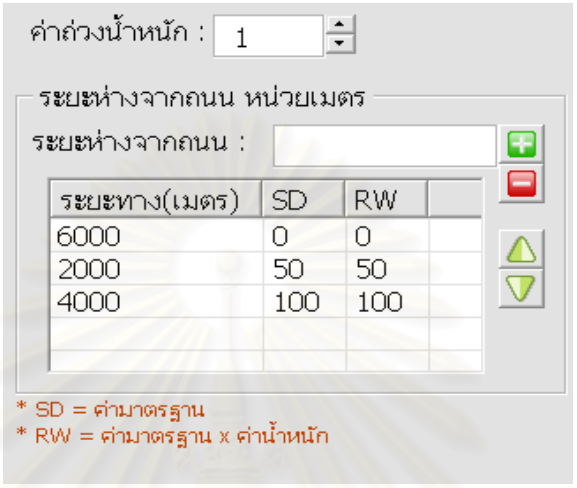
1.4) ความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ กำหนดให้มีระยะบัฟเฟอร์จากถนน 2000, 4000, 6000 เมตร ซึ่ง สุนทร บุญสิลา (2524) ได้ให้แนวทางในการพิจารณาการเลือกที่ตั้งปืนใหญ่ว่าควรหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่อยู่ใกล้ถนน ใกล้ทางรถไฟ หรือภูมิประเทศเด่นชัด เนื่องจากจะทำให้ข้าศึกสามารถกำหนดที่ตั้งหน่วยปืนใหญ่ลงในแผนที่ได้ง่าย ดังนั้นในการจัดอันดับทางเลือกข้อมูลระยะบัฟเฟอร์ถนน ผู้วิจัยทำการจัดอันดับจากข้อมูลที่มีความเหมาะสมจากน้อยไปมากดังนี้

อันดับ 1 ระยะบัฟเฟอร์อยู่ระหว่าง 4000 ถึง 6000

อันดับ 2 ระยะบัฟเฟอร์อยู่ระหว่าง 0 ถึง 2000

อันดับ 3 ระยะบัฟเฟอร์อยู่ระหว่าง 2000 ถึง 4000

ผู้วิจัยกำหนดให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเท่ากับ 1 จากการจัดอันดับและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับแต่ละปัจจัย โปรแกรมจะทำการปรับค่าของข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐานโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 การแปลงค่าคะแนนดิบของปัจจัยให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สมการที่ 3.1 (หน้าที่ 21)



รูปที่ 5.6 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยถนน

2) **ปัจจัยภายนอก** มีรายละเอียดในการกำหนดค่าดังนี้

ปัจจัยภายนอกเป็นปัจจัยที่ระบบเปิดให้ผู้ใช้งานทำการกำหนดปัจจัยขึ้นเองตามดุลยพินิจที่เห็นว่ามีความเหมาะสมจะนำมาเป็นปัจจัยในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ ในการทดสอบโปรแกรมผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูล 3 ปัจจัยด้วยกันคือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน, พื้นที่ดินแข็ง, พื้นที่สนามทุ่นระเบิด โดยจะแบ่งการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับเป็น 3 ลักษณะ คือ

- การซ้อนทับแบบ Overlay ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการยูเนียนกับข้อมูลปัจจัยอื่น

- การซ้อนทับแบบ Clip Area ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการคลิพกับข้อมูลปัจจัยอื่นเพื่อเลือกพื้นที่ที่อยู่ภายในขอบเขตปัจจัยที่กำหนด,

- การซ้อนทับแบบ Erase Area ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการ Erase กับข้อมูลปัจจัยอื่นเพื่อที่ที่อยู่ภานอกปัจจัยที่กำหนด

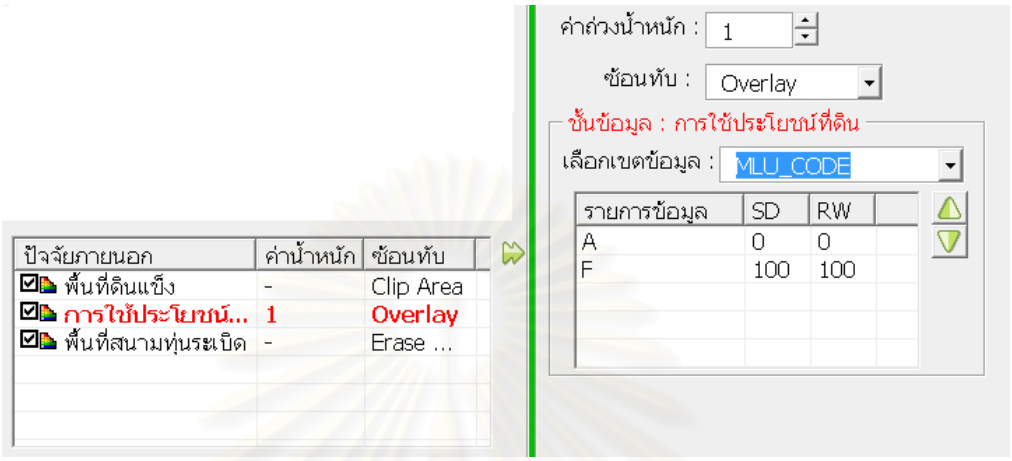
โดยกำหนดรายละเอียดของแต่ละปัจจัยดังนี้

2.1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน กำหนดให้ซ้อนทับแบบ Overlay คือเป็นพื้นที่ที่จะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการยูเนียนกับข้อมูลปัจจัยอื่นๆ ผู้วิจัยทำการจัดอันดับจากข้อมูลที่มีความเหมาะสมจากน้อยไปมากดังนี้

อันดับ 1 A คือ พื้นที่เกษตรกรรม

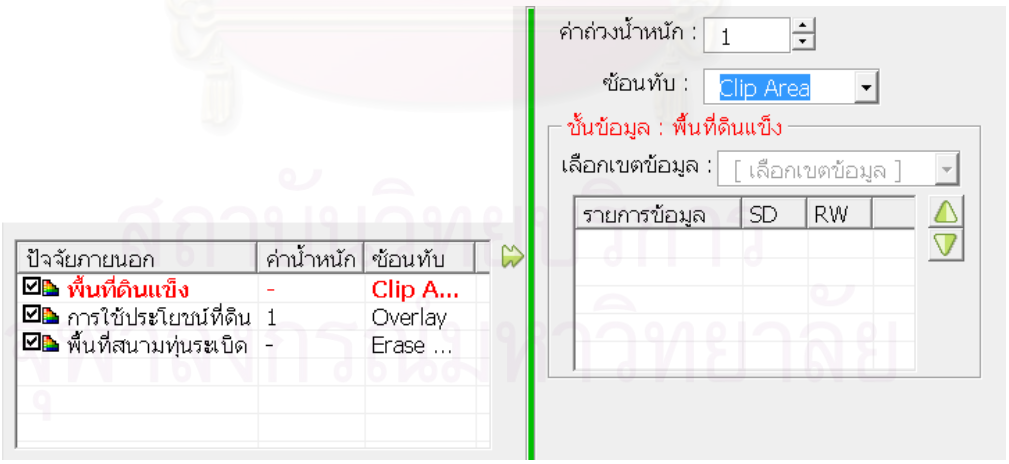
อันดับ 2 F คือ พื้นที่ป่าไม้

ผู้วิจัยกำหนดให้มีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเท่ากับ 1



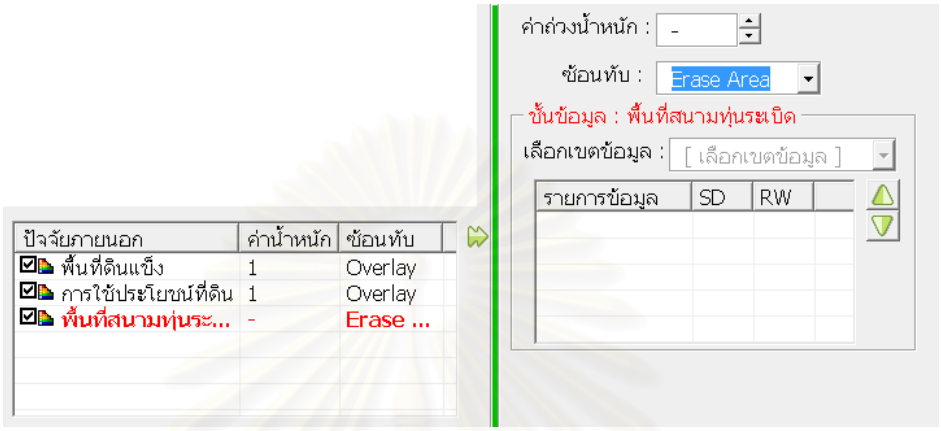
รูปที่ 5.7 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.2) พื้นที่ดินแข็ง กำหนดให้ซ้อนทับแบบ Clip Area คือ เป็นพื้นที่ที่จะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการคลิพกับข้อมูลปัจจัยอื่นๆ เพื่อกันขอบเขตของพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ให้อยู่ในขอบเขตพื้นที่ดินแข็ง การซ้อนทับแบบ Clip Area ไม่มีการจัดอันดับและกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ

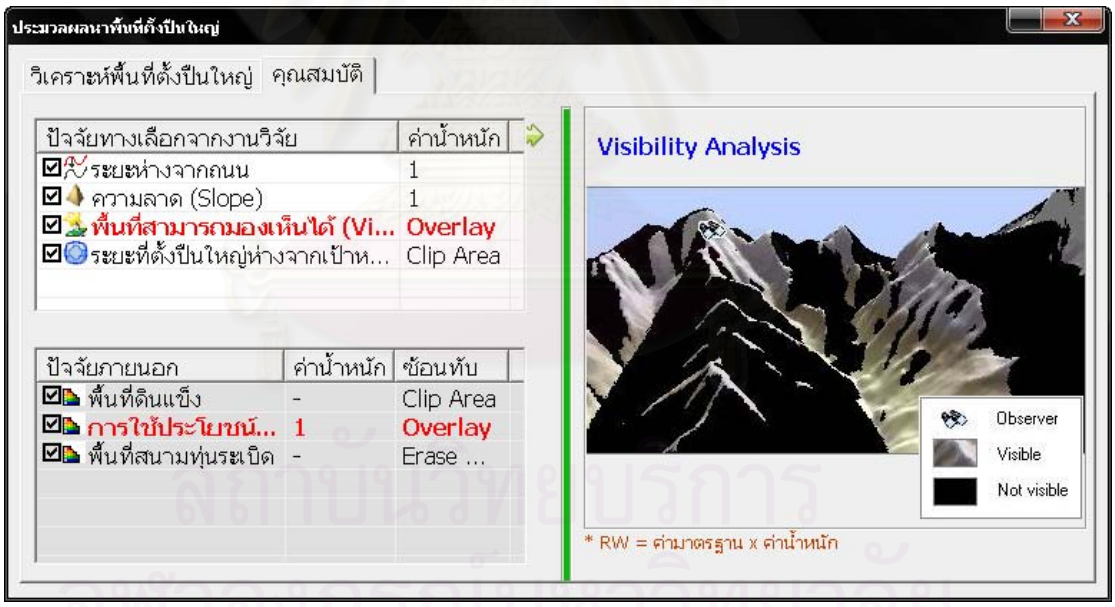


รูปที่ 5.8 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่ดินแข็ง

2.3) พื้นที่สนามทุ่นระเบิด กำหนดให้เป็นการซ้อนทับแบบ Erase Area คือ เป็นพื้นที่ที่จะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการ Erase ซึ่งจะถูกนำไปลบออกจากพื้นที่ที่ประมวลผลได้กับข้อมูลปัจจัยอื่นๆ เนื่องจากบริเวณพื้นที่อันตรายไม่สามารถตั้งปืนใหญ่ได้ การซ้อนทับแบบ Erase Area ไม่มีการจัดอันดับและค่าน้ำหนักความสำคัญ



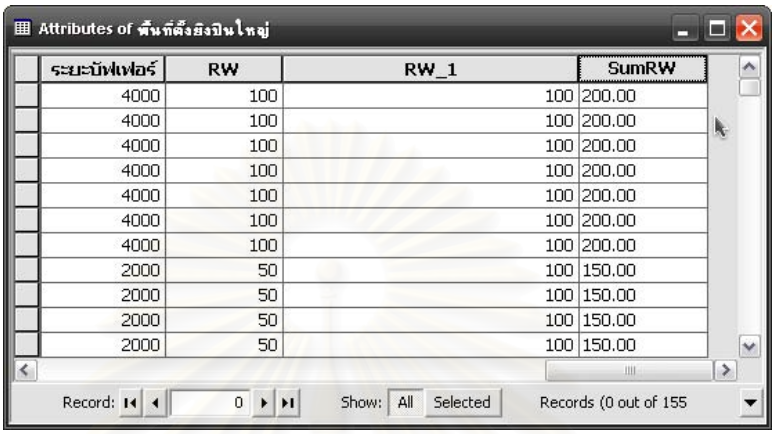
รูปที่ 5.9 การจัดอันดับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยพื้นที่สนามทุนระเบิด



รูปที่ 5.10 การจัดอันดับและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่

เมื่อทำการกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ โดยระบบจะแสดงขั้นตอนการทำงานผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ว่าระบบกำลังทำงานอยู่ในขั้นตอนใด

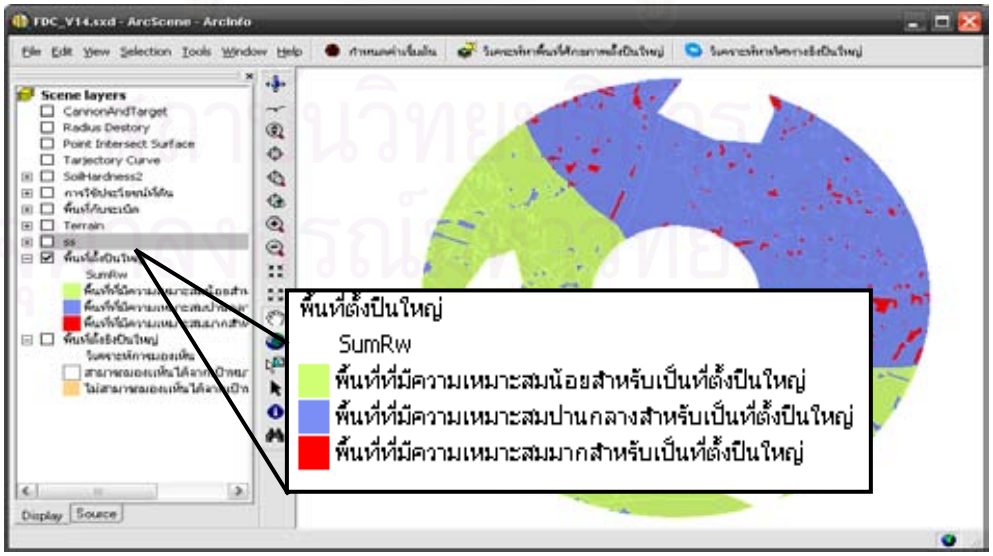
ผลลัพธ์ที่ได้ถูกจัดเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบ ShapeFile และแสดงผลในรูปของแผนที่ในมุมมอง 3 มิติ ผลรวมของค่าคะแนน (สมการที่ 3.2 หน้าที่ 23) จะถูกนำมาทำการแบ่งช่วงชั้นความเหมาะสม โดยที่ระบบจะแบ่งเป็น 3 ช่วงชั้นด้วยวิธีอันตรภาคชั้น (สมการที่ 3.3 หน้าที่ 23) และระบุสีสัญลักษณ์ตามสีที่ระบบกำหนด



รูปที่ 5.11 ข้อมูลเชิงบรรยายของชั้นข้อมูลผลลัพธ์

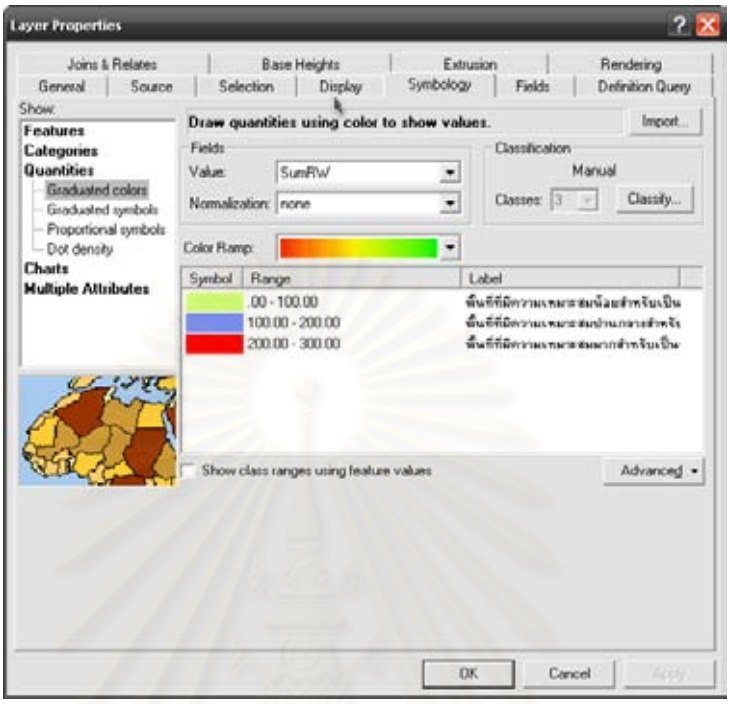
จากรูปที่ 5.11 RW คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก และ SumRW คือ ผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยซึ่งใช้ในการจำแนกช่วงชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ที่เหมาะสมในแต่ละระดับ โดยผู้วิจัยได้ทำการแจกแจงและแบ่งกลุ่มพื้นที่ศักยภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ

1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่
2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่
3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยสำหรับเป็นที่ตั้งปืนใหญ่

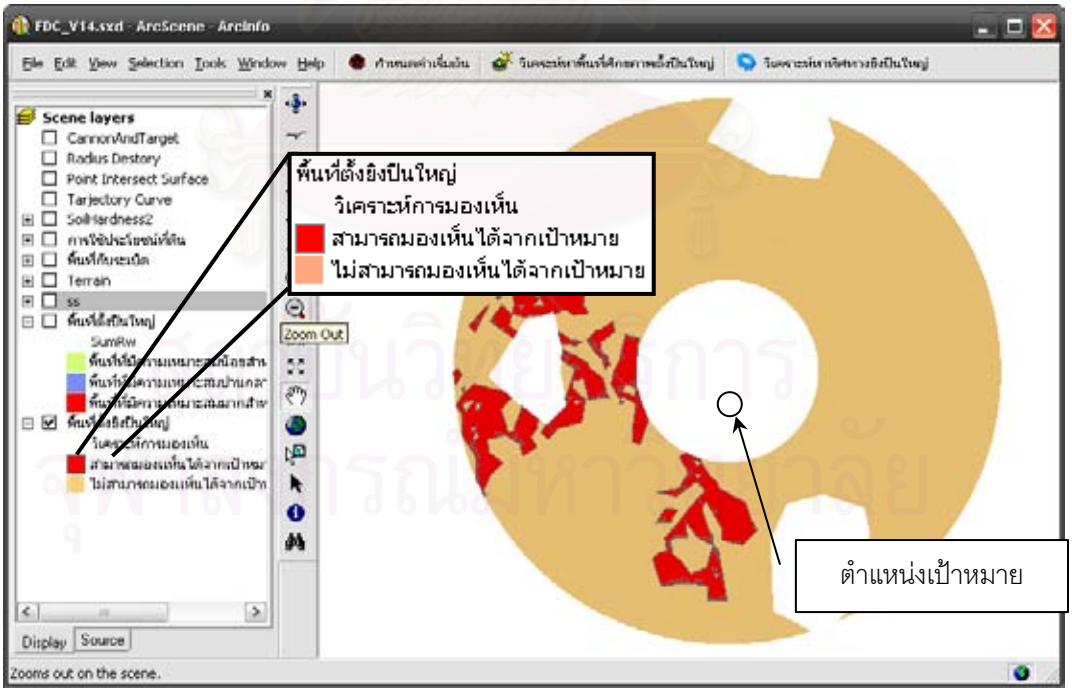


รูปที่ 5.12 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ผู้ใช้สามารถจะทำการแบ่งช่วงชั้นด้วยวิธีการอื่น หรือเปลี่ยนจำนวนช่วงชั้น และสัญลักษณ์สี ได้ด้วยตนเอง จากการเปลี่ยนคุณสมบัติของชั้นข้อมูล

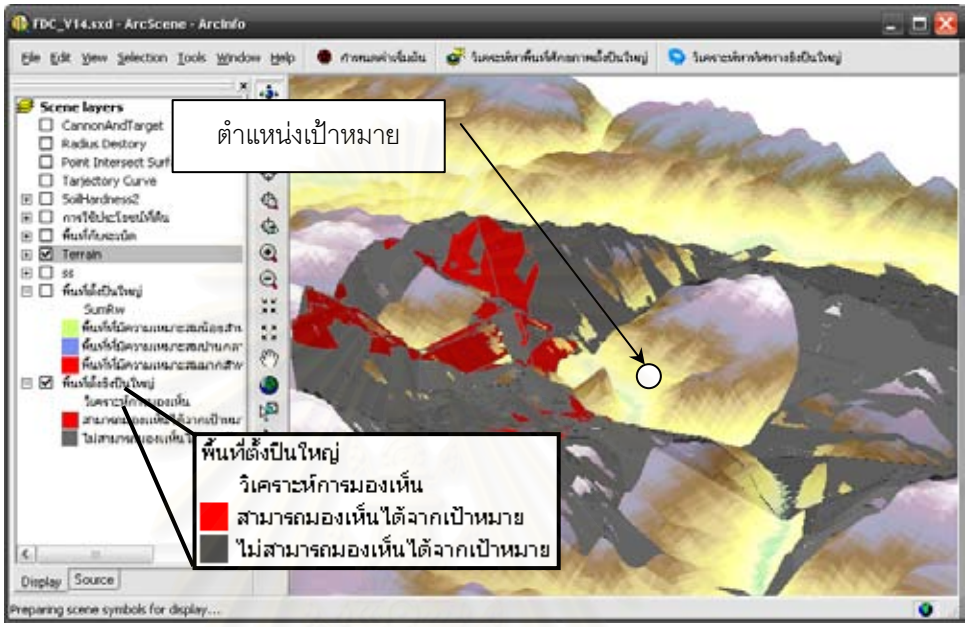


รูปที่ 5.13 การเปลี่ยนแปลงสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลผลลัพธ์



รูปที่ 5.14 เปลี่ยนสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลผลลัพธ์เพื่อแสดงพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้

จากรูปที่ 5.15 ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่สามารถนำมาเปลี่ยนสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูลเพื่อแสดงผลพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากตำแหน่งเป้าหมาย ซึ่งทำให้ผู้ใช้ทราบถึงพื้นที่ที่สามารถตั้งยิงปืนใหญ่แล้วไม่ถูกมองเห็นได้จากเป้าหมาย จะช่วยในการบดบังซ้อนเร้นจากเป้าหมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับยุทธวิธีในการโจมตีเป้าหมาย



รูปที่ 5.15 การซ้อนทับระหว่างพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมายกับลักษณะภูมิประเทศ

5.2.3 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

ในการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ กำหนดให้มีปัจจัยในการวิเคราะห์ดังนี้

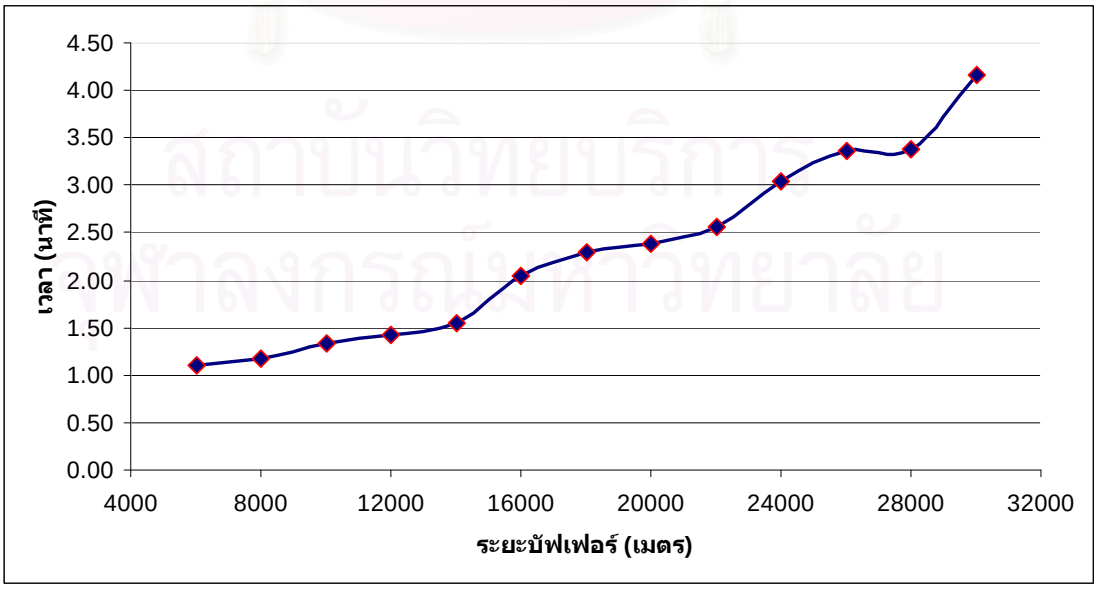
1) ปัจจัยทางเลือกจากการวิจัย
   - 1.1) ขอบเขตพื้นที่ในการตั้งปืนใหญ่ห่างจากเป้าหมาย
   - 1.2) พื้นที่ราบ
   - 1.3) พื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย
   - 1.4) ความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่
2) ปัจจัยภายนอก
   - 2.1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน
   - 2.2) พื้นที่ดินแข็ง
   - 2.3) พื้นที่สนามทุ่นระเบิด

การกำหนดค่าของแต่ละปัจจัยเหมือนกับขั้นตอน 5.2.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งปืนใหญ่ โดยกำหนดให้ระยะตั้งปืนใหญ่ห่างจากเป้าหมายมีการเปลี่ยนแปลงส่วนปัจจัยอื่นๆ มีค่าคงที่

จากการกำหนดปัจจัยข้างต้นได้ผลการทดสอบเป็นดังนี้

ระยะตั้งปืนห่างจากเป้าหมาย (เมตร)	เวลาในการประมวลผล (นาที)
6,000	1.10
8,000	1.17
10,000	1.34
12,000	1.42
14,000	1.54
16,000	2.04
18,000	2.30
20,000	2.38
22,000	2.56
24,000	3.05
26,000	3.37
28,000	3.38
30,000	4.16

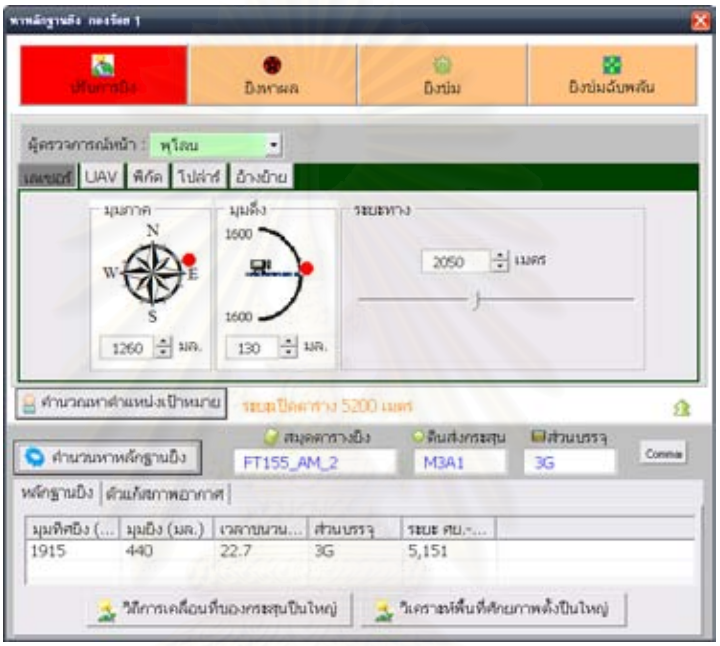
ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่



รูปที่ 5.16 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพมอดูลวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

5.3 ทดสอบการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

กระบวนการคำนวณหาหลักฐานยิง ได้ทำการทดสอบโดยกำหนดค่าที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าหลักฐานยิง คือ ข้อมูลผู้ตรวจการณ์หน้า ค่าที่ใช้ในการกำหนดพิกัดที่ตั้งของเป้าหมายและพิกัดที่ตั้งปืนใหญ่ ผลการทดสอบการคำนวณค่าหลักฐานยิง (วิธีการคำนวณหน้าที่ 37) โปรแกรมสามารถคำนวณได้ถูกต้องโดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเปิดหาค่าหลักฐานยิงในสมุดตารางยิง



รูปที่ 5.17 คำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่

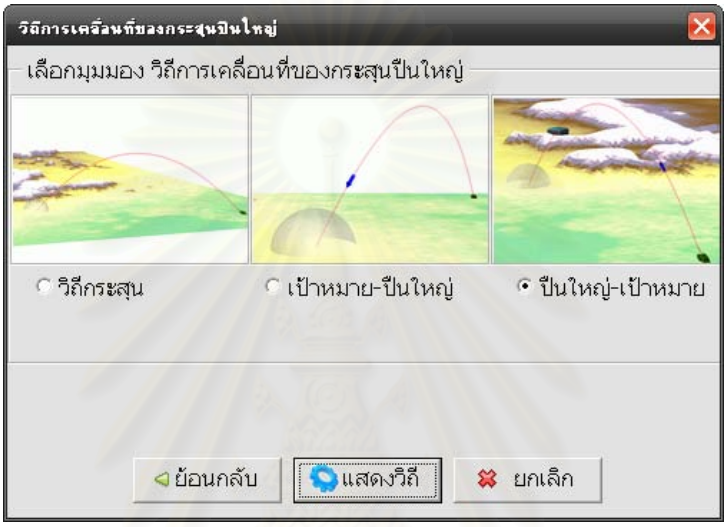
กระบวนการตรวจสอบการเคลื่อนของวิถีกระสุนกับภูมิประเทศและการแสดงผลแอนิเมชันจำลองการเคลื่อนของวิถีกระสุน เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการคำนวณหาค่าหลักฐานยิง โดยโปรแกรมนำค่ามุมภาคทิศทางยิง, มุมยิง, พิกัดที่ตั้งปืนใหญ่ และความเร็ว มาเป็นค่าเริ่มต้นให้กับสมการในการคำนวณการเคลื่อนของวิถีกระสุน ผลการทดสอบโปรแกรมสามารถคำนวณหาจุดที่กระสุนปืนใหญ่ตกกระทบภูมิประเทศและแสดงแอนิเมชันจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนได้อย่างถูกต้อง

ทั้งนี้ตำแหน่งที่โปรแกรมคำนวณได้ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่เป็นการคำนวณที่อยู่ในสมมติฐานของสมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแบบอุดมคติ

ขั้นตอนการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

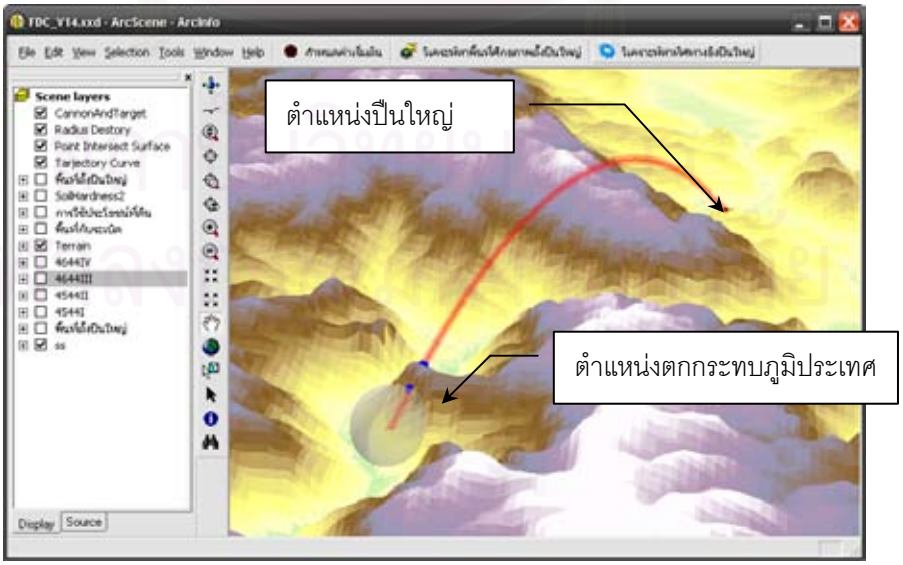
1) กำหนดรูปแบบการแสดงผล มี 2 ลักษณะคือ แสดงเป็นตำแหน่งพิกัดที่กระสุนกระทบกับภูมิประเทศ และแสดงวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่

2) กำหนดมุมมองในการแสดงผลแอนิเมชัน มีให้เลือก 3 รูปแบบคือ มุมมองปืนใหญ่และเป้าหมายอยู่ในระนาบเดียวกัน, มุมมองเป้าหมายอยู่ในระยะใกล้กว่าปืนใหญ่ และมุมมองปืนใหญ่อยู่ในระยะใกล้กว่าเป้าหมาย (รูปที่ 5.18)

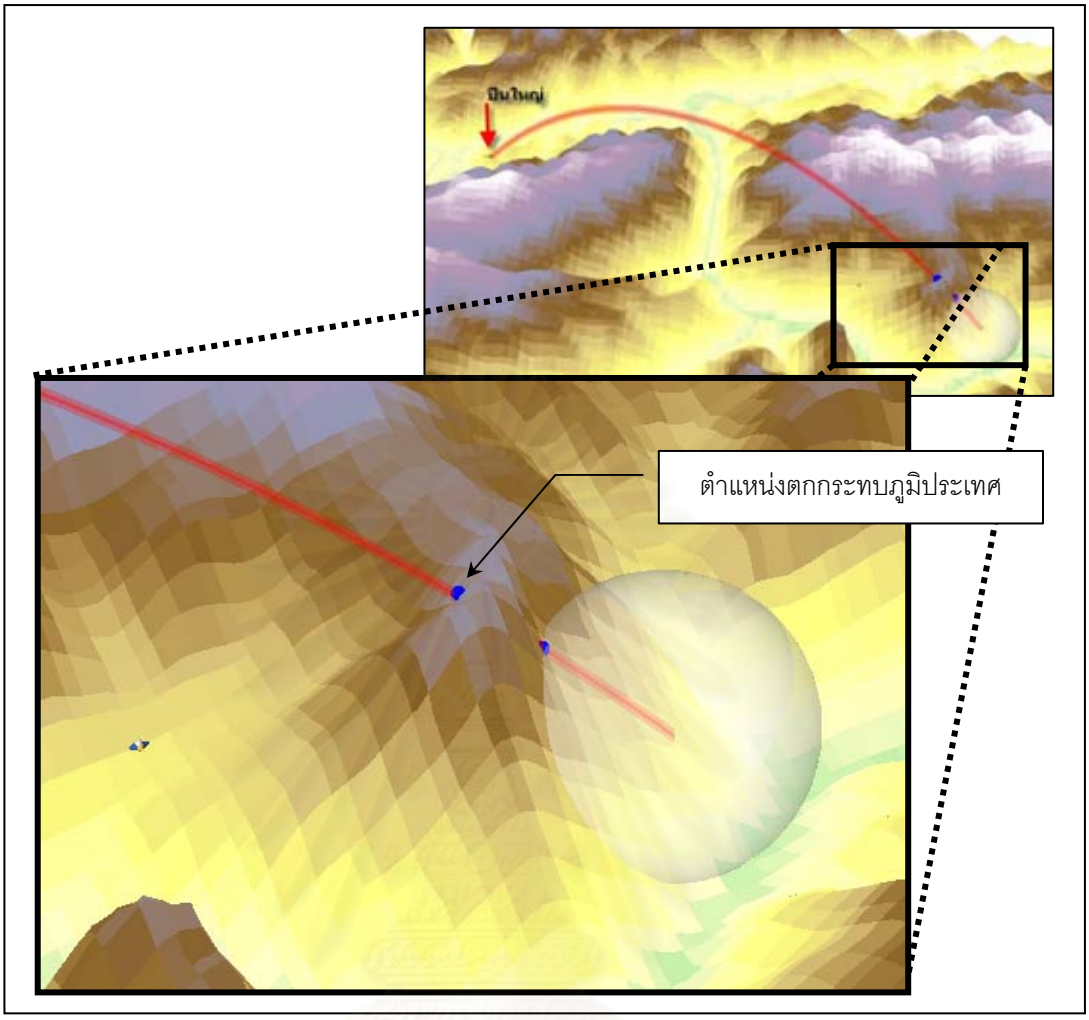


รูปที่ 5.18 เลือกมุมมองในการแสดงวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่

3) แสดงผลการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่เทียบกับภูมิประเทศ (รูปที่ 5.19)



รูปที่ 5.19 การจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่เทียบกับลักษณะภูมิประเทศ



รูปที่ 5.20 ตำแหน่งที่กระสุนปืนใหญ่ตกกระทบภูมิประเทศในมุมมอง 3 มิติ

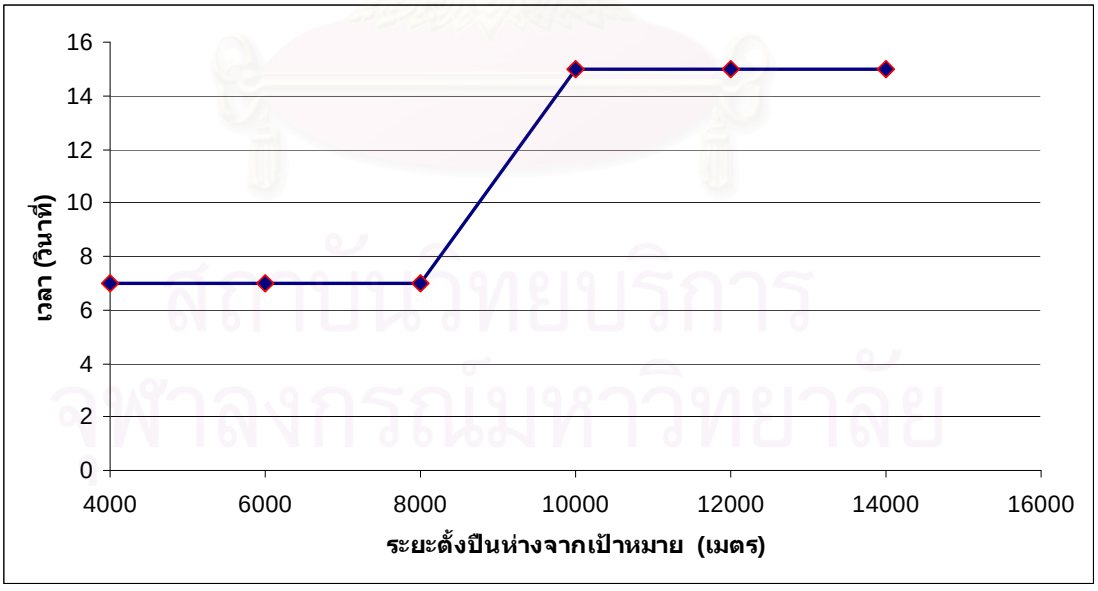
จากรูปที่ 5.20 จากการใช้สมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแบบอุดมคติ ทำให้วิถีกระสุนกระทบภูมิประเทศเลยออกไปจากตำแหน่งของเป้าหมาย เนื่องจากสมการพิจารณาเฉพาะแรงโน้มถ่วงของโลก ไม่ได้พิจารณาแรงต้านทานของอากาศและน้ำหนักของกระสุน แต่ค่ามุมยิงที่ใช้ในการคำนวณวิถีกระสุน ได้จากการใช้ค่าที่ได้จากตารางยิงปืนใหญ่ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองยิงในสภาวะแวดล้อมจริงรวมกับการคำนวณ ซึ่งจะพิจารณาแรงต้านทานอากาศและน้ำหนักกระสุนไว้ด้วย ผลทำให้ระยะทางที่คำนวณด้วยสมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแบบอุดมคติเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าในสภาวะแวดล้อมจริง (แผนกวิชาหลักยิง กองการศึกษา โรงเรียนทหารปืนใหญ่, 2546)

5.3.1 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และตรวจวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

ในการทดสอบทำการกำหนดที่ตั้งปืนใหญ่และตำแหน่งเป้าหมายให้ห่างจากที่ตั้งปืนใหญ่เป็นระยะต่างๆ ได้ผลการทดสอบดังนี้

ระยะตั้งปืนห่างจากเป้าหมาย (เมตร)	จำนวนระวางแผนที่ 1:50000	เวลาในการประมวลผล (วินาที)
4,000	1	7
6,000	1	7
8,000	1	7
10,000	2	15
12,000	2	15
14,000	2	15

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และตรวจสอบวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ



รูปที่ 5.21 กราฟผลการทดสอบประสิทธิภาพของมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่และตรวจสอบวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศ

การเพิ่มขึ้นของเวลาอย่างกะทันหันเกิดขึ้นจากมีจำนวนระวางแผนที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งจะเป็นการเพิ่มจำนวนข้อมูลแบบจำลองความสูงที่ใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตามมาตรฐานการตรวจสอบของพลปืนในการฝึกภาคกองพันและกองร้อย หลังจากที่ผู้ตรวจการณ์หน้าส่งคำขอยิงมายังศูนย์อำนวยการยิง ภายในเวลาไม่เกิน 1 นาที จะต้องสั่งยิงนัดแรกและการปรับการยิงนัดต่อๆ ไป ต้องสั่งยิงภายใน 30 วินาที จึงจะผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ซึ่งจากการทดสอบโปรแกรมข้างต้นเห็นได้ว่าโปรแกรมสามารถทำการประมวลผลอยู่ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

5.3.2 **ข้อจำกัดในการทดสอบมอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่**

ระยะทางระหว่างปืนใหญ่กับเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบการประมวลผลของมอดูลได้ไม่เกิน 14 กิโลเมตรเนื่องจากสมุดตารางยิงที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมในงานวิจัยนี้สามารถรองรับระยะทางยิงปืนใหญ่ได้ไม่เกิน 15 กิโลเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

1) ผลของการพัฒนามอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่

การวิเคราะห์หาทิศทางการยิงปืนใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของระบบอำนวยการยิงปืนใหญ่ ในการคำนวณหาหลักฐานยิงเพื่อใช้เป็นค่าการตั้งหลักฐานให้กับปืนใหญ่และกระสุน ซึ่งหลักฐานยิงนั้นได้จากสมุดตารางยิง ที่จัดเก็บบันทึกลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซสเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล หลักฐานยิงที่ได้จะถูกแสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิกที่ออกแบบไว้

นอกจากนี้ หลักฐานยิง ได้แก่ ค่ามุมทิศ, ค่ามุมยิง และส่วนบรรจุ ยังนำไปใช้ในการคำนวณหาการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนโดยใช้สมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในแบบอุดมคติ เพื่อจำลองสถานการณ์การเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่เทียบกับลักษณะภูมิประเทศ

ซึ่งมอดูลคำนวณหาทิศทางยิงปืนใหญ่ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการคำนวณหาหลักฐานยิงและยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากคำนวณด้วยมนุษย์ และมอดูลจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ จะแสดงการยิงปืนใหญ่ในรูปแบบแอนิเมชันและยังระบุพิกัดที่กระสุนปืนใหญ่ตกกระทบภูมิประเทศในมุมมอง 3 มิติ เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนและง่ายต่อการนำไปใช้พิจารณาก่อนทำการยิงปืนใหญ่

2) ผลของการพัฒนามอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่

มอดูลประมวลผลหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกที่ตั้งยิงปืนใหญ่ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับและวิเคราะห์ความสามารถในการมองเห็นร่วมกับเทคนิคทางสถิติในการให้ค่าอันดับและค่าน้ำหนักแก่ปัจจัย

ซึ่งประกอบด้วยปัจจัย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยทางเลือกที่ได้จากการวิจัยและปัจจัยภายนอก กลุ่มปัจจัยทางเลือกที่ได้จากการศึกษางานวิจัยประกอบไปด้วย ขอบเขตพื้นที่ 2 ใน 3 ของระยะยิงไกลสุดของปืนใหญ่, พื้นที่ราบ, พื้นที่สามารถมองเห็นได้จากเป้าหมาย, พื้นที่สะดวกในการเข้าถึง ส่วนกลุ่มปัจจัยภายนอกเป็นปัจจัยที่เปิดให้ผู้ใช้งานทำการกำหนดปัจจัยเองได้ตามดุลยพินิจที่เห็นว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้วิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ ซึ่งต้องเป็นปัจจัยที่มีลักษณะเป็นพื้นที่

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับในแต่ละปัจจัย ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งลักษณะของการซ้อนทับเป็น 3 ลักษณะคือ การซ้อนทับแบบ Overlay ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการยูเนียน กับข้อมูลปัจจัยอื่น, การซ้อนทับแบบ Clip Area ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์

เชิงพื้นที่ด้วยการคลิพกับข้อมูลปัจจัยอื่น ผลที่ได้จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ภายในขอบเขตปัจจัยที่กำหนด, การซ้อนทับแบบ Erase ข้อมูลปัจจัยจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการลบออกจากข้อมูลปัจจัยอื่น ผลที่ได้จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ภายนอกขอบเขตปัจจัยที่กำหนด

ผลลัพธ์ที่ได้จัดเก็บอยู่ในรูปของข้อมูลปริภูมิรูปแบบ Shapefile และแสดงผลในรูปของชั้นข้อมูลแผนที่ในมุมมอง 3 มิติ และถูกจำแนกสัญลักษณ์แผนที่ออกเป็น 3 ระดับด้วยวิธีอันตรภาคชั้น เพื่อสรุปเป็นระดับความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ คือ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งปืนใหญ่มาก, พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งปืนใหญ่ปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งปืนใหญ่น้อย ผู้ใช้สามารถทำการปรับเปลี่ยนสัญลักษณ์ได้ด้วยตนเองตามความเหมาะสม

6.2 ข้อจำกัดของระบบ

1) มอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ในงานวิจัยนี้พิจารณาหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่จากตำแหน่งเป้าหมายเพียงตำแหน่งเดียว

2) มอดูลวิเคราะห์หาทิศทางยิงปืนใหญ่ในการคำนวณหาหลักฐานยิงไม่พิจารณาการปรับแก้ขีปนวิธีภายนอกและขีปนวิธีภายใน

6.3 ข้อเสนอแนะ

1) การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่พิจารณาจากเป้าหมายเพียงหนึ่งเป้าหมาย ควรมีการพัฒนาในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ในกรณีที่มีเป้าหมายปรากฏขึ้นหลายตำแหน่ง หรือการวิเคราะห์ในลักษณะเป็นพื้นที่

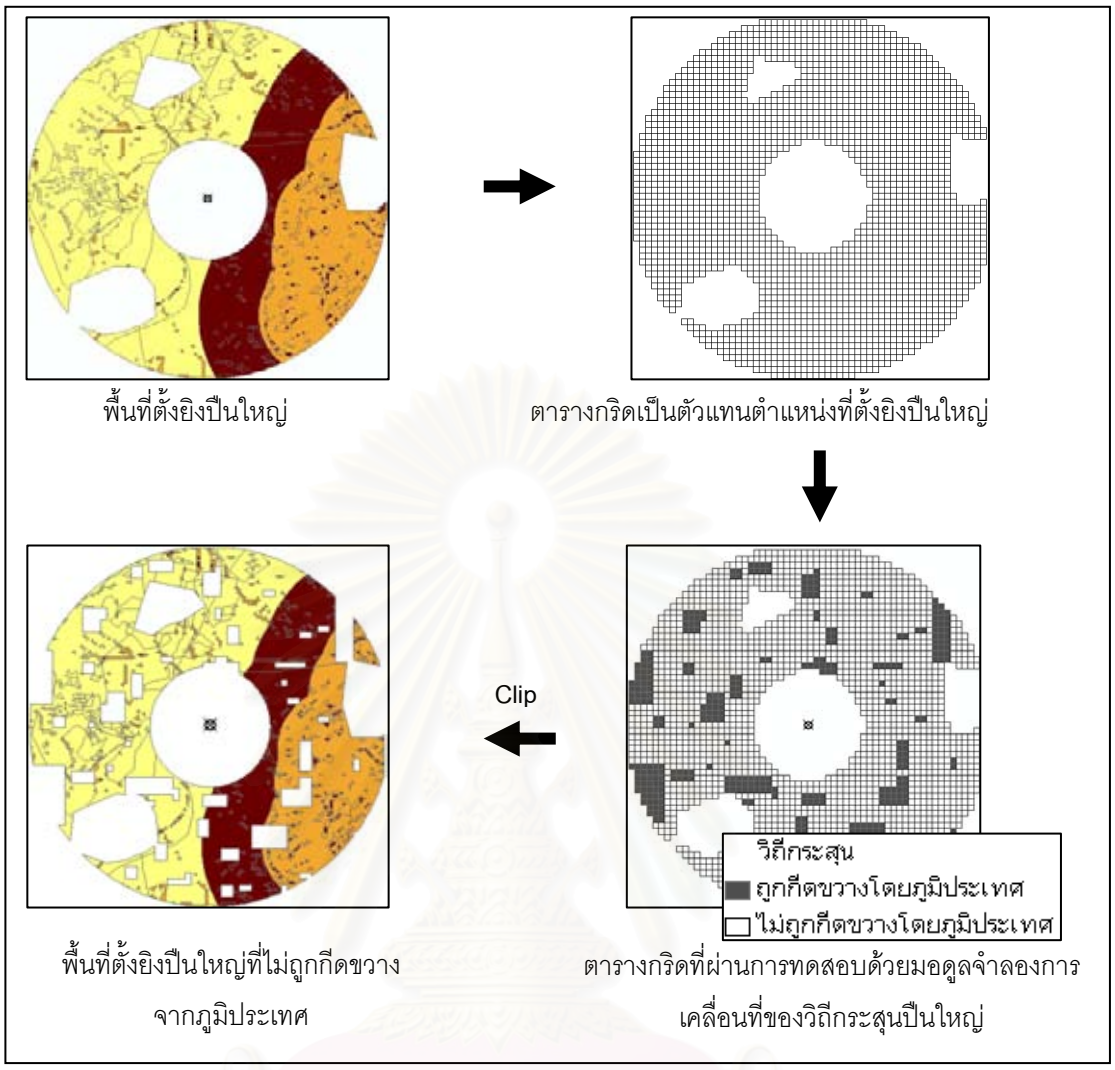
2) งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโปรแกรม ArcScene ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งที่บรรจุอยู่ในชุดโปรแกรมของ ArcGIS Desktop ที่มีขนาดใหญ่ เมื่อติดตั้งก็จะมีโปรแกรมอื่นๆ พ่วงมาด้วย จึงมีโปรแกรมและฟังก์ชันที่ไม่จำเป็นในการใช้งานมากมาย ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานและสิ้นเปลืองทรัพยากร หากเป็นไปได้จึงควรพัฒนาเป็นโปรแกรมเฉพาะด้านที่สามารถวิเคราะห์และแสดงผล โดยไม่ต้องใช้โปรแกรม ArcScene แต่ยังคงใช้ ArcObjects ในการดึงฟังก์ชันที่จำเป็นมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้เหมาะสม เพียงพอ และง่ายต่อการใช้งาน ทั้งยังมีลักษณะขั้นตอนการทำงานในรูปแบบที่ตรงตามการปฏิบัติงานของทหารปืนใหญ่มากยิ่งขึ้น

3) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมระบบอำนวยการยิงในการคำนวณหาหลักฐานยิงปืนใหญ่ ซึ่งยังคงมีรายละเอียดอีกหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง ควรมีการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม เช่น การจัดการงวดงานกระสุนปืนใหญ่ที่ใช้ยิง, การปรับแก้สภาพอากาศ, การยิงหาหลักฐาน, การคำนวณเพื่อหาหลักฐานยิงปืนใหญ่รายกระบอก เป็นต้น

4) งานวิจัยนี้ใช้สมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบอุดมคติในการคำนวณวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ซึ่งมีข้อจำกัดอยู่มาก มีผลทำให้ตำแหน่งการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่มิได้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่จริงของวิถีกระสุน ควรทำการปรับปรุงสมการให้สอดคล้องกับค่ามาตรทานการยิงที่ได้จากสมุดตารางยิง ซึ่งจะทำให้ผลของการนำสมการไปใช้ในการคำนวณวิถีการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่มีความใกล้เคียงการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนใหญ่ ทำให้การตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่กับภูมิประเทศมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

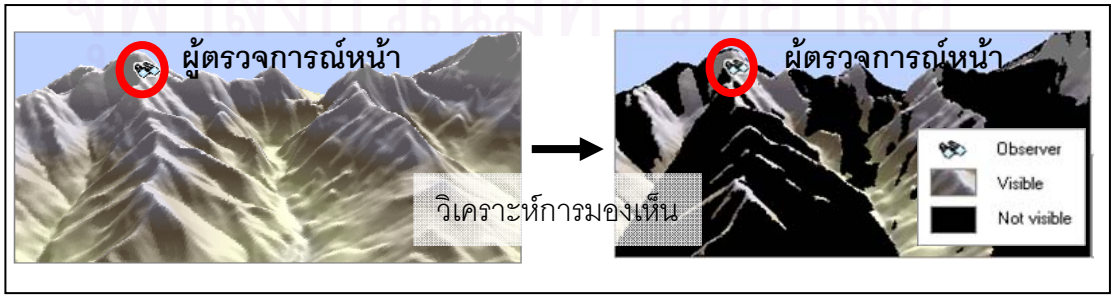
5) พัฒนามอดูลเพิ่มเติมสำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ที่ไม่ถูกกีดขวางจากภูมิประเทศ มีแนวคิดในการวิเคราะห์ดังนี้ ทำการหาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่จากมอดูลวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ แล้วนำพื้นที่ที่ได้มาทำการตรวจสอบว่าพื้นที่ใดบ้างที่สามารถตั้งปืนใหญ่แล้วยิงกระสุนปืนใหญ่ไปยังเป้าหมายแล้ววิถีกระสุนไม่ถูกกีดขวางจากภูมิประเทศ โดยใช้มอดูลจำลองการเคลื่อนที่ของวิถีกระสุนปืนใหญ่ในการตรวจสอบ โดยจะแบ่งพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ออกเป็นตารางกริดโดยให้มีขนาดเท่ากับพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่แล้วใช้จุดศูนย์กลางของตารางกริดเป็นตัวแทนตำแหน่งกองร้อยปืนใหญ่ ซึ่งจะใช้ในการหาระยะทางไปยังเป้าหมายเพื่อคำนวณหาหลักฐานยิง โดยในแต่ละตารางกริดจะทำการตรวจสอบทุกมุมยิง จนครบทุกตารางกริด ทำให้ได้พื้นที่ที่สามารถตั้งยิงปืนใหญ่และยังเป็นพื้นที่ที่สามารถยิงปืนใหญ่ไปยังเป้าหมายได้โดยไม่ถูกกีดขวางจากภูมิประเทศ ซึ่งจะช่วยในการวางแผนการเลือกที่ตั้งยิงปืนใหญ่ก่อนที่จะทำการยิงปืนใหญ่จริง (รูปที่ 6.1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 แนวคิดในการวิเคราะห์หาพื้นที่ตั้งยิงปืนใหญ่ที่ไม่ถูกกีดขวางจากภูมิประเทศ

6) การวิเคราะห์การมองเห็นสามารถนำไปพัฒนามอดูลเพิ่มเติม เพื่อช่วยผู้ตรวจการณ์หน้าในการวิเคราะห์หาพื้นที่สำหรับเป็นที่ตั้งตรวจการณ์ที่สามารถมองเห็นพื้นที่ได้มากที่สุดโดยการพิจารณาจากการบดบังของภูมิประเทศ (รูปที่ 6.2)



รูปที่ 6.2 พื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้จากผู้ตรวจการณ์หน้า

6) พัฒนามอดูลสำหรับการคำนวณหาค่ามุมยิงต่ำสุดในแต่ละที่ตั้งยิง โดยค่ามุมยิงต่ำสุดนี้จะหาได้โดยวัดค่าจากปืนแต่ละกระบอกในกองร้อย แล้วเลือกค่ามุมยิงต่ำสุดที่มีค่ามากที่สุด มาใช้เป็นค่าในการตรวจสอบมุมยิงที่ได้จากมอดูลคำนวณหาทิศทางยิงปืนใหญ่เพราะมุมยิงบางมุมไม่สามารถยิงได้เนื่องจากไม่ผ่านค่ามุมยิงต่ำสุด โดยการวิเคราะห์หาค่ามุมยิงต่ำสุดที่จะผ่านยอดที่กำบัง ซึ่งมองเห็นได้จากที่ตั้งยิงจะใช้การพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศโดยใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หามุมพื้นที่ที่มีค่ามากที่สุดไปยังยอดกำบังร่วมกับการคำนวณด้วยเทคนิคของทหารปืนใหญ่ (แผนกวิชาอาวุธ กองการศึกษา โรงเรียนทหารปืนใหญ่, 2546) ดังรูปที่ 6.3

มุมยิงต่ำสุด = ผลรวมของมุม 1 ถึงมุม 5

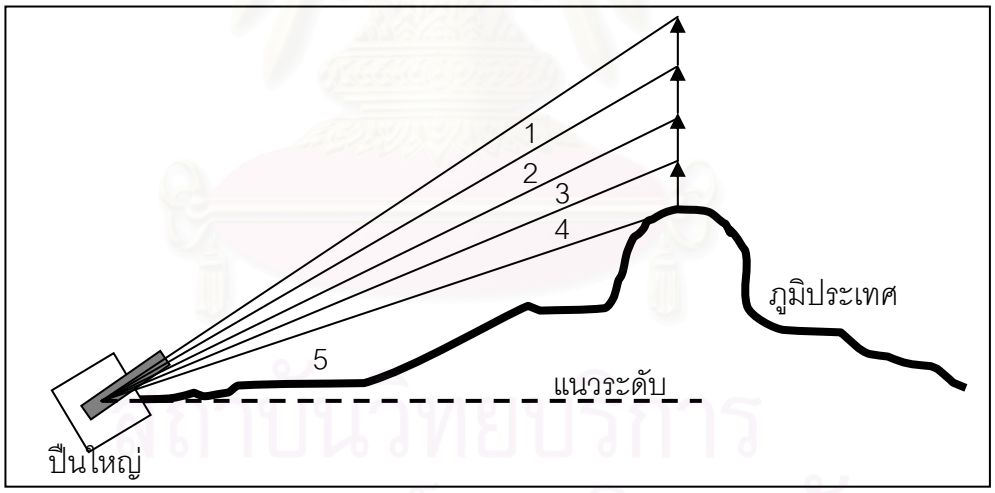
โดยที่ มุม 1 คือ มุมพื้นที่ที่มีค่ามากที่สุดไปยังยอดที่กำบัง

มุม 2 คือ มุมทางดิ่งที่ต้องการเพื่อให้กระสุนข้ามพ้นยอดที่กำบัง

มุม 3 คือ มุมพื้นที่เพิ่มเติม หาได้โดยนำค่าแฟกเตอร์มุมพื้นที่เพิ่มเติมจากสมุดตารางยิง คูณด้วย ผลบวกของมุม 1 และมุม 3

มุม 4 คือ มุมสูงตามส่วนบรรจุที่ใช้

มุม 5 คือ แฟกเตอร์ปลอดภัย ตามส่วนบรรจุที่ใช้ซึ่งตรงกับระยะกำบัง



รูปที่ 6.3 ส่วนประกอบของมุมยิงต่ำสุด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุสุมา เสาวพฤกษ์. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการเลือกซื้อบ้าน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

จักราวุธ โสมภีร์. ระบบ C^4I ของทหารปืนใหญ่. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2548. (อัดสำเนา)

ธีรศักดิ์ วาสิกดิลกและคณะ. วิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อำนวยการยิงปืนใหญ่. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2538.

ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์. การเลือกตำแหน่งของโรงงานโดยใช้การตัดสินใจหลายเกณฑ์ : กรณีศึกษาบริษัทบรรจุผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญสิลา. กองร้อยทหารปืนใหญ่. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2524.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ . ธรณีสัณฐานวิทยา. จำนวน 3000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2530.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

จักราวุธ โสมภีร์. พันเอก. สัมภาษณ์, 12 พฤษภาคม 2550.

ศานต์ กมลวัทนกุล. การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาศักยภาพของการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในเขตบึงกุ่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540.

อนุชา บุตรเอก. จ่าสิบเอก. สัมภาษณ์, 29 สิงหาคม 2550.

แผนกวิชาหลักยิง กองการศึกษา โรงเรียนทหารปืนใหญ่. วิชาอำนวยการยิง ป.สนาม, ปรับการยิง ป.สนามและยุทธวิธี ป.สนาม. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2546. (อัดสำเนา)

แผนกวิชาอาวุธ กองการศึกษา โรงเรียนทหารปืนใหญ่. วิชาส่วนยิง ป.. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2546. (อัดสำเนา)

ภาษาอังกฤษ

Laurini, R., and Thompson, D. Fundamentals of spatial information systems. 3 rd ed. San Diego : ACADEMIC PRESS, 1994.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จักราวุธ โสมภีร์. แฟ้มข้อมูลโครงการวิจัยหน่วยกองพลทหารปืนใหญ่. ลพบุรี : จักราวุธ โสมภีร์, 2548.

มานพ สัมมาขันธ์. โปรแกรมคอมพิวเตอร์อำนวยการยิง 1.5. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2541.

สุทธิไชย รังสิโรดม์โกมล. เครื่องคำนวณวิถีกระสุนและระบบสั่งการระยะไกลของปืน 155 มม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.navy.mi.th/nrdo/research/p3803.htm (3 สิงหาคม 2550), (ม.ป.ป.).

สินีนาถ เส็งหนองแบน. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อกำหนดพื้นที่สำหรับพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยในเขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร. ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ อักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

แผนกวิชาหลักยิง กองการศึกษา โรงเรียนทหารปืนใหญ่. วิชาปรับการยิง, อำนวยการยิง ป. และการใช้โปรแกรมอำนวยการยิง ป.. จำนวน 160 เล่ม. ลพบุรี : (ม.ป.ท.), 2546. (อัดสำเนา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้
NO THIS PAGE IN ORIGINAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายศัพท์ทางทหารปืนใหญ่

มิลเลียม

เป็นมาตราวัดมุมทางทหารโดยแบ่งวงกลมออกเป็น 6400 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่า 1 มิล-เลียม (6400 มิลเลียม = 360 องศา)

ขีปนวิธี

ขีปนวิธี เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลูกกระสุน และสภาพต่างๆ ที่เป็นผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นผลทำให้กระสุนไม่ตกกระทบบนเป้าหมาย

ขีปนวิธีภายนอก

เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนภายในลำกล้องปืน ผลของขีปนวิธีภายใน กำหนดความเร็วของลูกกระสุนที่พ้นจากปากลำกล้องปืน ความเร็วนี้เรียกว่า ความเร็วต้น มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ปัจจัยที่มีผลต่อขีปนวิธีภายใน คือ ดินส่งกระสุน, ส่วนประกอบต่างๆ ของลำกล้องปืน, ลักษณะของลูกกระสุน, การเขยื้อนของลำกล้องปืน

ขีปนวิธีภายใน

ขีปนวิธีภายนอก เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของกระสุนหลังจากที่ผ่านพ้นจากปากลำกล้องปืนออกไปแล้ว ในขณะนั้นกระสุนได้รับผลกระทบจากขีปนวิธีภายใน ในรูปของความเร็วต้น และอาการหมุนของลูกกระสุน ในส่วนของวิถีกระสุนได้รับอิทธิพลจากปฏิกิริยาซึ่งทำให้ลูกกระสุนเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้า คือ

- แรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ลูกกระสุนที่กำลังแล่นตกกลับลงมาสู่พื้นโลก
- แรงต้านทานของบรรยากาศมีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนขณะแล่น ทั้งในทางระยะและทางทิศทาง แรงต้านทานของอากาศ ที่กระทำต่อการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของลูกกระสุน ในทิศทางตรงข้ามนั้น เรียกว่า แรงฉุด แรงฉุดนี้จะมีผลต่อลูกกระสุนทั้งทางระดับและทางดิ่ง ซึ่งจะทำให้ความเร็วของลูกกระสุนลดลง การลดลงของความเร็วนี้เป็นปฏิภาคโดยตรงกับขนาดของแรงฉุด และเป็นปฏิภาคผกผันกับมวลของลูกกระสุน ปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาในการนำมาคำนวณแรงฉุด ได้แก่ ความหนาแน่นอากาศ ความเร็วลูกกระสุน เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกระสุน สัมประสิทธิ์ของแรงฉุดของกระสุนปืน

ค่ามาตรทานการยิง

ค่าตัวเลขที่ได้จากผลการทดลองยิงปืนใหญ่และจากผลการคำนวณผลของอาวุธและกระสุนจัดเก็บอยู่ในตารางยิง

ตารางยิง (Firing Table)

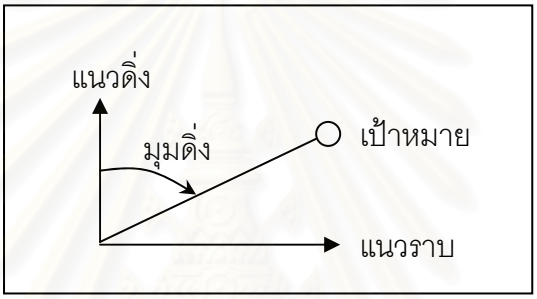
ตารางซึ่งบรรจุมาตรทานเกี่ยวกับการยิงที่อยู่ภายใต้สภาพมาตรฐาน และบรรจุตัวแก้สำหรับสภาพไม่มาตรฐาน

ที่ตั้งยิง

พื้นที่ภายในบริเวณที่ตั้งกองร้อย ซึ่งมีส่วนต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการยิงตั้งอยู่ เช่น ปืนใหญ่, กล้องกองร้อย และศูนย์อำนวยการยิง

มุมดิ่ง (Vertical Angle)

เป็นมุมที่วัดอ้างอิงจากแนวดิ่งไปยังเป้าหมาย



รูปที่ ก.3

มุมภาค หรือมุมแอซิมัท (Azimuth)

เป็นมุมที่วัดอ้างอิงจากทิศเหนือไปยังตำแหน่งที่ต้องการวัด

มุมภาคทิศทางยิง

เป็นมุมแอซิมัทกริดที่วัดอ้างอิงจากทิศเหนือไปยังหลักเล็งปืนใหญ่ในการตั้งปืนใหญ่ครั้งแรก

มุมภาคเป้าหมาย

เป็นมุมแอซิมัทกริดที่วัดอ้างอิงจากทิศเหนือไปยังเป้าหมาย

ยิงหาผล

การยิงปืนใหญ่เพื่อทำลายเป้าหมายโดยหวังผลจากการยิงในนัดแรก

หลักฐานยิง (Firing Data)

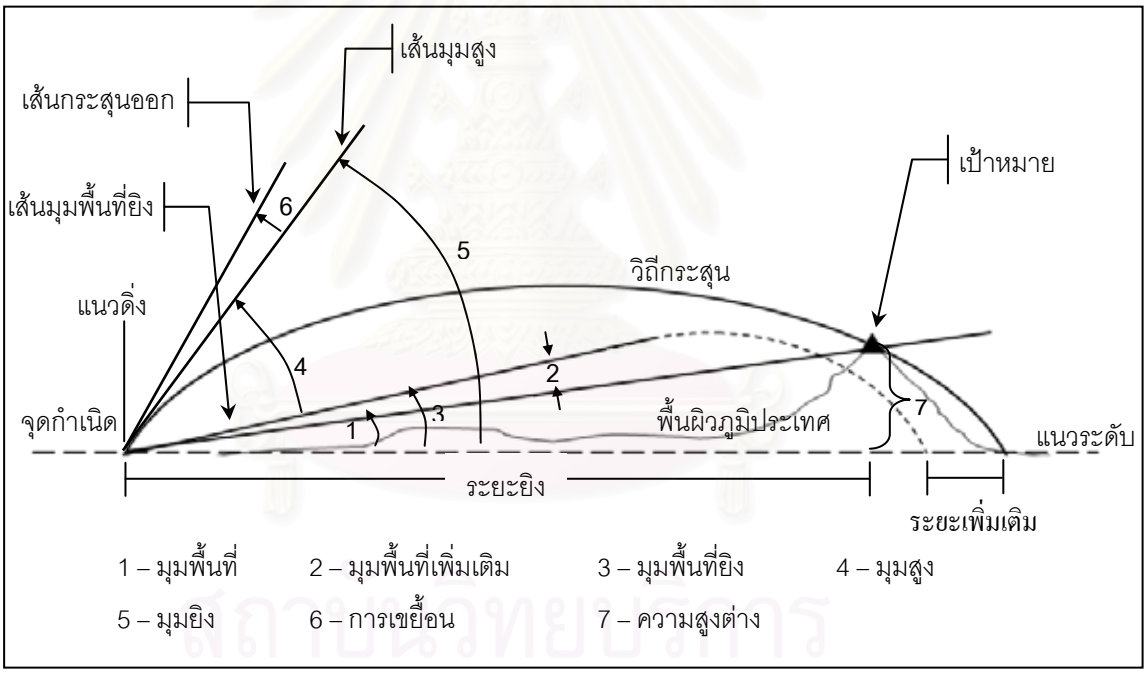
หลักฐานที่จำเป็นในการที่จะนำไปตั้งให้กับปืน เพื่อให้ปืนชี้ตรงไปยังเป้าหมายในลักษณะที่เหมาะ รวมทั้งหลักฐานที่จะนำไปตั้งและประกอบเข้ากับกระสุน เพื่อทำการยิงให้กระสุนไประเบิด ณ ตำแหน่งและเวลาที่ต้องการเรียกว่า หลักฐานยิง

หลักฐานยิงประกอบไปด้วย

1. ส่วนบรรจุ (Charge) คือ ดินส่งกระสุนที่จะผลักดันกระสุนออกจากลำกล้องให้ได้ระยะยิงและโค้งกระสุนวิถีตามที่ต้องการ ปืนสนามส่วนใหญ่สามารถเปลี่ยนแปลงดินส่งกระสุนได้

2. เวลาชนวน (Fuze Setting) คือ เวลาที่นำไปตั้งกับชนวนบางแบบ เพื่อบังคับการระเบิดของกระสุน

3. มุมยิง (Quadrant Elevation) ได้แก่ มุมทางสูงที่จะยกลำกล้องปืนขึ้นเพื่อยิงให้กระสุนไประเบิด ณ ระยะหรือ ตำแหน่งที่ต้องการ รูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบของมุมยิง

มุมยิง = มุมสูง + มุมพื้นที่ยิง

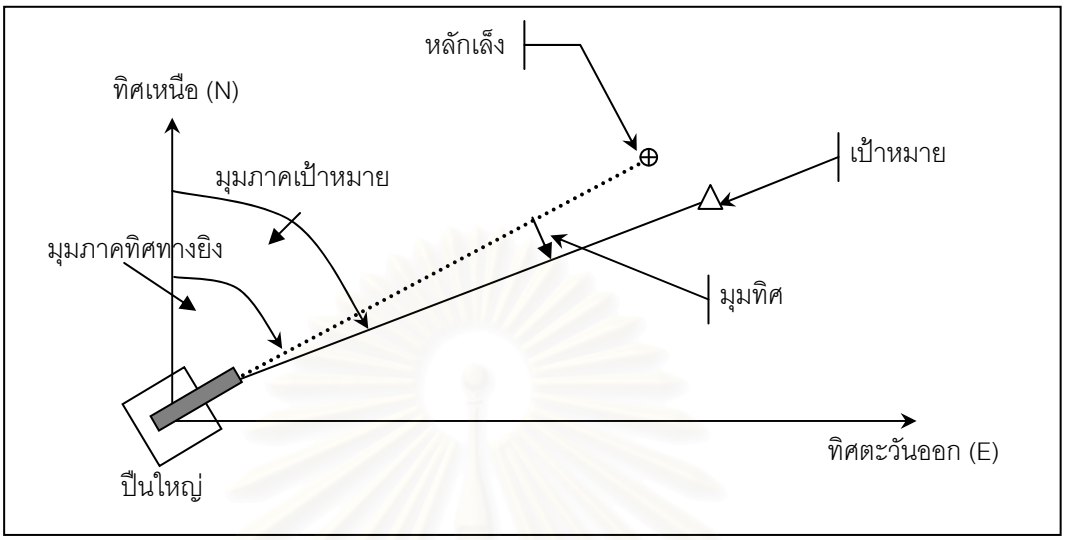
โดยที่ มุมสูง คือ เป็นมุมที่ใช้ในการยกปืน เมื่อปืนอยู่ระดับเดียวกับเป้าหมาย

มุมพื้นที่ยิง คือ มุมพื้นที่ + มุมพื้นที่เพิ่มเติม

มุมพื้นที่ คือ ค่าความสูงที่แตกต่างระหว่างเป้าหมายกับกองร้อยปืนใหญ่ หารด้วยระยะทางระหว่างกองร้อยกับเป้าหมาย

มุมพื้นที่เพิ่มเติม คือ มุมพื้นที่ คูณด้วย ค่าแฟกเตอร์ของมุมพื้นที่เพิ่มเติม

4. มุมทิศ (Deflection) ได้แก่ มุมที่กำหนดขึ้น ใช้อ้างกับที่หมายเล็งเพื่อหมุนปืนให้หันไปชี้ในทิศทางที่ต้องการ รูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 ส่วนประกอบของมุมทิศ

มุมทิศ = มุมทิศจากปืนไปยังเป้าหมาย + มุมเยื้อง

โดยที่ มุมทิศทางปืนไปยังเป้าหมาย คือ (มุมภาคทิศทางยิง + มุมจำลองทิศ) - มุมภาคเป้าหมาย

มุมเยื้อง คือ มุมที่ลูกกระสุนเบนออกจากแนวทิศทางยิง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อปืนทำการยิง เกลียวลำกล้องจะทำให้ลูกกระสุนหมุน และเบนออกจากแนวทิศทางยิงไปทางขวา หากต้องการให้ลูกกระสุนไปตกยังทิศทางที่ต้องการ ต้องตั้งทิศทางของปืนชดเชยค่ามุมที่เบนออก

มุมภาคทิศทางยิง คือ มุมที่ใช้ในการตั้งปืนครั้งแรก เป็นมุมที่วัดอ้างอิงจากทิศเหนือไปยังหมายเล็ง

มุมภาคเป้าหมาย คือ มุมแอซิมัทวัดจากทิศเหนือไปยังเป้าหมาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD)

แผนภาพกระแสข้อมูล ถูกนำมาใช้ในแสดงกระบวนการในระบบทหารปืนใหญ่ และระบบอำนวยการยิง เพื่อที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม โดยแผนภาพกระแสข้อมูลจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการ (Process) กับข้อมูล (Data) โดยข้อมูลในแผนภาพจะทำให้ทราบถึง

- ข้อมูลมาจากไหน
- ข้อมูลไปที่ไหน
- ข้อมูลเก็บไว้ที่ใด
- เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างทาง

โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูลดังต่อไปนี้

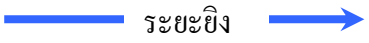
1) **กระบวนการ** (Processes)

เป็นสัญลักษณ์แทนกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบสารสนเทศ หรือกระบวนการที่ต้องทำในระบบ ชื่อที่กำกับในกระบวนการ ปกติจะใช้เป็นคำกริยาซึ่งเป็นการกระทำ เช่น ยิงปืนใหญ่ กระบวนการในแผนภาพกระแสข้อมูลจะไม่มีการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทำงาน แต่ละกระบวนการจะทำให้รู้ว่ามีข้อมูลอะไรเข้าไป และเมื่อผ่านการประมวลผลแล้วได้ข้อมูลอะไรออกมา

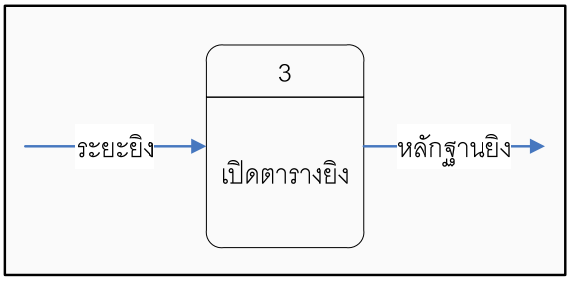
รูปที่ ข.1 ตัวอย่างกระบวนการ

2) **กระแสข้อมูล** (Data Flows)

กระแสข้อมูลจะใช้สัญลักษณ์แทนด้วยลูกศรที่ไปพร้อมกับข้อมูล ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่เคลื่อนไหวไปมาระหว่างกระบวนการ



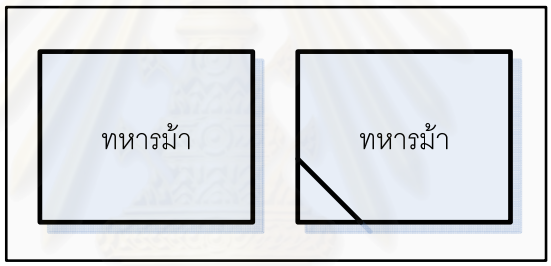
รูปที่ ข.2 ตัวอย่างกระแสข้อมูล



รูปที่ ข.3 กระแสข้อมูลที่เข้าไปยังกระบวนการ และออกจากกระบวนการ

3) **เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นติตี้** (External Entities)

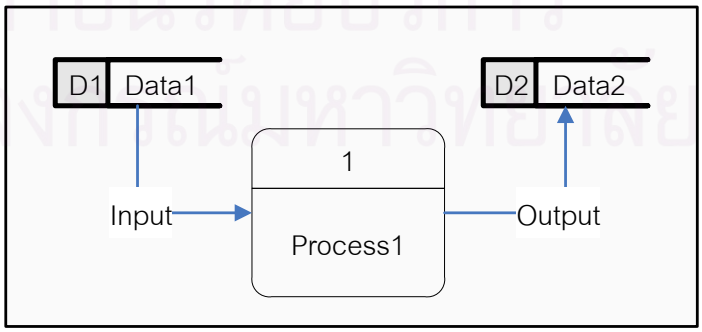
ในแผนภาพกระแสข้อมูล จะมีข้อมูลที่เข้ามาในระบบ และข้อมูลที่ออกจากระบบ ซึ่งส่วนที่ทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลนี้ เรียกว่าเอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นติตี้ สัญลักษณ์เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นติตี้จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีเพียงหน้าที่ในการส่งหรือรับข้อมูลจากกระบวนการเท่านั้น เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นติตี้ สามารถเป็นได้ทั้งบุคคล หน่วยงาน หรือระบบงาน



รูปที่ ข.4 เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นติตี้ของทหารม้า และ สัญลักษณ์การทำซ้ำ

4) **ที่เก็บข้อมูล** (Data Stores)

เป็นแหล่งที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งจะไม่สนใจว่าระบบจะใช้สื่อจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบใด ทุกๆ ที่เก็บข้อมูลจะต้องมีชื่อข้อมูล และมีการกำหนดลาเบล (Label) เช่น D1, D2, D3 ตามลำดับ



รูปที่ ข.5 กระบวนการที่มีข้อมูลเข้าและออกจากที่เก็บข้อมูล

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชัยยุทธ เจริญผล เกิดวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2546 หลังจากนั้นทำงานในตำแหน่งนักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศ ที่บริษัท จีโอเมติกส์ เทคโนโลยี จำกัด และในปีการศึกษา 2547 จึงเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย