การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์และการแสดงผลด้วยภาพในงานวิศวกรรมการทาง

นายวัชรินทร์ กาสลัก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2530

ISBN 974-567-756-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012820

i10298186

COMPUTER AIDED ANALYSIS AND VISUAL PRESENTATION IN HIGHWAY ENGINEERING

Mr. Wacharin Gasaluck

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-567-756-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์และการแสดงผลด้วยภาพในงานวิศวกรรมการทาง
โดย	นายวัชรินทร์ กาสลัก
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศุกรี กัมปนานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อนุกลัย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

..... กรรมการ
(ดร.วงศ์ชัย เจริญสวรรค์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์และการแสดงผลด้วยภาพในงานวิศวกรรมการทาง

ชื่อนิสิต นายวัชรินทร์ กาสลัก

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การคำนวณปริมาณงานดินสำหรับงานวิศวกรรมการทางเป็นงานที่ต้องทำซ้ำซากและมีปริมาณงานมาก นอกจากนี้ในการเขียนแบบก่อสร้างก็ต้องใช้เวลามากเพราะมีปริมาณงานมากเช่นกัน ในปัจจุบันงานเหล่านี้สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย วิศวกรสามารถเน้นการทำงานของตนเองเฉพาะกับบางส่วนของงานที่สำคัญๆ เท่านั้น ในการศึกษานี้จะทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ MOSS โดยทดสอบกับถนนสายพัทลุง - ตรัง ตั้งแต่หลักกิโลเมตรที่ 37 + 425.00 ถึง 38 + 824.99

นอกจากงานออกแบบถนนธรรมดาทั่วไปแล้ว โปรแกรม MOSS ยังสามารถใช้กับงานวิศวกรรมการทางที่ซับซ้อนได้ดีเช่นงานออกแบบทางแยกต่างระดับ และยังสามารถสร้างภาพสามมิติของโครงการซึ่งช่วยให้วิศวกรสามารถตรวจสอบผลกระทบของโครงการที่จะมีต่อภูมิทัศน์รอบๆ โครงการได้

ไม่เพียงแต่งานในด้านวิศวกรรมการทางเท่านั้น โปรแกรม MOSS ยังสามารถใช้ในงานอื่นๆ เช่น สนามบิน รถไฟ แหล่งน้ำ เหมืองแร่ ฯลฯ ได้อีกด้วย

Thesis Title Computer Aided Analysis and Visual Presentation in Highway Engineering

Name Mr. Wacharin Gasaluck

Thesis Advisor Professor Direk Lavansiri, Ph.D.

Department Civil Engineering

Academic Year 1986

ABSTRACT

Earthwork in highway engineering requires considerable amount of calculation and repetition work and involve large amount of construction drawing. Nowadays all these work can be tackled effectively and quickly by the aid of computer and leave the engineer to concentrate on other more important work. In this study, an highway engineering computer programme called MOSS was tested and the road section under tested was from Pattalung to Trang from 37 + 425.00 station to 38 + 824.99 station.

Apart from the above mentioned work, MOSS is capable to tackle more complex highway design such as the design of interchange and visually presented the work in 3-D form. This capability is of usefulness to the engineers who can carefully analyze their work and ascertain its visual impact on the nearby environment.

In addition of highway work MOSS can be employed for other work such as airport, railway, water work as well as mining.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ศุกรี กัมปนานนท์ รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา และ ดร.วงศ์ชัย เจริญสวรรค์ จากกรมทางหลวง ที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำแก่การวิจัยนี้จนสมบูรณ์ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก็ได้ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และการใช้โปรแกรมอย่างดียิ่ง

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้ให้การสนับสนุนแก่ผู้เขียนจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 คำนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 4

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 7

1.5 ประโยชน์ของการศึกษา 7

2. หลักการทำงานเบื้องต้นของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิศวกรรมการทาง 8

2.1 หลักการเบื้องต้นในการเก็บบันทึกข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 8

2.2 ประเภทของแบบจำลอง 9

2.3 ประเภทของเส้นข้อมูล 10

2.4 ลักษณะพิเศษของเส้นข้อมูล 11

2.5 การกำหนดชื่อของเส้นข้อมูล 11

2.6 คำพิกัด หน่วยและเครื่องหมายที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ 13

2.7 หลักการในการเรียกข้อมูลมาใช้ 14

2.8 ประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 15

2.9 การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 16

2.10 การแสดงผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 17

บทที่ หน้า

2.11 การป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 18
2.12 การรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้น 19
3. ทฤษฎีในการวิเคราะห์ 20
3.1 การคำนวณหาพื้นที่ 20
3.2 การคำนวณหาปริมาณงานดิน 25
3.3 การสร้างแบบจำลองเส้นชั้นความสูง 31
4. การสร้างภาพโดยคอมพิวเตอร์ 40
4.1 ทฤษฎีในการสร้างภาพ 2 มิติ 40
4.2 ทฤษฎีในการสร้างภาพ 3 มิติ 66
4.3 การกำจัดเส้นและพื้นผิวที่ถูกบัง 101
4.4 สรุป 114
5. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์
ในงานวิศวกรรมการทาง 115
5.1 แบบจำลองที่ใช้ 115
5.2 วิธีการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ 116
5.3 การคำนวณหาพื้นที่ 120
5.4 การคำนวณหาปริมาตร 128
5.5 การสร้างแบบจำลองเส้นชั้นความสูง 145
6. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแสดงผลด้วยภาพ
ในงานวิศวกรรมการทาง 157
6.1 แบบจำลองที่ใช้ 157
6.2 วิธีใช้โปรแกรมในการสร้างภาพ 157
6.3 การสร้างภาพ 159
7. สรุปและวิจารณ์การใช้โปรแกรม 188
7.1 การใช้โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์ในงานวิศวกรรมการทาง . 188
7.2 การใช้โปรแกรมช่วยในการแสดงผลด้วยภาพใน
งานวิศวกรรมการทาง 194

บทที่		หน้า
	7.3 ความเหมาะสมของโปรแกรม MOSS ที่จะนำมาใช้ในประเทศไทย	199
	7.4 การนำโปรแกรม MOSS ไปใช้ในงานอื่นๆ	201
	7.5 ข้อมูลด้านราคาของโปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้	202
	7.6 เปรียบเทียบโปรแกรม MOSS กับโปรแกรมอื่น	203
	7.7 ข้อเสนอแนะในการศึกษาโปรแกรม MOSS ต่อไป	205
เอกสารอ้างอิง		206
ภาคผนวก		208
ประวัติผู้เขียน		212

สารบัญภาพ

รูปภาพที่		หน้า
1.1	แสดงแผนภูมิของคำสั่ง	6
2.1	ลำดับขั้นของการเก็บข้อมูล	9
2.2	หลักการในการเรียกข้อมูลมาใช้	15
3.1	การคำนวณพื้นที่ในแนวระดับโดยมี String เป็นตัวกำหนดขอบเขตของพื้นที่	21
3.2	การคำนวณพื้นที่ในแนวระดับ ซึ่งกำหนดขอบเขตของพื้นที่ด้วย Subsidiary Strings 2 เส้น และเส้นตรง 2 เส้น ซึ่งลากตั้งฉากกับ Reference String	23
3.3	การคำนวณพื้นที่ในแนวระดับ ซึ่งกำหนดขอบเขตของพื้นที่ โดย Boundary Strings 2 เส้น	24
3.4	การสร้างรูปตัดขวางแบบขนานกัน	26
3.5	การสร้างรูปตัดขวางตั้งฉากกับ String ใดๆ	27
3.6	Standard Profile	27
3.7	แสดงการสร้างรูปหลายเหลี่ยมจากรูปตัดขวาง	28
3.8	ความผิดพลาดที่เกิดจากการไม่กำหนดขอบเขตของการสร้างรูปตัดขวาง	29
3.9	การกำหนดความหนาของ Topsoil	30
3.10	การเกิดงานดินตัดหรือถมในบริเวณที่ไม่น่าจะเกิด	30
3.11	การสร้างแบบจำลองของพื้นผิว	32
3.12	การกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่จะสร้างแบบจำลอง	34
3.13	แสดงการซ้อนกันของรูปตัดขวางสองกลุ่มเพื่อสร้างรูปสามเหลี่ยม ..	35
3.14	การสร้างเส้นชั้นความสูงจากรูปสามเหลี่ยม	36
3.15	Isopach Contour	37
4.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงของจุดโดย Scaling	41

รูปภาพที่ หน้า

4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของจุดโดย Reflection 42
4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของจุดโดย Shear 43
4.4 แสดงการหมุนของจุดในระบบพิกัด 2 มิติ 43
4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปสามเหลี่ยมใน 2 มิติ 47
4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนย้ายจุด
และการเคลื่อนย้ายระบบพิกัด 52
4.7 แสดงการเคลื่อนย้ายจุดไปสู่ระบบพิกัดใหม่ 53
4.8 แสดงตัวอย่างการหมุนรอบจุดใดๆ ที่ไม่ใช่ Origin 57
4.9 แสดงขั้นตอนการสะท้อนรอบแกนใดๆ 59
4.10 แสดงการ Clipping Lines 61
4.11 Window to Viewport Mapping 64
4.12 แสดงการเปลี่ยน Viewport Coordinate
ไปเป็น Device Coordinate 65
4.13 แสดงการเปลี่ยน World Coordinate
ไปเป็น Device Coordinate 66
4.14 ระบบพิกัด 67
4.15 การกำหนดค่าพิกัด 67
4.16 Transformations ของรูป 3 มิติ 69
4.17 Rotation ในระบบ 3 มิติ 73
4.18 การเปลี่ยนระบบพิกัด 76
4.19 การเปลี่ยนระบบพิกัด 77
4.20 แสดงการหมุนรอบแกนใดๆ ในระบบ 3 มิติ 78
4.21 การปรับจุด K ให้ไปอยู่บนแกน Z' 80
4.22 Central Projection ของวัตถุบนระนาบ 2 มิติ 85
4.23 การเปลี่ยน Eye Coordinate System
ไป Screen Coordinate System 87

รูปภาพที่ หน้า

4.24 เปรียบเทียบ Central Projection และ Arbitrary Projection 89
4.25 ขั้นตอนในการเปลี่ยน World Coordinate ไปเป็น Eye Coordinate 90
4.26 แสดง Origin อยู่กึ่งกลางจอภาพ 93
4.27 รูปปิรามิดใน Eye Coordinate System 95
4.28 แสดง View Volume 97
4.29 แสดงรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ซึ่งมองจากมุมต่างๆ 101
4.30 Normal และ Line of Sight Vector 102
4.31 แสดง Visibility Test 103
4.32 ขั้นตอนการหา Hidden Lines and Surfaces 106
4.33 Minimax Test 107
4.34 การตัดกันของขอบวัตถุ 107
4.35 Intersection Test 110
4.36 Containment Test โดยการคำนวณผลรวมของมุม 111
4.37 Containment Test โดยวิธีครึ่งของระนาบ 113
5.1 แสดงรูปตัดขวางของถนน 115
5.2 รูปแบบ (Format) ของคำสั่ง 117
5.3 เส้นข้อมูลกำหนดขอบเขตชื่อ BDRA 121
5.4 ผลการคำนวณหาพื้นที่โดย Minor Option 040 123
5.5 ผลการคำนวณหาพื้นที่โดย Miner Option 041 124
5.6 เส้นข้อมูลกำหนดขอบเขตชื่อ BDRC และ BDRD 126
5.7 ผลการคำนวณหาพื้นที่โดย Minor Option 042 127
5.8 ผลการคำนวณหาพื้นที่โดย Minor Option 043 128
5.9 แสดง Primary Interpolation 129
5.10 แสดง Secondary Interpolation 130

รูปภาพที่ หน้า

5.11 แนวตัดขวางขนานกับเส้นข้อมูล 131

5.12 BDR1 และ BDR2 133

5.13 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ ROAD TEST ภายใน BDR1 โดยใช้
Minor Option 050 134

5.14 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ RDAD TEST ภายใน BDR2 โดยใช้
Minor Option 050 135

5.15 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ ROAD TEST ภายใน BDR1 โดยใช้
Minor Option 052 137

5.16 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ ROAD TEST ภายใน BDR2 โดยใช้
Minor Option 052 138

5.17 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง CONTOUR
กับ ROAD TEST ภายใน BDR1 โดยใช้
Minor Option 052 139

5.18 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง CONTOUR
กับ ROAD TEST ภายใน BDR2 โดยใช้
Minor Option 052 140

5.19 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ Standard Profile โดย Minor Option
053 และ 055 143

5.20 ผลการคำนวณหาปริมาตรระหว่าง GROUND
กับ ROAD TEST โดยใช้ Minor Option 056 144

5.21 ผลการทำงานตามคำสั่งของหัวข้อที่ 5.5.1
ตัวอย่างที่ 1 149

รูปภาพที่ หน้า

5.22 แสดงรายละเอียดของ BDRE 153
5.23 ผลการทำงานตามคำสั่งบรรทัดที่ 1 ถึง 7
ของหัวข้อที่ 5.5.2 ตัวอย่างที่ 2 154
5.24 ผลการทำงานตามคำสั่งบรรทัดที่ 8 ถึง 14
ของหัวข้อที่ 5.5.2 ตัวอย่างที่ 2 155
5.25 ผลการทำงานตามคำสั่งบรรทัดที่ 15 ถึง 31
ของหัวข้อที่ 5.5.2 ตัวอย่างที่ 2 156
6.1 Output File ของตัวอย่างที่ 1 162
6.2 ภาพของตัวอย่างที่ 1 163
6.3 ภาพของตัวอย่างที่ 2 164
6.4 ภาพของตัวอย่างที่ 3 166
6.5 ภาพของตัวอย่างที่ 4 170
6.6 ภาพของตัวอย่างที่ 5 171
6.7 ความหมายของสัญญลักษณ์ที่ใช้ในคำสั่ง
แบบ Macro Input 175
6.8 แสดงลำดับที่ของตารางตามการกำหนด
ของ LP และ LD 176
6.9 ภาพของตัวอย่างที่ 6 177
6.10 ลักษณะของเส้นตามคำสั่ง 810,DASH,5 = 1.0,1.0,
90.0,1.0,1.0 179
6.11 ภาพของตัวอย่างที่ 7 180
6.12 แสดงการหมุนกรอบภาพ 182
6.13 ภาพของตัวอย่างที่ 8 183
6.14 ภาพของตัวอย่างที่ 9 185
6.15 ภาพของตัวอย่างที่ 10 187
7.1 พื้นที่ที่ใช้คำนวณ 188

รูปภาพที่ หน้า

7.2 เส้นขอบมูลข้างเคียงอยู่ห่างจากแนวตัดขวางมาก 191

7.3 พื้นที่ที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบ 194

7.4 แสดงความสัมพันธ์ของ MOSS และ DOGS 200