# การประยุกต์ตรรกศาสตร์ฟัซซีร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
# กรณีศึกษา การประเมินหาพื้นที่พักแรมเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวในจังหวัดสุโขทัย

นายนฤมิตร สว่างผล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-014-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

30 ต.ค. 2545
I18956233

# THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC AND GIS : A CASE STUDY FOR THE EVALUATION OF TOURIST ACCOMMODATION AREA IN SUKHOTHAI PROVINCE

Mr. Narumitr Sawangphol

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Inter-Department of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-014-3

| | |
|---|---|
| Thesis Title | THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC AND GIS : A CASE STUDY FOR THE EVALUATION OF TOURIST ACCOMMODATION AREA IN SUKHOTHAI PROVINCE |
| By | Mr. Narumitr Sawangphol |
| Inter-Department | Environmental Science |
| Thesis Advisor | Supichai Tangjaitrong, Ph.D. |
| Thesis Co-Advisor | Angsana Boonyobhas, D.E.D. |

---

Accepted by the Graduated School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

..... Dean of Graduated School

(Associate Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Assistant Professor Pipat Patanaponpaiboon, Ph.D.)

.....Thesis Advisor

(Supichai Tangjaitrong, Ph.D.)

..... Thesis Co-Advisor

(Angsana Boonyobhas, D.E.D.)

..... Member

(Assistant Professor Thavivongse Sriburi, Ph.D.)

นฤมิตร สว่างผล : การประยุกต์ตรรกศาสตร์พัซซีร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาการประเมินหาพื้นที่พักแรมเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวในจังหวัดสุโขทัย อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง. อ.ที่ปรึกษา-ร่วม : อ.ดร. ชังสนา บุณโยภาส , 138 หน้า. ISBN 974-333-014-3

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้ตรรกศาสตร์พัซซีกับการจำแนกข้อมูลแบบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นที่พักแรมของนักท่องเที่ยวในจังหวัดสุโขทัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่าง เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางด้านกายภาพบางประการที่จะมีผลต่อการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่จะทำการพัฒนา ปัจจัยเหล่านี้ประกอบ ด้วย การชะล้างพังทลายของดิน การไหลบ่าของน้ำผิวดิน การปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน ความลาดชันของพื้นที่ และความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ทำการกำหนดค่าที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย แล้วจึงทดลองผันแปรค่าที่เหมาะสมในแต่ละปัจจัย ยกเว้นปัจจัยด้านความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม เกิดเป็นเงื่อนไขทั้งหมด 17 เงื่อนไข เพื่อดูความแตกต่างของผลที่ได้ จากการศึกษาพบว่า เมื่อมีการผันแปรค่าความเหมาะสมในปัจจัยการชะล้างพังทลายของดินและการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ซึ่งทั้งสองปัจจัยเป็นข้อมูลที่มีลักษณะของข้อมูลแบบหลายโหมดจะมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อย แตกต่างจากผลการศึกษาในการผันแปรค่าความเหมาะสมของปัจจัยด้านการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินและความลาดชันของพื้นที่ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีลักษณะของการกระจายตัวแบบโหมดเดียวจะพบว่า มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก

ส่วนที่สอง เป็นการเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยพิจารณาจากข้อกำหนดของพื้นที่ที่มีศักยภาพ ในการนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่พักแรมของนักท่องเที่ยว โดยนำผลการศึกษาในส่วนที่ 1 มาเพิ่มเติมข้อกำหนดในด้านกฎหมายสิ่งแวดล้อม โบราณสถาน ซึ่งเป็นข้อจำกัดของพื้นที่ซึ่งไม่สามารถนำมาพัฒนาเป็นที่พักแรมของนักท่องเที่ยวได้ และความต้องการสาธารณูปโภคพื้นฐาน เพื่อดูความแตกต่างของผลที่ได้เมื่อทำการผันแปรน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย เกิดเป็นเงื่อนไข ในการทดลองทั้งหมด 11 เงื่อนไข ซึ่งผลที่ได้พบว่า ปัจจัยที่มีการให้น้ำหนักสูงในการจำแนกข้อมูลแบบทั่วไป จะมีอิทธิพลต่อขบวนการคัดเลือกพื้นที่ของปัจจัยอื่น ๆ ที่มีน้ำหนักต่ำกว่า แตกต่างจากการใช้ตรรกศาสตร์พัซซี ซึ่งปัจจัยที่มีการให้น้ำหนักสูงจะไม่มีอิทธิพลต่อขบวนการคัดเลือกพื้นที่ของปัจจัยอื่น ๆ มากนัก

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## 3970781623 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: FUZZY LOGIC / CRISP SET / GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM / MULTI CRITERIA EVALUTATION / DECISION SUPPORT SYSTEM

NARUMITR SAWANGPHOL : THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC AND GIS : A CASE STUDY FOR THE EVALUATION OF TOURIST ACCOMMODATION AREA IN SUKHOTHAI PROVINCE. THESIS ADVISOR : SUPICHAI TANGJAITRONG, Ph.D. THESIS COADVISOR : ANGSANA BOONYOBHAS, D.E.D. 138 pp.

ISBN 974-333-014-3.

This study aim to evaluate the different between apply the fuzzy sets and crisp set which normally use with Geographic Information System to evaluate site suitability for tourist accommodation development in Sukhothai province. This evaluation divided in two main parts. The first part evaluate different between applied fuzzy logic and normal crisp set to evaluate physical environment potential area for tourist accommodation development. Criteria to concerned when evaluated physical environment suitability included soil erosion, runoff, groundwater contamination, slope and flood risk. This study has set up 14 criteria to verified the classification range to study effects when applying fuzzy set and crisp set. It found that when data are multimode, such as soil erosion and runoff, varying data range will provide similar results between crisp and fuzzy approaches. When data are single mode, e.g. groundwater depth, groundwater volume and slope, will get different results when vary the range.

The second part evaluated effects of fuzzy and crisp sets when applied different weightings. Concerning factor about physical environment factor, regulation constraint, water supply and infrastructure support for tourist accommodation. The weighting and rating suitability were categorized into 11 scenarios. This study founded that when apply large weight with crisp set, factor which contained large weight will interfere others factor which contain smaller weight. Different from fuzzy set factor which contain high weight have quite effect with other lower factors.

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

# ACKNOWLEDGEMENT

Many people have supported the completion of this study. Words in this message express the author's sincere appreciation to all supporters. To all of them, I am deeply grateful. Numerous valuable contributions to the study came from Dr. Supichai Tangjaitrong, my thesis advisor. His guidance, support, and comment through all stages of this study are highly appreciated and acknowledge. I would like to thank Dr. Angsana Boonyobhas who gave me a chance to study in environmental planning and acted as my thesis co-advisor.

I would like to thank to Associate Professor Dr. Pipat Patanaponpaiboon and Assistant Professor Dr. Thaveevongse Sriburi who kindly serve on my committee. I am also in debt to Assistant Professor Dr. Pornpote Piumsomboon for allowing me to use computer facilities at the Science Computer Center. I would like to thank the National Research Council (NRCT); Thailand Remote Sensing Center for providing satellite images used in this study. I would like to thank Dr. Robert Hickey, who gave me the ERODE program, for his instruction about DEM data preparation and analysis. I would like to thank Dr. Ji Minhe for his valuable ideas about fuzzy logic. I am grateful to Associate Professor Absornsuda Siripong and Associate Professor Dr. Gullaya Wattayakorn for her valuable information, helpful and comment for thesis writing. Many thanks go to all my friends at Inter-department of Environmental Science for their help, encouragement and support during my study, and their friendship in need. Lastly, my special thanks go to my parents for their love, support and encouragement.


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## TABLE OF CONTENTS

Page

THAI ABSTRACT ..... iv
ENGLISH ABSTRACT ..... v
AKNOWLEDGEMENT ..... vi
TABLE OF CONTENTS ..... vii
LIST OF FIGURES ..... ix
LIST OF TABLES ..... xiv
CHAPTER 1 INTRODUCTION
1.1 Introduction ..... 1
1.2 Objectives ..... 3
1.3 Significant of the thesis ..... 3
1.4 Component of the thesis ..... 4
CHAPTER 2 BACKGROUND INFORMATION
2.1 Important of Accommodation Development in Sukhothai ..... 5
2.2 Site Requirement for Development Tourist Accommodation ..... 6
2.3 Component of Environmental Planning ..... 9
2.4 Uncertainty in GIS ..... 15
2.5 Crisp Sets and Fuzzy Sets ..... 18
CHAPTE 3 APPLICATION TO SUKHOTHAI
3.1 The Study Area ..... 26
3.2 Setting Up Criteria for analysis and data inventory ..... 30
3.3 Potential Factor According to Soil Erosion ..... 40
3.4 Potential Factor According to Runoff ..... 43
3.5 Potential Factor According to Groundwater Contamination ..... 46
3.6 Potential Factor According to Flood Risk ..... 48

## TABLE OF CONTENTS (CONTINUE)

Page

3.7 Potential Factor According to Topographic Slope ..... 52

3.8 Potential Factor According to Legistic Constraints ..... 52

3.9 Factor According to Infrastructure Facility and Scenic Support ..... 58

3.10 Criteria Decision Procedure ..... 64

3.11 Setting up GIS for Study effects when changing classification range ... 66

3.12 Establishing the Factor weight for each criteria ..... 77

CHAPTER 4 RESULT

4.1 Result on the effects when change the Classification Range ..... 82

4.2 Result on the effects when change the Factor Weight ..... 95

CHAPTER 5 DISCUSSION

5.1 Effects of changing the Classification Range ..... 108

5.2 Effects of changing the Factor Weight ..... 115

CHAPTER 6 CONCLUSION AND RECOMMENDATION ..... 118

REFERENCES ..... 123

APPENDIX ..... 133

BIOGRAPHY ..... 138

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## TABLE OF FIGURE

Page

Figure 3-1 Location of Sukhothai ..... 27
Figure 3-2 Political Boundary of Sukhothai ..... 28
Figure 3-3 Database development ..... 32
Figure 3-4 Rectification (Geometric Correction) Procedure ..... 35
Figure 3-5 LANDSAT 5 TM imagery of Sukhothai ..... 36
Figure 3-6 Satellite Image Classification Procedure ..... 39
Figure 3-7 Landuse classification result of Sukhothai ..... 41
Figure 3-8 Process diagram of analysis for the potential of soil erosion on Sukhothai province ..... 43
Figure 3-9 Soil erosion rates of Sukhothai province ..... 44
Figure 3-10 Process diagram of analysis for the potential of runoff on Sukhothai province .....46
Figure 3-11 Runoff rates of Sukhothai province ..... 47
Figure 3-12 Process diagram of analysis for groundwater contamination on Sukhothai province ..... 48
Figure 3-13 Groundwater contamination risk of Sukhothai province ..... 49
Figure 3-14 Flood risk map of Sukhothai ..... 51
Figure 3-15 Slope constrain of Sukhothai ..... 53
Figure 3-16 Database development workflow for Forest and Protected area ..... 54
Figure 3-17 Forest and Protected areas of Sukhothai ..... 55
Figure 3-18 Database development workflow for historical constrain area ..... 56
Figure 3-19 Historic constraint of Sukhothai ..... 57
Figure 3-20 The process diagram of water supply constrain ..... 58
Figure 3-21 The water supply constrain ..... 59

## TABLE OF FIGURE (CONTINUE)

Page

Figure 3-23 Database development workflow for transportation accessibility factor..... 60

Figure 3-24 Database development Workflow for river scenic distance ..... 62

Figure 3-25 The river scenic distance factor..... 63

Figure 3-26 Sigmoidal shape of fuzzy set ..... 65

Figure 4-1 Suitability map from crisp set manipulation over the ordinary Classification range ..... 83

Figure 4-2 Suitability map from fuzzy set manipulation over the ordinary classification range ..... 84

Figure 4-3 Result from Physical Constraint Analysis of Sukhothai province calculated by applied crisp set, fuzzy sets and varied by increased 5, decrease 5 and increased 10 percent of ordinary soil erosion classification range ..... 86

Figure 4-4 Result from Physical Constraint Analysis of Sukhothai province calculated by applied crisp set, fuzzy sets and varied by increased 5, decrease 5 and increased 10 percent of ordinary runoff classification range ..... 88

Figure 4-5 Result from Physical Constraint Analysis of Sukhothai province calculated by applied crisp set, fuzzy sets and varied by increased 5, decrease 5 and increased 10 percent of ordinary groundwater depth Classification range ..... 91

Figure 4-6 Result from Physical Constraint Analysis of Sukhothai province calculated by applied crisp set, fuzzy sets and varied by increased 5, decrease 5 and increased 10 percent of ordinary groundwater volume Classification range ..... 92

## TABLE OF FIGURE (CONTINUE)

Page

Figure 4-7 Result from Physical Constraint Analysis of Sukhothai province calculated by applied crisp set, fuzzy sets and varied by increased 5, decrease 5 and increased 10 percent of ordinary slope classification range ..... 94

Figure 4-8 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 1 ..... 96

Figure 4-9 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 2 ..... 97

Figure 4-10 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 3 ..... 98

Figure 4-11 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 4 ..... 99

Figure 4-12 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 5 .....100

Figure 4-13 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 6 ..... 101

Figure 4-14 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 7 .....102

Figure 4-15 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 8 ..... 103

Figure 4-16 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 9 .....104

Figure 4-17 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 10 ..... 105

## TABLE OF FIGURE (CONTINUE)

Page

Figure 4-18 Comparison of suitable area when apply fuzzy set and crisp set and use weight in Scenario 11 ..... 106

Figure 5-1 Histogram of Soil erosion data ..... 109

Figure 5-2 Histogram of Runoff data ..... 110

Figure 5-3 Histogram of Groundwater depth data ..... 111

Figure 5-4 Histogram of Groundwater Volume data ..... 113

Figure 5-5 Histogram of Slope data ..... 114

Figure 5-6 Comparison or suitable area between crisp and fuzzy when apply in transportation accessibility ..... 116

Figure 5-7 Comparison of membership function of transportation accessibility set ..... 117

## LIST OF TABLES

Page

Table 2-1 Common fuzzy operator .....23

Table 3-1 Original physical environment criteria use in this study ..... 67

Table 3-3 Weighting from pairwise comparison matrix for calculated Physical environment potential area for tourist accommodation development ..... 67

Table 3-4 List of criteria to study effect when changing classification range ..... 75

Table 3-5 Determination of sets in the proposing criteria ..... 77

Table 3-6 Weighting importance for each scenarios ..... 78

Table 5-1 Comparison between fuzzy set and crisp set when apply various Classification range into soil erosion data to find suitable area for Tourist development (percent of study area) ..... 109

Table 5-2 Comparison between fuzzy set and crisp set when apply various Classification range into runoff data to find suitable area for Tourist development (percent of study area) ..... 111

Table 5-3 Comparison between fuzzy set and crisp set when apply various Classification range into groundwater depth data to find suitable area for Tourist development (percent of study area) ..... 112

Table 5-4 Comparison between fuzzy set and crisp set when apply various Classification range into groundwater volume data to find suitable area for Tourist development (percent of study area) ..... 113

Table 5-5 Comparison between fuzzy set and crisp set when apply various Classification range into slope data to find suitable area for Tourist development (percent of study area) ..... 115