หัวข้อดุษฎีนิพนธ์	การประเมินด้วยวิธีการตัดสินใจหลายตัวแปรสำหรับการจัดการภัยแผ่นดินไหวเชิงพื้นที่	
ผู้เขียน	นายกรพล สายเชื้อ	
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)	
คณะกรรมการที่ปรึกษา	รศ.ดร. ชยานนท์ หรรษภิญโญ	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	ดร. นพดล กรประเสริฐ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
	ดร. พุทธรักษ์ จรัสพันธุ์กุล	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

จังหวัดเชียงรายอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งอยู่บนพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินไหว อาคารจำนวนมากไม่ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถรองรับแผ่นดินไหวได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำการตัดสินใจประเมินแบบหลายเงื่อนไขเพื่อใช้จัดการภัยพิบัติแผ่นดินไหวเชิงพื้นที่ การศึกษาได้แบ่งออกเป็นสามส่วน ส่วนแรกศึกษาการประเมินความเสียหายเชิงพื้นที่ในเมืองของจังหวัดเชียงรายจากการจำลองสถานการณ์แผ่นดินไหวเพื่อให้ทราบความเสียหายของเมือง ส่วนที่สองเป็นการใช้ฟัซซีลอจิกร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมในการลำดับความสำคัญเสริมกำลังอาคารจากความเสี่ยงแผ่นดินไหว ส่วนสุดท้ายเป็นการนำฟัซซีลอจิกในการเลือกซ่อมแซมอาคารตามลำดับความสำคัญภายหลังเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว

ส่วนแรกเป็นการนำเสนอการศึกษาความเสี่ยงอาคารเชิงพื้นที่บนสถานการณ์สมมุติแผ่นดินไหวขนาด 5 แมกนิจูด ผลการศึกษาพบว่ามีอาคารเสียหายมากบริเวณพื้นที่อาคารหนาแน่นสูง โดยมีพื้นที่ความเสียหายประมาณ 400,000 ตารางเมตร ต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 24.79 ของพื้นที่ทั้งหมด ความเสียหายต่อชีวิตได้แบ่งการประเมินออกเป็นสองช่วงเวลาคือ กลางคืน (2:00 AM) มีผู้เสียชีวิต 712 คน กลางวัน (2:00 PM) มีผู้เสียชีวิต 1,027 คน ส่วนต่อมาเป็นการลดความเสี่ยงแผ่นดินไหวโดยพิจารณาเสริมกำลังเฉพาะอาคารที่สำคัญให้รองรับเหตุการณ์แผ่นดินระดับปานกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับอาคารสำคัญที่พิจารณาคำนึงถึงผลกระทบรุนแรงที่ตามมาภายหลัง ประกอบด้วย อาคารโรงพยาบาลหรือสถานบริการฉุกเฉิน อาคารโรงเรียน และหน่วยงานราชการ สำหรับผลของการเสริมกำลัง ลดความเสียหายอาคารระดับเสียหายทั้งหมด ได้ร้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ละ 49 จำนวนผู้เสียชีวิตลดลงร้อยละ 75.00 ในเวลากลางคืน และร้อยละ 70.85 ในเวลากลางวัน ตามลำดับ

ในส่วนที่สอง อาคารส่วนใหญ่ในพื้นที่ได้ถูกออกแบบและก่อสร้างตามมาตรฐานเก่าซึ่งไม่พิจารณาแรงแผ่นดินไหว ดังนั้นอาคารดังกล่าวต้องการเสริมกำลังเพื่อลดความเสี่ยง แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลา ทรัพยากร และงบประมาณ จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะเสริมกำลังทั้งหมดพร้อมกันทุกอาคาร งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการในการลำดับความสำคัญก่อนหลังเพื่อเสริมกำลังบนพื้นฐานการประเมินความเสี่ยงแผ่นดินไหว การประเมินความเสี่ยงอาคารประกอบด้วยปัจจัย (1) ความอ่อนแอของอาคาร (2) ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหว (3) ความสำคัญของอาคาร โดยที่ความอ่อนแออาคารพิจารณาคะแนนที่ได้จากการตรวจพินิจโครงสร้างที่ได้จากการเดินสำรวจหน้างาน, การประเมินระดับความรุนแรงแผ่นดินไหว สมการลดทอนคลื่นแผ่นดินไหวนำมาใช้ประเมินรูปแบบการกระจายตัวของการสั่นไหวพื้นดิน, ความสำคัญของอาคารประเมินจากประเภทการใช้เป็นหลัก ดังนั้นการรวมกันทุกปัจจัยเสี่ยงที่มีความไม่แน่นอนของข้อมูล ถูกประเมินโดยการวิเคราะห์แบบฟัซซีกำหนดเงื่อนไข จากความรู้ผู้เชี่ยวชาญกำหนด ด้วยวิธีดังกล่าวสามารถจัดลำดับความสำคัญทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาได้ดังตัวอย่างอาคารหกประเภทที่ต่างกัน เช่น โรงพยาบาล วัด โรงเรียน อาคารราชการ โรงงาน และบ้านพักอาศัย สามารถเสริมกำลังอาคารตามลำดับความสำคัญได้ นอกจากนี้ได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแทนกระบวนการของฟัซซี ซึ่งทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และเวลา ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ข้อมูลสำหรับเรียนรู้ร้อยละ 70 และข้อมูลสำหรับทำนายร้อยละ 30 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายที่เหมาะสมของค่าคะแนนความเสียหายประกอบด้วยโหนด 3 – 6 – 1 (ชั้นข้อมูลนำเข้า – ชั้นซ่อน – ชั้นข้อมูลผล) โดยมีค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error, RMSE) เท่ากับ 0.0145 สำหรับสถาปัตยกรรมโครงข่ายของค่าคะแนนความเสี่ยงรวมคือ 2 – 5 – 1 โดยมีค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 0.0083 ซึ่งค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ทั้งสองของคะแนนความเสียหายและค่าคะแนนความเสี่ยงรวมมีค่าใกล้เคียง 0 แสดงถึงประสิทธิภาพการทำนายข้อมูลค่อนข้างมีความเชื่อมั่นสูง

ในส่วนที่สาม อาคารจำนวนมากได้รับความเสียหายภายหลังเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะซ่อมแซมทั้งหมดในทันที ด้วยเงื่อนไขที่จำกัดทั้งวิศวกร เครื่องมือ และงบประมาณ จากเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีพิจารณาลำดับความสำคัญอาคารในการซ่อมแซม ในส่วนนี้ได้เสนอวิธีการที่จะระบุอาคารที่มีความวิกฤตเพื่อเลือกซ่อมแซมก่อนตามลำดับโดยใช้ฟัซซีลอจิก ปัจจัยที่ถูกประเมินประกอบด้วย ระดับความเสียหายอาคาร, ผลกระทบทางอ้อม และประเภทการใช้อาคาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยข้อมูลที่มีความคลุมเครือ ฐานกฎเงื่อนไข ถ้า-แล้ว สามารถนำมาใช้หาค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละอาคาร ผลการวิเคราะห์พบว่าอาคารที่มีความสำคัญ เสียหายรุนแรง และมีผลกระทบทางอ้อมสูงต่อเมือง เช่น โรงพยาบาล โรงไฟฟ้า ถูกพิจารณาให้ความสำคัญสูงในการเลือกซ่อมแซมก่อน ด้วยค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 0.718 และ 0.500 ตามลำดับ ในส่วนอาคารที่มีความสำคัญน้อย เช่น โรงจอดรถ ดัชนีความสำคัญเท่ากับ 0.108 ถูกพิจารณาไม่มีความเร่งด่วนจึงซ่อมแซมภายหลัง

ผลที่ได้ในการศึกษาวิจัย ข้อมูลดังกล่าวเป็นประโยชน์ให้ผู้เกี่ยวข้องภาครัฐใช้เป็นเครื่องมือตั้งต้นในการวางแผนเตรียมพร้อม และแผนฟื้นฟูเมือง เพื่อป้องกันภัยแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ ประกอบกับการใช้ฟัซซีลอจิกและโครงข่ายประสาทเทียมในการระบุอาคารวิกฤตบนพื้นที่เสี่ยงเพื่อลำดับความสำคัญในการเสริมกำลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dissertation Title	Multi-Criteria Decision Making Assessment for Spatial Seismic Disaster Management	
Author	Mr. Koraphon Saicheur	
Degree	Doctor of Engineering (Civil Engineering)	
Advisory Committee	Assoc. Prof. Dr. Chayanon Hansapinyo	Advisor
	Dr. Nopadon Kronprasert	Co-advisor
	Dr. Bhuddarak Charatpangoon	Co-advisor

ABSTRACT

Chiang Rai is located in the Northern region of Thailand. The city is in a seismic risk region where many buildings have inadequate code enforcement. Hence, this study adopted multi-criteria decision making assessment for spatial seismic disaster management. The study could be classified into three parts. The first part, the study proposed a spatial seismic assessment in Chiang Rai Municipality by simulating earthquake scenarios to identify the urban damage. The second part, fuzzy logic and artificial neural network were used for prioritizing building rehabilitation based on earthquake risk assessment. Finally, the fuzzy logic was used to prioritize for repairing the building after the earthquake event.

In the first part, this study presents a spatial study of the seismic performance of buildings in Chiang Rai Municipality to establish an earthquake scenario with an assumed magnitude of 5. The results of the building's damage shown the area that suffered the most occurred in a high density building zone. The extent of building damage in the area was about 400,000 sq.m. in every 1 sq.km. or 24.79% of the entire area. The number of human losses was calculated for two different times. There were about 712 deaths during the nighttime (at 2:00 AM) and 1,027 during the daytime (at 2:00 PM). Finally, the earthquake risk mitigation is able to initiate the rehabilitation of some important existing structures to improve their seismic performance for moderate-seismic activity. The important buildings considered here were hospital/emergency

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

services buildings, schools and government offices, which resulted in the highest consequences. After the rehabilitation of the important buildings, the reduction of the complete damage of those buildings was more than 49% and human losses were reduced 75% during the nighttime and 70.85% during the daytime.

In the second part, most buildings in the area have been designed and constructed based on old building design codes without seismic consideration. Therefore, those buildings are required to upgrade for earthquake mitigation. Due to time, resources and budget limitations, it is not feasible to retrofit all buildings in a short period. Hence, the objective of this study in this part is to prioritize building retrofit based on earthquake risk assessment. The risk assessment of a building was made considering the risk factors, including (1) building vulnerability, (2) seismic intensity and (3) building important. The building vulnerability was obtained from rapid visual screening surveys in the field based on expected structural performance. To estimate the seismic intensity, an attenuation model was adopted for estimation of spatial variation of ground shaking. The important building was defined base on building occupancy. Then, integrating all the risk factors with their uncertainties, the total risk were calculated by using fuzzy analysis based model representing the knowledge of a human expert in a set of fuzzy IF-THEN rules. To use this methodology, all buildings in the study could be prioritized. Given six different buildings as an example, hospitals, temples, schools, government offices, factories and houses could be prioritized for the seismic retrofitting respectively. Furthermore, artificial neural network was used to substitute the fuzzy inference process, to reduce operation cost and time. The observed data could be divided into 2 parts, training data as 70% and predicting data as 30% of the whole data. The study can be concluded that the architecture of the neural network of damage score is composed of 3-6-1 nodes: (Input Layer–Hidden Layer–Output Layer), also, Root Mean Square Error (RMSE) was equal to 0.0145. Regarding the total risk score, it is composed of 2-5-1 and RMSE was 0.0083. Both damage score and total risk score exhibit the RMSE close 0.00, indicating the forecast accuracy being highly reliable.

For the third part, many of the buildings are damaged after an earthquake event. It is unable to immediately repair at the same time with a limitation of engineers,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

equipment and budget. From the reason, the study was aimed to evaluate a priority of repairing buildings. This section proposed a method to identify critical buildings and prioritize their repairing requirements using fuzzy logic. The evaluated factors were composed of building damaged level, indirect impact and building occupancy. With the vague information, the IF-THEN rule based form was adopted to evaluate an important index of each building. The results of the analysis were found that the buildings having more important, severely damaged and high indirect impacts on the community, such as hospitals and power factories will be considered with higher priority for repairs. The important indexes of the buildings were 0.718 and 0.500, respectively. For buildings with less importance as parking buildings, the important index was 0.108 which identified as non-urgent repair.

As a result, this information is a vulnable source for the government officers to use as a tool to initiate the preparation work and recovery plan against a repeat of this kind of disaster. Forthermore, the building information from the study are incorporated with the fuzzy logic and artificial neural network for indentfying the critical buildings in the prone area and prioritizing their retrofitting requirements.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved