

บทที่ 5

การทดสอบระบบและการประเมินผลการทำงานของระบบ

การทดสอบการพัฒนาและการใช้งานเครื่องมือต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงนี้ ผู้วิจัยมีเป้าหมายเพื่อต้องการที่จะทราบว่า การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบนี้ได้ ทำการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ได้ถูกต้องและครบถ้วนตามที่ได้ระบุไว้ในขอบเขตและส่วนประกอบของแบบเครื่องมือหรือไม่ รวมถึงต้องการประเมินผลของการค้นคืนในวิธีต่างๆ ที่ได้นำเสนอไว้

5.1. การทดสอบความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบเครื่องมือต้นแบบที่ต้นแบบได้ทำการออกแบบแล้วพัฒนามานั้นมีฟังก์ชันการทำงานถูกต้อง ครบถ้วนตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการทดสอบโดยการกำหนดและค้นคืนความต้องการความมั่นคงทั้งสิ้น 4 โครงการได้แก่ ระบบสนับสนุนห้องปฏิบัติการ ระบบจัดการของโรงพยาบาล ระบบจัดการห้องสมุด และระบบจัดการขายมือถือออนไลน์ โดยจะกล่าวรายละเอียดในภาคผนวก ก และการจัดเก็บและค้นคืนแบบรูปความมั่นคงทั้ง 20 แบบรูปที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตของงานวิจัย โดยจะทำการทดสอบฟังก์ชันในการทำงานต่างๆ รวมถึงการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึงการใช้งานระบบในแต่ละโครงการ โดยแสดงรายการทดสอบดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การทดสอบความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
การระบุและยืนยันตัวตนและตรวจสอบสิทธิ์ในการใช้งานระบบ		
การตรวจสอบผู้ใช้งานและรหัสผ่าน	ผ่าน	จะมีการแจ้งเตือนหากทำการกรอกผู้ใช้งานหรือรหัสผ่านผิดพลาด
การยินยอมให้เข้าถึงระบบ	ผ่าน	หากทำการการยืนยันผู้ใช้งานถูกต้อง
การยินยอมให้เข้าถึงแต่ละโครงการ	ผ่าน	ให้ทำการเข้าถึงได้หากได้รับสิทธิ์จากเจ้าของโครงการ หรือเป็นผู้ดูแลระบบ

ตารางที่ 5.1 การทดสอบความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ (ต่อ)

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
ส่วนในการจัดการโครงการ และการให้สิทธิในการเข้าถึงโครงการ		
สร้างโครงการและระบุรายละเอียดโครงการ	ผ่าน	-
การแก้ไขรายละเอียดโครงการ	ผ่าน	ให้สิทธิกับผู้ใช้งานโดยเจ้าของโครงการหรือผู้ดูแลระบบ
การลบโครงการ	ผ่าน	ให้สิทธิกับผู้ใช้งานโดยเจ้าของโครงการหรือผู้ดูแลระบบ
การให้สิทธิในการเข้าถึงโครงการ	ผ่าน	ให้สิทธิกับผู้ใช้งานโดยเจ้าของโครงการหรือผู้ดูแลระบบ
ส่วนในการจัดการด้านความต้องการความมั่นคง		
กำหนดความต้องการความมั่นคงผ่านไวยากรณ์ความมั่นคง	ผ่าน	-
การตรวจสอบเงื่อนไขก่อนการไวยากรณ์ความมั่นคง	ผ่าน	ระบบจะแจ้งเตือนหรือไม่สามารถปล่อยผ่านให้กระทำการต่อหากไม่ผ่านเงื่อนไขการใช้
ทำการตรวจสอบส่วนประกอบที่สำคัญต่อไวยากรณ์	ผ่าน	แจ้งเตือนหากผู้ใช้งานกรอกข้อมูลผิด
การแก้ไขความต้องการความมั่นคงผ่านไวยากรณ์ความมั่นคง	ผ่าน	-
การลบความต้องการความมั่นคง	ผ่าน	-
ส่วนในการจัดการแบบรูปความมั่นคง		
จัดเก็บแบบรูปความมั่นคงตามแบบโครงสร้าง	ผ่าน	-
การแก้ไขแบบรูปความมั่นคง	ผ่าน	-
ส่วนการจัดเก็บและการค้นคืน		
การจัดเก็บสัญลักษณ์	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การจัดเก็บคำละเว้น	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การจัดทำรากศัพท์	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ

ตารางที่ 5.1 การทดสอบความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ (ต่อ)

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
การสร้างดัชนีของโครงการ	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การสร้างดัชนีของความต้องการความมั่นคง	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การสร้างดัชนีของแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญ	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การสร้างดัชนีของแบบรูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การจัดสร้างตัวแทนของแบบรูปความมั่นคง	ผ่าน	เฉพาะผู้ดูแลระบบ
การค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบคำสำคัญ	ผ่าน	มีการแจ้งเตือนหากไม่ได้ระบุข้อความคำถาม
การค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก	ผ่าน	มีการแจ้งเตือนหากไม่ได้ระบุข้อความคำถาม
การค้นคืนโครงการ	ผ่าน	มีการแจ้งเตือนหากไม่ได้ระบุข้อความคำถาม
การค้นคืนความต้องการความมั่นคง	ผ่าน	มีการแจ้งเตือนหากไม่ได้ระบุข้อความคำถาม
การนำเสนอความต้องการความมั่นคงที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ที่ผู้ใช้เลือกผ่านความสัมพันธ์ของแบบรูป	ผ่าน	-

โดยผลจากการทดสอบความครบถ้วนดังที่ได้ทำการทดสอบฟังก์ชันการทำงานในตารางที่ 5.1 โดยสรุปได้ว่าเครื่องมือต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงโดยใช้แบบรูปความมั่นคงนั้นทำงานได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามที่ได้ระบุไว้ในส่วนของการออกแบบโครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.3

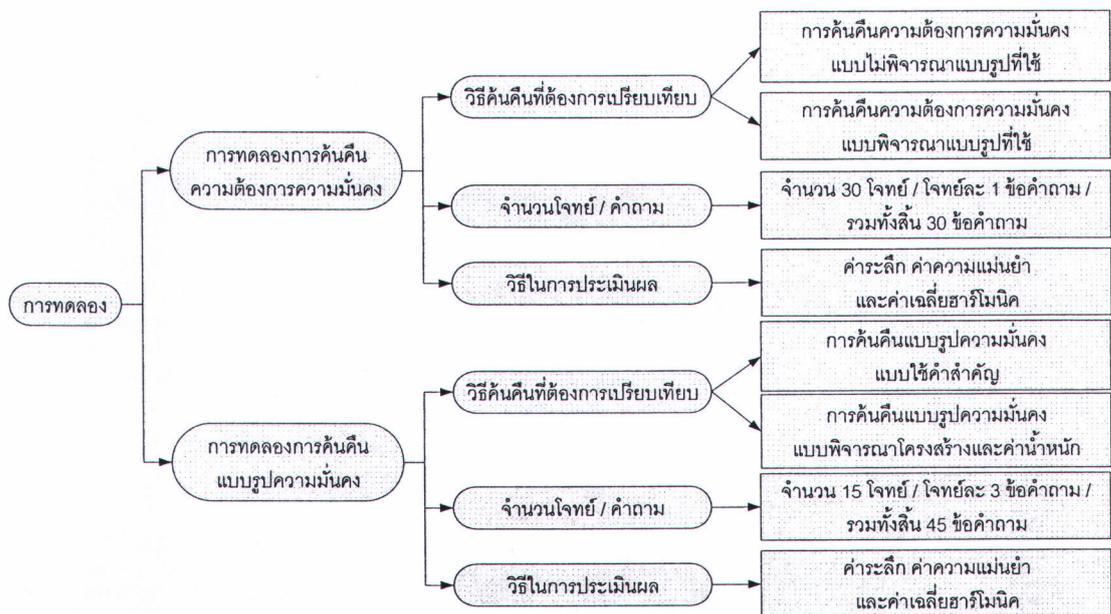
5.2. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลจากการค้นคืน

5.2.1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง

ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบผลจากการค้นคืนในแต่ละประเภท โดยแบ่งออกเป็น สองกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ การค้นคืนความต้องการความมั่นคง และการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง โดยสามารถแจกแจงออกเป็นการค้นคืนทั้งสิ้น 4 วิธี โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อ 5.2.2.2 โดยในการทำการเปรียบเทียบผลของในแต่ละวิธีนั้น จะใช้การคำนวณ ค่าระลีก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ย ฮาร์โมนิค ในการเปรียบเทียบ

5.2.2. วิธีการทดลอง

จากวัตถุประสงค์การทดลองที่ได้กล่าวไปแล้วสามารถนำมาสร้างเป็นโครงสร้างของการทดลองได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 โครงสร้างการทดลองของงานวิจัย

โดยมีการกำหนดสิ่งแวดล้อมในการทดลอง รวมถึงวิธีการค้นคืนเอกสารในแบบต่างๆ รวมถึงโจทย์ที่ใช้ในการทดลอง รวมถึงขั้นตอนในการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.2.1. ความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงที่นำมาใช้ในการทดลอง

เอกสารความต้องการความมั่นคงที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 282 เอกสารจากโครงการทั้งสิ้น 4 โครงการ โดยเอกสารทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษที่ผ่านการกำหนดจากไวยากรณ์ความมั่นคง ซึ่งรวบรวมบางส่วนมาจากกรณีศึกษาจากงานวิจัย [3] ได้แก่

ระบบสนับสนุนห้องปฏิบัติการ และทำจัดสร้างระบบที่เป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยเพิ่มเติมทั้งสิ้น 3 โครงการ โดยการกำหนดความต้องการความมั่นคงพื้นฐานของแต่ละโครงการผ่านไวยากรณ์ความมั่นคงโดยผู้วิจัย โดยแสดงรายละเอียดของเอกสารความต้องการความมั่นคงได้ที่ภาคผนวก ก

เอกสารแบบรูปความมั่นคงได้นำมาจากหนังสือแบบรูปความมั่นคง การบูรณาการความมั่นคงและวิศวกรรมระบบของ M. Schumacher และคณะ [2] โดยนำมาทั้งสิ้น 4 กลุ่มแบบรูป จำนวน 20 แบบรูป ดังที่ได้กล่าวไว้ใน 1.3 ในหัวข้อขอบเขตของงานวิจัย

5.2.2.2. วิธีการค้นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการค้นคืนผลลัพธ์จากความต้องการของผู้ใช้แบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ การค้นคืนความต้องการความมั่นคงและการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง โดยสามารถแจกแจงออกเป็นการค้นคืนทั้งสิ้น 4 วิธีการได้แก่

- 1) การค้นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้
- 2) การค้นคืนความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้
- 3) การค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญ
- 4) การค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างของแบบรูปและค่าน้ำหนัก

5.2.2.3. โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลอง

โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อทำการค้นคืน ความต้องการความมั่นคง และแบบรูปความมั่นคง โดยการออกแบบโจทย์เพื่อลดการโน้มเอียงของข้อคำถามให้มากที่สุด จึงจำเป็นต้องทำการออกแบบโจทย์ให้ได้คำตอบในเชิงกว้างไปถึงเชิงลึก และเป็นข้อคำถามที่มีการใช้ทั้งข้อคำถามสำหรับโดเมน และข้อคำถามสำหรับแบบรูป โดยในที่นี้ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการค้นคืนด้วยตัวเอง เนื่องจากผู้ทำการค้นคืนจำเป็นต้องมีความเข้าใจในแต่ละแบบรูปเป็นอย่างดี เพื่อให้ได้ข้อคำถามสำหรับการค้นคืน ภายในชุดข้อมูลที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก โดยในแต่ละโจทย์ผู้วิจัยจะทำการเตรียมชุดคำตอบ (Answer Sets) ของโจทย์แต่ละข้อ เพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่าระลอก ค่าแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดลองในภายหลัง โดยในที่นี้ผู้วิจัยได้ออกแบบแบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 สถานการณ์ดังนี้

- 1) สถานการณ์จำลองว่าเป็นตนเป็นผู้ที่ต้องการค้นหา ความต้องการความมั่นคงจากโครงการที่ผ่านมา เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่หรือนำมาปรับปรุงให้เข้ากับโครงการปัจจุบันที่

รับผิดชอบอยู่โดยมีโจทย์ หรือเป้าหมายที่ต้องการค้นคืนสำหรับการทดลองการค้นคืนความต้องการความมั่นคงดังนี้

- (1) Identify risk of CCTV camera
- (2) Services of SE laboratory
- (3) Authentication user by biometric
- (4) What is role can modify thesis file
- (5) Identify port for access critical data
- (6) Bandwidth limit of se laboratory
- (7) Valuation asset
- (8) Threat assessment of se laboratory
- (9) Developer programming
- (10) Consequence of personal data
- (11) Authentication user by finger
- (12) What is role can access adverse drug
- (13) Misappropriation information by theft
- (14) Pharmacist task
- (15) Dispensary and pharmacist
- (16) Hospital password design
- (17) Authentication user service
- (18) What is port to access hospital system
- (19) Retrieve book information
- (20) Borrow book in library
- (21) Library order book
- (22) Administrator right in library
- (23) Protection blackout
- (24) Retrieve mobile specification

- (25) Check out cart
- (26) Create promotion
- (27) Define proxy for access library
- (28) Lost medicine
- (29) Firewall of SE laboratory
- (30) Thesis book information

2) สถานการณ์จำลองว่าเป็นตนเป็นผู้ที่ต้องการค้นหาแบบรูปความมั่นคง เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดความต้องการความมั่นคง หรือเพื่อศึกษารายละเอียดต่างๆ ของแบบรูป โดยมีโจทย์ หรือเป้าหมายที่ต้องการค้นคืนสำหรับการทดลองการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงดังนี้

- (1) Enterprise assets security management
- (2) Identify factor for enterprise assets
- (3) Transport partner communication
- (4) Identify threat of asset
- (5) Identify vulnerability of threat
- (6) Determine risk asset
- (7) Enterprise security approaches
- (8) Access control
- (9) Identification and authentication (I&A)
- (10) Identify password design
- (11) Authentication user by biometrics
- (12) Reference monitor
- (13) Firewall filter network
- (14) Packet filter firewall network
- (15) Proxy firewall filter

5.2.2.4. ข้อคำถาม

ข้อคำถามที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ สำหรับการค้นคืนความต้องการความมั่นคง และแบบรูปความมั่นคง โดยทำการออกแบบข้อคำถามเพื่อลดการโน้มเอียง

ภายในแต่ละกลุ่ม โดยการออกแบบข้อคำถามทั้งในเชิงกว้างและเชิงลึก โดยมีรายละเอียดการออกแบบข้อคำถามในแต่ละกลุ่มดังต่อไปนี้

1) ข้อคำถามของการค้นคืนความต้องการความมั่นคง ได้ทำการกำหนดมาเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้ และแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ในการกำหนดความต้องการความมั่นคง ผู้วิจัยทำการออกแบบข้อคำถามทั้งสิ้น 30 ข้อ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข

2) ข้อคำถามของการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง ได้ทำการกำหนดมาเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญ และแบบพิจารณาโครงสร้างของแบบรูป เพื่อเป็นการลดความโน้มเอียงของข้อคำถามจากข้อคำถามกับส่วนประกอบต่างๆ ของแบบรูป ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบข้อคำถามสำหรับการค้นคืนในแต่ละโจทย์ออกเป็นคำถามโจทย์ละ 3 ข้อ แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดในด้านจำนวนชุดข้อมูลแบบรูปความมั่นคงมีจำนวนที่ไม่มากนัก รวมถึงความคล้ายคลึงกันกันอย่างมากในบางแบบรูปทำให้ผู้วิจัยทำการออกแบบข้อคำถามสำหรับการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงได้จำนวนทั้งสิ้น 15 โจทย์ ทำให้ได้ข้อคำถามสำหรับการทดลองการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงรวมทั้งสิ้น 45 ข้อ โดยแสดงไว้ในตารางที่ ข.2 ในภาคผนวก ข

เมื่อนำข้อคำถามไปใช้ค้นคืนผ่านเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น จะได้รายการของผลลัพธ์เพื่อนำไปเทียบกับชุดคำตอบของโจทย์ในแต่ละประเภท เพื่อนำไปคำนวณค่าระลอก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค รวมถึงทำการจัดเก็บลำดับที่พบเอกสารที่ตรงกับชุดคำตอบเพื่อใช้ในการประเมินต่อไป

5.2.2.5. เส้นขีดแบ่งความคล้าย

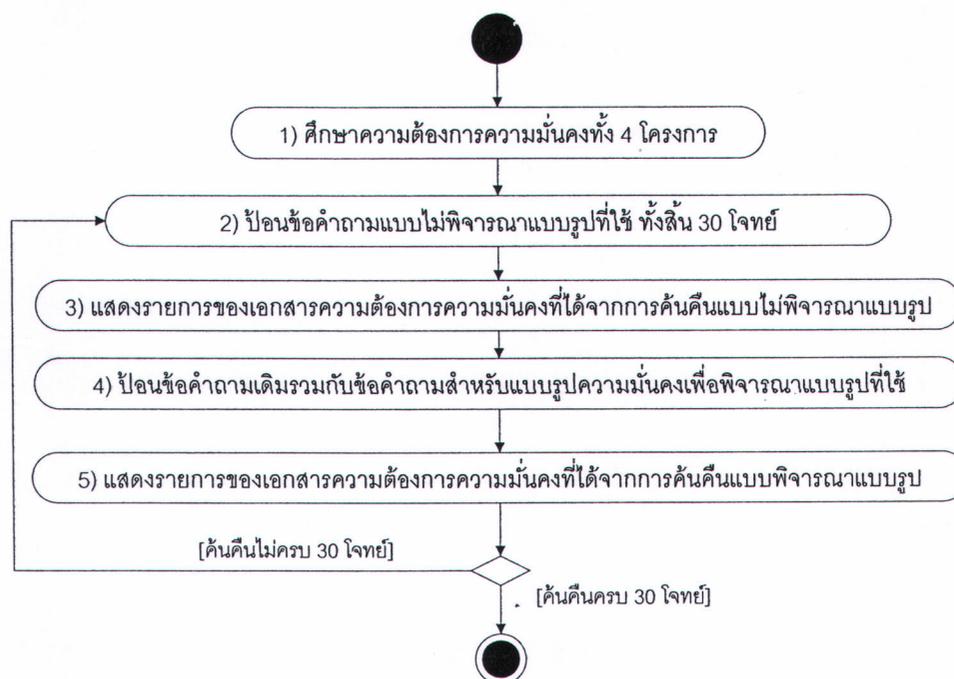
ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาค่าเส้นขีดแบ่งความคล้าย (Similarity Threshold) มาเพื่อเป็นเส้นแบ่งเขตของผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยทำการค้นคืนเอกสารที่มีค่าคล้ายคลึงมากกว่าหรือเท่ากับเส้นขีดแบ่งความคล้าย โดยเส้นขีดแบ่งความคล้ายสามารถหาได้จากค่าเฉลี่ยของค่าคล้ายคลึงของเอกสารที่ได้จากข้อคำถาม ลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในสมการที่ 10

$$\text{ค่าขีดแบ่งเริ่มต้นความคล้าย} = \text{ค่าเฉลี่ย} - \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \quad (10)$$



5.2.2.6. ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ขั้นตอนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการค้นคืนความต้องการความมั่นคง กับการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง โดยแสดงในแผนภาพกิจกรรมที่แสดงในรูปที่ 5.2 และ 5.3 ตามลำดับ



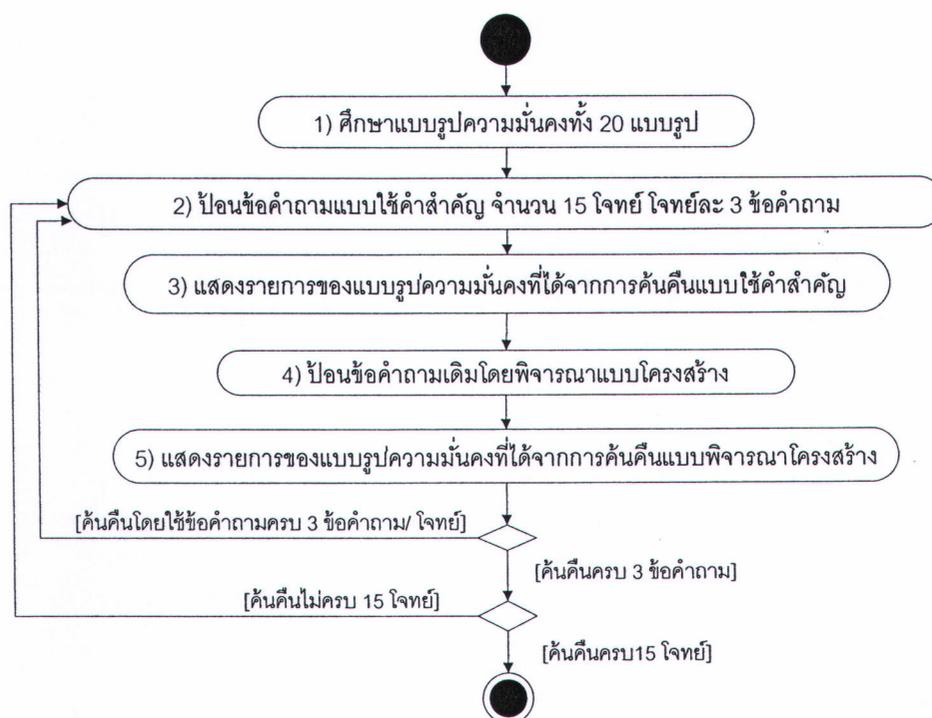
รูปที่ 5.2 แผนภาพกิจกรรมการทดลองของการค้นคืนความต้องการความมั่นคง

จากรูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการค้นคืนความต้องการความมั่นคง โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาความต้องการความมั่นคงทั้ง 4 โครงการที่ทำการจัดเก็บอยู่ในระบบ ที่จัดเก็บเป็นภาษาอังกฤษผ่านไวยากรณ์ความมั่นคง
- 2) ทำการค้นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้ที่ละคำถามจากโจทย์ทั้งหมด 30 ข้อ
- 3) ระบบแสดงผลการค้นหาการค้นคืนแบบไม่พิจารณาแบบรูป เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับชุดคำตอบเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบต่อไป
- 4) ทำการป้อนข้อคำถามเดิม และทำการเพิ่มการป้อนข้อคำถามสำหรับการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงที่ใช้ในการกำหนดความต้องการความมั่นคงนั้นๆ เพื่อนำเสนอความต้องการความมั่นคงที่ใช้แบบรูปความมั่นคงที่มีค่าความคล้ายคลึงเกินเส้นขีดแบ่งความคล้าย

สำหรับแบบรูปความมั่นคง ดังที่ได้เสนอไว้ในหัวข้อที่ 3.2.3.1 โดยในการทดลองนี้ได้กำหนดเส้นขีดแบ่งความคล้ายสำหรับแบบรูปความมั่นคงไว้ที่ 0.02 และค่าเส้นขีดแบ่งความคล้ายสำหรับความต้องการความมั่นคงดังสมการที่ 10 เพื่อให้ค่าที่ได้ขึ้นกับผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืน

5) ระบบแสดงผลการค้นคืนแบบพิจารณาแบบรูปความมั่นคงที่ใช้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับชุดคำตอบเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบต่อไป



รูปที่ 5.3 แผนภาพกิจกรรมการทดลองของการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง

จากรูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการค้นคืนแบบรูปความมั่นคง โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาแบบรูปความมั่นคงทั้ง 20 แบบรูปที่ทำการจัดเก็บอยู่ในระบบ ที่จัดเก็บเป็นภาษาอังกฤษ
- 2) ทำการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญที่ละคำถามจากโจทย์ทั้งหมด 15 ข้อ โจทย์ละ 3 ข้อคำถามรวมคำถามทั้งสิ้น 45 ข้อ
- 3) ระบบแสดงผลการค้นคืนแบบใช้คำสำคัญ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับชุดคำตอบเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบต่อไป
- 4) ทำการป้อนข้อคำถามเดิมโดยเลือกการค้นคืนโดยพิจารณาโครงสร้างและค่านำหนัก

5) ระบบแสดงผลพิธีการคั่นคืนแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับชุดคำตอบเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบต่อไป

5.2.2.7. ผลการทดลอง

ผลการทดลองจากการที่ได้ทำการทดลองการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงทั้ง 4 วิธีที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยใช้ข้อคำถามที่ได้ระบุไว้ในภาคผนวก ข ที่ได้นำผลที่ได้จากการทำการทดลองมาทำการคำนวณค่าระลอก (R) ค่าความแม่นยำ (P) และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค (H) โดยแสดงค่าเรียกคืน ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคที่ได้จากแต่ละข้อคำถามไว้ในภาคผนวก ค

ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการทดลองที่ได้ทำการทดลองการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงจะแสดงในตารางที่ 5.2 และ 5.3 โดยตารางที่ 5.2 เป็นการเปรียบเทียบการคั่นคืนระหว่างการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้กับการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ ส่วนตารางที่ 5.3 เป็นการเปรียบเทียบการคั่นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญ กับการคั่นคืนแบบรูปความมั่นคงพิจารณาโครงสร้างของแบบรูปและค่าน้ำหนักของส่วนประกอบ

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้ ค่าระลอก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการคั่นคืนระหว่างการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้ กับการคั่นคืนความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้

แบบที่	(1)			(2)			เพิ่มขึ้น / ลดลง		
	R	P	H	R	P	H	R	P	H
ข้อที่ 1	1.0000	0.0175	0.0345	1.0000	0.0345	0.0667	0.00	96.55	93.33
2	1.0000	0.0313	0.0606	1.0000	0.0588	0.1111	0.00	88.24	83.33
3	1.0000	0.0952	0.1739	0.5000	0.0714	0.1250	-50.00	-25.00	-28.13
4	1.0000	0.0128	0.0253	1.0000	0.0169	0.0333	0.00	32.20	31.67
5	1.0000	0.0111	0.0220	1.0000	0.0222	0.0435	0.00	100.00	97.83
6	1.0000	0.0294	0.0571	1.0000	0.0435	0.0833	0.00	47.83	45.83
7	1.0000	0.2261	0.3689	1.0000	0.2273	0.3704	0.00	0.51	0.41
8	1.0000	0.0452	0.0865	1.0000	0.0755	0.1404	0.00	66.98	62.28
9	1.0000	0.1667	0.2857	1.0000	0.1667	0.2857	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้ ค่าระลอก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการคั่นคั้นระหว่างการคั่นคั้นความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้ กับ การคั่นคั้นความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ (ต่อ)

แบบที่	(1)			(2)			เพิ่มขึ้น / ลดลง		
	R	P	H	R	P	H	R	P	H
10	1.0000	0.0645	0.1212	1.0000	0.1111	0.2000	0.00	72.22	65.00
11	1.0000	0.0952	0.1739	0.5000	0.0714	0.1250	-50.00	-25.00	-28.13
12	1.0000	0.0203	0.0397	1.0000	0.0405	0.0779	0.00	100.00	96.10
13	1.0000	0.0784	0.1455	1.0000	0.2105	0.3478	0.00	168.42	139.13
14	1.0000	0.1250	0.2222	1.0000	0.3333	0.5000	0.00	166.67	125.00
15	1.0000	0.0071	0.0141	1.0000	0.0130	0.0256	0.00	83.12	82.05
16	1.0000	0.0435	0.0833	1.0000	0.2500	0.4000	0.00	475.00	380.00
17	1.0000	0.0714	0.1333	1.0000	0.2593	0.4118	0.00	262.96	208.82
18	1.0000	0.0075	0.0149	1.0000	0.0250	0.0488	0.00	232.50	226.83
19	1.0000	0.0556	0.1053	1.0000	0.0968	0.1765	0.00	74.19	67.65
20	1.0000	0.0339	0.0656	0.5000	0.0476	0.0870	-50.00	40.48	32.61
21	1.0000	0.0159	0.0313	1.0000	0.0400	0.0769	0.00	152.00	146.15
22	1.0000	0.0556	0.1053	1.0000	0.1000	0.1818	0.00	80.00	72.73
23	1.0000	0.0625	0.1176	1.0000	0.1250	0.2222	0.00	100.00	88.89
24	1.0000	0.0610	0.1149	1.0000	0.1087	0.1961	0.00	78.26	70.59
25	1.0000	0.0952	0.1739	1.0000	0.0952	0.1739	0.00	0.00	0.00
26	1.0000	0.2308	0.3750	1.0000	0.3750	0.5455	0.00	62.50	45.45
27	1.0000	0.0606	0.1143	1.0000	0.0426	0.0816	0.00	178.72	171.43
28	1.0000	0.0227	0.0444	1.0000	0.0244	0.0476	0.00	7.32	7.14
29	1.0000	0.2000	0.3333	1.0000	0.3333	0.5000	0.00	66.67	50.00
30	1.0000	0.0561	0.1062	1.0000	0.0612	0.1154	0.00	9.18	8.65
ค่าเฉลี่ย	1.0000	0.0699	0.1250	0.9500	0.1194	0.1990	-5.00	70.68	59.19

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้ ค่าระลอก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกของการคั่นคั้นระหว่างการคั่นคั้นแบบรูปความมั่นคงแบบใช้ค่าสำคัญ กับการคั่นคั้นแบบรูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก

แบบที่	(3)			(4)			เพิ่มขึ้น / ลดลง ร้อยละ		
	R	P	H	R	P	H	R	P	H
1	1.0000	0.5333	0.6772	1.0000	0.7054	0.8166	0.00	32.26	20.58
2	1.0000	0.0653	0.1225	1.0000	0.1120	0.2013	0.00	71.63	64.30
3	1.0000	0.0678	0.1265	1.0000	0.0868	0.1595	0.00	27.95	26.08
4	1.0000	0.0815	0.1500	1.0000	0.4167	0.4799	0.00	411.36	219.90
5	1.0000	0.0963	0.1750	1.0000	0.2639	0.3915	0.00	174.04	123.73
6	1.0000	0.845	0.1554	1.0000	0.4417	0.5185	0.00	422.87	233.72
7	1.0000	0.0500	0.0952	1.0000	0.0738	0.1374	0.00	47.62	44.26
8	1.0000	0.2647	0.4182	0.8867	0.3351	0.4753	-13.33	26.58	13.67
9	1.0000	0.1306	0.2309	1.0000	0.1852	0.3117	0.00	41.84	34.97
10	1.0000	0.1345	0.2281	1.0000	0.2525	0.3889	0.00	87.79	70.49
11	1.0000	0.0970	0.1768	0.6667	0.2222	0.3333	-33.33	129.17	88.57
12	1.0000	0.0679	0.1270	1.0000	0.2479	0.3651	0.00	264.78	187.50
13	1.0000	0.3603	0.5083	0.8889	1.0000	0.9333	-11.11	177.58	83.61
14	1.0000	0.2418	0.3852	1.0000	0.6667	0.8000	0.00	175.76	107.69
15	1.0000	0.1209	0.2143	1.0000	0.3058	0.4667	0.00	152.78	117.78
ค่าเฉลี่ย	1.0000	0.1597	0.2527	0.9615	0.3544	0.4519	-3.85	149.60	95.79

จากผลการเปรียบเทียบผลการคั่นคั้นความต้องการความมั่นคงทั้งสองวิธี ที่แสดงในตารางที่ 5.2 พบว่าการคั่นคั้นความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ ได้ค่าระลอกโดยส่วนใหญ่จะคงที่หรือลดลงบ้างในบ้างข้อคำถาม ส่วนค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกจะมีทั้ง เพิ่มขึ้น ลดลง และคงที่ เนื่องมาจากการคั่นคั้นความต้องการความมั่นคงแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ จะนำเสนอเพียงเอกสารความต้องการความมั่นคงที่ตรงกับแบบรูปความมั่นคงที่ผู้ใช้ต้องการและตรงกับข้อคำถามของผู้ใช้เท่านั้น เป็นผลให้เอกสารบางส่วนที่ตรงกับข้อคำถามของผู้ใช้ แต่ไม่ตรงกับแบบรูปที่ผู้ใช้ต้องการจึงไม่ถูกคั่นคั้นออกมาให้ผู้ใช้งาน ทำให้จำนวนรายการผลลัพธ์

ของการค้นคืนความต้องการความมั่นคงนั้นลดทอนลงไป แต่จากผลการทดลองทั้งสิ้น 30 ข้อคำถาม พบว่าการลดทอนเอกสารความต้องการความมั่นคงในบางส่วนนั้น ช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค และทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของค่าระลึกลดลงเล็กน้อย

จากตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบผลการค้นคืนเฉลี่ยจากการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงทั้งสองวิธีการ จากโจทย์ทั้งสิ้น 15 ข้อ พบว่าผลการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างของแบบรูปและค่าน้ำหนักของส่วนประกอบในแต่ละข้อ พบว่าค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคเพิ่มขึ้น แต่อาจส่งผลกระทบต่อค่าระลึกในโจทย์บางข้อ เนื่องจากการทำการค้นคืนแบบพิจารณาโครงสร้างจะรับข้อคำถามโดยระบุเจาะจงไปที่ส่วนประกอบนั้นๆ เป็นผลให้จำนวนผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนลดน้อยลง เนื่องจากข้อความที่อยู่นอกเหนือจากส่วนประกอบที่ระบุจะไม่ถูกนำมาพิจารณา ซึ่งจากผลการทดลองทั้งสิ้น 45 ข้อคำถามพบว่าผลการค้นคืนที่ได้มีค่าเฉลี่ยของ ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืนเพิ่มขึ้นแม้จะเสียค่าระลึกไปเล็กน้อย

ผลลัพธ์จากการทดลองข้างต้นเป็นการพิจารณาภาพรวมของผลการเปรียบเทียบค่าระลึก ค่าความแม่นยำ และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของการค้นคืนความต้องการความมั่นคงและแบบรูปความมั่นคงในวิธีต่างๆ ซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบผลที่ได้กับ ชุดคำตอบกับผลลัพธ์ของการค้นคืนที่มีค่าความคล้ายคลึงอยู่เหนือเส้นขีดแบ่งความคล้ายทั้งหมด แต่หากพิจารณาค่าความแม่นยำเฉลี่ย ณ ค่าระลึกต่างๆ (Recall-precision averages) โดยมีทั้งสิ้น 11 ระดับค่าระลึกมาตรฐาน (11 standard recall levels) ได้แก่ ระดับค่าระลึกที่ 0% (0.0) ถึง 100% (1.0) โดยพิจารณาทุกๆ 10% ซึ่งวิธีการนี้จะอาศัยลำดับที่พบเจอเอกสารที่ตรงความต้องการ จำนวนเอกสารที่ตรงกับความต้องการรวม ณ ลำดับของเอกสารนั้นๆ และจำนวนเอกสารที่ตรงกับความต้องการทั้งหมด มาทำการพิจารณาหาค่าความแม่นยำของการค้นคืนที่ระดับค่าระลึกต่างๆ และหาค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำ ณ ระดับค่าระลึกได้จากสมการที่ 11

$$\bar{P}(r) = \sum_{i=1}^{N_q} \frac{P_i(r)}{N_q} \quad (11)$$

เมื่อ $\bar{P}(r)$ แทน ค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำที่ระดับค่าระลึกที่ r

N_q แทน จำนวนของข้อคำถามที่ใช้

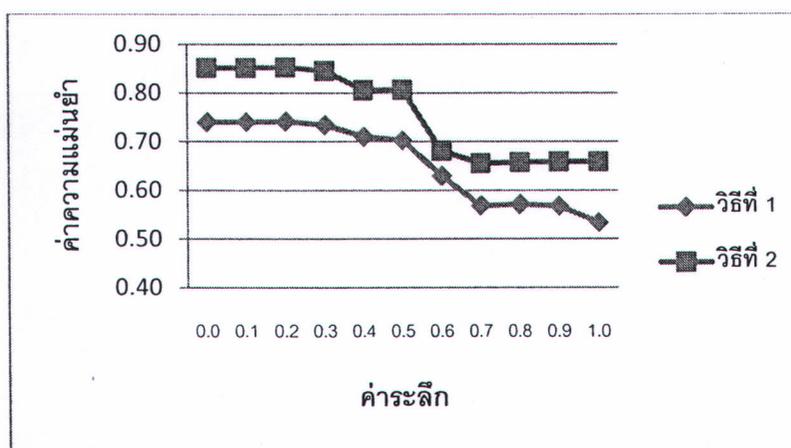
$P_i(r)$ แทน ค่าความแม่นยำที่ระดับค่าระลึกที่ r ของ ข้อคำถามที่ i

โดยแสดงผลการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำที่ระดับต่างๆ ระหว่างการค้นคืน วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ดังตารางที่ 5.4 และ ผลการเปรียบเทียบระหว่างการค้นคืนวิธีที่ 3 และ วิธีที่ 4 ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.4 ผลการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำที่ระดับค่าระลอกต่างๆระหว่างวิธีที่ 1 และ วิธีที่ 2

ค่าระลอก	ค่าความแม่นยำที่ระดับต่างๆ ของแต่ละวิธี	
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2
0.0	0.7400	0.8510
0.1	0.7400	0.8510
0.2	0.7413	0.8523
0.3	0.7343	0.8453
0.4	0.7100	0.8057
0.5	0.7027	0.8067
0.6	0.6297	0.6813
0.7	0.5683	0.6560
0.8	0.5713	0.6580
0.9	0.5673	0.6590
1.0	0.5340	0.6590
ค่าเฉลี่ย	0.6581	0.7568

จากตารางที่ 5.4 สามารถนำมาสร้างเป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบการค้นคืนความต้องการความมั่นคงทั้งสองวิธี คือแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้ และแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการค้นคืนด้วยวิธีแบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้ นั้นจะได้ค่าความแม่นยำสูงกว่าการค้นคืนด้วยวิธีที่แบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกิดจากการพิจารณาแบบรูปความมั่นคงที่ใช้ ช่วยในการคัดกรองเอกสารที่ใช้แบบรูปความมั่นคงที่ไม่ตรงกับความต้องการออกไป จึงช่วยในการปรับปรุงค่าความแม่นยำที่จะพบความต้องการความมั่นคงที่ตรงกับชุดคำตอบมากยิ่งขึ้น



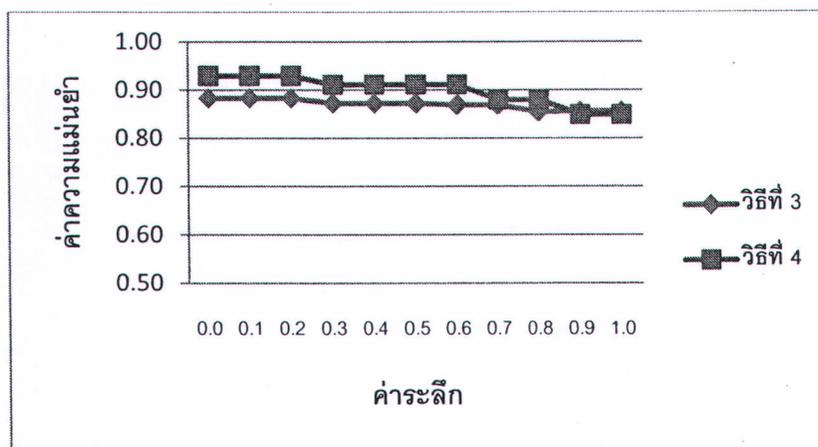
รูปที่ 5.4 การเปรียบเทียบการค้นคืนความต้องการความมั่นคงแบบไม่พิจารณาแบบรูปที่ใช้กับ
แบบพิจารณาแบบรูปที่ใช้

ตารางที่ 5.5 ผลการเปรียบเทียบค่าแม่นยำที่ระดับค่าระลอกต่างๆระหว่างวิธีที่ 3 และ วิธีที่ 4

ค่าระลอก	ค่าแม่นยำที่ระดับต่างๆ ของแต่ละวิธี	
	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
0.0	0.8833	0.9296
0.1	0.8833	0.9296
0.2	0.8833	0.9296
0.3	0.8722	0.9111
0.4	0.8722	0.9111
0.5	0.8722	0.9113
0.6	0.8691	0.9113
0.7	0.8691	0.8800
0.8	0.8544	0.8800
0.9	0.8562	0.8491
1.0	0.8562	0.8491
ค่าเฉลี่ย	0.8702	0.8993

ส่วนการเปรียบเทียบการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงทั้งสองวิธีคือ แบบใช้คำสำคัญ
กับแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก หากนำ ค่าระลอก และค่าความแม่นยำที่ปรากฏใน
ตาราง 5.5 มาจัดสร้างเป็นกราฟจะได้ดังรูปที่ 5.5 ซึ่งจากรูปที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าวิธีการค้นคืนแบบ
รูปความมั่นคงแบบพิจารณาโครงสร้างและค่าน้ำหนัก จะมีค่าความแม่นยำมากกว่าการค้นคืน
แบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญเพียงเล็กน้อย เนื่องมาจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการทำการทดลอง

มีอยู่จำกัดและเนื้อหาภายในชุดข้อมูลมีความคล้ายคลึงกันมากจึงเป็นเหตุทำให้การทดลองจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อคำถามที่เฉพาะเจาะจงเป็นส่วนใหญ่จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มีค่าความแม่นยำที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 5.5 การเปรียบเทียบการค้นคืนแบบรูปความมั่นคงแบบใช้คำสำคัญกับแบบพิจารณาโครงสร้างของแบบรูปและค่าน้ำหนักของส่วนประกอบ

โดยในบทต่อไปจะเป็นการสรุปผลการวิจัยที่ได้ทำมาทั้งหมด รวมถึง งานวิจัยในอนาคต และ บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

