# รายการอ้างอิง


[1.] Clements P, Northrop L. Software Product Lines: Practices and Patterns. Boston, MA: Addison Wesley Longman, Inc. 2001.

[2.] Hassan Gomaa. Designing Software Product Line with UML. Addison-Wesley. , 2004.

[3.] William B. Frakes, Kyo Kang. Software Reuse Research: Status and Future, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 31 No 7, 2005.

[4.] Roland Laqua., Concept for a Product Line Knowledge Base & Variability, 2002.

[5.] A. Bertolino, A. Fantechi, S. Gnesi, G. Lami , A. Maccari Use Case Description of Requirements for Product Lines., 2002.

[6.] Magnus Eriksson., An Approach to Software Product Line Use Case Modeling., 2006.

[7.] Bae-YatesR. and Berthier Ribiero-Neto. Modern Information Retrieval. Addison Wesley., 1999.

[8.] Gerard Salton, M.j. McGill. Introduction to Modern Information Retrieval. McGraw-Hill, New York, 1983.

[9.] อัคเดช อุดมชัยพร. การค้นคืนยูสเคสโดยใช้การคำนวณความคล้ายกันของพจน์และโครงสร้างของยูสเคส. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2006.

[10.] สุดาทิพย์ สุขสอาด. การค้นคืนยูสเคสด้วยการจำแนกประเภทยูสเคสและการค้นคืนย้อนกลับจากผู้ใช้.ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2006.

[11.] A. Fantechi, S. Gnesi, I. John, G.Lami, J.Dorr. Elicitation of Use Case for Product Lines, 2004.

[12.] Carnegie Mellon University and the University of Massachusetts, Amherst. INDRI[Online]. 2007. Available from: http://www.lemurproject.org/indri/[2009,April 1]

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ยูสเคสของระบบงานที่เลือกใช้

รายละเอียดของระบบงานทั้งหมดที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในงานวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วยระบบงานทั้งสิ้น 10 ระบบงาน และจัดทำเป็นเอกสารคำอธิบายยูสเคสภาษาอังกฤษ แสดงดังตารางที่ ก.1

**ตารางที่ ก.1 ตารางระบบงานที่เลือกใช้ 10 ระบบงาน**

| หมายเลขระบบงาน | ชื่อระบบงาน | จำนวนยูสเคสในระบบ |
|---|---|---|
| 1 | Microwave Oven System | 4 |
| 2 | Electronic Commerce Software | 11 |
| 3 | Factory Automation Software | 10 |
| 4 | Vending Machine | 9 |
| 5 | Rental Application | 12 |
| 6 | Library Application | 6 |
| 7 | E-Learning | 18 |
| 8 | Insurance | 14 |
| 9 | Restaurant | 12 |
| 10 | Stock Management | 9 |
| รวม | ยูสเคสจากระบบงานทั้ง 10 ระบบ | 103 |

**ตารางที่ ก.2 ตารางระบบ Microwave Oven System**

| ชื่อระบบ: Microwave Oven System | |
|---|---|
| ลำดับ | ชื่อยูสเคส |
| 1 | Cook Food |
| 2 | Set Time of Day |
| 3 | Display Time of Day |
| 4 | Cook Food with Recipe |

ตารางที่ ก.3 ตารางอธิบายระบบ Electronic Commerce Software

| ชื่อระบบ: Electronic Commerce Software | |
|---|---|
| ลำดับ | ชื่อยูสเคส |
| 1 | Browse Catalog |
| 2 | Make Purchase Request |
| 3 | Process Delivery Order |
| 4 | Confirm Shipment |
| 5 | Create Requisition |
| 6 | Confirm Delivery |
| 7 | Send Invoice |
| 8 | Deliver Purchase Order |
| 9 | Prepare Purchase Order |
| 10 | Check Customer Account |
| 11 | Bill Customer |

ตารางที่ ก.4 ตารางระบบ Factory Automation Software

| ชื่อระบบ: Factory Automation Software | |
|---|---|
| ลำดับ | ชื่อยูสเคส |
| 1 | View Alarm |
| 2 | View Workstation Status |
| 3 | Generate Alarm and Notify |
| 4 | Generate Workstation Status and Notify |
| 5 | Create/Update Operation |
| 6 | Create/Update Workflow Plan |
| 7 | Create/Modify Work Order |
| 8 | Receive Part |
| 9 | Process Part at High-Volume Workstation |
| 10 | Ship Part |

ตารางที่ ก.5 ตารางระบบ Vending Machine

| **ชื่อระบบ**: Vending Machine | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 1 | Select Coffee |
| 2 | Select Coffee with Option |
| 3 | Select Movie |
| 4 | Select Soft Drink |
| 5 | Select Route |
| 6 | Pay Money |
| 7 | Pay Money By Card |
| 8 | Fill Money into Card |
| 9 | Buy Card |

ตารางที่ ก.6 ตารางระบบ Rental Application

| **ชื่อระบบ**: Rental Application | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 1 | Update Customers |
| 2 | Manage Books |
| 3 | Update Movies |
| 4 | Borrow Books |
| 5 | Borrow Movies |
| 6 | Return Books |
| 7 | Return Movie |
| 8 | Reserve Books |
| 9 | Reserve Movies |
| 10 | Borrow Reserved Books |
| 11 | Borrow Reserved Movies |
| 12 | Create Promotions |

ตารางที่ ก.7 ตารางระบบ Library Application

| **ชื่อระบบ**: Library Application | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 1 | Manage Books |
| 2 | Manage Borrowers |
| 3 | Borrow Books |
| 4 | Return Books |
| 5 | Reserve Books |
| 6 | Borrow Reserved Books |

ตารางที่ ก.8 ตารางระบบ E-Learning

| **ชื่อระบบ**: E-Learning | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 1 | Register New User |
| 2 | Generate password |
| 3 | Log In To System |
| 4 | Change password |
| 5 | Announce Course |
| 6 | Upload Materials |
| 7 | Create Examinations |
| 8 | Post Answers |
| 9 | View Course Detail |
| 10 | Register Course |
| 11 | Verify Condition |
| 12 | Study |
| 13 | Examine and Get Result |
| 14 | Record Time |
| 15 | View Study History |
| 16 | Post Questions |
| 17 | View Study Result |
| 18 | Maintain Employee Information |

ตารางที่ ก.9 ตารางระบบ Insurance

| ชื่อระบบ: Insurance | |
|---|---|
| ลำดับ | ชื่อยูสเคส |
| 1 | Place a Claim |
| 2 | View Claim Status |
| 3 | External Approve Claim |
| 4 | Maintain Company Information |
| 5 | View Company Information |
| 6 | View Product Information |
| 7 | Calculate an Insurance Application |
| 8 | Verify Underwriting Rule |
| 9 | Calculate Premium or Interest |
| 10 | Validate Insurance Application |
| 11 | View Agent Information |
| 12 | View Agent Holder Information |
| 13 | View Policy Holder Information |
| 14 | Authentication |

ตารางที่ ก.10 ตารางระบบงาน Restaurant

| ชื่อระบบงาน: Restaurant | |
|---|---|
| ลำดับ | ชื่อยูสเคส |
| 1 | New customer |
| 2 | Manage restaurant |
| 3 | Manage customer |
| 4 | Find a restaurant |
| 5 | View restaurants information |
| 6 | Vote restaurant |
| 7 | Manage map |
| 8 | Post webboard |
| 9 | Manage webboard |

**ตารางที่ ก.10 ตารางระบบงาน** Restaurant (ต่อ)

| **ชื่อระบบงาน:** Restaurant | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 10 | View FAQ |
| 11 | Manage FAQ |
| 12 | Log in |

**ตารางที่ ก.11 ตารางระบบงาน** Stock Management

| **ชื่อระบบงาน:** Restaurant | |
|---|---|
| **ลำดับ** | **ชื่อยูสเคส** |
| 1 | Log-In |
| 2 | Search stock |
| 3 | View stock details |
| 4 | Buy stock |
| 5 | Sell stock |
| 6 | Maintain regulation |
| 7 | Calculate price and commission |
| 8 | Maintain user account |
| 9 | View top ten |

# ภาคผนวก ข
# ข้อคำถามที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับโจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลองมีทั้งสิ้น 30 โจทย์ ดังที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.2.3 ซึ่งในแต่ละโจทย์ปัญหานั้นจะใช้ข้อคำถาม 3 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ ข.1

**ตารางที่ ข.1 แสดงข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง**

| โทย์คำถามที่ | ข้อคำถามที่ | ข้อคำถาม |
|---|---|---|
| 1 | 1.1 | Microwave |
| | 1.2 | microwave turntable |
| | 1.3 | microwave turntable feature |
| 2 | 2.1 | vending screen |
| | 2.2 | vending touch screen |
| | 2.3 | vending machine touch screen |
| 3 | 3.1 | borrow book |
| | 3.2 | borrow book bar code |
| | 3.3 | library borrow book bar code |
| 4 | 4.1 | Purchase |
| | 4.2 | Purchase Order |
| | 4.3 | Wholesaler Purchase Order |
| 5 | 5.1 | Policy |
| | 5.2 | Insurance Policy |
| | 5.3 | View Policy Holder Information |
| 6 | 6.1 | Sensor |
| | 6.2 | weight sensor |
| | 6.3 | microwave weight sensor |
| 7 | 7.1 | Screen |
| | 7.2 | Digital Screen |

ตารางที่ ข.1 แสดงข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

| โทย์คำถามที่ | ข้อคำถามที่ | ข้อคำถาม |
|---|---|---|
| | 7.3 | Coffee Digital Screen |
| 8 | 8.1 | Movie |
| | 8.2 | borrow movie |
| | 8.3 | borrow movie bar code |
| 9 | 9.1 | Reserve |
| | 9.2 | reserve movie |
| | 9.3 | reserve movie RFID |
| 10 | 10.1 | Customer |
| | 10.2 | commerce customer |
| | 10.3 | electronic commerce customer |
| 11 | 11.1 | Button |
| | 11.2 | Digital button |
| | 11.3 | coffee digital button |
| 12 | 12.1 | Interest |
| | 12.2 | Interest Calculation |
| | 12.3 | Premium Interest Calculation |
| 13 | 13.1 | Password |
| | 13.2 | Password Policy |
| | 13.3 | Learning Password Policy |
| 14 | 14.1 | Web |
| | 14.2 | Library Web |
| | 14.3 | Library Web Application |
| 15 | 15.1 | Request |
| | 15.2 | Purchase Request |
| | 15.3 | Make Purchase Request |
| 16 | 16.1 | Language |
| | 16.2 | Display Language |

ตารางที่ ข.1 แสดงข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

| โทย์คำถามที่ | ข้อคำถามที่ | ข้อคำถาม |
|---|---|---|
| | 16.3 | Microwave Display Language |
| 17 | 17.1 | Login |
| | 17.2 | User Login |
| | 17.3 | Learning User Login |
| 18 | 18.1 | Confirm |
| | 18.2 | Confirm Shipment |
| | 18.3 | Commerce Confirm Shipment |
| 19 | 19.1 | borrow book |
| | 19.2 | borrow book rfid |
| | 19.3 | library borrow book rfid |
| 20 | 20.1 | Slot |
| | 20.2 | Money Slot |
| | 20.3 | Vending Money Slot |
| 21 | 21.1 | Heating |
| | 21.2 | Heating Element |
| | 21.3 | Microwave Heating Element |
| 22 | 22.1 | Confirm |
| | 22.2 | Confirm Delivery |
| | 22.3 | Commerce Delivery Shipment |
| 23 | 23.1 | Windows |
| | 23.2 | Library Windows |
| | 23.3 | Library Windows Application |
| 24 | 24.1 | Pay |
| | 24.2 | Pay Money |
| | 24.3 | Pay Money Card |
| 25 | 25.1 | Holder |
| | 25.2 | Agent Holder |

ตารางที่ ข.1 แสดงข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

| โทย์คำถามที่ | ข้อคำถามที่ | ข้อคำถาม |
|---|---|---|
| | 25.3 | View Agent Holder Information |
| 26 | 26.1 | vending screen |
| | 26.2 | vending text screen |
| | 26.3 | vending machine text screen |
| 27 | 27.1 | Movie |
| | 27.2 | borrow movie |
| | 27.3 | borrow movie RFID |
| 28 | 28.1 | Slot |
| | 28.2 | Card Slot |
| | 28.3 | Vending Card Slot |
| 29 | 29.1 | Beeper |
| | 29.2 | Beeper Microwave |
| | 29.3 | Microwave Beeper Feature |
| 30 | 30.1 | Promotion |
| | 30.2 | Movie Promotion |
| | 30.3 | Rental Movie Promotion |

# ภาคผนวก ค
# ค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคที่ได้จากการทดลอง

ในการทดลองได้กำหนดวิธีการประเมินประสิทธิภาพไว้ทั้งสิ้น 3 วิธี คือ คำนวณค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค โดยทำการเปรียบเทียบจากรูปแบบการค้นคืนทั้ง 4 รูปแบบ ดังนี้

1) แบบที่ 1 การค้นคืนยูสเคสทั่วไปแบบไม่พิจารณาโครงสร้างยูสเคส

2) แบบที่ 2 การค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบไม่พิจารณาโครงสร้างยูสเคส

3) แบบที่ 3 การค้นคืนยูสเคสทั่วไปแบบพิจารณาโครงสร้างยูสเคส

4) แบบที่ 4 การค้นคืนยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบบพิจารณาโครงสร้างยูสเคส

ซึ่งสามารถแสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค ตามข้อคำถามที่แสดงไว้ทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ดังตารางที่ ค.1

**ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 1**

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 2 | 1.2 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 3 | 1.3 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 4 | 2.1 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 5 | 2.2 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 6 | 2.3 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 7 | 3.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 8 | 3.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 9 | 3.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 10 | 4.1 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 4.2 | 0.1053 | 1.0000 | 0.1905 |
| 12 | 4.3 | 0.1053 | 1.0000 | 0.1905 |
| 13 | 5.1 | 0.0625 | 1.0000 | 0.1176 |
| 14 | 5.2 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 15 | 5.3 | 0.0152 | 1.0000 | 0.0299 |
| 16 | 6.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 6.2 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 18 | 6.3 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 |
| 19 | 7.1 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 20 | 7.2 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 21 | 7.3 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 22 | 8.1 | 0.2500 | 0.4000 | 0.3077 |
| 23 | 8.2 | 0.1765 | 0.6000 | 0.2727 |
| 24 | 8.3 | 0.1765 | 0.6000 | 0.2727 |
| 25 | 9.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 26 | 9.2 | 0.2308 | 1.0000 | 0.3750 |
| 27 | 9.3 | 0.2308 | 1.0000 | 0.3750 |
| 28 | 10.1 | 0.2500 | 0.9000 | 0.3913 |
| 29 | 10.2 | 0.2564 | 1.0000 | 0.4082 |
| 30 | 10.3 | 0.2564 | 1.0000 | 0.4082 |
| 31 | 11.1 | 0.1429 | 1.0000 | 0.2500 |
| 32 | 11.2 | 0.1429 | 1.0000 | 0.2500 |
| 33 | 11.3 | 0.1379 | 1.0000 | 0.2424 |
| 34 | 12.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 35 | 12.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 36 | 12.3 | 0.1429 | 1.0000 | 0.2500 |
| 37 | 13.1 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 38 | 13.2 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 39 | 13.3 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 40 | 14.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 14.2 | 0.5714 | 0.8000 | 0.6667 |
| 42 | 14.3 | 0.1739 | 0.8000 | 0.2857 |
| 43 | 15.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 44 | 15.2 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |
| 45 | 15.3 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 46 | 16.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 16.2 | 0.0328 | 1.0000 | 0.0635 |
| 48 | 16.3 | 0.0328 | 1.0000 | 0.0635 |
| 49 | 17.1 | 1.0000 | 0.2500 | 0.4000 |
| 50 | 17.2 | 0.1333 | 0.5000 | 0.2105 |
| 51 | 17.3 | 0.1429 | 0.7500 | 0.2400 |
| 52 | 18.1 | 0.0833 | 1.0000 | 0.1538 |
| 53 | 18.2 | 0.0833 | 1.0000 | 0.1538 |
| 54 | 18.3 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 55 | 19.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 56 | 19.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 57 | 19.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 58 | 20.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 59 | 20.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 60 | 20.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 61 | 21.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.0000 |
| 62 | 21.2 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 63 | 21.3 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 |
| 64 | 22.1 | 0.0833 | 1.0000 | 0.1538 |

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 65 | 22.2 | 0.0833 | 1.0000 | 0.1538 |
| 66 | 22.3 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 67 | 23.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 23.2 | 0.5714 | 0.8000 | 0.6667 |
| 69 | 23.3 | 0.1739 | 0.8000 | 0.2857 |
| 70 | 24.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 71 | 24.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 72 | 24.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 73 | 25.1 | 0.0625 | 1.0000 | 0.1176 |
| 74 | 25.2 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 75 | 25.3 | 0.0152 | 1.0000 | 0.0299 |
| 76 | 26.1 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 77 | 26.2 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 78 | 26.3 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 79 | 27.1 | 0.2500 | 0.4000 | 0.3077 |
| 80 | 27.2 | 0.1765 | 0.6000 | 0.2727 |
| 81 | 27.3 | 0.1765 | 0.6000 | 0.2727 |
| 82 | 28.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 83 | 28.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 84 | 28.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 85 | 29.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 29.2 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 87 | 29.3 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 88 | 30.1 | 1.0000 | 0.5000 | 0.6667 |
| 89 | 30.2 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 90 | 30.3 | 0.4000 | 1.0000 | 0.5714 |

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 2

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 2 | 1.2 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 3 | 1.3 | 0.5000 | 0.6667 | 0.5714 |
| 4 | 2.1 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 5 | 2.2 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 6 | 2.3 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 7 | 3.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 8 | 3.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 9 | 3.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 10 | 4.1 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 11 | 4.2 | 0.1053 | 1.0000 | 0.1905 |
| 12 | 4.3 | 0.1053 | 1.0000 | 0.1905 |
| 13 | 5.1 | 0.0588 | 1.0000 | 0.1111 |
| 14 | 5.2 | 0.0435 | 1.0000 | 0.0833 |
| 15 | 5.3 | 0.0149 | 1.0000 | 0.0294 |
| 16 | 6.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 17 | 6.2 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 18 | 6.3 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 |
| 19 | 7.1 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 20 | 7.2 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 21 | 7.3 | 0.3000 | 0.6000 | 0.4000 |
| 22 | 8.1 | 0.2000 | 0.4000 | 0.2667 |
| 23 | 8.2 | 0.1579 | 0.6000 | 0.2500 |
| 24 | 8.3 | 0.1579 | 0.6000 | 0.2500 |
| 25 | 9.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 26 | 9.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 27 | 9.3 | 0.1579 | 1.0000 | 0.2727 |

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 2 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 10.1 | 0.2564 | 1.0000 | 0.4082 |
| 29 | 10.2 | 0.2381 | 1.0000 | 0.3846 |
| 30 | 10.3 | 0.2381 | 1.0000 | 0.3846 |
| 31 | 11.1 | 0.1429 | 1.0000 | 0.2500 |
| 32 | 11.2 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 33 | 11.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 34 | 12.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 35 | 12.2 | 0.1538 | 1.0000 | 0.2667 |
| 36 | 12.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 37 | 13.1 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 38 | 13.2 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 39 | 13.3 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 40 | 14.1 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 41 | 14.2 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 42 | 14.3 | 0.1739 | 0.8000 | 0.2857 |
| 43 | 15.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 44 | 15.2 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |
| 45 | 15.3 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 46 | 16.1 | 0.4000 | 1.0000 | 0.5714 |
| 47 | 16.2 | 0.0328 | 1.0000 | 0.0635 |
| 48 | 16.3 | 0.0328 | 1.0000 | 0.0635 |
| 49 | 17.1 | 1.0000 | 0.2500 | 0.4000 |
| 50 | 17.2 | 0.1000 | 0.5000 | 0.1667 |
| 51 | 17.3 | 0.1250 | 1.0000 | 0.2222 |
| 52 | 18.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 53 | 18.2 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 54 | 18.3 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 2 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 55 | 19.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 56 | 19.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 57 | 19.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 58 | 20.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 59 | 20.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 60 | 20.3 | 0.1875 | 1.0000 | 0.3158 |
| 61 | 21.1 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 62 | 21.2 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 63 | 21.3 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 |
| 64 | 22.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 65 | 22.2 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 66 | 22.3 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |
| 67 | 23.1 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 68 | 23.2 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 69 | 23.3 | 0.1739 | 0.8000 | 0.2857 |
| 70 | 24.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 71 | 24.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 72 | 24.3 | 0.1875 | 1.0000 | 0.3158 |
| 73 | 25.1 | 0.0588 | 1.0000 | 0.1111 |
| 74 | 25.2 | 0.0435 | 1.0000 | 0.0833 |
| 75 | 25.3 | 0.0149 | 1.0000 | 0.0294 |
| 76 | 26.1 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 77 | 26.2 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 78 | 26.3 | 0.4000 | 0.8000 | 0.5333 |
| 79 | 27.1 | 0.2000 | 0.4000 | 0.2667 |
| 80 | 27.2 | 0.1579 | 0.6000 | 0.2500 |
| 81 | 27.3 | 0.1579 | 0.6000 | 0.2500 |

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 2 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 82 | 28.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 83 | 28.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 84 | 28.3 | 0.1875 | 1.0000 | 0.3158 |
| 85 | 29.1 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 86 | 29.2 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 87 | 29.3 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 88 | 30.1 | 0.4286 | 0.5000 | 0.4615 |
| 89 | 30.2 | 0.3571 | 0.8333 | 0.5000 |
| 90 | 30.3 | 0.3529 | 1.0000 | 0.5217 |

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 3

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1.2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 1.3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 2.1 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 5 | 2.2 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 6 | 2.3 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 7 | 3.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 8 | 3.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 9 | 3.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 10 | 4.1 | 0.6667 | 1.0000 | 0.8000 |
| 11 | 4.2 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 12 | 4.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 13 | 5.1 | 0.1250 | 1.0000 | 0.2222 |
| 14 | 5.2 | 0.1250 | 1.0000 | 0.2222 |

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 3 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 15 | 5.3 | 0.0185 | 1.0000 | 0.0364 |
| 16 | 6.1 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| 17 | 6.2 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 18 | 6.3 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 19 | 7.1 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 20 | 7.2 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 21 | 7.3 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 22 | 8.1 | 0.1429 | 0.2000 | 0.1667 |
| 23 | 8.2 | 0.1250 | 0.4000 | 0.1905 |
| 24 | 8.3 | 0.1250 | 0.4000 | 0.1905 |
| 25 | 9.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 26 | 9.2 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 27 | 9.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 28 | 10.1 | 0.2581 | 0.8000 | 0.3902 |
| 29 | 10.2 | 0.2581 | 0.8000 | 0.3902 |
| 30 | 10.3 | 0.2581 | 0.8000 | 0.3902 |
| 31 | 11.1 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 32 | 11.2 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 33 | 11.3 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 34 | 12.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 35 | 12.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 36 | 12.3 | 0.1818 | 1.0000 | 0.3077 |
| 37 | 13.1 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 38 | 13.2 | 0.0909 | 1.0000 | 0.1667 |
| 39 | 13.3 | 0.0909 | 1.0000 | 0.1667 |
| 40 | 14.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 14.2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 3 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 42 | 14.3 | 1.3333 | 0.8000 | 1.0000 |
| 43 | 15.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 44 | 15.2 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |
| 45 | 15.3 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 46 | 16.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 16.2 | 0.0351 | 1.0000 | 0.0678 |
| 48 | 16.3 | 0.0351 | 1.0000 | 0.0678 |
| 49 | 17.1 | 1.0000 | 0.2500 | 0.4000 |
| 50 | 17.2 | 0.2000 | 0.5000 | 0.2857 |
| 51 | 17.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 52 | 18.1 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 53 | 18.2 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 54 | 18.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 55 | 19.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 56 | 19.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 57 | 19.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 58 | 20.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 59 | 20.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 60 | 20.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 61 | 21.1 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| 62 | 21.2 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| 63 | 21.3 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 64 | 22.1 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 65 | 22.2 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 66 | 22.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 67 | 23.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 23.2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 3 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 69 | 23.3 | 1.3333 | 0.8000 | 1.0000 |
| 70 | 24.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 71 | 24.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 72 | 24.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 73 | 25.1 | 0.1250 | 1.0000 | 0.2222 |
| 74 | 25.2 | 0.1250 | 1.0000 | 0.2222 |
| 75 | 25.3 | 0.0185 | 1.0000 | 0.0364 |
| 76 | 26.1 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 77 | 26.2 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 78 | 26.3 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 79 | 27.1 | 0.1429 | 0.2000 | 0.1667 |
| 80 | 27.2 | 0.1250 | 0.4000 | 0.1905 |
| 81 | 27.3 | 0.1250 | 0.4000 | 0.1905 |
| 82 | 28.1 | 0.2000 | 0.3333 | 0.2500 |
| 83 | 28.2 | 0.2000 | 0.6667 | 0.3077 |
| 84 | 28.3 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |
| 85 | 29.1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 29.2 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| 87 | 29.3 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 88 | 30.1 | 1.0000 | 0.1667 | 0.2857 |
| 89 | 30.2 | 0.5714 | 0.6667 | 0.6154 |
| 90 | 30.3 | 0.4545 | 0.8333 | 0.5882 |

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 4

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | 1.0000 | 0.3333 | 0.5000 |
| 2 | 1.2 | 1.0000 | 0.6667 | 0.8000 |
| 3 | 1.3 | 1.0000 | 0.6667 | 0.8000 |
| 4 | 2.1 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 5 | 2.2 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 6 | 2.3 | 0.4444 | 0.8000 | 0.2000 |
| 7 | 3.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 8 | 3.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 9 | 3.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 10 | 4.1 | 0.6667 | 1.0000 | 0.8000 |
| 11 | 4.2 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 12 | 4.3 | 0.1333 | 1.0000 | 0.2353 |
| 13 | 5.1 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 14 | 5.2 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 15 | 5.3 | 0.0154 | 1.0000 | 0.0303 |
| 16 | 6.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 17 | 6.2 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 18 | 6.3 | 0.5000 | 1.0000 | 0.5000 |
| 19 | 7.1 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 20 | 7.2 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 21 | 7.3 | 0.3333 | 0.6000 | 0.4286 |
| 22 | 8.1 | 0.2222 | 0.4000 | 0.2857 |
| 23 | 8.2 | 0.1667 | 0.6000 | 0.2609 |
| 24 | 8.3 | 0.1667 | 0.6000 | 0.2609 |
| 25 | 9.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 26 | 9.2 | 0.2143 | 1.0000 | 0.3529 |

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 4 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 27 | 9.3 | 0.1667 | 1.0000 | 0.2857 |
| 28 | 10.1 | 0.2857 | 1.0000 | 0.4444 |
| 29 | 10.2 | 0.2857 | 1.0000 | 0.4444 |
| 30 | 10.3 | 0.2857 | 1.0000 | 0.4444 |
| 31 | 11.1 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 32 | 11.2 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 33 | 11.3 | 0.1500 | 0.7500 | 0.2500 |
| 34 | 12.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 35 | 12.2 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 36 | 12.3 | 0.1667 | 1.0000 | 0.2857 |
| 37 | 13.1 | 0.2000 | 1.0000 | 0.3333 |
| 38 | 13.2 | 0.0588 | 1.0000 | 0.1111 |
| 39 | 13.3 | 0.0588 | 1.0000 | 0.1111 |
| 40 | 14.1 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 41 | 14.2 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 42 | 14.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 43 | 15.1 | 0.0526 | 1.0000 | 0.1000 |
| 44 | 15.2 | 0.0500 | 1.0000 | 0.0952 |
| 45 | 15.3 | 0.0455 | 1.0000 | 0.0870 |
| 46 | 16.1 | 0.3333 | 1.0000 | 0.5000 |
| 47 | 16.2 | 0.0351 | 1.0000 | 0.0678 |
| 48 | 16.3 | 0.0351 | 1.0000 | 0.0678 |
| 49 | 17.1 | 1.0000 | 0.2500 | 0.4000 |
| 50 | 17.2 | 0.1429 | 0.5000 | 0.2222 |
| 51 | 17.3 | 0.1765 | 0.7500 | 0.2857 |
| 52 | 18.1 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |
| 53 | 18.2 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 4 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 54 | 18.3 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |
| 55 | 19.1 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 56 | 19.2 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 57 | 19.3 | 0.2000 | 0.7500 | 0.3158 |
| 58 | 20.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 59 | 20.2 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 60 | 20.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 61 | 21.1 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 62 | 21.2 | 0.3333 | 0.5000 | 0.4000 |
| 63 | 21.3 | 0.5000 | 1.0000 | 0.5000 |
| 64 | 22.1 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |
| 65 | 22.2 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |
| 66 | 22.3 | 0.0690 | 1.0000 | 0.1290 |
| 67 | 23.1 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 68 | 23.2 | 0.2222 | 0.8000 | 0.3478 |
| 69 | 23.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 70 | 24.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 71 | 24.2 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 72 | 24.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 73 | 25.1 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 74 | 25.2 | 0.0667 | 1.0000 | 0.1250 |
| 75 | 25.3 | 0.0154 | 1.0000 | 0.0303 |
| 76 | 26.1 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 77 | 26.2 | 0.4444 | 0.8000 | 0.5714 |
| 78 | 26.3 | 0.4444 | 0.8000 | 0.2000 |
| 79 | 27.1 | 0.2222 | 0.4000 | 0.2857 |
| 80 | 27.2 | 0.1667 | 0.6000 | 0.2609 |

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความแม่นยำ ค่าระลึก และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค จากข้อคำถามทั้งสิ้น 90 ข้อคำถาม ด้วยวิธีการค้นคืนแบบที่ 4 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ข้อคำถามที่ | ค่าความแม่นยำ | ค่าระลึก | ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค |
|---|---|---|---|---|
| 81 | 27.3 | 0.1667 | 0.6000 | 0.2609 |
| 82 | 28.1 | 0.2857 | 0.6667 | 0.4000 |
| 83 | 28.2 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 84 | 28.3 | 0.2500 | 1.0000 | 0.4000 |
| 85 | 29.1 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 86 | 29.2 | 0.5000 | 1.0000 | 0.6667 |
| 87 | 29.3 | 0.5000 | 1.0000 | 0.5000 |
| 88 | 30.1 | 0.5714 | 0.6667 | 0.6154 |
| 89 | 30.2 | 0.4615 | 1.0000 | 0.6316 |
| 90 | 30.3 | 0.4615 | 1.0000 | 0.6316 |

# ภาคผนวก ง
# สรุปสูตรที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์

**ตารางที่ ง.1 ตารางสรุปสูตรที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์**

| สูตรที่ | สูตร |
|---|---|
| 1. | $w_{ik} = tf_{ik} * idf_k$ |
| | เป็นสูตรสำหรับหาค่าน้ำหนักของคำแต่ละคำในแต่ละเอกสาร โดยใช้ค่าน้ำหนักของเอกสารแบบผกผัน (IDF) |
| 2. | $Recall = \frac{\lvert Ra \rvert}{\lvert R \rvert}$ |
| | สำหรับคำนวณหาค่าระลึก เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ |
| 3. | $Precision = \frac{\lvert Ra \rvert}{\lvert A \rvert}$ |
| | สำหรับคำนวณหาค่าความแม่นยำ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ |
| 4. | $F(j) = \frac{2}{\frac{1}{r(j)} + \frac{1}{P(j)}}$ |
| | เป็นสูตรคำนวณค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างค่าระลึกและค่าความแม่นยำ |
| 5. | $SIM(Q, DOC_i) = \frac{\sum_{k=1}^{N} (w_{q,k} \quad w_{i,k})}{\sqrt{\sum_{k=1}^{N} (w_{q,k})^2 \quad \sum_{k=1}^{N} (w_{i,k})^2}}$ |
| | สูตรคำนวณหาค่าความคล้ายระหว่างเอกสารยูสเคสกับข้อคำถาม |

# ภาคผนวก จ
# บทความวิชาการที่ตีพิมพ์

ผลงานวิชาการร่วมกับคณะผู้วิจัย เป็นบทความวิชาการระดับชาติ 1 บทความคือ

จ.1 บทความวิชาการเรื่อง "การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Use Case Description Storage and Retrieval for Software Product Line)" ซึ่งได้รับการคัดเลือกเพื่อนำเสนอและตีพิมพ์ในงาน "การประชุมวิชาการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในระดับชาติ ครั้งที่ 11 (The 11th National Computer Science and Engineering Conference: NCSEC2007)" ระหว่างวันที่ 19 – 21 พฤศจิกายน 2550 ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์คอนเวนชัน กรุงเทพฯ

# การจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

Use Case Description Storage and Retrieval for Software Product Line

**ฐิติวรรณ ศรีอุดร และ นครทิพย์ พร้อมพูล**
**ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
**อีเมล์**: *Thitiwan.S@Student.chula.ac.th* **และ** *nakornthip.s@chula.ac.th*

## บทคัดย่อ

ยูสเคส เป็นหนึ่งในแบบจำลองของยูเอ็มแอลที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เพื่อให้ผู้พัฒนาและผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจร่วมกันในการพัฒนาระบบให้ตรงกับความต้องการ การพัฒนาซอฟต์แวร์แต่ละระบบมีความเป็นไปได้ที่จะมีลักษณะหน้าที่การทำงานที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นจะเป็นการช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบของส่วนการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน งานวิจัยนี้เสนอการนำยูสเคสกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งนำเอาแนวคิดเชิงสายผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยหลักการตามกระบวนวิธีของพลัสที่มีการแบ่งประเภทยูสเคส เพื่อช่วยพิจารณาการนำยูสเคสกลับมาใช้ใหม่ให้ตรงตามความต้องการ พร้อมทั้งได้นำแนวคิดเรื่องการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการนำยูสเคสกลับมาใช้ได้สะดวกยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ** ยูเอ็มแอล สายผลิตภัณฑ์ พลัส การค้นคืนสารสนเทศ

## Abstract

Use case is the one diagram for all of UML diagramming techniques, it supports software development in analysis and design phase. Use case is used to enable agreement between developers and users. Software development in each system will possibility has the same function characters that resembles, thus in order to reduce the period of time and cost in development tasks. This paper presents an approach for the assisted reuse of use cases, which take idea from software product line. This paper uses PLUS method, a design method for software product line that describes how to define different kinds of use case, which assists us to define use cases meeting the requirements. Information retrieval is applied to our approach for capability expansion and lead to reuse conveniently.

Keywords: UML, Product Line, PLUS, Information Retrieval

## 1.บทนำ

องค์กรที่ต้องดูแลและพัฒนาซอฟต์แวร์มากกว่าหนึ่งผลิตภัณฑ์ ซอฟต์แวร์เหล่านั้นอาจมีคุณสมบัติหลายอย่างร่วมกัน จะทำอย่างไรที่จะสามารถสร้างซอฟต์แวร์ต่างๆ ออกสู่ตลาดได้อย่างรวดเร็ว ตรงความต้องการของตลาด ก่อให้เกิดมูลค่าทางธุรกิจขององค์กร และเป็นการสร้างโอกาสทางการแข่งขันทางธุรกิจขึ้น จึงทำให้เกิดแนวคิดในการสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line) คือ การนำความรู้ในระบบ (Domain Knowledge) มาบ่งชี้และแยกส่วนทั่วไป (Commonality) ซึ่งเป็นส่วนพื้นฐานของสายผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีในทุกผลิตภัณฑ์ และส่วนแปรผัน (Variability) เพื่อสร้างคุณลักษณะที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะในแต่ละผลิตภัณฑ์ แนวคิดดังกล่าวจะช่วยให้สามารถนำเอาส่วนทั่วไปกลับมาใช้ใหม่ในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนสายผลิตภัณฑ์เดียวกัน และสามารถ

เลือกใช้ส่วนแปรผันต่างๆ ที่มีอยู่มาเพิ่มเติมคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่างจากเดิม หรือเป็นการพัฒนาขีดความสามารถของผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้นด้วย ซึ่งสนับสนุนแนวคิดทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีประสิทธิภาพ ตรงความต้องการ เป็นไปตามแผนงานในระยะเวลาและงบประมาณที่วางไว้ และในส่วนของการบำรุงรักษาก็เป็นไปได้โดยง่ายทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดูแลอีกด้วย

โดยงานวิจัยนี้จะครอบคลุมแนวทางในการจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่ออกแบบตามหลักการพลัส(PLUS) เพื่อสามารถนำองค์ประกอบของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้ร่วมกันได้ในทุกๆ ผลิตภัณฑ์ เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและเพิ่มความรวดเร็วในการผลิตซอฟต์แวร์ออกสู่ตลาด ข้อดีที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและลดค่าใช้จ่ายในการดูแลดังที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับรายละเอียดส่วนต่อไปจะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามด้วยโครงสร้างและกิจกรรมของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ในหัวข้อที่ 3 ในหัวข้อที่ 4 จะกล่าวถึงกระบวนการวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอล สำหรับรูปแบบและรายละเอียดของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 5 ส่วนหัวข้อที่ 6 อธิบายหลักการการจัดเก็บ การค้นคืนที่ใช้ในงานวิจัยและวิธีการประเมินผลตามลำดับ หัวข้อที่ 7 กล่าวถึงกรณีตัวอย่าง และในส่วนสุดท้ายเป็นการสรุปผลการวิจัยและแนวทางดำเนินการในอนาคต

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

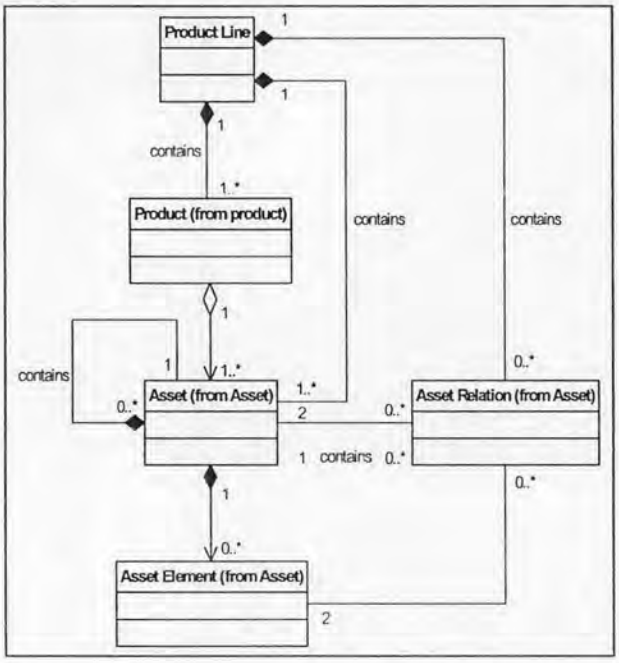
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คุณอัคเดช[11] ได้นำเสนอวิธีการนำยูสเคสกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นระบบการจัดเก็บและค้นคืนยูสเคสโดยพิจารณาจากความคล้ายกันของเอกสารคำอธิบายยูสเคสกับชุดข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้งาน โดยการค้นคืนจะมีลักษณะที่เป็นทั้งแบบโครงสร้างและใช้คำสำคัญ นอกจากนี้ยังสามารถให้ผู้ใช้กำหนดค่าน้ำหนักเพื่อให้ความสำคัญในแต่ละส่วนของยูสเคสที่แตกต่างกัน ตามความสำคัญที่ผู้ใช้ต้องการได้

อีกหนึ่งงานที่เกี่ยวข้อง เป็นงานของคุณสุดาทิพย์[10] ได้นำเสนอวิธีการนำยูสเคสกลับมาใช้ใหม่เช่นกัน โดยได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมในการใช้วิธีจัดกลุ่มเอกสาร (Document Clustering) ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้ระบบการค้นคืนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับแต่ละกลุ่มของเอกสาร แทนที่จะเปรียบเทียบทีละเอกสาร และงานวิจัยนี้ยังมีการใช้วิธีการป้อนกลับของผู้ใช้ )User Feedback( เพื่อคำนวณข้อคำถามใหม่ที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากทั้งสองงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ได้นำเสนอเฉพาะการจัดเก็บและค้นคืนยูสเคสเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งในแต่ละยูสเคสไม่ได้มีการระบุคุณลักษณะที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงจะเพิ่มเติมงานในการระบุคุณลักษณะในแต่ละยูสเคสให้เป็นยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาในแต่ละยูสเคส ที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในส่วนงานวิจัยของ A. Fantechi และคณะ[2] ได้นำเสนอวิธีการในการดึงข้อมูลและวางข้อกำหนดในการสร้างยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จากเอกสารของระบบเช่น ข้อกำหนดความต้องการ (Requirement Specification) คู่มือผู้ใช้ (User Manual) หรือเอกสารการออกแบบ (Design Document) ซึ่งเป็นไปได้ว่าการนำเอกสารที่ไม่ใช่เอกสารคำอธิบายยูสเคสโดยตรงมาสร้างยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ อาจทำให้เกิดความไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามรายละเอียดของระบบ งานวิจัยนี้จึงนำเอาเอกสารคำอธิบายยูสเคสมาสร้างยูสเคสสำหรับสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยตรง เพื่อให้ได้ความครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

## 3. สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line)

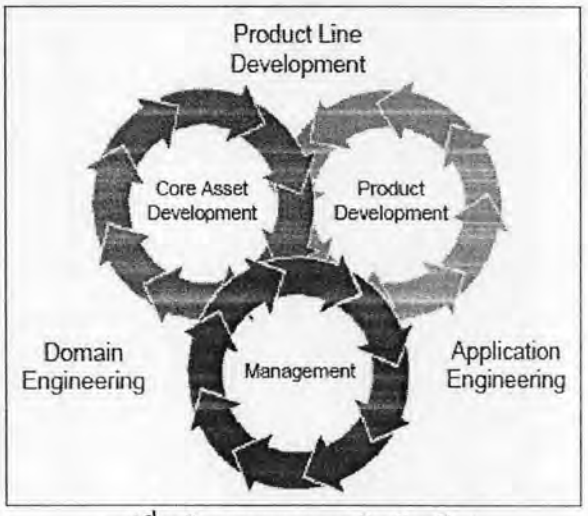
จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้ได้อ้างถึงในเรื่องสายผลิตภัณฑ์(Product line) ดังนั้นรายละเอียดส่วนนี้ จะแสดงโครงสร้างของสายผลิตภัณฑ์ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสายผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยเสริมความเข้าใจในเรื่องสายผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นหัวใจหลักในงานวิจัยนี้ โดยรายละเอียดของโครงสร้างสายผลิตภัณฑ์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1




**รูปที่** 1 แบบจำลองสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [8]

สายผลิตภัณฑ์จะประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์หลายๆ รุ่น โดยแต่ละผลิตภัณฑ์จะถูกสร้างขึ้นจากสินทรัพย์ (Asset) ที่ได้รับการวางแผน ออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานร่วมกันในหลายๆ ผลิตภัณฑ์ ภายในสินทรัพย์จะประกอบไปด้วยหน่วยย่อยสินทรัพย์ (Asset Element) ที่เป็นรายละเอียดเฉพาะของแต่ละสินทรัพย์ เช่น รหัสโปรแกรม คอมโพเนนท์ เอกสารการออกแบบ เป็นต้น

Clement และ Northop [4] ได้อธิบายว่ากระบวนการพัฒนาสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก คือ การพัฒนาสินทรัพย์หลัก (Core Asset Development) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) และการจัดการ (Management) ดังรูปที่ 2 การพัฒนาสินทรัพย์หลักและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นได้สองทาง กล่าวคือ เราสามารถสร้างซอฟต์แวร์จากสินทรัพย์หลักที่มีอยู่ หรือสามารถดึงเอาสินทรัพย์หลักออกมาจากผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาไปแล้ว การพัฒนาสินทรัพย์หลักมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าวิศวกรรมโดเมน ส่วนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าวิศวกรรมแอพพลิเคชัน ส่วนการจัดการเป็นกิจกรรมที่มีบทบาทสำคัญ เพื่อช่วยให้ทั้งสองกิจกรรมที่กล่าวข้างต้นดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเอากระบวนวิธีที่มีชื่อเรียกว่าพลัส รวมถึงหลักการค้นคืนสารสนเทศเข้ามาช่วยในส่วนของกิจกรรมการจัดการ เพื่อกำหนดแนวทาง ขั้นตอนการทำงาน ทั้งยังสามารถค้นคืนสินทรัพย์ได้อย่างเป็นระบบ และตอบสนองการใช้งาน ให้เป็นไปตามเป้าหมายของการนำสินทรัพย์ที่มีอยู่กลับมาใช้ใหม่ได้สะดวกยิ่งขึ้น

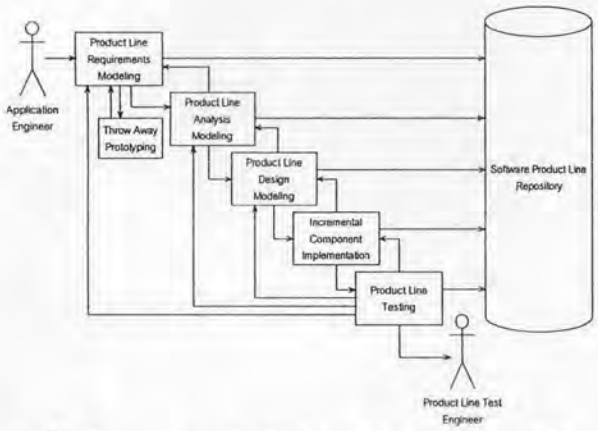



**รูปที่** 2 กิจกรรมของสายผลิตภัณฑ์ [7]

## 4.วิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัส (Product Line UML-Based Software Engineering: PLUS)

จากที่กล่าวมาในส่วนของกิจกรรมการจัดการของสายผลิตภัณฑ์จะใช้กระบวนวิธีที่เรียกว่าพลัส [6] เป็นหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ว่าด้วยกระบวนการในการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดย

ใช้ยูเอ็มแอล (UML) เป็นภาษาในการอธิบาย ขั้นตอนทางวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3 โดยมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้




**รูปที่ 3** วิศกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอล [6]

**4.1 การสร้างแบบจำลองความต้องการสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์** (Software Product Line Requirements Modeling)

เป็นขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองยูสเคส (Use Case Model) และสร้างแบบจำลองคุณลักษณะ (Feature Modeling) ซึ่งเป็นแบบจำลองใหม่ที่เพิ่มขึ้นมาจากมาตรฐานยูเอ็มแอล แบบจำลองทั้งสองใช้ในการอธิบายความต้องการและคุณลักษณะของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ กำหนดว่าคุณลักษณะใดเป็นคุณสมบัติหลัก (Kernel Feature) ที่ต้องมีในทุกผลิตภัณฑ์ หรือเป็นคุณสมบัติเลือกได้ (Optional Feature) ที่สามารถเลือกใช้ในบางผลิตภัณฑ์ หรือเป็นคุณสมบัติทางเลือก (Alternative Feature) ที่สามารถเลือกคุณลักษณะใดๆ มาจากกลุ่มของคุณลักษณะที่มีอยู่ ซึ่งงานวิจัยจะอยู่ในขั้นตอนนี้เท่านั้น

**4.2 การสร้างแบบจำลองวิเคราะห์สายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์** (Software Product Line Analysis Modeling)

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเชิงสถิต (Static Model) ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของคลาสต่างๆ ในรูปแบบของแผนภาพคลาสมีการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เพิ่มเติมขึ้นเช่นเดียวกับการสร้างแบบจำลองความต้องการสายผลิตภัณฑ์

**4.3 การสร้างแบบจำลองออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์** (Software Product Line Design Modeling)

การออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์เป็นการออกแบบโดยใช้สถาปัตยกรรมเชิงคอมโพเนนท์ (Component Based Architecture) โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้สร้างเป็นโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Architecture)

**4.4 การเขียนโปรแกรมและการทดสอบคอมโพเนนท์ส่วนเพิ่ม** (Incremental Component Implementation)

เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงคอมโพเนนท์ (Component Based Software Development) โดยอ้างอิงตามแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

**4.5 การทดสอบสายผลิตภัณฑ์** (Product Line Testing)

การทดสอบใช้หลักการในการทดสอบระดับหน่วย (Unit Testing) เพื่อให้มั่นใจว่าสินทรัพย์แต่ละตัวสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง การทดสอบเบ็ดเสร็จ (Integration Testing) เพื่อทดสอบว่าเมื่อนำสินทรัพย์มาประกอบกัน ซอฟต์แวร์จะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และการทดสอบเชิงฟังก์ชัน (Functional Testing) เพื่อทดสอบว่าซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้ตามความต้องการหรือคุณสมบัติที่ได้วางแผนไว้

## 5.ยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software Product Line Use Case)

ในการสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์โดยวิธีพลัสประกอบด้วยขั้นตอนที่ครอบคลุมทุกกระบวนการ นับตั้งแต่การกำหนดความต้องการ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และทดสอบสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ สำหรับงานวิจัยนี้จะอยู่ในส่วนขั้นตอนการกำหนดความต้องการสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการกำหนดทิศทาง รูปแบบของสายผลิตภัณฑ์ และเป็นขั้นตอน

ที่เหมาะต่อการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

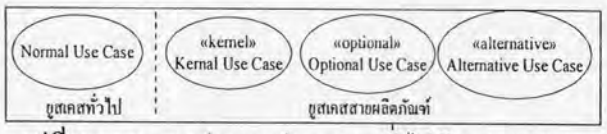
ตามกระบวนการพลัส แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงความต้องการของสายผลิตภัณฑ์ ซึ่งใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ของสายผลิตภัณฑ์กับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับระบบ แต่ยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์จะมีลักษณะที่แตกต่างการยูสเคสทั่วไปตรงที่ต้องคำนึงถึงลักษณะทั่วไปและลักษณะแปรผันของระบบ ดังนั้นจึงมีการแบ่งยูสเคสออกเป็นประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ยูสเคสเคอร์เนล (Kernel Use Case) เป็นยูสเคสที่ทุกผลิตภัณฑ์ในสายผลิตภัณฑ์ต้องมี

2) ยูสเคสเลือกได้ (Optional Use Case) เป็นยูสเคสที่สามารถเลือกที่จะนำมาใช้หรือไม่นำมาใช้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นๆ

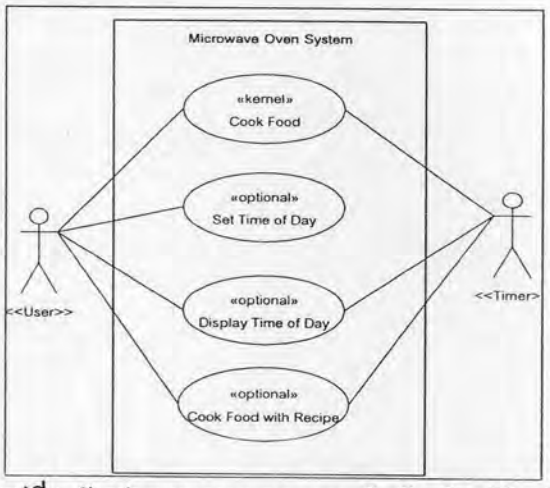
3) ยูสเคสทางเลือก (Alternative Use Case) เป็นยูสเคสที่สามารถเลือกใช้ตัวใดตัวหนึ่งจากกลุ่มของยูสเคสที่มี

ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดสเตอริโอไทป์(Stereo Type) ให้กับยูสเคสสายผลิตภัณฑ์เพื่อบอกประเภทได้แก่ <<kernel>>,<<optional>> และ<<alternative>> ดังรูปที่4




**รูปที่** 4 ความแตกต่างระหว่างยูสเคสทั่วไปกับยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟตแวร์

ตัวอย่างแผนภาพยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นตัวอย่างระบบเตาไมโครเวฟ เตาไมโครเวฟทุกรุ่นจะต้องความสามารถในการทำอาหาร (Cook Food Use Case) เป็นยูสเคสหลัก และมีความสามารถที่เป็นทางเลือกให้ 3 รายการคือ ส่วนกำหนดเวลา (Set Time of Day Use Case),แสดงเวลา (Display Time of Day Use Case) และทำอาหารตามสูตร (Cook Food with Recipe Use Case) เป็นยูสเคสเลือกได้ ดังนั้นในการผลิตเตาไมโครเวฟจะประกอบด้วยยูสเคสหลักและยูสเคสที่จะเลือกใช้หรือไม่เลือก ตามที่มีอยู่




**รูปที่** 5 ตัวอย่างแผนภาพยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ [4]

ยูสเคสแต่ละยูสเคสสามารถระบุรายละเอียด และขั้นตอนการทำงานด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคส (Use Case Description) โดยรูปแบบเอกสารคำอธิบายยูสเคสสรุปเป็นโครงสร้างเอกสารได้ดังรูปที่ 6.1 และ 6.2

| Software Product Line Use Case Description(Part1) | | |
|---|---|---|
| Use Case Name | | |
| Reuse Category | | |
| Summary | | |
| Actor | Primary Actor | |
| | Secondary Actor | |
| Dependency | Use | |
| | Extend | |
| Precondition | | |
| Description | 1. | |
| | 2. | |
| | 3. | |
| Alternative | 1. | |
| | 2. | |
| | 3. | |
| Post Condition | | |

**รูปที่** 6.1 โครงสร้างเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

| Variation Point(Part2) | |
|---|---|
| Name | |
| Type of Functionality | |
| Line Numbers | |
| Description of Functionality | |

**รูปที่** 6.2 โครงสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

ซึ่งส่วนประกอบคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ตามรูปที่ 6.1 มีรายละเอียดดังนี้

1) ชื่อยูสเคส (Use Case Name) เป็นชื่อเรียกยูสเคส โดยยูสเคสแต่ละยูสเคสจะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน

2) ประเภทการนำกลับมาใช้ (Reuse Category) เป็นตัวบ่งบอกประเภทของยูสเคสว่าเป็นแบบเคอร์เนล เลือกใช้ หรือทางเลือก

3) ข้อสรุป (Summary) แสดงคำอธิบายโดยย่อของยูสเคส

4) ผู้กระทำ (Actor) แสดงรายชื่อผู้กระทำของยูสเคสในรูปแบบของผู้กระทำปฐมภูมิ (Primary Actor) หรือผู้กระทำทุติยภูมิ (Secondary Actor)

5) การขึ้นต่อกัน (Dependency) แสดงความสัมพันธ์กับยูสเคสอื่นๆ ในแบบการใช้ (Use) หรือการขยาย (Extend)

6) เงื่อนไขก่อน (Precondition) แสดงข้อกำหนดหรือเงื่อนไขที่ต้องมีหรือต้องเกิดขึ้นก่อนเริ่มยูสเคส

7) คำอธิบาย (Description) แสดงขั้นตอนการทำงานปรกติของยูสเคส

8) ทางเลือก (Alternative) แสดงขั้นตอนอื่นๆ ที่อาจเกิดในยูสเคสในกรณีที่เงื่อนไขการทำงานไม่ตรงกับการทำงานปรกติของยูสเคส

9) เงื่อนไขสิ้นสุด (Post Condition) เป็นสถานะหรือเงื่อนไขที่จะเกิดขึ้นเมื่อยูสเคสทำสำเร็จ

ส่วนแปรผัน (Variation Point) เป็นคำอธิบายคุณสมบัติของระบบที่สามารถเลือกใช้ เพื่อให้เกิดลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ส่วนแปรผันจะมีลักษณะคล้ายเป็นยูสเคสย่อยของยูสเคสหลัก โดยจะแทรกอยู่ในแต่ละขั้นตอนการทำงานภายในคำอธิบาย (ข้อ 7 ของคำอธิบายยูสเคสข้างต้น) ในหนึ่งยูสเคสอาจประกอบด้วยส่วนแปรผันมากกว่าหนึ่งส่วน ซึ่งส่วนแปรผันจะเป็นรายละเอียดสำคัญของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ที่จะนำไปสร้างเป็นคุณลักษณะของสายผลิตภัณฑ์ต่อไป ส่วนประกอบของโครงสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ตามรูปที่ 6.2 มีรายละเอียดดังนี้

1) ชื่อ (Name) เป็นชื่อเรียกส่วนแปรผัน ชื่อดังกล่าวจะใช้เป็นชื่อคุณสมบัติของระบบ

2) ประเภทของการทำงาน (Type of Functionality) เป็นตัวบ่งบอกประเภทของส่วนแปรผันซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทางเลือกจำเป็น (Mandatory Alternative) และแบบเลือกได้ แบบทางเลือกจำเป็นเป็นส่วนแปรผันที่ต้องเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งภายในทางเลือกที่กำหนด ส่วนแบบเลือกได้เป็นส่วนแปรผันที่สามารถที่จะเลือกหรือไม่ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ที่ต้องการ

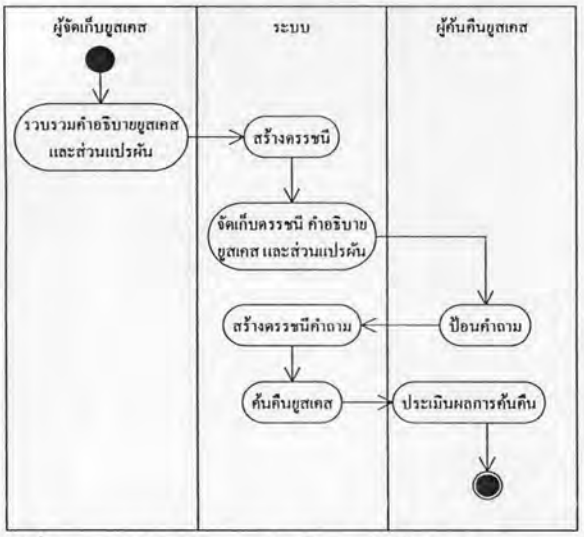
3) หมายเลขบรรทัด (Line numbers) เป็นตัวบ่งบอกว่าส่วนแปรผันเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดในเอกสารคำอธิบายยูสเคส

4) คำอธิบายการทำงาน (Description of Functionality) เป็นคำอธิบายขั้นตอนการทำงานของส่วนแปรผัน

## 6. วิธีจัดเก็บและค้นคืนเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

การค้นคืนสารสนเทศ [5] เป็นกระบวนการที่ว่าด้วยเรื่องการรวบรวม จัดเก็บ และเข้าถึงข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นคืนเอกสารได้ตรงกับความต้องการมากที่สุด ในการค้นคืนเอกสารเมื่อผู้ใช้ทำการป้อนข้อคำถาม ซึ่งเป็นตัวแทนความต้องการของผู้ใช้ จะมีการคำนวณค่าความคล้ายกัน (Similarity) ระหว่างข้อคำถามและดรรชนีของเอกสารที่จัดเก็บ มักจะอยู่ในรูปแฟ้มผกผัน (Inverted File) ที่ประกอบด้วยเซตของคำที่ปรากฏในแต่ละเอกสาร เพื่อให้ได้เอกสารที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยงานวิจัยนี้จะ

นำเสนอวิธีการจัดเก็บและค้นคืนเอกสารคำอธิบายยูสเคสของสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 7




**รูปที่ 7** แผนภาพกิจกรรมการจัดเก็บและค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

### 6.1 การจัดเก็บคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

ในการจัดเก็บเอกสารเพื่อช่วยให้การค้นคืนมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนในการวิเคราะห์คำ )Lexical Analysis( หาสต็อปเวิร์ด )Stop Words( หารากศัพท์ )Stemming( และขั้นตอนสำคัญที่มีผลโดยตรงในการค้นคืนเอกสารคือ การสร้างดรรชนีเป็นขั้นตอนในการเลือกคำสำคัญที่สามารถระบุถึงตัวเอกสาร และเพื่อแสดงถึงความสำคัญของดรรชนีตัวนั้นๆ จะมีการคำนวณน้ำหนักดรรชนีดังสมการนี้

$$W_{ik} = \frac{Freq_{ik}}{TotFreq_k} \qquad (1)$$

เมื่อ $W_{ik}$ แทน น้ำหนักของดรรชนี $k$ ในเอกสาร $i$

$Freq_{ik}$ แทน ความถี่ของดรรชนี $k$ ที่ปรากฏทั้งหมดในเอกสาร $i$

$TotFreq_k$ แทน ความถี่ของดรรชนี $k$ ที่ปรากฏในเอกสารทั้งหมดในฐานข้อมูล

### 6.2 การค้นคืนคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์

เป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถป้อนข้อคำถาม(Query) เพื่อค้นคืนเอกสาร ที่สามารถค้นคืนได้ทั้งในส่วนของเอกสารคำอธิบายยูสเคสหรือเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผัน เอกสารคำอธิบายยูสเคสสามารถเลือกระบุคำสำคัญในส่วนของ ชื่อยูสเคส ประเภทการนำกลับมาใช้ ข้อสรุป ตลอดไปจนถึงเงื่อนไขสิ้นสุดได้ เช่นเดียวกันในเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันสามารถเลือกระบุคำสำคัญในส่วนของชื่อ ประเภทของการทำงาน คำอธิบายการทำงานได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถระบุในส่วนของยูสเคสที่ตรงความต้องการมากขึ้น

สำหรับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาตามลักษณะข้างต้นสามารถนำไปคำนวณหาค่าความคล้ายกันระหว่างเอกสารกับข้อคำถามของผู้ใช้ โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$SIM(Q, DOC_i) = \frac{\sum_{k=1}^{N} (w_{q,k} \cdot w_{i,k})}{\sqrt{\sum_{k=1}^{N} (w_{q,k})^2 \cdot \sum_{k=1}^{N} (w_{i,k})^2}} \qquad (2)$$

เมื่อ $SIM(Q, DOC_i)$ แทน ค่าคะแนนความคล้ายกันของข้อคำถาม $Q$ และเอกสาร $DOC_i$

$w_{i,k}$ แทน ค่าน้ำหนักของดรรชนีที่ $k$ ในเอกสารที่ $i$

$w_{q,k}$ แทน ค่าน้ำหนักของดรรชนีที่ $k$ ในข้อคำถาม

$N$ แทน จำนวนเอกสารทั้งหมด

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการคำนวณแล้ว จะทำการจัดเรียงผลที่ได้ตามลำดับค่าคะแนนความคล้ายกัน จากนั้นทำการแสดงผลของการค้นคืนที่ได้ต่อผู้ใช้ในลำดับต่อไป

### 6.3 การประเมินผลการค้นคืน

ภายหลังจากทำการค้นคืน จะคำนวณค่าความแม่นยำ และค่าระลึก เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการค้นคืนของระบบ ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ได้มากน้อยเพียงใด สามารถคำนวณค่าความแม่นยำ และค่าระลึกได้ดังนี้

$$\text{ค่าความแม่นยำ } (\text{precision}) = \frac{|Ra|}{|A|} \qquad (3)$$

เมื่อ $|Ra|$ แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องและค้นคืนออกมาได้

$|A|$ แทน จำนวนเอกสารที่ถูกค้นคืนทั้งหมด

ค่าระลึก $(\text{recall}) = \frac{|Ra|}{|R|}$ (4)

เมื่อ $|Ra|$ แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องและค้นคืนออกมาได้

$|R|$ แทน จำนวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในฐานข้อมูล

ในการคำนวณค่าความแม่นยำและค่าระลึก หากค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 ถ้าค่าที่ได้เป็น 0 หมายถึงเอกสารที่ค้นคืนได้ไม่ตรงกับความต้องการ หากมีค่าเป็น 1 หมายถึงเอกสารที่ค้นคืนได้ทั้งหมดตรงกับความต้องการ นอกจากการประเมินด้วย 2 มาตรวัดที่กล่าวมาแล้ว ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคก็เป็นอีกหนึ่งมาตรวัดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพอีกด้วย การคำนวณค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคได้จากสมการต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค $F(j) = \frac{2}{\frac{1}{r(j)} + \frac{1}{P(j)}}$ (5)

เมื่อ $F(j)$ แทนค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิคของ $r(j)$ และ $P(j)$

$r(j)$ แทน ค่าระลึกของเอกสารลำดับที่ $j$

$P(j)$ แทน ค่าความแม่นยำของเอกสารลำดับที่ $j$

$j$ แทน เอกสารลำดับที่ $j$

## 7. กรณีตัวอย่าง

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอตัวอย่างการค้นคืน และการคำนวณน้ำหนักดรรชนีจนถึงการคำนวณค่าความคล้ายกันระหว่างเอกสารกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ ซึ่งจะสมมติกรณีตัวอย่างขึ้น ดังนี้

**กรณีที่** 1 เอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไป

- สมมติระบบประกอบด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไปทั้งสิ้น 4 เอกสาร($UC_1$, $UC_2$, $UC_3$ และ $UC_4$)
- สมมติข้อมูลจำนวนความถี่ของดรรชนี($T_1$, $T_2$, $T_3$ และ $T_4$) ที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไปโดยกำหนดได้ดังตารางที่1

**ตารางที่1** จำนวนความถี่ของดรรชนีที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไป

| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $UC_1$ | 16 | 4 | 4 | 0 |
| $UC_2$ | 1 | 2 | 4 | 1 |
| $UC_3$ | 1 | 1 | 6 | 2 |
| $UC_4$ | 14 | 3 | 7 | 0 |
| TFreq | 32 | 10 | 21 | 3 |

โดยให้ TFreq เป็นเป็นค่าผลรวมของความถี่ในแต่ละดรรชนีที่ปรากฏในแต่ละเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไป ซึ่งจะนำมาคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละดรรชนีตามสมการที่ 1 จะได้ผลตามตารางที่ 2

**ตารางที่2** คำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละดรรชนี

| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $UC_1$ | 16/32 | 4/10 | 4/21 | 0/3 |
| $UC_2$ | 1/32 | 2/10 | 4/21 | 1/3 |
| $UC_3$ | 1/32 | 1/10 | 6/21 | 2/3 |
| $UC_4$ | 14/32 | 3/10 | 7/21 | 0/3 |

**กรณีที่** 2 เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์

- สมมติในระบบเดียวกันกับกรณีที่ 1 ประกอบด้วยเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ (ซึ่งนำเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไปในกรณีที่ 1 มาเพิ่มในส่วนของประเภทการนำกลับมาใช้)
- ในแต่ละเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์สามารถนำมาแยกส่วนแปรผันได้ดังตารางที่ 3

**ตารางที่** 3 แสดงรายละเอียดของเอกสารในกรณีที่ 2

| ตัวแปร | รายละเอียด |
|---|---|
| $UC_1$ | เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเป็น <<kernel>> |
| $VP_{1.1}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันตัวแรกที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<Mandatory Alternative>> |
| $VP_{1.2}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันตัวที่สองที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<Mandatory Alternative>> |
| $VP_{1.3}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันตัวที่สองที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |
| $VP_{1.4}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันตัวที่สองที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |
| $UC_2$ | เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |
| $VP_{2.1}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<Mandatory Alternative>> |
| $UC_3$ | เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |
| $VP_{3.1}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<Mandatory Alternative>> |
| $UC_4$ | เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |
| $VP_{4.1}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<Mandatory Alternative>> |
| $VP_{4.2}$ | เอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันตัวที่สองที่อยู่ใน UC, และมีคุณลักษณะเป็น <<optional>> |

**ตารางที่4** จำนวนความถี่ของดรรชนีที่ปรากฏในเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์

| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ | $T_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $VP_{1.1}$ | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| $VP_{1.2}$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $VP_{1.3}$ | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| $VP_{1.4}$ | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $VP_{2.1}$ | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| $VP_{3.1}$ | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 |
| $VP_{4.1}$ | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| $VP_{4.2}$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TFVP | 9 | - | 7 | 8 | 3 | 2 |
| TF | 41 | 10 | 28 | 11 | 3 | 2 |

โดยให้ TF เป็นค่าผลรวมทั้งหมดของความถี่ที่ปรากฏทั้งในส่วนยูสเคสและส่วนแปรผัน และให้ TFVP เป็นค่าผลรวมของความถี่ในแต่ละดรรชนีที่ปรากฏในแต่ละเอกสารคำอธิบายส่วนแปรผันของยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ และ ซึ่งจะนำมาคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละดรรชนีตามสมการที่ 1 จะได้ผลตามตารางที่ 5

**ตารางที่5** คำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละดรรชนี

| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ | $T_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $VP_{1.1}$ | 0/9 | 0 | 2/7 | 0/8 | 0/3 | 1/2 |
| $VP_{1.2}$ | 1/9 | 0 | 0/7 | 0/8 | 0/3 | 0/2 |
| $VP_{1.3}$ | 3/9 | 0 | 0/7 | 0/8 | 3/3 | 0/2 |
| $VP_{1.4}$ | 2/9 | 0 | 0/7 | 0/8 | 0/3 | 0/2 |
| $VP_{2.1}$ | 0/9 | 0 | 1/7 | 4/8 | 0/3 | 0/2 |
| $VP_{3.1}$ | 0/9 | 0 | 2/7 | 4/8 | 0/3 | 0/2 |
| $VP_{4.1}$ | 2/9 | 0 | 2/7 | 0/8 | 0/3 | 1/2 |
| $VP_{4.2}$ | 1/9 | 0 | 0/7 | 0/8 | 0/3 | 0/2 |

- จากทั้ง 2 กรณีจะเห็นได้ว่าเมื่อนำเอกสารคำอธิบายยูสเคสทั่วไปมาแยกส่วนแปรผันของยูสเคสออก ทำให้ได้ในส่วนของดรรชนี $T_5$ และ $T_6$ เพิ่มขึ้นมาด้วย
- สมมติข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา(Q) ประกอบด้วยดรรชนี $T_2$, $T_3$, $T_5$ และ $T_6$ ซึ่งนำมาคำนวณค่าความคล้ายกันระหว่างเอกสารกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา (Q) ตามสมการที่ 2 โดยสามารถคำนวณตามกรณีที่ 1 และ 2 ได้ดังตารางที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ

**ตารางที่** 6.1 คำนวณค่าความคล้ายกันระหว่างเอกสารกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาในกรณีที่ 1

| SIM | $Q(T_2,T_3,T_5,T_6)$ |
|---|---|
| $UC_1$ | 0.639039 |
| $UC_2$ | 0.697486 |
| $UC_3$ | 0.664534 |
| $UC_4$ | 0.704203 |

**ตารางที่** 6.2 คำนวณค่าความคล้ายกันระหว่างเอกสารกับข้อคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาในกรณีที่ 2

| SIM | $Q(T_2,T_3,T_5,T_6)$ |
|---|---|
| $UCPL_1$ | 0.794794 |
| $VP_{1.1}$ | 0.565685 |
| $VP_{1.2}$ | |
| $VP_{1.3}$ | |
| $VP_{1.4}$ | |
| $UCPL_2$ | |
| $VP_{2.1}$ | |
| $UCPL_3$ | |
| $VP_{3.1}$ | |
| $UCPL_4$ | |
| $VP_{4.1}$ | |
| $VP_{4.2}$ | |

## 8. สรุปผลงานวิจัยและแนวทางดำเนินการในอนาคต

งานวิจัยนี้นำเสนอการจัดเก็บและค้นคืนเอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนจะได้เอกสารคำอธิบายยูสเคสสายผลิตภัณฑ์ตามที่ผู้ใช้ป้อนข้อคำถามเข้าไป ซึ่งแตกต่างจากการค้นคืนเอกสารคำอธิบายยูสเคสปกติคือ มีการกำหนดในส่วนคุณลักษณะของยูสเคสเพิ่มเติม ให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาในการที่จะนำยูสเคส กลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงความต้องการมากยิ่งขึ้น ซึ่งในส่วนของการระบุคุณลักษณะที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ตามกระบวนการทางวิศวกรรมสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์บนพื้นฐานยูเอ็มแอลหรือพลัสนั้นเป็นหลักการที่ครอบคลุมกระบวนการในการสร้างสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ครบถ้วนตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบ พัฒนา ไปจนถึงการทดสอบ ทำให้สามารถนำผลการของงานวิจัยนี้ไปพัฒนาเพิ่มเติมขั้นตอนสายผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่เหลือต่อไปได้ สำหรับส่วนที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคตของงานวิจัยนี้ จะเป็นส่วนในการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยผู้ใช้ในการค้นคืนเอกสารคำอธิบายยูสเคสให้สะดวกยิ่งขึ้น

## 9. บรรณานุกรม


[1] A. Bertolino, A. Fantechi, S. Gnesi, G. Lami , A. Maccari, *Use Case Description of Requirements for Product Lines.*

[2] A. Fantechi, S. Gnesi, I. John, G.Lami, J.Dorr, *Elicitation of Use Case for Product Lines.*

[3] Bae-Yates, R. and Berthier Ribiero-Neto(1999), *Modern Information Retrieval*, Addison Wesley.

[4] Clement P, Northop L., *Software Product Lines: Practices and Patterns*, Boston, MA: Addison Wesley Longman Inc., 2001.

[5] Gerard Salton, M.j. McGill, *Introduction to Modern Information Retrieval*, McGraw-Hill, New York, 1983.

[6] Hasson Gomma, Designing Software Product Line with UML,Addison-Wesley, 2004.

[7] Magnus Eriksson, *An Approach to Software Product Line Use Case Modeling.*

[8] Roland Laque, *Concept for a Product Line Knowledge Base & Variability.*

[9] William B. Franks, Kyo Kang, *Software Reuse Research: Status and Future*, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 31 No 7, 2005.

[10] สุดาทิพย์ สุขสอาด ,*การค้นคืนยูสเคสด้วยการจำแนกประเภทยูสเคสและการค้นคืนย้อนกลับจากผู้ใช้*, ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์, Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2006.

[11] Akadej Udomchaiporn, Nakhonthip Prompoon, and Pizzanu Kanongchaiyos, "Software Requirements Retrieval using Use Case Terms and Structure Similarity", In Proceedings of the 13th Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC06), 2006.

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐิติวรรณ ศรีอุดร เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย