การทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์

นางสาววันทนา อารีประยูรกิจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VERIFYING INTERFACE COMPATIBILITY OF COMPONENTS FOR PRODUCT INTEGRATION

Miss Wantana Areeprayolkij

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Software Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
โดย	นางสาววันทนา อารีประยูรกิจ
สาขาวิชา	วิศวกรรมซอฟต์แวร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. ดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ดร. ดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันทนา อารีประยูรกิจ : การทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์. (VERIFYING INTERFACE COMPATIBILITY OF COMPONENTS FOR PRODUCT INTEGRATION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ดร.ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ดร. ดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์, 92 หน้า.

แนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงส่วนประกอบเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การออกแบบระบบส่วนย่อยที่ไม่ได้คำนึงถึงความสามารถในการทำงานร่วมกันและการนำกลับมาใช้ใหม่ สามารถเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาต่อเนื่องถึงกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ กรณีที่แย่ที่สุด สาเหตุดังกล่าวอาจจะส่งผลให้โครงการเกิดความล้มเหลวขึ้นได้ ในส่วนของบททบทวนวรรณกรรมได้มีผู้เสนอแนะถึงกิจกรรมในการทวนสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการจัดการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานว่าเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จของกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับความสมบูรณ์ครบถ้วนและสภาพความเข้ากันได้ นอกจากนี้ระบบการจัดการคำอธิบายส่วนต่อประสาน หรือไอดีเอ็มเอส ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานในกิจกรรมการตรวจสอบส่วนต่อประสานได้อย่างง่ายและรวดเร็วขึ้น โดยมีภาพแผนส่วนประกอบยูเอ็มแอลเป็นข้อมูลนำเข้า การทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานบรรลุผลได้โดยใช้วิธีการท่องกราฟส่วนประกอบพึ่งพาที่เรียกว่า กราฟความเข้ากันได้ของส่วนประกอบ หรือซีซีจี ซีซีจี คือ กราฟแสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ ซึ่งแต่ละส่วนประกอบถูกแทนด้วยบัพ และแต่ละความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่มีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันถูกแทนด้วยเส้นเชื่อมภายในกราฟ กรณีศึกษาจำนวน 3 กรณีถูกนำมาใช้สำหรับการทดสอบและการประเมินผลเชิงจิตวิสัยในแง่ของความถูกต้องและการนำมาใช้งานของระบบไอดีเอ็มเอส

ภาควิชา:....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา:...วิศวกรรมซอฟต์แวร์..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา:.....2553..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5170455921 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: COMPONENT / INTERFACE COMPATIBILITY / PRODUCT INTEGRATION

WANTANA AREEPRAYOLKIJ : VERIFYING INTERFACE COMPATIBILITY OF COMPONENTS FOR PRODUCT INTEGRATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. YACHAI LIMPIYAKORN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : DUANGRAT GANSAWAT, Ph.D., 92 pp.

The growing approach of Component-Based software Development has had a great impact on today system architectural design. However, the design of subsystems that lacks interoperability and reusability can cause problems during product integration. At worst, this may result in project failure. In literature, it is suggested that the verification of interface descriptions and management of interface changes are essential factors to the success of product integration process. This research thus presents an automation approach to facilitate reviewing component interfaces for completeness and compatibility. The Interface Descriptions Management System (IDMS) has been implemented to ease and fasten the interface review activities using Unified Modeling Language (UML) component diagrams as input. The method of verifying interface compatibility is accomplished by traversing the component dependency graph called Component Compatibility Graph (CCG). CCG is the visualization of which each node represents a component, and each edge represents communications between associated components. Three case studies were studied to subjectively evaluate the correctness
and usefulness of IDMS.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : ....Computer Engineering...	Student's Signature.....
Field of Study : ..Software Engineering....	Advisor's Signature.....
Academic Year : .....2010.....	Co-Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้เลยหากปราศจากความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร. ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่เคารพรัก ซึ่งนอกจากท่านจะได้ให้ความกรุณาในการประสิทธิ์ประสาทความรู้ การแนะนำแนวทางการวิจัย และการสนับสนุนในด้านต่างๆ จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้ประสพผลสำเร็จออกมาด้วยดีแล้ว ท่านยังเป็นผู้มีพระคุณในการอบรบสั่งสอนลูกศิษย์ทั้งด้านการทำงานและการใช้ชีวิต ข้าพเจ้าจึงขอกราบระลึกถึงพระคุณของอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำในด้านการวิจัยต่างๆเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล อาจารย์ ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการศึกษาและการทำวิจัย สัญญารับทุนเลขที่ TG-01-51-084

ท้ายที่สุด ผู้เสนอวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว สำหรับกำลังใจที่มีค่ายิ่ง รวมถึงขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาในสายงาน เพื่อนร่วมงาน และมิตรสหาย ที่คอยติดตามให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และท่านอื่นๆ ที่มิได้กล่าวชื่อไว้ ณ ที่นี้ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าสำเร็จไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ 4
1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
บทที่ 3 แนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน สำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ 14
3.1 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานสำหรับกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ 14
3.2 การออกแบบส่วนต่อประสานเชิงวัตถุด้วยแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล 24
3.3 ภาพรวมของแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ 26
บทที่ 4 การออกแบบระบบต้นแบบ 34
4.1 การออกแบบวิธีการดำเนินงานในภาพรวมและข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ 34
4.2 การรวบรวมและการวิเคราะห์ความต้องการด้านหน้าที่ของระบบด้วยแผนภาพยูสเคส 35
4.3 การออกแบบสถาปัตยกรรมระดับบนด้วยแผนภาพส่วนประกอบ 41

4.4 การออกแบบโครงสร้างของระบบเชิงลึกด้วยแผนภาพคลาส 43
บทที่ 5 การพัฒนาระบบต้นแบบสนับสนุน 47
5.1 การติดตั้งสภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 47
5.2 การสร้างโปรแกรมส่วนย่อยตามแนวทางวิจัย 48
5.3 การสร้างระบบต้นแบบสนับสนุน 57
5.4 การทดสอบระบบสนับสนุนและการประเมินผลงานวิจัย 59
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 62
6.1 สรุปผลการวิจัย 62
6.2 ข้อจำกัด 63
6.3 แนวทางการวิจัยต่อ 63
รายการอ้างอิง 65
ภาคผนวก 67
ภาคผนวก ก. คู่มือการวาดและแปลงแผนภาพยูเอ็มแอลเป็นแฟ้มเอกซ์เอ็มไอโดยเครื่องมือวิชวลพาราดาม 68
ภาคผนวก ข. การใช้งานระบบไอดีเอ็มเอส 76
ภาคผนวก ค. กรณีศึกษา 84
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กลุ่มกระบวนการจำแนกตามระดับวุฒิภาวะและหมวดหมู่กลุ่มกระบวนการ [7] 6
ตารางที่ 2 ข้อปฏิบัติและเป้าหมายเฉพาะของกลุ่มกระบวนการบูรณาการ 7
ตารางที่ 3 กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์จากมาตรฐานและแบบจำลองอ้างอิง [3] 15
ตารางที่ 4 สัญกรณ์ที่ใช้ในแผนภาพแบบจำลองกระบวนการมาตรฐาน 20
ตารางที่ 5 ข้อปฏิบัติย่อย ข้อมูลนำเข้าและผลิตภัณฑ์งาน ของข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 และ 2.2 ของกลุ่มกระบวนการบูรณาการ 22
ตารางที่ 6 ข้อมูลสำคัญที่ต้องการสกัดจากแผนภาพส่วนประกอบที่อยู่ในรูปแฟ้มภาษาเอกซ์เอ็มไอ 28
ตารางที่ 7 การเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ 32
ตารางที่ 8 ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น 34
ตารางที่ 9 ความต้องการด้านหน้าที่ 36
ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคส สร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน 37
ตารางที่ 11 คำอธิบายยูสเคส จัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน 38
ตารางที่ 12 คำอธิบายยูสเคส จับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ 38
ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคส ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 39
ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคส ส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน 40
ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคส ส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อ-ประสาน 41
ตารางที่ 16 การเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบของคลาส DependencyPathTable 53
ตารางที่ 17 กรณีทดสอบแบ่งตามฟังก์ชันการทำงานของระบบ 59

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 สัญกรณ์ของแผนภาพส่วนประกอบ 10
รูปที่ 2 แผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว 11
รูปที่ 3 การสร้างต้นไม้พึ่งพาแผนภาพคลาสของส่วน FinancialService [10] 12
รูปที่ 4 การแสดงแบบจำลองส่วนประกอบในรูปแบบกราฟ 13
รูปที่ 5 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการ 21
รูปที่ 6 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการ 25
รูปที่ 7 ภาพรวมของแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์ 26
รูปที่ 8 ตัวอย่างรายละเอียดข้อมูลที่ทำการสกัดได้จากแผนภาพส่วนประกอบอย่างง่าย 30
รูปที่ 9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของบัพ และเส้นแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพา 31
รูปที่ 10 การสืบทิศทางความสัมพันธ์แบบพึ่งพาของส่วนประกอบอย่างง่าย 31
รูปที่ 11 ตัวอย่างการสร้างกราฟพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบจากแผนภาพส่วนประกอบ 32
รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสของระบบไอดีเอ็มเอส 37
รูปที่ 13 แผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอส 42
รูปที่ 14 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ MainSystemUI ในระบบไอดีเอ็มเอส 43
รูปที่ 15 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ MainSystemProcess ในระบบไอดีเอ็มเอส 44
รูปที่ 16 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ XMLUtilities ในระบบไอดีเอ็มเอส 44
รูปที่ 17 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ InterfaceDescriptions ในระบบไอดีเอ็มเอส 45
รูปที่ 18 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ ComponentDependencyGraph ในระบบไอดีเอ็มเอส 45
รูปที่ 19 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ CompatibilityVerification ในระบบไอดีเอ็มเอส 45
รูปที่ 20 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ ReportExporter ในระบบไอดีเอ็มเอส 46
รูปที่ 21 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน 49
รูปที่ 22 ต้นไม้ดีโอเอ็มอย่างง่าย 50
รูปที่ 23 แฟ้มเอกสารรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอที่แปลงจาก แผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอสบางส่วน 50
รูปที่ 24 ผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยในการอ่านแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอ 51
รูปที่ 25 คุณลักษณะของคลาสคำอธิบายส่วนต่อประสาน 52

รูปที่ 26 ผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยสำหรับการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน 52
รูปที่ 27 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ 53
รูปที่ 28 การแสดงผลกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ 55
รูปที่ 29 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนประกอบ 56
รูปที่ 30 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการทวนสอบ..... 57
รูปที่ 31 คำสั่งที่ใช้ในการสร้างเอกสารใหม่..... 68
รูปที่ 32 หน้าต่างการทำงานในโหมดการวาด Component Diagram 69
รูปที่ 33 ตัวอย่างการสร้างคอมโพเนนต์..... 69
รูปที่ 34 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับอินเทอร์เฟซ..... 70
รูปที่ 35 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับคอมโพเนนต์ 71
รูปที่ 36 การแสดงอินเทอร์เฟซแบบคลาส..... 71
รูปที่ 37 ตัวอย่างการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำให้กับคอมโพเนนต์..... 72
รูปที่ 38 ตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะประจำให้กับคอมโพเนนต์ (ต่อ) 72
รูปที่ 39 ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ผ่านหน้าต่าง Parameter Specification..... 73
รูปที่ 40 แผนภาพส่วนประกอบที่มีการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำและการดำเนินการ..... 73
รูปที่ 41 การสร้างแผนภาพคลาสเป็นแผนภาพย่อยของคอมโพเนนต์ 74
รูปที่ 42 การนำออกข้อมูลเอกซ์เอ็มไอ..... 75
รูปที่ 43 ตำแหน่งพื้นที่ทำงานหลักบนหน้าต่างระบบไอดีเอ็มเอส..... 76
รูปที่ 44 ไอคอนการสร้าง การเปิด และบันทึกแฟ้มโครงการ บนพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ..... 77
รูปที่ 45 พื้นที่แสดงข้อมูลประกอบโครงการ..... 77
รูปที่ 46 ไอคอนการเพิ่ม และลบแฟ้มแผนภาพในโครงการ บนพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ 78
รูปที่ 47 หน้าจอแสดงพื้นที่ทำงานของแถบ XMI Preview 78
รูปที่ 48 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Descriptions 79
รูปที่ 49 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Component Compatibility Graph 80
รูปที่ 50 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Compatibility Verification Report 81
รูปที่ 51 ไอคอน Export, Print และ Help ในพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ..... 81
รูปที่ 52 ตัวอย่างรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน 82
รูปที่ 53 ตัวอย่างรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน..... 83
รูปที่ 54 แผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า 84
รูปที่ 55 ผลการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า..... 85
รูปที่ 56 กราฟส่วนประกอบพึ่งพาของระบบกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า 85

รูปที่ 57 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า 86
รูปที่ 58 รายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า 86
รูปที่ 59 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า 87
รูปที่ 60 แผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 88
รูปที่ 61 ผลการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 88
รูปที่ 62 กราฟส่วนประกอบพึ่งพาของระบบของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 89
รูปที่ 63 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 89
รูปที่ 64 รายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 90
รูปที่ 65 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที 91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน มักเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อน และต้องอาศัยการประสานงานร่วมกับระบบอื่นๆ ดังนั้น การเชื่อมต่อและการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบ จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบโปรแกรมประยุกต์ในยุคนี้ นอกจากนี้ การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพื่อแสดงความสัมพันธ์และภาพรวมของการทำงานร่วมกันของแต่ละส่วนทั้งภายในและภายนอกระบบเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการทำงานแบบบูรณาการสำหรับระบบใหญ่ที่จำเป็นต้องมีการแบ่งส่วนออกเป็นงานย่อย อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนเพื่อรองรับการขยายความสามารถในการเชื่อมต่อการทำงานกับระบบใดๆ ในอนาคตและความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ จากความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้เกิดมุมมองแบบจำลองการออกแบบ (Design Model) ในระดับส่วนประกอบ (Component Level) และการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ (Component Based Development – CBD)

การออกแบบในระดับส่วนประกอบและการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ มีพื้นฐานจากแนวคิดของการจำแนกส่วนต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกระบบออกเป็นส่วนย่อยๆที่เรียกว่า “ส่วนประกอบ” (Components) ซึ่งการจำแนกส่วนประกอบแต่ละส่วนควรคำนึงถึงความง่ายในการบูรณาการส่วนประกอบเข้าด้วยกันและความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ [1] ทั้งนี้ต้องอาศัยการวิเคราะห์และการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ระบุรายละเอียดของการเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบและส่วนต่อประสาน (Interfaces) ของส่วนประกอบทั้งภายในและภายนอกระบบ

คำอธิบายส่วนต่อประสานเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการบูรณาการระบบ ดังที่ได้กล่าวไว้ในซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนา เวอร์ชัน 1.2 [2] ถึงข้อปฏิบัติเฉพาะ (Specific practice) 2.1 (SP2.1) ของกลุ่มกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ (Product Integration) ซึ่งระบุถึงข้อปฏิบัติสำหรับการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความครอบคลุมและสมบูรณ์ และข้อปฏิบัติเฉพาะ 2.2 (SP2.2) ที่ทำให้การบูรณาการประสพความสำเร็จได้ คือ การจัดการส่วนต่อประสาน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนั้นมีความเข้ากันได้ (Compatibility) และสามารถควบคุมได้หากมีการเปลี่ยนแปลง [3] ซึ่งต้องอาศัยคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อใช้ในการจัดการการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้คำอธิบายส่วนต่อประสานยังถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ที่สำคัญในแง่มุมต่างๆ สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศระดับองค์กร (Enterprise information systems) [4] ได้แก่

การวิเคราะห์สถาปัตยกรรมระบบ การวิเคราะห์ความเสี่ยง และการวิเคราะห์เพื่อการจัดการการเปลี่ยนแปลง

สำหรับการพัฒนาเชิงส่วนประกอบและการออกแบบในระดับส่วนประกอบ แผนภาพหนึ่งที่นิยมนำมาใช้สำหรับถ่ายทอดแนวคิดการออกแบบคือ แผนภาพส่วนประกอบของยูเอ็มแอล (UML Component Diagram) [1] ซึ่งองค์ประกอบภายในแผนภาพส่วนประกอบของยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.0 ได้บรรจุคุณสมบัติและรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับส่วนประกอบและส่วนต่อประสานของส่วนประกอบเอาไว้ อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติและรายละเอียดดังกล่าวยังไม่เพียงพอและไม่อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้งานสำหรับการบูรณาการในขั้นตอนของการตรวจสอบรายละเอียดและการจัดการส่วนต่อประสาน

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการสกัด รวบรวมข้อมูลรายละเอียดที่เป็นคำอธิบายส่วนต่อประสานในรูปแบบพร้อมใช้งานสำหรับการบูรณาการในขั้นตอนของการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสาน โดยจะสกัดข้อมูลส่วนต่อประสานจากแผนภาพส่วนประกอบและแผนภาพคลาส เพื่อสร้างเป็นกราฟพึ่งพา (Dependency graph) และนำเสนอวิธีในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากการท่อง (Traversal) กราฟพึ่งพาที่สร้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในการจัดการส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบซอฟต์แวร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางในการทบทวนคำอธิบายส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากเอกสารการออกแบบสำหรับใช้ในขั้นตอนการบูรณาการ รวมทั้งออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อช่วยตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีในการรวบรวมรายละเอียดส่วนต่อประสานที่จำเป็นและวิธีในการทวนสอบความเข้ากันของส่วนต่อประสานจากแผนภาพส่วนประกอบและบางส่วนในภาพแผนคลาสของยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.0 ซึ่งเป็นเอกสารการออกแบบที่ได้จากการออกแบบในระดับส่วนประกอบ และการกำหนดความหมายของส่วนประกอบกำหนดให้เป็นไปตามที่ได้ระบุไว้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงส่วนประกอบ ในส่วนของการออกแบบเชิงวัตถุ [5]
2. การทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานในงานวิจัยนี้ครอบคลุมถึงความหมายความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน ได้แก่ ความต้องกันของเมท็อดระหว่าง

ส่วนต่อประสานทั้งที่เป็นส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่จัดเตรียมไว้และส่วนต่อประสานที่ส่วนประกอบต้องการ ชนิดของตัวแปรที่เป็นพารามิเตอร์สำหรับการเรียกใช้ ออเปอร์เรชันของส่วนต่อประสาน ลำดับของการระบุตัวแปรพารามิเตอร์ของส่วนต่อประสาน และการทวนสอบนี้รวมไปถึงการทวนสอบคลาสสมาชิกภายในส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชันกับส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ

3. งานวิจัยนี้สามารถประมวลผลได้จากข้อมูลนำเข้าที่มีข้อมูลของส่วนประกอบและคลาสส่วนต่อประสานเป็นสำคัญ ดังนั้นข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิจัยจึงครอบคลุมเฉพาะแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว หรือแผนภาพส่วนประกอบที่มีการแสดงรายละเอียดของคลาสส่วนต่อประสานภายในด้วยแผนภาพคลาสแยกต่างหาก
4. ความสามารถของระบบซอฟต์แวร์เครื่องมือจัดทำขึ้นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกและลดภาระของผู้ทำหน้าที่การบูรณาการผลิตภัณฑ์ ในการตรวจสอบรายละเอียดส่วนต่อประสาน และการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน ซึ่งครอบคลุมข้อปฏิบัติเฉพาะข้อที่ 2.1 และข้อปฏิบัติย่อยในข้อปฏิบัติเฉพาะข้อที่ 2.2 ในกลุ่มกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ซีเอ็มเอ็มไอ เวอร์ชัน 1.2
5. การประเมินความถูกต้องของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบโดยเปรียบเทียบกับการตรวจสอบด้วยมือ จำนวน 3 ระบบ

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎีการออกแบบส่วนประกอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
2. ศึกษาและทดลองวิธีการสกัดข้อมูลจากแผนภาพส่วนประกอบและแผนภาพคลาสด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอล [6] มาตรฐานสำหรับยูเอ็มแอล
3. ศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎีกราฟและต้นไม้พึ่งพาสำหรับการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ และกำหนดวิธีการท่องผ่านกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ
4. วิเคราะห์และกำหนดข้อมูลส่วนต่อประสานและส่วนประกอบที่จำเป็นต่อการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสาน
5. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการสร้างระบบสนับสนุนเพื่อช่วยตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน
6. ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนเพื่อช่วยตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน

7. ทดสอบและประเมินผลแนวทางวิจัยและระบบสนับสนุนเพื่อช่วยตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน
8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ และจัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางข้อเสนอแนะในการรวบรวมและการกำหนดคำอธิบายส่วนต่อประสานที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
2. ได้แนวทางข้อเสนอแนะในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากกราฟส่วนประกอบพึ่งพาสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
3. ได้ระบบต้นแบบเครื่องมือสนับสนุนเพื่อช่วยตรวจสอบคำอธิบายและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากแผนภาพส่วนประกอบ

1.6 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทดังต่อไปนี้ บทที่ 1 คือ บทนำซึ่งกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา รวมถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ บทที่ 3 เป็นการอธิบายแนวทางในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ บทที่ 4 คือการแสดงรายละเอียดความสามารถ และการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุน บทที่ 5 กล่าวถึงการพัฒนาและการทดสอบระบบสนับสนุน และสุดท้ายในบทที่ 6 เป็นส่วนของการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง “An Approach to Verifying Interface Compatibility of Components with Component Dependency Graph” โดย วันทนา อารีประยูรกิจ ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์ และดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์, ในงานประชุมวิชาการ “The 2nd International Conference on Systems Engineering and Modeling (ICSEM 2010)” ณ โรงแรมเฟิสต์ กรุงเทพ ระหว่างวันที่ 23-25 เมษายน 2553 หน้า 509 - 513 และในหัวข้อเรื่อง “IDMS: A System to Verify Component Interface Completeness and Compatibility for Product Integration” โดย วันทนา อารีประยูรกิจ ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์ และดวงรัตน์ แก่นสวัสดิ์, ในงานประชุมวิชาการ “The 3rd International Conference on Advanced Software Engineering & Its Applications (ASEA 2010)” ณ ศูนย์การประชุมระดับ

นานาชาติ เจจู (International Convention Center Jeju) เกาะเจจู ประเทศเกาหลีใต้ ระหว่างวันที่ 13-16 ธันวาคม 2553 หน้า 209 - 218

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนา (CMMI for Development) [2]

ซีเอ็มเอ็มไอ (Capability Maturity Model® Integration - CMMI®) คือแบบจำลองสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ ถูกพัฒนาขึ้นโดยสถาบันวิศวกรรมซอฟต์แวร์ หรือเป็นที่รู้จักในชื่อย่อว่า “เอสอีไอ” (Software Engineering Institute- SEI) ณ มหาวิทยาลัยคาร์เนกี เมลลอน สหรัฐอเมริกา ซีเอ็มเอ็มไอมีจุดประสงค์เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและกรอบงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กร โดยมีการจำแนกระดับของความสามารถและวุฒิภาวะของกระบวนการออกเป็น 2 รูปแบบการนำเสนอ คือ 1) แบบต่อเนื่อง (Continuous) และ 2) แบบขั้นบันได (Staged) ซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนา เวอร์ชัน 1.2 (เวอร์ชันปัจจุบัน) แบ่งกลุ่มกระบวนการ (Process Area) ออกเป็นจำนวน 22 กลุ่มกระบวนการ โดยแบบต่อเนื่อง มีการจัดหมวดกลุ่มกระบวนการที่เกี่ยวข้องกันออกเป็น 4 ประเภท (Category) ได้แก่ การจัดการกระบวนการ (Process Management) การจัดการโครงการ (Project Management) งานส่วนวิศวกรรม (Engineering) และงานส่วนสนับสนุน (Support) สำหรับแบบขั้นบันได กลุ่มกระบวนการจะถูกจำแนกตามระดับวุฒิภาวะ(Maturity Level - ML) เริ่มตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึง 5 ได้แก่ 1) Initial, 2) Managed, 3) Defined, 4) Quantitatively Managed และ 5) Optimizing รายการของกลุ่มกระบวนการในแต่ละประเภทและแต่ละระดับวุฒิภาวะแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มกระบวนการจำแนกตามระดับวุฒิภาวะและหมวดหมู่กลุ่มกระบวนการ [7]

Process Area / Category / Maturity Level (ML)	Engineering	Process Management	Project Management	Support
ML 5		OID		CAR
ML 4		OPP	QPM	
ML 3	RD, TS, **PI**, VER, VAL	OPD, OPF, OT	IPM, RSKM	DAR
ML 2	REQM		PP, PMC, SAM	CM, MA, PPQA

เนื้อหาภายในกลุ่มกระบวนการประกอบด้วย จุดประสงค์ (Purpose Statement) บันทึกบทนำ (Introductory Notes) กลุ่มกระบวนการที่เกี่ยวข้อง (Related Process Areas) เป้าหมาย

เฉพาะ (Specific Goal - SG) ข้อปฏิบัติเฉพาะ (Specific Practice - SP) เป้าหมายทั่วไป (Generic Goal - GG) และข้อปฏิบัติทั่วไป (Generic Practice - GP) ในรายละเอียดของเป้าหมายเฉพาะและข้อปฏิบัติเฉพาะจะแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มกระบวนการ และในส่วนของเป้าหมายทั่วไปและข้อปฏิบัติทั่วไปถือเป็นเป้าหมายและข้อปฏิบัติที่ทุกกลุ่มกระบวนการจะต้องมีเหมือนกันเป็นพื้นฐาน ซึ่งอาจมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกันเล็กน้อยตามกลุ่มกระบวนการ

กลุ่มกระบวนการที่งานวิจัยนี้ให้ความสนใจคือ การบูรณาการผลิตภัณฑ์ (Product Integration - PI) ซึ่งถูกจัดอยู่ในหมวดของกลุ่มกระบวนการทางวิศวกรรม และเป็นกระบวนการหนึ่งที่ต้องบรรลุเป้าหมายและข้อปฏิบัติสำหรับระดับวุฒิภาวะที่ 3 (ML3) จุดประสงค์ของการบูรณาการผลิตภัณฑ์ คือ การประกอบผลิตภัณฑ์ขึ้นจากส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วนจนมีความซับซ้อนมากขึ้น และสามารถทำงานได้ตามคุณสมบัติฟังก์ชันจนกระทั่งเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย รวมไปถึงการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า ขอบเขตของกลุ่มกระบวนการนี้ คือ การปฏิบัติเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการบูรณาการผลิตภัณฑ์ จากการประกอบผลิตภัณฑ์ขึ้นจากส่วนประกอบแบบเพิ่มขึ้นเป็นขั้นบันได (Incremental stages) จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีความสมบูรณ์ การปฏิบัตินั้นประกอบด้วยการกำหนดลำดับ (Sequence) และกระบวนงาน (Procedures) ในการบูรณาการผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ การปฏิบัติสำคัญที่เป็นส่วนวิกฤตสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์ คือ การจัดการส่วนต่อประสาน ทั้งภายในและภายนอกของผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าส่วนต่อประสานนั้นมีความเข้ากันได้และมีการจัดการที่ดีตลอดวงจรชีวิตของการปฏิบัติงานในโครงการ

ตารางที่ 2 ข้อปฏิบัติและเป้าหมายเฉพาะของกลุ่มกระบวนการบูรณาการ

SG 1	Prepare for Product Integration
	SP 1.1 Determine Integration Sequence
	SP 1.2 Establish the Product Integration Environment
	SP 1.3 Establish Product Integration Procedures and Criteria
SG 2	Ensure Interface Compatibility
	SP 2.1 Review Interface Descriptions for Completeness
	SP 2.2 Manage Interfaces
SG 3	Assemble Product Components and Deliver the Product
	SP 3.1 Confirm Readiness of Product Components for Integration
	SP 3.2 Assemble Product Components
	SP 3.3 Evaluate Assembled Product Components
	SP 3.4 Package and Deliver the Product or Product Component

ข้อปฏิบัติและเป้าหมายเฉพาะของกลุ่มกระบวนการบูรณาการแสดงดังตารางที่ 2 การบรรลุเป้าหมายทั้งสามในกระบวนการนี้ ข้อปฏิบัติจำเพาะทั้งหมดจำเป็นต้องถูกนำมาใช้จริง สำหรับทฤษฎีที่นำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยคือเป้าหมายเฉพาะที่ 2 (SG 2 Ensure Interface Compatibility) โดยครอบคลุมบางส่วนของรายละเอียดในข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 และ 2.2 (SP 2.1 Review Interface Descriptions for Completeness และ SP2.2 Manage Interfaces)

เป้าหมายเฉพาะที่ 2 มีจุดประสงค์หลักเพื่อให้มั่นใจได้ว่าส่วนต่อประสานในระบบจะถูกอิมพลีเมนต์ได้อย่างสมบูรณ์และมีความเข้ากันได้ โดยอาศัยข้อปฏิบัติในการควบคุมและจัดการความต้องการ (Requirements) ข้อกำหนด (Specifications) และการออกแบบ (Designs) ส่วนต่อประสานและส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ (Product components) อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่ที่มักพบจากการบูรณาการคือ ปัญหาในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของส่วนต่อประสาน และปัญหาที่เกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของส่วนต่อประสานทั้งภายในและภายนอกระบบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่อการทำงานของส่วนประกอบเข้าด้วยกัน เป้าหมายเฉพาะที่ 2 ประกอบด้วยข้อปฏิบัติเฉพาะสองข้อ รายละเอียดของข้อปฏิบัติเฉพาะที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยมีดังนี้

1) SP 2.1 Review Interface Descriptions for Completeness

คือ ข้อปฏิบัติเฉพาะสำหรับการทบทวนรายละเอียดของส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์ ข้อมูลของส่วนต่อประสานที่จะถูกนำมาทบทวน ควรประกอบด้วยส่วนต่อประสานที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อการทำงานระหว่างส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ภายในระบบ และส่วนต่อประสานที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ข้อปฏิบัติย่อยในข้อปฏิบัติเฉพาะนี้ คือ กิจกรรมในการทบทวนข้อมูลส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์และเพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลส่วนต่อประสานนั้นมีความครอบคลุมครบถ้วน กิจกรรมในการตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างส่วนประกอบผลิตภัณฑ์และส่วนต่อประสาน และกิจกรรมในการทบทวนความเพียงพอของข้อมูลส่วนต่อประสานสำหรับการตรวจสอบและการจัดการหากมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตัวอย่างผลิตภัณฑ์งาน (Work Product) ในข้อปฏิบัติเฉพาะที่เป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยนี้ คือ การเทียบ (mapping) ของส่วนต่อประสานไปยังส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2) SP 2.2 Manage Interfaces

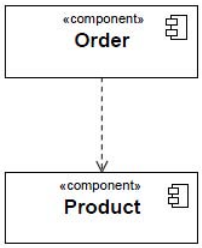
คือ ข้อปฏิบัติเฉพาะสำหรับการจัดการส่วนต่อประสาน การจัดการนี้เป็นข้อปฏิบัติหนึ่งซึ่งเป็นปัจจัยความสำเร็จในโครงการ และเป็นส่วนวิกฤตที่ต้องระมัดระวัง ทั้งนี้เพราะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือความผิดพลาดในการเชื่อมต่อของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ จะมีผลกระทบเกี่ยวข้องกับงานด้านต่างๆ เช่น ข้อกำหนดความต้องการด้านส่วนต่อประสาน การออกแบบ กระบวนการทวนสอบและการตรวจสอบ เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีข้อ

ปฏิบัติย่อยสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องในการเชื่อมต่อในลักษณะความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน และการจัดการที่ดี เมื่อเกิดปัญหาควรดำเนินการแก้ไข ควบคุมผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง และมีการบำรุงรักษาข้อมูลส่วนต่อประสานให้มีความถูกต้องและใช้งานได้เสมอ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์งานในข้อปฏิบัติเฉพาะที่เป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยนี้ คือ ตารางของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบผลิตภัณฑ์กับส่วนประกอบผลิตภัณฑ์อื่นๆในระบบ

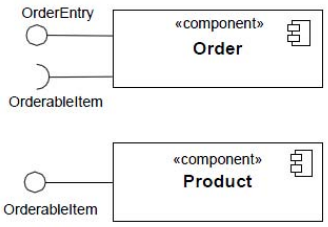
2.1.2 **แผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล** (UML Component Diagram) [8]

จุดประสงค์หลักของการวาดแผนภาพส่วนประกอบ คือ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบภายในระบบ แผนภาพส่วนประกอบถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายสำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ หรือซีบีดี แผนภาพส่วนประกอบถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของแผนภาพสำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบในระดับส่วนประกอบ (Component Level Design) ซึ่งมีแนวคิดหลักเพื่อให้ระบบมีความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable) และความสามารถในการแทนที่ (Replaceable) นอกจากนี้แผนภาพส่วนประกอบยังสามารถนำมาใช้เพื่อการทวนสอบงานออกแบบในแง่ของความครบถ้วนและความสามารถเป็นที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดความต้องการด้านฟังก์ชัน นอกจากนี้ แผนภาพส่วนประกอบยังสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสื่อสารงานระหว่างบุคคลที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานภายในโครงการได้หลากหลายกลุ่ม เนื่องจากแผนภาพส่วนประกอบนี้สามารถแสดงถึงภาพรวมในระดับบนของสถาปัตยกรรมระบบ และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้อย่างง่าย

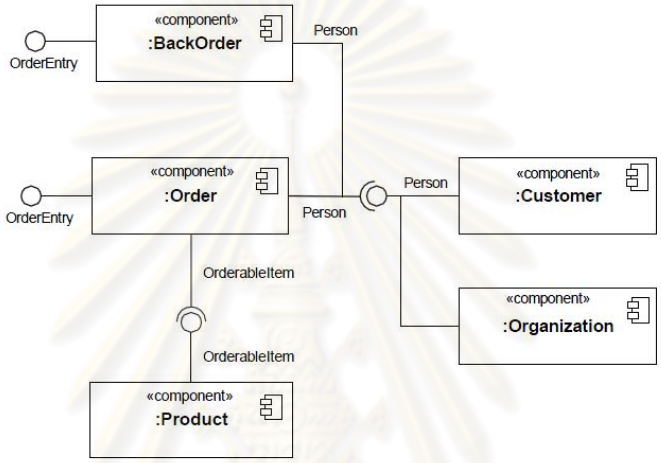
อ้างอิงจากยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 2.0 การใช้สัญกรณ์ (Notation) แสดงส่วนประกอบและความสัมพันธ์แบบพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบแสดงดังรูปที่ 1ก โดยส่วนประกอบ Order มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากับส่วนประกอบ Product สัญกรณ์ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบมี 2 แบบ คือ ส่วนต่อประสานที่ต้องการ (Required interfaces) แสดงด้วยรูปครึ่งวงกลม และส่วนต่อประสานที่จัดเตรียมไว้ (Provided interfaces) แสดงด้วยรูปวงกลม ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1ข และตัวอย่างแผนภาพส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาและการติดต่อผ่านทางส่วนต่อประสานแสดงดังรูปที่ 1ค แผนภาพส่วนประกอบใช้เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าหลักสำหรับงานวิจัยนี้



รูปที่ 1ก สัญกรณ์ส่วนประกอบและความสัมพันธ์แบบพึ่งพา



รูปที่ 1ข สัญกรณ์ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ



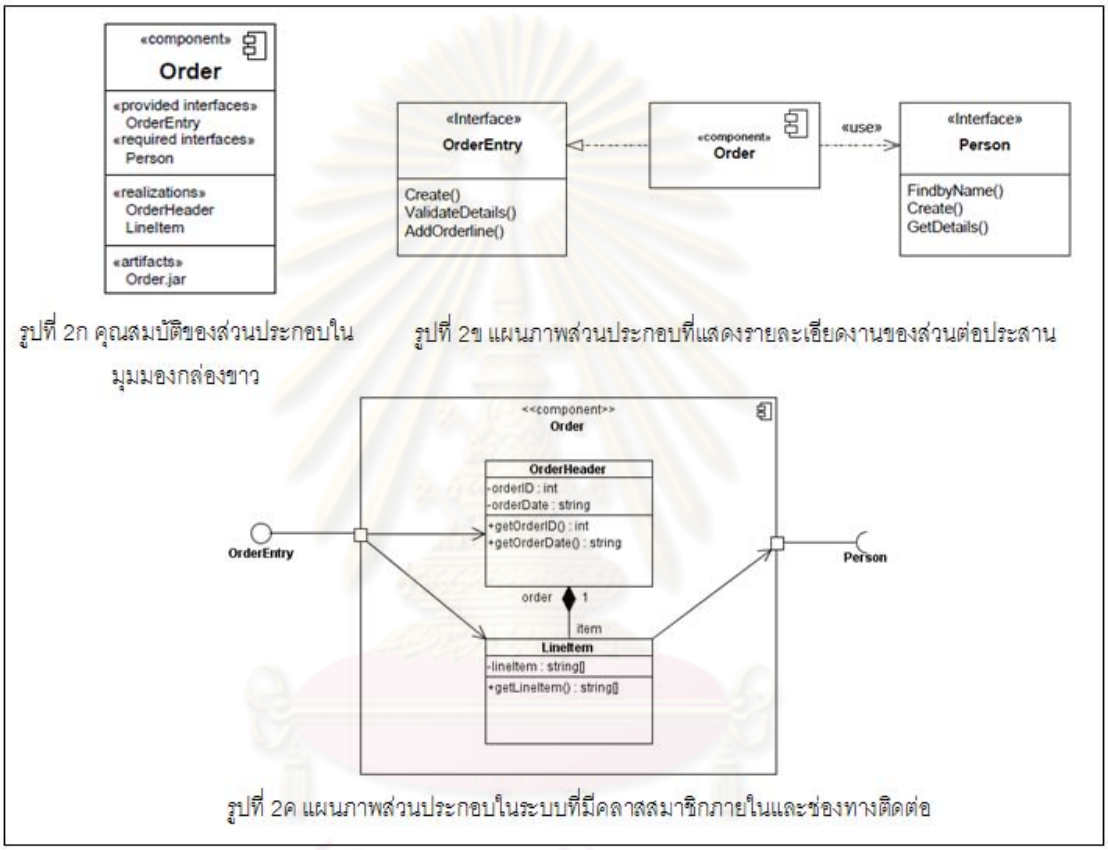
รูปที่ 1ค แผนภาพส่วนประกอบภายในระบบที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาและการติดต่อผ่านทางส่วนต่อประสาน

รูปที่ 1 สัญกรณ์ของแผนภาพส่วนประกอบ

2.1.3 **แผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว** (White-box View) [8], [9]

ทฤษฎีส่วนประกอบที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ การนำแผนภาพส่วนประกอบมาใช้สำหรับการออกแบบระดับส่วนประกอบ ซึ่งในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการสื่อความเชื่อมโยงและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุภายในและภายนอกของส่วนประกอบ การวาดแผนภาพจำเป็นต้องมีการอธิบายรายละเอียดคลาสภายในส่วนประกอบเพิ่ม นอกจากการวาดแผนภาพคลาสแยกออกไปต่างหากแล้ว ยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 2.0 มีการจัดเตรียมแผนภาพส่วนประกอบมุมมองภายใน (Internal view) หรือมุมมองกล่องขาว สำหรับการวาดแผนภาพส่วนประกอบที่ต้องการรายละเอียดในลักษณะดังกล่าว โดยการเพิ่มป้าย (Tag) แสดงคุณสมบัติของส่วนประกอบที่ชื่อว่า “<<realizations>>” เพื่อระบุสมาชิกคลาสภายในส่วนประกอบ ตัวอย่างคุณสมบัติของส่วนประกอบหนึ่งในมุมมองกล่องขาวแสดงดังรูปที่ 2ก

นอกจากนี้ ผู้ออกแบบสามารถนำสัญกรณ์จากแผนภาพคลาสมาใช้เพื่อแสดงรายละเอียดของคลาสภายในส่วนประกอบและการดำเนินงาน (Operations) ของส่วนต่อประสานร่วมด้วยได้ โดยมีสัญกรณ์ช่องทางติดต่อ (Ports) แสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยมเล็ก สำหรับแสดงจุดเชื่อมต่อการทำงานระหว่างคลาสภายในกับส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ ตัวอย่างแผนภาพส่วนประกอบที่แสดงรายละเอียดการดำเนินงานของส่วนต่อประสานแสดงดังรูปที่ 2ข และตัวอย่างแผนภาพส่วนประกอบในระบบที่มีคลาสสมาชิกภายในและช่องทางติดต่อแสดงดังรูปที่ 2ค



รูปที่ 2ก คุณสมบัติของส่วนประกอบในมุมมองกล่องขาว

รูปที่ 2ข แผนภาพส่วนประกอบที่แสดงรายละเอียดงานของส่วนต่อประสาน

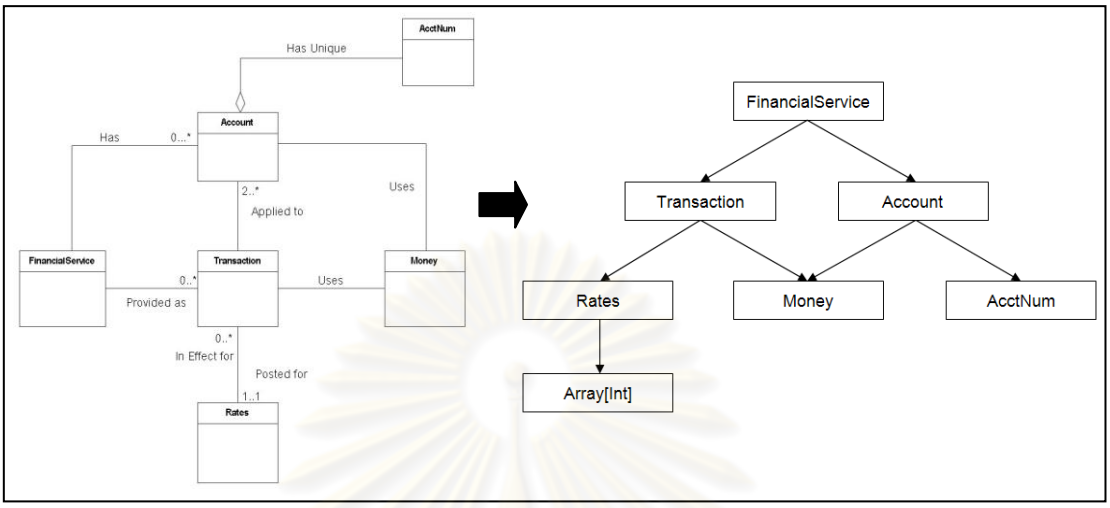
รูปที่ 2ค แผนภาพส่วนประกอบในระบบที่มีคลาสสมาชิกภายในและช่องทางติดต่อ

รูปที่ 2 แผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว

2.1.4 **ต้นไม้พึ่งพา** (Dependency Tree) [10]

ต้นไม้พึ่งพาเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาระหว่างวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการจัดลำดับ (Ordering) วัตถุที่จะถูกนำมาทำการทดสอบบูรณาการ (Integration testing) ตัวอย่างการสร้างต้นไม้พึ่งพาของวัตถุในแผนภาพคลาสแสดงดังรูปที่ 3 งานวิจัยนี้ได้นำลักษณะของการแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาของส่วนประกอบภายในแผนภาพส่วนประกอบ โดยการนำทฤษฎีกราฟมาใช้แทนการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีต้นไม้ และสร้างเป็นวิธีการแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาใหม่

เพื่อใช้ในการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบภายในแผนภาพส่วนประกอบ



รูปที่ 3 การสร้างต้นไม้พึ่งพาแผนภาพคลาสของส่วน FinancialService [10]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

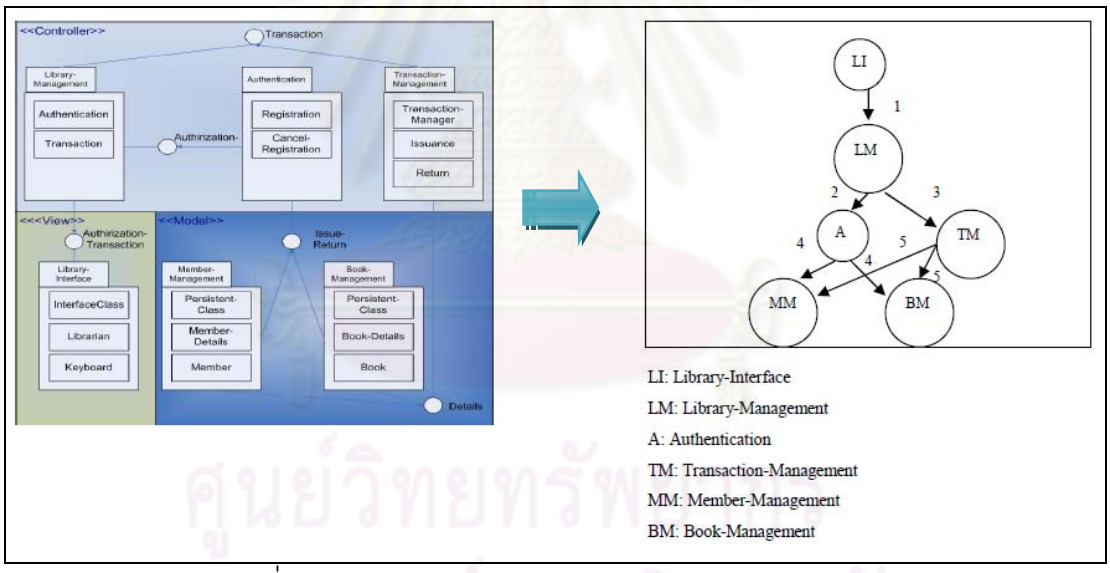
2.2.1 Software product integration: A case study-based synthesis of reference models [3]

บทความทางวิชาการนี้ได้กล่าวถึงความสำคัญของกระบวนการบูรณาการที่มีต่อการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน ซึ่งจากการรวบรวมสถิติความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อนนั้น พบว่าส่วนหนึ่งของความผิดพลาดที่เกิดมักเกิดขึ้นในขั้นตอนของการบูรณาการระบบ ดังนั้น บทความจึงนำเสนอบทสรุปของลักษณะกระบวนการบูรณาการที่ดีโดยรวบรวมจากข้อปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) อ้างอิงจากข้อกำหนดในแบบจำลองการปรับปรุงกระบวนการและมาตรฐานต่างๆ ได้แก่ ANSI/EIA -632, EIA-731.1, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288, และ CMMI รวมไปถึงการนำเสนอข้อมูลของกรณีศึกษาในการนำข้อกำหนดจากแบบจำลองและมาตรฐานเหล่านี้ไปใช้เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแบบจำลองและมาตรฐานดังกล่าว ผลสรุปของการวิเคราะห์ข้อมูลของกรณีศึกษาพบว่าปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จะทำให้การปฏิบัติงานในการบูรณาการสำเร็จลุล่วงไปได้นั้น คือ การทบทวนรายละเอียดส่วนต่อประสานและการจัดการส่วนต่อประสานให้มีการประสานงาน มีความเข้ากันได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น ซึ่งงานวิจัยได้ให้ข้อสังเกตถึงส่วนที่มีอิทธิพลต่องานในการบูรณาการเป็นอย่างมากคือการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ จากผลสรุปของกรณีศึกษาและข้อสังเกตดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงให้ความสนใจไปที่ข้อปฏิบัติสำหรับการบูรณาการในการทบทวนรายละเอียดส่วนต่อประสานและวิธีในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน โดย

เจาะจงไปที่การทบทวนและการทวนสอบเอกสารที่ได้จากการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบในระดับส่วนประกอบ ซึ่งแผนภาพที่สามารถแสดงแนวคิดของการออกแบบในระดับนี้ได้ดีและเป็นที่นิยม คือ แผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล

2.2.2 CAG: A Component Architecture Graph [11]

บทความวิจัยนำเสนอวิธีการแสดงสถาปัตยกรรมของระบบจากแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอลในรูปแบบใหม่โดยการใช้แบบจำลองกราฟ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์คุณภาพของงานออกแบบโดยใช้ร่วมกับการวัดด้วยมาตรวัดความซับซ้อนแบบต่างๆ ตัวอย่างของการแสดงแบบจำลองส่วนประกอบในรูปแบบกราฟของงานวิจัยนี้ แสดงดังรูปที่ 4 งานวิจัยนี้ให้ความสนใจที่วิธีการแทนแบบจำลองส่วนประกอบด้วยกราฟของบทความวิจัยดังกล่าว โดยมีแนวความคิดในการใช้แบบจำลองกราฟมาประยุกต์ใช้กับการแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาโดยเฉพาะของส่วนประกอบ เพื่อประโยชน์สำหรับการบูรณาการในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน



รูปที่ 4 การแสดงแบบจำลองส่วนประกอบในรูปแบบกราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
แนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน สำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่าการกำหนดแนวทางในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบผลิตภัณฑ์นั้นสามารถกำหนดได้จากการวิเคราะห์และการตีความกระบวนการบูรณาการจากแบบจำลองอ้างอิงและบทความสำรวจเชิงวิชาการ รวมถึงการศึกษาความเกี่ยวข้องของกิจกรรมดังกล่าวกับงานในการออกแบบระบบ และกระบวนการทวนสอบ ดังนั้นในบทนี้จึงเป็นการกล่าวถึงภาพรวมและรายละเอียดของแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาสามส่วนได้แก่ แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานสำหรับกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ การออกแบบส่วนต่อประสานเชิงวัตถุด้วยแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล และการกำหนดแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

3.1 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานสำหรับกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์

เนื่องจากการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานเป็นกิจกรรมหนึ่งของการบูรณาการ ดังนั้น การกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานในขั้นแรกจึงต้องมีการกำหนดขอบเขตของกิจกรรมในกระบวนการบูรณาการ อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ แบบจำลองกระบวนการ มาตรฐานและแบบจำลองอ้างอิงที่โครงการยึดถือปฏิบัติอาจส่งผลให้กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการมีความแตกต่างกันออกไป อีกทั้งการกำหนดขอบเขตของกิจกรรมในกระบวนการให้เป็นที่แน่ชัดสำหรับการการปฏิบัติงานจริงนั้นยังเป็นเรื่องยาก งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อปฏิบัติจากแหล่งอ้างอิง พร้อมทั้งนำเสนอบทนิยามหนึ่งของแบบจำลองกระบวนการมาตรฐานสำหรับกระบวนการบูรณาการ บทนิยามประกอบด้วยการระบุขอบเขตของกิจกรรมในการบูรณาการโดยการให้รายละเอียดโดยสังเขปของกิจกรรมในกระบวนการบูรณาการ และแผนภาพแสดงแบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการ

3.1.1 ภาพรวมของกิจกรรมในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์

อ้างอิงจากบทความวิจัยในหัวข้อ 2.2.1 กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการที่รวบรวมได้จากมาตรฐานและแบบจำลองอ้างอิงจำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ ANSI/EIA -632, EIA-731.1,

ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288, และ CMMI ซึ่งสามารถสรุปได้ทั้งหมดรวม 15 กิจกรรมดังแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้ จากการเก็บสถิติความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานขั้นตอนการบูรณาการจากกรณีศึกษาจำนวน 7 กรณี พบว่ากิจกรรมที่ถูกละเลยหรือไม่ได้นำมาปฏิบัติแล้วมักจะเกิดปัญหา ได้แก่ กิจกรรมข้อที่ 4, 7, 8, 11 และ 12 ผลที่พบนั้นสามารถระบุได้ว่า 5 กิจกรรมดังกล่าวเป็นปัจจัยความสำเร็จของการปฏิบัติงานการบูรณาการ

ตารางที่ 3 กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์จากมาตรฐานและแบบจำลองอ้างอิง [3]

Reference models	CMMI	EIA-632	EIA-731.1	ISO/IEC 12207	ISO/IEC 15288
Product integration activity description					
1. Define and document an integration strategy	✓	✓	✓	-	✓
2. Develop an integration plan based on the strategy	✓	✓	✓	✓	✓
3. Define and establish an environment for integration	✓	✓	-	-	✓
4. Define criteria for delivery of components*	✓	✓	✓	✓	✓
5. Identify constraints from the integration strategy on design	-	-	-	-	✓
6. Define interfaces	✓	✓	✓	✓	✓
7. Review interface descriptions for completeness*	✓	✓	✓	✓	✓
8. Ensure coordination of interface changes*	✓	✓	✓	-	✓
9. Review adherence to defined interfaces	✓	✓	✓	-	✓
10. Develop and document a set of tests for each requirement of the assembled components	✓	✓	✓	✓	✓
11. Verify completeness of components obtained for integration through checking criteria for delivery*	✓	✓	✓	✓	✓
12. Deliver/obtain components as agreed in the Schedule*	✓	✓	✓	✓	✓
13. Integrate/assemble components as planned	✓	✓	✓	✓	✓
14. Evaluate/test the assembled components	✓	✓	✓	✓	✓
15. Record the integration information in an appropriate repository	✓	-	✓	✓	✓

* หมายเหตุ: กิจกรรมที่เป็นปัจจัยความสำเร็จของการปฏิบัติงานการบูรณาการ

รายละเอียดของ 15 กิจกรรม มีดังต่อไปนี้

1) การกำหนดและสร้างเอกสารกลยุทธ์ในการบูรณาการ

คือ การพัฒนากลยุทธ์และการสร้างเอกสารสนับสนุนที่จะนำมาใช้ในการบูรณาการ เพื่อช่วยให้การกำหนดลำดับในการบูรณาการได้ผลตรงกับความต้องการ เอกสารกลยุทธ์ควรพิจารณาจากกลยุทธ์ที่มีความแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมกับลักษณะการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในโครงการ กลยุทธ์ในการบูรณาการต้องสัมพันธ์ควบคู่ไปกับกระบวนการอื่นที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การกำหนดความต้องการของระบบ การทวนสอบ การตรวจสอบความสมเหตุสมผล และการออกแบบสถาปัตยกรรมของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ เมื่อโครงการได้ดำเนินมาถึงขั้นตอนในการพัฒนาแล้ว กลยุทธ์ในการบูรณาการก็ควรมีการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากลยุทธ์ดังกล่าวยังมีความเหมาะสม การกำหนดกลยุทธ์นี้จะมีผลกับการวางแผนทั้งโครงการ รวมไปถึงการกำหนดแผนและการเตรียมพร้อมสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์

2) การจัดทำแผนการบูรณาการตามกลยุทธ์ที่ได้กำหนดไว้

คือ การจัดทำแผนการดำเนินงานสำหรับการบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดลำดับการดำเนินงาน วิธีการประกอบผลิตภัณฑ์ วิธีการทวนสอบ ทรัพยากรที่ใช้ และหน้าที่รับผิดชอบของบุคคลากรในขั้นตอนการบูรณาการ แผนการบูรณาการนี้ควรจัดให้มีการตรวจสอบเป็นระยะและสามารถทำการปรับปรุงแผนได้เพื่อรองรับกับความเสี่ยงใดๆที่อาจเกิดขึ้นหรือกรณีที่มีความเปลี่ยนแปลง

3) การกำหนดและจัดตั้งสภาพแวดล้อมสำหรับการบูรณาการ

กิจกรรมนี้ควรทำควบคู่ไปกับการวางแผนในข้อ 2 สภาพแวดล้อมสำหรับการบูรณาการสามารถกำหนดได้จากความต้องการผลิตภัณฑ์ และสามารถนำสภาพแวดล้อมสำหรับการพัฒนามาใช้แทนได้ สภาพแวดล้อมสำหรับการบูรณาการโดยทั่วไปแล้ว ได้แก่ ระบบปฏิบัติการจำลอง สตับ (Stub: โมดูลจำลองในกรณีที่ยังพัฒนาไม่เสร็จ ใช้สำหรับการทดสอบผลการบูรณาการในภาพรวม) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทำการวัดแบบต่างๆ เป็นต้น

4) การกำหนดเกณฑ์ในการส่งมอบส่วนประกอบ

เกณฑ์การในส่งมอบส่วนประกอบนี้จะมีประโยชน์สำหรับการตัดสินใจว่าส่วนประกอบใดมีความพร้อมที่จะนำมาประกอบ บูรณาการ และทำการทดสอบต่อไป

เกณฑ์ดังกล่าวควรมีความสัมพันธ์กับระดับของการทวนสอบ และผลการทวนสอบที่สามารถยอมรับได้

5) การกำหนดเงื่อนไขให้กับการออกแบบตามกลยุทธ์การบูรณาการ

รูปแบบและเงื่อนไขของการออกแบบควรมีความสัมพันธ์กับกลยุทธ์การบูรณาการ รวมไปถึงการระบุชนิดของส่วนต่อประสานเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างกันของส่วนประกอบ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมสำหรับการบูรณาการอาจถูกผนวกรวมเข้ากับเงื่อนไขของการออกแบบภายในกิจกรรมนี้

6) การกำหนดส่วนต่อประสาน

การกำหนดส่วนต่อประสานนี้ ควรจัดทำเป็นเอกสารซึ่งระบุรายละเอียดของข้อกำหนดและเกณฑ์ต่างๆ ของส่วนต่อประสาน ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนดคุณลักษณะของส่วนต่อประสาน พารามิเตอร์ รายละเอียดเชิงประสิทธิภาพ และรายละเอียดด้านเกณฑ์ความปลอดภัย เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการจำแนกประเภทของส่วนต่อประสาน ตัวอย่างเช่น ส่วนต่อประสานเชิงกายภาพ ส่วนต่อประสานเชิงฟังก์ชัน ส่วนต่อประสานเชิงตรรกะ เอกสารข้อกำหนดส่วนต่อประสานนี้ควรนำเข้าระบบการจัดการโครงแบบภายในโครงการเพื่อรองรับการปรับปรุงในภายหลังหากมีการเปลี่ยนแปลง

7) การตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์

การตรวจสอบนี้ควรทำเมื่อมีการกำหนดคำอธิบายส่วนต่อประสานหรือเมื่อมีการแก้ไขใดๆ เกิดขึ้น โดยผู้ตรวจสอบควรเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจได้ว่าคำอธิบายส่วนต่อประสานนั้นมีความสมบูรณ์และตรงกับความต้องการที่แท้จริง อย่างไรก็ตาม เพื่อป้องกันความเข้าใจผิด และเพื่อให้สามารถแก้ไขได้ตั้งแต่ช่วงต้น ในระหว่างการพัฒนาก็ควรจะมีการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเป็นระยะด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ ควรมีการจัดแบ่งประเภทของส่วนต่อประสานและเอกสารที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสมกับผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการแต่ละหน้าที่ เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจและการตรวจสอบ

8) การตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าส่วนต่อประสานมีการประสานงานร่วมกันเป็นอย่างดีในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

เพื่อเป็นการควบคุมความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีที่ส่วนต่อประสานของแต่ละส่วนประกอบหรือสภาพแวดล้อมทำงานเข้ากันไม่ได้ ประเด็นปัญหาควรมีการนำเข้าที่ประชุมผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันและทางแก้ไข

การเปลี่ยนแปลงใดๆ ควรมีการบันทึกและปรับปรุงเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานให้ทันสมัยอยู่เสมอ

9) การตรวจสอบข้อตกลงเพื่อกำหนดส่วนต่อประสาน

ควรจัดให้มีการทวนสอบข้อตกลงสำหรับข้อกำหนดส่วนต่อประสานของส่วนประกอบและส่วนประกอบ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้เข้าใจตรงกันถึงลักษณะและการทำงานของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ ในกรณีที่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือมีความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน ควรมีการประชุมเพื่อตัดสินใจและหาข้อตกลงตามกระบวนการควบคุมการเปลี่ยนแปลงต่อไป

10) การพัฒนาและสร้างเอกสารชุดของการทดสอบสำหรับแต่ละความต้องการของส่วนประกอบที่ได้ทำการประกอบไปแล้ว

คือ การนำเอกสารความต้องการมาสร้างเป็นเอกสารชุดทดสอบสำหรับการบูรณาการ ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับการออกแบบ รวมไปถึงการทดสอบการโต้ตอบระหว่างส่วนประกอบ กิจกรรมนี้ถูกเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับการทวนสอบภายในโครงการ

11) การทวนสอบความสมบูรณ์ของส่วนประกอบที่ได้รับมาสำหรับการบูรณาการโดยการตรวจสอบผ่านเกณฑ์การส่งมอบ

ตามปกติแล้วกิจกรรมนี้ถือเป็นหน้าที่ของคณะทำงานบูรณาการส่วนประกอบที่ได้รับมาสำหรับทำการบูรณาการนั้นควรผ่านการทวนสอบก่อนทำการบูรณาการ อันดับแรกควรมีการตรวจสอบเวอร์ชันให้มีความถูกต้อง ถัดมาคือการตรวจสอบคุณลักษณะและการทำงานให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ได้ระบุไว้ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4) หากเกิดความผิดพลาดหรือไม่ผ่านเกณฑ์ ควรทำการประชุมเพื่อเข้ากระบวนการแก้ไขหรือตกลงเกณฑ์การส่งมอบส่วนประกอบใหม่ในกรณีที่ความผิดพลาดหรือประเด็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์นั้นเป็นที่ยอมรับได้

12) การส่งมอบและการได้รับส่วนประกอบตามตารางเวลาที่ได้ตกลงไว้

ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาจนเสร็จและผ่านตามเกณฑ์การส่งมอบสามารถส่งให้ทีมบูรณาการเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ได้เลย ความสำคัญของกิจกรรมนี้คือการส่งมอบส่วนประกอบให้ตรงตามตารางเวลาที่ได้กำหนดไว้ตามแผนการบูรณาการ ในกรณีที่เกิดปัญหาความล่าช้า ควรมีการรายงานผู้ที่เกี่ยวข้องโดยเร็วที่สุดเพื่อหาทางแก้ไข รวมถึงการหารือข้อตกลงและปรับแผนงานใหม่ ส่วนประกอบที่ได้รับการบูรณาการแล้วควรนำเข้าระบบการจัดการโครงแบบ และมี

การบันทึกรายงานสรุปสถานการณ์ของการบูรณาการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบเป็นระยะ

13) การบูรณาการหรือการประกอบส่วนประกอบตามแผนงาน

การบูรณาการหรือการประกอบส่วนประกอบควรดำเนินไปตามแผนงานและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ และอาจจัดมีการประเมินผลลัพธ์ที่ทันทีเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ผลการดำเนินงานและส่วนประกอบที่บูรณาการแล้วเสร็จควรมีระบบการจัดเก็บและการจัดการโครงแบบที่ดีเพื่อการดำเนินของผู้เกี่ยวข้องในขั้นต่อๆ ไป

14) การประเมินและทดสอบส่วนประกอบที่ได้ทำการประกอบไปแล้ว

การประเมินนี้ให้ความสำคัญที่การทวนสอบส่วนต่อประสาน ลักษณะการทำงานและสภาพแวดล้อมของส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ต้องทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง ผลของการทวนสอบควรมีการบันทึกและจัดให้มีระบบดำเนินการแก้ไขในกรณีที่มีปัญหาเกิดขึ้น

15) การบันทึกข้อมูลสารสนเทศในการบูรณาการลงในที่เก็บที่เหมาะสม

เมื่อการบูรณาการดำเนินการแล้วเสร็จ ข้อมูลสารสนเทศและสิ่งที่ควรถูกจัดเก็บ คือ ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการบูรณาการ ผลิตภัณฑ์ที่บูรณาการเสร็จแล้ว ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ สภาพแวดล้อมการบูรณาการ กลยุทธ์และขั้นตอนการดำเนินการบูรณาการ นอกจากนี้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ควรมีระบบจัดการปรับปรุงข้อมูลมีความทันสมัยอยู่เสมอ

15 กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์นี้ จะถูกใช้เป็นธาตุกระบวนการเพื่อสร้างแบบจำลองกระบวนการมาตรฐานสำหรับกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

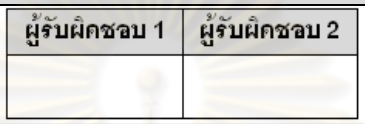
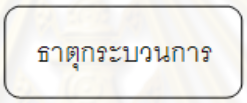
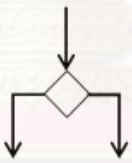
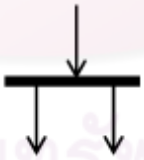
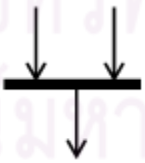
3.1.2 แผนภาพแสดงแบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์

กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการที่รวบรวมได้จากมาตรฐานและแบบจำลองอ้างอิงที่ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 3.1.1 สามารถนำมาจัดลำดับเพื่อแสดงกระแสงานและระบุเป็นกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายถึงความหมายของกระบวนการมาตรฐานโดยสังเขป การแสดงแผนภาพและคำอธิบายสำหรับแบบจำลองกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

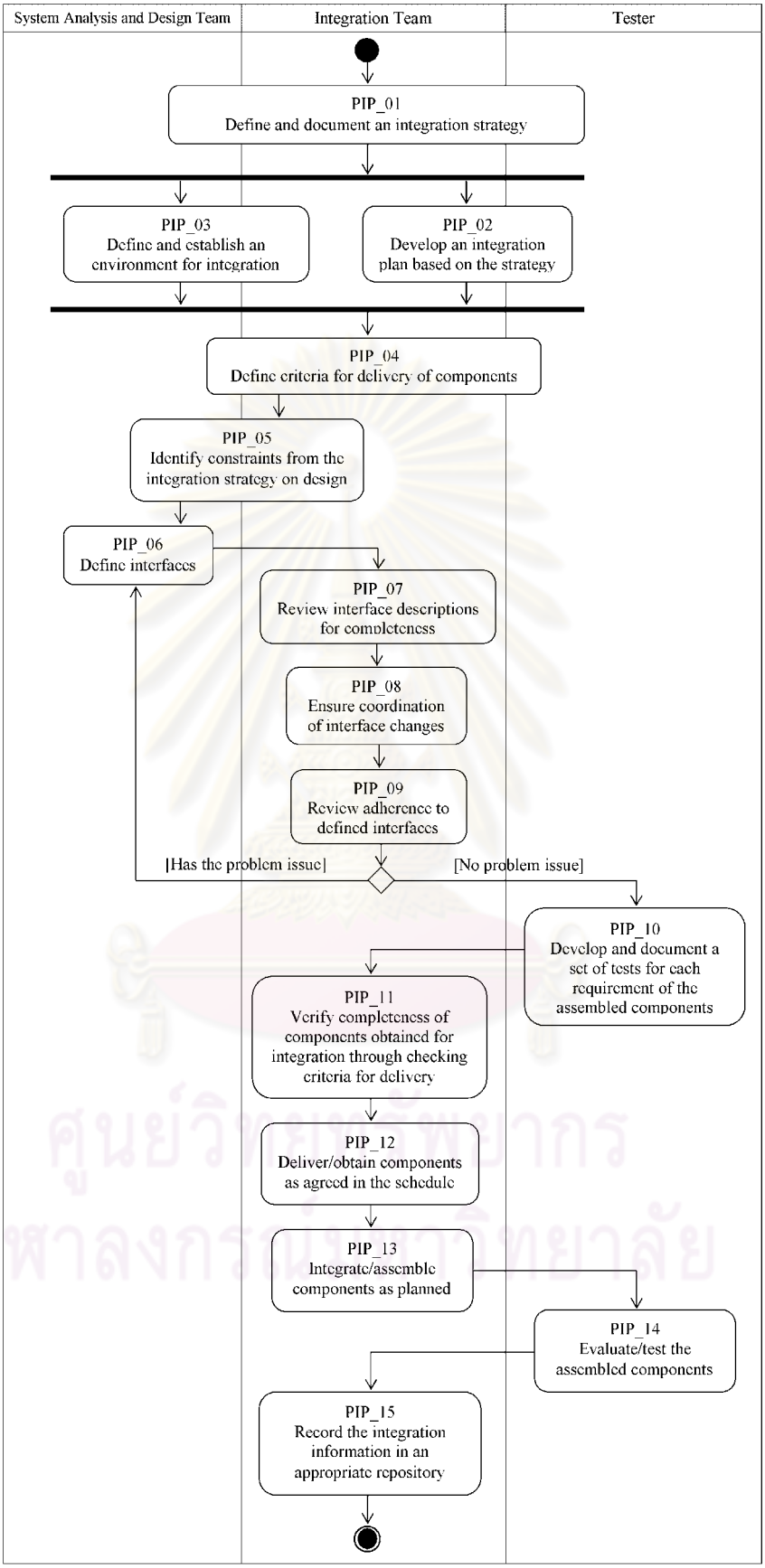
กระบวนการมาตรฐาน คือ กระบวนการที่ประกอบด้วยกระแสงาน (Workflow) ของกระบวนการย่อย (Subprocess) และกระบวนการย่อยที่ไม่สามารถแยกย่อยได้อีก เรียกว่า ธาตุกระบวนการ (Process element) กระแสงานของธาตุกระบวนการมีคุณลักษณะได้หลายแบบ ได้แก่ การตัดสินใจ แบบลำดับ แบบขนาน และแบบรวม แผนภาพที่ใช้แสดงกระแสงานดังกล่าวประกอบด้วยสัญกรณ์ต่างๆที่มีความหมายแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สัญกรณ์ที่ใช้ในแผนภาพแบบจำลองกระบวนการมาตรฐาน

ชื่อสัญกรณ์	สัญกรณ์	ความหมาย
สวิมเลน (Swimlane)		การจำแนกกลุ่มกิจกรรมตามหน้าที่ผู้รับผิดชอบ
จุดเริ่มต้น (Initial node)		จุดเริ่มต้นกิจกรรมในกระบวนการ
จุดสิ้นสุด (Final node)		จุดสินสุดกิจกรรมในกระบวนการ
กิจกรรม (Activity)		กิจกรรมที่เป็นธาตุกระบวนการ
กระแสงานแบบลำดับ (Sequencial work flow)		แสดงทิศทางของธาตุกระบวนการแบบลำดับ
การตัดสินใจ (Decision node)		การตัดสินใจเพื่อแสดงทางเลือกเพื่อดำเนินการต่อไป
กระแสงานแบบขนาน (Pararell work flow)		แสดงทิศทางของธาตุกระบวนการแบบขนาน
กระแสงานแบบรวม (Join work flow)		แสดงทิศทางของธาตุกระบวนการแบบรวม

แบบจำลองกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการรวบและวิเคราะห์กิจกรรมที่มีความจำเป็นภายในกระบวนการ และกระแสงานของกิจกรรมหมายเลข 1-15 ในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์แทนด้วยธาตุกระบวนการพีไอพี 01–15 (PIP_01–PIP_15) แสดงดังแผนภาพในรูปที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการ

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่ากิจกรรมในการบูรณาการนั้นต้องอาศัยความร่วมมือจากคณะทำงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบหลายฝ่าย ได้แก่ การออกแบบและวิเคราะห์ระบบ การบูรณาการและการทดสอบ นอกจากนี้ ผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการ (Relevant stakeholder) จะเข้ามามีบทบาทในการติดตามความก้าวหน้า การหารือข้อตกลง และการพิจารณาประเด็นปัญหาและความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างช่วงวงจรชีวิตของโครงการ

กิจกรรมในกระบวนการบูรณาการสามารถจัดแบ่งกลุ่มของกิจกรรมออกเป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 6 ได้แก่ 1) การวางแผนและการเตรียมการ 2) การจัดการส่วนต่อประสาน 3) การปฏิบัติการบูรณาการ 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การบันทึกข้อมูลสารสนเทศลงในแหล่งจัดเก็บ ในแต่ละกลุ่มของกิจกรรมล้วนมีความเกี่ยวข้องกับการการปฏิบัติงานในโครงการด้านอื่นๆ เช่น การวางแผนและการจัดการโครงการในภาพรวม การเก็บและวิเคราะห์ความต้องการ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การทวนสอบและการทดสอบ และการจัดการโครงแบบ เป็นต้น

งานวิจัยนี้ให้ความสนใจไปที่กลุ่มกิจกรรมสำหรับการจัดการส่วนต่อประสาน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับงานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ และการปฏิบัติงานในกลุ่มกิจกรรมนี้จะส่งผลโดยตรงถึงการวางแผนและการสร้างกรณีทดสอบการบูรณาการในกระบวนการทวนสอบ ปัจจัยความสำเร็จของกลุ่มกิจกรรมนี้ คือ พีไอพี_07 การตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์ และพีไอพี_08 การตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าส่วนต่อประสานมีการประสานงานร่วมกันเป็นอย่างดีในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น อ้างอิงจากข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 และ 2.2 ของกระบวนการบูรณาการในซีเอ็มเอ็มไอสำหรับการพัฒนาที่ได้กล่าวถึงไว้ในบทที่ 2 รายละเอียดของทั้งสองกิจกรรมดังกล่าวสามารถแจกแจงเป็นข้อปฏิบัติย่อย พร้อมรายการข้อมูลนำเข้าและผลิตภัณฑ์งานที่จำเป็นของกิจกรรมแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อปฏิบัติย่อย ข้อมูลนำเข้าและผลิตภัณฑ์งาน ของข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 และ 2.2 ของกลุ่มกระบวนการบูรณาการ

SG 2 Ensure Interface Compatibility		
SP 2.1 Review Interface Descriptions for Completeness		
Input documents	Subpractices	Typical work products
-Interface requirements - Interface specifications - Design documents	1. Review interface data for completeness and ensure complete coverage of all interfaces. 2. Ensure that product components and interfaces are marked to ensure easy	-Categories of interfaces -List of interfaces per category -Mapping of the interfaces to the product componen-

	and correct connection to the joining product component. 3. Periodically review the adequacy of interface descriptions.	ts and the product integration environment
SP 2.2 Manage Interfaces		
Input documents	**Subpractices**	**Typical work products**
- The definitions and designs for interfaces	1. Ensure the compatibility of the interfaces throughout the life of the product. 2. Resolve conflict, noncompliance, and change issues. 3. Maintain a repository for interface data accessible to project participants.	- Table of relationships among the product components and the external environment (e.g., main power supply, fastening product, and computer bus system) - Table of relationships among the different product components List of agreed to interfaces defined for each pair of product components, when applicable - Reports from the interface control working group meetings - Action items for updating interfaces - Application program interface (API) - Updated interface description or agreement

อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานในข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 และการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานในข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.2 นั้นยังไม่มีการระบุวิธีการหรือแนวทางสำหรับการปฏิบัติที่ชัดเจน รวมถึงการกำหนดแนวทางในการออกแบบส่วนต่อประสานที่สามารถนำมาใช้ในโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

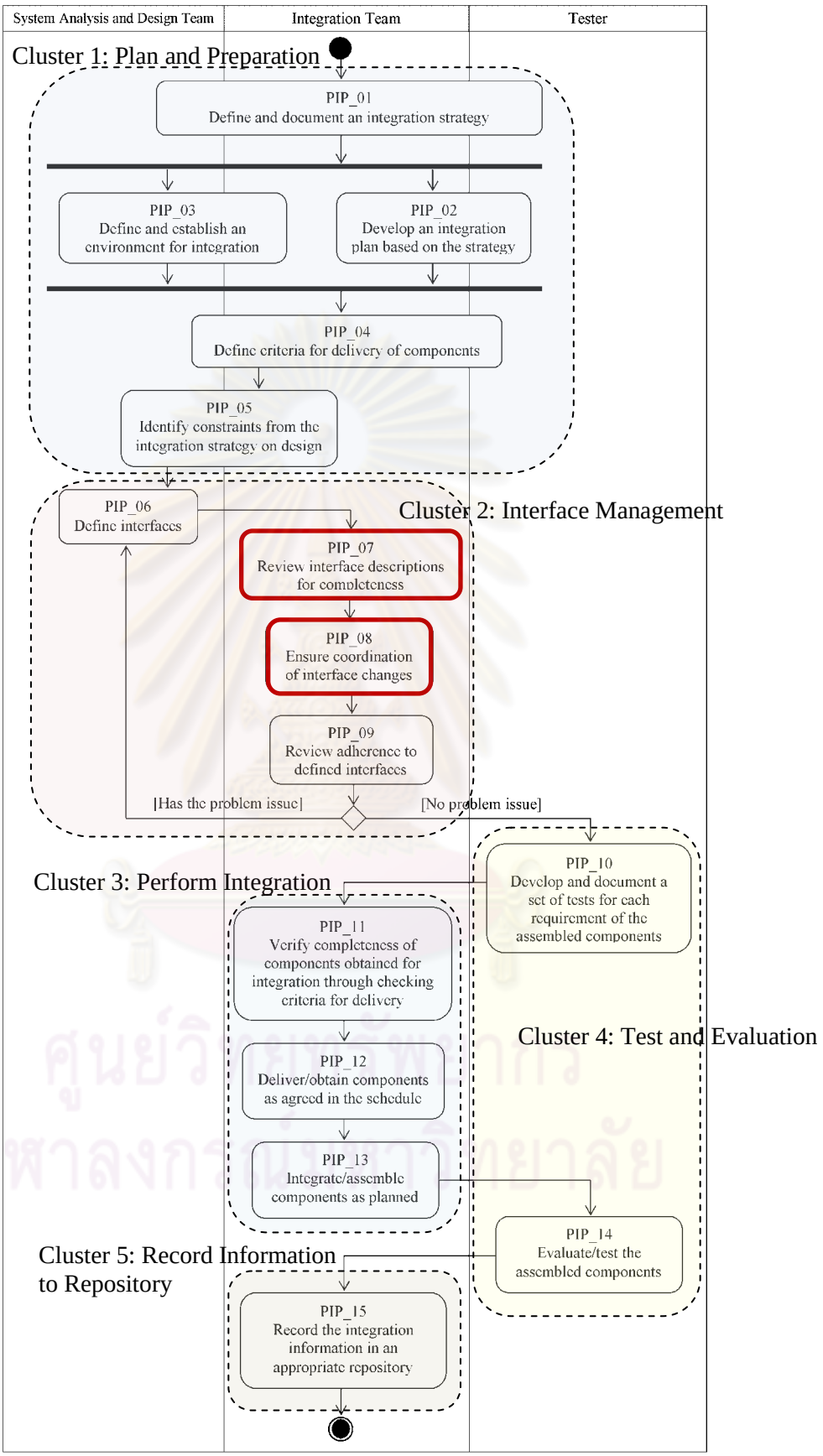
แนวทางสำหรับการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานในกระบวนการบูรณาการ โดยครอบคลุมถึงการกำหนดแนวทางสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานเชิงวัตถุด้วยแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล การระบุคำอธิบายส่วนต่อประสานจากเอกสารการออกแบบ และการนำเสนอวิธีการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากคำอธิบายส่วนต่อประสานที่สกัดได้จากเอกสารการออกแบบด้วยแผนภาพส่วนประกอบ รายละเอียดของแนวทางการวิจัยดังกล่าวจะอยู่ในบทบรรยายหัวข้อถัดไปตามลำดับ

3.2 การออกแบบส่วนต่อประสานเชิงวัตถุด้วยแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล

การกำหนดแนวทางสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานเชิงวัตถุจากแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ต้องเป็นแผนภาพที่ได้จากการออกแบบด้วยแนวคิดแบบการพัฒนาเชิงส่วนประกอบในมุมมองของออกแบบสถาปัตยกรรมระบบในระดับส่วนประกอบ ซึ่งถือเป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมในระดับบน เพื่อใช้ในการสื่อสาร การตรวจสอบและการทำความเข้าใจความต้องการของระบบ ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ความต้องการและการสร้างเมทริกซ์ติดตามรอยความต้องการในโครงการ

การออกแบบส่วนประกอบและส่วนต่อประสานของส่วนประกอบด้วยแนวคิดแบบการพัฒนาเชิงส่วนประกอบนั้น ส่วนประกอบ หมายความถึง ชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ หรือซอฟต์แวร์โมดูลใดๆ ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวมันเองโดยไม่ต้องพึ่งพาการทำงานจากส่วนอื่นๆ หรือที่สามารถแบ่งแยกนำมาทดสอบได้อย่างง่าย หรือที่สามารถถอดแยกออกจากระบบในภาพรวมได้อย่างง่าย และมีความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนประกอบที่ดีนั้นจำเป็นจะต้องมีการออกแบบส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนั้นๆ ด้วย ส่วนต่อประสานในที่นี้จึงหมายความถึง ช่องทางสำหรับการเชื่อมต่อ การสื่อสารและการส่งผ่าน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลหรือสัญญาณในลักษณะใดๆ ที่เป็นการรับเข้าหรือส่งออก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการออกแบบส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนี้ ต้องมีการตกลงถึงลักษณะของการเชื่อมต่อไว้ตั้งแต่ตอนเริ่มต้นในช่วงของการออกแบบ ตัวอย่างของลักษณะการเชื่อมต่อดังกล่าว ได้แก่ โพรโทคอล รูปแบบการส่งสัญญาณ ชนิดของตัวแปรและรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งผ่าน เป็นต้น

แผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแผนภาพส่วนประกอบแบบมุมมองกล่องขาวซึ่งแต่ละส่วนประกอบต้องประกอบด้วยแผนภาพคลาสที่ใช้อธิบายโครงสร้างภายในของส่วนประกอบด้วย สัญกรณ์ของแผนภาพยึดถือตามรูปแบบที่ถูกกำหนดไว้ในยูเอ็มแอลเวอร์ชัน 2.0 รายละเอียดและตัวอย่างของแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาวที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยสามารถดูได้จากเนื้อหาที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

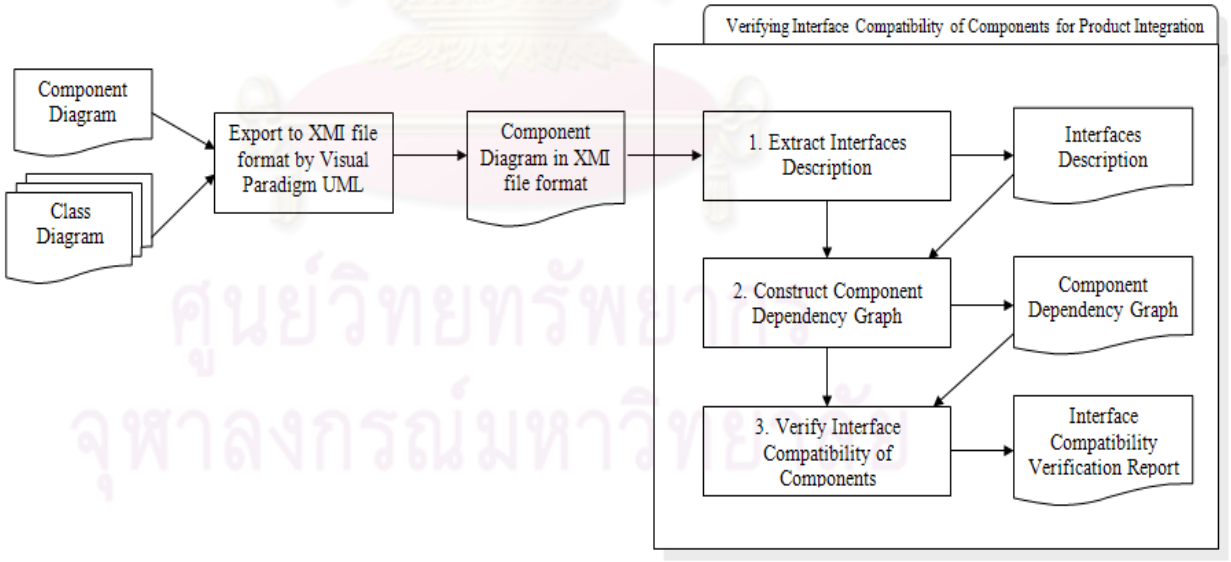


รูปที่ 6 แบบจำลองกระบวนการมาตรฐานของกระบวนการบูรณาการ

เครื่องมือที่ใช้วาดแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาวและแปลงแผนภาพยูเอ็มแอลให้เป็นแฟ้มเอกซ์เอ็มไอ เพื่อจำลองและทดสอบระบบการทำงานตามแนวทางวิจัยที่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ คือ วิชวลพาราดามสำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชันเอ็นเทอร์ไพรส์ 7.0 [12] (Visual Paradigm for UML 7.0 Enterprise Edition) วิธีการเขียนแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาวและการแปลงแผนภาพให้เป็นแฟ้มเอกซ์เอ็มไอโดยวิชวลพาราดาม อธิบายโดยละเอียดในภาคผนวก ก.

3.3 ภาพรวมของแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

จากภาพรวมของกิจกรรมในกระบวนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ในหัวข้อ 3.1 แนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการในงานวิจัยนี้จึงถูกสร้างขึ้นเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานในกลุ่มกิจกรรมการจัดการส่วนต่อประสาน ซึ่งครอบคลุมถึงการปฏิบัติงานในข้อปฏิบัติหลักที่เป็นปัจจัยสำคัญในการบูรณาการ นั่นคือ การตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์ และการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน โดยการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานจากเอกสารการออกแบบ และการนำเสนอวิธีการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากคำอธิบายส่วนต่อประสานที่สกัดได้จากเอกสารการออกแบบด้วยทฤษฎีกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ



รูปที่ 7 ภาพรวมของแนวทางในการทวนสอบความเข้ากันได้
ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์

ภาพรวมของแนวทางการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน (Extract Interface Descriptions) 2) การสร้างกราฟพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ (Construct Component Dependency Graph) และ 3) การทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ (Verify Interface Compatibility of Components) ลำดับการดำเนินงานของขั้นตอนทั้งสามแสดงดังรูปที่ 7 รายละเอียดของขั้นตอนในแต่ละส่วนจะอธิบายในหัวข้อ 3.3.1-3.3.3

3.3.1 **สกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน** (Extract Interfaces Description)

ขั้นตอนแรกของแนวทางการวิจัย คือ การสกัดและรวบรวมคำอธิบายส่วนต่อประสานที่จำเป็นจากแผนภาพส่วนประกอบและแผนภาพคลาสที่บรรจุอยู่ภายในส่วนประกอบ แผนภาพส่วนประกอบและแผนภาพคลาสที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นจำเป็นจะต้องมีการแปลงแผนภาพให้เป็นแฟ้มเอกสารในรูปแบบของภาษาเอกซ์เอ็มไอ (XMI: XML Metadata Interchange) ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานสำหรับแผนภาพยูเอ็มแอล จากนั้นจึงทำการประมวลผลและวิเคราะห์คำอธิบายส่วนต่อประสาน ส่วนประกอบและคลาสที่จำเป็นจากแฟ้มเอกสารภาษาเอกซ์เอ็มไอนั้น รายละเอียดที่ต้องการในแผนภาพจำแนกเป็นสองส่วน คือ ข้อมูลที่ต้องการจากแผนภาพส่วนประกอบ และข้อมูลที่ต้องการจากแผนภาพคลาส มีดังนี้

- รายละเอียดที่ต้องการในแผนภาพส่วนประกอบ ได้แก่ ชื่อส่วนประกอบ, ส่วนต่อประสานที่ต้องการและที่จัดเตรียมไว้ของแต่ละส่วนประกอบ, คุณสมบัติ ความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชันที่บอกถึงคลาสสมาชิกภายในส่วนประกอบ, และรายการส่วนประกอบอื่นๆที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากับส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนั้นๆ
- รายละเอียดที่ต้องการในแผนภาพคลาสต้องการเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานคลาส (Class Interface) และคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชัน (Realization) กับคลาสส่วนต่อประสานเท่านั้น ข้อมูลที่จำเป็นต้องทำการสกัดภายในแผนภาพ ได้แก่ ชื่อคลาสส่วนต่อประสาน การดำเนินงาน (Operations) ของส่วนต่อประสานที่ระบุประเภทและตัวแปรที่เป็นพารามิเตอร์ (Parameters) รายการคลาสที่มีคสามสัมพันธ์เรียลไลเซชันกับส่วนต่อประสาน เมท็อดที่สืบทอดตัวตน (Instance)และการระบุประเภทและตัวแปรที่เป็นพารามิเตอร์มาจากส่วนต่อประสาน

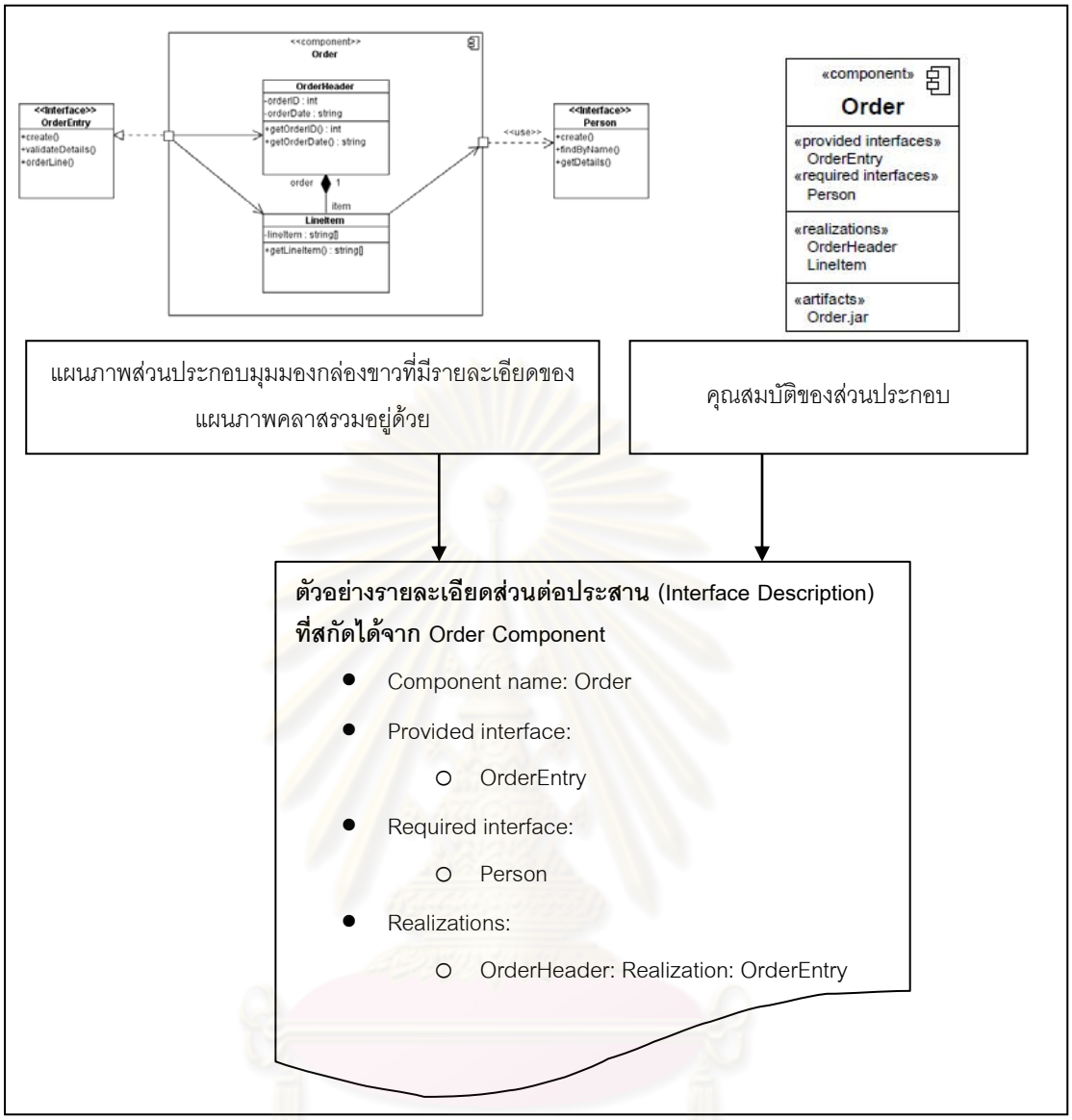
รายละเอียดของคำอธิบายส่วนต่อประสาน ส่วนประกอบ คลาส และความสัมพันธ์ต่างๆที่ต้องการสกัดออกมาจากเนื้อหาป้ายระบุ (Tag content) ของแผนภาพส่วนประกอบที่อยู่ในรูปแฟ้มภาษาเอกซ์เอ็มไอ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลสำคัญที่ต้องการสกัดจากแผนภาพส่วนประกอบที่อยู่ในรูปแฟ้มภาษาเอกซ์เอ็มไอ

UML Component	XMI Tag	The meaning of XMI tag content
Component	xmi:id	Identification code of component
	name	Component name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Component”.
Interface	xmi:id	Identification code of interface component
	name	Interface name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Component”
	xmi:value	Interface value tag is “Component_Interface_id”.
Class (Need a component to be ownedMember element)	xmi:id	Identification code of class component
	name	Class name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Class”
	visibility	Visibility type default is “public”.
Atrribute (Need a class or a interface to be ownedAttribute element)	xmi:id	Identification code of attribute component
	name	Attribute name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Property”
	visibility	Visibility type can be “public” or “private” or “protected”.
	type	Data type
Operation (Need a class or a interface to be ownedAttribute element)	xmi:id	Identification code of operation component
	name	Operation name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Operation”
	visibility	Visibility type can be “public” or “private” or “protected”.
	type	Data type

UML Component	XMI Tag	The meaning of XMI tag content
Parameter (Need an operation to be ownedParameter element and can be as return argument for an operation)	xmi:id	Identification code of parameter component
	name	Parameter name
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Parameter”
	kind	Kind of parameter can be “inout” or “return”.
	type	Data type
Usage association end	xmi:id	Identification code of usage association component
	name	Association name (optional)
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Usage”
	client	Identification code of a client component.
	supplier	Identification code of a supplier component which be usaged by a client component.
Realization association end	xmi:id	Identification code of realization association component
	name	Association name (optional)
	xmi:type	Component type of XMI is “uml:Realization”
	client	Identification code of a client component which be realized by a supplier component.
	supplier	Identification code of a supplier component.

เมื่อการประมวลผลเพื่อการสกัดข้อมูลเสร็จสิ้น รายละเอียดทั้งหมดที่โปรแกรมทำการสกัดได้นั้น จะถูกรวบรวมและจัดทำเป็นคำอธิบายส่วนต่อประสาน (Interfaces description) ในสภาพพร้อมใช้งานในการตรวจสอบรายละเอียดส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์ และข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนของการสร้างกราฟส่วนประกอบต่อไป การออกแบบและวิธีการทางเทคนิคสำหรับการสกัด รวบรวม และการวิเคราะห์แฟ้มเอกสารเอ็กเอ็มไอของแผนภาพส่วนประกอบจะอธิบายอย่างละเอียดในบทที่ 4 และบทที่ 5 ตามลำดับ ตัวอย่างรายละเอียดข้อมูลที่ทำการสกัดได้จากแผนภาพส่วนประกอบอย่างง่ายแสดงดังรูปที่ 8



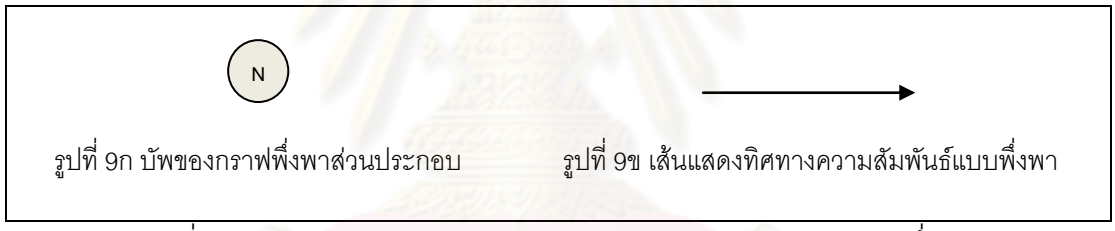
รูปที่ 8 ตัวอย่างรายละเอียดข้อมูลที่ทำการสกัดได้จากแผนภาพส่วนประกอบอย่างง่าย

3.3.2 **สร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ** (Construct Component Dependency Graph)

ขั้นตอนที่สอง คือ การนำเสนอแนวคิดในการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบเพื่อแสดงรูปแบบความสัมพันธ์แบบพึ่งพาระหว่างส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ การสร้างกราฟดังกล่าวประกอบด้วยงานสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองกราฟพึ่งพา และการสร้างโครงสร้างข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบโดยใช้แนวคิดของตารางการเชื่อมต่อทางเดิน [14] (Table of path connection) แบบจำลองกราฟพึ่งพาจะช่วยให้เห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนลำดับในการบูรณาการ รวมถึงการวางแผนงานสำหรับการทดสอบการบูรณาการ นอกจากนี้จะช่วยให้งานการทวนสอบรายละเอียดส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์ทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากกราฟพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบที่

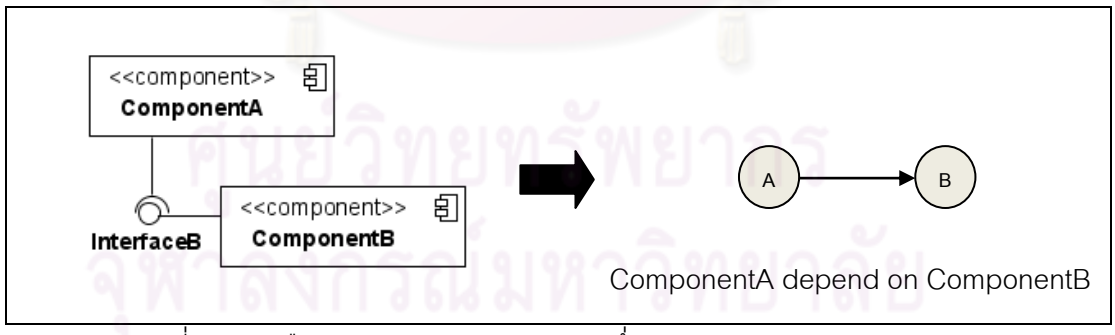
งานวิจัยนำเสนอมีคุณสมบัติในการแสดงรายละเอียดของส่วนต่อประสานและความสัมพันธ์แบบขึ้นต่อกันของส่วนประกอบได้อย่างชัดเจน และในส่วนของตารางการเชื่อมต่อทางเดินที่ถูกสร้างขึ้นนั้นใช้เพื่อบรรจุพาทความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละบัพ (Node) ของกราฟพึ่งพา ซึ่งพาทดังกล่าวจะถูกใช้ในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของข้อมูลส่วนต่อประสานของส่วนประกอบดังจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

ข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นสำหรับการสร้างกราฟ ได้แก่ ข้อมูลรายละเอียดส่วนต่อประสานที่สกัดได้จากแผนภาพในหัวข้อ 3.3.1 ซึ่งถูกประมวลผลอยู่ในรูปแบบของวัตถุประเภทคลาส งานวิจัยนี้ทำการทดสอบแนวคิดโดยสร้างส่วนโปรแกรมทดสอบเพื่อสร้างแบบจำลองกราฟส่วนประกอบพึ่งพาสำหรับแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบจากข้อมูลนำเข้าดังกล่าว จากนั้นจึงทำการประมวลผลรูปแบบของพาทความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ และจัดเก็บพาทลงในตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ ซึ่งข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสานต่างๆที่จำเป็นต่อการทวนสอบความเข้ากันได้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของวัตถุประเภทคลาสลงในแต่ละบัพของกราฟ



รูปที่ 9ก บัพของกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ รูปที่ 9ข เส้นแสดงทิศทางความสัมพันธ์แบบพึ่งพา

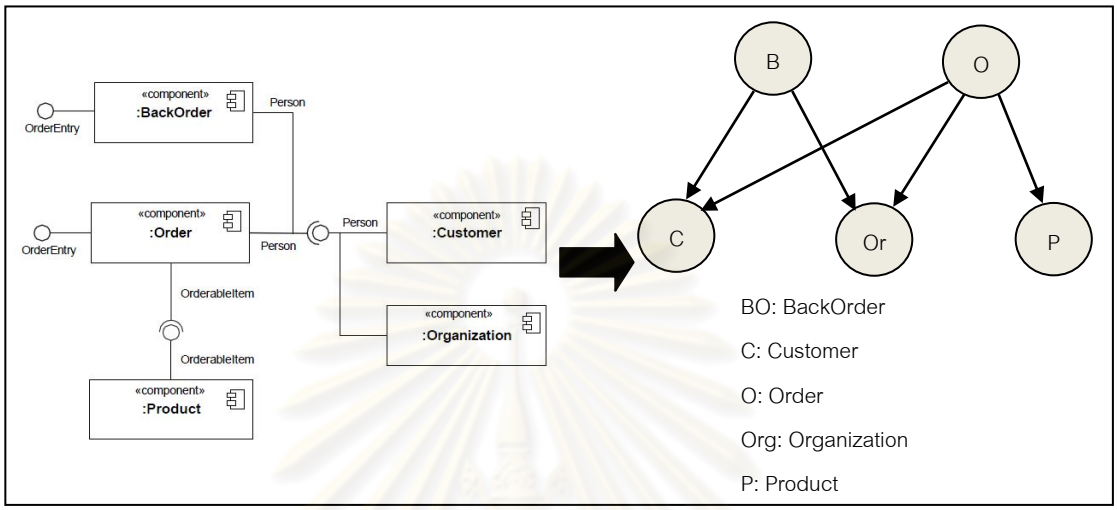
รูปที่ 9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของบัพ และเส้นแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพา



รูปที่ 10 การสืบทิศทางความสัมพันธ์แบบพึ่งพาของส่วนประกอบอย่างง่าย

การสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบประกอบด้วยสัญลักษณ์ของบัพเป็นรูปวงกลมและเส้นตรงมีหัวลูกศรแสดงทิศทางความสัมพันธ์แบบพึ่งพา แต่ละส่วนประกอบจะถูกแทนด้วยบัพ จากนั้นจึงสืบทิศทางความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างส่วนประกอบกับส่วนต่อประสานของอีกส่วนประกอบหนึ่งที่ได้จัดเตรียมไว้ให้บริการ ตัวอย่างสัญลักษณ์ของบัพ เส้นแสดงความสัมพันธ์แบบพึ่งพา วิธีการสืบทิศทางความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอย่างง่าย และตัวอย่างการสร้างกราฟพึ่งพา

ส่วนประกอบจากแผนภาพส่วนประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 9, รูปที่ 10 และรูปที่ 11 ตามลำดับ นอกจากนี้ แผนภาพส่วนประกอบในรูปที่ 8 สามารถนำมาเป็นตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์และรวบรวมความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาได้ดังแสดงในตารางที่ 7



รูปที่ 11 ตัวอย่างการสร้างกราฟพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบจากแผนภาพส่วนประกอบ

ตารางที่ 7 การเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ

Components	Required Interface / Provided Interface	Components					Dependency Path
		Back-Order	Order	Product	Customer	Organization	
BackOrder	OrderEntry						
Order	OrderEntry						
Product	OrderableItem		X				O ->P
Customer	Person	X	X				B -> C, O ->C
Organization	Person	X	X				B ->Or, O ->Or

หมายเหตุ:

- B = BackOrder Component
- O = Order Component
- P = Product Component
- C = Component = Component
- Or = Organization Component

3.3.3 **ทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ** (Verify Interface Compatibility of Components)

ขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำเสนอวิธีการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบแบบอัตโนมัติโดยการท่อง (Traversal) บัพของกราฟพึ่งพาส่วนประกอบตามพาทที่บรรจุอยู่ในตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบที่ถูกสร้างขึ้นในหัวข้อ 3.3.2 วิธีในการตรวจสอบนี้ถูกสร้างเป็นส่วนของโปรแกรมเพื่อทดสอบแนวคิด ซึ่งระหว่างการแวะผ่านกราฟในแต่ละบัพ จะมีการประมวลผลสำหรับการประเมินความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากข้อมูลรายคำอธิบายส่วนต่อประสานและส่วนประกอบที่บรรจุอยู่ในบัพนั้นๆ

ประเด็นของการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ มีดังนี้

- การตรวจสอบความต้องกันของชื่อและชนิดของข้อมูลแอตทริบิวที่เป็นตัวแปรสมาชิกของส่วนต่อประสาน
- การตรวจสอบความต้องกันของชื่อและชนิดข้อมูลที่คืนค่าของออเปอร์เรชันระหว่างส่วนต่อประสาน ทั้งที่เป็นส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่จัดเตรียมไว้กับส่วนต่อประสานที่ส่วนประกอบต้องการ
- การตรวจสอบความต้องกันของชนิดตัวแปร จำนวนและลำดับของการระบุตัวแปรที่เป็นพารามิเตอร์ของออเปอร์เรชันในส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่จัดเตรียมไว้กับส่วนต่อประสานที่ส่วนประกอบต้องการ
- การตรวจสอบความต้องกันของชื่อและชนิดข้อมูลที่คืนค่าของออเปอร์เรชันระหว่างส่วนต่อประสาน ทั้งที่เป็นส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่จัดเตรียมไว้กับคลาสสมาชิกภายในส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชันกับส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนั้น
- การตรวจสอบความต้องกันของชนิดตัวแปร จำนวนและลำดับของการระบุตัวแปรที่เป็นพารามิเตอร์ของออเปอร์เรชันในส่วนต่อประสานของส่วนประกอบกับคลาสสมาชิกภายในส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชันกับส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนั้น

ผลลัพธ์ของการทวนสอบจะถูกแสดงเป็นรายงาน ตัวอย่างของรายงานการทวนสอบจากการพัฒนาระบบสนับสนุนตามแนวทางวิจัยแสดงในบทที่ 6

บทที่ 4
การออกแบบระบบต้นแบบ

จากแนวทางการวิจัยในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน 2) การสร้างกราฟพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ และ 3) การทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ ทั้งสามขั้นตอนนี้เป็นฟังก์ชันพื้นฐานหลักสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบต้นแบบสนับสนุน ทั้งนี้เพื่อเป็นการอิมพลีเมนต์แนวทางวิจัยให้มีความสมบูรณ์ เป็นรูปธรรมและสามารถทำงานได้จริง รวมถึงการช่วยผ่อนภาระงานด้านการบูรณาการผลิตภัณฑ์สำหรับการจัดการคำอธิบายส่วนต่อประสานและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ปัจจัยความสำเร็จในกระบวนการบูรณาการที่ไม่ควรถูกละเลย ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงวิธีการออกแบบระบบสนับสนุนการจัดการคำอธิบายส่วนต่อประสาน (The Interface Descriptions Management System: IDMS) ภายในเนื้อหาประกอบด้วยการออกแบบวิธีการดำเนินงานในภาพรวมและข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ การรวบรวมและการวิเคราะห์ความต้องการด้านหน้าที่ของระบบด้วยแผนภาพยูสเคส (Usecase diagram) การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบระดับบนด้วยแผนภาพส่วนประกอบ และการออกแบบโครงสร้างของระบบเชิงลึกด้วยแผนภาพคลาส (Class diagram) ตามลำดับ

4.1 การออกแบบวิธีการดำเนินงานในภาพรวมและข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ

ระบบต้นแบบไอดีเอ็มเอสถูกออกแบบให้เป็นโปรแกรมประยุกต์แบบระบบดำเนินการเดี่ยว (Stand alone system) สามารถรองรับผู้ใช้งานต่อระบบได้แบบ 1:1 โดยมีข้อกำหนดของระบบเบื้องต้นในเรื่องของผู้ใช้งาน ข้อมูลนำเข้า ข้อมูลส่งออก และสภาพแวดล้อมของระบบขณะกระทำการแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น

ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น	รายละเอียด
ผู้ใช้งาน	- ควรเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องกับโครงการโดยตรง ซึ่งมีหน้าที่บูรณาการระบบ (Integrator) และเป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับระบบในภาพรวม ทั้งในด้านข้อกำหนดความต้องการ การออกแบบ และการทดสอบ

ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น	รายละเอียด
ข้อมูลนำเข้า	- แฟ้มเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มไอที่ได้มาจากการแปลงแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาวที่ต้องการนำมาตรวจสอบ ด้วยเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล วิชวลพาราดามสำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชันเอ็นเทอร์ไพรส์ 7.0
ข้อมูลส่งออก	- รายงานคำอธิบายอธิบายส่วนต่อประสานที่ระบบทำการสกัดได้จากแฟ้มเอกสารเอกซ์เอ็มไอ
	- รายงานสรุปผลการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่ระบบทำการประมวลให้แบบอัตโนมัติ
สภาพแวดล้อมของระบบขณะกระทำการ (Execution environment)	- ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์ วินโดว์เอกซ์พี โปรเฟสชันนอล (Microsoft Windows XP Professional)
	- จาวารุ่นเฉพาะใช้งานเวอร์ชัน 5.0 (Java Runtime Version 5.0) ขึ้นไป

จากการศึกษาแนวทางดำเนินงานทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์พบว่า แนวทางการพัฒนาโครงการตามรูปแบบการพัฒนาเชิงส่วนประกอบเป็นแนวทางที่มีประโยชน์อย่างมากในแง่ของการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งพบว่ามีความเหมาะสมที่จะนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาระบบต้นแบบสนับสนุนงานวิจัย เพราะนอกจากจะสามารถปรับเข้ากับการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังมีแนวคิดสำหรับการจำแนกส่วนต่างๆเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างเป็นระบบทั้งโครงการ ดังนั้น แนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอส จึงได้เลือกใช้แนวคิดวิธีการออกแบบตามรูปแบบการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ ควบคู่ไปกับการพัฒนาระบบแบบเชิงวัตถุ [15] (Object Oriented Development Approach) โดยขั้นแรกจะเป็นการรวบรวมความต้องการด้านหน้าที่ของระบบ จากนั้นจะเป็นการนำความต้องการที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เป็นข้อกำหนดความต้องการเชิงฟังก์ชันด้วยแผนภาพยูสเคส การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบระดับบนด้วยแผนภาพส่วนประกอบ และการออกแบบโครงสร้างของระบบเชิงลึกด้วยแผนภาพคลาส

4.2 การรวบรวมและการวิเคราะห์ความต้องการด้านหน้าที่ของระบบด้วยแผนภาพยูสเคส

ความต้องการด้านหน้าที่ (Functional Requirements) ของไอดีเอ็มเอส รวบรวมได้จากรายละเอียดของกิจกรรมในการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์ ซึ่งได้กล่าวถึงไว้ในหัวข้อ 3.1.1 ของบทที่ 3 ความต้องการด้านหน้าที่ที่รวบรวมได้มี 6 รายการ ได้แก่ การสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน การจัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน การจับคู่

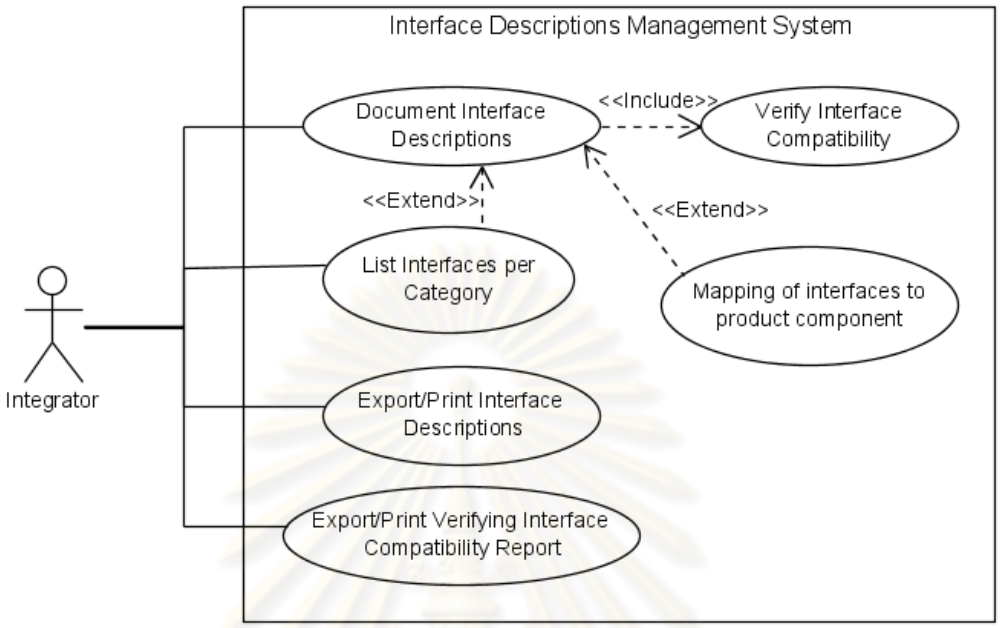
ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ การตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน การส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน การส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน รายละเอียดของแต่ละความต้องการแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความต้องการด้านหน้าที่

รหัส	ชื่อ	คำอธิบาย
R01	สร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน (Document Interface Descriptions)	การสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานจากเอกสารการออกแบบในภาพรวมของระบบ
R02	จัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน (List Interfaces per Category)	การจัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสานจากข้อมูลคุณสมบัติของส่วนต่อประสาน เพื่อสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน
R03	จับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ (Mapping of interfaces to product component)	การจัดทำตารางแผนที่ความสัมพันธ์ (Relation Map Table) ระหว่างส่วนต่อประสานกับส่วนประกอบจากเอกสารการออกแบบในภาพรวมของระบบ เพื่อสร้างเป็นเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน
R04	ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน (Verify Interface Compatibility)	การตรวจสอบคุณสมบัติของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบให้มีความต้องกันในส่วนที่มีการเชื่อมต่อกับส่วนประกอบอื่นๆ
R05	ส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน (Export/Print Interface Descriptions)	การส่งออกเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานเป็นไฟล์รูปแบบอื่น หรือการสั่งพิมพ์ เพื่อนำเอกสารไปใช้งานต่อได้
R06	ส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน (Export/Print Verifying Interface Compatibility Report)	การส่งออกรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานเป็นไฟล์รูปแบบอื่น หรือการสั่งพิมพ์ เพื่อนำรายงานไปใช้งานต่อได้

ความต้องการด้านหน้าที่ที่รวบรวมได้นี้ถูกนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันงานกับบทบาทของผู้ใช้ เพื่อประโยชน์ในการทวนสอบความต้องการกับผลลัพธ์ของระบบซึ่งจะถูกประเมินในขั้นสุดท้าย แผนภาพยูสเคสยูเอ็มแอลได้ถูกนำมาใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานของระบบ (Actor) กับแต่ละความต้องการด้านหน้าที่ ซึ่งเรียกแทนว่า ยูสเคส (Usecase) ระบบต้นแบบสนับสนุนในงานวิจัยประกอบด้วยประกอบด้วยความต้องการด้านหน้าที่จำนวน 6

ยูสเคส ที่มีความสัมพันธ์กับผู้ใช้งานของระบบดังแผนภาพยูสเคสในรูปที่ 12 และคำอธิบายฟังก์ชันการทำงานของแต่ละยูสเคสแสดงดังตารางที่ 10 ถึงตารางที่ 15 ตามลำดับ



รูปที่ 12 แผนภาพยูสเคสของระบบไอดีเอ็มเอส

ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคส สร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน

Use case Name: สร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน		**ID:** UCO1	**Version:** 1.00
Date: 11 ม.ค. 54	**Important Level:** ☑ High ☐Medium ☐ Low		
Primary Actor: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ			
Description: การจัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสานจากข้อมูลคุณสมบัติของส่วนต่อประสาน เพื่อสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน			
Pre condition: เอกสารการออกแบบถูกออกแบบด้วยแผนภาพส่วนประกอบแบบมุมมองกล่องขาวและแปลงเป็นแฟ้มเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มไอ			
Relationships: **Association:** ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ **Include:** - **Extend:** ยูสเคสจัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน, ยูสเคสจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ			
Normal Flow of Event: 1.ผู้ทำหน้าที่บูรณาการทำการเปิดไฟล์เอกซ์เอ็มไอของเอกสารการออกแบบ 2.ระบบอ่านแฟ้มเอกซ์เอ็มไอ 3.ระบบสกัดข้อมูลและประมวลผลคำอธิบายส่วนต่อประสานจากแฟ้มเอกซ์เอ็มไอ 4.ระบบบันทึกรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานลงหน่วยความจำ			

5.ระบบแสดงคำอธิบายส่วนต่อประสาน 6.ผู้ทำหน้าที่บูรณาการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสาน
Sub flow: -
Alternative/Exception Flows: 2.a ระบบอ่านแฟ้มเอกซ์เอ็มไอไม่สำเร็จ 2.a.1 มีการแจ้งข้อผิดพลาด 3.a ระบบประมวลผลคำอธิบายส่วนต่อประสานจากแฟ้มเอ็กเอ็มไอไม่สำเร็จ 2.a.1 มีการแจ้งข้อผิดพลาด
Post Condition: แฟ้มเอกซ์เอ็มไอถูกประมวลผลและจัดเก็บเป็นโครงสร้างข้อมูลในหน่วยความจำ

ตารางที่ 11 คำอธิบายยูสเคส จัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน

Use case Name: จัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน		ID: UCO2	Version: 1.00
Date: 11 ม.ค. 54	Important Level: ☐ High ☑ Medium ☐ Low		
Primary Actor: -			
Description: รวบรวมข้อมูลส่วนต่อประสานจากเอกสารออกแบบและสร้างเป็นเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน			
Pre condition: แฟ้มเอกซ์เอ็มไอถูกจัดเก็บเป็นโครงสร้างข้อมูลในหน่วยความจำ			
Relationships: Association: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ Include: ยูสเคสสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน Extend: -			
Normal Flow of Event: 1.ระบบวิเคราะห์ประเภทของส่วนต่อประสานจากคุณสมบัติของส่วนประกอบและส่วนต่อประสานที่ถูกบันทึกเป็นโครงสร้างข้อมูลในหน่วยความจำ 2.ระบบจัดหมวดหมู่ตามประเภทของส่วนประสานเริ่มต้น 3.ระบบแสดงรายการส่วนต่อประสานเรียงลำดับตามหมวดหมู่			
Sub flow: -			
Alternative/Exception Flows: 2.a ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเลือกประเภทของการจัดหมวดหมู่ประเภทส่วนต่อประสาน 2.a.1 ระบบจัดหมวดหมู่ตามประเภทของส่วนประสานตามที่ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเลือก			
Post Condition: ระบบแสดงรายการส่วนต่อประสานตามหมวดหมู่ที่ได้ถูกกำหนดไว้			

ตารางที่ 12 คำอธิบายยูสเคส จับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ

Use case Name: จับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ	ID: UCO3	Version: 1.00

Date: 11 ม.ค. 54	Important Level: ☐ High ☑ Medium ☐ Low
Primary Actor: -	
Description: การจัดทำตารางแผนที่ความสัมพันธ์ (Relation Map Table) ระหว่างส่วนต่อประสานกับส่วนประกอบจากเอกสารการออกแบบในภาพรวมของระบบ และสร้างเป็นเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน	
Pre condition: แฟ้มเอกซ์เอ็มไอถูกจัดเก็บเป็นโครงสร้างข้อมูลในหน่วยความจำ	
Relationships: Association: - Include: ยูสเคสสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน Extend: -	
Normal Flow of Event: 1.ระบบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานจากคุณสมบัติระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบที่ถูกบันทึกเป็นโครงสร้างข้อมูลในหน่วยความจำ 2.ระบบจัดทำตารางความสัมพันธ์ 3.ระบบบันทึกความสัมพันธ์และพาทที่เกี่ยวข้องระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบลงในตารางความสัมพันธ์ในข้อ 2 4.ระบบบันทึกตารางความสัมพันธ์ในรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน	
Sub flow: -	
Alternative/Exception Flows: -	
Post Condition: ระบบจัดทำตารางความสัมพันธ์บันทึกลงรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน	

ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคส ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน

Use case Name: ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน	ID: UCO4	Version: 1.00
Date: 11 ม.ค. 54	Important Level: ☑ High ☐ Medium ☐ Low	
Primary Actor: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ		
Description: การตรวจสอบคุณสมบัติของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบให้มีความต้องกันในส่วนที่มีการเชื่อมต่อกับส่วนประกอบอื่นๆ		
Pre condition: มีการสร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน		
Relationships: Association: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ Include: - Extend: -		
Normal Flow of Event: 1.ระบบตรวจสอบคุณสมบัติของส่วนต่อประสาน ส่วนประกอบและคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชันและยูสเซส (ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา) 2.ระบบแสดงกราฟส่วนประกอบพึ่งพา		

3.ระบบแจ้งผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 4.ระบบบันทึกผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานลงหน่วยความจำ 5.ผู้ทำหน้าที่บูรณาการตรวจสอบผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน
Sub flow: -
Alternative/Exception Flows: -
Post Condition: ระบบบันทึกและแสดงผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำเร็จ

ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคส ส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน

Use case Name: ส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน		ID: UCO5	Version: 1.00
Date: 11 ม.ค. 54	Important Level: ☑ High ☐ Medium ☐ Low		
Primary Actor: -			
Description: การส่งออกเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานเป็นไฟล์รูปแบบอื่น หรือการสั่งพิมพ์เอกสาร			
Pre condition: เอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานถูกบันทึกในหน่วยความจำ			
Relationships: Association: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ Include: - Extend: -			
Normal Flow of Event: 1.ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเรียกดูเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน 2.ระบบแสดงรายงานเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน 3.ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งส่งออกเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน 4.ระบบแสดงเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน			
Sub flow: -			
Alternative/Exception Flows: - 3.a ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งส่งออกเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานในรูปแบบไฟล์ 3.a.1 ระบบแปลงเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานในรูปแบบไฟล์ 3.a.2 ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเลือกสถานที่บันทึกไฟล์ 3.a.3 ผู้ทำหน้าที่บูรณาการบันทึกไฟล์ในสถานที่ในข้อ 3.a.2 3.b ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งพิมพ์เอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน 3.b.1 ระบบติดต่อเครื่องพิมพ์ 3.b.2 ระบบสั่งพิมพ์ 3.b.3 ระบบส่งข้อมูลให้เครื่องพิมพ์			
Post Condition: ระบบมีการบันทึกไฟล์เอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน หรือเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสานถูกส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์			

ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคส ส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน

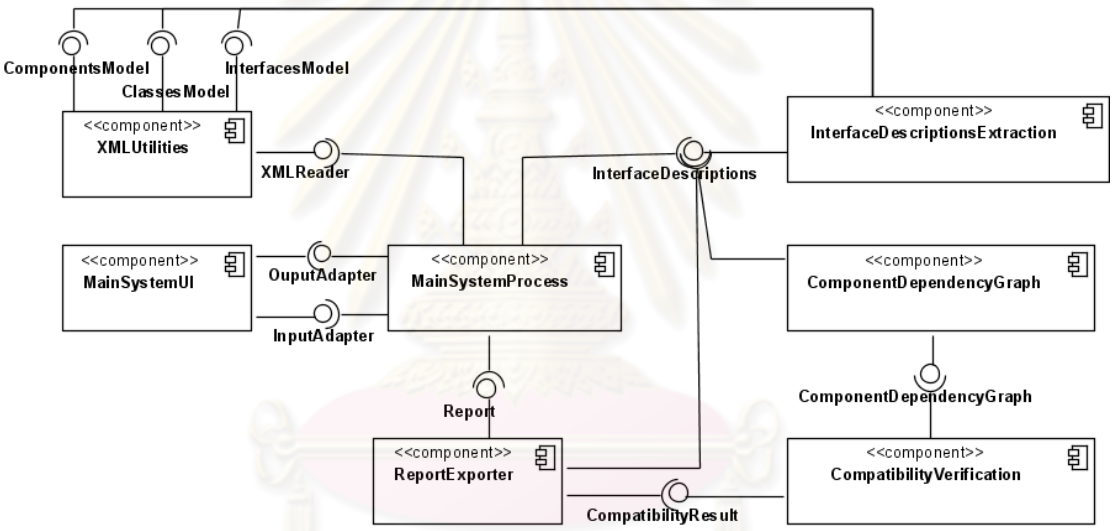
Use case Name: ส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน	ID: UCO6	Version: 1.00
Date: 11 ม.ค. 54	Important Level: ☑ High ☐ Medium ☐ Low	
Primary Actor: -		
Description: การส่งออกรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานเป็นไฟล์รูปแบบอื่น หรือการสั่งพิมพ์รายงาน		
Pre condition: รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานถูกบันทึกในหน่วยความจำ		
Relationships: Association: ผู้ทำหน้าที่บูรณาการ Include: - Extend: -		
Normal Flow of Event: 1.ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเรียกดูรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 2.ระบบแสดงรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 3.ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งส่งออกรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 4.ระบบแสดงรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน		
Sub flow: -		
Alternative/Exception Flows: - 3.a ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งส่งออกรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานในรูปแบบไฟล์ 3.a.1 ระบบแปลงรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานในรูปแบบไฟล์ 3.a.2 ผู้ทำหน้าที่บูรณาการเลือกสถานที่บันทึกไฟล์ 3.a.3 ผู้ทำหน้าที่บูรณาการบันทึกไฟล์ในสถานที่ในข้อ 3.a.2 3.b ผู้ทำหน้าที่บูรณาเรียกคำสั่งพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน 3.b.1 ระบบติดต่อเครื่องพิมพ์ 3.b.2 ระบบสั่งพิมพ์ 3.b.3 ระบบส่งข้อมูลให้เครื่องพิมพ์		
Post Condition: ระบบมีการบันทึกไฟล์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน หรือเอกสารรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานถูกส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์		

4.3 การออกแบบสถาปัตยกรรมระดับบนด้วยแผนภาพส่วนประกอบ

การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบระดับบนจะช่วยให้เห็นภาพรวมการทำงานของระบบโดยแยกเป็นส่วนประกอบตามโมดูลที่ชัดเจน ซึ่งไม่มีการลงละเอียดทางเทคนิคมากนักและไม่น้อย

จนเกินไปสำหรับการทำความเข้าใจร่วมกันของฝ่ายพัฒนากับฝ่ายวิเคราะห์และออกแบบระบบ นอกจากนี้ยังสามารถทวนสอบความต้องกันกับความต้องการด้านหน้าที่ที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วได้อีกด้วย ตามแนวทางการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ แผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอลเป็นแผนภาพหนึ่งที่สามารถแทนความหมายของการออกแบบสถาปัตยกรรมระดับบนตามแนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่ได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้เลือกใช้แผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอลสำหรับการนำเสนอแนวคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงฟังก์ชันของระบบไอดีเอ็มเอสระดับบนตามแนวทางการพัฒนาเชิงส่วนประกอบ หัวข้อนี้จึงเป็นการอธิบายถึงการนำข้อกำหนดความต้องการด้านหน้าที่ที่ถูกรวบรวมไว้ในหัวข้อที่ 4.2 นำมาวิเคราะห์ต่อเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเชิงฟังก์ชันในระดับบน แผนภาพส่วนประกอบแสดงสถาปัตยกรรมเชิงฟังก์ชันของระบบไอดีเอ็มเอส แสดงดังรูปที่ 13

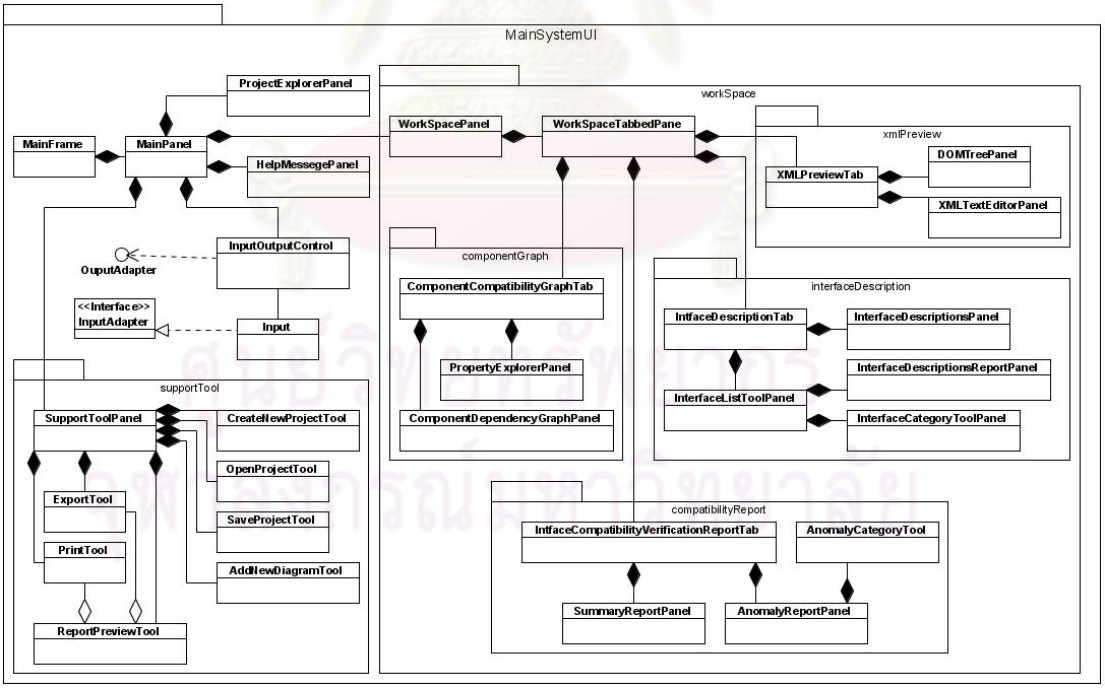


รูปที่ 13 แผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอส

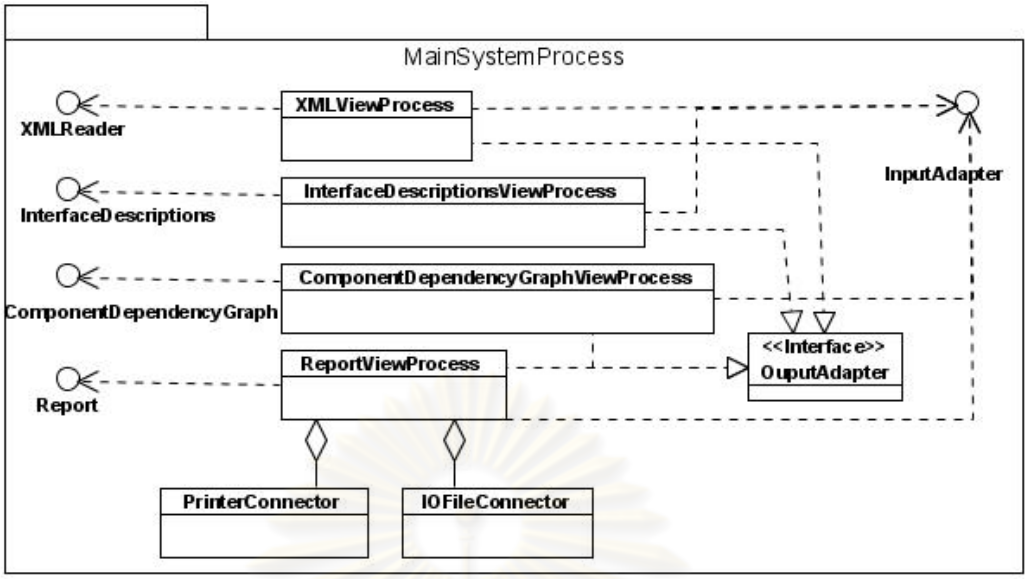
จากแผนภาพส่วนประกอบรูปที่ 13 จะเห็นได้ว่าระบบไอดีเอ็มเอสประกอบด้วยส่วนงานหลักจำนวน 7 ส่วนประกอบ ได้แก่ MainSystemUI, MainSystemProcess, XMLUtilities, InterfaceDescriptionsExtraction, ComponentDependencyGraph, CompatibilityVerification และ ReportExporter ซึ่งแต่ละส่วนประกอบนั้นจะมีการเชื่อมต่อความความสัมพันธ์แบบพึ่งพาผ่านทางส่วนต่อประสานที่ได้จัดเตรียมไว้และส่วนต่อประสานที่ต้องการใช้งานจากส่วนประกอบอื่น

4.4 การออกแบบโครงสร้างของระบบเชิงลึกด้วยแผนภาพคลาส

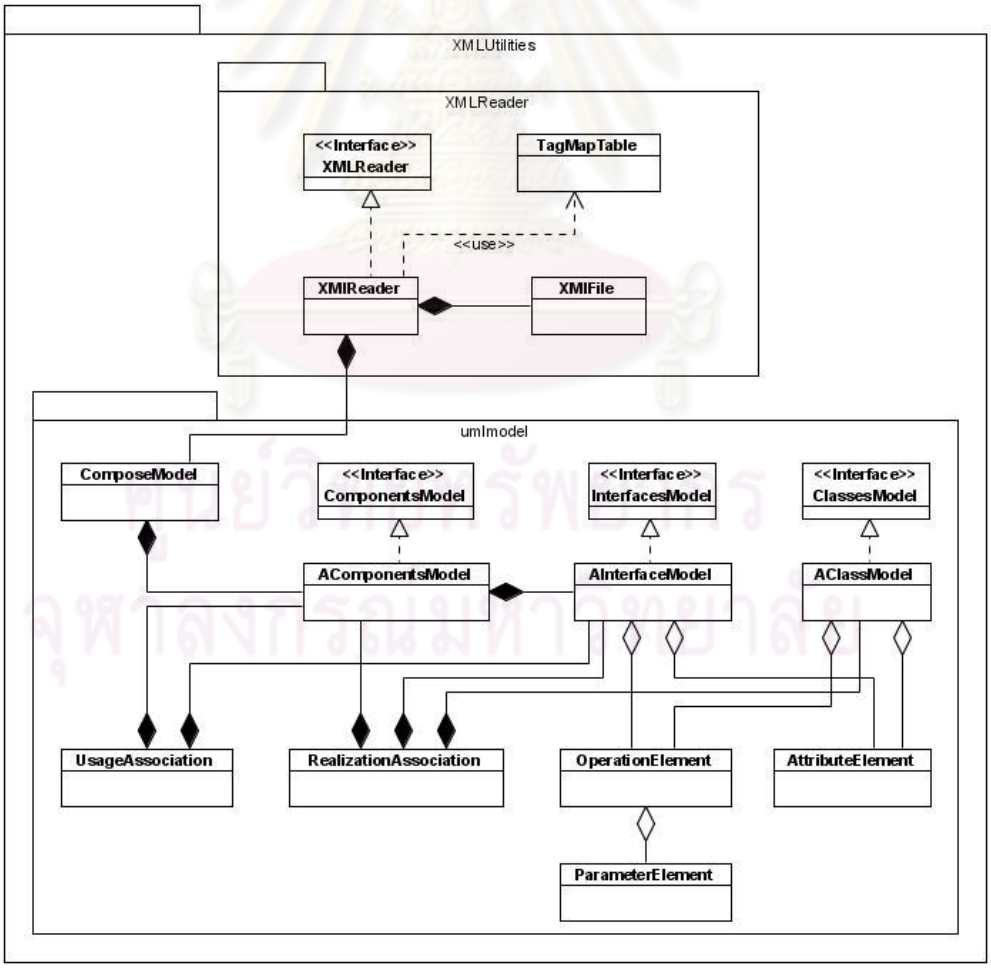
แผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอสที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่แล้ว สามารถนำมาขยายขอบเขตการออกแบบระบบให้เป็นการออกแบบโครงสร้างของระบบเชิงลึกได้ โดยการเพิ่มแผนภาพคลาสยูเอ็มแอล (UML Class diagram) ลงไปในเนื้อหาของแต่ละส่วนประกอบแผนภาพส่วนประกอบที่มีรายละเอียดของคลาสภายในนั้นถูกเรียกอีกอย่างว่า “แผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว” (ดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 2.1.3 ในหน้าที่ 10) แผนภาพคลาสของแต่ละส่วนประกอบภายในระบบไอดีเอ็มเอส ได้แก่ MainSystemUI, MainSystemProcess, XML-Utilities, InterfaceDescriptionsExtraction, ComponentDependencyGraph, Compatibility-Verification และ ReportExporter แสดงดังรูปที่ 16 ถึงรูปที่ 20 ตามลำดับ การออกแบบเชิงลึกด้วยแผนภาพคลาสนี้ จะทำให้การพัฒนาระบบทำได้สะดวกและทดสอบได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้หากระบบมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นภาพแผนคลาสจะทำหน้าที่เสมือนกับแผนที่สำหรับการตามรอยหาคลาสที่ทำงานผิดพลาด หรือการตามรอยในกรณีที่คลาสทำงานแล้วให้ส่งผลลัพธ์ออกมาไม่ตรงกับข้อกำหนดความต้องการเชิงฟังก์ชัน รายละเอียดของการการทดสอบระบบและประเมินผลจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป



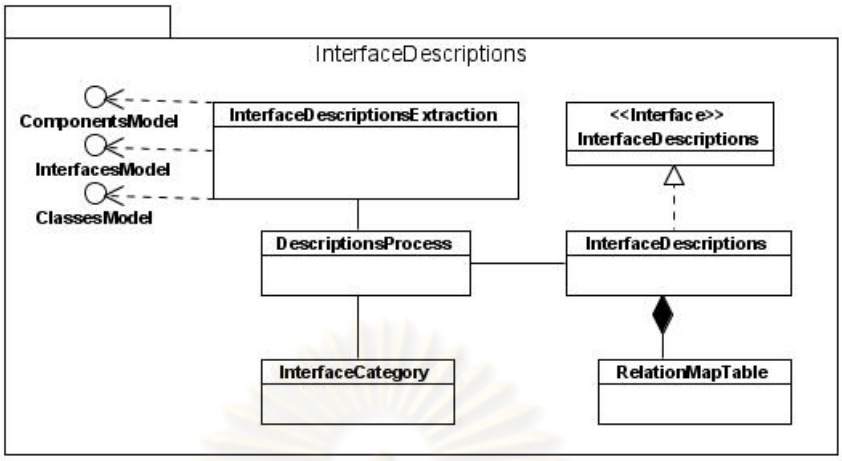
รูปที่ 14 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ MainSystemUI ในระบบไอดีเอ็มเอส



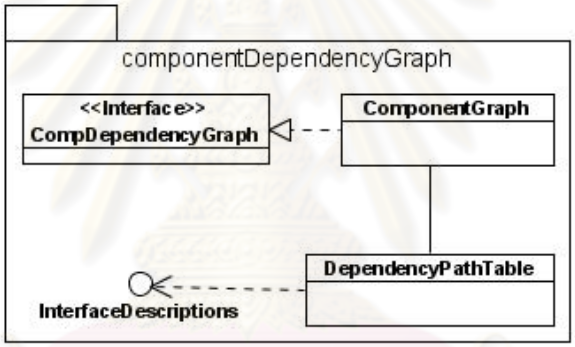
รูปที่ 15 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ MainSystemProcess ในระบบไอดีเอ็มเอส



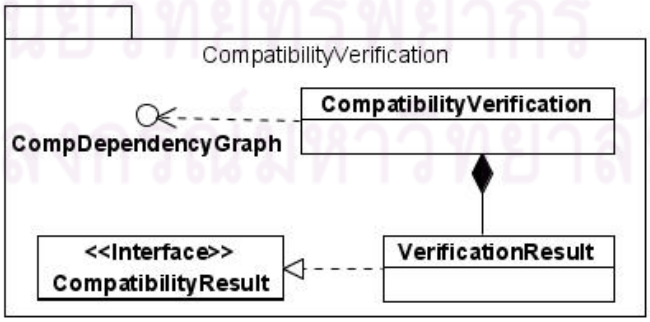
รูปที่ 16 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ XMLUtilities ในระบบไอดีเอ็มเอส



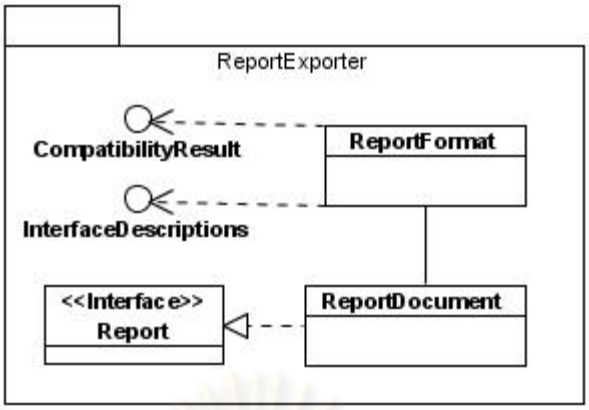
รูปที่ 17 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ InterfaceDescriptions ในระบบไอดีเอ็มเอส



รูปที่ 18 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ ComponentDependencyGraph ในระบบไอดีเอ็มเอส



รูปที่ 19 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ CompatibilityVerification ในระบบไอดีเอ็มเอส



รูปที่ 20 แผนภาพคลาสของส่วนประกอบ ReportExporter ในระบบไอดีเอ็มเอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การพัฒนาระบบต้นแบบสนับสนุน

การพัฒนาะบบต้นแบบสนับสนุนการจัดการคำอธิบายส่วนต่อประสานสำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้เทคโลยีการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (Java programming language) เป็นหลัก ด้วยเหตุผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า เทคโนโลยีจาวา (Java technology) ถูกใช้ในโครงการที่มีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ตามแนวทางเชิงวัตถุอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีภาษาจาวาเป็นเทคโนโลยีสำหรับการอิมพลีเมนต์โปรแกรมเชิงวัตถุอย่างชัดเจน อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ต้นทุนการพัฒนาต่ำมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ เครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาต่างๆ รวมทั้งการศึกษาหาความรู้ของเทคโนโลยีนี้ยังสามารถค้นคว้าได้โดยทั่วไปอย่างเสรี ไม่มีค่าใช้จ่าย และถูกลิขสิทธิ์ นอกจากนี้หากมีการพัฒนางานวิจัยต่อยอดในลักษณะของเครื่องมือสนับสนุนการทวนสอบแผนภาพยูเอ็มแอลอื่นๆ ก็สามารถทำได้ เพราะในปัจจุบันมีเครื่องมือสนับสนุนสำหรับการพัฒนาการออกแบบระบบซอฟต์แวร์จำนวนไม่น้อยที่นำแนวความคิดของการทวนสอบมาสร้างเป็นเครื่องมือสำหรับใช้งานจริงในโครงการ

จากการศึกษา วิเคราะห์ และระบุแนวคิดในการกำหนดแนวทางในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในบทที่ 3 และการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบต้นแบบสนับสนุนในบทที่ 4 บทนี้จะเป็นการบรรยายถึงขั้นตอนในการพัฒนาระบบต้นแบบตามแนวทางวิจัยและการออกแบบตามที่นำเสนอไว้แล้ว ขั้นตอนในการพัฒนาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การติดตั้งสภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 2) การสร้างโปรแกรมส่วนย่อยตามแนวทางวิจัย 3) การสร้างระบบต้นแบบสนับสนุน และ 4) การทดสอบระบบสนับสนุน รายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ อธิบายในหัวข้อที่ 5.1 – 5.4 ตามลำดับ

5.1 การติดตั้งสภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

5.1.1 การเตรียมสภาพแวดล้อมและเครื่องมือ

ระบบต้นแบบสนับสนุนในงานวิจัยพัฒนาขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมทางด้านฮาร์ดแวร์และเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ตามรายการดังต่อไปนี้

<u>ฮาร์ดแวร์</u>

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) อินเทล คอร์ 2 ดูโอ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ (Intel Core2Duo 2.4 Ghz)
2. หน่วยความจำ (RAM) 2 กิกะไบต์ (2GB)
3. จานบันทึกข้อมูล (Hard Disk) 250 กิกะไบต์ (250GB)

ซอฟต์แวร์

1. ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์ วินโดว์เอกซ์พี โปรเฟสชันนอล (Microsoft Windows XP Professional)
2. เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมภาษาจาวา อีคลิป ไอดีอี สำหรับผู้พัฒนาจาวา เวอร์ชั่น 3.6.0 (Eclipse IDE for JAVA Developer version 3.6.0) [16]
3. เครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล วิชวลพาราดามสำหรับยูเอ็มแอล เวอร์ชันเอ็นเทอร์ไพรส์ 7.0 (Visual Paradigm for UML 7.0 Enterprise Edition)
4. จาวาแพ็คเกตไลบรารีสำหรับแจงส่วน (Parsing) และดำเนินการ (Manipulating) เอกสารเอกซ์เอ็มแอล เซอร์เซสทู เวอร์ชัน 2.10 (Xerces2 version 2.10) [17]
5. จาวาแพ็คเกตไลบรารีสำหรับวาดกราฟ แกร็ปพา เวอร์ชัน 2.26 (Grappa version 2.26) [18]
6. จาวาแพ็คเกตไลบรารีสำหรับการสร้างรายงาน เพนทาโฮ เวอร์ชัน 3.8 (Pentaho Reporting version 3.8) [19]

5.1.2 การติดตั้งสภาพแวดล้อมและเครื่องมือ

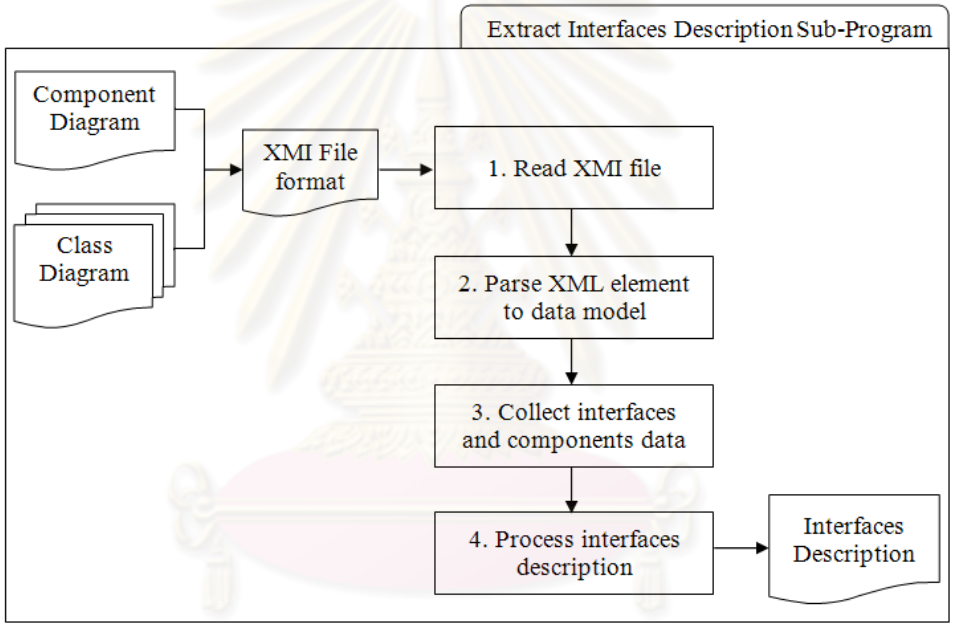
เมื่อเตรียมสภาพแวดล้อมทางด้านฮาร์ดแวร์ที่มีระบบระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์ วินโดว์เอกซ์พีโปรเฟสชันนอลเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบ ได้แก่ เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมภาษาจาวา อีคลิป และเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอล วิชวลพาราดามสำหรับยูเอ็มแอล ลงบนระบบปฏิบติการตามลำดับ จากนั้นจึงทำการสร้างโครงการใหม่ในเครื่องมือพัฒนาโปรแกรม อีคลิป และลำดับสุดท้ายคือ การติดตั้งจาวาแพ็คเกตไลบรารีเซอร์เซสทู แกร็ปพา และเพนทาโฮ ลงในโครงการที่จะทำการพัฒนา

5.2 การสร้างโปรแกรมส่วนย่อยตามแนวทางวิจัย

เพื่อเป็นการทดสอบแนวความคิดตามแนวทางการวิจัยเบื้องต้น การพัฒนาระบบสนับสนุนจึงเริ่มต้นจากการสร้างโปรแกรมส่วนทดสอบระดับย่อยตามภาพรวมของแนวทางวิจัย 3 ขั้นตอน (รายละเอียดอยู่ในเนื้อหาของบทที่ 3) ได้แก่ 1) โปรแกรมส่วนย่อยการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน 2) โปรแกรมส่วนย่อยการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ และ 3) โปรแกรมส่วนย่อยการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ รายละเอียดการพัฒนาและผลที่ได้จากโปรแกรมส่วนทดสอบระดับย่อยของแต่ละขั้นตอนโดยสังเขป อธิบายในหัวข้อ 5.2.1 – 5.2.3 ตามลำดับ

5.2.1 โปรแกรมส่วนย่อยการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน

ฟังก์ชันหลักของโปรแกรมส่วนย่อยนี้ คือ งานในการอ่านและประมวลผลแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอที่ได้มาจากแผนภาพส่วนประกอบมุมมองกล่องขาว จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์รวบรวม สร้างวัตถุข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสาน เพื่อการแสดงผลและการนำไปใช้ประมวลผลต่อในขั้นตอนต่อไป แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้า ข้อมูลนำออก ความสามารถทางฟังก์ชันและกระแสงานของโปรแกรมส่วนย่อยหมายเลข 1 – 4 ได้แก่ 1) อ่านแฟ้มเอกซ์เอ็มไอ 2) แจงส่วนเอกซ์เอ็มแอลอิลีเมนต์ให้เป็นแบบจำลองข้อมูล 3) สะสมข้อมูลส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ และ 4) ประมวลผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน แสดงดังรูปที่ 21 รายละเอียดการพัฒนาที่สำคัญและผลการทำงานของฟังก์ชันในโปรแกรมส่วนทดสอบมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 21 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน

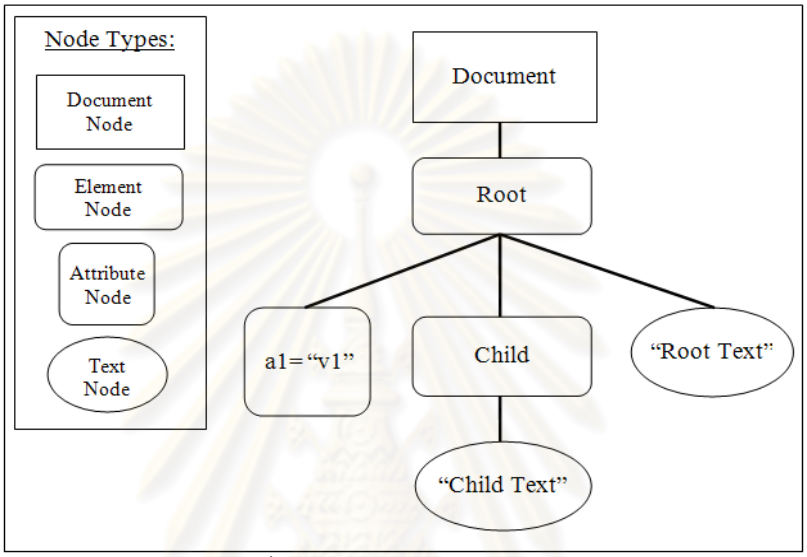
5.2.1.1 การอ่านและประมวลผลแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอ

การอ่านและการประมวลผลแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอประกอบด้วยงาน 2 ฟังก์ชัน คือ การอ่านแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอ และการแจงส่วนอิลีเมนต์ให้เป็นแบบจำลองข้อมูล เนื่องจากภาษาเอกซ์เอ็มไอถือเป็นรูปแบบหนึ่งของภาษาเอกซ์เอ็มแอล ดังนั้นการอ่านแฟ้มจึงต้องอาศัยการทำงานของคลาสแจงส่วน และคลาสสำหรับดำเนินการเอกสารเอกซ์เอ็มแอล จากจาวาแพ็คเกตไลบรารีเซอร์เซสทู ร่วมกับคลาสพื้นฐานในภาษาจาวา [20] (Java Foundation Class: JFC) ประเภทของคลาสแจงส่วนที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้มีชื่อว่า “DOMParser” โดยลักษณะที่สำคัญของ DOMParser คือ มีรูปแบบการอ่านแฟ้มตามอิลีเมนต์ แอทริบิว และข้อความในลักษณะของต้นไม้ดีโอเอ็ม (DOM Tree) [21]

ตัวอย่างต้นไม้ที่ได้จากการอ่านเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มแอลอย่างง่ายต่อไปนี้ด้วย DOMParser แสดงดังรูปที่ 22

```
<?xml version="1.0"?>
<root a1="v1"><child>Child text</child>Root text</root>
```

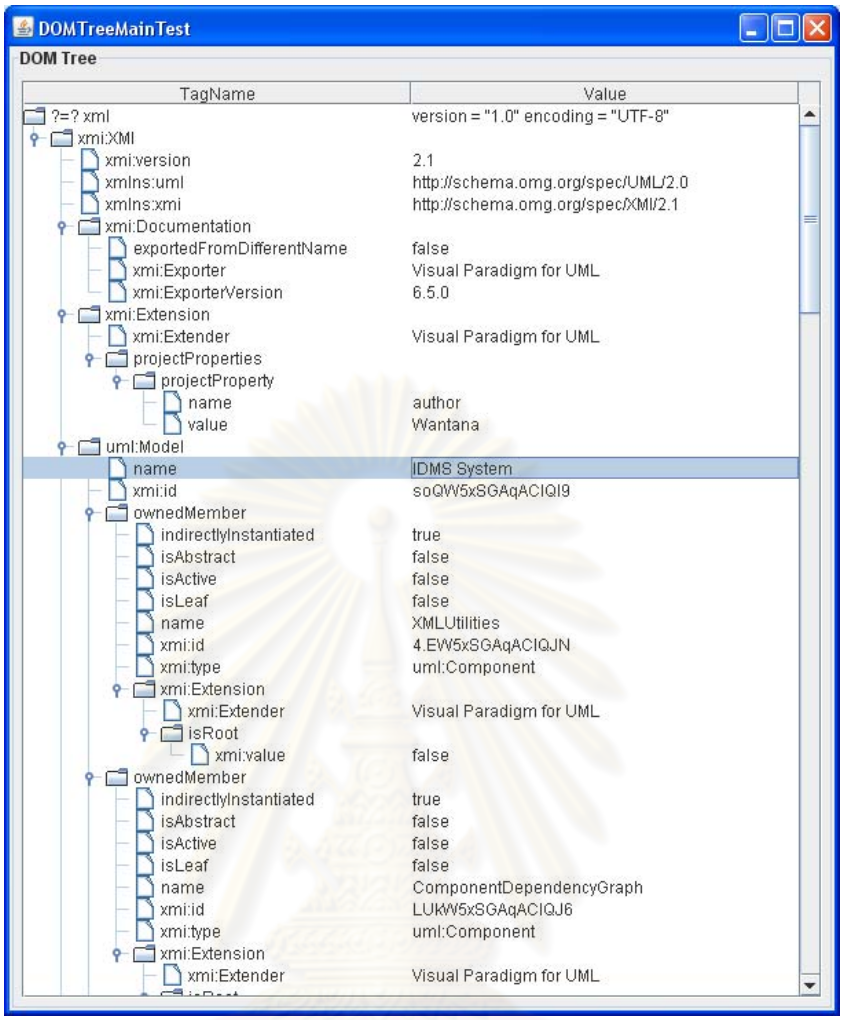
ผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยในการอ่านแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอในรูปที่ 23 ที่ได้จากแผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอส รูปที่ 13 ถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 24



รูปที่ 22 ต้นไม้ดีโอเอ็มอย่างง่าย

```
- <xmi:XMI xmi:version="2.1">
    <xmi:Documentation exportedFromDifferentName="false" xmi:Exporter="Visual Paradigm for UML"
    xmi:ExporterVersion="6.5.0"/>
  - <xmi:Extension xmi:Extender="Visual Paradigm for UML">
    - <projectProperties>
        <projectProperty name="author" value="Wantana"/>
      </projectProperties>
    </xmi:Extension>
  - <uml:Model name="IDMS System" xmi:id="soQW5xSGAqACIQI9">
    - <ownedMember indirectlyInstantiated="true" isAbstract="false" isActive="false" isLeaf="false"
      name="XMLUtilities" xmi:id="4.EW5xSGAqACIQJN" xmi:type="uml:Component">
      - <xmi:Extension xmi:Extender="Visual Paradigm for UML">
          <isRoot xmi:value="false"/>
        </xmi:Extension>
      </ownedMember>
    - <ownedMember indirectlyInstantiated="true" isAbstract="false" isActive="false" isLeaf="false"
      name="ComponentDependencyGraph" xmi:id="LUkW5xSGAqACIQJ6" xmi:type="uml:Component">
      - <xmi:Extension xmi:Extender="Visual Paradigm for UML">
          <isRoot xmi:value="false"/>
        </xmi:Extension>
      </ownedMember>
    - <ownedMember indirectlyInstantiated="true" isAbstract="false" isActive="false" isLeaf="false"
      name="InterfaceDescriptionsExtraction" xmi:id="yBkW5xSGAqACIQKn" xmi:type="uml:Component">
      - <xmi:Extension xmi:Extender="Visual Paradigm for UML">
          <isRoot xmi:value="false"/>
        </xmi:Extension>
      </ownedMember>
    - <ownedMember indirectlyInstantiated="true" isAbstract="false" isActive="false" isLeaf="false"
      name="CompatibilityVerification" xmi:id="bNFJ5xSGAqACIQR3" xmi:type="uml:Component">
      - <xmi:Extension xmi:Extender="Visual Paradigm for UML">
```

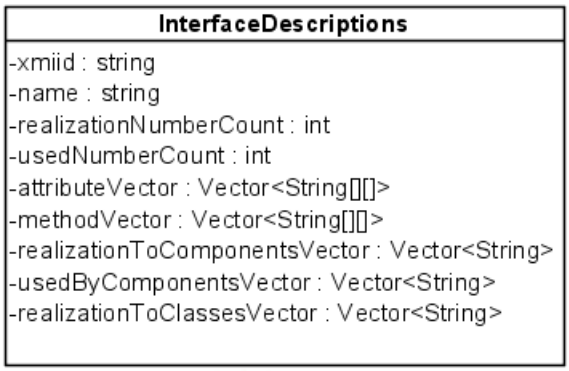
รูปที่ 23 แฟ้มเอกสารรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอที่แปลงจากแผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอสบางส่วน



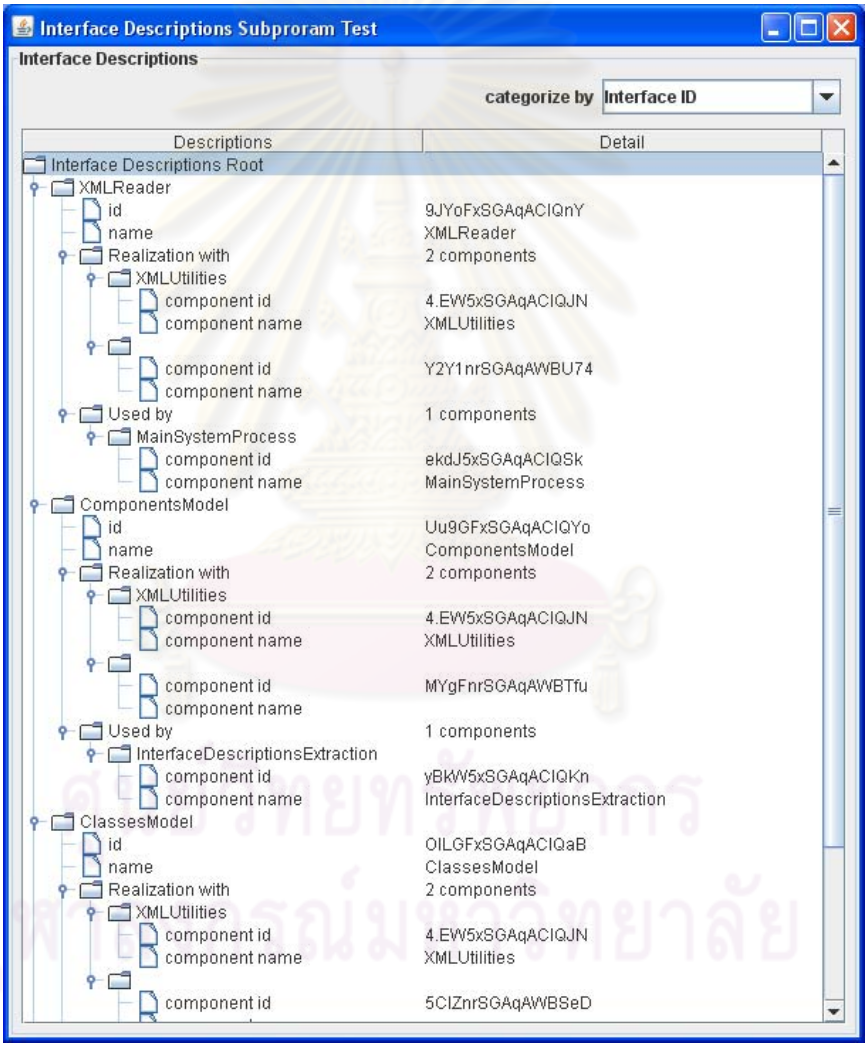
รูปที่ 24 ผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยในการอ่านแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอที่ได้จากแผนภาพส่วนประกอบของระบบไอดีเอ็มเอส

5.2.1.2 การสร้างวัตถุข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสานและการแสดงผล

ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยงาน 2 ฟังก์ชัน คือ การสะสมข้อมูลส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ และการประมวลผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน ซึ่งเมื่อการอ่านแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอเป็นผลสำเร็จ โดยภาพรวมแล้วขั้นตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลแบบจำลองแผนภาพส่วนประกอบที่ผ่านการอ่านแฟ้มรูปแบบเอกซ์เอ็มไอมาแล้ว มาทำการแยกส่วน จัดกลุ่ม และเรียงลำดับเสียใหม่เพื่อสร้างเป็นคลาสข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสาน จากนั้นจึงนำคลาสข้อมูลที่สร้างขึ้นมาแสดงผล และประมวลผลในขั้นตอนถัดไป คุณลักษณะของคลาสคำอธิบายส่วนต่อประสาน และผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยสำหรับการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสานในขั้นตอนนี้แสดงดังรูปที่ 25 และรูปที่ 26 ตามลำดับ



รูปที่ 25 คุณลักษณะของคลาสคำอธิบายส่วนต่อประสาน

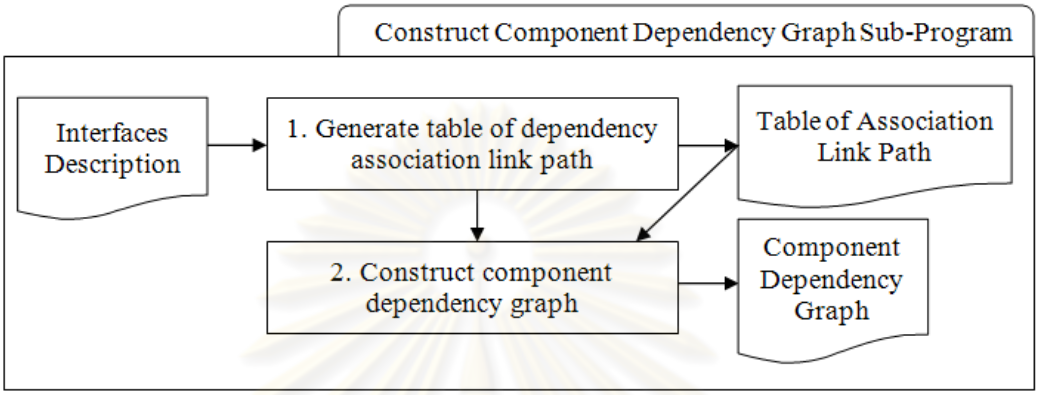


รูปที่ 26 ผลการทำงานของโปรแกรมส่วนย่อยสำหรับการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน

5.2.2 โปรแกรมส่วนย่อยการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ

ฟังก์ชันหลักของโปรแกรมส่วนทดสอบนี้ คือ การสร้างตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบเพื่อบรรจุพาทเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Association link path) ในรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ในขั้นตอนต่อไป และการแสดงแบบจำลอง

กราฟพึ่งพาส่วนประกอบ แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้า ข้อมูลนำออก ความสามารถทางฟังก์ชันและกระแสงานของโปรแกรมส่วนย่อยหมายเลข 1 – 2 ได้แก่ 1) สร้างตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ และ 2) สร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ แสดงดังรูปที่ 27 รายละเอียดการพัฒนาที่สำคัญและผลการทำงานของฟังก์ชันในโปรแกรมส่วนทดสอบมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 27 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการสร้างกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ

5.2.2.1 การสร้างตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ

เมื่อคลาสวัตถุข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสานถูกสร้างขึ้นแล้ว โปรแกรมส่วนทดสอบนี้จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พึ่งพาจากการสืบความเชื่อมโยงตามคุณลักษณะของคลาสคำอธิบายส่วนต่อประสานของแต่ละส่วนต่อประสานของส่วนประกอบต่างๆ จากนั้นจึงจัดสร้างคลาส DependencyPathTable เพื่อเป็นโครงสร้างข้อมูลแทนในลักษณะของตารางเพื่อใช้เก็บความสัมพันธ์การเชื่อมต่อพาทแบบพึ่งพาของแต่ละส่วนประกอบนั้นไว้ โครงสร้างข้อมูลพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้แทนการสร้างตารางความสัมพันธ์นี้ คือ ArrayList และเพื่อประกอบความเข้าใจคุณสมบัติของคลาสดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นภาพได้ในลักษณะของตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 16 ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความพึ่งพาของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบจากคลาสคำอธิบายส่วนต่อประสานที่ได้มาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้

ตารางที่ 16 การเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบของคลาส DependencyPathTable

Components	Required Interface / Provided Interface	Components							Dependency Path
		MSUI	MSP	XMLU	IDEX	CDG	CVER	REEX	
MSUI	iINP		X						MSP->MSUI
MSP	iOUP	X							MSUI->MSP

Components	Required Interface / Provided Interface	Components							Dependency Path
		MSUI	MSP	XMLU	IDEX	CDG	CVER	REEX	
XMLU	iCOM				X				IDEX->XMLU, MSP->XMLU
	iCLM				X				
	iINM				X				
	iXMR		X						
IDEX	iIND		X			X		X	MSP->IDEX, CDG->IDEX, REEX->IDEX
CDG	iCDG						X		CVER->CDG
CVER	iCPR							X	REEX->CVER
REEX	iREP		X						MSP->REEX

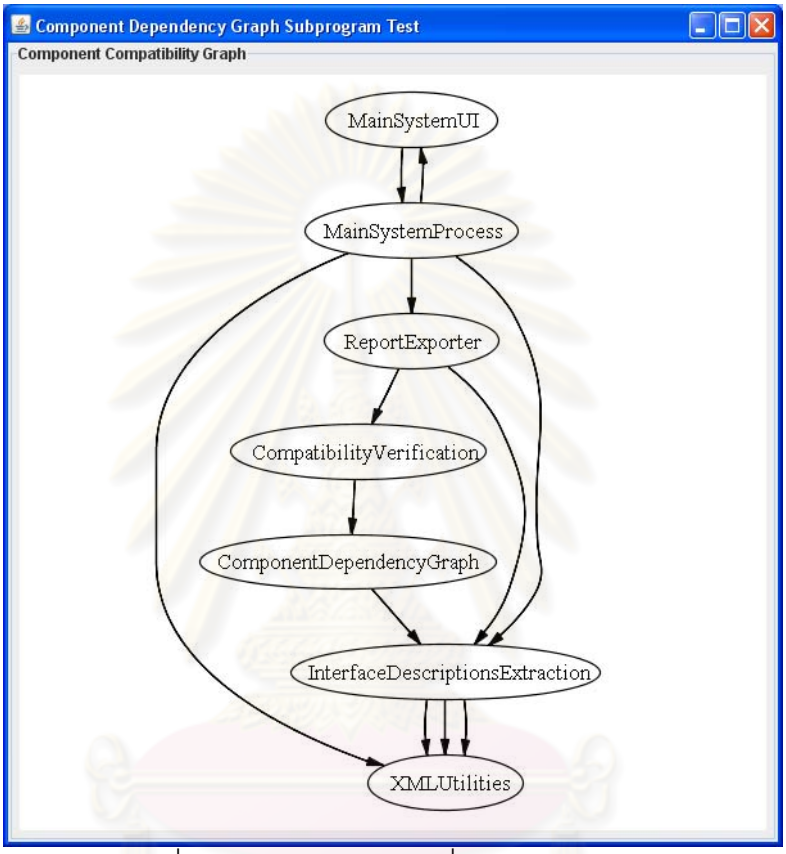
หมายเหตุ:

- MSUI = MainSystemUI Component
    - iINP = InputAdapter Interface
- MSP = MainSystemProcess Component
    - iOUP = OuputAdapter Interface
- XMLU = XMLUtilities Component
    - iCOM = ComponentsModel Interface
    - iCLM = ClassesModel Interface
    - iINM = InterfacesModel Interface
    - iXMR = XMLReader Interface
- IDEX = InterfaceDescriptionsExtraction Component
    - iIND = InterfaceDescriptions Interface
- CDG = ComponentDependencyGraph Component
    - iCDG = CompDependencyGraph Interface
- CVER = CompatibilityVerification Component
    - iCPR = CompatibilityResult Interface
- REEX = ReportExp Component
    - iREP = Report Interface

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2.2 การแสดงแบบจำลองกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ

ความสัมพันธ์การเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบที่บรรจุในคลาสวัตถุโครงสร้างข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นในขั้นตอนที่ผ่านมาได้ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์แบบพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบในลักษณะของกราฟ การแสดงแบบจำลองกราฟในขั้นตอนนี้ใช้จาวาไลบรารีแกร็ปพาช่วยวาดกราฟสำหรับการแสดงผลบนหน้าจอ



รูปที่ 28 การแสดงผลกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ

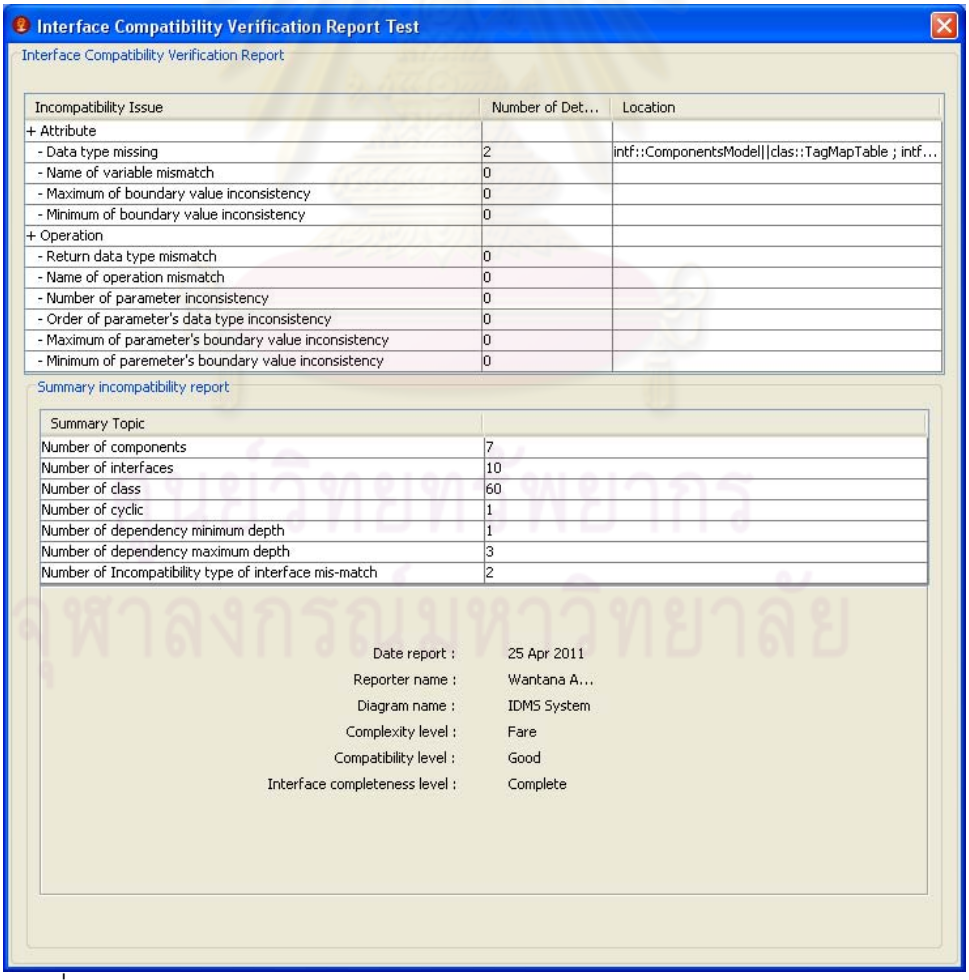
การใช้งานไลบรารีแกร็ปพา ในขั้นแรกต้องมีสร้างแฟ้มรูปแบบดีโอที (dot format) โดยมีการบันทึกชื่อบัพและเส้นทางความสัมพันธ์ตามวากยสัมพันธ์ที่กำหนดลงในแฟ้ม จากนั้นจึงใช้คลาสในไลบรารีที่ชื่อว่า “Parser” สำหรับการอ่านแฟ้มรูปแบบดีโอทีเพื่อแปลงข้อมูลภาพในแฟ้มให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำหรับการแสดงผล จากนั้นจึงทำการเรียกโปรแกรมย่อยที่ชื่อว่า “dot.exe” ขึ้นมาทำงานสำหรับการจัดตำแหน่งของบัพ และในขั้นตอนสุดท้ายจึงสั่งแสดงผลกราฟที่ได้บนหน้าจอผ่านทางคลาสพาเนลโดยเฉพาะที่มีชื่อว่า “GrappaPanel” เพื่อการเชื่อมต่อกับส่วนแสดงผลทางหน้าจอในภาษาจาวาบนโปรแกรมประยุกต์หลัก การแสดงผลกราฟพึ่งพาส่วนประกอบของขั้นตอนนี้แสดงดังรูปที่ 28

ตัวอย่างของวากยสัมพันธ์ที่แสดงการเชื่อมต่อของบัพเอและบัพบีในแฟ้มรูปแบบดีโอทีอย่างง่าย แสดงดังต่อไปนี้

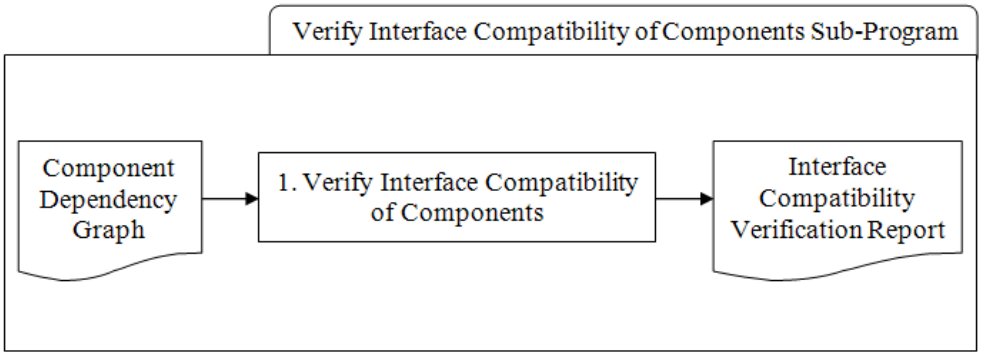
```
digraph G {
  NodeA -> NodeB
}
```

5.2.3 โปรแกรมส่วนย่อยการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ

ฟังก์ชันหลักของโปรแกรมส่วนทดสอบนี้ คือ การทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากคำอธิบายส่วนต่อประสานที่สกัดออกมาได้จากขั้นตอนแรก โดยการท่องกราฟส่วนประกอบพึ่งพาตามพาทที่ถูกบรรจุอยู่ในตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ และนำผลการทวนสอบที่ได้มาทำการจัดรูปแบบเพื่อแสดงผลรายงาน ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลการทวนสอบของขั้นตอนนี้แสดงดังรูปที่ 29 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าข้อมูลนำออก และความสามารถทางฟังก์ชันที่คาดหวังของโปรแกรมทดสอบส่วนนี้แสดงดังรูปที่ 30 ประเด็นของการตรวจสอบความเข้ากันได้ถูกกำหนดไว้ตามหัวข้อ 3.3.3 ของบทที่ 3



รูปที่ 29 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนประกอบ



รูปที่ 30 กระแสงานฟังก์ชันของส่วนโปรแกรมย่อยการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ

5.3 การสร้างระบบต้นแบบสนับสนุน

เมื่อสร้างโปรแกรมส่วนย่อยเพื่อทดสอบแนวคิดวิธีวิจัยเป็นผลสำเร็จ ถัดมาจึงเป็นการพัฒนาระบบต้นแบบไอดีเอ็มเอสเพื่อประโยชน์ในการนำแนวคิดสำหรับการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบไปทดลองใช้ปฏิบัติงานในโครงการได้จริง ระบบต้นแบบสนับสนุนนี้ถูกพัฒนาในลักษณะของโปรแกรมประยุกต์จาวา (Java Application) โดยยึดตามหลักการออกแบบในแผนภาพส่วนประกอบและแผนภาพคลาสที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 4 ระบบประกอบด้วยส่วนงานหลัก 7 ส่วนประกอบ ได้แก่ MainSystemUI, MainSystemProcess, XMLUtilities, InterfaceDescriptionsExtraction, ComponentDependencyGraph, CompatibilityVerification และ ReportExporter รายละเอียดโดยสังเขปของการพัฒนาส่วนประกอบแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

1) MainSystemUI

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการดูแลการโต้ตอบกับผู้ใช้งานของระบบ (User interaction) มีส่วนของการรับข้อมูล (Input) การส่งออกข้อมูล (Output) และแสดงผลทางหน้าจอในรูปแบบต่างๆ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้คือ เอดับเบิลยูที (AWT) และ สวิง (SWING) [20]

2) MainSystemProcess

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลส่วนกลางเพื่อจัดการข้อมูลสำหรับส่งผ่านระหว่างส่วนประกอบต่างๆ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวกลางสำหรับนำข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้ไปประมวลผล การส่งข้อมูลออกสำหรับการแสดงผล และการติดต่อกับส่วนนำข้อมูลออกในรูปแบบของแฟ้มและการติดต่อเครื่องพิมพ์ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util และ java.io

3) XMLUtilities

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการอ่านและประมวลผลแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ได้เพิ่มเข้ามาในระบบ ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานต่อได้อย่างง่าย คลาสของส่วนโปรแกรมย่อยในหัวข้อ 5.2.1.1 การอ่านและประมวลผลแฟ้มรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอ เป็นส่วนหนึ่งในส่วนประกอบนี้ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util และคลาสจากจาวาแพ็คเกตไลบรารี เซอร์เซสทู คือ org.w3c.dom

4) InterfaceDescriptionsExtraction

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการสร้างวัตถุข้อมูลคำอธิบายส่วนต่อประสานและการแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานต่อได้อย่างง่าย คลาสของส่วนโปรแกรมย่อยในข้อที่ 5.2.1.2 เป็นส่วนหนึ่งในส่วนประกอบนี้ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util

5) ComponentDependencyGraph

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการนำคำอธิบายส่วนต่อประสานที่ประมวลผลได้ มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบพึ่งพาระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ เพื่อจัดทำตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบเพื่อบรรจุพาทเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ และการแสดงแบบจำลองกราฟพึ่งพาส่วนประกอบคลาสของส่วนโปรแกรมย่อยในหัวข้อ 5.2.2 เป็นส่วนหนึ่งในส่วนประกอบนี้ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util และคลาสจากจาวาไลบรารี แกร็ปพา คือ att.grappa

6) CompatibilityVerification

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการนำคำอธิบายส่วนต่อประสานที่ประมวลผลได้มาทำการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากรายละเอียดและคุณสมบัติของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาตามที่ได้ถูกบันทึกไว้ในตารางการเชื่อมต่อทางเดินพึ่งพาระหว่างส่วนประกอบ ซึ่งถูกสร้างขึ้นในส่วนประกอบ ComponentDependencyGraph จากนั้นจะเป็นการจัดรูปแบบผลการทวนสอบให้อยู่ในรูปแบบคลาสวัตถุเพื่อความสะดวกในการนำส่งออกเป็นรายงาน และการแสดงผลทางหน้าจอ โปรแกรมย่อยในหัวข้อ 5.2.3 เป็นส่วนหนึ่งในส่วนประกอบนี้ คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util

7) ReportExporter

ภายในส่วนประกอบบรรจุคลาสสำหรับทำหน้าที่ในการจัดการรูปแบบรายงานสำหรับคำอธิบายส่วนต่อประสานและผลการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน คลาสพื้นฐานหลักในภาษาจาวาที่ถูกนำมาใช้ในส่วนประกอบนี้ คือ java.util และคลาสจากจาวาไลบรารี เพนทาโฮ คือ JFreereport

ตัวอย่างหน้าจอและการใช้งานระบบที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบสนุนไอดีเอ็มเอสดูได้จากภาคผนวก ข.

5.4 การทดสอบระบบสนับสนุนและการประเมินผลงานวิจัย

5.4.1 การทดสอบระบบสนับสนุน

หัวข้อนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอส ประเด็นของการทดสอบมุ่งไปที่ความคาดหวังให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง มีความสามารถครอบคลุมและตรงตามความต้องการเชิงฟังก์ชัน ดังนั้นขั้นตอนการทดสอบจึงเริ่มต้นจากการสร้างกรณีทดสอบขึ้นจากเอกสารความต้องการเชิงฟังก์ชันที่ได้การวิเคราะห์ไว้ในบทที่ 3 ถัดมาคือการทดสอบการทำงานของระบบตามกรณีทดสอบ โดยใช้สภาพแวดล้อมสำหรับการทดสอบตามข้อกำหนดเบื้องต้นด้านสภาพแวดล้อมของระบบขณะกระทำการในตารางที่ 8 เทคนิคที่ใช้ในการทดสอบคือการเดินผ่าน (Walkthrough) กระแสของงานด้านฟังก์ตามคำอธิบายยูสเคสตารางที่ 10 ถึงตารางที่ 15 กรณีทดสอบและผลการทำงานของระบบไอดีเอ็มเอส แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 กรณีทดสอบแบ่งตามฟังก์ชันการทำงานของระบบ

ฟังก์ชัน	เลขที่ยูสเคส	การทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ผลการทำงาน
อ่านไฟล์ XMI	UC01	เปิดไฟล์ XMI เป็นข้อมูลนำเข้า	1. ระบบแสดงเนื้อหาของแฟ้ม XMI	ถูกต้อง
สกัดคำอธิบายส่วนต่อประสาน	UC01	เปิดดูคำอธิบายส่วนต่อประสาน	1. อธิบายส่วนต่อประสานแสดงได้ครบถ้วน	ถูกต้อง
จัดหมู่ส่วนต่อประสาน	UC02	เลือกการจัดหมู่ส่วนต่อประสาน	1. แสดงการจัดเรียงคำอธิบายส่วนต่อประสานตามหมวดหมู่ที่เลือก	ถูกต้อง
แสดงตารางความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ	UC03	เปิดดูรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน	1. ปรากฏตารางความสัมพันธ์ในรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน	ถูกต้อง

ฟังก์ชัน	เลขที่ยูสเคส	การทดสอบ	ผลที่คาดหวัง	ผลการทำงาน
ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน	UC04	เปิดดูรายงานผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน	1. แสดงรายงานผลการตรวจสอบ 2. รายงานข้อบกพร่องตรงตามที่ระบุไว้ในแผนภาพส่วนประกอบ	ถูกต้อง
แสดงกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ	UC04	เปิดดูกราฟพึ่งพาส่วนประกอบ	1. แสดงกราฟความสัมพันธ์	ถูกต้อง
ส่งออกแฟ้มคำอธิบายส่วนต่อประสาน	UC05	เลือกคำสั่งการส่งออกแฟ้มคำอธิบายส่วนต่อประสาน	1. แฟ้มถูกบันทึกในหน่วยความจำ	ถูกต้อง
พิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน	UC05	เลือกคำสั่งการพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน	1. คำอธิบายส่วนต่อประสานถูกพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์	ถูกต้อง
ส่งออกแฟ้มรายงานการทวนสอบ	UC06	เลือกคำสั่งการส่งออกแฟ้มรายงานการทวนสอบ	1. แฟ้มถูกบันทึกในหน่วยความจำ	ถูกต้อง
พิมพ์รายงานการทวนสอบ	UC06	เลือกคำสั่งการพิมพ์รายงานการทวนสอบ	1. รายงานการทวนสอบถูกพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์	ถูกต้อง

5.4.2 การประเมินผลงานวิจัย

การประเมินผลงานวิจัยนี้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 แง่มุม คือ การประเมินเชิงความถูกต้อง และการประเมินเชิงการใช้งาน ในแง่ของการประเมินเชิงความถูกต้อง ระบบไอดีเอ็มเอสถูกประเมินความถูกต้องของการทำงานตามแนวทางวิจัยในประเด็น ดังต่อไปนี้

1) ความถูกต้องของการสื่อความหมายตรงตามแผนภาพส่วนประกอบที่ได้ออกแบบไว้
2) รายละเอียดของคำอธิบายส่วนต่อประสาน และกราฟความสัมพันธ์แบบพึ่งพา ถูกตรวจสอบความสามารถในการสื่อความหมาย และมีรายละเอียดคุณสมบัติต่างๆ ของส่วนต่อประสานและส่วนประกอบถูกต้องตามเอกสารการออกแบบด้วยแผนภาพส่วนประกอบ คำอธิบายส่วนต่อประสาน และกราฟความสัมพันธ์แบบพึ่งพาต้องไม่ทำให้ความหมายของแผนภาพส่วนประกอบที่ออกแบบมีความผิดแปลกไปจากเดิม

3) ความถูกต้องของรายงานการทวนสอบ
4) รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบถูกตรวจสอบความถูกต้องในกรณีที่มีความไม่เข้ากันของส่วนต่อประสานเกิดขึ้นในการออกแบบ

การตรวจสอบความถูกต้องของแนวทางวิจัยนี้ ทำโดยการทดสอบการใช้งานระบบไอดีเอ็มเอส กับแผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาจำนวน 3 กรณี ได้แก่ ระบบไอดีเอ็มเอส เอง ระบบสั่งสินค้า [22] และระบบแสดงผลภาพซีที (Computed Tomography (CT) scan image visualization system) ผลการประเมินจากการทวนสอบความหมายของแผนภาพส่วนประกอบกับคำอธิบายส่วนต่อประสาน และความถูกต้องของการแสดงรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบพบว่ามีความสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แผนภาพส่วนประกอบของกรณีศึกษาดูได้จากภาคผนวก ค.

ในแง่ของการประเมินเชิงการใช้งาน ระบบไอดีเอ็มเอสซึ่งถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดวิจัยโดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการทำงานในกิจกรรมของการจัดการส่วนต่อประสานในส่วนของการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ ดังนั้น การประเมินเชิงการใช้งานของระบบจึงมุ่งไปที่การประเมินความสามารถในการตอบสนองการปฏิบัติงานในกิจกรรมดังกล่าว

อ้างอิงจากคำอธิบายตัวชี้บอกการปฏิบัติกระบวนการ (Process Implementation Indicator Descriptions – PIID) [23] ซึ่งกล่าวถึงหลักฐานที่ควรมีจากการปรับปรุงกระบวนการตามแบบจำลองปรับปรุงกระบวนการซีเอ็มเอ็มไอ คำอธิบายส่วนต่อประสานที่สร้างจากระบบไอดีเอ็มเอสสามารถใช้เป็นหลักฐานทางตรง (Direct Artifact) สำหรับการปฏิบัติงานในกลุ่มกระบวนการบูรณาในข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.1 การตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานเพื่อความสมบูรณ์

นอกจากนี้ กราฟพึ่งพาส่วนประกอบในงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นกลไลเครื่องมือสำหรับการตรวจพบความไม่สอดคลอดกันของส่วนต่อประสานระหว่างส่วนประกอบ ซึ่งรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานทางอ้อม (Indirect Artifact) สำหรับการปฏิบัติงานในกลุ่มกระบวนการบูรณาการในข้อปฏิบัติเฉพาะที่ 2.2 การจัดการส่วนต่อประสาน

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลลัพธ์โดยสรุปที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีดังนี้

1. ได้แนวทางข้อเสนอแนะสำหรับการรวบรวมและการกำหนดคำอธิบายส่วนต่อประสานที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานของส่วนประกอบสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
2. ได้แนวทางข้อเสนอแนะในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากกราฟส่วนประกอบพึ่งพาสำหรับการบูรณาการผลิตภัณฑ์
3. ได้ระบบต้นแบบเครื่องมือสนับสนุนเพื่อช่วยตรวจสอบคำอธิบายและการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากแผนภาพส่วนประกอบ

จากความสำคัญของการออกแบบระบบและกระบวนการบูรณาในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน ปัญหาที่มักเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานในโครงการ คือ ระบบส่วนย่อย หรือส่วนประกอบของระบบที่ได้แบ่งการพัฒนาแยกออกไปนั้นส่วนใหญ่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อนำส่วนประกอบต่างๆมาบูรณาร่วมกันแล้ว บ่อยครั้งที่ส่วนประกอบของระบบนั้นไม่สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม รากของสาเหตุหนึ่ง คือ ไม่มีการออกแบบและกำหนดรายละเอียดส่วนเชื่อมต่อหรือส่วนต่อประสานระหว่างส่วนประกอบไว้ให้ดีตั้งแต่ตอนต้น จึงส่งผลให้ความผิดพลาดนี้มักปรากฏขึ้นที่กระบวนการบูรณาการ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวคิดในการรวบรวมและการกำหนดคำอธิบายส่วนต่อประสานที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากเอกสารการออกแบบ และนำเสนอแนวทางข้อเสนอแนะในการใช้กราฟพึ่งพาส่วนประกอบมาใช้ในการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานจากคำอธิบายส่วนต่อประสาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการสนับสนุนกิจกรรมในการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานและการจัดการส่วนต่อประสาน ซึ่งถือเป็นปัจจัยความสำเร็จในการบูรณาการผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการสนับสนุนการปฏิบัติงานในโครงการอย่างแท้จริง ระบบต้นแบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอส (The Interface Descriptions Management System: IDMS) จึงถูกพัฒนาขึ้นตามแนวทางวิจัยที่ได้กำหนดไว้ โดยเพิ่มการวิเคราะห์ข้อกำหนดความต้องการเชิงฟังก์ชันสำหรับผู้ใช้งาน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบสนับสนุน ความสามารถของระบบต้นแบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอสมีดังต่อไปนี้

1) สร้างเอกสารคำอธิบายส่วนต่อประสาน
2) จัดหมวดหมู่ส่วนต่อประสาน
3) จับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่อประสานและส่วนประกอบ
4) ตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน
5) ส่งออกหรือพิมพ์คำอธิบายส่วนต่อประสาน
6) ส่งออกหรือพิมพ์รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน

และในส่วนสรุปผลการประเมินผลและการทดสอบงานวิจัย พบว่าแนวทางวิจัยที่ได้นำเสนอนั้นมีความถูกต้องโดยผ่านการทดสอบการใช้งานจากกรณีศึกษาและระบบไอดีเอ็มเอสนี้ยังสามารถนำไปใช้ เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการบูรณาการผลิตภัณฑ์ได้โดยอ้างอิงจากตัวชี้บอกการปฏิบัติกระบวนการ พีไอไอดี สำหรับแบบจำลองปรับปรุงกระบวนการซีเอ็มเอ็มไอ

6.2 ข้อจำกัด

งานวิจัยในส่วนของระบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอสนั้น ยังไม่รองรับข้อมูลนำเข้าจากแฟ้มข้อมูลรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอจากแผนภาพส่วนประกอบที่ถูกวาดขึ้นจากเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอลตัวอื่นนอกเหนือจากวิชวลพาราดาม เนื่องจากความหลากหลายของเครื่องมือวาดแผนภาพยูเอ็มแอลที่มาจากต่างค่าย ทำให้เอกสารเอกซ์เอ็มไอมีรูปแบบและโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปอย่างมาก จึงจำเป็นต้องเลือกพัฒนาระบบสนับสนุนเพื่อรองรับรูปแบบการอ่านแฟ้มนำเข้าในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอจากเครื่องมือวาดแผนภาพของค่ายใดค่ายหนึ่งภายในระยะเวลาการทำวิจัยที่กำหนด

6.3 แนวทางการวิจัยต่อ

แนวคิดวิจัยในการทวนสอบความเข้ากันได้ส่วนต่อประสานของส่วนประกอบนี้ ประเด็นในการทวนสอบครอบคลุมเพียงการตรวจสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบจากข้อมูลที่ปรากฏในเอกสารการออกแบบด้วยแผนภาพส่วนประกอบเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ยังมีงานวิจัยอื่นๆที่ได้นำเสนอแนวทางสำหรับการจำลองการสร้างวัตถุเสมือนจริงตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้เพื่อการวัดประสิทธิภาพและความถูกต้องของการออกแบบเชิงวัตถุ ซึ่งสามารถนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดของการทวนสอบที่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอต่อไปได้

ในส่วนของระบบสนับสนุนไอดีเอ็มเอส เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งประเด็นไปที่การทวนสอบส่วนต่อประสานจากคำอธิบายส่วนต่อประสานสำหรับการบูรณาการเป็นหลัก จึงยังไม่ครอบคลุมถึงการควบคุมและจัดการคำอธิบายส่วนต่อประสานในโครงการอย่างเต็มรูปแบบ ทั้งนี้ เพราะการจัดการดังกล่าวต้องอาศัยการทำงานร่วมกันจากผู้มีบทบาทในโครงการต่างกันไป ซึ่งต้องมี

การศึกษารายละเอียดของกิจกรรมอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับการบูรณาการ เพื่อเพิ่มเป็นข้อกำหนดความต้องการสำหรับการพัฒนาต่อยอดเครื่องมือสนับสนุนกิจกรรมในการบูรณาการต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] Pressman, R.S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 6th ed. McGraw-Hill, 2005.

[2] Chrissis, M.B, Konrad, M., and Shrum, S. CMMI® Second Edition Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Boston, Addison-Wesley, 2007.

[3] Larsson, L., Myllyperkiö, P., Ekdahl, F., and Crnkovic I. Software Product Integration: A Case Study-based Synthesis of Reference Models, Information and Software Technology 51, 2009, pp.1066-1080.

[4] Garg, A., Kazman, R., and Chen, H.-M. Interface descriptions for enterprise architecture. Science of Computer Programming 61, 2006, pp.4-15.

[5] Szyperski, C., Gruntz, D., and Murer, S. Component Software Beyond Object-Oriented Programming. 2nd ed, Addison-Wesley, 2002

[6] Object Management Group, CORBA and XML; conflict or cooperation? [Online], 2009, Available from: http://www.omg.org/news/whitepapers/watsonwp.htm [2011, Jan 1]

[7] Limpiyakorn, Y., Software Process Improvement – การปรับปรุงกระบวนการ, เอกสารประกอบการสอน, Bangkok, 2009.

[8] Object Management group, Unified Modeling Language: Superstructure version 2.0, OMG, July 2005.

[9] Pilone, D., and Pitman N., UML 2.0 in a Nutshell, California, O'Reilly, 2005.

[10] Binder, V.R., Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns, and Tools, Addison-Wesley, 2003.

[11] Kanjilal A., Sengupta S., and Bhattacharya S., CAG: A Component Architecture Graph, Proceedings of the TENCON 2008. IEEE Region 10 Conference, November 2008, pp. 1-6.

[12] Visual Paradigm, Visual paradigm for UML 7.0 [Computer Program], 2009. Available from: http://www.visual-paradigm.com [2009, March 5]

[13] Object Management group, MOF 2.0/XMI Mapping version 2.1.1 [Online], 2007. Available from: http://www.omg.org [2009, March 5]

[14] Lafore R., Data Structures and Algorithms in Java, 2nd ed, SAMS, 2003

[15] Britton C., and Doake J., A Student Guide to Object-Oriented Development, 1st ed, Elsevier, 2005

[16] Eclipse Foundation, Eclipse IDE [Computer Program], 2010. Available from: http://www.eclipse.org [2011, Jan 1]

[17] The Apache Software Foundation, The Apache Xerces Project [Computer Program], 2009. Available from: http://xerces.apache.org [2011, Jan 1]

[18] AT&T Labs, Grappa - A Java Graph Package [Computer Program], 2009. Available from: http://www2.research.att.com/~john/Grappa/ [2011, Jan 1]

[19] Pentaho Corporation, Pentaho Reporting [Computer Program], 2011. Available from: http://www.pentaho.com/ [2011, Apr 1]

[20] Oracle, Getting Started with Swing [Online], 2010. Available from: http://download.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/start/index.html [2011, Jan 1]

[21] Timothy J. Grose, Gary C. Doney, Stephen A. Brodsky, Mastering XMI: Java Programming with XMI, XML and UML, New York, John Wiley & Sons, Inc., 2001.

[22] Scott W. Ambler, UML 2 Component Diagramming Guidelines [Online], 2009. Available from: http://www.agilemodeling.com/ [2011, Jan 1]

[23] Ahern, D.M., Armstrong, J., Clouse, A., Ferguson, J.R., Hayes, W., Nidiffer, K.E., CMMI® SCAMPI Distilled: Appraisals for Process Improvement, USA, Addison-Wesley, 2005

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

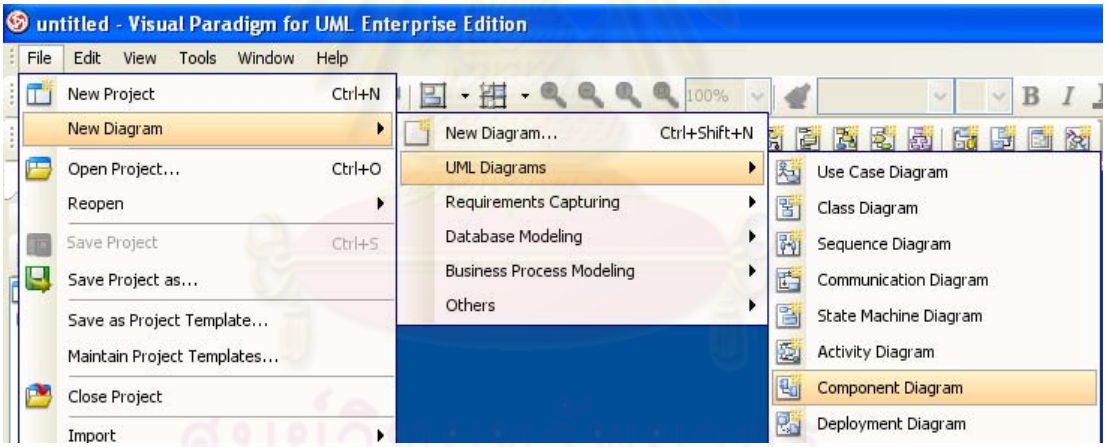
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
คู่มือการวาดและแปลงแผนภาพยูเอ็มแอลเป็นแฟ้มเอกซ์เอ็มไอ
โดยเครื่องมือวิชวลพาราดาม

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีการวาดแผนภาพส่วนประกอบยูเอ็มแอล (UML) ด้วยซอฟต์แวร์วิชวลพาราดาม (Visual Paradigm for UML 7.0 Enterprise Edition) โดยยกตัวอย่างขั้นตอนการวาดแผนภาพส่วนประกอบ ในการนำเสนอซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

1) การสร้างแบบเอกสารใหม่

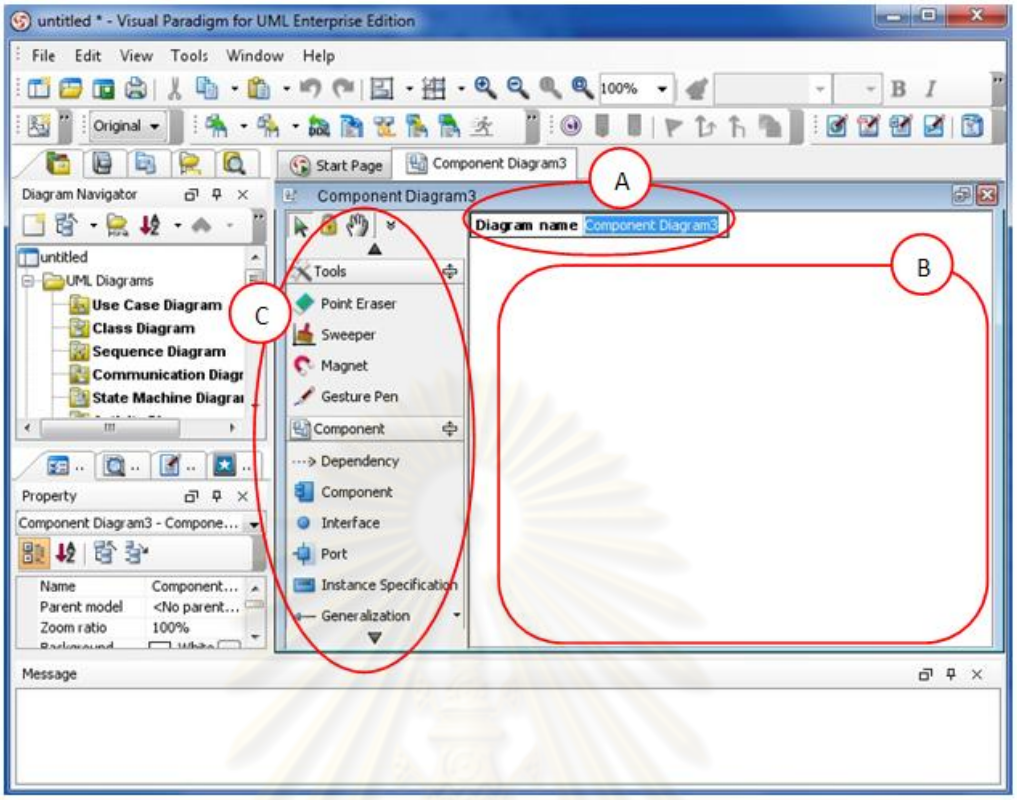
ให้คลิกซ้ายเลือกคำสั่งจากเมนูบาร์บริเวณด้านบนของหน้าต่าง โดยเลือกที่ File -> New Diagram -> UML Diagrams -> Component Diagram ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 31 จากนั้นโปรแกรมจะสร้างหน้าต่างในโหมดการวาดแผนภาพส่วนประกอบ ซึ่งมีการใช้งานอยู่ 3 ส่วนหลัก (โปรดดูรูปที่ 32 ประกอบ) ได้แก่ ช่องใส่ชื่อแผนภาพ (A), พื้นที่สำหรับวาดแผนภาพ (B) และปุ่มเครื่องมือสำหรับใช้วาดแผนภาพ (C)



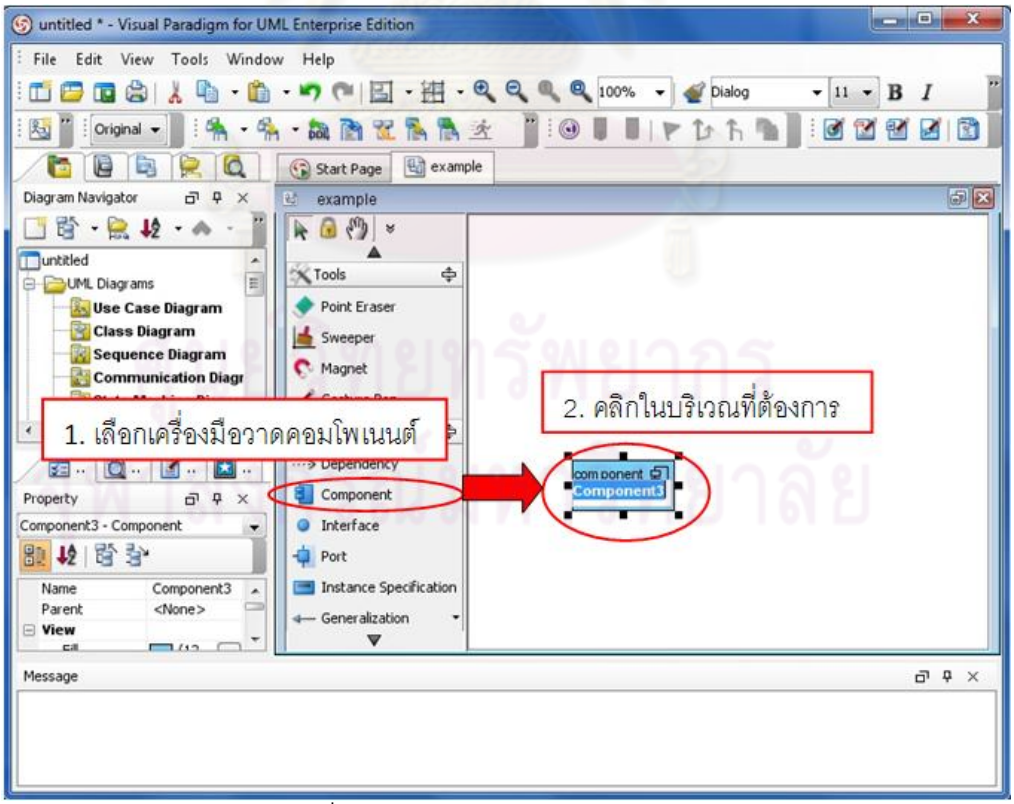
รูปที่ 31 คำสั่งที่ใช้ในการสร้างเอกสารใหม่

2) การวาดส่วนประกอบ

จากรูปที่ 32 ให้คลิกซ้ายเลือกเครื่องมือที่ต้องการ (C) แล้วคลิกซ้ายในบริเวณที่ต้องการวางวัตถุ (B) โปรแกรมจะสร้างวัตถุขึ้น ณ ตำแหน่งนั้น พร้อมให้กรอกชื่อวัตถุ (ผู้ใช้สามารถแก้ไขชื่อได้ภายหลัง โดยการดับเบิลคลิกที่วัตถุ) ยกตัวอย่างการสร้างคอมโพเนนต์ดังรูปที่ 33



รูปที่ 32 หน้าต่างการทำงานในโหมดการวาด Component Diagram

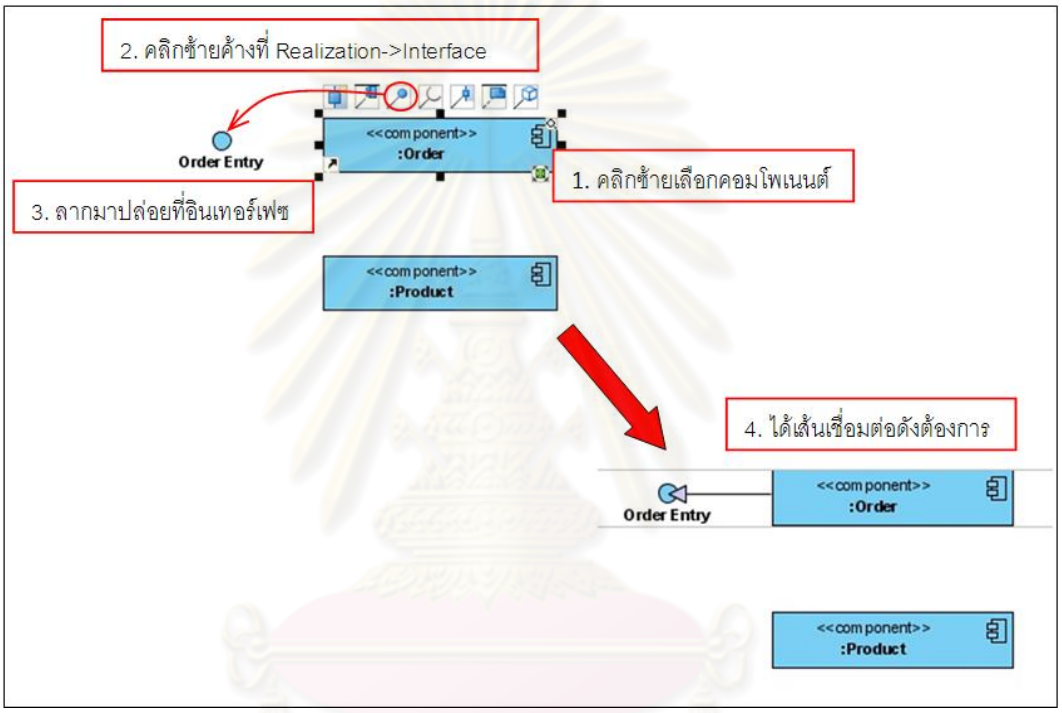


รูปที่ 33 ตัวอย่างการสร้างคอมโพเนนต์

3) ขั้นตอนการวาดเส้นเชื่อมต่อระหว่างวัตถุ

ให้คลิกซ้ายเลือกวัตถุที่ต้องการโยงเส้นเชื่อมต่อ จะปรากฏปุ่มเครื่องมือเส้นเชื่อมต่อรอบๆ วัตถุนั้น จากนั้นให้คลิกซ้ายค้างที่เครื่องมือเส้นเชื่อมต่อชนิดที่ต้องการ แล้วลากไปปล่อยยังวัตถุที่จะเชื่อมต่อ ตัวอย่างเช่น

- การเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับอินเทอร์เฟซในรูปที่ 34
- การเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับคอมโพเนนต์ในรูปที่ 35



รูปที่ 34 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับอินเทอร์เฟซ

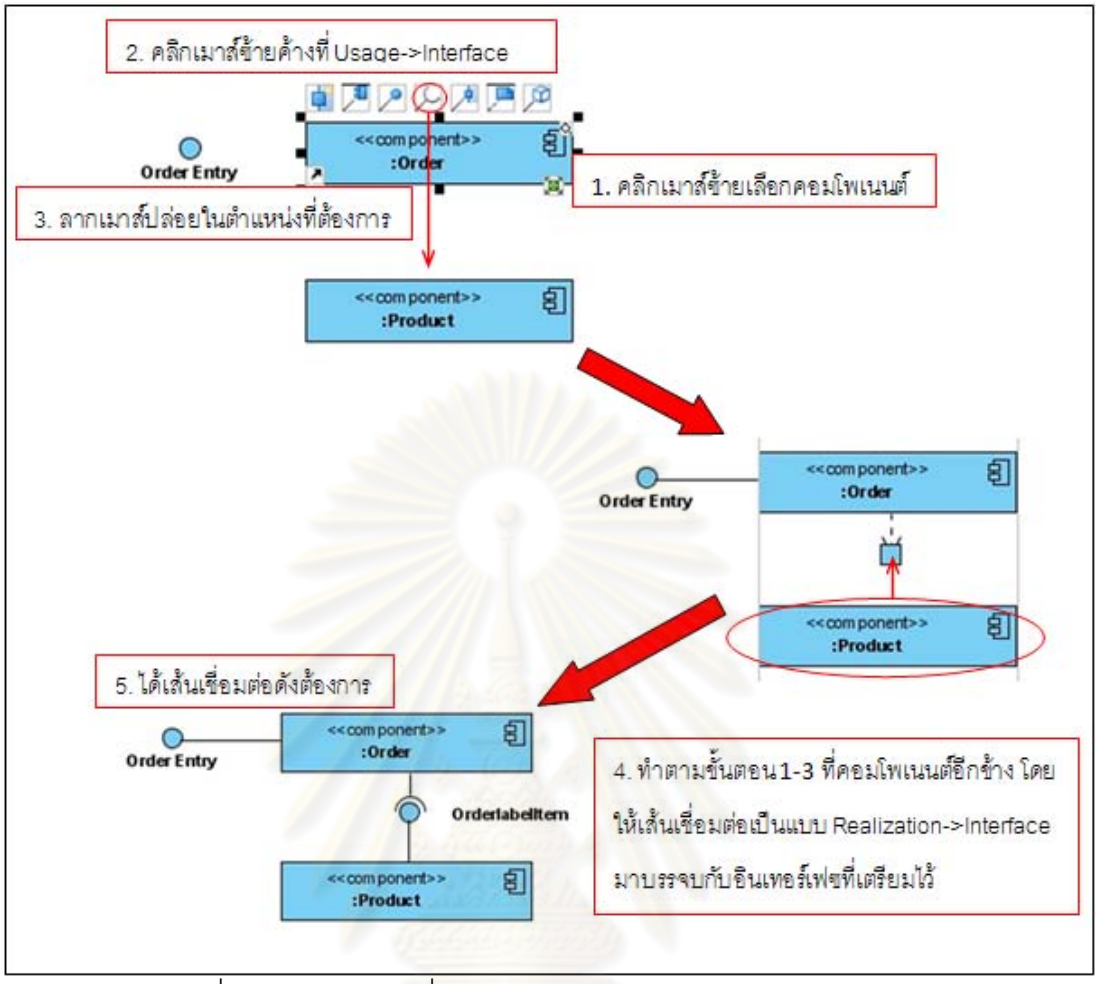
4) การกำหนดค่าลักษณะประจำ (Attributions) และการดำเนินการ (Operations) ให้กับจุดเชื่อมต่อ

4.1 คลิกเมาส์ขวาที่อินเทอร์เฟซที่ต้องการจะปรากฏเมนูคุณสมบัติให้เลือกแสดงผลแบบ Class โดยการเลือก Presentation Options->Class ดังรูปที่36 (ก) และ ผลลัพธ์ดังรูปที่36 (ข)

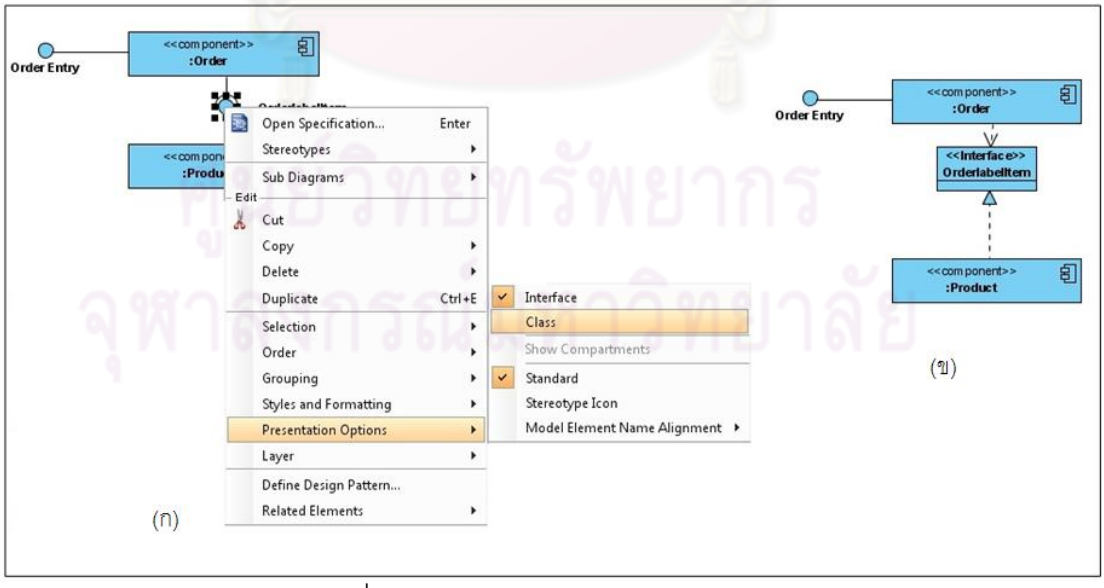
4.2 ให้ทำการเลือกเมนูคุณสมบัติ Open Specification จะปรากฏหน้าต่างย่อยให้ผู้ใช้กำหนดค่าดังรูปที่ 37

4.3 ให้เลือกแถบเครื่องมือ Attributes สำหรับการกำหนดค่าลักษณะประจำให้กับโปรแกรมดังรูปที่ 37

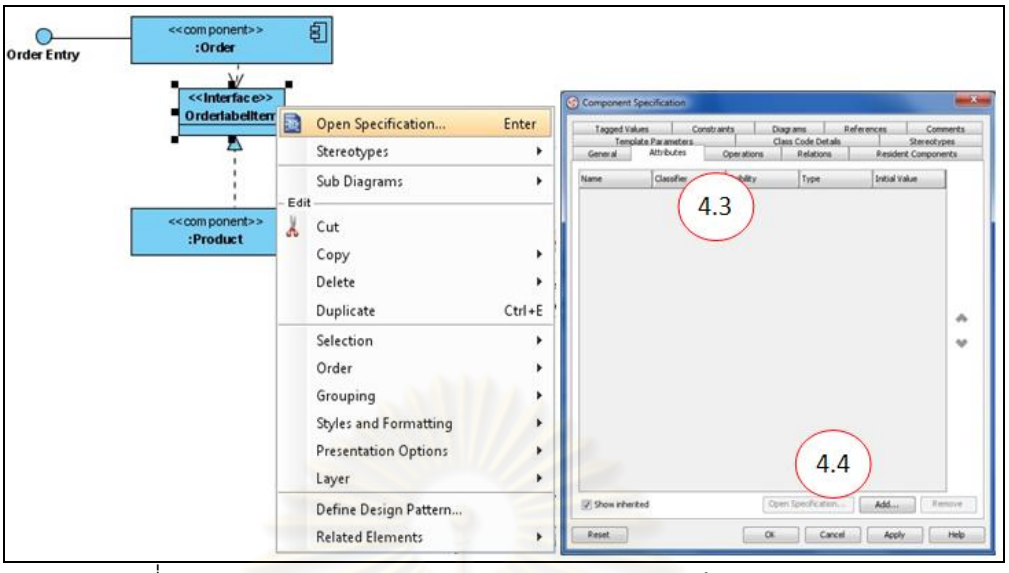
4.4 คลิกเมาส์ซ้ายที่ปุ่ม Add… จะปรากฏหน้าต่างชื่อ Attribute Specification สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับลักษณะประจำ ดังรูปที่ 37



รูปที่ 35 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างคอมโพเนนต์กับคอมโพเนนต์



รูปที่ 36 การแสดงอินเทอร์เฟซแบบคลาส

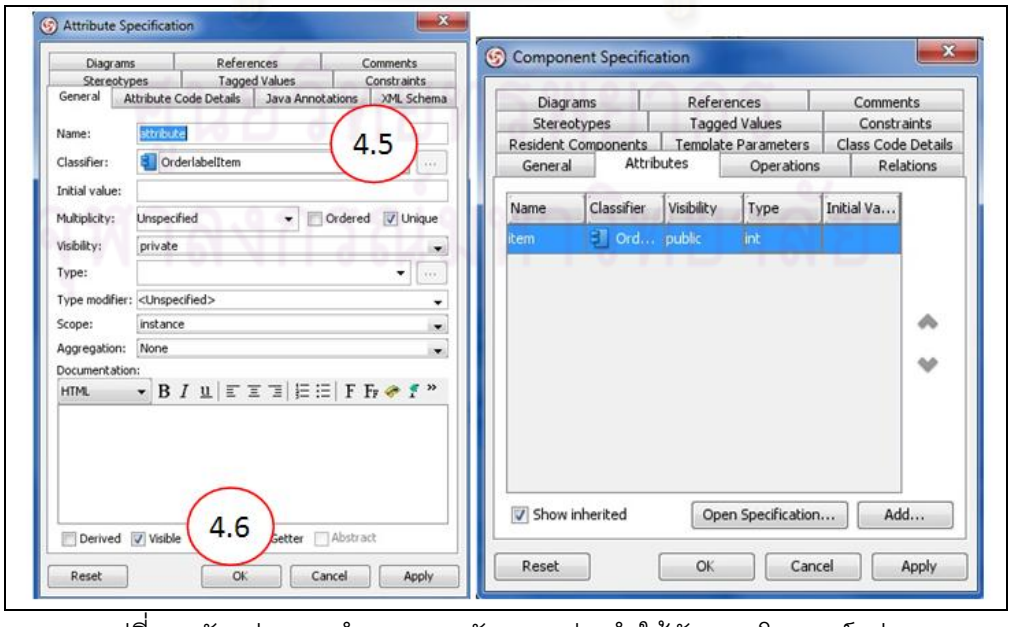


รูปที่ 37 ตัวอย่างการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำให้กับคอมโพเนนต์

4.5 ในหน้าต่าง Attribute Specification สามารถกำหนดรายละเอียดของคุณลักษณะประจำได้ ตัวอย่างเช่น ชื่อ (Name) ค่าสภาพมองเห็นได้ (Visibility) ให้เป็นแบบประเภทแบบส่วนบุคคล (Private) หรือแบบสาธารณะ (Public) เป็นต้น

4.6 กดปุ่ม OK ในหน้าต่าง Attribute Specification จะปรากฏรายการในหน้าต่าง Component Specification ดังรูปที่ 38

4.7 กรณีต้องการกำหนดค่าการดำเนินการ สามารถกำหนดได้ในลักษณะเดียวกันกับการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำ ต่างกันเพียงการเลือกแถบในหน้าต่าง Component Specification ให้เลือกไปที่แถบ Operations ซึ่งจะปรากฏหน้าต่าง Operation Specification ดังรูปที่ 39



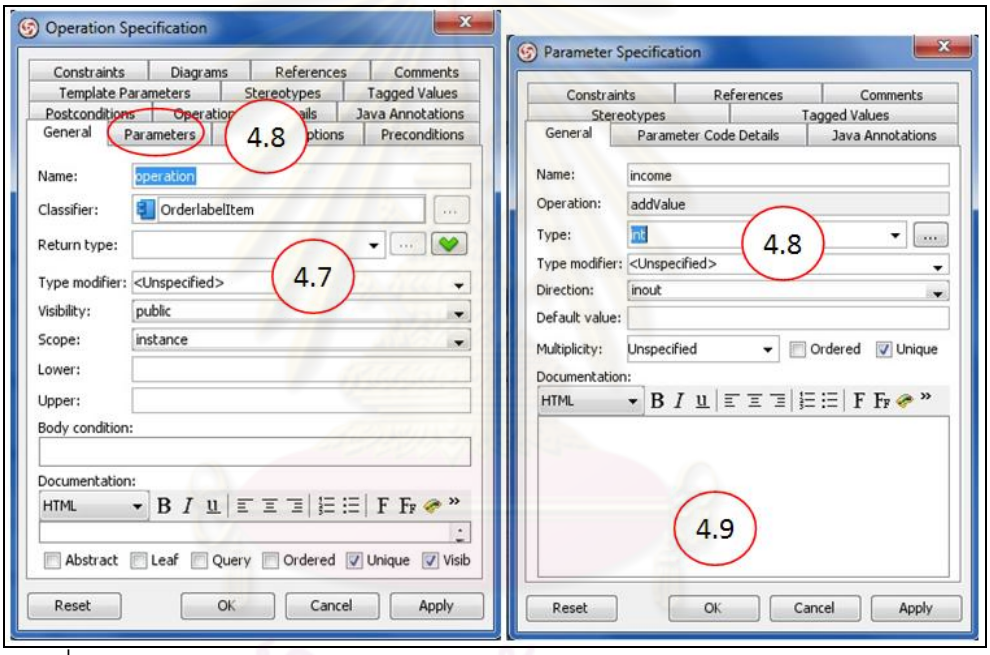
รูปที่ 38 ตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะประจำให้กับคอมโพเนนต์ (ต่อ)

4.8 ในหน้าต่าง Operation Specification อนุญาติให้ผู้ใช้กำหนดค่าพารามิเตอร์ผ่านหน้าต่าง Parameter Specification โดยการเลือกแถบ Parameters แล้วกดปุ่ม Add…

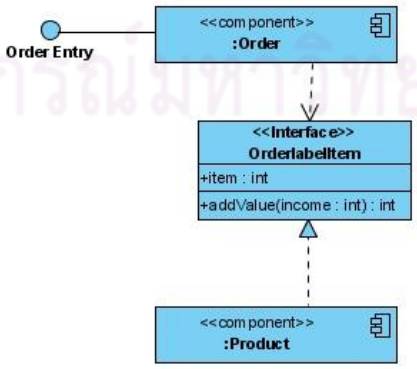
4.9 กดปุ่ม OK ในหน้าต่าง Parameter Specification และ Operation Specification เพื่อเสร็จสิ้นการป้อนข้อมูลในส่วนของการดำเนินการ

4.10 กดปุ่ม OK ในหน้าต่าง Component Specification เพื่อเสร็จสิ้นกระบวนการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำและการดำเนินการ

4.11 ทำการเลือกรูปแบบการแสดงผลคุณสมบัติประจำและการดำเนินการของคอมโพเนนต์ โดยคลิกเมาส์ขวาแสดงเมนูคุณสมบัติจากนั้นเลือก Presentation Options -> Show Components



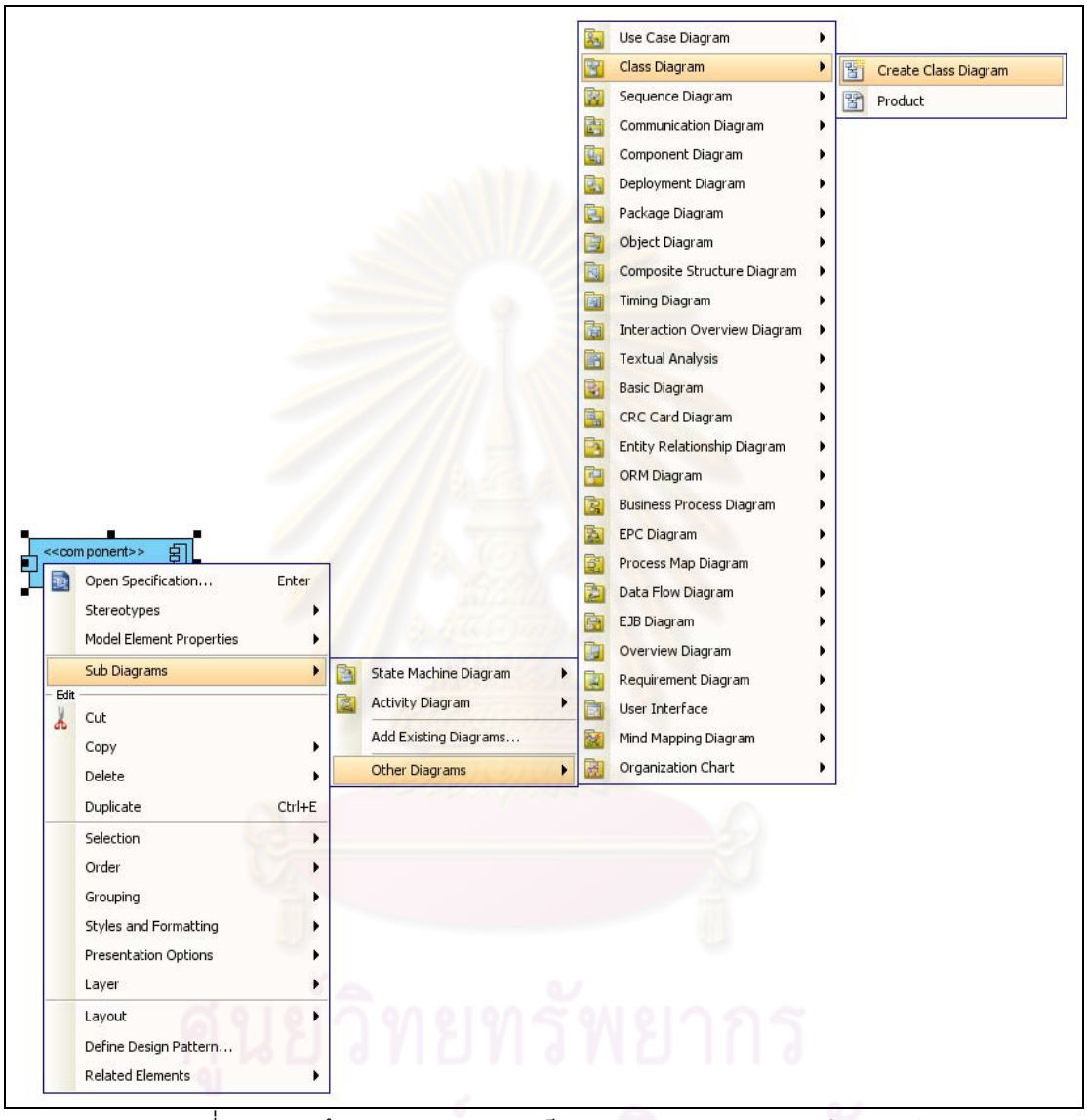
รูปที่ 39 ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์ผ่านหน้าต่าง Parameter Specification



รูปที่ 40 แผนภาพส่วนประกอบที่มีการกำหนดค่าคุณลักษณะประจำและการดำเนินการด้วยซอฟต์แวรวิชวลพาราดาม

5) การสร้างแผนภาพคลาสเป็นแผนภาพย่อยของคอมโพเนนต์

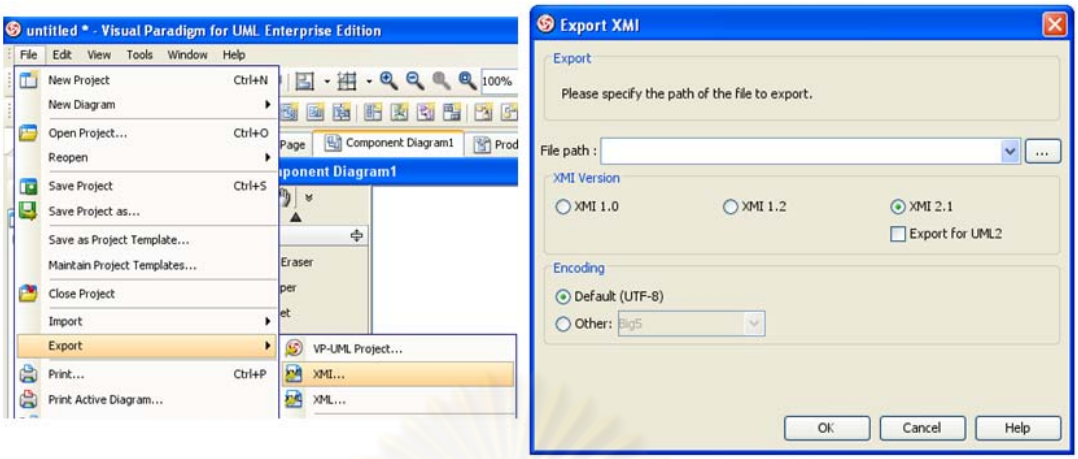
ให้คลิกขวาที่คอมโพเนนต์ที่ต้องการ เลือก Sub Diagrams -> Other Diagrams -> Class Diagram -> Create Class Diagram ดังแสดงในรูปที่ 41



รูปที่ 41 การสร้างแผนภาพคลาสเป็นแผนภาพย่อยของคอมโพเนนต์

6) การนำออกข้อมูลเอกซ์เอ็มไอ (XMI)

ให้คลิกซ้ายที่เมนูบาร์เลือก File -> Export -> XMI… จะมีหน้าต่างปรากฏดังรูปที่ 42 จากนั้นจึงกรอกตำแหน่งพาทที่ต้องการบันทึกแฟ้มข้อมูล (File), เวอร์ชันของเอกซ์เอ็มไอและรูปแบบการเข้ารหัส (Encoding)



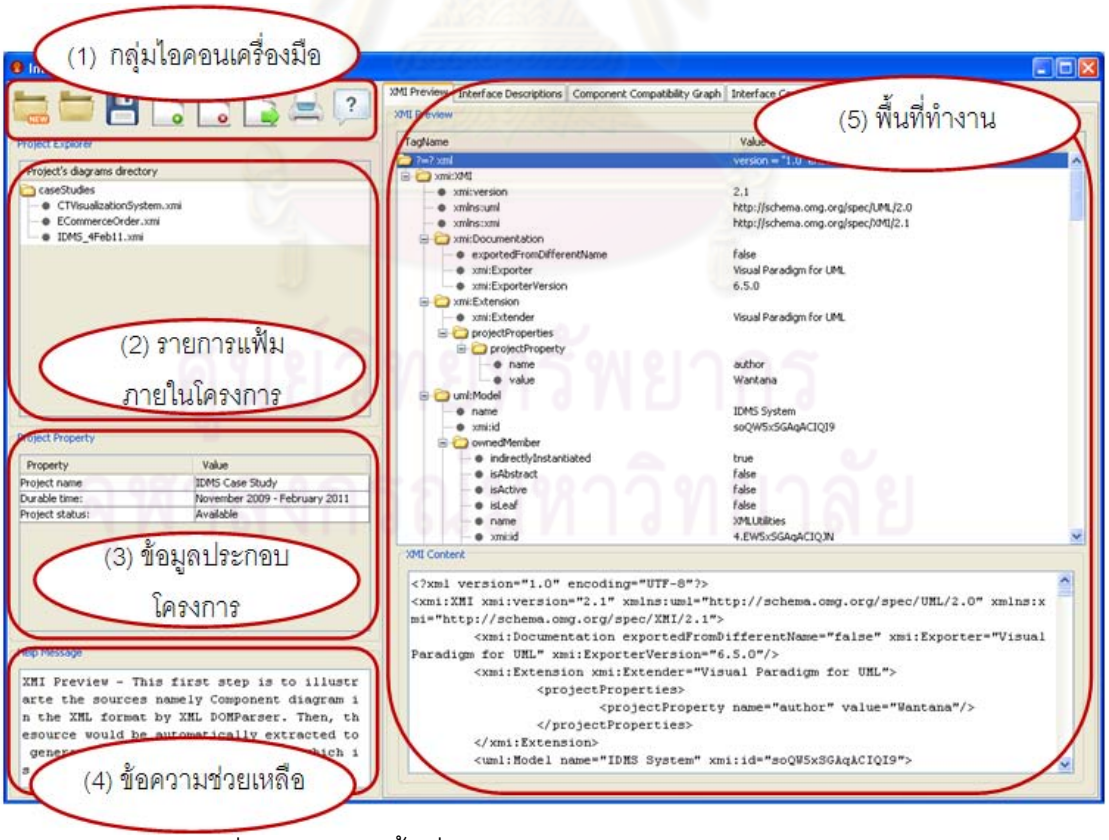
รูปที่ 42 การนำออกข้อมูลเอกซ์เอ็มไอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.
การใช้งานระบบไอดีเอ็มเอส

เนื้อหาส่วนนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคำแนะนำประกอบการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ไอดีเอ็มเอส โดยมีการจัดกลุ่มคำอธิบายตามความสามารถเชิงฟังก์ชันของระบบ ได้แก่ 1) การจัดการสารบบโครงการ 2) การจัดการแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอภายในโครงการ 3) การอ่านและการแสดงผลข้อมูลแผนภาพส่วนประกอบจากแฟ้มเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มไอ 4) การประมวลผลและการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน 5) การประมวลผลและการแสดงผลกราฟส่วนประกอบพึ่งพา 6) การประมวลผลและการแสดงผลรายงานความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ และ 7) การส่งออกข้อมูลรายงานในลักษณะแฟ้มและการสั่งพิมพ์

ก่อนการเริ่มใช้งานระบบไอดีเอ็มเอส ผู้ใช้ควรจัดเตรียมสภาพแวดล้อมของระบบให้พร้อมเสียก่อน ซึ่งประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์วินโดว์เอกซ์พีโปรเฟสชันนอล และจาวารุ่นเฉพาะใช้งานเวอร์ชัน 5.0 ขึ้นไป เมื่อทำการติดตั้งสภาพแวดล้อมของระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถเปิดโปรแกรมไอดีเอ็มเอสขึ้นมาใช้งานได้ทันที

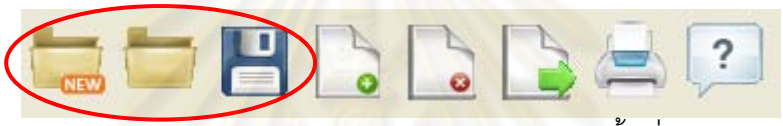


รูปที่ 43 ตำแหน่งพื้นที่ทำงานหลักบนหน้าต่างระบบไอดีเอ็มเอส

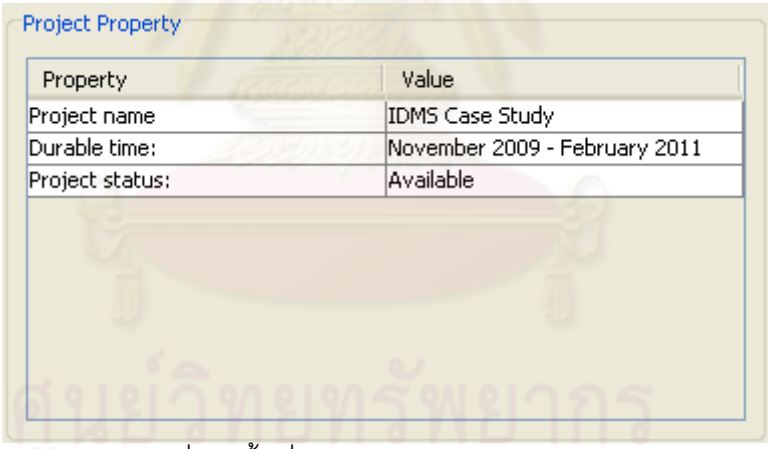
ไอดีเอ็มเอส ประกอบ 4 พื้นที่ทำงานหลัก ได้แก่ กลุ่มไอคอนเครื่องมือ (Tool Icon) รายการแฟ้มภายในโครงการ (Project Explorer) ข้อมูลประกอบโครงการ (Project Property) ข้อความช่วยเหลือ และพื้นที่ทำงาน (Workspace) ดังแสดงในรูปที่ 43 ในพื้นที่หมายเลข 1 - 5 ตามลำดับ รายละเอียดของการใช้งานไอดีเอ็มเอสจำแนกตามความสามารถเชิงฟังก์ชัน มีดังนี้

1) การจัดการสารบบโครงการ (Project directory management)

ความสามารถของระบบในการจัดการสารบบโครงการ ได้แก่ การสร้างแฟ้มโครงการใหม่ การเปิดแฟ้มโครงการที่เคยถูกใช้งานและบันทึกไว้แล้ว และการบันทึกแฟ้มโครงการปัจจุบัน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันงานดังกล่าวโดยกดเลือกไอคอนเครื่องมือที่ปรากฏในพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 44 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถเพิ่มรายละเอียดของโครงการได้ในพื้นที่แสดงข้อมูลประกอบโครงการดังแสดงในรูปที่ 45



รูปที่ 44 ไอคอนการสร้าง การเปิด และบันทึกแฟ้มโครงการ บนพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ



รูปที่ 45 พื้นที่แสดงข้อมูลประกอบโครงการ

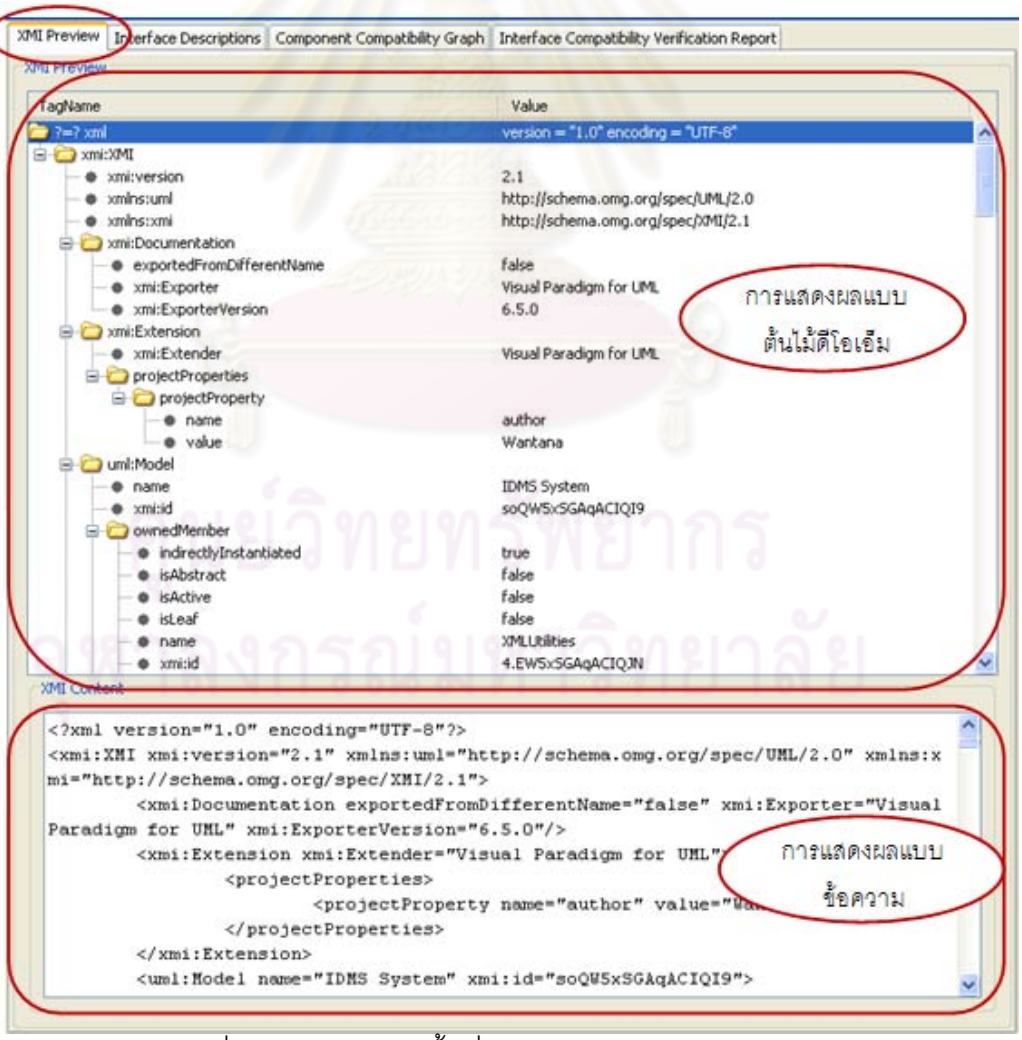
2) การจัดการแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอภายในโครงการ

ความสามารถของระบบในการจัดการแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอภายในสารบบโครงการ ได้แก่ การเพิ่มแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอเข้ามาในสารบบโครงการเพื่อทำการทวนสอบ และการลบแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอที่ไม่ต้องการออกจากสารบบโครงการ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันงานดังกล่าวโดยกดเลือกไอคอนเครื่องมือที่ปรากฏในพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 46 ตามลำดับ

รูปที่ 46 ไอคอนการเพิ่ม และลบแฟ้มแผนภาพในโครงการ บนพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ

3) การอ่านและการแสดงผลข้อมูลแผนภาพส่วนประกอบจากแฟ้มเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มไอ

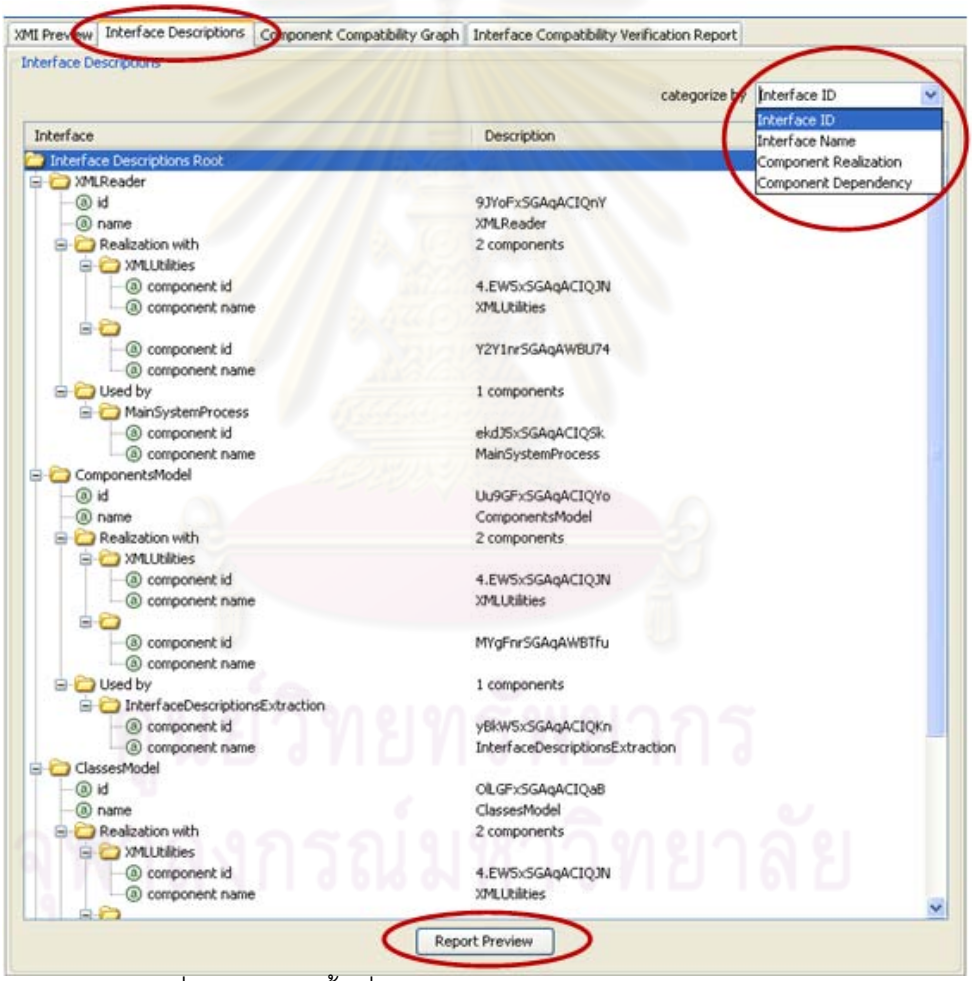
หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำการสร้างสารบบโครงการใหม่ และมีการเพิ่มแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มไอเข้ามาในสารบบโครงการ ระบบจะทำการประมวลผลโดยอัตโนมัติ โดยการอ่านข้อมูลจากแฟ้มเอกสารรูปแบบเอกซ์เอ็มไอและแสดงผลในพื้นที่ทำงานตรงตำแหน่งแถบที่มีชื่อว่า “XMI Preview” การแสดงผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การแสดงผลของอิลีเมนต์และแอทริบิวของภาษาเอกซ์เอ็มแอลด้วยรูปแบบของต้นไม้ดีโอเอ็ม และส่วนการแสดงผลแบบข้อความธรรมดา ตัวอย่างหน้าจอแสดงพื้นที่ทำงานของแถบ XMI Preview แสดงดังรูปที่ 47



รูปที่ 47 หน้าจอแสดงพื้นที่ทำงานของแถบ XMI Preview

4) การประมวลผลและการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสาน

การประมวลผลและการแสดงผลคำอธิบายส่วนต่อประสานจะถูกทำงานโดยอัตโนมัติ หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำการเพิ่มแฟ้มแผนภาพส่วนประกอบในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอล ผู้ใช้สามารถดูผลของการรวบรวมคำอธิบายส่วนต่อประสานได้จากแถบที่มีชื่อว่า “Interface Descriptions” นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถปรับค่าการแสดงผลโดยการเรียงลำดับรายการของส่วนต่อประสานได้จากกลุ่มของส่วนต่อประสานประเภทต่างๆ และดูตัวอย่างรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานก่อนการสั่งพิมพ์ได้จากการกดปุ่ม “Report Preview” ตัวอย่างหน้ารายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานแสดงในหัวข้อที่ 7 และตัวอย่างหน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Descriptions แสดงในรูปที่ 48

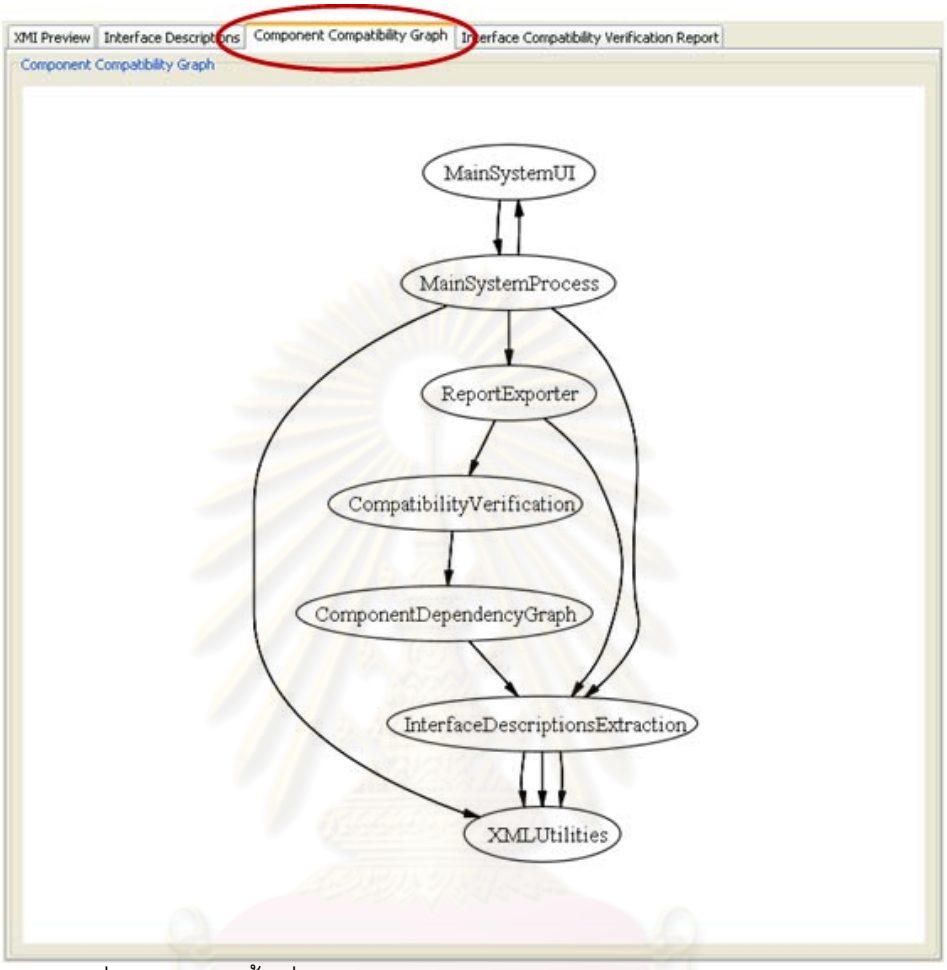


รูปที่ 48 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Descriptions

5) การประมวลผลและการแสดงผลกราฟส่วนประกอบพึ่งพา

เมื่อระบบทำการประมวลผลคำอธิบายส่วนต่อประสานเป็นที่เรียบร้อย ต่อมาคือการแสดงกราฟความสัมพันธ์พึ่งพาส่วนประกอบ ซึ่งผู้ใช้สามารถดูภาพกราฟดังกล่าวได้จากแถบที่มีชื่อว่า

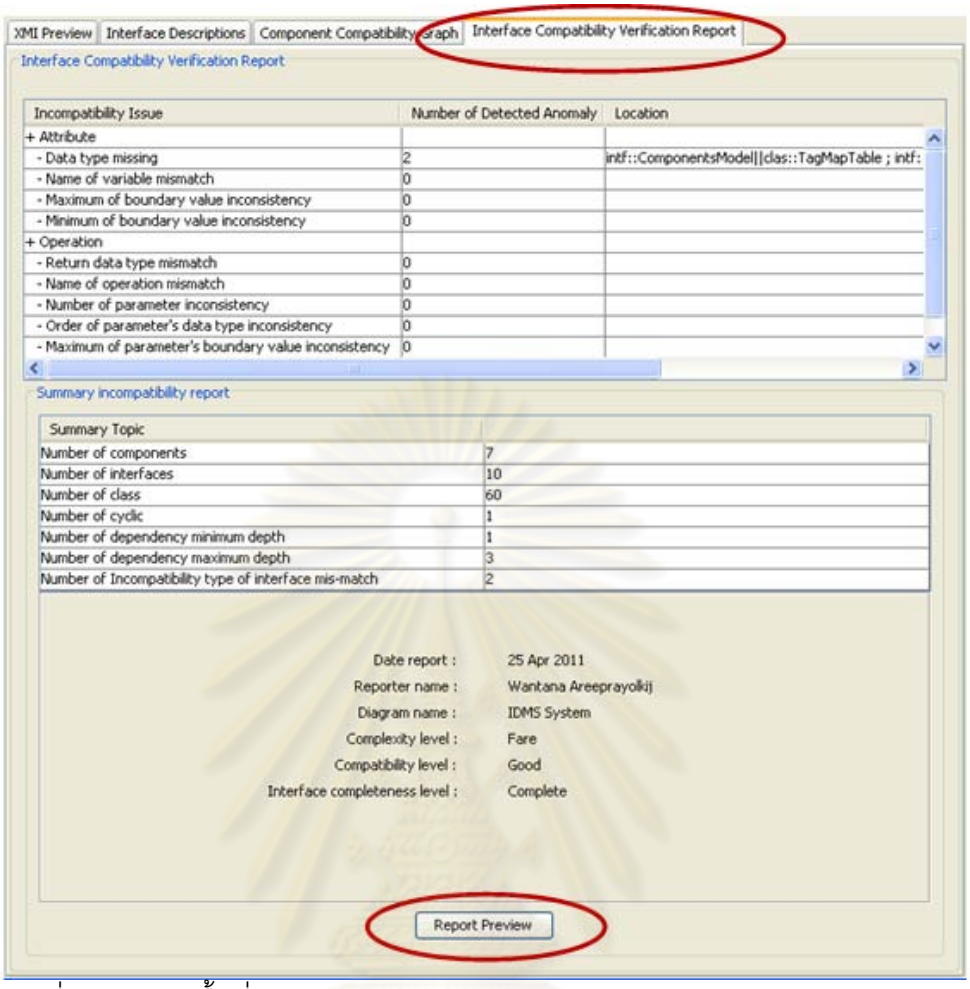
“Component Compatibility Graph” ตัวอย่างหน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Component Compatibility Graph แสดงในรูปที่ 49



รูปที่ 49 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Component Compatibility Graph

6) การประมวลผลและการแสดงผลรายงานความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบ

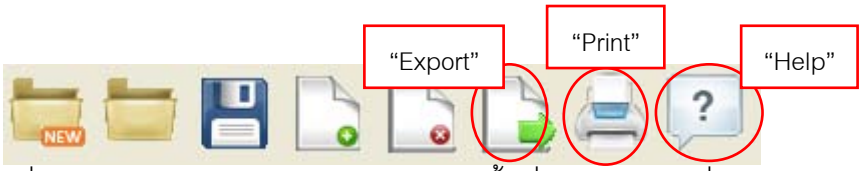
ขั้นตอนสุดท้ายของการประมวลผลในระบบ คือ การแสดงผลรายงานความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบที่ระบบสามารถตรวจพบได้จากการตรวจสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานตามความสัมพันธ์พึ่งพาระหว่างส่วนประกอบที่ระบบได้ทำการวิเคราะห์ไว้ตามแนวทางวิจัย ผู้ใช้สามารถดูรายงานดังกล่าวได้จากแถบที่มีชื่อว่า “Interface Compatibility Verification Report” นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถดูตัวอย่างรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบก่อนการสั่งพิมพ์ได้จากการกดปุ่ม “Report Preview” ตัวอย่างหน้ารายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของส่วนประกอบแสดงในหัวข้อที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Compatibility Verification Report แสดงในรูปที่ 50



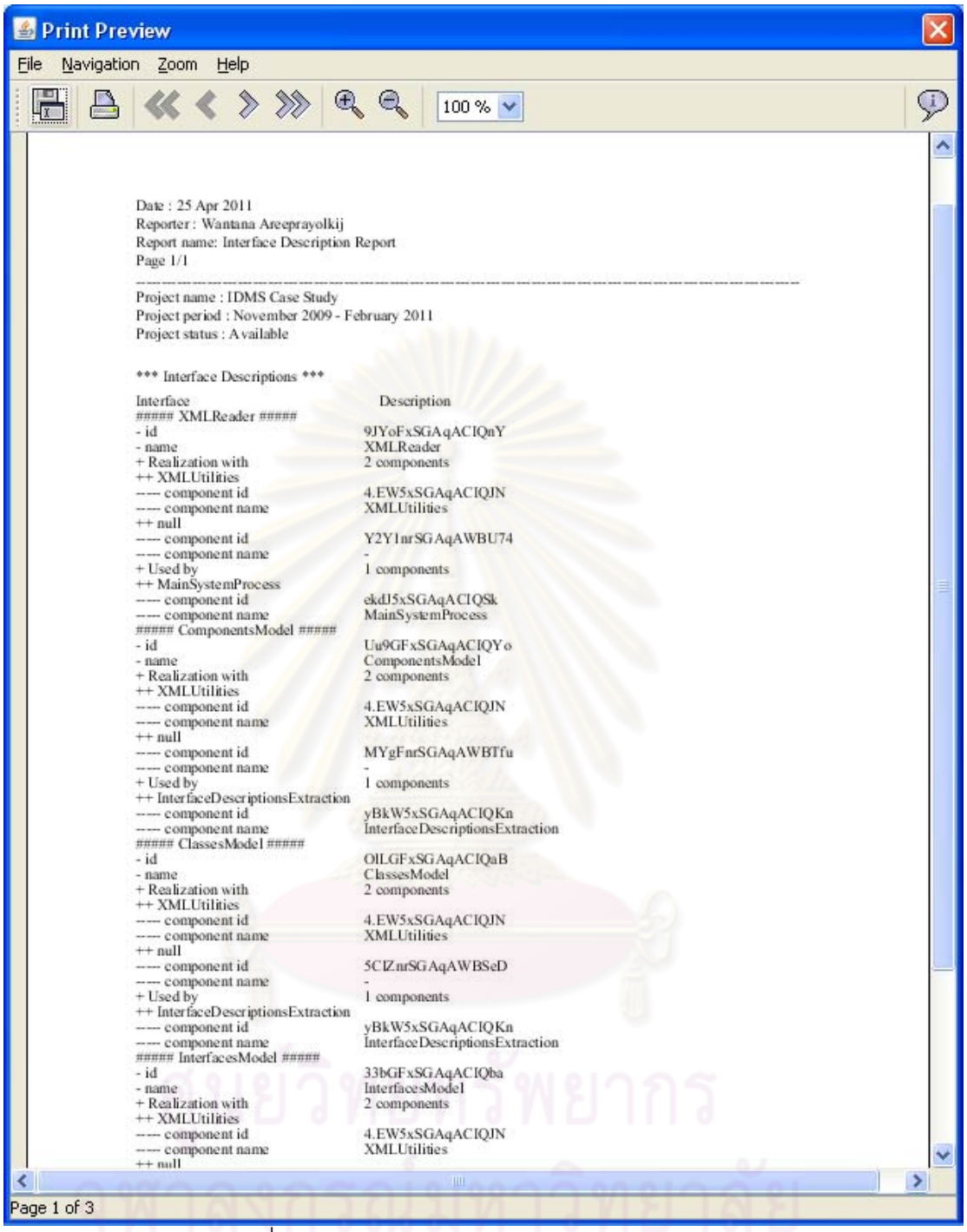
รูปที่ 50 หน้าจอพื้นที่ทำงานของแถบ Interface Compatibility Verification Report

7) การส่งออกข้อมูลรายงานในลักษณะแฟ้ม การสั่งพิมพ์ และคำอธิบายฟังก์ชันงาน

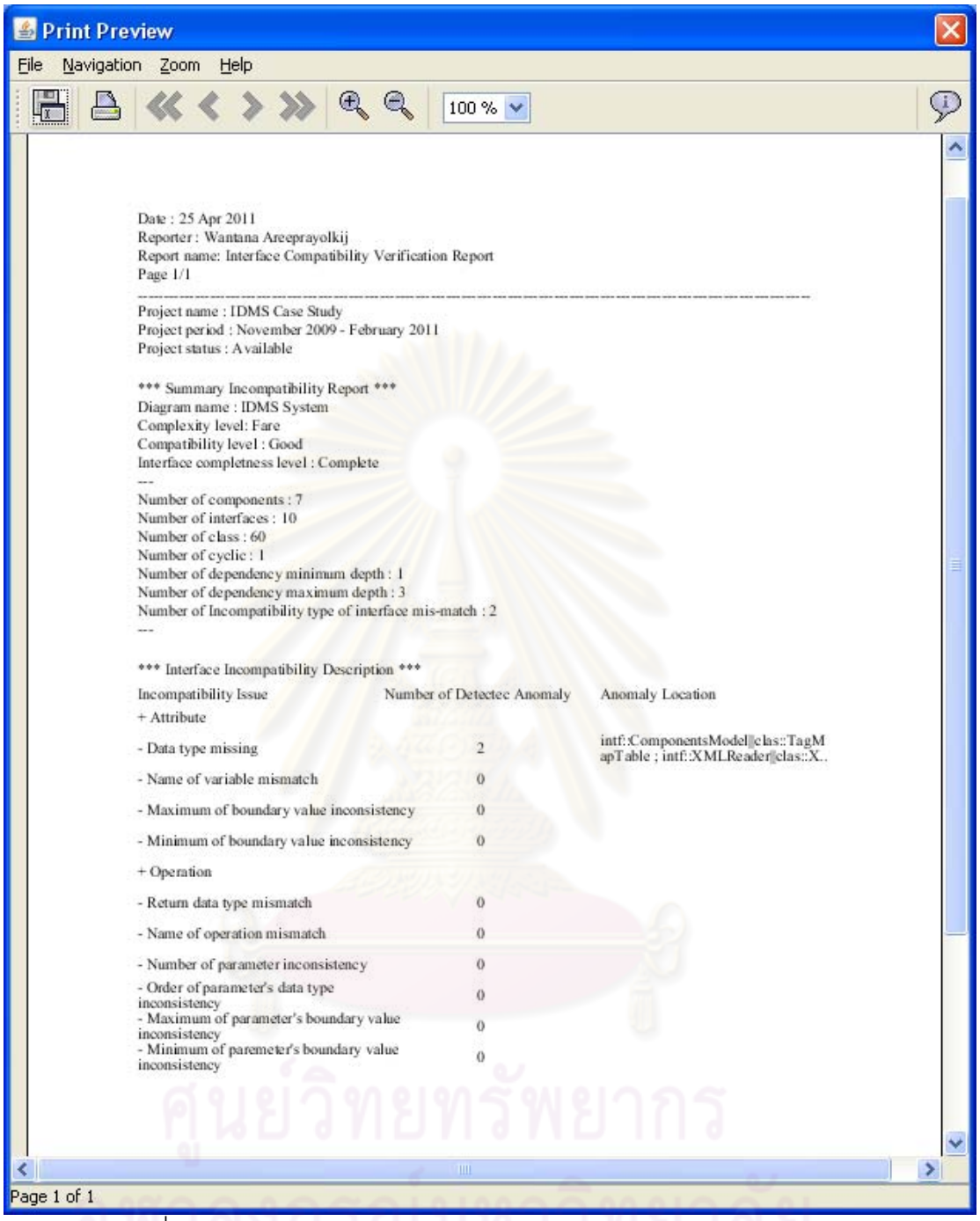
ผู้ใช้สามารถทำการส่งออกและสั่งพิมพ์รายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานและรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานได้จากการเลือกไอคอน “Export” และ “Print” ในพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือดังรูปที่ 51 ตัวอย่างของรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานและรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานแสดงดังรูปที่ 52 และรูปที่ 53 ตามลำดับ นอกจากนี้ถ้าหากผู้ใช้มีข้อสงสัยเกี่ยวกับระบบ ผู้ใช้สามารถดูคำอธิบายฟังก์ชันงานโดยสังเขปได้จากไอคอนช่วยเหลือ “Help” ในพื้นที่กลุ่มไอคอนดังรูปที่ 51



รูปที่ 51 ไอคอน Export, Print และ Help ในพื้นที่กลุ่มไอคอนเครื่องมือ



รูปที่ 52 ตัวอย่างรายงานคำอธิบายส่วนต่อประสาน



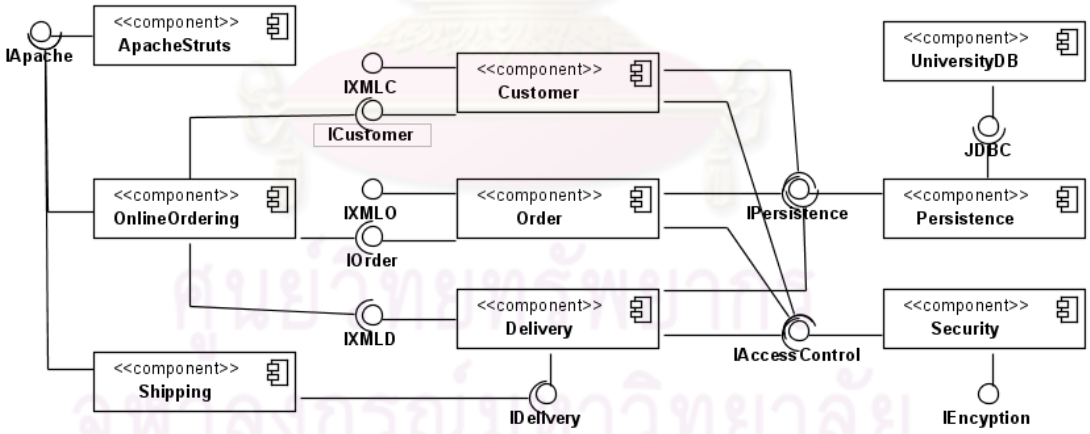
รูปที่ 53 ตัวอย่างรายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน

ภาคผนวก ค.
กรณีศึกษา

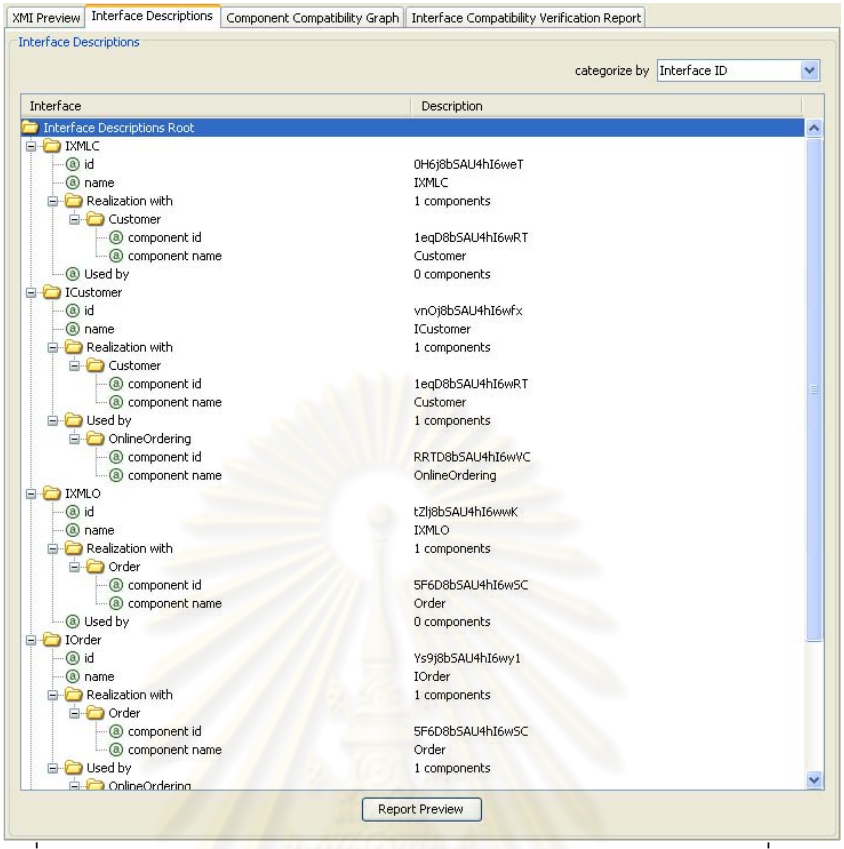
จากที่ได้กล่าวไว้แล้วในเนื้อหาของบทที่ 5 การประเมินผลงานวิจัยในแง่ของความถูกต้องโปรแกรมประยุกต์ไอดีเอ็มเอสได้ถูกทดสอบการใช้งานกับแผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาจำนวน 3 กรณี ได้แก่ ระบบไอดีเอ็มเอสเอง ระบบสั่งสินค้า [22] และระบบแสดงผลภาพซีที (Computed Tomography (CT) scan image visualization system) บทนี้จะเป็นการแสดงแผนภาพส่วนประกอบของระบบกรณีศึกษาและผลที่ได้จากการทวนสอบคำอธิบายส่วนต่อประสานที่ได้จากทดสอบโปรแกรมไอดีเอ็มเอสกับกรณีศึกษาทั้ง 3 ระบบ

กรณีศึกษาของไอดีเอ็มเอส แผนภาพส่วนประกอบและตัวอย่างผลการทำงานที่ได้จากการทวนสอบของระบบสามารถดูได้จากรูปที่ 13 - รูปที่ 20 ในบทที่ 5 เรื่องการการออกแบบระบบต้นแบบ และรูปตัวอย่างหน้าจอการใช้งานระบบในภาคผนวก ข. ตามลำดับ

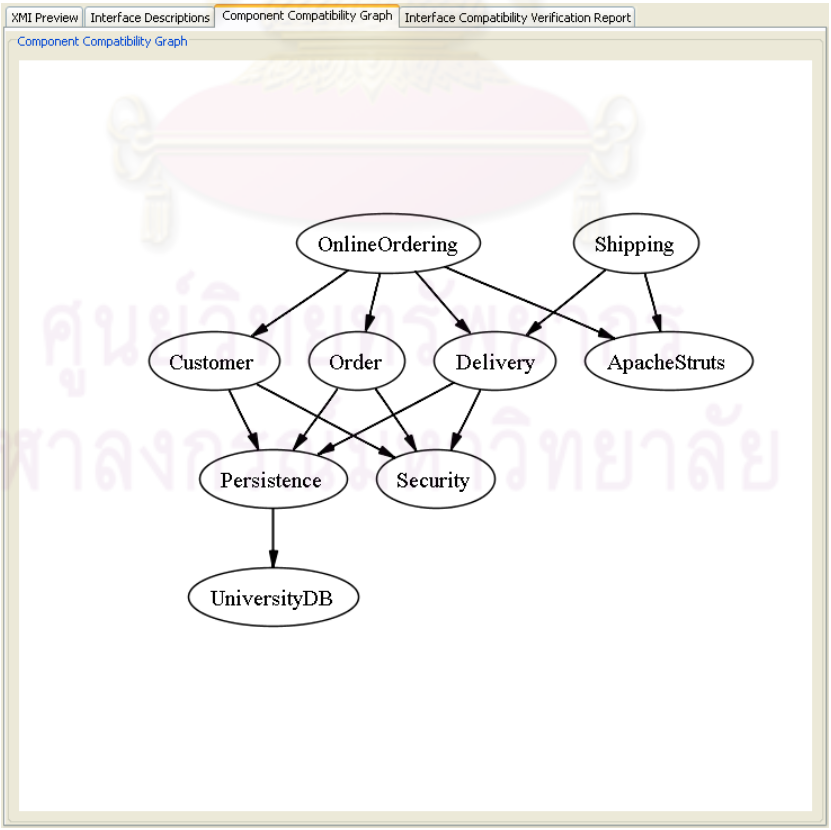
แผนภาพส่วนประกอบ ผลการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานและการแสดงกราฟส่วนประกอบพึ่งพาของระบบ ในกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้าและระบบแสดงผลภาพซีที แสดงดังรูปที่ 54 – รูปที่ 59 และรูปที่ 60 – รูปที่ 65 ตามลำดับ



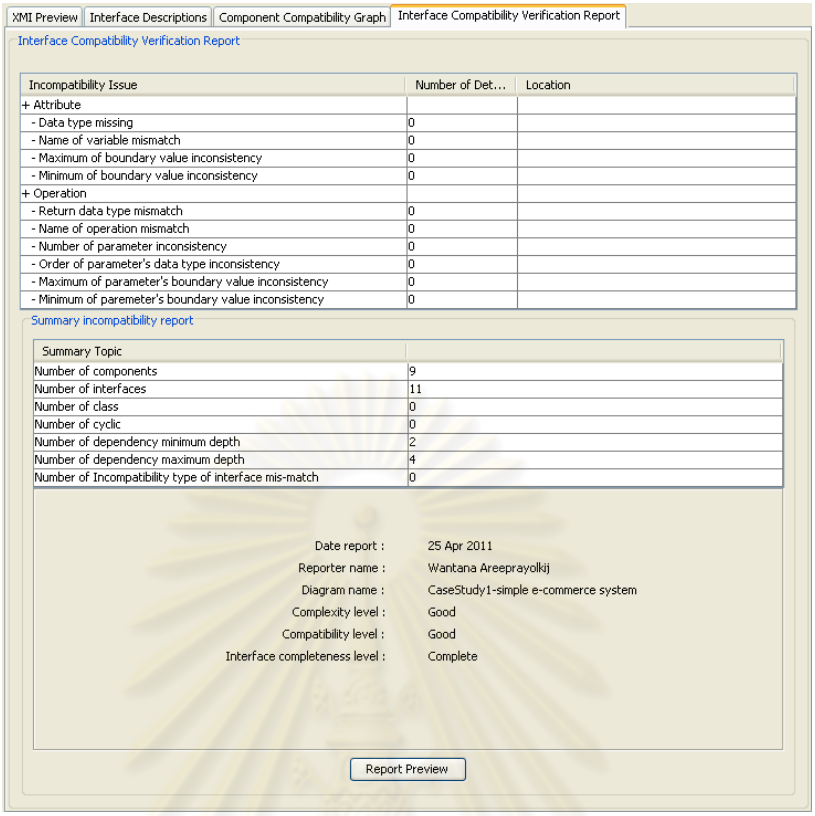
รูปที่ 54 แผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า



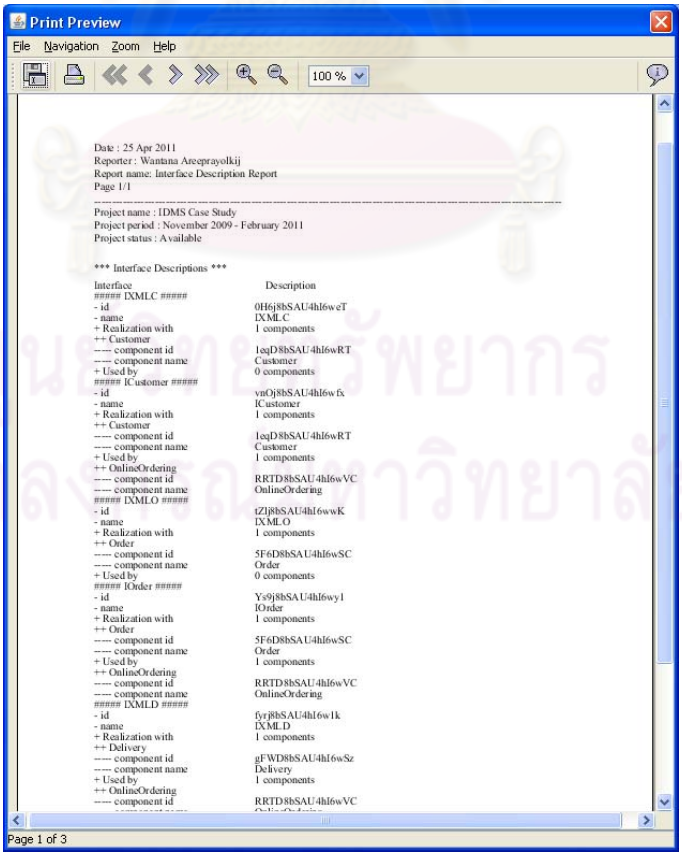
รูปที่ 55 ผลการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า



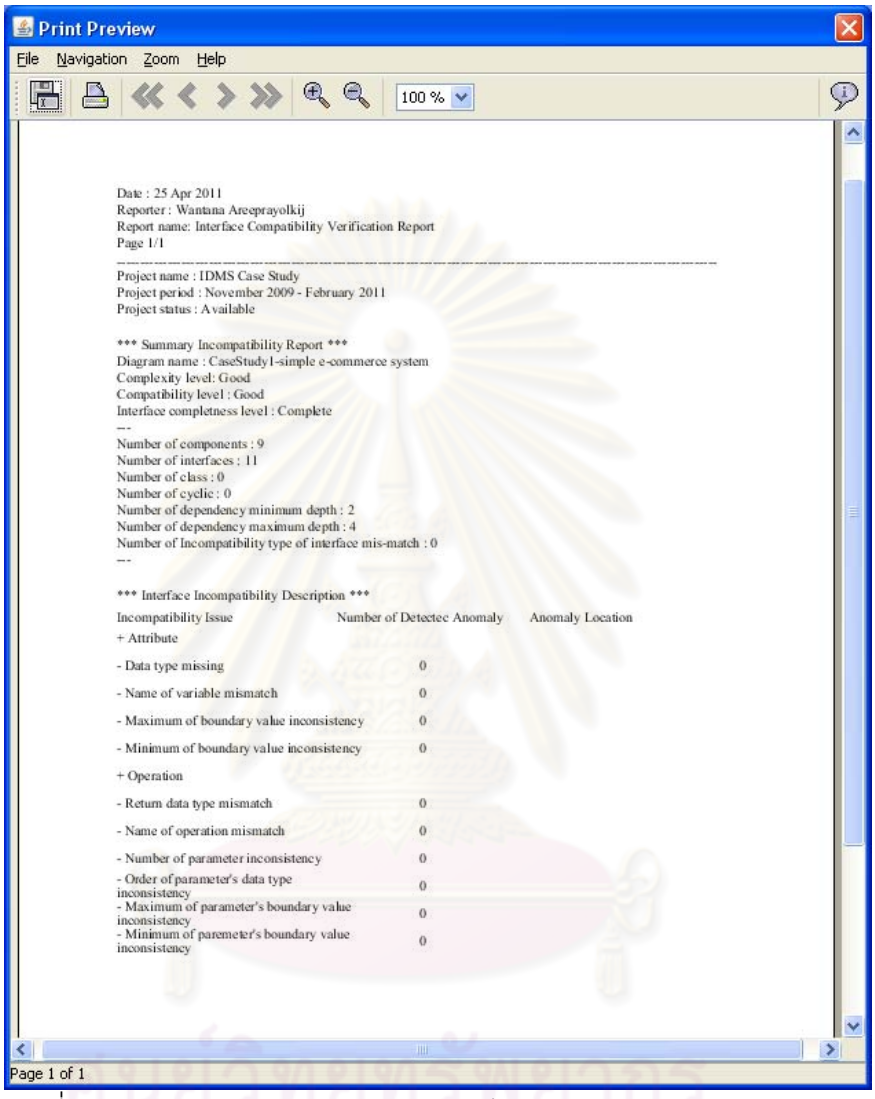
รูปที่ 56 กราฟส่วนประกอบพึ่งพาของระบบกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า



รูปที่ 57 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า

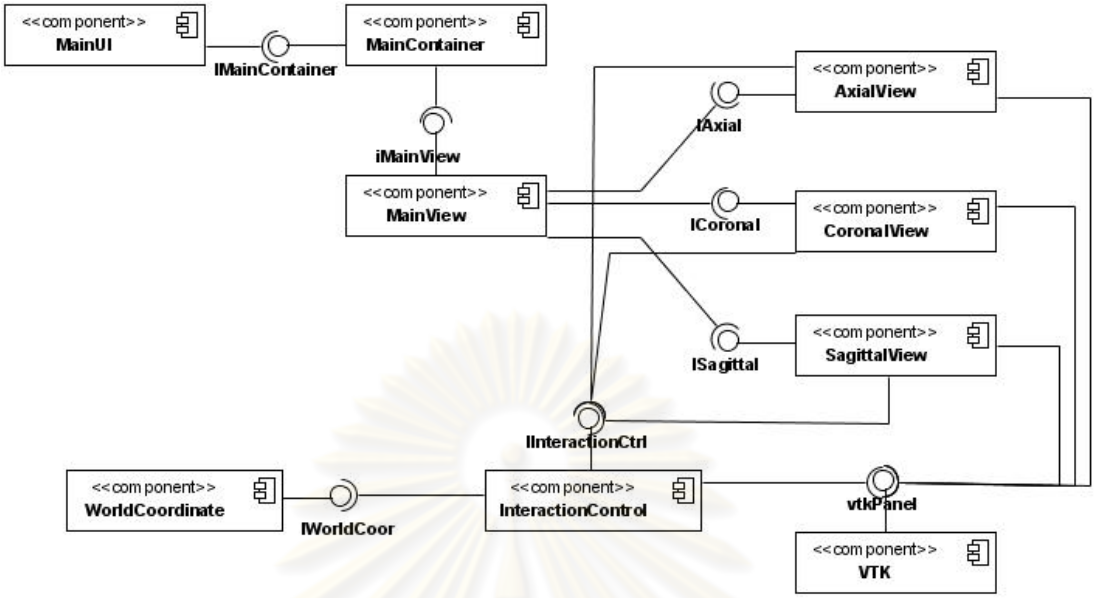


รูปที่ 58 รายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า

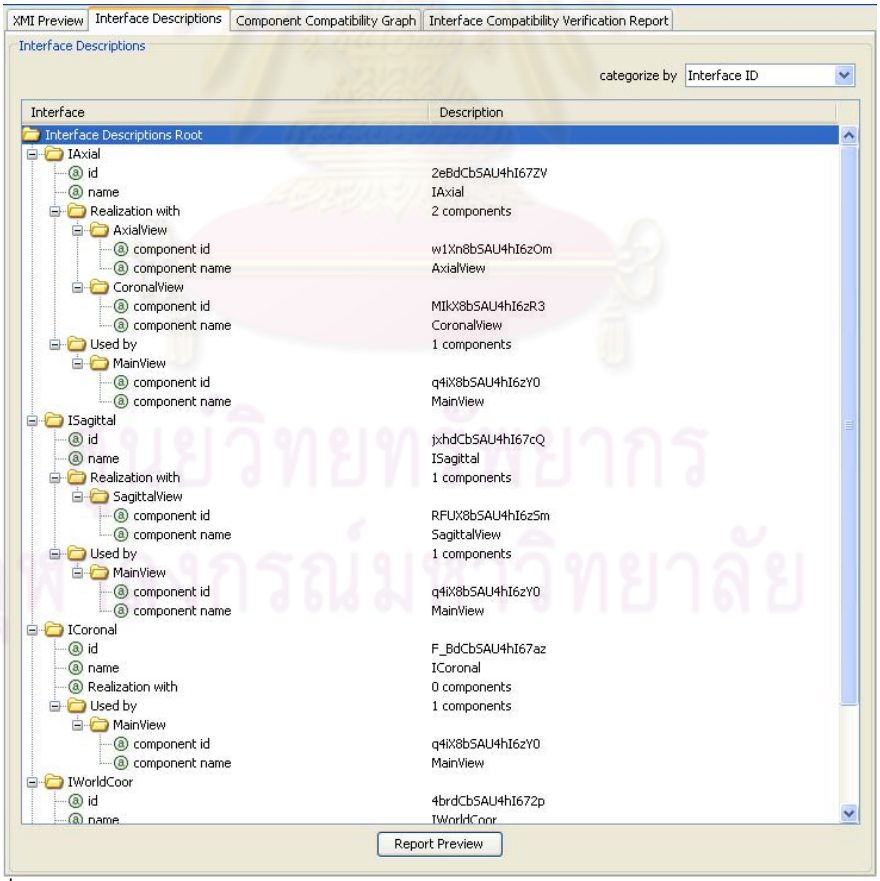


รูปที่ 59 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบสั่งสินค้า

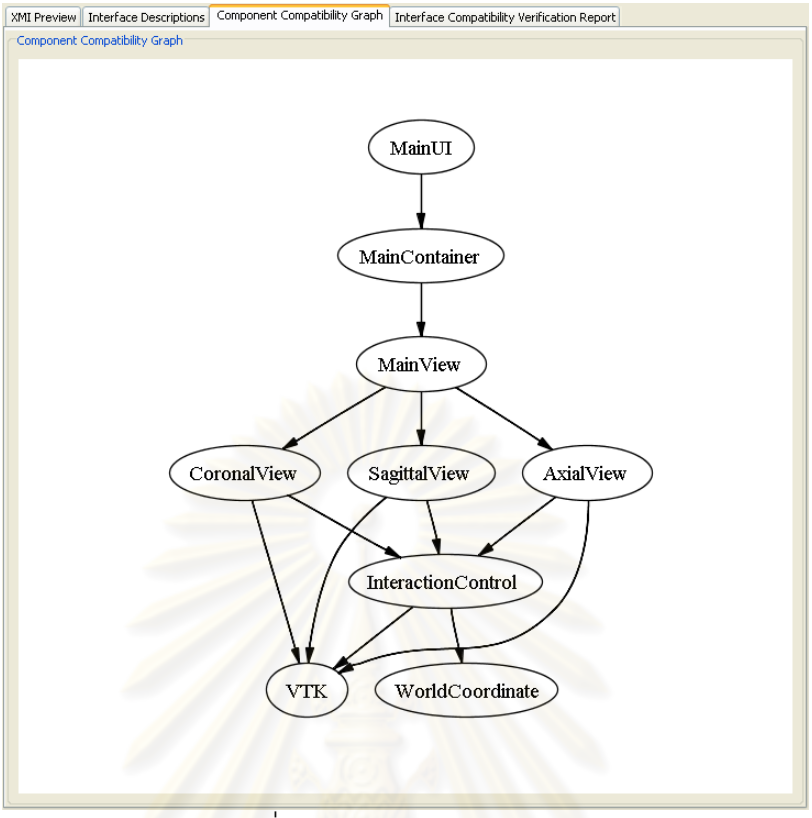
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



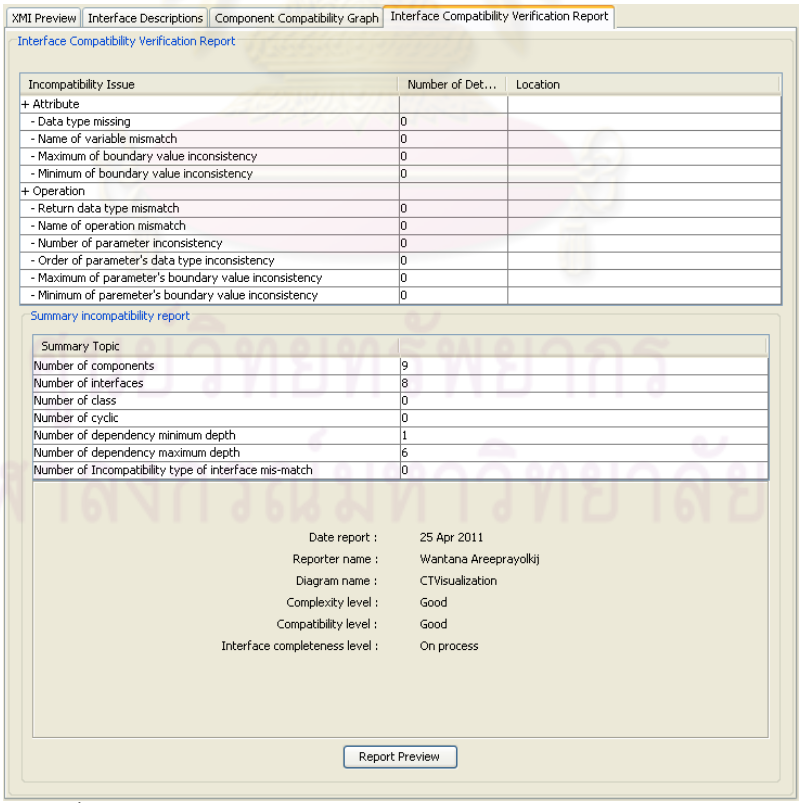
รูปที่ 60 แผนภาพส่วนประกอบกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที



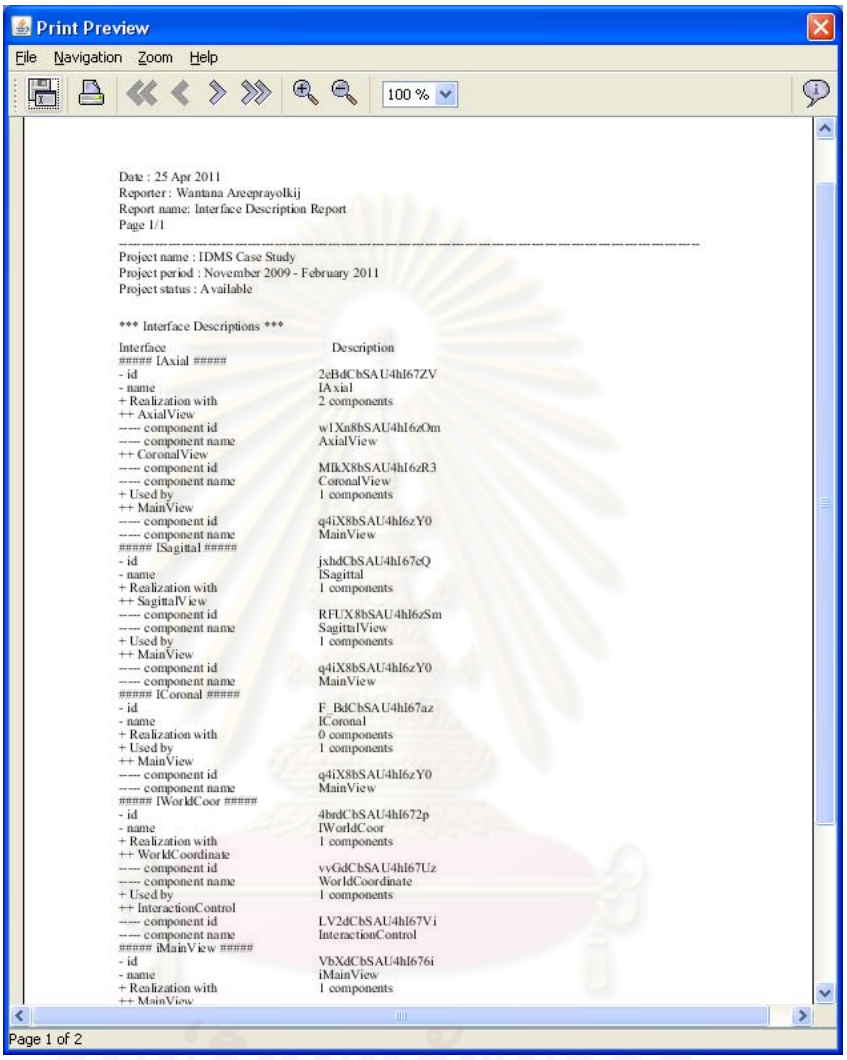
รูปที่ 61 ผลการสกัดคำอธิบายส่วนต่อประสานของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที



รูปที่ 62 กราฟส่วนประกอบพึ่งพาของระบบของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที

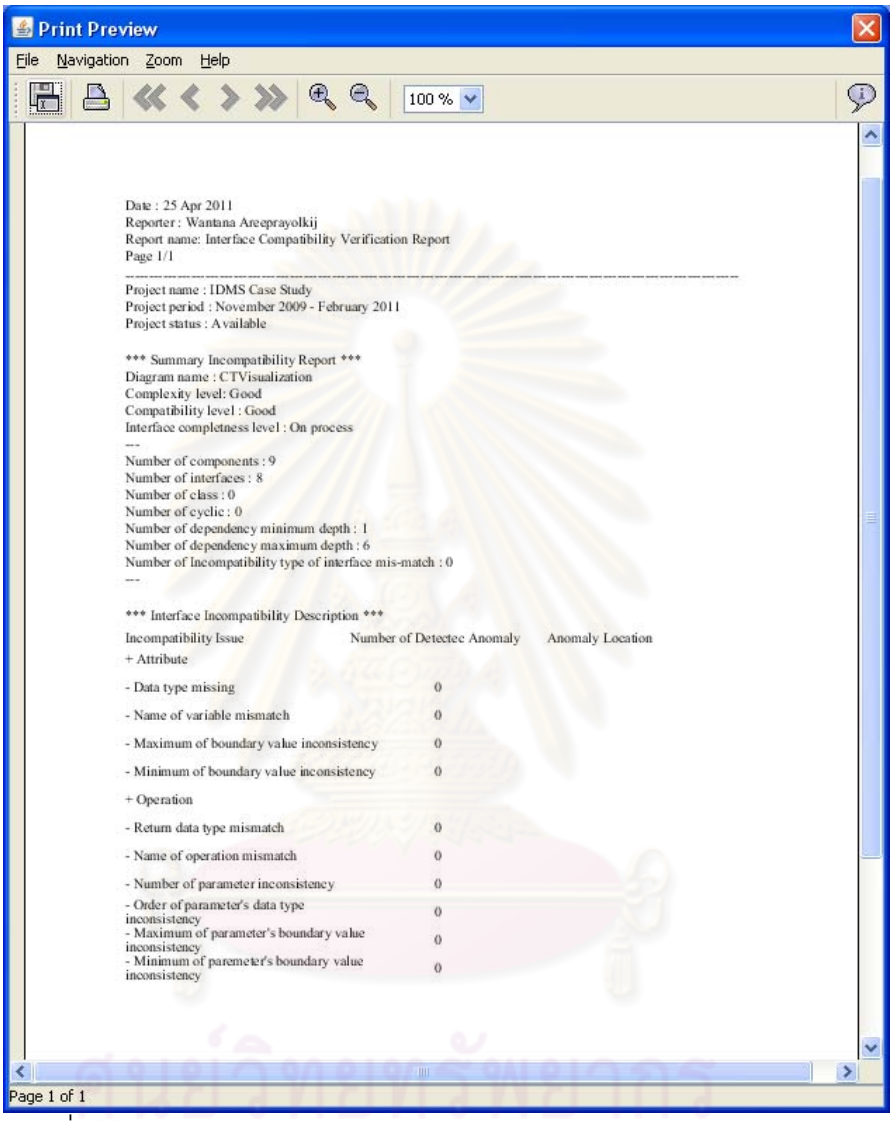


รูปที่ 63 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสาน
ของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที



รูปที่ 64 รายงานคำอธิบายส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 65 รายงานการทวนสอบความเข้ากันได้ของส่วนต่อประสานก่อนพิมพ์ของกรณีศึกษาระบบแสดงผลภาพซีที

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววันทนา อารีประยูรกิจ เกิดเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จากภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ด้วยทุนสนับสนุนการศึกษาและวิจัย จากสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย