

แบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะสำหรับบริการแบบกระจาย



นายชยันต์ เทพบุตร

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

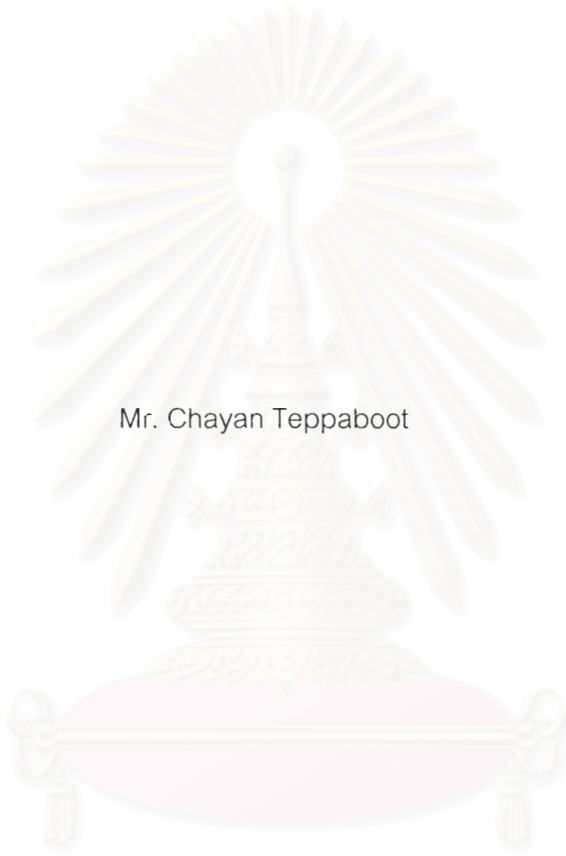
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5144-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ATTRIBUTE-BASED DESCRIPTION MODEL FOR DISTRIBUTED SERVICES



Mr. Chayan Teppaboot

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Computer Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering


Chulalongkorn University

Academic Year 2003

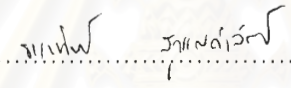
ISBN 974-17-5144-3

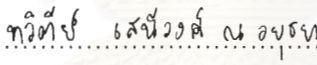
หัวข้อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะสำหรับบริการแบบกระจาย
โดย นายชยันต์ เทพบุตร
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวันย์ศิริ)

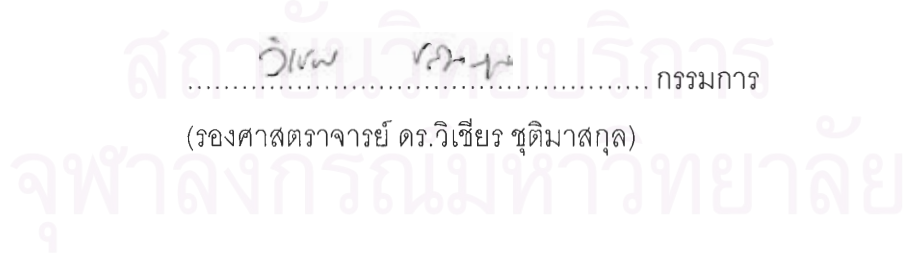
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิษณุ โคตรจรัส)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชูติมาสกุล)



ชยันต์ เทพบุตร : แบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะสำหรับบริการแบบกระจาย
(ATTRIBUTE-BASED DESCRIPTION MODEL FOR DISTRIBUTED SERVICES)

อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา, 140 หน้า.
ISBN 974-17-5144-3.

ในการให้บริการในระบบกระจาย เช่น อินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการจะประกาศบริการของตนเพื่อให้ผู้ใช้บริการทั่วไปสามารถค้นหาและเรียกใช้บริการได้ แต่เนื่องจากผู้ให้บริการแต่ละรายทำการประกาศคำอธิบายบริการในรูปแบบที่แตกต่างกันไป ด้วยเหตุนี้ผู้ใช้บริการจึงต้องพิจารณาบริการบนพื้นฐานของคำอธิบายบริการที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านข้อมูลและรูปแบบที่น่าเสนอ อันเป็นที่มาของปัญหาต่างๆ ทั้งในการค้นหาการพิจารณาและการเปรียบเทียบบริการ บริการใดเรกเทอรีจึงได้รับการเสนอขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการกำหนดมาตรฐานในการประกาศและการค้นหาบริการ แต่เนื่องจากบริการใดเรกเทอรีกำหนดเพียงโครงสร้างของคำอธิบายบริการเหล่านั้น โดยไม่ได้กำหนดข้อมูลภายในคำอธิบายบริการหรือหากมีการกำหนด ข้อมูลก็ยังมีอยู่จำกัด ทำให้คำอธิบายบริการของผู้ให้บริการแต่ละรายยังคงมีข้อมูลที่แตกต่างกันหรือให้ข้อมูลไม่เพียงพอแก่ผู้ใช้บริการ ยังผลให้เกิดปัญหาในการพิจารณาและเปรียบเทียบบริการอยู่เช่นเดิม

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ที่จะนำเสนอแบบจำลองของคำอธิบายบริการในระบบกระจาย เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ใช้บริการในการประกาศคำโฆษณาบริการ และสำหรับผู้ใช้บริการในการทำความเข้าใจและเปรียบเทียบบริการต่างๆ แบบจำลองคำอธิบายบริการนี้มีที่มาจาก การสำรวจคำโฆษณาของส่วนประกอบซอฟต์แวร์และเว็บเซอริวิสบนอินเทอร์เน็ต ประกอบกับการสำรวจผลงานวิจัยต่างๆ โดยคำอธิบายบริการที่ได้จะเป็นคำอธิบายเชิงคุณลักษณะและจะเน้นที่คุณลักษณะโดยทั่วไปที่ไม่ขึ้นกับโดเมนของบริการ นอกจากนี้วิทยานิพนธ์จะนำเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ได้กับบริการใดเรกเทอรียูดีดีไอสำหรับเว็บเซอริวิส รวมทั้งจะแสดงแนวทางการใช้งานและประโยชน์ที่ได้จากการประกาศคุณลักษณะบางอย่าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ โดยข้อกำหนดเหล่านี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับความหมายและพฤติกรรมของบริการโดยใช้รูปแบบของออนโทโลยี ทำให้คำอธิบายบริการมีรายละเอียดเพิ่มขึ้น และช่วยในการค้นหาบริการที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการได้มากขึ้นได้

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

สาขาวิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา...2546.....

4470266621 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEY WORD: WEB SERVICES / SERVICES DESCRIPTION / ONTOLOGY

CHAYAN TEPPABOOT : AN ATTRIBUTE-BASED DESCRIPTION MODEL FOR DISTRIBUTED SERVICES. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. TWITTIE SENIVONGSE, Ph.D., 140 pp. ISBN 974-17-5144-3.

In distributed systems such as the Internet, service providers will publish their services for service consumers to discover and invoke. Since service advertisements have different formats and contents, service consumers will have difficulties when searching and comparing services. Standard directory services are proposed to help with these problems but such standards define only the structure for service descriptions without defining the contents. Even if the contents are defined, they are of limited details. Service consumers still have problems with different or limited contents of service descriptions when comparing service advertisements.

This thesis proposes a service description model that can be used as a guideline for service providers to advertise their services and for service consumers to understand and compare services. The model is a result of a survey on software components and Web Services that are advertised on the Internet, and a literature survey of related work. The model will focus on domain-independent attributes. The thesis will show how to apply the model to UDDI directory services for Web Services and how to benefit from publishing some attributes that relate to specifications about the services. The specifications will give more detail about semantics and behaviour of the services using an ontological representation, and will help discover services that better fit service consumers' requirements.

Department.....Computer Engineering.....Student's signature
Field of study.....Computer Engineering.....Advisor's signature.....
Academic year2003.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความสามารถ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.ทวิतीय เสนีวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้สละเวลาในการให้คำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ ประธานกรรมการ อ.ดร.วิษณุ โคตรจรัส อ.ดร.ธันวดี สุเนตนันท์ และรศ.ดร.วิเชียร ชูติมาสกุล เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาและให้คำแนะนำต่างๆ ในการสอบวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ ใจและเสียง ที่ช่วยอยู่เป็นเพื่อนทำงานด้วยกันจนดีเยี่ยม

ขอขอบคุณ โฉง แด่ เปียะ นัย เอก และโต สำหรับกำลังใจ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ บุญ ย้อย ตึก และอิงค์ สำหรับแรงผลักดัน และความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสารสนเทศ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และห้องปฏิบัติการวิศวกรรมดิจิทัล ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าอย่างดีมาตลอด

และท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องชาย ที่ช่วยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีจนจบการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 ผลงานตีพิมพ์	5
1.7 โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....	6
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1.1 เว็บเซอร์วิส (Web Services)	7
2.1.2 ออนโทโลยี (Ontology)	19
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
2.2.1 Software Commerce Broker over the Internet.....	25
2.2.2 Development of XML-Based Software and Service Commerce Language XSCL and JavaBeans Player	25
2.2.3 Discovering Web Services Using Behavioural Constraints and Ontology ..	26
3. แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ	28
3.1 การสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต	28
3.2 การสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 การสำรวจคุณลักษณะของเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต.....	38
3.4 แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ	44
4. การประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการกับยูดีดีไอ.....	60
4.1 การผสมผสานคุณลักษณะของบริการที่มีอยู่ในแบบจำลองกับยูดีดีไอมาตรฐาน	60
4.1.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ	60
4.1.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ	63
4.2 การพัฒนาส่วนขยายของยูดีดีไอเพื่อรองรับแบบจำลอง	66
4.2.1 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอเดิม.....	68
4.2.2 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอหลังเพิ่มเติมส่วนขยาย.....	68
4.2.3 โครงสร้างข้อมูลของยูดีดีไอหลังการเพิ่มเติมส่วนขยาย	70
4.3 การทดสอบการประกาศและค้นหาบริการกับส่วนขยายของยูดีดีไอ	74
4.3.1 ตัวอย่างการประกาศบริการ	74
4.3.2 การค้นหาบริการ.....	83
5. ตัวอย่างการใช้งานบางคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ.....	86
5.1 คุณลักษณะการทดสอบ (SelfTest_TestingIndex Attribute).....	86
5.2 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง (Structural Specification Attribute)	89
5.3 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม (Behavioural Specification Attribute)	99
5.4 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Composition Specification Attribute)	108
5.5 แนวทางการค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด.....	113
6. สรุปผลการวิจัย	117
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	117
6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย	118
6.3 ข้อเสนอแนะ	118
รายการอ้างอิง.....	119
ภาคผนวก.....	123
ภาคผนวก ก. ผลงานตีพิมพ์.....	124
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	140

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะทั่วไปในคำอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่พบจากการสำรวจเว็บไซต์32	
ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะในแบบจำลองคำอธิบายบริการและที่มา	46



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างยูดีดีไอ.....	9
รูปที่ 2.2 โครงสร้างบิสิเนสเอนทีตี.....	9
รูปที่ 2.3 ยูอาร์เอลขององค์กรธุรกิจที่ให้บริการ.....	10
รูปที่ 2.4 ข้อมูลสำหรับติดต่อองค์กรธุรกิจที่ให้บริการ	10
รูปที่ 2.5 โครงสร้างบิสิเนสเซอร์วิส.....	11
รูปที่ 2.6 โครงสร้างไปนดิงเทมเพลต	12
รูปที่ 2.7 โครงสร้างทีโมเดล	13
รูปที่ 2.8 โครงสร้างเอกสารอธิบายทีโมเดล.....	13
รูปที่ 2.9 โครงสร้างโอเปอเรชันนอลอินโฟ	14
รูปที่ 2.10 โครงสร้างพับลิชเซอร์แอสเซอร์ชัน	14
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของธุรกิจที่ประกาศตามมาตรฐานยูดีดีไอ.....	16
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างเอกสารดับเบิ้ลยูเอสดีเอล	18
รูปที่ 2.13 แผนภาพแสดงการอธิบายข้อมูลในรูปแบบของอาร์ดีเอฟ	21
รูปที่ 2.14 คลาสและอินสแตนซ์ในอวาล์	22
รูปที่ 2.15 คลาสมนุษย์และซับคลาส	23
รูปที่ 2.16 คลาสมองไกลอยต์ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล	23
รูปที่ 2.17 การใช้อาร์ดีคิวเอลเพื่อค้นหาในจินา.....	24
รูปที่ 3.1 คำอธิบายบริการของ CapeScience	39
รูปที่ 3.2 คำอธิบายบริการของ WebServiceOfTheDay.....	40
รูปที่ 3.3 คำอธิบายบริการของ SalCentral.....	41
รูปที่ 3.4 คำอธิบายบริการของ Xmethods.....	43
รูปที่ 3.5 โครงสร้างแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ	47
รูปที่ 3.6 โครงสร้างคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ	48
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของ Award.....	49
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของ Certificate	49
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของ Contact.....	50
รูปที่ 3.10 โครงสร้างของ Address.....	51
รูปที่ 3.11 โครงสร้างของ Service	52
รูปที่ 3.12 โครงสร้างของ Operational Information.....	52

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 3.13 โครงสร้างของ Functional Information	53
รูปที่ 3.14 โครงสร้างของ Commercial Information	54
รูปที่ 3.15 โครงสร้างของ Purchasing	54
รูปที่ 3.16 โครงสร้างของ Incentive.....	55
รูปที่ 3.17 โครงสร้างของ Reviews	56
รูปที่ 3.18 โครงสร้างของ Technical Support	58
รูปที่ 3.19 โครงสร้างของคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด	59
รูปที่ 4.1 การผสมคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ.....	63
รูปที่ 4.2 การผสมคุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ.....	66
รูปที่ 4.3 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอก่อนการเพิ่มเติมส่วนขยาย	68
รูปที่ 4.4 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอหลังเพิ่มเติมส่วนขยาย	69
รูปที่ 4.5 โครงสร้างข้อมูลของบิสิเนสเอนทิตีที่ถูกขยายแล้ว	71
รูปที่ 4.6 คุณลักษณะ Fax ซึ่งถูกเพิ่มลงใน contacts:contact	71
รูปที่ 4.7 โครงสร้างข้อมูลของบิสิเนสเซอร์วิสที่ถูกขยายแล้ว	72
รูปที่ 4.8 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับการดำเนินงาน	72
รูปที่ 4.9 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของบริการ	73
รูปที่ 4.10 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับข้อมูลเชิงธุรกิจ	73
รูปที่ 4.11 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน.....	74
รูปที่ 4.12 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะในเชิงข้อกำหนด.....	74
รูปที่ 4.13 แบบจำลองสำหรับประกาศบิสิเนสเอนทิตี	75
รูปที่ 4.14 ผลจากการประกาศบิสิเนสเอนทิตีของร้านขายหนังสืออมีซ่า	77
รูปที่ 4.15 แบบจำลองสำหรับประกาศบิสิเนสเซอร์วิส	78
รูปที่ 4.16 ผลจากการประกาศบริการสั่งซื้อหนังสือของร้านขายหนังสืออมีซ่า	81
รูปที่ 4.17 ผลจากการประกาศใบนิตินิยมเพลงของบริการสั่งซื้อหนังสือ ของร้านขายหนังสืออมีซ่า.....	82
รูปที่ 4.18 ผลจากการประกาศพัลลิชเซอร์แอสเซอร์ชัน ของร้านขายหนังสืออมีซ่า.....	83
รูปที่ 4.19 การค้นหาบิสิเนสเอนทิตีจากชื่อรางวัล.....	84
รูปที่ 4.20 ผลการค้นหาบิสิเนสเอนทิตีโดยใช้ชื่อรางวัล	85

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 5.1 การประกาศโอเปอเรชัน AuthorSearchRequest.....	
ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลของร้านแอมazon	87
รูปที่ 5.2 ข้อกำหนดการทดสอบของโอเปอเรชัน AuthorSearchRequest	87
รูปที่ 5.3 แบบจำลองคำอธิบายการดำเนินการของร้านแอมazon.....	88
รูปที่ 5.4 WSDL Dynamic Test Client.....	89
รูปที่ 5.5 อับเปอร์ออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง	90
รูปที่ 5.6 เซิร์ตออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานร้านขายหนังสือ.....	92
รูปที่ 5.7 ออนโทโลยีของหนังสือ	93
รูปที่ 5.8 ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของร้านขายหนังสืออมีซา	94
รูปที่ 5.9 อาร์ตีคิวเอลในการค้นหาบริการที่มีการส่งสินค้าโดยใช้บริการของดีเอสแอล.....	95
รูปที่ 5.10 อาร์ตีคิวเอลในการค้นหาบริการที่มีการส่งสินค้าโดยใช้บริการของดีเอสแอลทางเร็ว....	95
รูปที่ 5.11 ส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานธนาคารในประเทศไทย	97
รูปที่ 5.12 ส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของธนาคารกรุงไทย	98
รูปที่ 5.13 อับเปอร์ออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม	99
รูปที่ 5.14 เซิร์ตออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมสำหรับโดเมนงานร้านขายหนังสือ	101
รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอับเปอร์ออนโทโลยี เซิร์ตออนโทโลยี.....	
โลคัลออนโทโลยีและอินสแตนซ์	104
รูปที่ 5.16 ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมของร้านขายหนังสืออมีซา.....	105
รูปที่ 5.17 อาร์ตีคิวเอลในการค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตเอเม็กซ์.....	107
รูปที่ 5.18 อาร์ตีคิวเอลในการค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตที่มีโปรโมชั่นเป็นการสะสมไมล์	107
รูปที่ 5.19 ข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบของบริการร้านขายหนังสือแอมazon	109
รูปที่ 5.20 การประกาศโพรเซส ShopBook โดยใช้อาร์วล์-เอส	111
รูปที่ 5.21 การประกาศโพรเซส AuthorSearchRequest โดยใช้อาร์วล์-เอส	112
รูปที่ 5.22 โมเดลสำหรับการโฆษณาและค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด	114
รูปที่ 5.23 แผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนด.....	115

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารและจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินธุรกิจอย่างมาก จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะมีผู้ใช้เพิ่มมากขึ้นในอนาคต ได้กลายเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้ประกอบธุรกิจหันมาให้ความสนใจกับการทำธุรกิจผ่านอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงมากนัก ประกอบกับอินเทอร์เน็ตเป็นตลาดขนาดใหญ่ ทำให้เกิดผู้ประกอบการธุรกิจผ่านอินเทอร์เน็ตขึ้นมากมาย

นอกจากการซื้อขายสินค้าแล้ว การให้บริการก็มีแนวโน้มที่จะโฆษณาและให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตกันมากขึ้น นิยามของบริการมีอยู่หลายความหมาย ตัวอย่างเช่น บริการคือ “การกระทำซึ่งฝ่ายหนึ่งเสนอให้อีกฝ่ายหนึ่ง โดยอาจมีผลลัพธ์เป็นวัตถุสิ่งของ บริการเป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้และไม่จำเป็นว่าผู้ให้บริการจะต้องเป็นเจ้าของปัจจัยการผลิต” (“an act or performance offered by one party to another. Although the process may be tied to a physical product, the performance is essentially intangible and does not normally result in ownership of any of the factors of production”[1]) หรือบริการอาจหมายถึง “กลุ่มของส่วนประกอบโปรแกรมที่สามารถทำงานให้สำเร็จได้” (“a grouping of components (executable programs) to get the job done”[2]) โดยรวมแล้วบริการสื่อถึงการทำงานที่อาจประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยๆ ซึ่งสามารถทำงานร่วมกันและให้ผลลัพธ์บางอย่างแก่ผู้ใช้บริการ เราสามารถใช้บริการได้โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของบริการนั้น โดยอาจมีการจ่ายค่าบริการตามการใช้งานด้วย [3] ดังนั้นบริการจึงมีความหมายครอบคลุมการทำงานในระดับต่างๆ ของธุรกิจเช่น ธนาคารให้บริการฝากเงินและถอนเงินแก่ลูกค้า และยังให้บริการตรวจสอบสภาพเครดิตการเงินของลูกค้าแก่บริษัทต่างๆ ที่รับชำระค่าสินค้าและบริการผ่านบัตรเครดิตของธนาคาร เป็นต้น

ในระบบกระจายเช่น อินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการจะโฆษณาบริการเพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถค้นหาและเรียกใช้บริการที่ต้องการได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (Service-Oriented Architecture) [2],[3] ซึ่งผู้ให้บริการจะประกาศบริการของตน เพื่อให้ผู้ใช้บริการรายอื่นหรือผู้ใช้บริการโดยตรง สามารถเลือกใช้บริการต่างๆ ในการทำงานได้ ดังนั้นคำอธิบายบริการจะต้องให้รายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของบริการรวมทั้งข้อมูลอื่นๆ เพื่อจูงใจผู้ใช้บริการด้วย [4] ในตลาดที่มีผู้ให้บริการจำนวนมากหมายถึงโอกาสที่เพิ่มขึ้นในการเลือกบริการ

ของผู้ให้บริการ และเมื่อมีตัวเลือกจำนวนมาก การเปรียบเทียบคำอธิบายบริการจากผู้ให้บริการแต่ละรายจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญมากในการเลือกบริการให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการมากที่สุด หากบริการที่ผู้ใช้บริการต้องการมีผู้ให้บริการหลายรายก็จะทำให้ผู้ใช้บริการต้องใช้เวลาในการพิจารณาเปรียบเทียบคำอธิบายบริการแต่ละตัวมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้ให้บริการแต่ละรายมีรูปแบบและข้อมูลของบริการที่น่าเสนอแตกต่างกันไป โดยไม่มีรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน จึงทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น

- หากผู้ให้บริการใช้ภาษาในการโฆษณาบริการที่คลุมเครือหรือไม่ชัดเจน อาจทำให้ผู้ใช้บริการเข้าใจความหมายผิดพลาดได้
- หากผู้ให้บริการไม่ได้นำเสนอข้อมูลส่วนที่ผู้ใช้บริการสนใจ หรือให้ข้อมูลในส่วนนี้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์พอ อาจทำให้บริการนี้ไม่ปรากฏในผลการค้นหา จึงทำให้ผู้ใช้บริการเข้าใจผิดและหันไปเลือกบริการตัวอื่น ทั้งที่บริการของผู้ให้บริการรายนี้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการมากกว่าก็ได้
- ผู้ให้บริการสองรายซึ่งให้บริการประเภทเดียวกัน อาจนำเสนอข้อมูลของบริการในแง่มุมที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้บริการจะต้องพิจารณาบริการสองตัวบนพื้นฐานของข้อมูลที่แตกต่างกัน อาจเป็นผลให้ผู้ใช้บริการตัดสินใจเลือกบริการผิดพลาด
- ผลจากการค้นหาบริการมักมีบริการอื่นที่ไม่ตรงตามความต้องการรวมอยู่ ปัญหาที่เกิดจากการที่ผู้ใช้บริการใช้เงื่อนไขในการค้นหาที่กว้างเกินไป แต่ก็อาจเกิดจากการที่ผู้ใช้บริการไม่ทราบว่าผู้ให้บริการได้ระบุข้อมูลใดบ้างในโฆษณา ทำให้ต้องกำหนดเงื่อนไขกว้างๆ ไว้ก่อน ทำให้ได้บริการอื่นที่ไม่ต้องการมาด้วย ในบางกรณีผลจากการค้นหาอาจมีจำนวนของบริการที่ไม่ต้องการมากกว่าบริการที่ต้องการก็ได้ ปัญหานี้คงไม่ใช่ปัญหาใหญ่หากจำนวนบริการจากการค้นหาไม่มากนัก แต่เนื่องจากบนอินเทอร์เน็ตมีบริการอยู่เป็นจำนวนมาก จำนวนของบริการที่ได้จากการค้นหาก็มากตามไปด้วย ทำให้ผู้ใช้ต้องใช้เวลาในการคัดเลือกบริการมากตามไปด้วย เป็นต้น
- บริการต่างๆ ที่พบบนเว็บมีจำนวนมากที่มีคำอธิบายบริการเป็นแบบคำพรรณนาซึ่งเป็นการอธิบายข้อมูลที่ทำได้ง่าย แต่ทำให้การอธิบายความหมายของบริการนั้นไม่ชัดเจน ผู้ใช้บริการอาจจะต้องอ่านทำความเข้าใจคำพรรณนานั้นทั้งหมดเพื่อหาข้อมูลเพียงบางอย่างที่อยู่ภายในคำพรรณนานั้น ดังนั้นน่าจะเป็นการง่ายและสะดวกกว่าสำหรับการอธิบายบริการของผู้ให้บริการและการทำความเข้าใจของผู้ใช้บริการ หากมีการแยกแยะหรือจัดหมวดหมู่ข้อมูลในแต่ละด้านออกมาอธิบาย

ให้ชัดเจน นอกจากนี้ข้อมูลส่วนใหญ่ในคำพรรณนาก็เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะสถิต (Static Attribute) เช่น ชื่อบริการ สถานที่ติดต่อ แต่กลับให้ข้อมูลเกี่ยวกับความหมายและพฤติกรรมของบริการเพียงเล็กน้อย โดยมักถูกแฝงไว้ในคำพรรณนาอธิบายบริการ เช่น โครงสร้างของบริการเป็นอย่างไร บริการทำงานอย่างไร มีเงื่อนไขอะไรในการทำงาน การทำงานน่าเชื่อถือเพียงใด เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการพิจารณาว่าบริการสามารถทำในสิ่งที่ต้องการหรือไม่ แต่ผู้ใช้บริการมักจะต้องอ่านทำความเข้าใจคำพรรณนาอธิบายบริการทั้งหมดเพื่อตีความถึงพฤติกรรมบางอย่างของบริการ

จะเห็นได้ว่าคำอธิบายบริการที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่เป็นแบบแผนเดียวกันทำให้เกิดผลเสียต่อทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ ผู้ให้บริการเสียโอกาสทางการค้า และผู้ใช้บริการเสียโอกาสที่จะได้ใช้บริการที่ตรงกับความต้องการ

การกำหนดมาตรฐานสำหรับคำอธิบายบริการเป็นคำตอบหนึ่งสำหรับปัญหานี้ ในปัจจุบันบริการไดเรกทอรี (Directory Service) ในสถาปัตยกรรมระบบกระจายแบบต่างๆ จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลคำอธิบายบริการจากผู้ให้บริการแต่ละราย สำหรับให้ผู้ใช้บริการได้พิจารณาและค้นหาบริการที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น บริการเทรดเดอร์ (Trader Service) ในคอร์บา (CORBA) [5] ยูดีดีไอ (UDDI) ในเว็บเซอร์วิส (Web Service) [6] และบริการลูคัพ (Lookup Service) ในจินี (Jini) [7] อย่างไรก็ตาม บริการไดเรกทอรีดังกล่าวได้กำหนดโครงสร้างของคำอธิบายบริการวิธีการประกาศและค้นหาบริการเท่านั้น ไม่ได้กำหนดว่าในคำอธิบายบริการควรมีรายละเอียดเกี่ยวกับอะไรบ้าง ทำให้ผู้ให้บริการทราบเพียงวิธีการประกาศโฆษณา แต่ไม่ช่วยผู้ให้บริการในการระบุข้อมูลของบริการให้ครอบคลุมและตรงกับข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการทราบ ผู้ให้บริการจะสามารถใส่ข้อมูลได้ตามใจชอบ ทำให้โฆษณาของผู้ให้บริการแต่ละรายยังคงมีข้อมูลแตกต่างกันไป ถึงแม้จะเป็นบริการประเภทเดียวกันก็ตาม ส่วนผู้ใช้บริการก็จะทราบเพียงวิธีการค้นหาบริการ แต่ไม่มีแนวทางที่จะช่วยในการทำความเข้าใจหรือเปรียบเทียบคำอธิบายบริการ เพื่อให้การเลือกบริการเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงยังไม่ได้รับการจัดการเท่าที่ควร

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำเสนอแบบจำลองของคำอธิบายบริการในระบบกระจาย เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ให้บริการในการประกาศคำโฆษณาบริการ และสำหรับผู้ให้บริการในการทำความเข้าใจและเปรียบเทียบบริการต่างๆ คำอธิบายบริการนี้จะเป็นคำอธิบายเชิงคุณลักษณะ (Attribute-Based) ซึ่งจะกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะต่างๆ ที่ผู้ให้บริการควรระบุเพื่อบริการของตน โดยจะเน้นที่คุณลักษณะโดยทั่วไปที่ไม่ขึ้นกับโดเมนของบริการ (Domain Independent Attributes) และคุณลักษณะที่สามารถแสดงความหมายและพฤติกรรมของบริการ โดยคุณลักษณะดังกล่าวจะถูกอธิบายในเชิงข้อกำหนด (Specification) โดยอาศัยแนวความคิดของออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งใช้อธิบายความหมายหรือเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่สนใจได้ ทำให้คำอธิบายบริการมีรายละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ แบบจำลองที่ได้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับคำอธิบายบริการของบริการใดเรกเทอรี เช่นบริการเทอร์สเตอร์ ยูดีดีไอ หรือบริการลุดอล์ฟได้นอกจากนี้งานวิจัยจะได้นำตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากบางคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ โดยคุณลักษณะเหล่านี้จะช่วยให้สามารถค้นหาบริการที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการได้มากขึ้นด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบแบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะของบริการแบบกระจาย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. จะนำเสนอแบบจำลองคำอธิบายบริการที่ไม่ขึ้นกับโดเมนของบริการ
2. ในการออกแบบแบบจำลองจะพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับความหมายและพฤติกรรมของบริการในด้านการระบุเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงาน การกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบริการ การทดสอบการทำงานของบริการ และการระบุข้อมูลโครงสร้างของบริการเป็นอย่างน้อย
3. จะแสดงตัวอย่างการนำแบบจำลองไปใช้โดยผู้ให้บริการ ผู้ใช้บริการและบริการใดเรกเทอรี ยูดีดีไอ

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1. สำรวจลักษณะของการโฆษณาส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต
2. ศึกษาการออกแบบชุดของคุณลักษณะที่ใช้อธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัยอื่น
3. ศึกษาคำอธิบายเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต
4. ออกแบบแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ
5. ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างและการทำงานของยูดีดีไอ และการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้
6. กำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสำหรับผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ
7. วิเคราะห์และสรุปผลพร้อมข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะได้แบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะของบริการแบบกระจาย ซึ่งสามารถใช้ในการระบุคุณลักษณะโดยทั่วไปของบริการและสามารถอธิบายความหมายและพฤติกรรมของบริการได้ แบบจำลองที่ได้นี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการอธิบายบริการโดยผู้ให้บริการ และเป็นแนวทางสำหรับผู้ให้บริการในการค้นหาและเปรียบเทียบบริการได้

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้ตีพิมพ์และนำเสนอในการประชุมวิชาการดังนี้

1. Proceedings of the 9th Asia-Pacific Software Engineering Conference 2002 (APSEC 2002), 4-6 December 2002, Gold Coast, Queensland, Australia ในบทความเรื่อง Defining Attribute Templates for Descriptions of Distributed Services. โดยผู้แต่งคือ Chayan Tapabut, Twittie Senivongse and Kokichi Futatsugi

2. The 2004 International Symposium on Web Services and Applications (ISWS'04), 21-24 June 2004, Las Vegas, Nevada, USA ในบทความเรื่อง Adding Semantics to Attribute-Based Discovery of Web Services. โดยผู้แต่งคือ Natenapa Sriharee, Twittie Senivongse, Chayan Teppaboot and Kokichi Futatsugi

1.7 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

ในบทต่อไปของวิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนในบทที่ 3 จะกล่าวถึงขั้นตอนการสำรวจคุณลักษณะและการคัดเลือกเพื่อนำมาใช้อธิบายบริการ ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการนำแบบจำลองคุณลักษณะของบริการที่ได้ในบทที่ 3 มาประยุกต์ใช้กับยูดีดีไอ ในบทที่ 5 จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองที่ได้ในบทที่ 3 และในบทสุดท้ายจะเป็นการสรุปผลของงานวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เว็บเซอร์วิส (Web Services) [8]

เว็บเซอร์วิส คือ โปรแกรมที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งในระบบเครือข่าย และจะถูกเรียกใช้งานจากโปรแกรมอื่นในรูปแบบอาร์พีซี (RPC: Remote Procedure Call) แต่ละเว็บเซอร์วิสจะมีการอธิบายคุณลักษณะของบริการ (Service Description) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงการทำงานและวิธีการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสนั้นๆ คุณลักษณะของบริการจะถูกอธิบายโดยใช้ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) เช่นเดียวกับการส่งข้อมูลระหว่างเว็บเซอร์วิสที่อยู่ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอลบนโพรโทคอลเฮกซ์ทีพี (HTTP: Hyper Text Transport Protocol) ทำให้เราสามารถเรียกใช้เว็บเซอร์วิสใดๆ ได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือภาษาที่ใช้โปรแกรม

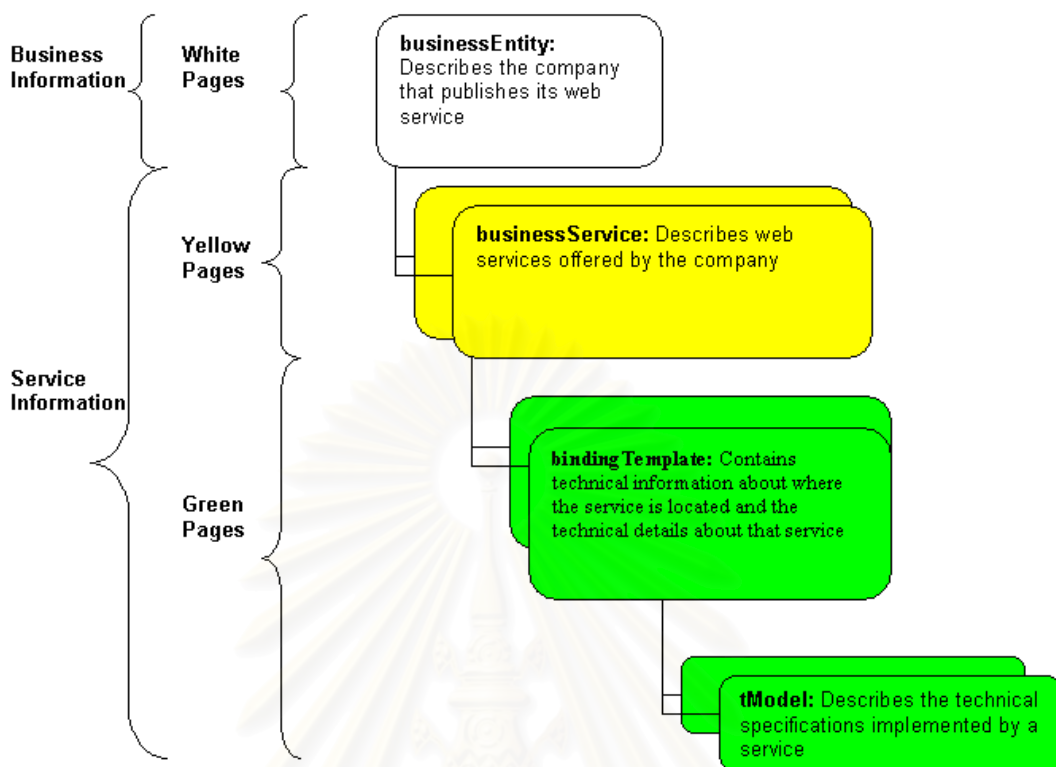
2.1.1.1 ยูดีดีไอ (UDDI: Universal Description, Discovery and Integration) [6]

ยูดีดีไอเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการโฆษณาและค้นหาบริการในเว็บเซอร์วิส โดยกำหนดให้การระบุข้อมูลของบริการเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน ทำให้การค้นหาบริการทำได้ง่าย การโฆษณาบริการมีพื้นฐานอยู่บนภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ทำให้ยูดีดีไอไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการ ภาษาคอมพิวเตอร์ หรือสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ยูดีดีไอสนับสนุนการทำงานพื้นฐาน 3 ลักษณะ คือ

1. การประกาศ (Publish) ผู้ให้บริการสามารถประกาศบริการของตนกับยูดีดีไอได้โดยทำการลงทะเบียนและกรอกข้อมูลเกี่ยวกับบริการตามรูปแบบของคำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอกำหนดไว้
2. การค้นหา (Find) ผู้ใช้บริการสามารถทำการค้นหาบริการที่ต้องการได้ ผู้ใช้บริการสามารถทำการค้นหาบริการที่ประกาศไว้ในยูดีดีไอได้ โดยส่วนใหญ่เงื่อนไขที่ใช้ในการค้นหาได้แก่
 - ค้นหาโดยธุรกิจ เป็นการค้นหาบิสิเนสเอ็นทิตี (BusinessEntity) ที่มีลักษณะตามต้องการโดยมีวิธีการค้นหาได้ 3 แบบ คือ
 - การค้นหาโดยใช้ชื่อธุรกิจ (Business Name) ทำได้โดยการใส่ชื่อของธุรกิจในการค้นหา

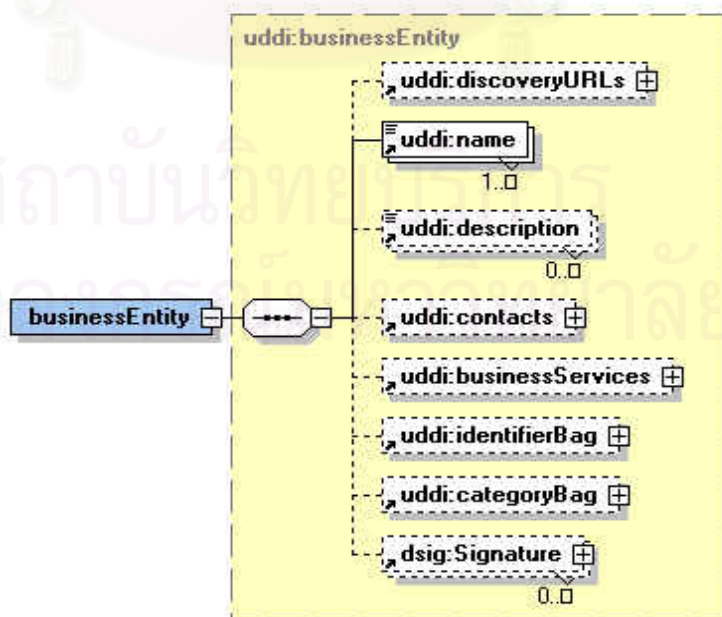
- การค้นหาโดยใช้ประเภทธุรกิจ (Business Category) ทำได้โดยการระบุรหัสประเภทธุรกิจตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้ คือ
 - Ntis-gov:naics:1997 (North American Industry Classification System)
 - Unspsc-org:unspsc (Universal Standard Products and Services Classification)
 - Ntis-gov:sic:1987 (Standard Industrial Classification)
 - Uddi-org:iso-ch:3166-1999 (Codes for Geographic Location)
 - การค้นหาโดยใช้หมายเลขประจำตัวของธุรกิจ (Business Identifier) โดยใช้รหัสดังต่อไปนี้ คือ
 - Thomasregister-com:supplierID
 - Dnb-com:D-U-N-S (Dun & Bradstreet Number Identifier System)
 - ค้นหาโดยบริการ เป็นการค้นหาบิสซิเนสเซอร์วิสโดยอาศัยชื่อของบริการ หรือรหัสบริการ (Service Key) เช่น การค้นหาบริการจของตัวเอง เป็นต้น
 - ค้นหาโดยทีโมเดล ทำได้โดยอาศัยชื่อของทีโมเดล หรือรหัสของทีโมเดล (tModel Key)
3. การผูกมัด (Bind) ผู้ใช้บริการทำการขอใช้บริการเว็บเซอร์วิสจากผู้ให้บริการ หลังจาก⁺ที่ค้นหาบริการที่ต้องการได้แล้ว

คำอธิบายบริการในยูดีดีไอแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ คำอธิบายธุรกิจที่ให้บริการ และคำอธิบายตัวบริการเอง โดยคำอธิบายธุรกิจที่ให้บริการได้แก่บิสซิเนสเอนทิตี (BusinessEntity) หรือที่ถูกเรียกว่าไวท์เพจ (White Page) และคำอธิบายบริการ ซึ่งภายในคำอธิบายข้อมูลบริการเองก็ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลทั่วไปของตัวบริการ ได้แก่บิสซิเนสเซอร์วิส (Business Service) หรือที่ถูกเรียกว่าเยลโลเพจ (Yellow Page) และข้อมูลเกี่ยวกับการเรียกใช้บริการ ได้แก่ไบนดิ้งเทมเพลต (BindingTemplate) และทีโมเดล (tModel) หรือที่ถูกเรียกรวมกันว่ากรีนเพจ (Green Page) โดยโครงสร้างดังกล่าวของยูดีดีไอแสดงในรูปที่ 2.1



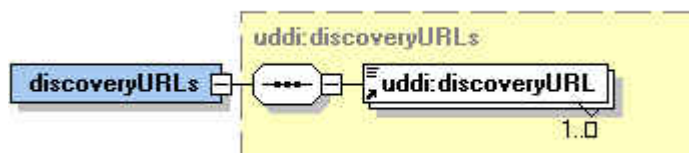
รูปที่ 2.1 โครงสร้างยูดีดีไอ

2.1.1.1.1 บิสิเนสเอนทิตี (businessEntity) อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับองค์กรธุรกิจของผู้ให้บริการดังแสดงในรูปที่ 2.2 อันได้แก่



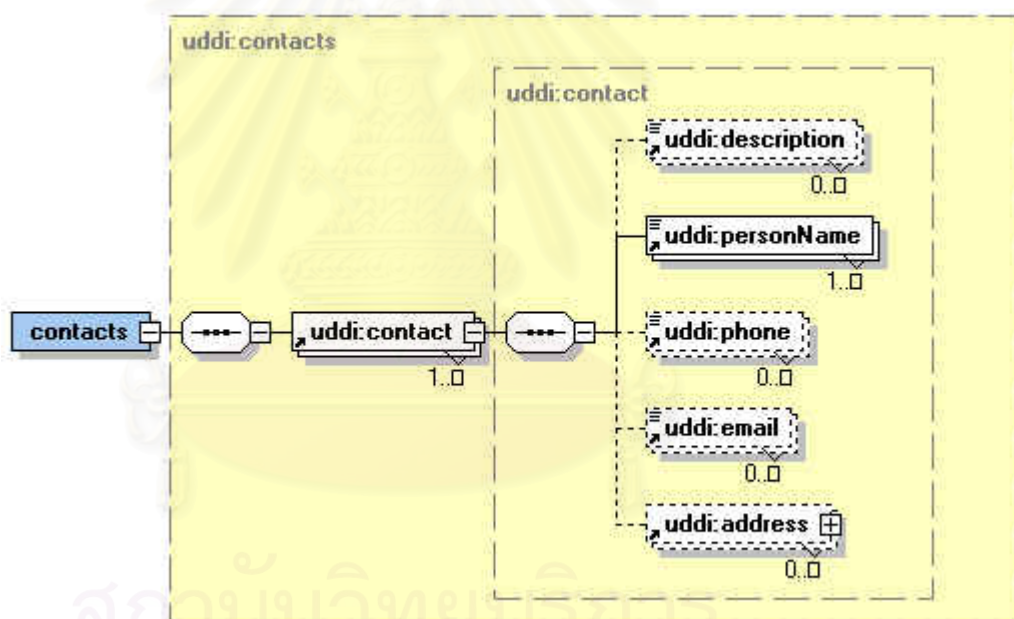
รูปที่ 2.2 โครงสร้างบิสิเนสเอนทิตี

- ยูอาร์แอลขององค์กรธุรกิจที่ให้บริการ (discoveryURLs) ซึ่งอาจประกอบด้วยยูอาร์แอลเดียวหรือหลายตัวก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ยูอาร์แอลขององค์กรธุรกิจที่ให้บริการ

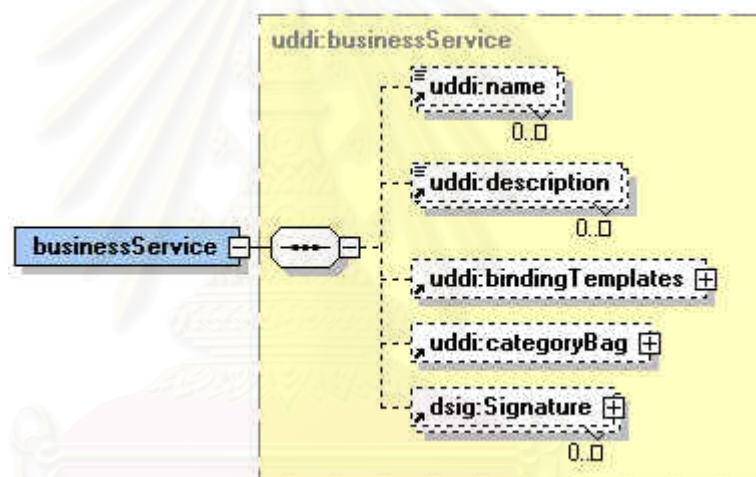
- ชื่อขององค์กรธุรกิจที่ให้บริการ (name)
- คำอธิบายเกี่ยวกับองค์กรนั้น (description)
- ข้อมูลสำหรับติดต่อขององค์กรนั้น (contacts) อาจประกอบด้วยชุดของข้อมูลสำหรับติดต่อ (contact) เพียงชุดเดียวหรือหลายชุดก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ข้อมูลสำหรับติดต่อขององค์กรธุรกิจที่ให้บริการ

- บิสิเนสเซอร์วิส (businessServices) แสดงบริการที่องค์กรนี้ให้บริการ
- ถุงใส่รหัสประจำตัวของธุรกิจ (identifierBag) เปรียบได้กับภาชนะสำหรับบรรจุรหัสของธุรกิจนั้นตามมาตรฐานต่างๆ เช่น เลขประจำตัวผู้เสียภาษี เป็นต้น อาจประกอบด้วยรหัสเพียงตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้

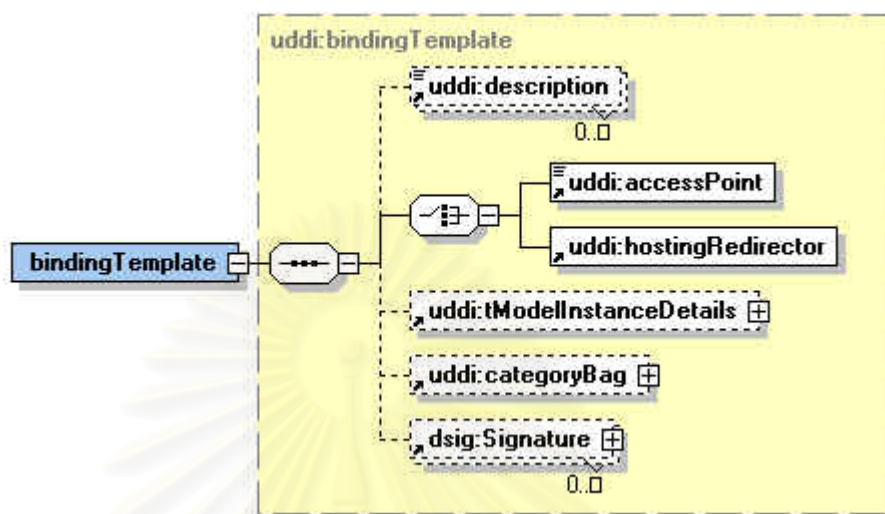
- ฝูงใส่รหัสที่ใช้ในการจำแนกประเภทธุรกิจ (categoryBag) เปรียบได้กับภาชนะสำหรับบรรจุรหัสของธุรกิจที่มีการแบ่งแยกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งอาจแบ่งได้ตามประเภทอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ และ รหัสทางภูมิศาสตร์เช่น NAICS (North American Industry Classification System), UNSPC 3.1 (United Nation Standard Product and Service Code System), SIC (Standard Industry Classification Code) เป็นต้น อาจประกอบด้วยรหัสเพียงตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในบิสิเนสเอ็นทีดี (Signature)
 - 2.1.1.1.2 บิสิเนสเซอร์วิส (businessService) อธิบายรายละเอียดของการบริการ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 อันได้แก่



รูปที่ 2.5 โครงสร้างบิสิเนสเซอร์วิส

- ชื่อของบริการ (name)
- คำอธิบายของบริการ (description)
- ฝูงใส่รหัสที่ใช้ในการจำแนกประเภทบริการ (categoryBag) เปรียบได้กับภาชนะสำหรับบรรจุรหัสของบริการที่มีการแบ่งแยกเป็นหมวดหมู่ อาจประกอบด้วยรหัสเพียงตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในบิสิเนสเซอร์วิส (Signature)

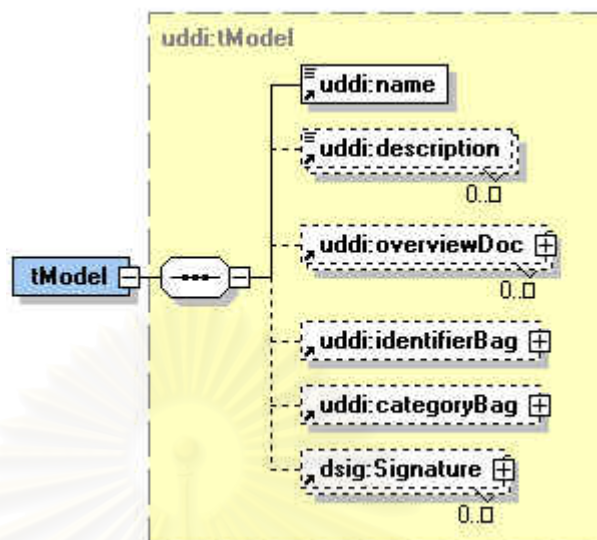
2.1.1.1.3 ไบนдингเทมเพลต (bindingTemplate) อธิบายแบบจำลองสำหรับการผูกมัดบริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 อันได้แก่



รูปที่ 2.6 โครงสร้างไบนдингเทมเพลต

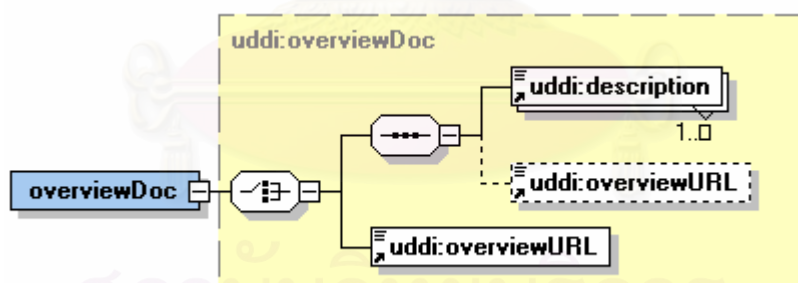
- คำอธิบายสำหรับไบนдингเทมเพลต (description)
- ที่อยู่สำหรับอ้างอิงถึงบริการ (accessPoint) หรือที่อยู่สำหรับอ้างอิงถึงบริการกรณีเป็นบริการจากยูดีดีไอตัวอื่น (hostingRedirector)
- ข้อมูลของอินสแตนซ์ของทีโมเดลที่ใช้ (tModelInstanceDetails)
- ถุงใส่รหัสที่ใช้ในการจำแนกประเภทของไบนдингเทมเพลต (categoryBag)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในไบนдингเทมเพลต (Signature)

2.1.1.1.4 ทีโมเดล (tModel) เป็นคำอธิบายของโมเดลที่ใช้ในการแบ่งแยกหรืออธิบายความหมายของข้อมูลต่างๆ ในยูดีดีไอ เช่น ทีโมเดลของยูเอ็นเอสพีเอสซีจะอธิบายถึงรหัส ความหมายและหมวดหมู่ในการแยกประเภทธุรกิจตามมาตรฐานยูเอ็นเอสพีเอสซี ซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรฐานสำหรับการจัดประเภทของธุรกิจที่ใช้ในถุงใส่รหัสที่ใช้ในการจำแนกประเภทธุรกิจ เป็นต้น รายละเอียดของทีโมเดลแสดงในรูปที่ 2.7 อันได้แก่



รูปที่ 2.7 โครงสร้างที่โมเดล

- ชื่อของที่โมเดล (name)
- คำอธิบายสำหรับที่โมเดล (description)
- เอกสารอธิบายที่โมเดล (overviewDoc) เป็นการแสดงยูอาร์แอลของเอกสารที่อธิบายถึงมาตรฐานที่ที่โมเดลอธิบาย ประกอบด้วยยูอาร์แอลของเอกสารและคำอธิบาย ดังแสดงในรูปที่ 2.8

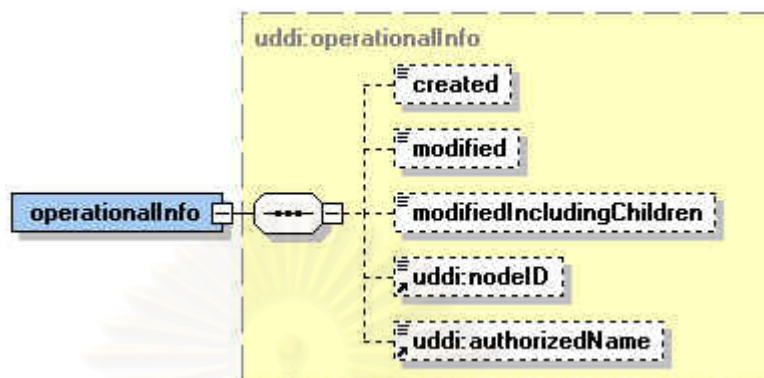


รูปที่ 2.8 โครงสร้างเอกสารอธิบายที่โมเดล

- ถุงใส่รหัสประจำตัวของที่โมเดล (identifierBag) ที่โมเดลตัวหนึ่งอาจมีรหัสประจำตัวซึ่งอ้างถึงที่โมเดลตัวอื่นๆ ได้
- ถุงใส่รหัสที่ใช้ในการจำแนกประเภท (categoryBag) ที่โมเดลตัวหนึ่งอาจถูกจัดประเภทโดยที่โมเดลตัวอื่นๆ ได้
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในที่โมเดล (Signature)

นอกจากโครงสร้างคำอธิบายหลักทั้ง 4 ส่วนแล้ว ยูดีดีไอตั้งแต่เวอร์ชัน 3 เป็นต้นไปยังสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเอนทิตีต่างๆ (เช่น บิสิเนสเอนทิตี บิสิเนสเซอร์วิส) ได้ผ่าน

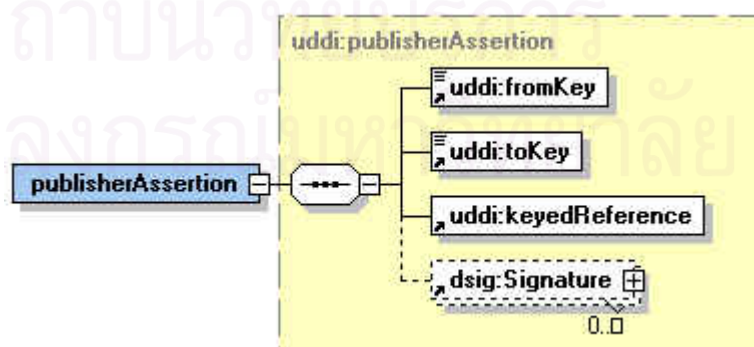
โอเปอเรชันเรชันนอลอินโฟ (operationalInfo) ซึ่งอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเอนทิตีที่อ้างถึง มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.9 อันได้แก่



รูปที่ 2.9 โครงสร้างโอเปอเรชันเรชันนอลอินโฟ

- เวลาที่สร้าง (created) บอกเวลาที่สร้างเอนทิตีนั้นๆ
- เวลาล่าสุดที่มีการเปลี่ยนแปลง (modified) อธิบายเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเอนทิตีนั้นๆ เป็นครั้งล่าสุด
- เวลาล่าสุดที่มีการเปลี่ยนแปลงรวมไปถึงเอนทิตีลูก (modifiedIncludingChildren) อธิบายเวลาล่าสุดที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเอนทิตีที่โอเปอเรชันเรชันนอลอินโฟอ้างถึง รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงที่เอนทิตีลูกของเอนทิตีดังกล่าวด้วย
- โหนดไอดี (nodeID) ใช้ในการอ้างถึงระหว่างโหนดในยูดีดีไอ
- ชื่อผู้มีสิทธิ์เปลี่ยนแปลงข้อมูลในเอนทิตี (authorizedName)

ความสัมพันธ์ระหว่างธุรกิจก็เป็นข้อมูลหนึ่งที่สามารถแสดงถึงความแข็งแกร่งของธุรกิจ ซึ่งยูดีดีไอตั้งแต่เวอร์ชัน 2 เป็นต้นไปได้แสดงข้อมูลในส่วนนี้ผ่านทาง พับลิชเชอร์แอสเซชัน (publisherAssertion) อันประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ได้แก่



รูปที่ 2.10 โครงสร้างพับลิชเชอร์แอสเซชัน

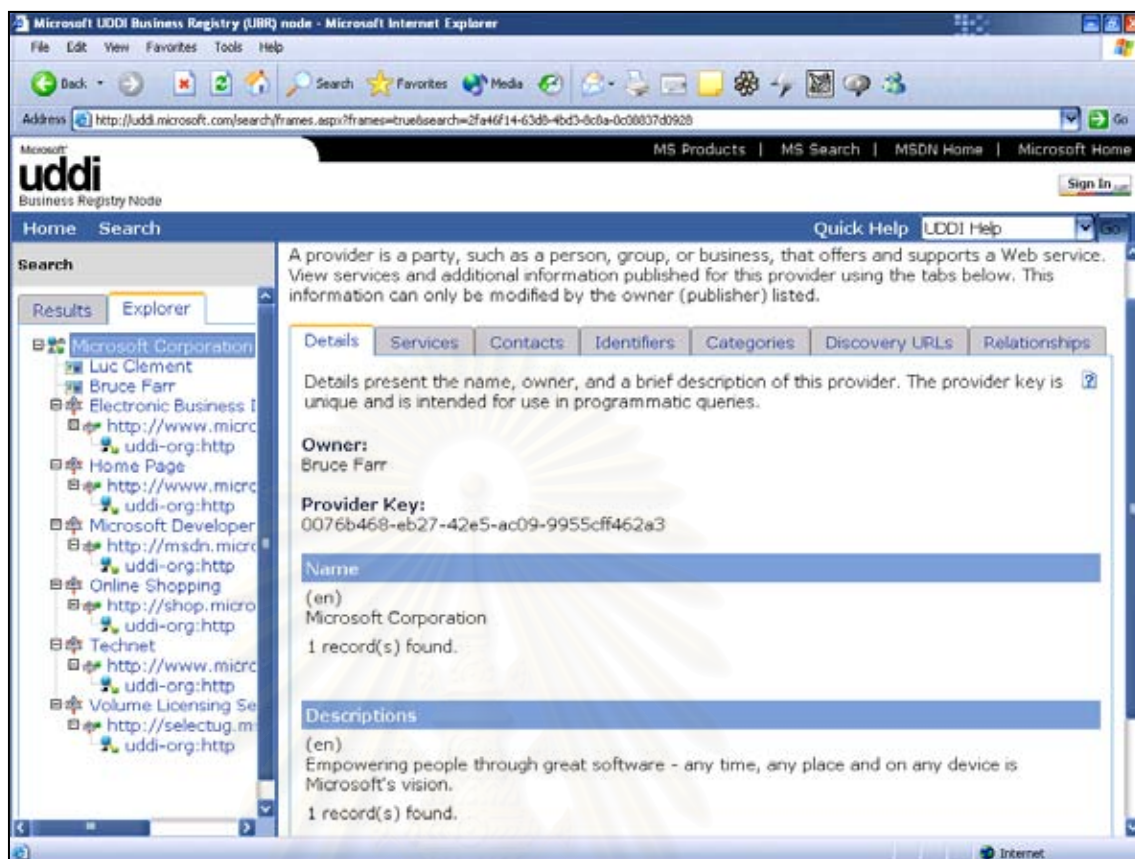
- ฟรอมคีย์ (fromKey) แสดงรหัสของบิสิเนสเอนทิตีตั้งต้นของความสัมพันธ์
- ทูคีย์ (toKey) แสดงรหัสของบิสิเนสเอนทิตีปลายทางของความสัมพันธ์

- คีย์อ้างอิง (keyedReference) แสดงรหัสของที่โมเดลที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างบิสเนสเอนทิตี เช่น เป็นบริษัทในเครือหรือเป็นพันธมิตรทางการค้า เป็นต้น
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในพับลิชเซอร์แอสเซอร์ชัน (Signature)

ผู้ให้บริการสามารถโฆษณาบริการผ่านยูดีดีไอ โดยเติมคำอธิบายลงในโครงสร้างคำอธิบายบริการตามรูปแบบข้างต้น ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ข้อมูลของผู้ให้บริการเอง ประเภทของบริการที่เปิดให้ใช้ รายละเอียดของแต่ละบริการ รวมถึงวิธีใช้งานส่วนต่อประสาน (Interface) และ โพรโทคอล (Protocol) ซึ่งระบุโดยใช้ดับเบิลยูเอสดีแอล (WSDL: Web Service Description Language) ผ่านที่อยู่สำหรับอ้างอิงถึงบริการ (accessPoint) ที่มีประเภท (useType) เป็น “wsdlDeployment” ในไบน์ดิงเทมเพลต ดับเบิลยูเอสดีแอลนี้เป็นภาษาที่ใช้อธิบายการติดต่อระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการโดยระบุรูปแบบข้อความที่ผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการแลกเปลี่ยนกันในการเรียกใช้และส่งผลลัพธ์ของบริการ รวมถึงโพรโทคอลของการสื่อสารที่ใช้

รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างของธุรกิจที่ประกาศตามมาตรฐานของยูดีดีไอ โดยเป็นการประกาศรายละเอียดธุรกิจของไมโครซอฟท์จาก <http://uddi.microsoft.com/search/frames.aspx?frames=true&search=2fa46f14-63d8-4bd3-8c8a-0c08837d0928> ซึ่งประกอบด้วยบริการทั้งหมด 6 บริการได้แก่

- Electronic Business Integration Services ให้บริการข้อมูลของอีบิส (EBIS)
- Home Page ให้บริการข่าวสารทั่วไปของบริษัท
- Microsoft Developer Network ให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับเอ็มเอสดีเอ็น (MSDN)
- Online Shopping เป็นบริการช่วยในการสั่งซื้อทั้งซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และสิ่งพิมพ์ของไมโครซอฟท์
- Technet ให้บริการข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ของไมโครซอฟท์
- Volume Licensing Select Program ให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับลิขสิทธิ์การใช้งานซอฟต์แวร์



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของธุรกิจที่ประกาศตามมาตรฐานยูดีดีไอ

ยูดีดีไอสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริการในระดับหนึ่ง แต่หากพิจารณาแล้วข้อมูลดังกล่าวยังเป็นข้อมูลในเชิงกว้าง มีข้อมูลเกี่ยวกับตัวบริการเพียงหยาบๆ เช่น รายละเอียดเกือบทั้งหมดจะถูกบันทึกอยู่ในคำอธิบาย (Descriptions) โดยไม่มีการแจกแจงในรูปของคุณลักษณะต่างๆ อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าแบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะที่จะนำเสนอ นั้น จะเป็นแนวทางให้การอธิบายลักษณะของบริการในยูดีดีไอชัดเจนมากขึ้น

2.1.1.2 ดับเบิลยูเอสดีแอล (WSDL: Web Services Description Language) [9]

ดับเบิลยูเอสดีแอลเป็นภาษาที่ใช้อธิบายคุณลักษณะของบริการและวิธีการติดต่อกับเว็บเซอร์วิส (IDL: Interface Definition Language) โดยใช้โครงสร้างพื้นฐานของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ดับเบิลยูเอสดีแอลเกิดจากการรวมแนวคิดของ เอ็นเอเอสเอสแอล (NASSL: The Network Accessible Service Specification Language) ดับเบิลยูดีเอส (WDS: Well-Defined Services) ของบริษัทไอบีเอ็ม เอสดีแอล (SDL: The Service Description Language) และ เอสซีแอล (SCL: The SOAP Contract Language) ของบริษัทไมโครซอฟท์ เวอร์ชันล่าสุดของดับเบิลยูเอสดีแอลคือ ดับเบิลยูเอสดีแอล 2.0 กำหนดโดยดับเบิลยูทีทีซี (W3C: World Wide Web Consortium) โครงสร้างของเอกสารดับเบิลยูเอสดีแอลแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1.1.2.1 คำอธิบายเชิงนามธรรม (Abstract Description) ประกอบด้วย อีลีเมนต์ที่บรรยายถึงความสามารถของเว็บเซอร์วิส ดังนี้

- <wsdl:types> (รูปที่ 2.12(ก)) อธิบายถึงชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนด (User-Defined Data Type) ซึ่งอาจประกอบด้วยชนิดข้อมูลพื้นฐาน (Primitive Data Type) หลายชนิดที่อ้างอิงจากเอ็กซ์เอ็มแอลสคีมา (XML Schema) เนื่องจากข้อกำหนดของโพรโทคอลโซพ (SOAP: Simple Object Access Protocol) อนุญาตให้ข้อมูลเข้ามีเพียง 1 ชนิด และข้อมูลออกมีเพียง 1 ชนิดเท่านั้น ในข้อความหนึ่งๆ ที่ถูกส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- <wsdl:message> (รูปที่ 2.12(ข)) อธิบายถึงข้อความที่ถูกส่งระหว่างผู้รับบริการและผู้ให้บริการ ซึ่งภายใน 1 การดำเนินการนั้นอนุญาตให้มีได้เพียง 3 ข้อความคือ
 - Input Message กำหนดข้อความเข้า แสดงผ่านอีลีเมนต์ <wsdl:input>
 - Output Message กำหนดข้อความออก แสดงผ่านอีลีเมนต์ <wsdl:output>
 - Fault Message กำหนดข้อความแสดงข้อผิดพลาด แสดงผ่านอีลีเมนต์ <wsdl:fault>
- <wsdl:operation> อธิบายถึงการดำเนินการของเว็บเซอร์วิส
- <wsdl:portType> (รูปที่ 2.12(ค)) อธิบายถึงการดำเนินการทั้งหมดที่เว็บเซอร์วิสสนับสนุน

2.1.1.2.2 คำอธิบายเชิงรูปธรรม (Concrete Description) ประกอบด้วย อีลีเมนต์ที่บรรยายถึงการผูกมัดผู้รับบริการกับบริการ ดังนี้

- <wsdl:operation> อธิบายถึงการดำเนินการของเว็บเซอร์วิส
- <wsdl:binding> (รูปที่ 2.12 (ง)) อธิบายถึงส่วนเชื่อมต่อระหว่างคำอธิบายเชิงนามธรรมกับคำอธิบายเชิงรูปธรรม และเป็นที่เก็บข้อมูลของโพรโทคอลที่ใช้ในการติดต่อกับบริการ
- <wsdl:port> บอกลูกยูอาร์แอล ของเว็บเซอร์วิส โดยในความหมายของเว็บเซอร์วิส นั้น 1 พอร์ต หมายถึง 1 เว็บเซอร์วิส
- <wsdl:service> (รูปที่ 2.12(จ)) เป็นอีลีเมนต์ที่บรรยายถึงพอร์ตทั้งหมดที่ถูกแสดงอยู่ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีแอล ทั้งนี้เพราะหลายๆ เว็บเซอร์วิสอาจถูกรวมเรียกเป็นเว็บเซอร์วิสเดียวได้

	<pre> <?xml version="1.0"?> <definitions name="StockQuote" targetNamespace="http://example.com/stockquote.wsdl" xmlns:tns="http://example.com/stockquote.wsdl" xmlns:xsd="http://example.com/stockquote.xsd" xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/" xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"> </pre>
(ก)	<pre> <types> <schema targetNamespace="http://example.com/stockquote.xsd" xmlns="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema"> <element name="TradePriceRequest"> <complexType> <all> <element name="tickerSymbol" type="string"/> </all> </complexType> </element> <element name="TradePrice"> <complexType> <all> <element name="price" type="float"/> </all> </complexType> </element> </schema> </types> </pre>
(ข)	<pre> <message name="GetLastTradePriceInput"> <part name="body" element="xsd:TradePriceRequest"/> </message> <message name="GetLastTradePriceOutput"> <part name="body" element="xsd:TradePrice"/> </message> </pre>
(ค)	<pre> <portType name="StockQuotePortType"> <operation name="GetLastTradePrice"> <input message="tns:GetLastTradePriceInput"/> <output message="tns:GetLastTradePriceOutput"/> </operation> </portType> </pre>
(ง)	<pre> <binding name="StockQuoteSoapBinding" type="tns:StockQuotePortType"> <soap:binding style="document" transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/> <operation name="GetLastTradePrice"> <soap:operation soapAction="http://example.com/GetLastTradePrice"/> <input> <soap:body use="literal"/> </input> <output> <soap:body use="literal"/> </output> </operation> </binding> </pre>
(จ)	<pre> <service name="StockQuoteService"> <documentation>My first service</documentation> <port name="StockQuotePort" binding="tns:StockQuoteBinding"> <soap:address location="http://example.com/stockquote"/> </port> </service> </definitions> </pre>

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอล

2.1.2 ออนโทโลยี (Ontology) [10], [11], [12]

ออนโทโลยีเป็นแนวคิดที่ปรากฏอยู่ในหลายสาขาวิชา ซึ่งแต่ละสาขาวิชาก็มีความหมายของออนโทโลยีที่แตกต่างกันออกไป ในทางคอมพิวเตอร์เองก็มีผู้ให้คำจำกัดความของออนโทโลยีไว้หลากหลาย แต่คำจำกัดความหนึ่งที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายคือ “ข้อกำหนดเกี่ยวกับแนวคิด” (“The specification of a conceptualization”[12]) โดยแนวความคิดของออนโทโลยีคือการพยายามที่จะบรรยายแนวคิดของโดเมนหรือขอบเขตความสนใจใดๆ ในรูปของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ภายในโดเมนและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้น ซึ่งสามารถแสดงออกมาในรูปของระบบสัญลักษณ์ (Notation) ยกตัวอย่างเช่น คลาส (Class) อินสแตนซ์ (Instance) ความสัมพันธ์ (Relationship) คุณสมบัติ (Property) และ กฎ (Rule) โดยใช้ภาษาสำหรับแสดงความรู้ (Knowledge Representation Language) ซึ่งมีความชัดเจนและเที่ยงตรงมากกว่าการอธิบายโดยใช้ภาษารธรรมชาติ (Natural Language) ที่ใช้คำศัพท์มาเชื่อมต่อกันเป็นประโยคเพื่อบรรยายถึงสิ่งของในแง่มุมต่างๆ ทั้งนี้การใช้ระบบสัญลักษณ์จะช่วยสื่อความหมาย (Semantics) ให้ซอฟต์แวร์และเครื่องมือเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะการค้นหาสิ่งที่ต้องการจากอินเทอร์เน็ตซึ่งเปรียบเสมือนคลังข้อมูลขนาดใหญ่ หากเราสามารถค้นหาสิ่งของได้จากความหมาย ไม่ใช่การค้นหาจากคำเหมือน (Name Matching) ก็จะช่วยให้เราได้ของที่ตรงตามความต้องการและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งตรงกับแนวความคิดของเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) [10]

เพื่อให้ออนโทโลยีสามารถอธิบายถึงสิ่งของต่างๆ ได้ จำเป็นจะต้องอาศัยภาษาที่มีความสามารถในการอธิบายถึงความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของต่างๆ จึงมีการคิดค้นภาษาเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว โดยส่วนใหญ่เป็นภาษาที่มีพื้นฐานมาจากภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล เช่น อาร์ดีเอฟ (RDF: Resource Description Framework) ดีเอเอ็มแอล+ออยล์ (DAML+OIL) อวาล์ (OWL: Web Ontology Language) อวาล์-เอส (OWL-S: Web Ontology Language for Services) เป็นต้น โดยอาร์ดีเอฟถือเป็นภาษาหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้แพร่หลาย เพราะเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่ายและสามารถนำไปพัฒนาต่อให้มีความสามารถสูงขึ้นได้ ภาษาที่มีพื้นฐานมาจากอาร์ดีเอฟได้แก่ ดีเอเอ็มแอล+ออยล์ อวาล์และอวาล์-เอส เป็นต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะขอกกล่าวถึงอาร์ดีเอฟซึ่งเป็นพื้นฐานของภาษาอื่นๆ รวมถึงอวาล์และอวาล์เอสซึ่งพัฒนามาจากอาร์ดีเอฟและกำลังได้รับความนิยมสนใจเป็นอย่างมากเพราะได้รับการสนับสนุนจากดับเบิลยูทีซี โดยจะได้ใช้ในการแสดงตัวอย่างการนำแบบจำลองคุณลักษณะที่เสนอไปใช้ต่อไป

2.1.2.1 อาร์ดีเอฟ (RDF: Resource Description Framework) [13], [14]

ดาร์พา (DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency) ซึ่งเป็นกลุ่มของนักพัฒนาที่ต้องการพัฒนาภาษาและเครื่องมือเพื่อใช้งานในเว็บเชิงความหมาย มีแนวคิดที่จะพัฒนาเมตาเดตา (Metadata) ของข้อมูลบนเว็บ เพื่อให้ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์เข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่บนเว็บ อันจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำความเข้าใจและการค้นหาข้อมูล อาร์ดีเอฟเป็นภาษาที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อประโยชน์ดังกล่าว โดยใช้ในการอธิบายข้อมูลตามคุณสมบัติต่างๆ (Property) และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอย่างเป็นโครงสร้างผ่านคุณสมบัติเหล่านั้น

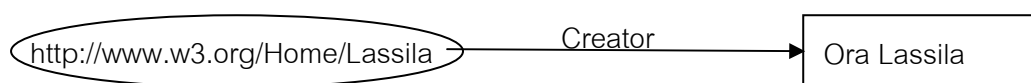
พื้นฐานของอาร์ดีเอฟคือการแสดงข้อมูลต่างๆ ในลักษณะของคู่ของคุณสมบัติและค่าคุณสมบัตินั้นๆ โดยประกอบด้วย 3 ส่วนพื้นฐาน ได้แก่

- ทรัพยากร (Resources) คือสิ่งที่สามารถอธิบายได้โดยนิพจน์ของอาร์ดีเอฟ (RDF Expression) เช่น เว็บเพจ ส่วนหนึ่งส่วนใดของเว็บเพจ หรืออาจเป็นทั้งเว็บไซต์เลยก็ได้ ข้อมูลในส่วนนี้จะถูกระบุโดยใช้ยูอาร์ไอ (URI)
- คุณสมบัติ (Properties) คือลักษณะหรือความสัมพันธ์ที่ใช้อธิบายทรัพยากร
- สเตตเมนต์ (Statements) คือคำอธิบายทรัพยากร ซึ่ง ประกอบด้วย 3 ส่วนย่อยคือ
 - ซับเจกต์ (Subject) คือทรัพยากรที่ต้องการอธิบาย
 - เพรดิเคท (Predicate) คือคุณสมบัติที่อธิบายทรัพยากร
 - ออบเจกต์ (Object) คือค่าของคุณสมบัติที่อธิบายทรัพยากร ซึ่งอาจเป็นค่าข้อมูลพื้นฐานหรือเป็นสเตตเมนต์อื่น

ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการอธิบายประโยค "Ora Lassila is the creator of the resource <http://www.w3.org/Home/Lassila>" สามารถแยกแต่ละส่วนได้ดังนี้

Subject (Resource)	http://www.w3.org/Home/Lassila
Predicate (Property)	Creator
Object (Literal)	"Ora Lassila"

ซึ่งเขียนเป็นแผนภาพอาร์ดีเอฟได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แผนภาพแสดงการอธิบายข้อมูลในรูปแบบของอาร์ดีเอฟ

และสามารถเขียนในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอลอาร์ดีเอฟ ได้ดังนี้

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:s="http://description.org/schema/">
  <rdf:Description about="http://www.w3.org/Home/Lassila">
    <s:Creator>Ora Lassila</s:Creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
  
```

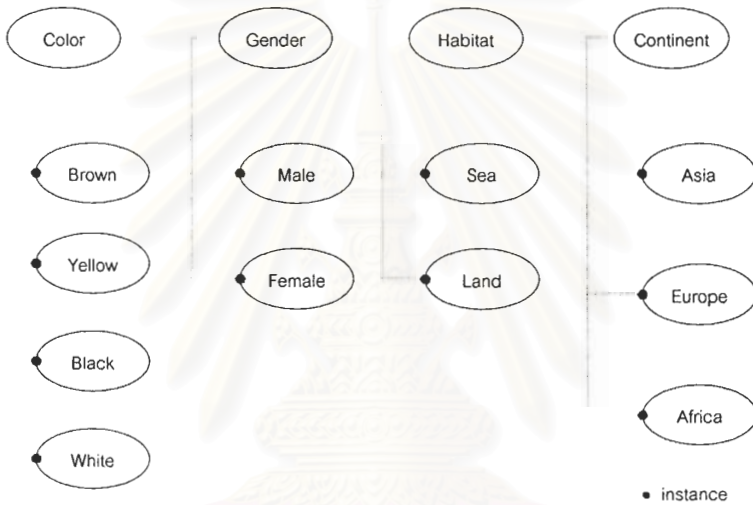
จากตัวอย่างจะเห็นว่าอาร์ดีเอฟก็คือเอ็กซ์เอ็มแอลที่มีสเกมาเฉพาะเพื่อใช้อธิบายทรัพยากรหนึ่งๆ โดยเราสามารถประยุกต์ใช้อาร์ดีเอฟเพื่ออธิบายทรัพยากรตามที่ต้องการได้ด้วยการปรับปรุงข้อมูลในสเกมา

2.1.2.2 อวาล์ (OWL: Web Ontology Language) [15], [16]

อวาล์ถูกพัฒนาขึ้นโดยดับเบิลยูทีซีเพื่อให้เป็นภาษาที่สามารถอธิบายออนโทโลยีได้อย่างครอบคลุม เนื่องจากมีพื้นฐานมาจากอาร์ดีเอฟ อวาล์จึงมีความสามารถของอาร์ดีเอฟและถูกเพิ่มเติมจำนวนคำศัพท์ที่แสดงถึงรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ถูกอธิบาย ทำให้ภาษามีความกระชับและใช้ได้สะดวกกว่าอาร์ดีเอฟ ตัวอย่างของคำศัพท์ที่เพิ่มขึ้นจะอธิบายออนโทโลยีในลักษณะของคลาส (Class) การไม่มีส่วนร่วมระหว่างคลาส (Disjointness) การเท่ากันระหว่างคลาส (Equality) และการเท่ากันของคุณสมบัติ (Symmetry) เป็นต้น

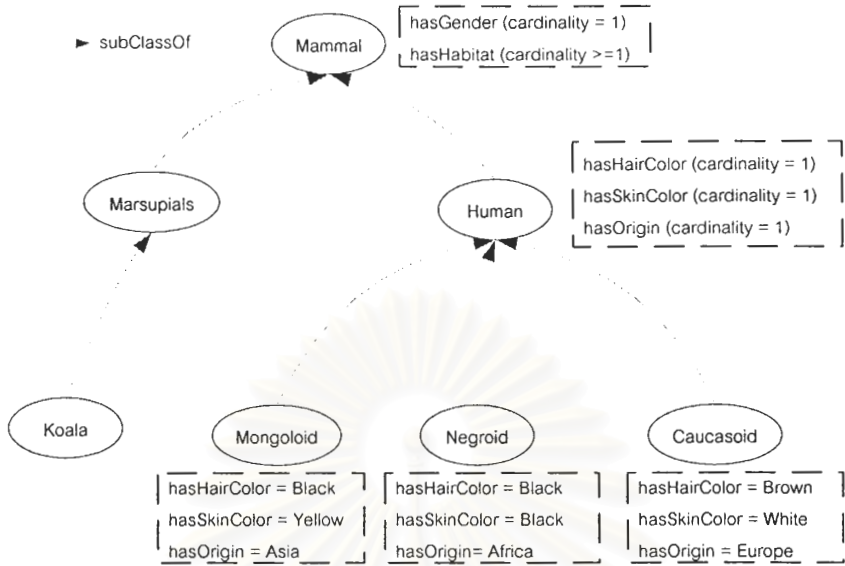
เนื่องจากอวาล์มีพื้นฐานมาจากอาร์ดีเอฟ ดังนั้นรูปแบบการอธิบายทรัพยากรและลักษณะการเขียนจึงไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถหนึ่งที่อวาล์มีเพิ่มขึ้นจากอาร์ดีเอฟคือ การที่อวาล์สามารถอธิบายทรัพยากรในรูปแบบของคลาสที่มีคุณสมบัติต่างๆ การสืบทอดคุณสมบัติไปยังคลาสลูกและอินสแตนซ์ของคลาสเหล่านั้น ซึ่งในอาร์ดีเอฟจะอธิบายทรัพยากรได้ในรูปของอินสแตนซ์เท่านั้น ไม่สามารถอธิบายทรัพยากรในรูปแบบคลาสได้เอง

การอธิบายทรัพยากรโดยใช้อวาล์จะเริ่มจากการสร้างคลาสของทรัพยากรที่ต้องการอธิบายขึ้นก่อน จากนั้นจึงกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของคลาสนั้น รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสนั้นกับคลาสอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วจึงสร้างอินสแตนซ์ของคลาสนั้น ตัวอย่างเช่น คลาสสี (Color) มีอินสแตนซ์ 4 ตัวคือ สีดำ (Black) สีขาว (White) สีเหลือง (Yellow) และสีน้ำตาล (Brown) คลาสเพศ (Gender) มีอินสแตนซ์ 2 ตัวคือ ชาย (Male) และหญิง (Female) คลาสที่อยู่ (Habitat) มีอินสแตนซ์ 2 ตัวคือ แผ่นดิน (Land) และทะเล (Sea) คลาสทวีป (Continent) มีอินสแตนซ์ 3 ตัวคือ เอเชีย (Asia) ยุโรป (Europe) และ แอฟริกา (Africa) ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 คลาสและอินสแตนซ์ในอวาล์

คลาสในรูปที่ 2.14 สามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการอธิบายคลาสที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น คลาสสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammal) ซึ่งมีข้อกำหนดว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละตัวต้องมีเพศเดียว (hasGender (cardinality = 1)) และต้องมีที่อยู่อย่างน้อย 1 ค่า (hasHabitat (cardinality >=1)) โดยคลาสดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีซับคลาสเป็นมนุษย์ (Human) และสัตว์ที่มีกระเป๋าหน้าท้อง (Marsupials) ซึ่งมนุษย์มีคุณสมบัติที่สืบทอดมาจากคลาสดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมคือเพศและที่อยู่ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่เพิ่มเติมขึ้นคือต้องมีสีผม (hasHairColor (cardinality = 1)) สีผิว (hasSkinColor (cardinality = 1)) และมีถิ่นกำเนิด (hasOrigin (cardinality = 1)) คลาสมองโกลอยด์ (Mongoloid) เป็นซับคลาสหนึ่งของคลาสมนุษย์ โดยมีผมสีดำ มีผิวเหลืองและมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 คลาสมนุษย์และซัพคลาส

คลาสมองโกลอยด์สามารถเขียนในรูปเอ็กซ์เอ็มแอลได้ดังรูปที่ 2.16

```

<owl:Class rdf:ID=" Mongoloid ">
  <owl:Class>
    <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty> <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasHairColor"/> </owl:onProperty>
        <owl:hasValue rdf:resource="#Black"/>
      </owl:Restriction>
      <owl:Restriction>
        <owl:hasValue> <Continent rdf:ID="Asia"/> </owl:hasValue>
        <owl:onProperty> <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasOrigin"/> </owl:onProperty>
      </owl:Restriction>
      <owl:Restriction>
        <owl:hasValue> <Color rdf:ID="Yellow"/> </owl:hasValue>
        <owl:onProperty> <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasSkinColor"/> </owl:onProperty>
      </owl:Restriction>
    </owl:intersectionOf>
  </owl:Class>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Human"/>
</owl:Class>

```

รูปที่ 2.16 คลาสมองโกลอยด์ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล

2.1.2.3 จีนา (Jena) [17]

จีนาเป็นเฟรมเวิร์คสำหรับสร้างโปรแกรมประยุกต์ทางด้านเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) โดยสนับสนุนสภาพแวดล้อมในการเขียนโปรแกรมสำหรับ อาร์ดีเอฟ อาวล์ รวมถึง การอนุมานโดยใช้กฎ (Rule-Based Inference Engine) โดยจีนามีส่วนประกอบดังนี้

- อาร์ดีเอฟเอพีไอ (RDF API)
- การนำเข้าและส่งออกอาร์ดีเอฟโมเดลในรูปแบบ อาร์ดีเอฟเอ็กซ์เอ็มแอล โนเทชันทีรี และ เอ็นทีริปเปิล
- อาวล์เอพีไอ (OWL API)
- การสนับสนุนการจัดการอาร์ดีเอฟโมเดลทั้งในหน่วยความจำ (Memory) และจากฐานข้อมูล (Database)
- ภาษาอาร์ดีคิวเอล (RDQL – Query Language) เป็นภาษาสำหรับการค้นหาคลาสหรืออินสแตนซ์ที่อธิบายโดยใช้อาร์ดีเอฟ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างซัพเจกต์ เพรดิเคทและออบเจกต์เป็นเงื่อนไขในการค้นหา ตัวอย่างการค้นหาซัพเจกต์ (http://www.w3.org/Home/Lassila) จากความสัมพันธ์กับเพรดิเคทและออบเจกต์ในรูปที่ 2.13 สามารถเขียนในรูปอาร์ดีคิวเอลได้ดังแสดงในรูปที่ 2.17 โดย ?X แทนสิ่งที่ต้องการหาซึ่งมีเพรดิเคทเป็น <http://description.org/schema#Creator> และมีออบเจกต์เป็น “Ora Lassila”

SELECT	?X
WHERE	(?X, < http://description.org/schema#Creator>, “Ora Lassila”)

รูปที่ 2.17 การใช้อาร์ดีคิวเอลเพื่อค้นหาในจีนา

2.1.2.4 โพรทีเจ (Protégé) [18]

โพรทีเจเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาออนโทโลยีและฐานความรู้ (Knowledge-based) โดยสนับสนุนการสร้างออนโทโลยีด้วยภาษา อาร์ดีเอฟ อาวล์ และเนื่องจากโพรทีเจได้นำไลบรารีของจีนามาใช้ ทำให้โพรทีเจรองรับการอนุมานโดยใช้กฎและการค้นหาโดยใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลได้นอกจากนี้ยังใช้งานได้ง่ายอีกด้วย

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำโพรทีเจมาใช้สร้างข้อกำหนดเชิงโครงสร้างและข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะที่นำเสนอไว้ในแบบจำลอง รวมถึงใช้เพื่อแสดงตัวอย่างการค้นหาบริการตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้างและคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 5

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Software Commerce Broker over the Internet [19]

งานวิจัยนี้ได้เสนอโครงสร้างของตัวกลางในการซื้อขายหรือแลกเปลี่ยน ส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต โดยตัวกลางจะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลของส่วนประกอบ ซอฟต์แวร์จากผู้ขายรายต่างๆ ตามรูปแบบของเอสซีแอล (SCL: Software Specification and Commerce Language) ซึ่งอธิบายคุณลักษณะต่างๆ ของส่วนประกอบซอฟต์แวร์และยังสามารถ แสดงพฤติกรรมของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงาน (Pre-Post Condition) ได้ด้วย แบบจำลองเมตาดาตา (Metadata-Model) ของเอสซีแอล ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักได้แก่

1. ส่วนพาณิชย์ (Commerce Part) อธิบายข้อมูลทางธุรกิจของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ซึ่ง ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ข้อมูลเกี่ยวกับการซื้อขาย และ ข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินส่วนประกอบซอฟต์แวร์โดยบุคคลที่สาม
2. ส่วนสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment Part) อธิบายสภาพแวดล้อมที่ ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ต้องการเพื่อให้ทำงานได้
3. ส่วนข้อกำหนดการทำงาน (Specification Part) อธิบายข้อมูลเชิงเทคนิคของส่วนประกอบ ซอฟต์แวร์ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดในการติดต่อกับส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อใช้งาน และรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของส่วนประกอบซอฟต์แวร์เช่น การอธิบายในรูปแบบ ของคลาส โดยใช้ยูเอ็มแอล
4. ส่วนการใช้งาน (Usage Part) อธิบายเกี่ยวกับการใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์

2.2.2 Development of XML-Based Software and Service Commerce Language XSCL and JavaBeans Player [20]

งานวิจัยนี้เป็นงานต่อเนื่องจากงานวิจัยในข้อ 2.2.1 โดยมีการพัฒนาเอสซีแอลซึ่ง เดิมอธิบายโครงสร้างของคำอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ด้วยสัญกรณ์พีเอ็นเอฟและใช้เอชทีเอ็มแอลในการแสดงผลบนอินเทอร์เน็ต มาใช้เอ็กซ์เอ็มแอลในการกำหนดโครงสร้างของคำอธิบายและการแสดงผลแทน โดยผลที่ได้คือเอ็กซ์เอสซีแอล (XSCL: Extensible Software Specification and Commerce Language) นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงแบบจำลองเมตาดาตาของเอสซีแอลให้มีความ สมบูรณ์มากขึ้น

งานวิจัยในข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 ได้แสดงให้เห็นประโยชน์ของเอสซีเอลและเอ็กซ์เอสซีเอลในการอธิบายคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ นอกจากนี้แบบจำลองเมตาดาตาของเอ็กซ์เอสซีเอลก็มีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่ง แต่งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้แสดงว่าแบบจำลองนี้มีที่มาอย่างไรหรือเพราะเหตุใดคุณลักษณะหนึ่งๆ ควรปรากฏอยู่ในแบบจำลอง อีกทั้งยังไม่ได้แสดงการประกาศคุณลักษณะ เช่น โครงสร้างคลาสของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในส่วนของการกำหนดการทำงานนั้นมีลักษณะอย่างไรและจะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้เอ็กซ์เอสซีเอลเป็นแบบอย่างในการสร้างแบบจำลองของคำอธิบายบริการแบบกระจาย โดยจะปรับปรุงให้มีข้อมูลคุณลักษณะที่จำเป็นอื่นๆ เพิ่มเติม พร้อมทั้งจะแสดงการใช้ประโยชน์จากการประกาศคุณลักษณะต่างๆ ด้วย

2.2.3 Discovering Web Services Using Behavioural Constraints and Ontology [21]

แนวคิดในงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการยกระดับคำอธิบายเว็บเซอร์วิสในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลโดยใช้ข้อสนเทศเชิงพฤติกรรมที่อ้างอิงออนโทโลยี เพื่อให้ผู้รับบริการสามารถค้นหาบริการได้โดยกำหนดข้อบังคับเชิงพฤติกรรม (Behavioral Constraint) ดังนี้

1. กำหนดอับเปอร์ออนโทโลยี (Upper Ontology) เพื่ออธิบายความสามารถ (Capability) ในเชิงพฤติกรรมของเว็บเซอร์วิสโดยอาศัย
 - การดำเนินการ (Operation)
 - ข้อมูลเข้า (Input)
 - ข้อมูลออกแบบมีเงื่อนไข (Conditional Output)
 - ข้อมูลออกแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Output)
 - เงื่อนไขก่อนการทำงาน (Precondition)
 - ผลกระทบแบบมีเงื่อนไข (Conditional Effect)
 - ผลกระทบแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Effect)
2. กำหนดแชร์ดออนโทโลยี (Shared Ontology) สำหรับเซอร์วิสโดเมน (Service Domain) ให้ผู้ให้บริการใช้อ้างอิงเพื่อโฆษณาบริการของตน
3. ในกรณีที่แชร์ดออนโทโลยีไม่ครอบคลุมรายละเอียดทั้งหมดที่ผู้ให้บริการต้องการโฆษณา ให้ผู้ให้บริการสามารถเพิ่มรายละเอียดที่ต้องการได้ โดยกำหนดโลคัลออนโทโลยี (Local Ontology) ที่รับ (Derive) จากแชร์ดออนโทโลยี

งานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอเฟรมเวิร์คสำหรับการโฆษณา (Advertising) และ การสอบถาม (Querying) เว็บเซอร์วิสโดยอาศัยข้อบังคับเชิงพฤติกรรมและกฎ (Rule-Based Reasoning) เพื่อตัดสินใจพฤติกรรมของบริการเมื่อมีเงื่อนไขบนข้อมูลออกหรือผลกระทบ

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำข้อสนเทศเชิงพฤติกรรมตามรูปแบบของงานวิจัยดังกล่าว มาใช้กับคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองของ คำอธิบายบริการ และจะนำแนวทางของเฟรมเวิร์คของการโฆษณาและค้นหาบริการที่งานวิจัย ดังกล่าวได้เสนอไว้ มาใช้แสดงตัวอย่างการใช้งานคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมด้วย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะเสนอแบบจำลองของคำอธิบายบริการในระบบกระจาย ซึ่งครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของบริการในแง่มุมต่างๆ โดยเน้นที่คุณลักษณะที่ไม่ขึ้นกับโดเมนของบริการ อันจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ โดย

- ผู้ให้บริการสามารถใช้แบบจำลองนี้เป็นแนวทางในการนำเสนอข้อมูลของบริการ ว่าควรนำเสนอข้อมูลในด้านใดบ้าง เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะสำคัญของบริการ และตรงตามที่คุณใช้บริการสนใจ โดยผู้ให้บริการสามารถเลือกระบุเฉพาะคุณลักษณะที่สอดคล้องกับบริการของตนได้
- ผู้ใช้บริการสามารถใช้แบบจำลองเป็นแนวทางในการค้นหาและเปรียบเทียบบริการได้ เนื่องจากผู้ให้บริการจะทราบว่าผู้ให้บริการจะระบุข้อมูลในด้านใดบ้าง ผู้ใช้บริการจึงสามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อให้การค้นหาบริการอยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้เจาะจงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดเวลาในการทำความเข้าใจกับคำอธิบายบริการ เนื่องจากคำอธิบายบริการต่างๆ อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ทำให้สามารถเลือกบริการได้รวดเร็วขึ้นและตรงตามความต้องการมากขึ้น

เพื่อให้แบบจำลองของคำอธิบายบริการในระบบกระจายสามารถใช้ประโยชน์ได้ดังที่กล่าวมา แบบจำลองจะต้องครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของบริการและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้บริการในการเลือกบริการมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจว่าคุณลักษณะใดบ้างที่ควรประกอบอยู่ในแบบจำลอง โดยแบ่งการสำรวจออกเป็น 3 ด้าน คือการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต การสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจคุณลักษณะของเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต

3.1 การสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยเลือกสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ร่วมกับการสำรวจคุณลักษณะของบริการต่างๆ เนื่องจากโดยนิยามแล้วส่วนประกอบซอฟต์แวร์คือหน่วยซอฟต์แวร์ที่มีการประกาศส่วนต่อประสานและการขึ้นต่อกันกับหน่วยซอฟต์แวร์อื่น โดยมักจะถูกนำไปเชื่อมต่อกับส่วนประกอบซอฟต์แวร์อื่นโดยบุคคลที่สามที่ไม่ใช่ผู้ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์นั้น [22] ดังนั้นจึงมีความคล้ายคลึงกับบริการในแง่ของความจำเป็นในการประกาศส่วนต่อประสานและความสามารถในการทำงานรวมทั้งคุณลักษณะอื่นๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ นอกจากนี้การสำรวจบริการต่างๆ ที่มีอยู่เช่น บนอินเทอร์เน็ตนั้น มีขอบเขต (Scope) ของปัญหาที่กว้างมาก อีก

ทั้งผู้ให้บริการแต่ละรายก็มีรูปแบบการโฆษณาบริการที่หลากหลายมาก รวมทั้งการสำรวจการประกาศบริการกับไต่เรกเทอรีที่เป็นมาตรฐานเช่น ยูดีดีไอของบริษัทไมโครซอฟท์ก็จะได้ว่าผู้ให้บริการต่างๆ จะถูกบังคับให้ประกาศบริการตามรูปแบบมาตรฐานซึ่งให้ข้อมูลเพียงหยาบๆ อยู่ในทางตรงกันข้ามธุรกิจซึ่งขายส่วนประกอบซอฟต์แวร์มีอยู่เป็นจำนวนมากและมีเป็นระยะเวลา นานพอสมควรแล้ว คำอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์แม้จะมีความหลากหลายอยู่ แต่ก็มี การประกาศที่ค่อนข้างเป็นระเบียบและให้ข้อมูลค่อนข้างมาก

ผู้วิจัยเห็นว่าการโฆษณาบริการก็จำเป็นต้องอธิบายข้อมูลในลักษณะเดียวกันกับการโฆษณาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ แม้ว่าบริการจะมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างออกไป ทำให้ ข้อมูลบางอย่างที่จำเป็นกับส่วนประกอบซอฟต์แวร์อาจไม่จำเป็นกับการโฆษณาบริการก็ได้เช่น ผู้ใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์จะต้องได้ตัวส่วนประกอบซอฟต์แวร์มาเพื่อใช้งาน จึงต้องมีข้อมูลที่ เกี่ยวกับการทำงานและการเรียกใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์อย่างละเอียด ต่างจากบริการซึ่ง เป็นการให้ผู้ใช้บริการส่งเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นเพื่อให้บริการทำงานตามที่ต้องการ โดยไม่ต้องนำ บริการมาติดตั้งเองเพื่อใช้งาน ดังนั้นผู้ใช้บริการจึงอาจไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับ กระบวนการทำงานที่ละเอียดมากนัก ดังนั้นข้อมูลสำคัญบางอย่างของส่วนประกอบซอฟต์แวร์เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการ วิธีการติดตั้ง ขนาด สภาพแวดล้อมในการทำงาน อาจเป็นเพียง ข้อมูลประกอบซึ่งไม่จำเป็นมากนักสำหรับคำอธิบายบริการ เป็นต้น

จากความคล้ายคลึงระหว่างส่วนประกอบซอฟต์แวร์และบริการ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการ ศึกษาคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ทั้งจากการสำรวจบนอินเทอร์เน็ตและสำรวจ จากงานวิจัยอื่นๆ จะเป็นประโยชน์ในการรวบรวมคุณลักษณะของบริการเพื่อแสดงไว้ในคำอธิบาย บริการ

ผู้วิจัยได้รวบรวมเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจส่วนประกอบซอฟต์แวร์บน อินเทอร์เน็ต โดยเว็บไซต์ที่สำรวจจะแยกประเภทได้เป็น 3 ประเภท[23] ดังนี้

1. เว็บไซต์ผู้ผลิต (Producer) เป็นเว็บไซต์ขององค์กรผู้ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์และทำ การจำหน่ายเอง
2. แคตตาล็อก (Catalogue) เป็นเว็บไซต์ขององค์กรที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบ ซอฟต์แวร์ และทำการเชื่อมโยงไปยังผู้จำหน่ายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ แต่ไม่ได้ทำการจำหน่ายเอง
3. เว็บไซต์ตัวกลาง (Intermediary) เป็นเว็บไซต์ขององค์กรที่เป็นตัวแทนจำหน่าย ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ขององค์กรผู้ผลิต

โดยเว็บไซต์ที่ทำการสำรวจเป็นผลจากสองงานวิจัย ได้แก่

- งานวิจัย [24] เป็นงานวิจัยที่ทำการรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่มีขายบนอินเทอร์เน็ต โดยเริ่มจากการค้นหาผู้จำหน่ายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้คีย์เวิร์ดซึ่งอยู่ในขอบเขตที่สนใจ เช่น software, component, reuse, ActiveX, Java, C/C++, CORBA เป็นต้น ป้อนเข้าโปรแกรมค้นหา ได้แก่ Lycos, FastSearch, AltaVista, Webcrawler, Magellan, NorthernLight, HotBot, InfoSeek, Yahoo, MetaCrawler, Google เป็นต้น รวมทั้งโปรแกรมค้นหาหลายๆ ตัวพร้อมกัน รวมถึงการประมวลผลโดยใช้ตัวดำเนินการ แต่ผลลัพธ์ที่ได้มีความหลากหลาย เช่น บทความ งานวิจัย ผู้จำหน่ายซอฟต์แวร์ทั่วไป ผู้จำหน่ายชิ้นส่วนอื่นๆ เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ ทำให้ได้รายชื่อกลุ่มประชากรที่สนใจน้อยมาก อย่างไรก็ตามในกลุ่มผลลัพธ์ที่ได้มีเว็บเพจซึ่งรวบรวมรายชื่อของผู้จำหน่ายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไว้ ซึ่งมักเป็นตัวแทนจำหน่ายหรือผู้เผยแพร่และสนับสนุนการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ จากการค้นหาข้างต้นพบเว็บไซต์ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำวิจัยต่อได้จำนวน 4 เว็บไซต์ ได้แก่

- www.componentsource.com - www.imagicom.com

- www.findcomponents.com - www.flashline.com

จากนั้นทำการสำรวจให้ได้เว็บไซต์ผู้ผลิตที่มีการบันทึกเข้าในเว็บไซต์ทั้งสิ้นอย่างน้อย 1 ครั้งมาใช้ โดยเหลืออยู่เป็นจำนวน 54 เว็บไซต์ เมื่อรวมกับเว็บไซต์ตัวกลางดังกล่าวอีก 4 เว็บไซต์ จึงได้เว็บไซต์จากงานวิจัย [24] เพื่อใช้สำรวจรูปแบบการประกาศส่วนประกอบซอฟต์แวร์เป็นจำนวน 58 เว็บไซต์

- งานวิจัย [25] เป็นงานวิจัยที่ทำการรวบรวมเว็บไซต์ผู้ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงแนวทางการสืบค้นแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับรวบรวมยูอาร์แอลและเว็บไซต์ของบริษัทที่ทำธุรกิจด้านส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ในตลาด โดยทำการค้นหาด้วยเครื่องค้นหา (Search Engine) โดยใช้คำหลักคือ “Software Component” และ “Component Software” เป็นคำเริ่มต้น จากนั้นทำการดาวน์โหลดเว็บเพจมาเพื่อหาค่าในเมตาแทก (Meta Tag) ซึ่งเป็นคำสั่งของภาษาเอชทีเอ็มแอล ที่ใช้เก็บส่วนที่เป็นรายละเอียดของเว็บเพจและเป็นส่วนที่เครื่องค้นหาใช้ในการค้นหาเว็บเพจ จากนั้นจึงนำค่าในเมตาแทกที่เก็บได้มาเป็นคำหลักในการค้นหาเว็บเพจต่อไป จนกว่าจะไม่มีเว็บเพจใหม่ๆ เพิ่มขึ้นหรือไม่พบ

คำใหม่จากเมตาแท็กอีก จากนั้นทำการคัดแยกเว็บไซต์ที่ค้นพบแต่ไม่เกี่ยวข้องกับธุรกิจส่วนประกอบซอฟต์แวร์ออกไป ภายหลังจากการคัดแยกจะเหลือเว็บไซต์ผู้จำหน่ายอยู่ 5,467 เว็บไซต์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเว็บไซต์ผู้จำหน่ายที่มีจำนวนเว็บเพจภายในมากที่สุด 50 อันดับแรกมาทำการสำรวจ โดยมีแนวคิดที่ว่าเว็บไซต์ที่มีจำนวนเว็บเพจเยอะจะมีจำนวนส่วนประกอบซอฟต์แวร์มาก รวมถึงมีคุณลักษณะที่ครอบคลุมข้อมูลในแง่มุมต่างๆ ของส่วนประกอบซอฟต์แวร์เหล่านั้นด้วย

เมื่อได้เว็บไซต์ทั้งหมด 108 เว็บไซต์จากงานวิจัย [24] และ [25] ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลในเว็บไซต์ดังกล่าวในช่วงวันที่ 25 พฤษภาคม-5 มิถุนายน พ.ศ.2545 และได้ทำการคัดแยกเว็บไซต์ที่ซ้ำกัน เว็บไซต์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับธุรกิจส่วนประกอบซอฟต์แวร์ เว็บไซต์ที่ปิดหรือปรับปรุงอยู่หรือมีการรวมตัวกัน และเว็บไซต์ที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากใช้ภาษาอื่นนอกจากภาษาไทยและอังกฤษ ในที่สุดได้เว็บไซต์ที่ใช้ในการสำรวจคุณลักษณะที่ใช้อธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์จำนวน 67 เว็บไซต์

การสำรวจคุณลักษณะที่ใช้อธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากเว็บไซต์ดังกล่าว ทำโดยการสุ่มข้อมูลส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากแต่ละเว็บไซต์ขึ้นมาเว็บไซต์ละ 3 ส่วนประกอบซอฟต์แวร์แล้วพิจารณาเพื่อสังเกตรูปแบบการนำเสนอข้อมูลและคุณลักษณะที่ใช้อธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ จากการสำรวจพบว่าการโฆษณาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในหลายรูปแบบตามแต่ที่ผู้ขายต้องการจะนำเสนอ ทำให้เกิดความแตกต่างกันทั้งรูปแบบในการโฆษณาและข้อมูลที่โฆษณา แต่ก็มีข้อมูลส่วนหนึ่งที่พบในการโฆษณาของผู้ขายส่วนใหญ่ ซึ่งหมายถึงผู้ขายให้ความสำคัญแก่ข้อมูลกลุ่มนี้มากเป็นพิเศษ ผลจากการสำรวจคุณลักษณะเบื้องต้นแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1

จากการสำรวจพบว่าทั้งเว็บไซต์ผู้ผลิต แคตตาล็อก และเว็บไซต์ตัวกลางอาจมีการซ้อนเหลื่อม (Overlap) กันได้ กล่าวคือ มีเว็บไซต์ตัวกลางบางแห่งซึ่งนอกจากจะเป็นตัวแทนจำหน่ายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ขององค์กรผู้ผลิตอื่นแล้ว ยังจำหน่ายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นเองอีกด้วย ดังนั้นนอกจากจะเป็นเว็บไซต์ตัวกลางแล้วยังเป็นเว็บไซต์ผู้ผลิตในเวลาเดียวกันอีกด้วย

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะทั่วไปในคำอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่พบจากการสำรวจเว็บไซต์

ลำดับ	คุณลักษณะ	คำอธิบาย
1	About Company (94%)	ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์ เช่น Status, Certification, Success Stories
2	Award (17%)	รางวัลที่ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ได้รับ
3	Case Study (20%)	กรณีศึกษาในการใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์
4	Comment/Feedback (44%)	ความคิดเห็นจากลูกค้าที่ซื้อส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไปใช้แล้ว
5	Company Name (100%)	ชื่อของบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์
6	Compatibility/Inteграtion (21%)	ความสามารถในการทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์อื่น
7	Component Name (100%)	ชื่อของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
8	Demo (65%)	ตัวอย่างของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ให้ทดลองใช้
9	Development Environment (41%)	เครื่องมือที่ใช้สร้างหรือพัฒนาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ เช่น เฟรมเวิร์ค และภาษาที่ใช้พัฒนา
10	FAQ (35%)	คำถามที่ถามบ่อยและคำตอบ
11	Feature/Function and Data (98%)	ฟังก์ชันของส่วนประกอบซอฟต์แวร์และข้อมูลที่ใช้
12	License Agreement (71%)	ข้อตกลงเกี่ยวกับสิทธิ์การใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ เช่น การใช้เพื่อธุรกิจ การใช้เพื่อการศึกษา
13	Manual (26%)	คู่มือการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ให้ความช่วยเหลือ
14	Order form (79%)	แบบฟอร์มการสั่งซื้อ ซึ่งระบุรายละเอียดวิธีการชำระเงิน และการส่งมอบส่วนประกอบซอฟต์แวร์
15	Overview (100%)	ลักษณะการทำงานและประโยชน์จากการใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์
16	Platform (98%)	แพลตฟอร์มหรือระบบปฏิบัติการที่ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ต้องการ
17	Price (90%)	ราคาของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
18	Reference Customer (23%)	รายชื่อของลูกค้าที่ซื้อส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไปใช้แล้ว
19	Requirement (59%)	ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ต้องการ
20	Reseller (14%)	ตัวแทนจำหน่ายของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
21	Review (17%)	ความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากบุคคลที่สาม เช่น องค์กรกลาง หรือ นิตยสาร
22	Sample/Tutorials (23%)	ข้อมูลแนะนำวิธีใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์
23	Screen Shot (42%)	ภาพส่วนต่อประสานผู้ใช้ของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
24	Size (12%)	ขนาดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
25	Source Code (5%)	โปรแกรมต้นฉบับของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
26	Support Mail (92%)	ที่อยู่เพื่อติดต่อสอบถามเกี่ยวกับการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์
27	Support E-Mail (52%)	อีเมลเพื่อติดต่อสอบถามเกี่ยวกับการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์
28	Support Tel./Fax. (82%)	โทรศัพท์หรือโทรสารเพื่อติดต่อสอบถามเกี่ยวกับการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์
29	Support Web Site (89%)	เว็บไซต์เพื่อติดต่อสอบถามเกี่ยวกับการใช้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์
30	Upgrade/Path (38%)	โปรแกรมสำหรับอัปเดตหรือแก้ไขความผิดพลาดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
31	Version (90%)	เวอร์ชันของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
32	Web Board (22%)	กระดานข่าวของผู้ใช้งานส่วนประกอบซอฟต์แวร์
33	White Paper (18%)	เอกสารอธิบายการทำงานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะทั่วไปในคำอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่พบจากการสำรวจเว็บไซต์ และความถี่ที่พบคิดเป็นร้อยละของจำนวนเว็บไซต์ที่สำรวจทั้งหมด เราสามารถจัดกลุ่มของข้อมูลเหล่านี้ตามแง่มุมในการอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ได้ดังนี้

- ข้อมูลฟังก์ชันการทำงาน (Function Information) คือข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับการทำงานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ เช่น ชื่อ (Name) รุ่น (Version) ลักษณะการทำงาน (Feature)
- ข้อมูลผู้ให้บริการ (Provider Information) คือข้อมูลของผู้ผลิต/ขาย เช่น ชื่อ (Name) ที่อยู่ (Address)

- ข้อมูลการซื้อขาย (Purchasing Information) คือข้อมูลเกี่ยวกับการซื้อขาย เช่น ราคา (Price) ใบอนุญาต (License)
- ข้อมูลการสนับสนุนด้านเทคนิค (Technical Support Information) คือข้อมูลเกี่ยวกับการช่วยเหลือหากมีปัญหาในการใช้งาน เช่น บุคลากรสนับสนุน (Support Person/Team) ที่อยู่ (Support Address) คำถามที่ถูกลืมบ่อยและคำตอบ (FAQ)
- ข้อมูลจูงใจ (Incentive Information) คือข้อมูลอื่นที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการ เช่น รางวัลที่ได้รับ (Award) ลูกค้าอ้างอิง (Reference Customer) ผลการประเมิน (Review)

ความถี่ที่พบคุณลักษณะเป็นข้อมูลหนึ่งซึ่งแสดงถึงการให้ความสำคัญของผู้ประกาศต่อคุณลักษณะนั้นๆ โดยคุณลักษณะที่พบบ่อยที่สุด 5 อันดับได้แก่

1. ชื่อบริษัท (Company Name) พบใน 67 ไซต์ พบได้มากเพราะเป็นข้อมูลสำคัญตัวหนึ่งที่บอกถึงที่มาของส่วนประกอบซอฟต์แวร์และสื่อถึงความน่าเชื่อถือของบริษัทและของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ด้วย
2. ชื่อส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (Component Name) พบใน 67 ไซต์ พบได้มากเพราะเป็นข้อมูลสำคัญที่บ่งชี้ว่าเป็นส่วนประกอบซอฟต์แวร์อะไร
3. ภาพรวม (Overview) พบใน 67 ไซต์ พบได้มากเพราะเป็นข้อมูลที่อธิบายถึงลักษณะการทำงานและประโยชน์จากส่วนประกอบซอฟต์แวร์อย่างคร่าวๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว
4. ฟังก์ชันการทำงาน (Feature/Function and Data) พบใน 65 ไซต์ พบได้มากเพราะเป็นข้อมูลสำคัญที่อธิบายการทำงานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์
5. แพลตฟอร์ม (Platform) พบใน 65 ไซต์ พบได้มากเพราะเป็นข้อมูลสำคัญที่แสดงว่าส่วนประกอบซอฟต์แวร์สามารถทำงานบนแพลตฟอร์มอะไรและสอดคล้องกับที่ผู้ใช้ต้องการหรือไม่

คุณลักษณะที่พบได้น้อยที่สุด 5 อันดับได้แก่

1. รหัสต้นฉบับ (Source Code) พบใน 3 ไซต์ พบได้น้อยเพราะส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่ไม่เปิดเผยในเชิงธุรกิจและไม่จำเป็นต้องทราบในการใช้งาน
2. ขนาด (Size) พบใน 8 ไซต์ เป็นข้อมูลหนึ่งที่สามารถระบุได้ใน 2 รูปแบบ คือ ระบุขนาดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์โดยตรง หรือระบุเป็นพื้นที่ที่ต้องการเพื่อให้ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ทำงานได้ ซึ่งเป็นข้อมูลหนึ่งที่รวมอยู่ในคำอธิบายของความต้องการ (Requirement) โดยที่ทั้งสองต่างก็สื่อถึงข้อมูลตัวเดียวกัน แต่จากการสำรวจพบว่ามีการระบุขนาดทั้งสองรูปแบบ แล้วแต่ที่ผู้ประกาศแต่ละรายจะระบุไว้ในส่วนใด ซึ่งส่วนใหญ่แล้วผู้ประกาศจะไม่ให้ความสำคัญกับข้อมูลนี้มากนัก ทำให้มักถูกระบุรวมไว้ในคำอธิบายความต้องการของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ แต่เนื่องจากการสำรวจไม่นับรวมข้อมูลแฝงในคุณลักษณะอื่นเป็นความถี่ในการพบคุณลักษณะนั้นๆ ทำให้ขนาดซึ่งมักเป็นข้อมูลแฝงในคุณลักษณะอื่นจึงพบได้น้อย
3. ตัวแทนจำหน่าย (Reseller) พบใน 9 ไซต์ ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ที่มีข้อมูลในส่วนนี้มักเป็นส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมมากในวงกว้าง จึงมีตัวแทนจำหน่ายขึ้นเพื่อให้จัดจำหน่ายได้สะดวกกับผู้ใช้แต่ละกลุ่ม ดังนั้นส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ไม่ได้รับความนิยมมากนักซึ่งมีจำนวนมากจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายจึงไม่ระบุข้อมูลในส่วนนี้
4. บทวิจารณ์ (Review) พบใน 11 ไซต์ พบได้น้อยโดยเป็นข้อมูลหนึ่งที่มีผลทางจิตวิทยาในการเลือกส่วนประกอบซอฟต์แวร์ของผู้ใช้ แต่กลับไม่มีข้อมูลในส่วนนี้มากนัก อาจเป็นเพราะการจะทำให้บทวิจารณ์มีความน่าเชื่อถือนั้นจะต้องอาศัยบทวิจารณ์ที่มีชื่อเสียง ทำให้ขั้นตอนเพื่อให้ได้บทวิจารณ์มามีความยุ่งยากและอาจไม่คุ้มค่ากับผลที่ได้ รวมทั้งการวิจารณ์ส่วนประกอบซอฟต์แวร์อาจทำได้ไม่ทั่วถึงเมื่อเทียบกับปริมาณส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่มีจำหน่ายอยู่เป็นจำนวนมาก

5. รางวัล (Award) พบใน 11 ไซต์ พบได้น้อยเพราะรางวัลที่เกี่ยวกับ ส่วนประกอบซอฟต์แวร์มีจำนวนน้อย ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ที่ไม่ได้รับรางวัลจึงไม่แสดงข้อมูลส่วนนี้

จะสังเกตได้ว่าคุณลักษณะที่พบมากจะเป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกลักษณะการทำงาน และการนำส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไปใช้เป็นหลัก ซึ่งเป็นรายละเอียดที่ผู้ขายให้ความสำคัญมาก ส่วนคุณลักษณะที่พบน้อย จะเป็นคุณลักษณะที่ผู้ขายเห็นว่าเป็นข้อมูลประกอบหรืออาจเป็นคุณลักษณะที่สำคัญ แต่ผู้ขายไม่มีข้อมูลในส่วนนั้น

การที่ข้อมูลตัวเดียวกันแต่สามารถระบุไว้ในหลายที่ ตามแต่รูปแบบการประกาศของผู้ประกาศแต่ละรายอย่างเช่นในกรณีของขนาดนั้น เป็นสาเหตุหนึ่ง que เพิ่มความยุ่งยากในการพิจารณาข้อมูลของผู้ใช้

จากการสำรวจทำให้สามารถรวบรวมชุดของคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่สามารถนำไปปรับใช้เป็นคุณลักษณะของบริการได้ในระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากชุดของคุณลักษณะนี้เป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญในมุมมองของผู้ขายเท่านั้น จึงต้องทำการสำรวจคุณลักษณะที่มีความสำคัญในแง่มุมอื่นอีก

3.2 การสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากบทความและผลงานทางวิชาการต่างๆ พบว่างานวิจัยเหล่านั้นกำหนดชุดของคุณลักษณะเพื่ออธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในหลายจุดประสงค์ ส่วนใหญ่มีจุดประสงค์ทางด้านเทคนิคมากกว่าทางธุรกิจ โดยในหัวข้อนี้จะแสดงเฉพาะบทความและผลงานทางวิชาการที่มีคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ซึ่งมีแง่มุมในการอธิบายส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่น่าสนใจและแตกต่างจากงานอื่นๆ ได้แก่

งานวิจัย [26] กล่าวถึงการออกแบบคลังส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งต้องระบุข้อมูลของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ โดยที่คุณลักษณะบางส่วนจะอิงกับมาตรฐานของบริษัทไอบีเอ็มทำให้เข้าใจได้ยากสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับมาตรฐานเหล่านั้น แต่ก็เป็นงานวิจัยที่ให้แนวคิดในการระบุชุดคุณลักษณะอย่างเป็นระบบ คุณลักษณะที่น่าสนใจคือ แอปพลิเคชันโดเมน (Application Domain) ซึ่งบอกถึงโดเมนการทำงานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์

งานวิจัย [27] ได้เสนอการระบุข้อมูลของส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ในลักษณะของการบรรยายเป็นประโยคที่มีรูปแบบคือ “A (Computer Language) (Component Type) for (Domain) that provide (Function) on (Data) data. Runs on (Operating System). Includes (Element,...,Element). Contact (Contact).” ชุดคุณลักษณะนี้มีจุดเด่นที่ง่ายต่อการเขียนและการทำความเข้าใจ แต่เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนน้อย จึงอาจทำให้ผู้ซื้อได้รับข้อมูลไม่เพียงพอในการตัดสินใจ แต่จะเห็นว่าได้มีการระบุคุณลักษณะประกอบ เช่น การติดต่อ (Contact) ที่บอกวิธีการติดต่อไปยังผู้ผลิต และ องค์ประกอบ (Element) ซึ่งระบุข้อมูลเสริมเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไว้

งานวิจัย [28] ได้เสนอแบบจำลองเมตาดาตาที่ใช้ในการอธิบายรายละเอียดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ โดยข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในการเลือกกลุ่มของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานเข้ากันได้ดีที่สุด (Compatible) ตามลักษณะการทำงานที่ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ต้องการ โดยภายในเมตาดาตามีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่มตามจุดมุ่งหมายในการให้ข้อมูลได้แก่

1. ข้อมูลทั่วไป (General Information) เป็นข้อมูลพื้นฐานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย ชื่อ (Name) รุ่น (Version) ผู้ขาย (Vendor) แพลตฟอร์ม (Platform) ฟังก์ชันการทำงาน (Function) เฟรมเวิร์ค (Framework) ภาษาที่ใช้พัฒนา (Language) เนื้อที่ที่ใช้ (Space_Requirement) โดเมน (Domain) คำหลัก (Keywords) ส่วนต่อประสาน (GUI) ราคา (Cost) ใบอนุญาต (License) และภาษาที่รองรับ (Language_Support) โดยผู้ขายมีข้อมูลซึ่งประกอบด้วย ชื่อ (Name) โทรศัพท์ (Phone) ที่อยู่ (Address) ยูอาร์แอล (URL) และ การติดต่อ (Contact) ส่วนภายในที่อยู่ประกอบด้วย ถนน (Street) เมือง (City) รัฐ (State) และ รหัสไปรษณีย์ (Zip)
2. ข้อมูลโพรโทคอล (Protocol Information) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการติดต่อระหว่างส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อทำงานร่วมกัน ประกอบด้วย ชื่อโพรโทคอล (Name) รุ่น (Version) และ ผู้ให้บริการ (Provider) โดยผู้ให้บริการประกอบด้วยคุณลักษณะเช่นเดียวกับผู้ขายในข้อแรก
3. ข้อมูลความมั่นคง (Security Information) เป็นข้อมูลด้านความมั่นคงของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในการทำงานร่วมกับส่วนประกอบซอฟต์แวร์อื่น ประกอบด้วย การทำให้เป็นความลับ (Confidentiality) การพิสูจน์ทราบตัวตน (Authentication)

และ การป้องกันการปฏิเสธ (Nonrepudiation) โดยแต่ละคุณลักษณะประกอบด้วย ข้อมูลกลไก (Mechanism) และผู้ให้บริการ (Provider) โดยที่ผู้ให้บริการประกอบด้วย คุณลักษณะเช่นเดียวกับผู้ขายในข้อแรก

งานวิจัย [29] ได้เสนอแนวความคิดในการให้ผู้มีส่วนประกอบซอฟต์แวร์สามารถทดสอบส่วนประกอบซอฟต์แวร์ก่อนตัดสินใจซื้อ ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้ใช้เข้าใจการทำงานของส่วนประกอบซอฟต์แวร์แล้วยังช่วยให้ผู้ใช้ประเมินความเสี่ยงในการนำส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไปใช้ร่วมกับส่วนประกอบอื่นในระบบได้อีกด้วย งานวิจัยดังกล่าวเสนอให้ผู้พัฒนาหรือผู้ผลิตส่วนประกอบซอฟต์แวร์ระบุข้อกำหนดการทดสอบ (Test Specification) ของส่วนประกอบซอฟต์แวร์เป็นข้อมูลหนึ่งในการโฆษณาด้วย โดยข้อกำหนดการทดสอบควรมีมาตรฐานเดียวกันเพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการทดสอบส่วนประกอบซอฟต์แวร์ งานวิจัยดังกล่าวจึงเสนอให้เขียนข้อกำหนด ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งภายในข้อกำหนดการทดสอบประกอบด้วย

- โอเปอเรเตอร์ (Operator) เป็นส่วนที่อธิบายการทดสอบส่วนหนึ่งๆ ซึ่งจะมีการเรียกใช้การทำงานในส่วนดังกล่าวและเก็บผลลัพธ์ที่ได้
- เทสต์กรุป (Test Group) เป็นที่เก็บข้อกำหนดการทดสอบสำหรับเมธอด (Method) แต่ละตัวภายในคลาสของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ อาจประกอบด้วย โอเปอเรเตอร์หลายๆ ตัว
- เทสต์เซต (Test Set) เป็นที่เก็บข้อกำหนดการทดสอบสำหรับแต่ละคลาสของส่วนประกอบซอฟต์แวร์อาจประกอบด้วยเทสต์กรุปหลายๆ ตัว

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบส่วนประกอบซอฟต์แวร์ได้ตามข้อกำหนดการทดสอบ งานวิจัยดังกล่าวได้สร้างตัวทดสอบ (Test-Pattern Verifier) เพื่อให้ทำหน้าที่ทดสอบส่วนประกอบซอฟต์แวร์ตามข้อกำหนดการทดสอบที่เขียนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์พร้อมกับเก็บผลลัพธ์และแสดงให้ผู้ใช้ทราบ

งานวิจัย [19], [20] ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 ได้เสนอแบบจำลองคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ซึ่งครอบคลุมรายละเอียดมากพอสมควร และสามารถนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองของคุณลักษณะสำหรับบริการได้

กล่าวโดยรวมแล้วงานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นอธิบายคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ในเชิงเทคนิคและการพัฒนามากกว่าเพื่อประโยชน์ในเชิงธุรกิจ อย่างไรก็ตาม

ตาม คุณลักษณะส่วนใหญ่ก็มีประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกบริการของผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมา คัดเลือกเพื่อใช้ในแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการในหัวข้อที่ 3.4

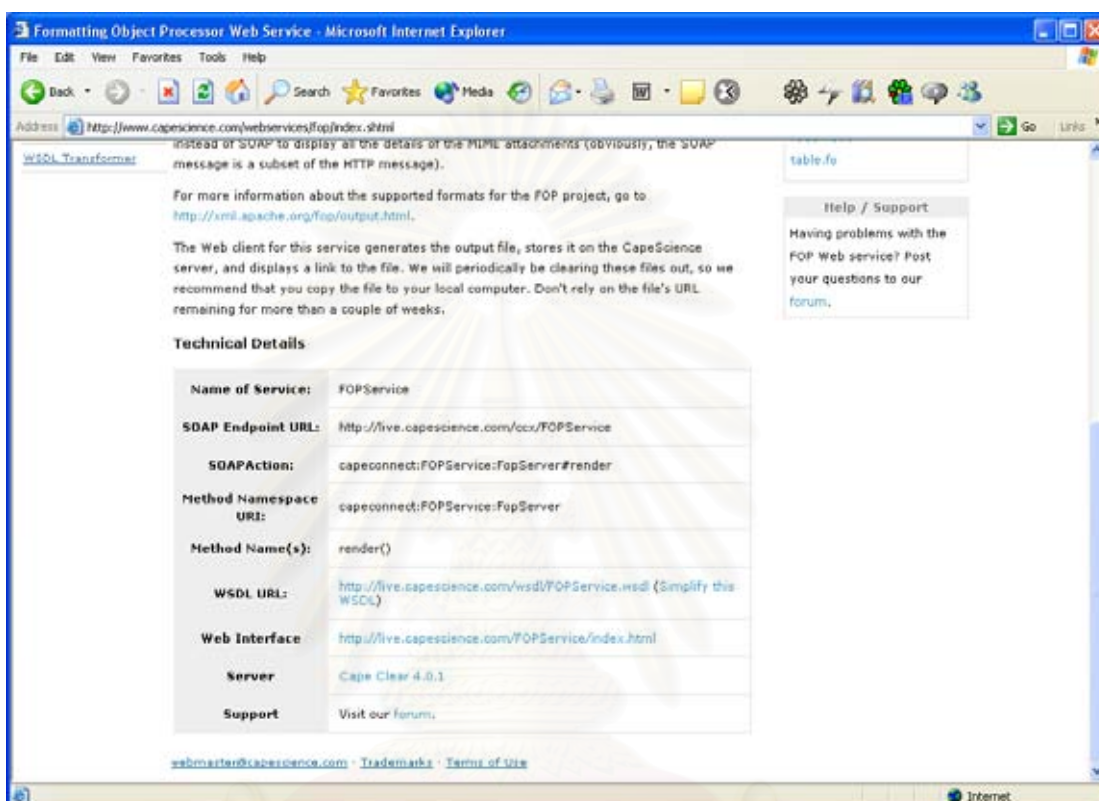
3.3 การสำรวจคุณลักษณะของเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต

ในปัจจุบันมีผู้ให้บริการในลักษณะของเว็บเซอร์วิสเพิ่มมากขึ้น การประกาศเว็บ เซอร์วิสสามารถทำได้หลายรูปแบบ นอกจากจะประกาศผ่านยูดีดีไอแล้ว ผู้ให้บริการสามารถ ประกาศเว็บเซอร์วิสของตนผ่านเว็บไซต์ตัวกลางต่างๆ ซึ่งมีอยู่ไม่น้อยในปัจจุบัน เว็บไซต์ตัวกลาง เหล่านี้มักจะมีรูปแบบในการประกาศบริการเป็นของตนเองและแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ใน การนำเว็บเซอร์วิสไปใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาหรือประโยชน์ทาง ธุรกิจ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจวิธีการประกาศบริการจากเว็บไซต์ต่างๆ ในอินเทอร์เน็ต เพื่อ รวบรวมคุณลักษณะที่ใช้จริงในการอธิบายบริการ อันจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการเสนอ แบบจำลองของคำอธิบายบริการ โดยเว็บไซต์ที่ผู้วิจัยทำการสำรวจมีทั้งหมด 4 เว็บไซต์ ประกอบด้วย 3 เว็บไซต์ตัวกลางและอีกหนึ่งเว็บไซต์เพื่อการศึกษาและพัฒนาเว็บเซอร์วิส อันได้แก่

3.3.1 เว็บไซต์ <http://www.capescience.com> เป็นชุมชนของผู้พัฒนาเว็บ เซอร์วิส มีจุดประสงค์เพื่อการพัฒนาเว็บเซอร์วิส มีบริษัทที่ให้ความร่วมมือทางเทคโนโลยีจำนวนมาก ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาที่หลากหลาย เช่น จาวา คออร์บาและดอทเน็ต (.NET) ภายใน เว็บไซต์มีทั้งเว็บเซอร์วิสที่ CapeScience ให้บริการเองและเว็บเซอร์วิสของผู้ให้บริการรายอื่นที่มา ประกาศรวมอยู่ด้วย โดยคำอธิบายบริการสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.1

1. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับบริการ เป็นการบรรยายถึงคุณลักษณะพื้นฐานของบริการ เช่น ความสามารถในการทำงานของบริการ วิธีการใช้งาน ผู้พัฒนาบริการ เป็นต้น โดยจะ ใช้การบรรยายเป็นหลัก
2. ข้อมูลด้านเทคนิค จะบอกถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานบริการในเชิงเทคนิค แบ่ง ออกเป็นคุณลักษณะต่างๆ ของบริการ ประกอบด้วย
 - ชื่อของบริการ (Name of Service)
 - ยูอาร์แอลของโพรโทคอลSOAP (SOAP Endpoint URL)
 - การกระทำของโพรโทคอลSOAP (SOAP Action)
 - ยูอาร์ไอของเนมสเปซของเมธอด (Method Namespace URI)
 - ชื่อเมธอด (Method Name)

- ยูอาร์แอลของดับเบิลยูเอสดีแอล (WSDL URL)
- ส่วนต่อประสานของเว็บ (Web Interface)
- เซิร์ฟเวอร์ (Server)
- ส่วนช่วยเหลือ (Support)



รูปที่ 3.1 คำอธิบายบริการของ CapeScience

คำอธิบายบริการส่วนใหญ่จะเน้นให้ประโยชน์ในการเรียนรู้และพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำงานกับเว็บเซอร์วิสมากกว่าประโยชน์ในทางธุรกิจ ดังนั้นข้อมูลเชิงเทคนิคบางอย่างจึงถูกเน้นเป็นพิเศษ เช่น การกระทำของไพโรโทคอลโซฟ ยูอาร์แอลของเนมสเปซของเมธอด ชื่อเมธอด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้ถูกแสดงไว้ในส่วนของเอกสารดับเบิลยูเอสดีแอลอยู่แล้ว

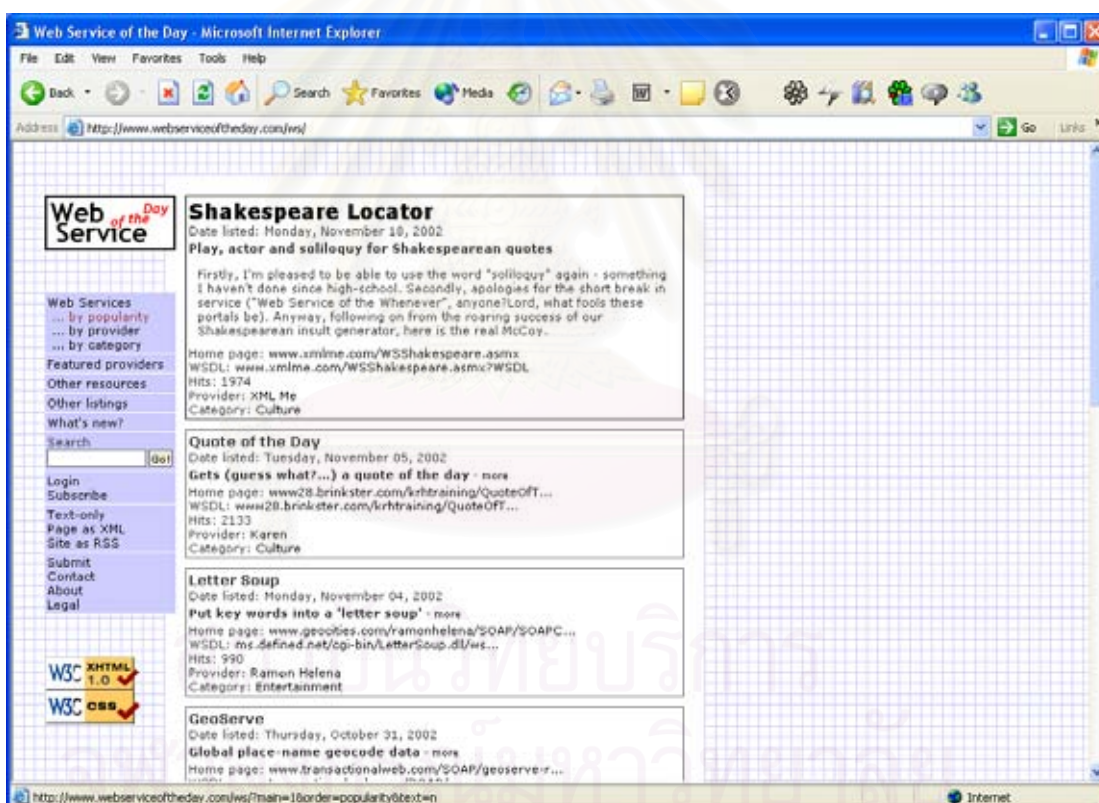
3.3.2 เว็บไซต์ <http://www.webserviceoftheday.com/ws> เป็นเว็บไซต์ตัวกลางที่รวบรวมบริการจากผู้ให้บริการหลายเจ้า มีการแบ่งประเภทของบริการออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. ด้านวัฒนธรรม (Culture)
2. ด้านธุรกิจ (Business)
3. ด้านบันเทิง (Entertainment)
4. ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)

5. ด้านเทคโนโลยี (Technology)

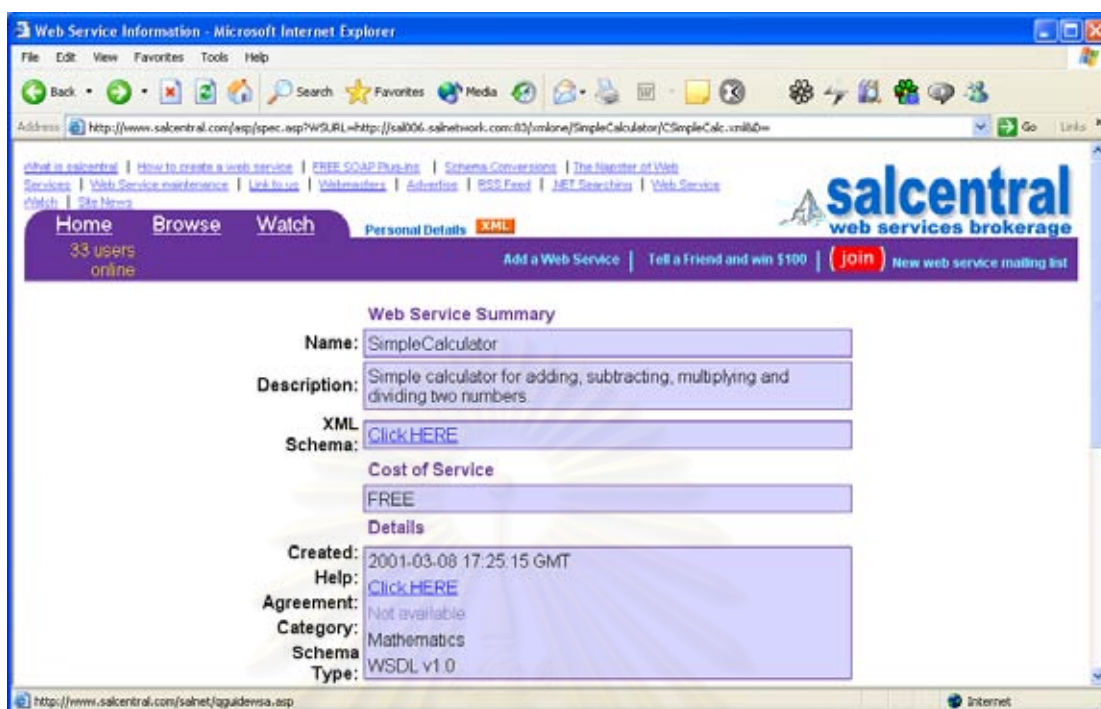
คำอธิบายของบริการดังแสดงในรูปที่ 3.2 ประกอบด้วย

- ชื่อของบริการ (Name)
- วันที่ประกาศบริการ (Date list)
- คำบรรยายเกี่ยวกับความสามารถของบริการ (Description)
- ยูอาร์แอลของโฮมเพจของบริการ (Home page)
- ยูอาร์แอลของเอกสารดับเบิลยูเอสดีแอล (WSDL)
- จำนวนผู้ใช้บริการ (Hits)
- ผู้ให้บริการ (Provider)
- ประเภทของบริการ (Category)



รูปที่ 3.2 คำอธิบายบริการของ WebServiceOfTheDay

3.3.3 เว็บไซต์ <http://www.salcentral.com> เป็นเว็บไซต์ตัวกลางที่มีบริการจำนวนมากจากผู้ให้บริการหลายเจ้า โดยแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่



รูปที่ 3.3 คำอธิบายบริการของ SalCentral

- รายละเอียดโดยสรุปของเว็บเซอร์วิส (Web Service Summary) แสดงไว้ในรูปที่ 3.3 ประกอบด้วย
 - ชื่อบริการ (Name)
 - คำบรรยายรายละเอียดของบริการ (Description)
 - เอ็กซ์เอ็มแอลสกีมา (XML Schema)
 - ค่าใช้บริการ (Cost of Service)
 - วันที่ประกาศบริการ (Created)
 - ข้อมูลช่วยเหลือ (Help)
 - ข้อตกลงในการใช้งาน (Agreement)
 - ประเภทของบริการ (Category)
 - รูปแบบของสกีมาของเอกสารดับเบิลยูเอชดีแอล (Schema Type)
- ข้อสังเกต (Notes) ประกอบด้วย
 - ชื่อบริการ (Name)
 - ข้อสังเกต (Notes) บอกรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้บริการ
 - สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Environment) ประกอบด้วย
 - ระบบปฏิบัติการ (OS)
 - ภาษา (Language)

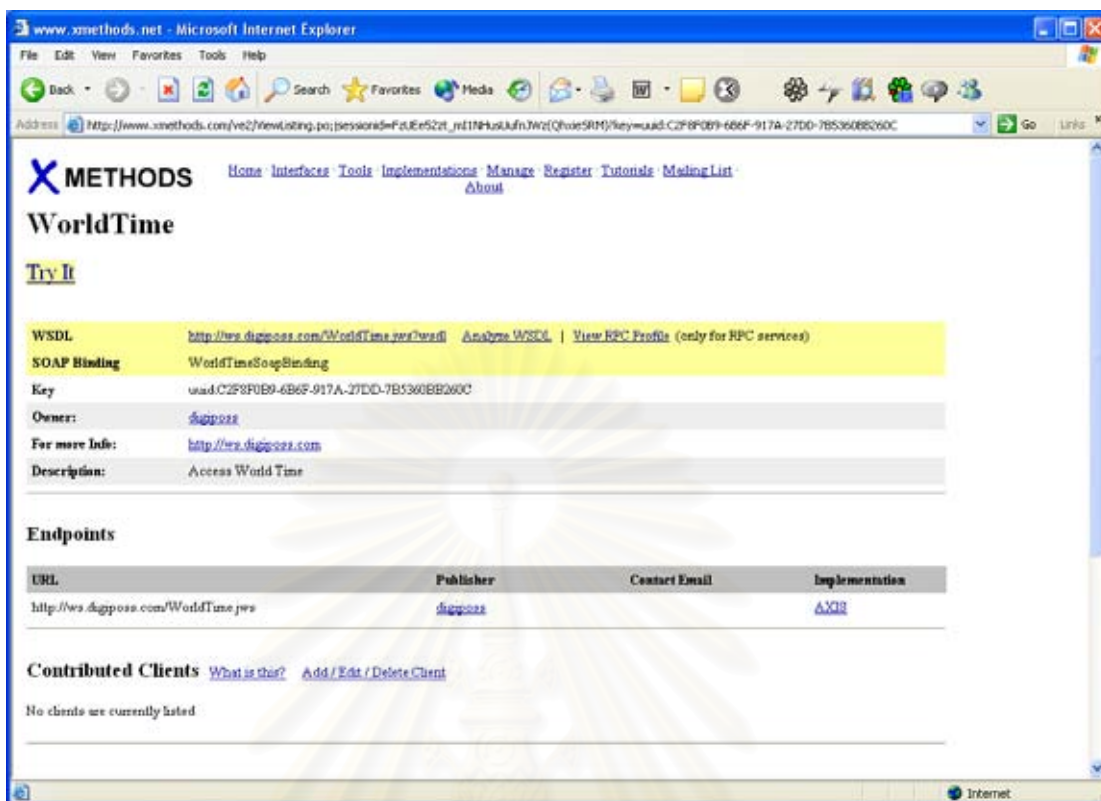
- เซิร์ฟเวอร์ของโซฟ (SOAP Server)
- ข้อมูลด้านความมั่นคง (Security)
- การเข้ารหัส (Encryption)
- ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้บริการ (Distributor)
 - ชื่อ (Name)
 - คำบรรยายเกี่ยวกับผู้ให้บริการ (Description)
 - ยูอาร์แอลของโฮมเพจของบริการ (Home Page)
 - ประเทศ (Country)
 - ชื่อที่ใช้ติดต่อ (Contact Name)
 - บทบาทการติดต่อ (Contact Role)
 - อีเมลที่ใช้ติดต่อ (Contact Email)
 - โทรศัพท์ที่ใช้ติดต่อ (Contact Phone)
 - แฟกซ์ที่ใช้ติดต่อ (Contact Fax)
 - ยูอาร์แอลที่ใช้ติดต่อ (Contact URL)

3. บทวิจารณ์ (Reviews)

- ผู้วิจารณ์ (Reviewer)
- เวลาที่วิจารณ์ (Reviewed)
- ข้อความ (Subject)

3.3.4 เว็บไซต์ <http://www.xmethods.com> เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการเองและรวบรวมบริการจากผู้ให้บริการรายอื่นอีกจำนวนหนึ่ง คำอธิบายบริการแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 คำอธิบายบริการของ Xmethods

- ชื่อบริการ (Name)
- ยูอาร์แอลของเอกสารดับเบิลยูเอสดีแอล (WSDL)
- โซฟไบนด์ิง (SOAP Binding)
- รหัสของบริการ (Key)
- ผู้ให้บริการ (Owner)
- แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับบริการ (For more information) แสดงเว็บไซต์ของผู้ให้บริการ
- คำบรรยายบริการอย่างย่อ (Description)
- ยูอาร์แอลของบริการ (URL)
- ผู้ประกาศบริการ (Publisher)
- อีเมลล์สำหรับติดต่อ (Contact Email)
- เทคโนโลยีที่ใช้สร้างบริการ (Implementation)
- คำบรรยายบริการอย่างละเอียด (Detailed Description)
- คำอธิบายการใช้งาน (Usage Note)
- ข้อมูลช่วยเหลือ (Help)
- กระดานข้อความ (Message Board)

จากการสำรวจเว็บไซต์ที่มีการประกาศเว็บเซอร์วิส จะเห็นได้ว่าคำอธิบายบริการส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือจะเน้นไปที่ข้อมูลเชิงเทคนิค ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องทราบเพื่อการเรียกใช้งานบริการ เช่น ยูอาร์แอลของบริการ ข้อมูลเกี่ยวกับโพรโทคอลโซฟท์ที่บริการนั้นๆ ใช้ ส่วนต่อประสานในการเรียกใช้งานบริการ เอกสารดับเบิลยูเอสดีเอสดี เป็นต้น ส่วนข้อมูลเชิงธุรกิจที่จะช่วยโน้มน้าวการตัดสินใจของผู้ใช้บริการกลับไม่ได้รับความสำคัญนัก ทั้งๆ ที่ข้อมูลส่วนนี้จะมีผลต่อการเลือกใช้บริการอย่างมากในกรณีที่มีบริการประเภทเดียวกันหลายตัว ไม่ว่าจะเป็นประวัติของผู้ให้บริการ ลูกค้ายที่เคยใช้บริการ โพรโมชันของบริการ ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นและโน้มน้าวให้เลือกใช้บริการนั้นๆ ซึ่งการที่ข้อมูลในส่วนนี้ไม่ได้รับความสนใจจากผู้ให้บริการมากนัก ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสในปัจจุบันยังมีจำนวนไม่มาก ทำให้จำนวนบริการในตลาดมีน้อยและมีอัตราการแข่งขันต่ำตามไปด้วย แต่หากมองแนวโน้มในอนาคตที่ตลาดของการบริการผ่านอินเทอร์เน็ตจะมีการเติบโตขึ้นอีก การแข่งขันระหว่างผู้ที่ให้บริการประเภทเดียวกันก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ผู้ให้บริการแต่ละรายจะต้องหาวิธีดึงดูดผู้ใช้บริการ และข้อมูลเชิงธุรกิจจะกลายเป็นอาวุธสำคัญในการแข่งขัน อย่างที่เกิดขึ้นในตลาดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์

3.4 แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ

จากการสำรวจคุณลักษณะในหัวข้อที่ 3.1-3.3 และการวิเคราะห์คุณลักษณะที่ประกาศไว้ในยูติลิตี้โอทำให้ได้กลุ่มของคุณลักษณะที่อธิบายถึงบริการและส่วนประกอบซอฟต์แวร์ทั้งที่มีใช้จริงในปัจจุบันและจากบทความวิจัยต่างๆ คุณลักษณะแต่ละตัวต่างอธิบายข้อมูลในแง่มุมที่แตกต่างกัน ตามแต่จุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูลนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการศึกษาพัฒนาหรือเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจ อีกทั้งคุณลักษณะบางตัวก็ไม่จำเป็นต้องนำมาใช้อธิบายบริการ ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกคุณลักษณะบางตัวจากทั้งหมดที่สำรวจได้ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ โดยพิจารณาจากความเหมาะสมที่จะนำมาอธิบายบริการ และจุดประสงค์เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาเลือกใช้บริการเป็นหลัก ซึ่งคุณลักษณะที่นำเสนอไว้ในแบบจำลองแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. ข้อมูลฟังก์ชันการทำงาน (Functional Attribute) เป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของบริการโดยตรง เช่น บริการสามารถทำอะไรได้บ้าง ใช้บริการได้อย่างไร ค่าใช้บริการ และข้อตกลงในการใช้งานเป็นต้น ผู้ให้บริการจะต้องแสดงข้อมูลในส่วนนี้ให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานบริการได้

2. ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงาน (Non-Functional Attribute) เป็นคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกับการบริการโดยตรง แต่มีผลทางจิตวิทยาต่อผู้ใช้บริการ กล่าวคือเป็นข้อมูลที่จะช่วยโน้มน้าวให้ผู้ใช้บริการเลือกใช้บริการนั้นๆ ได้ เช่น ข้อมูลของผู้ให้บริการ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของบริการ แต่มีผลต่อความเชื่อมั่นในตัวบริการ หากผู้ใช้บริการมีชื่อเสียง ผู้ใช้บริการอาจจะให้ความสนใจและมีความเชื่อมั่นในตัวบริการมากกว่าบริการชนิดเดียวกันที่ผู้ใช้บริการไม่เป็นที่รู้จักนัก เป็นต้น ผู้ให้บริการอาจไม่ระบุข้อมูลในส่วนนี้ได้

ข้อมูลทั้ง 2 ด้านต่างก็มีความสำคัญในแง่มุมที่ต่างกัน ในการประกาศบริการ ข้อมูลฟังก์ชันการทำงานเป็นสิ่งสำคัญ หากข้อมูลในส่วนนี้ไม่สมบูรณ์ อาจทำให้ผู้ใช้บริการไม่สามารถเรียกใช้บริการได้ ซึ่งนั่นก็คือความล้มเหลวของคำอธิบายบริการ แต่หากปราศจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานในการประกาศบริการแล้ว ก็ยากที่จะดึงดูดผู้ใช้ได้ ซึ่งเท่ากับไม่ประสบความสำเร็จในการประกาศบริการนั่นเอง เพราะการประกาศบริการที่ดีจะต้องมีข้อมูลของบริการเพียงพอที่ผู้ใช้จะนำบริการไปใช้ได้ และต้องสามารถดึงดูดให้ผู้ใช้สนใจตัวบริการด้วย

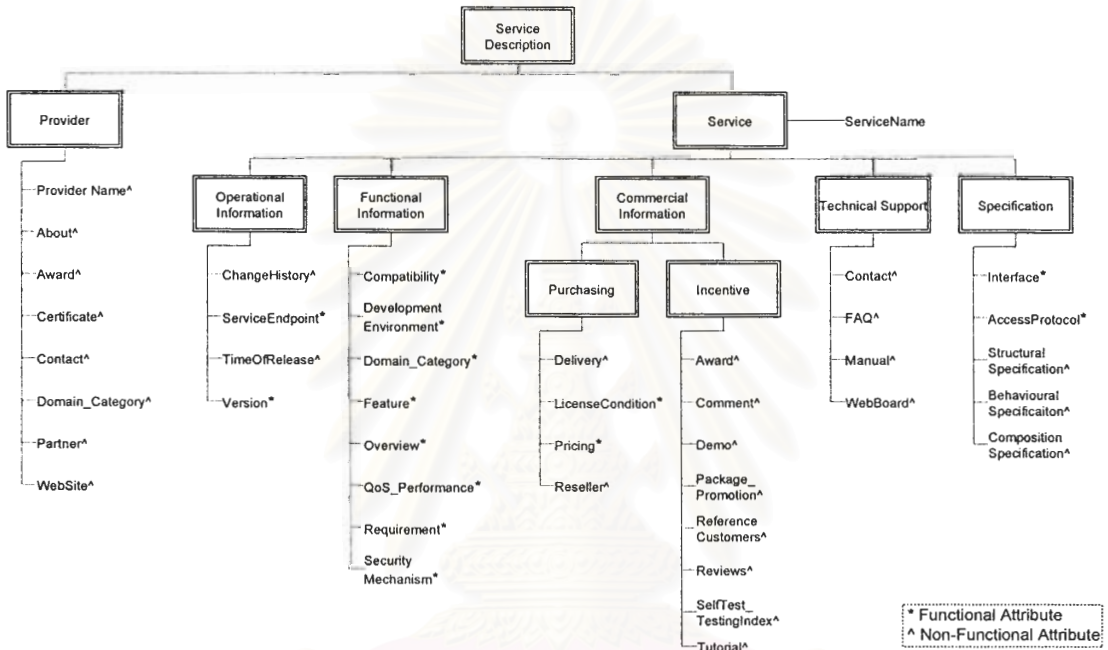
แบบจำลองคำอธิบายบริการที่เสนอจึงประกอบด้วยข้อมูลทั้ง 2 ส่วน โดยประกอบด้วยคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะในแบบจำลองคำอธิบายบริการและที่มา

ลำดับ	คุณลักษณะ	ส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต	ส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัย	เว็บไซต์วิสัยทัศน์อินเทอร์เน็ต
1	Provider Name	✓	✓	✓
2	About (Provider)	✓	✓	✓
3	Award	✓		
4	Certificate	✓		
5	Contact: Name	✓	✓	✓
6	Contact: Descripton	✓		✓
7	Contact: Email	✓	✓	✓
8	Contact: Fax	✓		✓
9	Contact: Phone	✓	✓	✓
10	Contact: Address	✓	✓	✓
11	Domain_Catagory		✓	✓
12	Partner	✓		✓
13	WebSite	✓	✓	✓
14	ChangeHistory	✓		✓
15	ServiceEndpoint			✓
16	TimeOfRelease	✓		✓
17	Version	✓	✓	✓
18	DevelopmentEnvironment	✓	✓	✓
19	Feature	✓	✓	✓
20	Overview	✓	✓	✓
21	QoS_ Performance		✓	
22	Requirement	✓	✓	
23	SecurityMechanism		✓	✓
24	Delivery		✓	
25	LicenseCondition	✓	✓	✓
26	Pricing	✓	✓	✓
27	Reseller	✓		
28	Comment	✓		
29	Damo	✓		
30	Reviews	✓		✓
31	SelfTest_ TestingIndex		✓	
32	Tutorial	✓		
33	FAQ	✓		✓
34	Manual	✓		
35	Support Contact	✓	✓	✓
36	WebBoard	✓		✓
37	Interface		✓	✓
38	AccessProtocol		✓	✓
39	StructuralSpecification		✓	
40	BehaviouralSpecification		✓	
41	CompositionSpecification		✓	

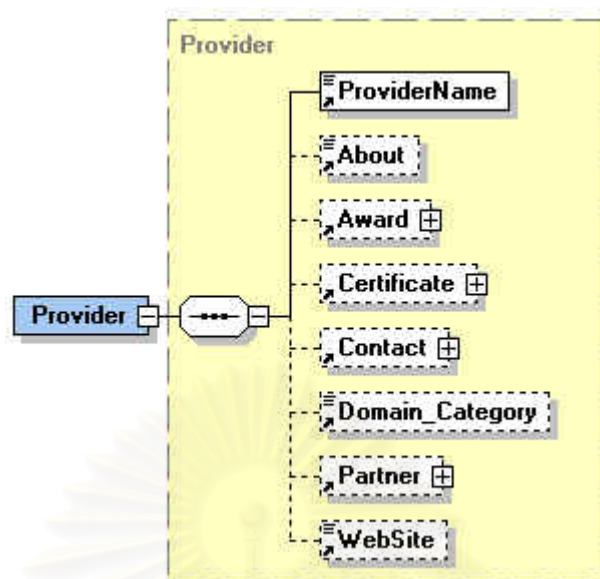
ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะในแบบจำลองคำอธิบายบริการและที่มา ซึ่งสามารถจัดแบ่งคุณลักษณะทั้งหมดออกเป็นกลุ่มตามแง่มุมของข้อมูลที่คุณลักษณะกลุ่มนั้นนำเสนอ โดยใช้แนวความคิดของการจัดกลุ่มของคุณลักษณะจากงานวิจัย [19], [24] มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับคุณลักษณะที่สำรวจได้ โดยแบบจำลองคุณลักษณะที่เสนอใหม่มีโครงสร้างดังที่แสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ

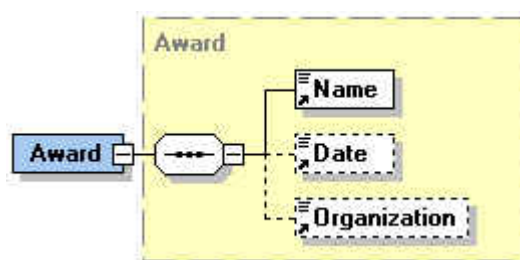
แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ (Attribute-Based Service Description Model) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ และคุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ

3.4.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ (Provider) เป็นกลุ่มของคุณลักษณะที่แสดงข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งอธิบายถึงข้อมูลพื้นฐานของตัวผู้ให้บริการอันจะมีผลทางจิตวิทยาในการดึงดูดความสนใจและเพิ่มความเชื่อมั่นของผู้ใช้ในตัวบริการ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.6



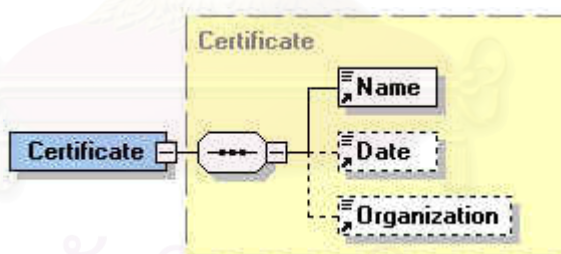
รูปที่ 3.6 โครงสร้างคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ

- Provider Name แสดงชื่อของผู้ให้บริการ
- About แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ให้บริการ เป็นคุณลักษณะที่พบได้มากในการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต ข้อมูลที่ระบุในส่วนนี้มักจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาของผู้ให้บริการ ความสำเร็จในด้านต่างๆ สถานภาพในปัจจุบัน รวมถึงจุดเด่นของตัวผู้ให้บริการ เพื่อเป็นการดึงดูดและสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ให้บริการ
- Award แสดงรางวัลที่ผู้ให้บริการได้รับ เป็นคุณลักษณะที่พบจากการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต รางวัลเป็นเครื่องบ่งชี้ตัวหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผู้ให้บริการหรือตัวบริการ ซึ่งจะช่วยสร้างความน่าสนใจและความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ให้บริการ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันรางวัลที่เกี่ยวข้องกับบริการจะมีจำนวนน้อย แต่ด้วยแนวโน้มของความนิยมและจำนวนของบริการที่เพิ่มขึ้นจะเป็นตัวผลักดันให้เกิดรางวัลต่างๆ ที่มอบให้แก่บริการหรือผู้ให้บริการเพื่อส่งเสริมตลาดของบริการบนอินเทอร์เน็ตต่อไปอย่างที่เคยเกิดขึ้นกับตลาดของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ คุณลักษณะในส่วนนี้มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.7



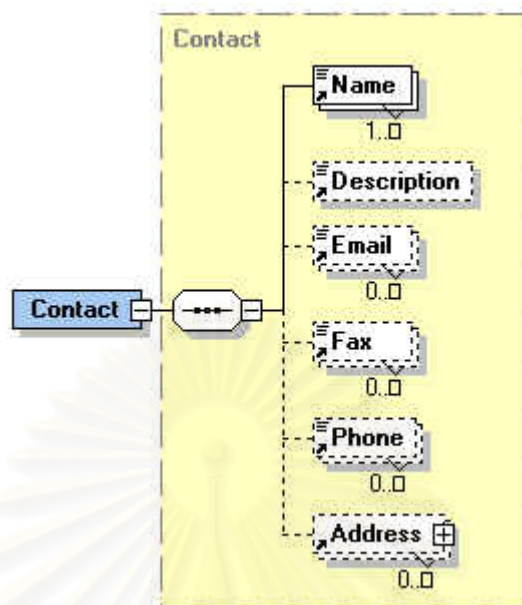
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของ Award

- Name แสดงชื่อของรางวัล เช่น รางวัลบริการยอดเยี่ยมประจำปี เป็นต้น
 - Date แสดงวันที่ได้รับหรือวันที่ประกาศผลรางวัล
 - Organization แสดงชื่อขององค์กรที่เป็นผู้มอบรางวัล เช่น นิตยสารเว็บเซอริวิส หรือเว็บเซอริวิสดอทไออาร์จี เป็นต้น
- Certification แสดงการได้รับการรับรองมาตรฐานที่ผู้ให้บริการได้รับอันแสดงให้เห็นถึงคุณภาพในการทำงาน เป็นคุณลักษณะที่พบจากการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์บนอินเทอร์เน็ต มักถูกอธิบายรวมอยู่ในรายละเอียดของผู้ให้บริการ แต่ผู้วิจัยได้แยกออกมาเพราะเห็นว่าเป็นคุณลักษณะที่มีความชัดเจนและมีผลต่อความเชื่อมั่นของผู้ใช้บริการตัวหนึ่ง คุณลักษณะในส่วนนี้มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.8



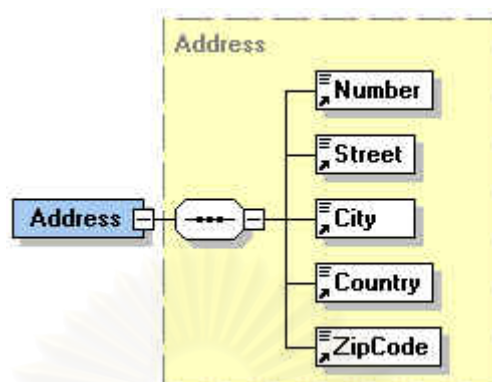
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของ Certificate

- Name แสดงชื่อของมาตรฐานที่ได้รับ เช่น ISO9001 เป็นต้น
 - Date แสดงวันที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน
 - Organization แสดงชื่อองค์กรที่เป็นผู้รับรองมาตรฐาน เช่น คณะกรรมการตรวจสอบไอเอสไอแห่งประเทศไทย เป็นต้น
- Contact เป็นคุณลักษณะที่มีแนวคิดมาจากงานวิจัย [27], [28] และคุณลักษณะของยูดีดีไอ โดยจะแสดงช่องทางในการติดต่อ มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของ Contact

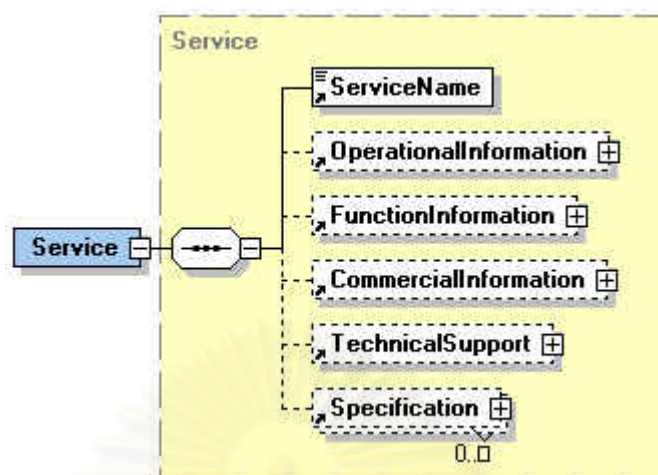
- Name แสดงชื่อของบุคคลหรือหน่วยงานที่ติดต่อด้วย เช่น ติดต่อคุณสมชาย แผนกประชาสัมพันธ์ หรือติดต่อแผนกซ่อมบำรุง เป็นต้น
- Description แสดงคำอธิบายหัวข้อที่ติดต่อ เช่น เพื่อขอรายละเอียดเกี่ยวกับ raysong เสิร์มการขาย หรือเพื่อสอบถามปัญหาในการใช้งานบริการ เป็นต้น
- Phone แสดงหมายเลขโทรศัพท์
- Email แสดงอีเมลที่ใช้ติดต่อ
- Fax แสดงหมายเลขโทรสาร
- Address แสดงที่อยู่ติดต่อได้ มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.10 ประกอบด้วย
 - Number แสดงบ้านเลขที่
 - Street แสดงชื่อถนน
 - City แสดงชื่อเมือง
 - Country แสดงชื่อประเทศ
 - Zip Code แสดงรหัสไปรษณีย์



รูปที่ 3.10 โครงสร้างของ Address

- Domain_Category เป็นคุณลักษณะที่มีแนวคิดมาจากการสำรวจเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ตและคุณลักษณะของยูดีดีไอ โดยจะแสดงการแบ่งประเภทของธุรกิจตามมาตรฐานต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ให้บริการทำความเข้าใจตัวธุรกิจได้อย่างรวดเร็ว คุณลักษณะนี้อาจมีหลายค่าตามมาตรฐานการแบ่งประเภทที่ใช้ หรือธุรกิจหนึ่งๆ อาจทำงานบริการหลายด้าน จึงอาจถูกจัดประเภทอยู่ในหลายกลุ่มภายใต้มาตรฐานการแบ่งประเภทเดียวกันก็ได้ ตัวอย่างของมาตรฐานในการแบ่งประเภทได้แก่ มาตรฐานของยูเอ็นเอสพีเอสซี เป็นต้น
- Partner เป็นคุณลักษณะที่มีแนวคิดมาจากคุณลักษณะของยูดีดีไอ โดยจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ให้บริการกับบริษัทหรือองค์กรที่เป็นพันธมิตร หรืออาจหมายถึงบริษัทในเครือเดียวกันก็ได้
- Web site แสดงเว็บไซต์ของผู้ให้บริการ เป็นคุณลักษณะสำคัญตัวหนึ่งที่แสดงข้อมูลของผู้ให้บริการ ซึ่งพบได้จากการสำรวจทั้งส่วนประกอบซอฟต์แวร์และเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต รวมถึงเป็นคุณลักษณะหนึ่งในยูดีดีไอด้วย

3.4.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ (Service) เป็นกลุ่มของคุณลักษณะที่แสดงทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันการทำงาน โดยจะอธิบายถึงข้อมูลของบริการในแง่มุมต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ดังโครงสร้างที่แสดงใน รูปที่ 3.11

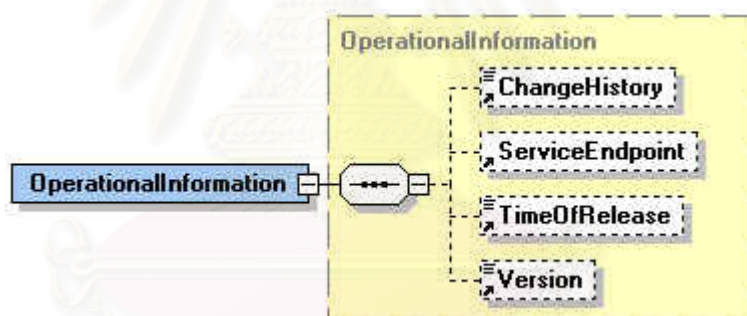


รูปที่ 3.11 โครงสร้างของ Service

- ServiceName แสดงชื่อของบริการ

3.4.2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับการดำเนินงาน (Operational Information)

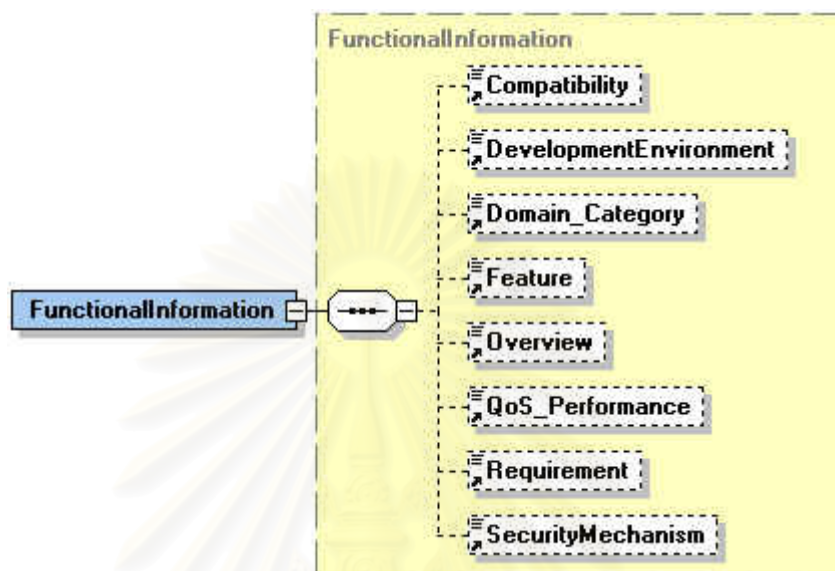
เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่แสดงถึงการดำเนินงานของบริการ ดังโครงสร้างที่แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 โครงสร้างของ Operational Information

- Change History แสดงประวัติการพัฒนาบริการ นอกจากจะแสดงถึงความสามารถของบริการที่เพิ่มขึ้นแล้วยังเป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นถึงความนิยมในบริการนั้นๆ อีกด้วย เพราะบริการได้รับความนิยมจึงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น บริการเครื่องคิดเลขในเวอร์ชัน 2 มีการเพิ่มความสามารถในการคำนวณเลข 30 หลัก จากเดิมที่ทำได้เพียง 20 หลัก
- Service End Point แสดงยูอาร์ไอในการเรียกใช้บริการ
- Time of Release แสดงวันที่เริ่มให้บริการ สื่อถึงเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือของบริการ
- Version แสดงเวอร์ชันของบริการ สื่อถึงความนิยมและการพัฒนาของบริการ

3.4.2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของบริการ (Functional Information) เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่แสดงถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันการทำงานของบริการโดยตรง ดังโครงสร้างที่แสดงในรูปที่ 3.13



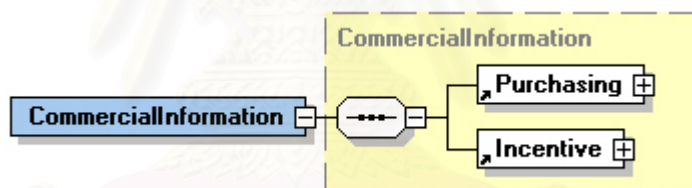
รูปที่ 3.13 โครงสร้างของ Functional Information

- Compatibility แสดงความสามารถในการทำงานร่วมกับบริการอื่น เช่น บริการร้านขายหนังสือสามารถทำงานร่วมกับบริการจัดส่งของได้ โดยผู้ใช้บริการสามารถเลือกใช้บริการจัดส่งของที่ต้องการได้ ซึ่งคุณลักษณะ Compatibility ในบริการร้านขายหนังสือจะระบุถึงรายชื่อบริการจัดส่งของที่ทำงานร่วมกันได้
- Development Environment แสดงเครื่องมือที่ใช้สร้างหรือพัฒนาบริการ เช่น ภาษาที่ใช้สร้างบริการ
- Domain_Category แสดงการแบ่งประเภทของบริการตามมาตรฐานต่างๆ มีแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของธุรกิจ แต่เนื่องจากผู้ให้บริการหนึ่งรายอาจมีบริการหลายตัว และบริการแต่ละตัวอาจถูกจัดอยู่ในต่างประเภทกัน ดังนั้นการระบุประเภทของบริการจะช่วยให้ผู้ใช้บริการทำความเข้าใจตัวบริการได้รวดเร็วขึ้น
- Feature แสดงความสามารถของบริการ เช่น ค้นหาหนังสือได้ ส่งหนังสือได้
- Overview แสดงลักษณะการทำงานและประโยชน์จากการใช้งานบริการในภาพรวม
- QoS_Performance แสดงคุณภาพของบริการ (Quality of Service) เป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญมากในโดเมนงานที่เกี่ยวข้องกับสื่อประสม (Multimedia) หรืองานที่ต้องเกี่ยวข้องกับการส่งข้อมูลเป็นหลัก เป็นแนวคิดที่

ได้มาจากงานวิจัยที่สำรวจ [30] โดยเป็นคุณลักษณะที่สื่อถึงความรับผิดชอบของ ผู้ให้บริการที่มีต่อบริการของตน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความมั่นใจในการใช้บริการยิ่งขึ้น อาจอยู่ในรูปของการรับประกันคุณภาพของบริการ เช่น การรับประกันคุณภาพ เสียงของบริการฟังเพลงออนไลน์ หรือการรับประกันความสมบูรณ์ของหนังสือที่ ขายและจัดส่งไปยังผู้ซื้อ เป็นต้น

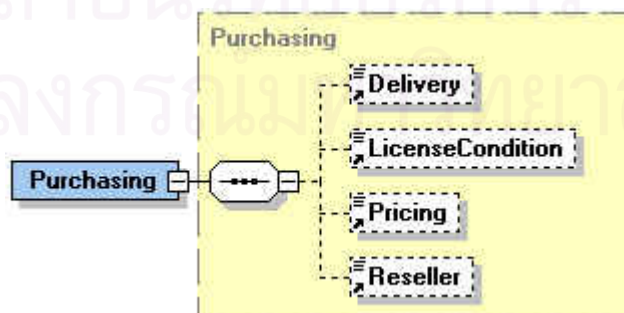
- Requirement แสดงปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานของบริการ เช่น ข้อกำหนดของฮาร์ดแวร์ขั้นต่ำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานบริการได้ หรือ ซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการใช้งานบริการ
- Security Mechanism แสดงกลไกการรักษาความปลอดภัยในการใช้บริการ เช่น มีการส่งข้อมูลโดยใช้การเข้ารหัสแบบเดส (DES) หรือเอ็มดีไฟฟ์ (MD5)

3.4.2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับข้อมูลเชิงธุรกิจ (Commercial Information) เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่แสดงถึงข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกัฟังก์ชันการทำงานของบริการ แต่มีผลทาง จิตวิทยาในการเลือกใช้บริการ เป็นข้อมูลที่จะช่วยดึงดูดให้ผู้ใช้เกิดความสนใจและมีความมั่นใจใน ตัวบริการมากขึ้น โดยคุณลักษณะในกลุ่มนี้สามารถแบ่งได้เป็นสองด้านดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 โครงสร้างของ Commercial Information

3.4.2.3.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับการซื้อ (Purchasing) เป็นกลุ่ม คุณลักษณะที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายหรือข้อตกลงในการเรียกใช้บริการ มีโครงสร้างดังแสดง ในรูปที่ 3.15

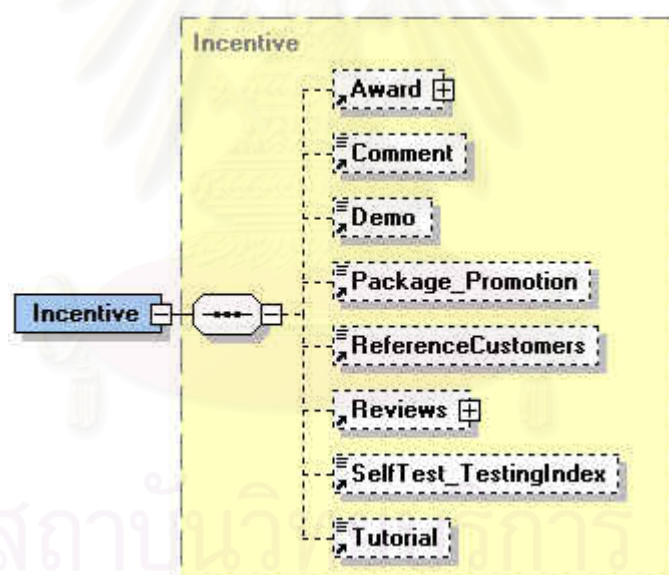


รูปที่ 3.15 โครงสร้างของ Purchasing

- Delivery แสดงวิธีการจัดส่งสินค้า เช่น ไปรษณีย์ในประเทศ หรือใช้บริการของดี เอชเอลอีกทอดหนึ่ง เป็นต้น

- License Condition เป็นคุณลักษณะที่มีแนวคิดมาจากงานวิจัย [28] โดยจะแสดงข้อตกลงในการอนุญาตให้ใช้งานบริการ ซึ่งเป็นข้อมูลหนึ่งที่มีความสำคัญในเชิงธุรกิจ เช่น บริการฟังเพลงหรือดูภาพยนตร์ออนไลน์มีข้อตกลงในการใช้งานบริการว่า ห้ามบันทึกเพลงหรือภาพยนตร์นั้นๆ เพื่อเผยแพร่ เป็นต้น
- Pricing แสดงการคิดราคาของบริการ เช่น คิดค่าบริการต่อจำนวนครั้งการใช้งานของบริการเครื่องคิดเลข หรือคิดค่าบริการตามปริมาณข้อมูลที่ส่งของบริการแวก (WAP) ผ่านโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น
- Reseller แสดงตัวแทนของผู้ให้บริการในการให้บริการนั้นๆ จำนวนตัวแทนที่มากสะท้อนถึงความนิยมในตัวบริการ และหมายถึงการให้บริการที่เข้าถึงผู้ใช้บริการได้สะดวกมากขึ้น

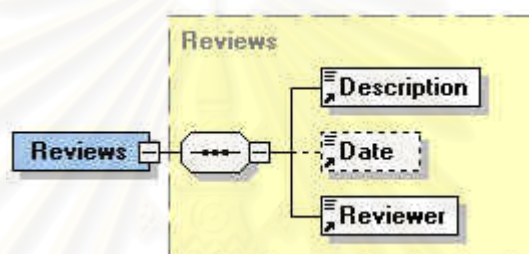
3.4.2.3.2 คุณลักษณะแสดงสิ่งจูงใจ (Incentive) เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่จะช่วยดึงดูดให้ผู้ใช้สนใจตัวบริการมากขึ้น มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 โครงสร้างของ Incentive

- Award แสดงรางวัลที่ตัวบริการได้รับ มีแนวคิดและโครงสร้างเดียวกับรางวัลในคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ
- Comment แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวบริการจากผู้ใช้ที่เคยใช้บริการแล้ว โดยอาจจะระบุเป็นคำบรรยายสั้นๆ หรือระบุเป็นยูอาร์แอลของเว็บเพจที่แสดงความคิดเห็นก็ได้
- Demo แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองใช้งานบริการ โดยอาจมีการระบุเป็นยูอาร์แอลของตัวทดลอง เป็นต้น

- Package_Promotion แสดงรายการส่งเสริมการขายของบริการ เช่น ชื้อหนังสือ ในช่วงที่กำหนดจะบริการจัดส่งโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เป็นต้น
- Reference Customers แสดงรายชื่อของผู้ที่เคยใช้บริการแล้ว หากผู้ที่เคยใช้บริการแล้วเป็นผู้มีชื่อเสียงก็จะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของบริการยิ่งขึ้น
- Reviews เป็นคุณลักษณะที่มีแนวคิดมาจากบทวิจารณ์ของเว็บไซต์ <http://www.salcentral.com> โดยจะแสดงบทความวิจารณ์ตัวบริการ หากผู้วิจารณ์มีชื่อเสียงก็จะช่วยเพิ่มน้ำหนักให้กับคำวิจารณ์และดึงดูดให้ผู้ใช้สนใจตัวบริการมากขึ้น มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.17



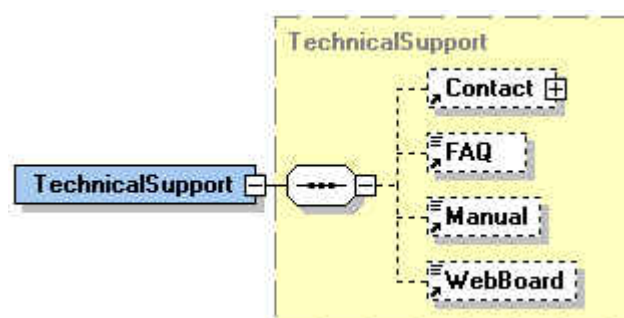
รูปที่ 3.17 โครงสร้างของ Reviews

- Description แสดงคำวิจารณ์
 - Date แสดงวันที่วิจารณ์
 - Reviewer แสดงผู้วิจารณ์ เช่น ชื่อบุคคลหรือองค์กรที่ให้คำวิจารณ์
- Self Test_Testing Index แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบบริการ จุดประสงค์ในการทดสอบบริการมีหลากหลายขึ้นอยู่กับบริการที่จะทดสอบ การทดสอบการทำงานของบริการว่าถูกต้องตามที่ต้องการเป็นการทดสอบหนึ่งที่ทุกบริการควรมีเพื่อแสดงให้เห็นว่าบริการสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ การทดสอบด้านความปลอดภัยมีความสำคัญต่อบริการส่วนใหญ่ ผู้ใช้บริการจะมั่นใจยิ่งขึ้นหากสามารถทดสอบได้ว่าข้อมูลสำคัญที่ส่งให้บริการได้รับความคุ้มครอง นอกจากนี้ยังอาจมีการทดสอบในเรื่องของคุณภาพของบริการว่าสามารถทำได้ตามที่อ้างไว้หรือไม่ เห็นได้ว่าคุณลักษณะที่เกี่ยวกับการทดสอบบริการจะช่วยเพิ่มความมั่นใจในตัวบริการ ข้อมูลในส่วนนี้ผู้ให้บริการอาจสร้างขึ้นเองเช่น ในการทดสอบความถูกต้องในการทำงาน ผู้ให้บริการอาจจะระบุข้อกำหนดการทดสอบบริการตามแนวความคิดในงานวิจัย [29] เพื่อให้ผู้ใช้บริการใช้ข้อกำหนดการทดสอบเพื่อทดสอบบริการและพิจารณาผลที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้จะ

อธิบายการทดสอบบริการเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการได้ทดสอบบริการเองแล้ว ผู้ให้บริการอาจเลือกแสดงเฉพาะผลจากการทดสอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของบทสรุปจากการทดสอบโดยเครื่องมือหรือองค์กรอื่นๆ การแสดงเฉพาะผลการทดสอบนอกจากจะช่วยให้ผู้ให้บริการทำความเข้าใจการทดสอบบริการและผลที่ได้อย่างรวดเร็วแล้วยังเป็นการอาศัยชื่อของเครื่องมือหรือองค์กรที่ทดสอบเป็นเครื่องยืนยันคุณภาพของบริการอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ดับเบิลยูเอสไอ (WS-I : Web Services Interoperability) [31] ซึ่งเป็นองค์กรหนึ่งที่มีจุดประสงค์ในการสร้างข้อกำหนดการทดสอบบริการเพื่อทดสอบว่าบริการนั้นๆ สามารถทำงานได้ตามมาตรฐานอย่างโพรโทคอลโซพิหรือดับเบิลยูเอสดีเอสหรือไม่ ผู้ให้บริการอาจจะระบุข้อกำหนดการทดสอบว่าบริการของตนผ่านการทดสอบของดับเบิลยูเอสไอแล้วก็ได้ หรือผู้ให้บริการอาจจะระบุถึงเครื่องมือที่ใช้ทดสอบบริการเพื่อให้ผู้ใช้นำไปทดสอบเอง เช่น วอร์ดโซฟบ็อกซ์ (Vordel SOAPbox) [32] ซึ่งเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่ใช้ทดสอบความปลอดภัยในการติดต่อกับเว็บเซอร์วิส โดยสนับสนุนการทดสอบเอสเอสแอล (SSL) ดับเบิลยูเอส-ซีเคียวริตี้ (WS-Security) และ เอสเอเอ็มแอล (SAML) ผู้ให้บริการสามารถดาวน์โหลดเพื่อติดตั้งโปรแกรมและทดสอบบริการได้เอง เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานคุณลักษณะการทดสอบนี้ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.1

- Tutorial แสดงการแนะนำวิธีการใช้งานบริการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจการทำงานและวิธีใช้งานบริการได้รวดเร็วขึ้น

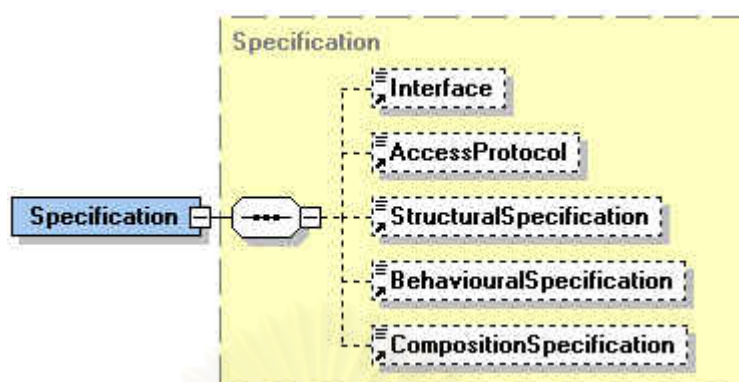
3.4.2.4 คุณลักษณะเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน (Technical Support Information) เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่ช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถค้นหาคำตอบของปัญหาจากการใช้งานบริการได้อย่างสะดวก ซึ่งจะแสดงถึงความเอาใจใส่และความรับผิดชอบของผู้ให้บริการต่อบริการของตนด้วย อันจะช่วยเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ให้บริการว่าเมื่อเลือกใช้บริการแล้ว จะได้รับการดูแลอย่างดี มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 โครงสร้างของ Technical Support

- Contact แสดงช่องทางในการติดต่อเพื่อขอความช่วยเหลือในการใช้งานบริการ มีโครงสร้างเช่นเดียวกับช่องทางติดต่อในคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ
- FAQ แสดงคำตอบของคำถามที่พบบ่อย โดยอาจจะระบุเป็นคำบรรยายสั้นๆ หรือระบุเป็นยูอาร์แอลของเว็บเพจที่แสดงความคิดเห็นก็ได้
- Manual แสดงคู่มือการใช้งานบริการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของยูอาร์แอลของคู่มือ เพื่อให้ผู้ใช้บริการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ของผู้ให้บริการ เป็นต้น
- Paper แสดงผลงานหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับบริการ อาจแสดงเป็นชื่อบทความ และที่มาของบทความดังกล่าว หรืออาจแสดงเป็นยูอาร์แอลของบทความ เป็นต้น
- Web Board แสดงยูอาร์แอลของกระดานข้อความที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานบริการ

3.4.2.5 คุณลักษณะเชิงข้อกำหนด (Specification) คำอธิบายบริการส่วนใหญ่มักอธิบายโดยใช้ค่าของคุณลักษณะเพื่ออธิบายข้อมูลของบริการในแต่ละหัวข้อ เนื่องจากมีความชัดเจนและสะดวกในการพิจารณาอยู่แล้ว แต่ข้อมูลบางอย่างมีความซับซ้อนจึงยากที่จะอธิบายโดยใช้ค่าของคุณลักษณะค่าใดค่าหนึ่ง เช่น การอธิบายถึงส่วนต่อประสานในการเรียกใช้บริการ ซึ่งประกอบไปด้วย โอเปอเรชันที่เรียกใช้และข้อมูลที่รับส่งระหว่างผู้ใช้และบริการ ด้วยความซับซ้อนของข้อมูลจำนวนมากที่ต้องอธิบาย จึงเป็นการยากที่จะอธิบายโดยใช้ค่าของคุณลักษณะ จากงานวิจัย [20] ซึ่งมีแนวคิดที่จะอธิบายข้อมูลบางประเภทในรูปแบบของข้อกำหนดแทนการอธิบายด้วยค่าของคุณลักษณะ โดยข้อกำหนดของบริการสามารถมีได้หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลที่ต้องการอธิบาย ผู้วิจัยจึงได้เสนอให้มีคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดรวมอยู่ในแบบจำลองคุณลักษณะของบริการด้วย โดยประกอบด้วยคุณลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.19 อันได้แก่



รูปที่ 3.19 โครงสร้างของคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด

- ส่วนต่อประสาน (Interface) เป็นข้อมูลสำคัญที่ผู้ใช้ต้องทราบในการเรียกใช้บริการ ซึ่งจะระบุถึงรูปแบบข้อมูลที่ได้รับและส่งระหว่างผู้ให้บริการเพื่อเรียกใช้บริการ ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานตัวหนึ่งซึ่งพบได้ในงานวิจัยที่ทำการสำรวจและอยู่ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลซึ่งประกาศไว้ในยูดีดีไอ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.12(ค) แล้ว
- โพรโทคอลในการเข้าถึง (Access Protocol) เป็นข้อมูลสำคัญอีกส่วนหนึ่งสำหรับผู้ให้บริการ โดยจะระบุถึงโพรโทคอลที่ใช้ในการติดต่อกับบริการ ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานตัวหนึ่งซึ่งพบได้ในงานวิจัยที่ทำการสำรวจและอยู่ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลซึ่งประกาศไว้ในยูดีดีไอ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.12(ง) แล้ว
- ข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง (Structural Specification) เป็นข้อกำหนดที่อธิบายถึงโครงสร้างของบริการ ในงานวิจัยนี้เลือกที่จะอธิบายโครงสร้างของบริการในลักษณะของโครงสร้างเชิงความหมายหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบริการ (Semantic or Knowledge Structure) ซึ่งโครงสร้างนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานความเข้าใจบริการ โดยได้แสดงตัวอย่างการใช้งานคุณลักษณะตัวนี้ไว้ในหัวข้อที่ 5.2
- ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม (Behavioural Specification) เป็นข้อกำหนดที่อธิบายถึงพฤติกรรมของบริการ โดยอธิบายพฤติกรรมในแง่มุมมองของความสัมพันธ์ระหว่างบริการ โอเปอเรชันภายในบริการ ข้อมูลเข้าออกและผลลัพธ์ของแต่ละโอเปอเรชัน ตัวอย่างการใช้งานคุณลักษณะตัวนี้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.3
- ข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Composition Specification) เป็นข้อกำหนดซึ่งอธิบายบริการในแง่มุมมองของการทำงานร่วมกันของโพรเซสย่อยๆ ภายในบริการหนึ่งตัว ตัวอย่างการใช้งานคุณลักษณะตัวนี้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.4

บทที่ 4

การประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการกับยูดีดีไอ

งานวิจัยนี้มุ่งเสนอแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการเพื่อประโยชน์ในการอธิบายบริการที่ประกาศไว้ในบริการใดเรกเทอรีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นบริการเทรเดอริ์ในคอร์บา บริการลูกค้าพีในจีอี หรือยูดีดีไอในเว็บเซอร์วิส ในกรณีของเทรเดอริ์และลูกค้าพีนั้น บริการใดเรกเทอรีทั้งสองมีโครงสร้างที่รองรับการประกาศคุณลักษณะเพิ่มเติมได้ ดังนั้นแบบจำลองคุณลักษณะที่เสนอจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบริการใดเรกเทอรีทั้งสองได้โดยตรง แต่ในบทนี้จะแสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณลักษณะกับยูดีดีไอ ซึ่งมีโครงสร้างที่รองรับแบบจำลองคุณลักษณะทั้งหมดไม่ได้โดยตรง จึงต้องมีการพัฒนาส่วนขยายเพิ่มเติม เพื่อให้การประกาศบริการในยูดีดีไอมีรูปแบบตามแบบจำลองคุณลักษณะที่เสนอขึ้น

4.1 การผสมผสานคุณลักษณะของบริการที่มีอยู่ในแบบจำลองกับยูดีดีไอมาตรฐาน

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการนำคุณลักษณะจากแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการในหัวข้อที่ 3.4 มาใช้กับยูดีดีไอมาตรฐานซึ่งไม่ได้ขยายเพิ่มเติมเพื่อให้รองรับแบบจำลองคุณลักษณะโดยตรง โดยจะแสดงถึงคุณลักษณะของแบบจำลองที่ยูดีดีไอรองรับอยู่แล้ว ซึ่งเราสามารถใส่ข้อมูลลงในยูดีดีไอได้โดยตรง และการเพิ่มเติมคุณลักษณะส่วนที่ยูดีดีไอไม่รองรับ จะไปปรากฏอยู่ในส่วนใดของยูดีดีไอ การเปรียบเทียบจะอ้างอิงคุณลักษณะของแบบจำลองเป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.1.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ

คุณลักษณะกลุ่มนี้ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับ ไวท์เพจหรือบิสเนสเอนทิตีในยูดีดีไอ เพราะต่างก็เป็นส่วนที่อธิบายถึงผู้ให้บริการเช่นเดียวกัน ดังนั้นคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับบิสเนสเอนทิตี ดังนี้

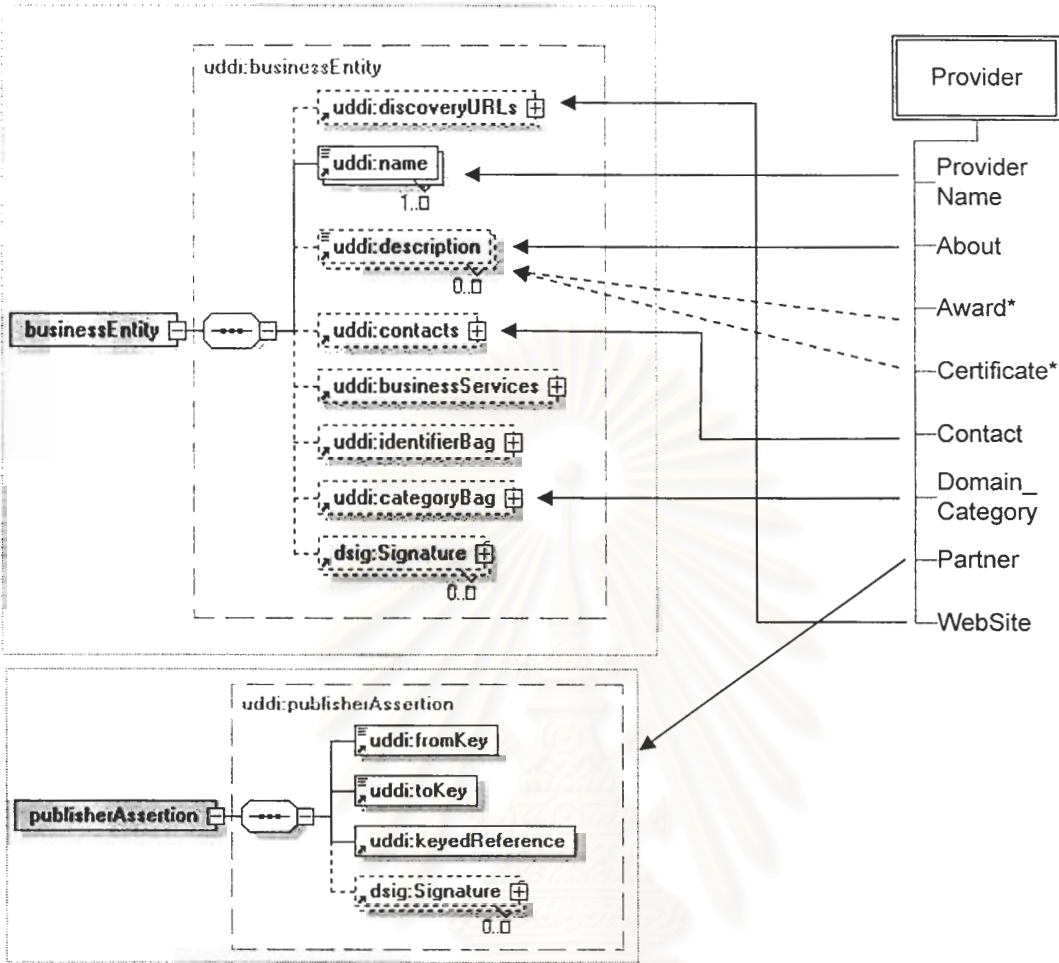
- Provider Name เทียบได้กับ uddi:name ในบิสเนสเอนทิตีเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายชื่อของผู้ให้บริการเช่นเดียวกัน
- About เทียบได้กับ uddi:description ในบิสเนสเอนทิตีเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่แสดงคำอธิบายผู้ให้บริการเช่นเดียวกัน
- Award เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสเนสเอนทิตี เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายผู้

ให้บริการ โดยระบุถึงชื่อของรางวัล วันที่ได้รับรางวัลและองค์กรที่เป็นเจ้าของรางวัลด้วย

- Certification เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิลิเนสเอนทิตี เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายผู้ให้บริการ โดยระบุถึงชื่อของมาตรฐาน วันที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน และองค์กรที่เป็นผู้รับรองมาตรฐานด้วย
- Contact เทียบได้กับ uddi:contact ใน uddi:contacts เพราะต่างก็เป็นกลุ่มคุณลักษณะที่อธิบายช่องทางในการติดต่อเช่นเดียวกัน โดย
 - Name เทียบได้กับ uddi:personName ใน uddi:contact เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายชื่อของบุคคลหรือหน่วยงานที่ติดต่อด้วยเช่นเดียวกัน
 - Description เทียบได้กับ uddi:description ใน uddi:contact เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่แสดงคำอธิบายของการติดต่อเช่นเดียวกัน
 - Phone เทียบได้กับ uddi:phone ใน uddi:contact เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายหมายเลขโทรศัพท์เช่นเดียวกัน
 - Email เทียบได้กับ uddi:email ใน uddi:contact เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายอีเมลที่ใช้ติดต่อเช่นเดียวกัน
 - Fax เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ใน contact เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายการติดต่อ
 - Address เทียบได้กับ uddi:address ใน contact เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายที่อยู่เช่นเดียวกัน โดย
 - Number เทียบได้กับ uddi:addressLine ใน uddi:address เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายบ้านเลขที่เช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า KeyName="Number" เพื่อแสดงว่า uddi:addressLine นี้แสดงถึงบ้านเลขที่ และกำหนดค่า KeyValue เป็นบ้านเลขที่
 - Street เทียบได้กับ uddi:addressLine ใน uddi:address เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายถนนเช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า KeyName="Street" เพื่อแสดงว่า uddi:addressLine นี้แสดงถึงถนน และกำหนดค่า KeyValue เป็นชื่อถนน

- City เทียบได้กับ uddi:addressLine ใน uddi:address เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายเมืองเช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า KeyName="City" เพื่อแสดงว่า uddi:addressLine นี้แสดงถึงเมือง และกำหนดค่า KeyValue เป็นชื่อเมือง
- Country เทียบได้กับ uddi:addressLine ใน uddi:address เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายประเทศเช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า KeyName="Country" เพื่อแสดงว่า uddi:addressLine นี้แสดงถึงประเทศ และกำหนดค่า KeyValue เป็นชื่อประเทศ
- Zip Code เทียบได้กับ uddi:addressLine ใน uddi:address เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายรหัสไปรษณีย์เช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า KeyName="ZipCode" เพื่อแสดงว่า uddi:addressLine นี้แสดงถึงรหัสไปรษณีย์ และกำหนดค่า KeyValue เป็นรหัสไปรษณีย์
- Domain_Category เทียบได้กับ uddi:categoryBag ในบิสิเนสเอนทิตีเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายการแบ่งประเภทของธุรกิจตามมาตรฐานต่างๆ เช่นเดียวกัน
- Partner เทียบได้กับ uddi:publisherAssertion เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายถึงบริษัทหรือองค์กรที่เป็นพันธมิตรกับผู้ให้บริการเช่นเดียวกัน
- Web site เทียบได้กับ uddi:discoveryURL ใน businessEntity:discoveryURLs เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่แสดงยูอาร์แอลของเว็บไซต์ผู้ให้บริการเช่นเดียวกัน

รูปที่ 4.1 แสดงการผสมผสานระหว่างคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการในแบบจำลองคุณลักษณะกับคุณลักษณะในบิสิเนสเอนทิตีในยูดีดีไอมาตรฐาน โดย Award และ Certificate เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะทั้งสองลงใน uddi:description ของบิสิเนสเอนทิตีได้ เช่นเดียวกับคุณลักษณะ Fax ซึ่งสามารถระบุลงใน uddi:description ของ contact ได้เช่นกัน



รูปที่ 4.1 การผสมผสานคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้ให้บริการ

4.1.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ

คุณลักษณะกลุ่มนี้ในแบบจำลองเปรียบเทียบได้กับเฮลโลเพจและกรีนเพจในยูดีดีไอ เพราะต่างก็เป็นส่วนที่อธิบายถึงบริการเช่นเดียวกัน ซึ่งครอบคลุมมิสซิเนสเซอร์วิส ไบนารีดิงเทมเพลตและทีโมเดล รวมทั้งข้อมูลบางส่วนในโอเปอเรชั่นนอลอินโฟด้วย โดย

- ServiceName เทียบได้กับ uddi:name ในมิสซิเนสเซอร์วิสเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายชื่อของบริการเช่นเดียวกัน

4.1.2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับการดำเนินงาน (Operational Information) ประกอบด้วย

- Change History เทียบได้กับ uddi:modified ใน uddi:operationalInfo เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาบริการเช่นเดียวกัน

- Service End Point เทียบได้กับ uddi:accessPoint ในใบนิตินิยมเฟลตเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายยูอาร์ไอเพื่อเรียกใช้บริการเช่นเดียวกัน การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า useType ของ uddi:accessPoint มีค่าเป็น "endPoint" เพื่อแสดงว่ายูอาร์ไอที่แสดงเป็นยูอาร์ไอเพื่อการเรียกใช้งานบริการ
- Time of Release เทียบได้กับ uddi:created ใน uddi:operationalInfo เพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่แสดงวันที่เริ่มให้บริการเช่นเดียวกัน
- Version เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ

4.1.2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของบริการ

(Functional Information) ประกอบด้วย

- Compatibility เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ
- Development Environment เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ
- Domain/Category เทียบได้กับ uddi:categoryBag ในบิสินีสเซอร์วิสเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายการแบ่งประเภทของบริการตามมาตรฐานต่างๆ เช่นเดียวกัน
- Feature เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ
- Overview เทียบได้กับ uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิสเพราะต่างก็เป็นคุณลักษณะที่อธิบายลักษณะการทำงานและประโยชน์จากการใช้งานบริการในภาพรวมเช่นเดียวกัน
- QoS_Performance เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ
- Requirement เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสินีสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ

- Security Mechanism เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะนี้ลงใน uddi:description ในบิสิตเนสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ

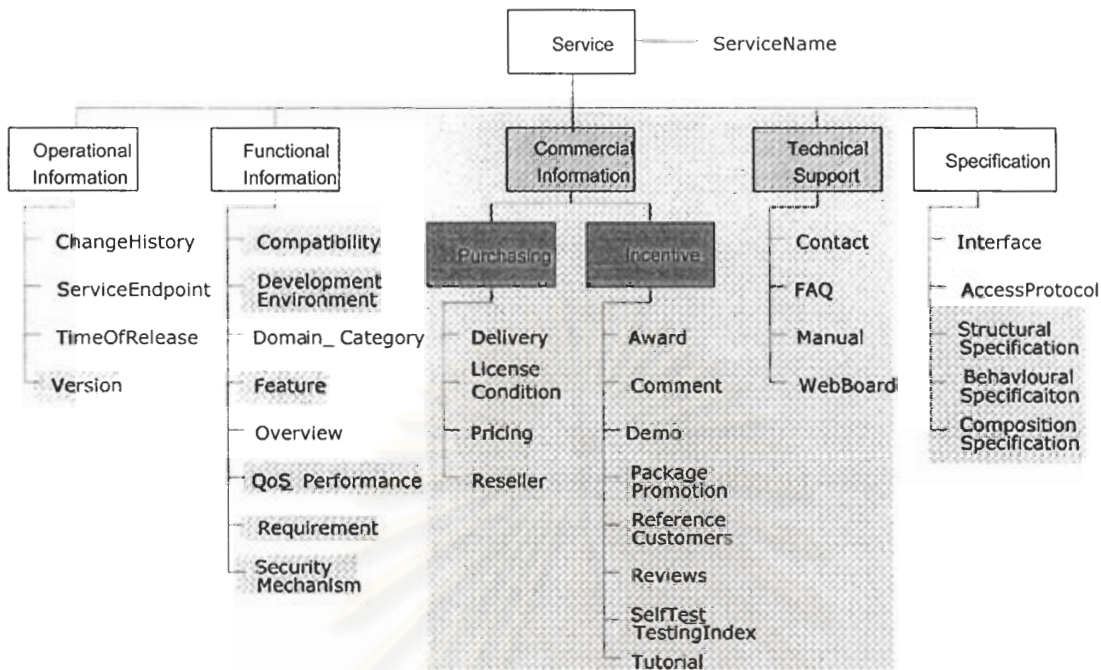
4.1.2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับข้อมูลเชิงธุรกิจ (Commercial Information) ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะเกี่ยวกับการซื้อ (Purchasing) และคุณลักษณะแสดงสิ่งจูงใจ (Incentive) ทั้งหมดเป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะในกลุ่มนี้ลงใน uddi:description ในบิสิตเนสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ

4.1.2.4 คุณลักษณะเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน (Technical Support Information) ทั้งหมดเป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะในกลุ่มนี้ลงใน uddi:description ในบิสิตเนสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ

4.1.2.5 คุณลักษณะในเชิงข้อกำหนด (Specification) แบ่งออกเป็น ส่วนที่ยูดีดีไอรองรับและส่วนที่ไม่รองรับ ได้แก่

- ส่วนต่อประสาน (Interface) และโพรโทคอลในการเข้าถึง (Access Protocol) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอล เป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอรองรับ โดยเทียบได้กับ uddi:accessPoint ในไบนารีดิงเทมเพลต การระบุค่าในยูดีดีไอทำได้โดยกำหนดค่า useType ของ uddi:accessPoint มีค่าเป็น “wsdlDeployment” เพื่อแสดงว่ายูอาร์ไอที่แสดงเป็นยูอาร์ไอของเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลของบริการ
- ข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง (Structural Specification) ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม (Behavioural Specification) และข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Composition Specification) ทั้งหมดเป็นคุณลักษณะที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะกลุ่มนี้ลงใน uddi:description ในบิสิตเนสเซอร์วิส เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่อธิบายบริการ โดยระบุเป็นยูอาร์ไอของข้อกำหนดทั้งสาม

รูปที่ 4.2 แสดงการผสมผสานระหว่างคุณลักษณะเกี่ยวกับบริการในแบบจำลองคุณลักษณะกับคุณลักษณะในบิสิตเนสเซอร์วิสในยูดีดีไอมาตรฐาน โดยคุณลักษณะที่แรงแทงเป็นส่วนที่ยูดีดีไอไม่รองรับ แต่สามารถระบุคุณลักษณะกลุ่มนี้ลงใน uddi:description ในบิสิตเนสเซอร์วิสได้ ส่วนที่เหลือเป็นคุณลักษณะที่เทียบได้กับคุณลักษณะในยูดีดีไอ



รูปที่ 4.2 การผสมผสานคุณลักษณะเกี่ยวกับบริการ

4.2 การพัฒนาส่วนขยายของยูติไลตี้เพื่อรองรับแบบจำลอง

การนำคุณลักษณะในแบบจำลองมาใช้กับยูติไลตี้มาตรฐานในหัวข้อที่ 4.1 เป็นหนทางหนึ่งในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง แต่ข้อเสียของวิธีการดังกล่าวก็คือ จะทำให้ข้อมูลคุณลักษณะซึ่งยูติไลตี้ไม่รองรับจะไปรวมอยู่ในคุณลักษณะเพียงตัวเดียวได้แก่คุณลักษณะประเภท description ซึ่งถึงแม้จะมีข้อมูลทุกอย่างที่ผู้ใช้ต้องการทราบ แต่ก็ไม่สะดวกในการพิจารณา อีกทั้งโครงสร้างข้อมูลของยูติไลตี้เป็นแบบตายตัว มีการจำกัดขนาดข้อมูลในแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งอาจเป็นปัญหาต่อการใส่ข้อมูลของบางคุณลักษณะ เช่น businessEntity:description ซึ่งต้องรองรับหลายๆ คุณลักษณะจากแบบจำลอง อาจทำให้ขนาดของ businessEntity:description ไม่เพียงพอต่อการเก็บข้อมูลของคุณลักษณะของแบบจำลองทั้งหมด เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว หัวข้อนี้จะเสนอวิธีการพัฒนาส่วนขยายของยูติไลตี้เพื่อรองรับแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการที่เสนอขึ้น โดยมีแนวคิดในการพัฒนาส่วนขยายคือ

- สำหรับคุณลักษณะของแบบจำลองที่ยูติไลตี้รองรับ ดังที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 ให้ระบุค่าผ่านโครงสร้างข้อมูลเดิมของยูติไลตี้
- สร้างฐานข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อจัดเก็บคุณลักษณะของแบบจำลองที่ยูติไลตี้ไม่รองรับ

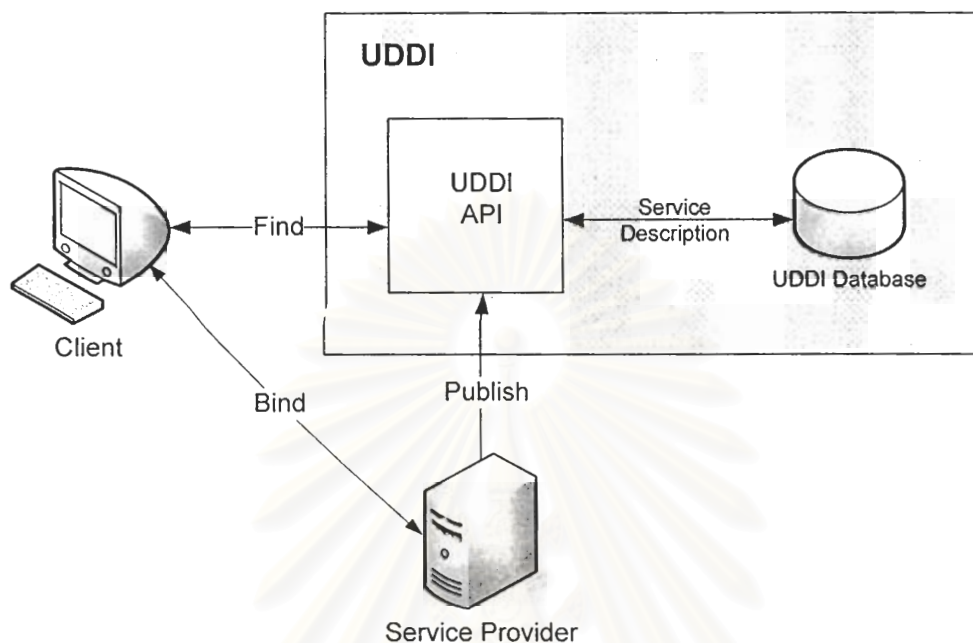
ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ยูดีไอ (jUDDI) [33] เป็นต้นแบบในการพัฒนาส่วนขยายของยูดีไอ เนื่องจากยูดีไอเป็นโอเพนซอร์สไลบรารีของยูดีไอที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานของยูดีไอทำงานบนเว็บได้ทำให้สะดวกในการทำงานและสามารถประยุกต์ใช้ได้ง่าย ยูดีไอเวอร์ชัน 0.8.0 เป็นเวอร์ชันซึ่งถูกนำมาใช้ในการพัฒนาในงานวิจัยนี้ โดยรองรับยูดีไอ 2.0 แต่โครงสร้างข้อมูลของยูดีไอที่อ้างถึงในหัวข้อที่ 2.1.1.1 และ 4.1 อิงมาตรฐานยูดีไอ 3.0 ซึ่งมีความแตกต่างของโครงสร้างข้อมูลบางตัวที่เวอร์ชัน 3.0 มีเพิ่มเติมจากเวอร์ชัน 2.0 เช่น dsig:Signature ซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งที่มียูดีไอเวอร์ชัน 3.0 แต่ไม่มีในเวอร์ชัน 2.0 ทำให้โครงสร้างข้อมูลของยูดีไอที่แสดงในหัวข้อที่ 4.2 นี้แตกต่างกับโครงสร้างข้อมูลของยูดีไอในหัวข้อที่ 2.1.1.1 และ 4.1 นอกจากนี้ยังทำให้คุณลักษณะบางตัวจากแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบไว้ในหัวข้อที่ 4.1 ไม่สามารถใส่ค่าได้โดยตรง ดังนั้นในการพัฒนาส่วนขยายของยูดีไอจึงต้องเพิ่มคุณลักษณะเหล่านั้นเข้าไปด้วยทั้งที่เป็นคุณลักษณะที่ยูดีไอเวอร์ชัน 3.0 รองรับ อันได้แก่

- ChangeHistory ซึ่งเดิมเทียบได้กับ uddi:modified ใน uddi:operationalInfo แต่ในยูดีไอเวอร์ชัน 2 ไม่มี uddi:operationalInfo

- TimeOfRelease ซึ่งเดิมเทียบได้กับ uddi:created ใน uddi:operationalInfo แต่ในยูดีไอเวอร์ชัน 2 ไม่มี uddi:operationalInfo

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาส่วนขยายของยูดีไอเพื่อควบคุมการทำงานของยูดีไอมาตรฐานอีกชั้นหนึ่ง โดยใช้ยูดีไอเป็นไลบรารีของยูดีไอมาตรฐาน ส่วนขยายของยูดีไอถูกพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีเซิร์ฟเล็ต (Servlet) และจาวาบีน (Java Bean) เพื่อให้สอดคล้องกับยูดีไอซึ่งถูกสร้างโดยภาษาจาวา โดยรายละเอียดในการพัฒนาส่วนขยายของยูดีไอได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 4.2.2

4.2.1 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอเดิม

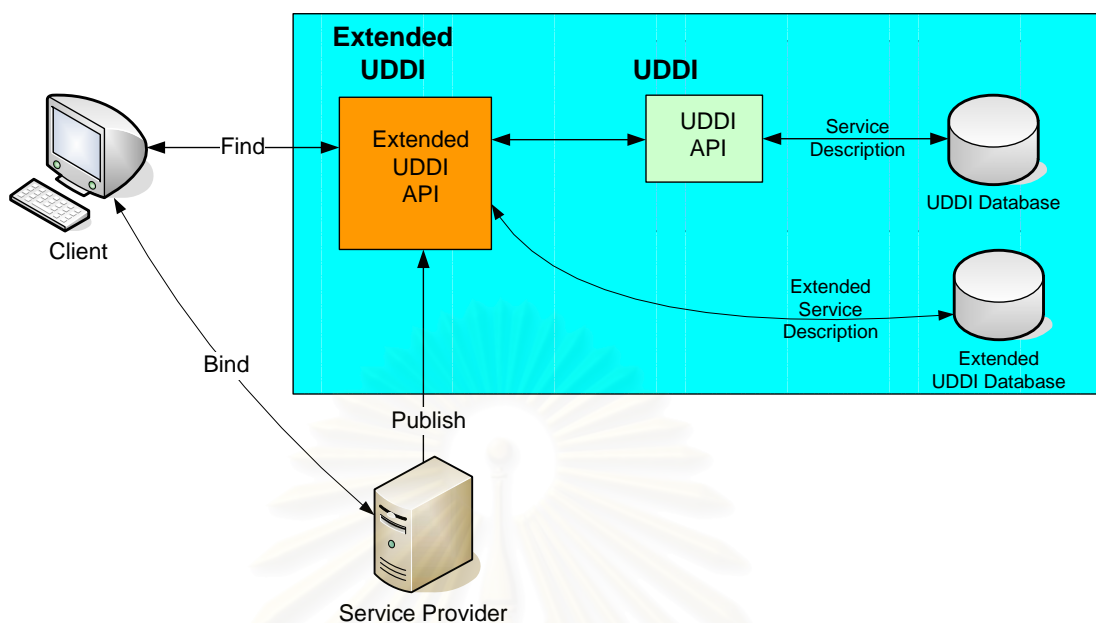


รูปที่ 4.3 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอก่อนการเพิ่มเติมส่วนขยาย

รูปที่ 4.3 แสดงเฟรมเวิร์คของยูดีดีไอก่อนเพิ่มเติมส่วนขยาย การทำงานเริ่มต้นจากผู้ให้บริการส่งคำสั่งร้องขอการประกาศบริการของตนตามโครงสร้างข้อมูลของยูดีดีไอผ่านยูดีดีไอเอพีไอ (UDDI API) จากนั้นยูดีดีไอเอพีไอจะจัดเก็บคำอธิบายบริการไว้ในฐานข้อมูล เมื่อมีผู้ใช้บริการส่งคำสั่งร้องขอการค้นหาบริการมายังยูดีดีไอ ยูดีดีไอเอพีไอจะเป็นตัวรับคำสั่งและค้นหาบริการที่ตรงกับเงื่อนไขจากฐานข้อมูล จากนั้นก็จะส่งผลลัพธ์กลับไปยังผู้ใช้บริการเพื่อให้ผู้ใช้บริการใช้ข้อมูลที่ได้รับในการเรียกใช้บริการ

4.2.2 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอหลังจากเพิ่มเติมส่วนขยาย

รูปที่ 4.4 แสดงเฟรมเวิร์คของยูดีดีไอหลังจากเพิ่มเติมส่วนขยายเพื่อให้รองรับแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการ โดยส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาได้แก่



รูปที่ 4.4 เฟรมเวิร์คของยูดีดีไอหลังจากเพิ่มเติมส่วนขยาย

- ส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอ (Extended UDDI API) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับยูดีดีไอเอพีไอเดิม ถูกพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีเซิร์ฟเลตและจาวาเป็นเพื่อให้สามารถติดต่อกับยูดีดีไอมาตรฐานซึ่งใช้จุดเป็นโอบรราริได้ โดยเป็นส่วนที่จัดการกับคำอธิบายบริการทั้งที่ยูดีดีไอเดิมรองรับและไม่รองรับ คำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอเดิมรองรับจะถูกส่งต่อไปให้ยูดีดีไอเอพีไอเดิมจัดการตามปกติ ส่วนคำอธิบายบริการส่วนที่ยูดีดีไอไม่รองรับจะถูกจัดเก็บไว้ที่ส่วนขยายของฐานข้อมูล

- ส่วนขยายของฐานข้อมูลยูดีดีไอ (Extended UDDI Database) ทำหน้าที่จัดเก็บคำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอเดิมไม่รองรับ โดยมีส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอเป็นตัวจัดการ

เมื่อมีคำร้องขอการประกาศบริการของผู้ให้บริการส่งมายังยูดีดีไอ ส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอจะจัดการกับคำร้องขอโดยแบ่งการกระทำเป็น 2 ส่วนคือ

- สำหรับคำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอรองรับ ส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอจะส่งคำร้องขอต่อไปยังยูดีดีไอเอพีไอเพื่อจัดเก็บตามปกติ

- สำหรับคำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอไม่รองรับ ส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอจะส่งข้อมูลไปเก็บที่ส่วนขยายของฐานข้อมูล

ดังนั้น บริการหนึ่งตัวอาจจะมีคำอธิบายบริการที่จัดเก็บไว้ 2 แห่งคือ คำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอรองรับเก็บในฐานข้อมูลเดิม และคำอธิบายบริการที่ยูดีดีไอไม่รองรับเก็บในส่วนขยายของฐานข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายบริการตัวเดียวกันที่จัดเก็บในฐานข้อมูลทั้ง 2 แห่งจะแสดงผ่าน businessKey และ serviceKey ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวที่ยูดีดีไอมาตรฐานกำหนดให้กับบิสิเนสเอนทิตีและบิสิเนสเซอร์วิสที่ประกาศใหม่

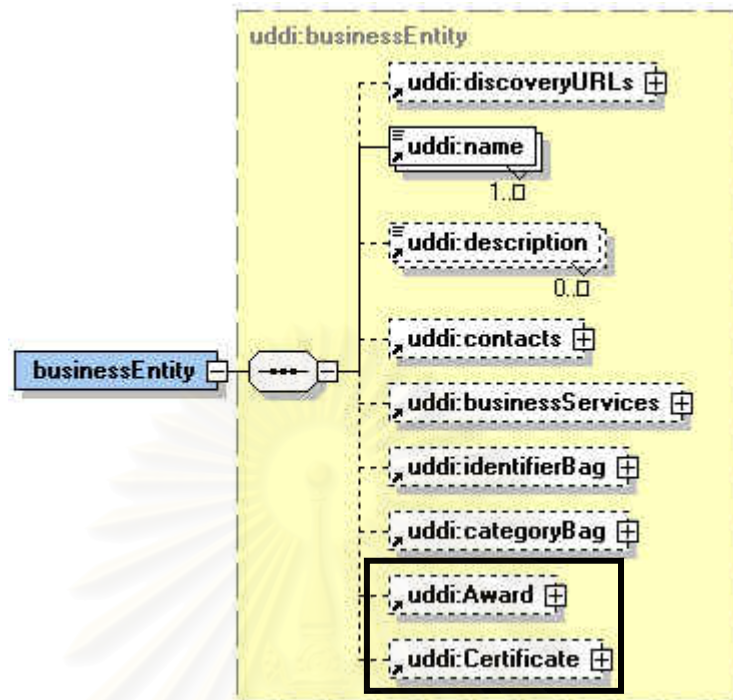
เมื่อมีคำร้องขอการค้นหาบริการของผู้ใช้บริการส่งมายังยูดีดีไอ ส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอจะจัดการกับคำร้องขอโดยส่งต่อคำร้องขอไปยังยูดีดีไอเอพีไอเดิม จากนั้นยูดีดีไอเอพีไอเดิมจะค้นหาบริการตามเงื่อนไขที่ร้องขอและส่งผลลัพธ์กลับไปยังส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอ เมื่อได้ผลลัพธ์จากยูดีดีไอเอพีไอเดิมแล้วส่วนขยายของยูดีดีไอเอพีไอจะใช้ businessKey และ serviceKey จากผลลัพธ์ดังกล่าว เพื่อค้นหาคำอธิบายบริการส่วนที่ยูดีดีไอไม่รองรับจากส่วนขยายของฐานข้อมูลและแสดงผลจากการค้นหาทั้งหมดให้แก่ผู้ใช้บริการ

4.2.3 โครงสร้างข้อมูลของยูดีดีไอหลังการเพิ่มเติมส่วนขยาย

ส่วนขยายของยูดีดีไอจะช่วยให้ยูดีดีไอรองรับคุณลักษณะตามแบบจำลองได้ทั้งหมด โดยมีการเพิ่มคุณลักษณะลงในบิสิเนสเอนทิตีและบิสิเนสเซอร์วิส ดังนี้

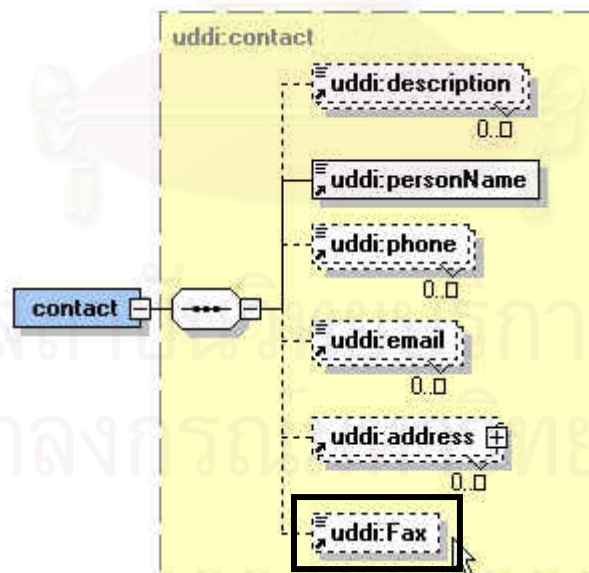
บิสิเนสเอนทิตี มีคุณลักษณะที่ถูกรับเพิ่มเติมคือ Award และ Certificate ดังแสดงในรูปที่ 4.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



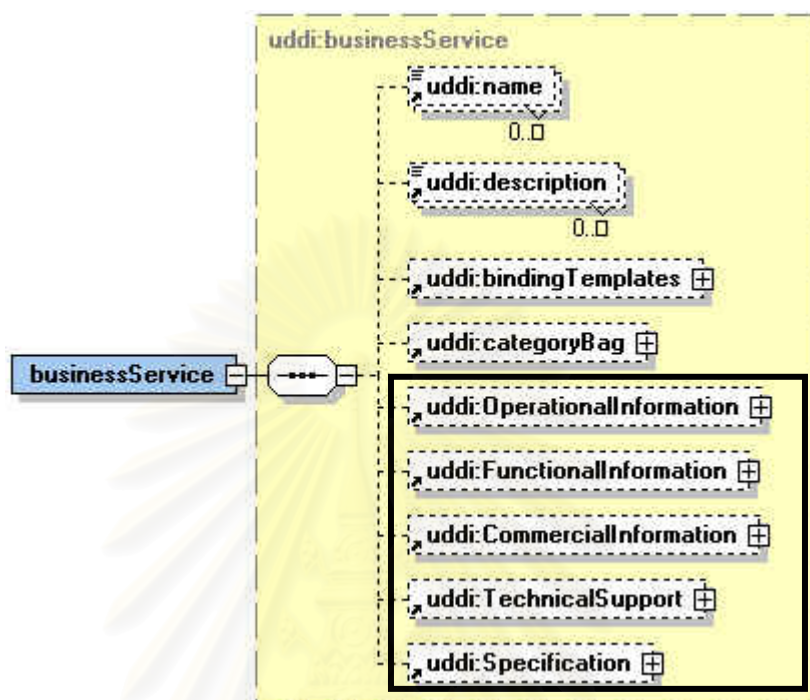
รูปที่ 4.5 โครงสร้างข้อมูลของบิสิเนสเอนทิตีที่ถูกขยายแล้ว

นอกจากนี้ ในส่วนของ contacts:contact ของยูดีดีไอได้เพิ่มคุณลักษณะ Fax ลงไป ดังแสดงในรูปที่ 4.6



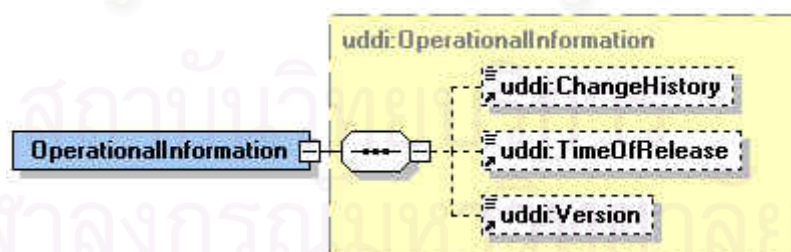
รูปที่ 4.6 คุณลักษณะ Fax ซึ่งถูกเพิ่มลงใน contacts:contact

บิสิเนสเซอร์วิส เป็นส่วนที่ถูกเพิ่มเติมคุณลักษณะมากที่สุดดังแสดงในรูปที่ 4.7 โดยมีกลุ่มคุณลักษณะที่ถูกเพิ่มเติมดังนี้



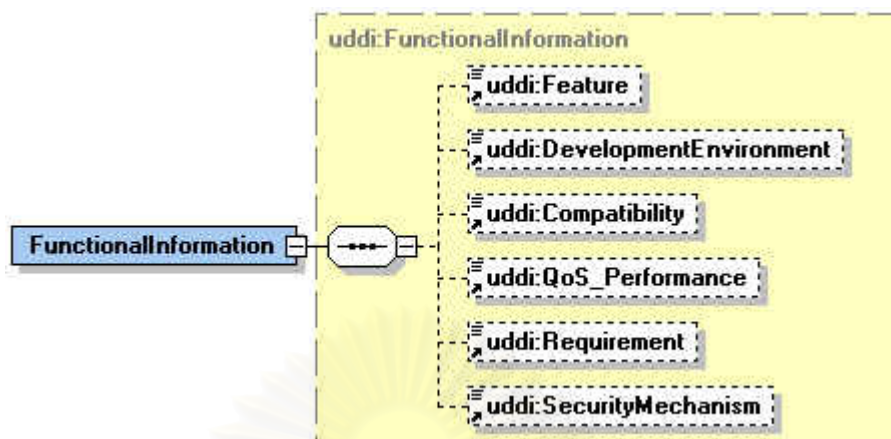
รูปที่ 4.7 โครงสร้างข้อมูลของบิสิเนสเซอร์วิสที่ถูกขยายแล้ว

4.2.3.2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับการดำเนินงาน (`uddi:OperationalInformation`) มีโครงสร้างข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.8 ประกอบด้วย `ChangeHistory`, `TimeOfRelease` และ `Version` ส่วน `ServiceEndPoint` เทียบได้กับ `accessPoint` ในใบนิตินิยมพลต จึงไม่ต้องเพิ่มเข้าไปอีก



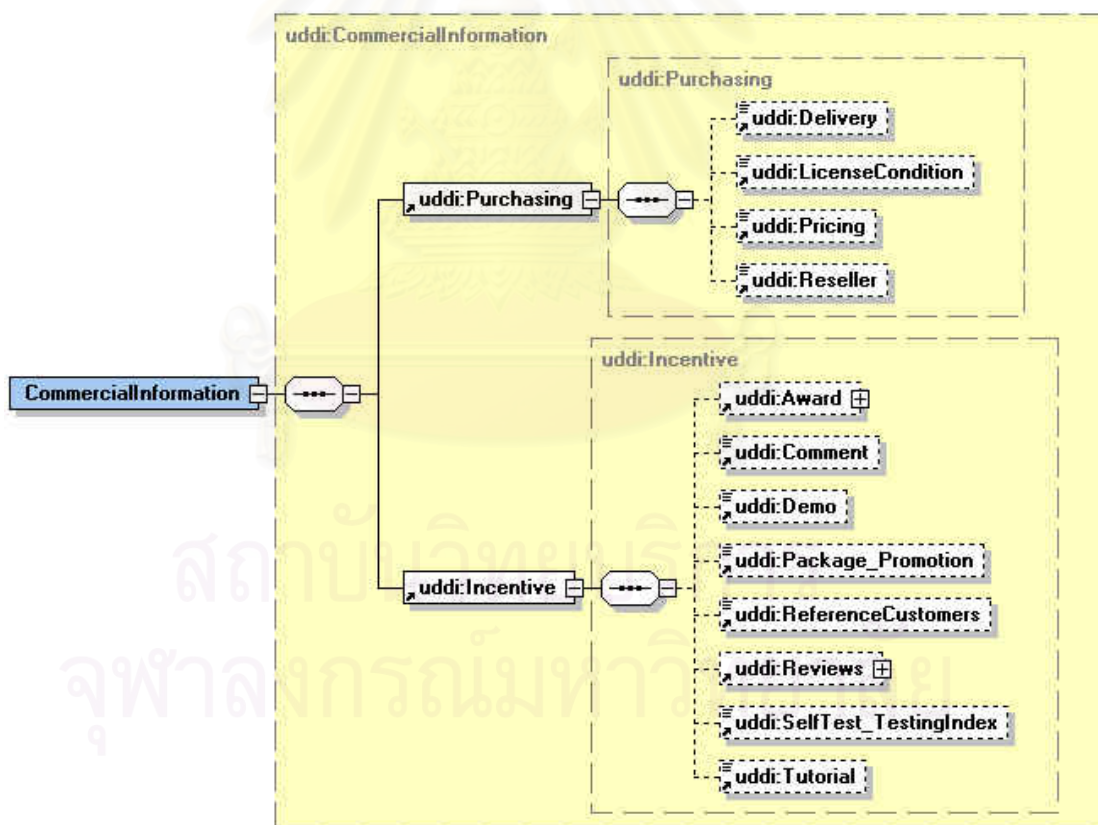
รูปที่ 4.8 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับการดำเนินงาน

4.2.3.2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของบริการ (`uddi:FunctionalInformation`) มีโครงสร้างข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.9 ในส่วนของ `Domain_Category` และ `Overview` เทียบได้กับ `uddi:categoryBag` และ `uddi:description` ในบิสิเนสเซอร์วิส ตามลำดับ จึงไม่ต้องเพิ่มเข้าไปอีก



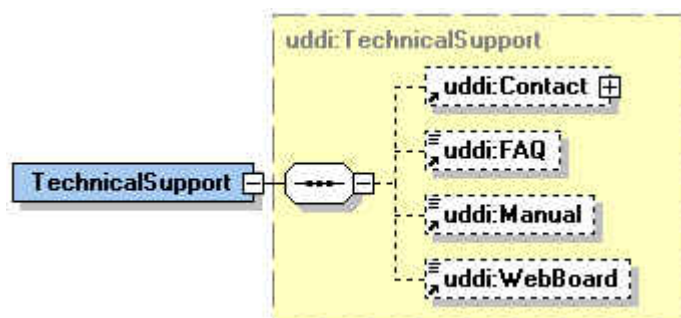
รูปที่ 4.9 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของบริการ

4.2.3.2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับข้อมูลเชิงธุรกิจ (`uddi:Commercial-Information`) คุณลักษณะทั้งหมดในกลุ่มนี้ถูกเพิ่มเติมลงในยูดีดีไอ โดยมีโครงสร้างข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.10



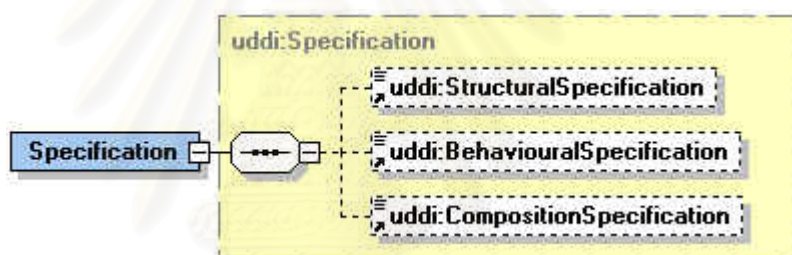
รูปที่ 4.10 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับข้อมูลเชิงธุรกิจ

4.2.3.2.4 คุณลักษณะเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน (`uddi:TechnicalSupport`) คุณลักษณะทั้งหมดในกลุ่มนี้ถูกเพิ่มเติมลงในยูดีดีไอ โดยมีโครงสร้างข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.11 ทั้งนี้โครงสร้างข้อมูลของ `Contact` เป็นไปตามที่แสดงไว้ใน รูปที่ 3.9



รูปที่ 4.11 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน

4.2.3.2.5 คุณลักษณะในเชิงข้อกำหนด (uddi:Specification) ที่ถูกเพิ่มเติมมีโครงสร้างของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.12 โดยประกอบด้วยข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมและข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ ส่วนโพรโทคอลในการเข้าถึงและส่วนต่อประสานเทียบได้กับเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอสซีซึ่งระบุไว้ใน uddi:accessPoint ในใบนิตินิยมแพลตฟอร์มจึงไม่ได้เพิ่มเติมลงในส่วนนี้



รูปที่ 4.12 โครงสร้างข้อมูลของคุณลักษณะในเชิงข้อกำหนด

4.3 การทดสอบการประกาศและค้นหาบริการกับส่วนขยายของยูดีดีไอ

ในหัวข้อนี้จะแสดงถึงการทดสอบการใช้งานยูดีดีไอที่ได้รับการพัฒนาส่วนขยายให้รองรับแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับคำอธิบายบริการที่เสนอขึ้น โดยครอบคลุมการประกาศบริการของผู้ให้บริการ และการค้นหาบริการของผู้ใช้บริการ

4.3.1 ตัวอย่างการประกาศบริการ

ในหัวข้อนี้จะแสดงการทดสอบการประกาศบริการโดยมีตัวอย่างเป็นการประกาศบริการของร้านขายหนังสือที่ชื่ออเมซ่า (Ameza Book Store) ซึ่งเป็นร้านขายหนังสือที่มีบริการ 2 บริการคือ บริการค้นหาหนังสือของร้านและบริการซื้อหนังสือ การประกาศบริการผ่านยูดีดีไอที่ถูกขยายจะเริ่มจากผู้ให้บริการลงทะเบียนกับยูดีดีไอที่ถูกขยาย จากนั้นจึงทำการประกาศบริการของตนผ่านแบบจำลองสำหรับประกาศบริการ ซึ่งจะเริ่มจากการประกาศบิสิเนสเอ็นทิตี จากนั้นจึง

ประกาศบิสิเนสเซอร์วิสและไปน้ดิงเทมเพลต รวมถึงพับลีชเซอร์แอสเซอร์ชัน เพื่อแสดง ความสัมพันธ์กับธุรกิจอื่น โดยมีคำอธิบายในแต่ละส่วน ดังนี้

4.3.1.1 บิสิเนสเอนทิตี ผู้ให้บริการจะระบุคำอธิบายเกี่ยวกับธุรกิจของ ตนในด้านต่างๆ ไว้ในส่วนนี้ ไม่ว่าจะเป็น ชื่อ ประวัติความเป็นมา การติดต่อหรือรางวัลที่ได้รับ เป็น ต้น การทดสอบเป็นการประกาศคำอธิบายเกี่ยวกับผู้ให้บริการของบริการร้านขายหนังสืออมีซาลง ในแบบจำลองสำหรับประกาศบิสิเนสเอนทิตีดังแสดงในรูปที่ 4.13

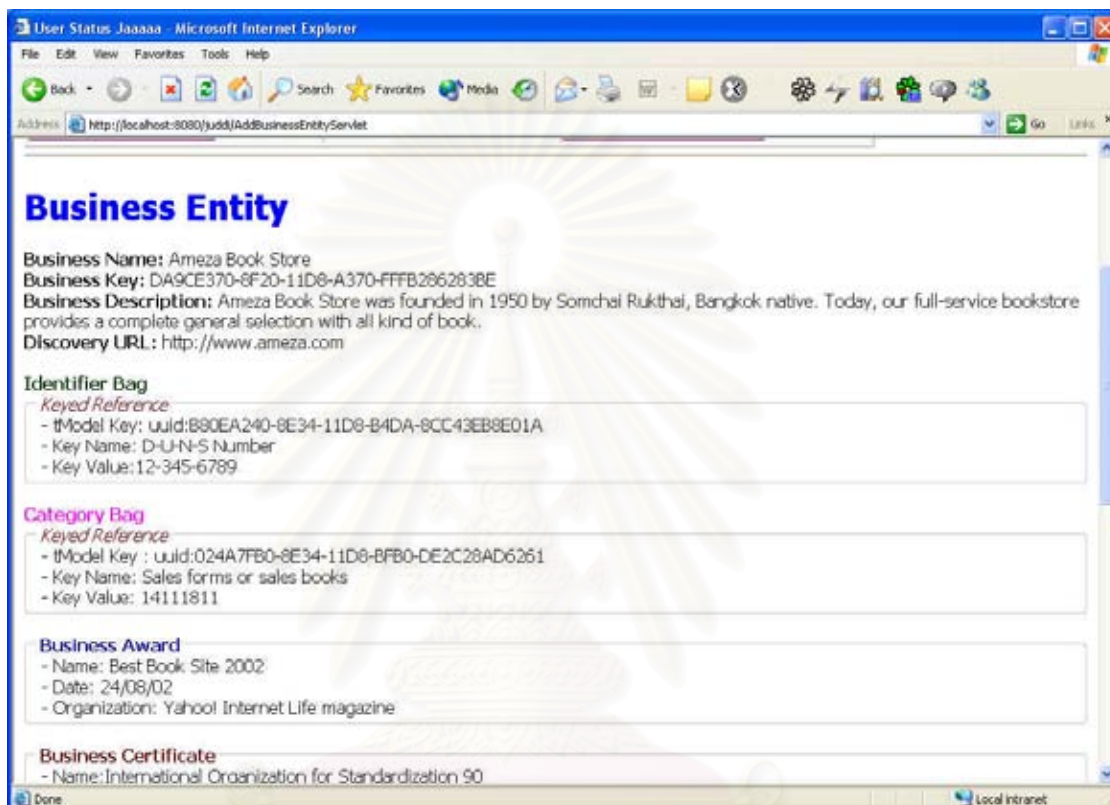
รูปที่ 4.13 แบบจำลองสำหรับประกาศบิสิเนสเอนทิตี

- Name: Ameza Book Store
- Description: Ameza Book Store was founded in 1950 by Somchai Rukthai, Bangkok native. Today, our full-service bookstore provides a complete general selection with all kind of book.
- DiscoveryURL: http://www.ameza.com
- Contact
 - Description: for general information about the store or website
 - Person Name: Public Relation Department

- Phone: +66027177214
- Email: prdepartment@ameza.com
- Fax: +66028188216
- Address
 - Number: 11
 - Street: Sukhumvit
 - City: Bangkok
 - Country: Thailand
 - Zip Code: 10110
- Identifier Bag
 - Keyed Reference อ้างถึงที่โมเดลของดียูเอ็นเอส
 - tModel Key: uuid:B80EA240-8E34-11D8-B4DA-8CC43EB8E01A
 - Key Name: -
 - Key Value: 12-345-6789
- Category Bag
 - Keyed Reference อ้างถึงที่โมเดลของยูเอ็นเอสพีเอสซี
 - tModel Key: uuid:024A7FB0-8E34-11D8-BFB0-DE2C28AD6261
 - Key Name: Sales forms or sales books
 - Key Value: 14111811
- Award
 - Name: Best Book Site 2002
 - Date: 24/08/02
 - Organization: Yahoo! Internet Life magazine
- Certificate
 - Name: International Organization for Standardization
9000:2000 (ISO9000:2000)
 - Date: 17/04/02

- Organization: International Organization for Standardization (ISO)

ยูดีดีไอจะกำหนดรหัสธุรกิจให้กับบิสิเนสเอนทิตีที่ประกาศแล้ว โดยผลลัพธ์จากการประกาศบิสิเนสเอนทิตีของร้านขายหนังสืออมี่ชาแสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ผลจากการประกาศบิสิเนสเอนทิตีของร้านขายหนังสืออมี่ชา

4.3.1.2 บิสิเนสเซอร์วิส ผู้ให้บริการจะระบุคำอธิบายเกี่ยวกับบริการของตนไว้ในส่วนนี้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งาน ข้อมูลทางธุรกิจหรือคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดต่างๆ ของบริการ บิสิเนสเอนทิตีหนึ่งตัวสามารถมีบิสิเนสเซอร์วิสได้หลายตัว โดยบิสิเนสเซอร์วิสแต่ละตัวอาจทำงานในโดเมนงานที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น ร้านขายหนังสืออมี่ชาประกอบด้วยบริการสองตัวคือ

- บริการค้นหาหนังสือ (Ameza Browsing Book) เป็นบริการที่ให้ข้อมูลของหนังสือที่ร้านอมี่ชาจำหน่าย
- บริการสั่งซื้อหนังสือ (Ameza Purchasing) เป็นบริการที่ให้ผู้สั่งซื้อหนังสือจากร้านอมี่ชา การทดสอบเป็นการประกาศคำอธิบายบริการลงในแบบจำลองสำหรับประกาศบิสิเนสเซอร์วิสดังแสดงในรูปที่ 4.15 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Add Service

Service Name:

Description:

Category Bag

tModel Key:

Key Reference Name:

Key Reference Value:

Operational Information

Version:

Change History:

Time of Release:

Functional Information

Feature:

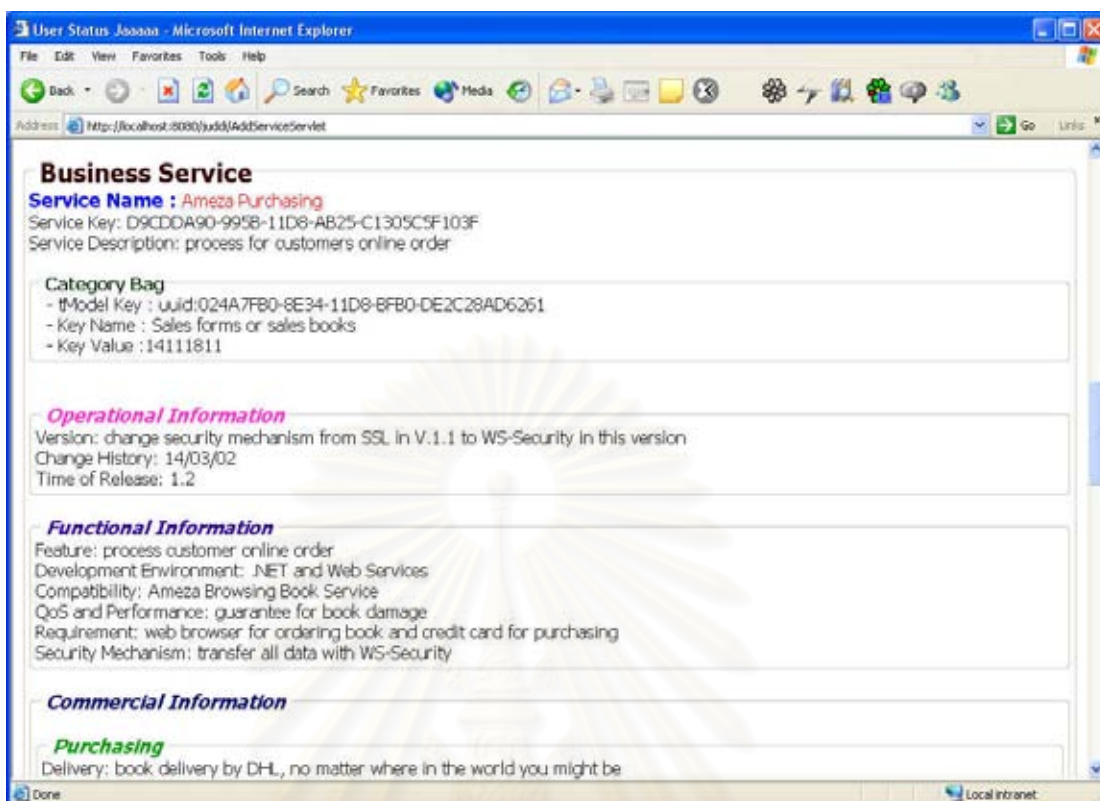
รูปที่ 4.15 แบบจำลองสำหรับประกาศบิตเนสเซอร์วิส

- Name: Ameza Purchasing
- Description: process for customers online order
- Category Bag
 - Keyed Reference อ้างถึงที่โมเดลของยูเอ็นเอสพีเอสซี
 - tModel Key: uuid:024A7FB0-8E34-11D8-BFB0-DE2C28AD6261
 - Key Name: Sales forms or sales books
 - Key Value: 14111811
- Operational Information
 - Change History: change security mechanism from SSL in V.1.1 to WS-Security in this version
 - Time of Release 14/03/02
 - Version 1.2
- Functional Information
 - Feature: process for customers online order

- Development Environment: .NET and Web Services
 - Compatibility: Ameza Browsing Book Service
 - Qos Performance: guarantee for book damage, all merchandises are exchangeable if damaged
 - Requirement: web browser for ordering book and credit card for purchasing
 - Security Mechanism: transfer all data with WS-Security
- Commercial Information
- Purchasing
 - Delivery: book delivery by DHL, no matter where in the world you might be
 - License Condition:
 - Pricing : up to book price, no fee charge
 - Reseller: -
 - Incentive
 - Award
 - Name: Best of the Web Services 2002
 - Date: 27/02/03
 - Organization: Forbes Magazine
 - Comment: <http://www.ameza.com/comment/purchasing.html>
 - Demo: <http://www.ameza.com/demo/autodemo.html>
 - Package-Promotion: 20% off, until 31/05/04
 - Reference Customers <http://www.ameza.com/refcustomer.html>
 - Reviews
 - Description: trustful service and fast delivery
 - Date: 14/09/03
 - Reviewer: Forbes Magazine
 - Self Test-Testing Index: <http://www.ameza.com/securitytestingIndex.html>

- Tutorial: <http://www.ameza.com/tutorial/tutorial.html>
- Technical Support
 - Contact
 - Description: for technical information of Ameza Purchasing service
 - Person Name: Technical Support Department
 - Phone: +66026166212
 - Email: tsdepartment@ameza.com
 - Fax: +66025155210
 - Address
 - Number: 11
 - Street: Sukhumvit
 - City: Bangkok
 - Country: Thailand
 - Zip Code: 10110
 - FAQ: <http://www.ameza.com/FAQ.html>
 - Manual: <http://www.ameza.com/manual.html>
 - Web Board: <http://www.ameza.com/webboard.html>
- Specification
 - Structural Specification: <http://www.ameza.com/StructureSpec.owl>
 - Behavioural Specification: <http://www.ameza.com/BehaviouralSpec.owl>
 - Composition Specification: <http://www.ameza.com/CompositionSpec.owl>

ยูตีดีไอจะกำหนดรหัสบริการให้กับบิสิเนสเซอร์วิสที่ประกาศแล้ว โดยผลลัพธ์จากการประกาศบิสิเนสเซอร์วิสของร้านขายหนังสืออมีซาแสดงดังรูปที่ 4.16

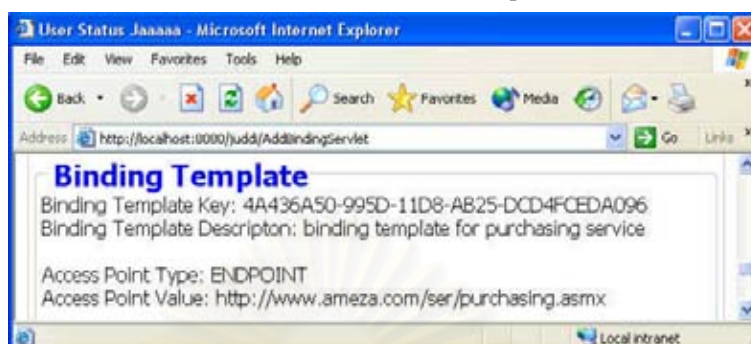


รูปที่ 4.16 ผลจากการประกาศบริการสั่งซื้อหนังสือของร้านขายหนังสืออมิซ่า

4.3.1.3 ไบนด์ิงเทมเพลต ผู้ให้บริการจะระบุวิธีการเรียกใช้งานบริการลงในส่วนนี้ โดยการทดสอบเป็นการประกาศคำอธิบายวิธีการเรียกใช้บริการสั่งซื้อหนังสือของร้านขายหนังสืออมิซ่า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Description: binding template for purchasing service
- Access Point
 - Access Point Type: endPoint
 - Access Point Value: <http://www.ameza.com/ser/purchasing.asmx>
- tModel Instance Details เป็นคำบรรยายและเอกสารอธิบายข้อมูลเชิงเทคนิคในการใช้งานบริการ มักใช้ในการอธิบายการใช้งานบริการซึ่งมีวิธีการใช้งานแตกต่างจากมาตรฐานของเว็บเซอร์วิส ผู้ให้บริการอาจไม่ระบุข้อมูลในส่วนนี้หากมีการเรียกใช้บริการตามมาตรฐานของเว็บเซอร์วิส

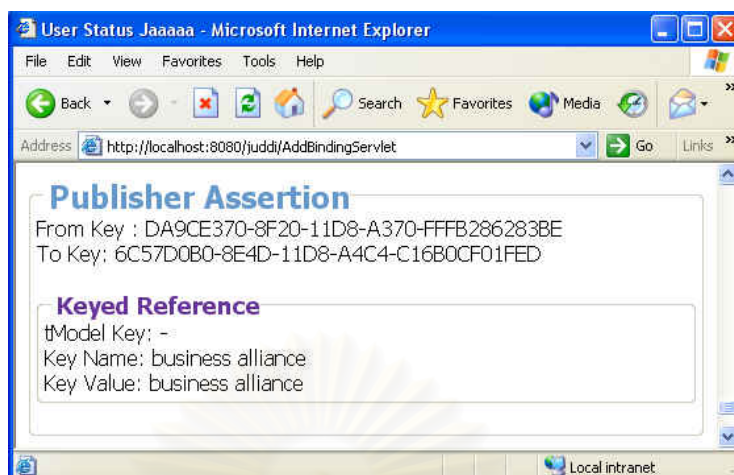
ยูติไลไอจะกำหนดรหัสไบนดิงเทมเพลตให้กับไบนดิงเทมเพลตที่ประกาศแล้ว โดยผลลัพธ์จากการประกาศไบนดิงเทมเพลตของร้านขายหนังสืออมีซาแสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ผลจากการประกาศไบนดิงเทมเพลตของบริการสั่งซื้อหนังสือของร้านขายหนังสืออมีซา

4.3.1.4 พับลิชเซอร์แอสเซอรัชัน ผู้ให้บริการจะระบุความสัมพันธ์ระหว่างธุรกิจของตนกับธุรกิจอื่นในส่วนนี้ โดยร้านขายหนังสืออมีซาเป็นพันธมิตรทางการค้ากับธุรกิจจัดส่งพัสดุดีเอสแอล ซึ่งมีผลลัพธ์จากการประกาศดังแสดงในรูปที่ 4.18 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

- From Key: DA9CE370-8F20-11D8-A370-FFFB286283BE
(รหัสธุรกิจของร้านขายหนังสืออมีซา)
- To Key: 6C57D0B0-8E4D-11D8-A4C4-C16B0CF01FED
(รหัสธุรกิจของธุรกิจจัดส่งพัสดุดีเอสแอล)
- Keyed Reference แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของธุรกิจทั้งสอง
 - tModel Key: -
 - Key Name: business alliance
 - Key Value: business alliance



รูปที่ 4.18 ผลจากการประกาศพับลิชเซอร์แอสเซอร์ชัน ของร้านขายหนังสือมีชา

ในการประกาศบริการ ผู้ให้บริการสามารถเลือกระบุเฉพาะคุณลักษณะที่มีในยูดีดีโอมาตรฐานลงในยูดีดีโอที่มีการเพิ่มขยายนี้ได้ ทำให้เกิดความโปร่งใส (Transparency) ของการใช้งานส่วนขยายตามมาตรฐานเดิม

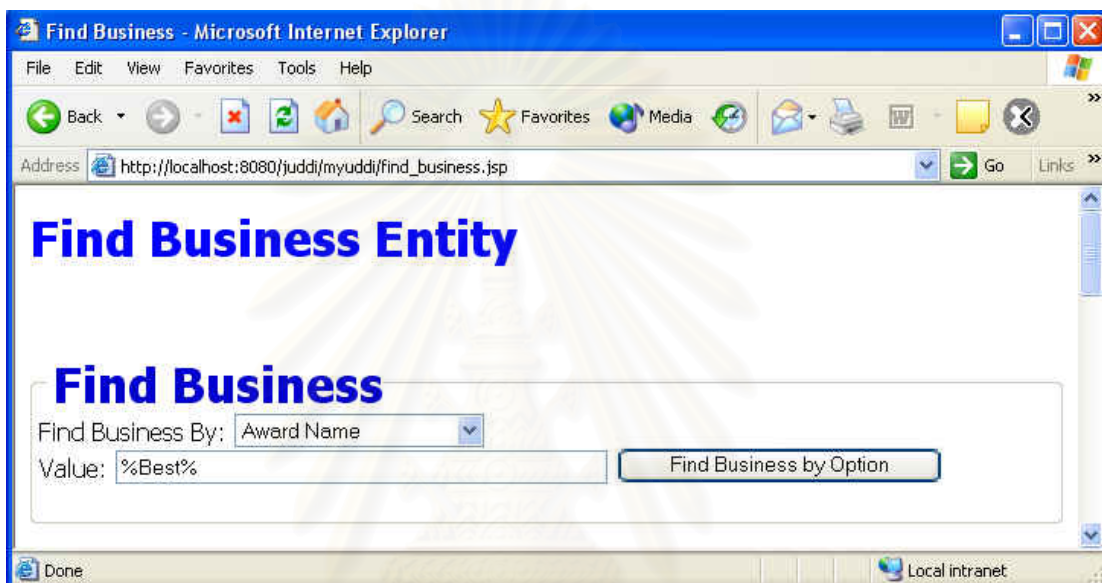
4.3.2 การค้นหาบริการ

ยูดีดีโอจะค้นหาโดยใช้การเปรียบเทียบค่าระหว่างคุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขกับคุณลักษณะของบริการที่ประกาศไว้ โดยการค้นหาบริการกับยูดีดีโอที่ได้รับการขยายแล้วนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวทาง

4.3.2.1 การค้นหาตามแบบยูดีดีโอมาตรฐาน ผู้ใช้บริการสามารถค้นหาบริการที่ต้องการโดยกำหนดเงื่อนไขที่ยูดีดีโอมาตรฐานรองรับ ซึ่งยูดีดีโอที่ได้รับการขยายรองรับการค้นหา ดังนี้

- ค้นหาธุรกิจจากชื่อธุรกิจ รหัสธุรกิจ และชื่อบัญชีผู้ประกาศธุรกิจ (Account Name)
- ค้นหาบริการจากชื่อบริการและรหัสบริการ
- ค้นหาที่โมเดลจากชื่อที่โมเดลและรหัสที่โมเดล

4.3.2.2 การค้นหาจากคุณลักษณะใหม่ที่เพิ่มลงไป ผู้วิจัยได้พัฒนาให้ยูติลิตี้ที่ได้รับการขยายรองรับการค้นหาบริการจากคุณลักษณะใหม่ที่เพิ่มลงไป ทำให้การค้นหาสามารถมีเงื่อนไขครอบคลุมคุณลักษณะต่างๆ มากขึ้น ผู้ใช้สามารถเลือกใช้คุณลักษณะในการค้นหาได้โดยการกำหนดชื่อคุณลักษณะและค่าของคุณลักษณะที่ต้องการจะค้นหา ในหัวข้อนี้จะแสดงตัวอย่างการค้นหาบิสเนสเอนทิตีจากชื่อรางวัล โดยผู้ใช้บริการจะค้นหาบิสเนสเอนทิตีที่ได้รับรางวัลที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 การค้นหาบิสเนสเอนทิตีจากชื่อรางวัล

บิสเนสเอนทิตีที่เป็นผลลัพธ์จากการค้นหาทั้งหมดจะถูกแสดงรายละเอียดออกมาในหน้าเดียวเรียงกันไป โดยรูปที่ 4.20 แสดงผลการค้นหาบิสเนสเอนทิตีโดยใช้ชื่อรางวัล ผลลัพธ์ที่ได้เป็นบิสเนสเอนทิตีของร้านขายหนังอมีซาซึ่งมีคำว่า “Best” เป็นส่วนหนึ่งของชื่อรางวัลที่ได้รับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The screenshot shows a web browser window titled "Result from Find Business - Microsoft Internet Explorer". The address bar displays "http://localhost:8080/judd/FindBusinessEntityServlet". The main content area is titled "Result from Find Business." and contains the following information:

Business Entity

Business Name: Ameza Book Store
Business Key: DA9CE370-8F20-11D8-A370-FFFB2852838E
Business Description: Ameza Book Store was founded in 1950 by Somchai Rukthai, Bangkok native. Today, our full-service bookstore provides a complete general selection with all kind of book.
Discovery URL: <http://www.ameza.com>

Identifier Bag

Keyed Reference

- #Model Key: uuid:880EA240-8E34-11D8-B4DA-8CC43EB8E01A
- Key Name: D-U-N-S Number
- Key Value: 12-345-6789

Category Bag

Keyed Reference

- #Model Key : uuid:024A7FB0-8E34-11D8-BFB0-DE2C28AD6261
- Key Name: Sales forms or sales books
- Key Value: 14111811

Business Award

- Name: Best Book Site 2002
- Date: 24/08/02
- Organization: Yahoo! Internet Life magazine

Business Certificate

- Name: International Organization for Standardization 90

รูปที่ 4.20 ผลการค้นหาสิเนสเอนทิตีโดยใช้ชื่อรางวัล

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ตัวอย่างการใช้งานบางคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ

คุณลักษณะที่อยู่ในแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับบริการที่เสนอนั้นนั้น ส่วนมากเป็นคุณลักษณะสถิติ ซึ่งอธิบายได้ในรูปของชื่อคุณลักษณะและค่าคุณลักษณะ เช่น ชื่อ สถานที่ติดต่อ ดังนั้นการค้นหาบริการจึงถูกจำกัดอยู่ในรูปของการระบุชื่อคุณลักษณะ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าของมันกับค่าที่ต้องการ แต่มีรายละเอียดอื่นๆ ของบริการซึ่งอธิบายได้ยากในรูปของชื่อคุณลักษณะและค่าคุณลักษณะ ตัวอย่างเช่น รายละเอียดเชิงความหมายและพฤติกรรมของบริการ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดคุณลักษณะที่จะใช้อธิบายรายละเอียดเหล่านี้ให้เป็นคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด กล่าวคือ ค่าของคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นรายละเอียดของบริการ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปของข้อกำหนด โดยผู้ใช้บริการสามารถเรียกดูข้อกำหนดเหล่านี้เพื่อทำความเข้าใจตัวบริการ หรืออาจต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้อธิบายข้อกำหนดเหล่านี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกบริการ

ไบบหนี่จะกล่าวถึงการระบุข้อกำหนดสำหรับคุณลักษณะทั้ง 4 ตัว ได้แก่ คุณลักษณะการทดสอบ คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมและคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ เพื่อเป็นแนวทางในการอธิบายบริการของผู้ให้บริการ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการเหล่านี้

5.1 คุณลักษณะการทดสอบ (SelfTest_TestingIndex Attribute)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการใช้งานคุณลักษณะการทดสอบ SelfTest_TestingIndex ที่เสนอไว้ในหัวข้อที่ 3.4 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่ออธิบายการทดสอบบริการ ในรูปแบบของการจัดเตรียมข้อมูลทดสอบและผลที่คาดว่าจะได้รับโดยผู้ให้บริการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถทดสอบบริการด้วยตนเอง

ในการจัดเตรียมข้อมูลทดสอบและผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทดสอบบริการนั้น ผู้ให้บริการอาจจัดเตรียมข้อมูลดังกล่าวสำหรับแต่ละโอเปอเรชัน โดยอ้างอิงจากโอเปอเรชันที่อธิบายไว้ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอสดี เช่น บริการร้านขายหนังสือแอมazon (Amazon) มีเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอสดีแสดงไว้ที่ <http://soap.amazon.com/schemas/AmazonWebServices.wsdl> โดยเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอสดีจะอธิบายถึงการเรียกใช้งานบริการ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับโอเปอเรชันภายในบริการด้วย AuthorSearchRequest เป็นโอเปอเรชันหนึ่งที่ถูกแสดงไว้ ซึ่งมีข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 5.1

```

<operation name="AuthorSearchRequest">
  <input message="typens:AuthorSearchRequest" />
  <output message="typens:AuthorSearchResponse" />
</operation>
<operation name="AuthorSearchRequest">
  <soap:operation soapAction="urn:PI/DevCentral/SoapService" />
  <input>
    <soap:body use="encoded" namespace="urn:PI/DevCentral/SoapService"
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" />
  </input>
  <output>
    <soap:body use="encoded" namespace="urn:PI/DevCentral/SoapService"
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" />
  </output>
</operation>
<message name="AuthorSearchRequest">
  <part name="AuthorSearchRequest" type="typens:AuthorRequest" />
</message>

```

รูปที่ 5.1 การประกาศโอเปอเรชัน AuthorSearchRequest ในเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลของร้าน
แอมมาซอน

ผู้ให้บริการร้านขายหนังสือแอมมาซอนอาจอธิบายคุณลักษณะการทดสอบเป็น
ข้อกำหนดซึ่งระบุข้อมูลทดสอบและผลที่คาดว่าจะได้รับการเรียกใช้โอเปอเรชัน
AuthorSearchRequest ไว้ดังแสดงในรูปที่ 5.2

```

Operation: AuthorSearchRequest
Input (AuthorName) : Adaji Misuru
Output (BookName) : {Touch, Rough, Slow Step}

```

รูปที่ 5.2 ข้อกำหนดการทดสอบของโอเปอเรชัน AuthorSearchRequest

รูปที่ 5.2 แสดงข้อกำหนดการทดสอบของโอเปอเรชัน AuthorSearchRequest
โดยระบุข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นชื่อของผู้แต่งคือ Adaji Misuru และมีผลที่คาดว่าจะได้รับการ
ค้นหาหนังสือที่มีผู้แต่งรายนี้คือหนังสือ 3 เล่ม ชื่อ Touch, Rough และ Slow Step ผู้ให้บริการ

สามารถใช้ข้อกำหนดการทดสอบเพื่อทดสอบบริการได้เอง หรืออาจใช้เป็นต้นแบบในการทดสอบด้วยค่าอื่นๆ ต่อไป

เทสต์เมกเกอร์ (TestMaker) [34] เป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการทดสอบการทำงานของเว็บเซอร์วิส โดยเทสต์เมกเกอร์จะวิเคราะห์เอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลของเว็บเซอร์วิสที่ต้องการทดสอบและสร้างเป็นแบบจำลองอธิบายการดำเนินการของเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลนั้น เราสามารถระบุค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบผ่านแบบจำลองดังกล่าว เพื่อให้เทสต์เมกเกอร์ส่งค่าเหล่านั้นไปให้เว็บเซอร์วิสทำงานและรับผลลัพธ์กลับมาแสดง

ผู้ใช้บริการอาจทดสอบบริการที่ต้องการโดยใช้เทสต์เมกเกอร์ได้ เช่น ผู้ใช้บริการสามารถทดสอบบริการร้านขายหนังสือแอมazonได้ โดยระบุยูอาร์แอลของเอกสารดับเบิลยูเอสดีเอลลงในเทสต์เมกเกอร์ เพื่อให้สร้างแบบจำลองคำอธิบายการดำเนินการขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 5.3 จากนั้นผู้ใช้บริการทดสอบใส่ค่าที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการทดสอบดังเช่นรูปที่ 5.2 ซึ่งประกาศไว้ในยูดีดีไอ เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เป็นต้น

```

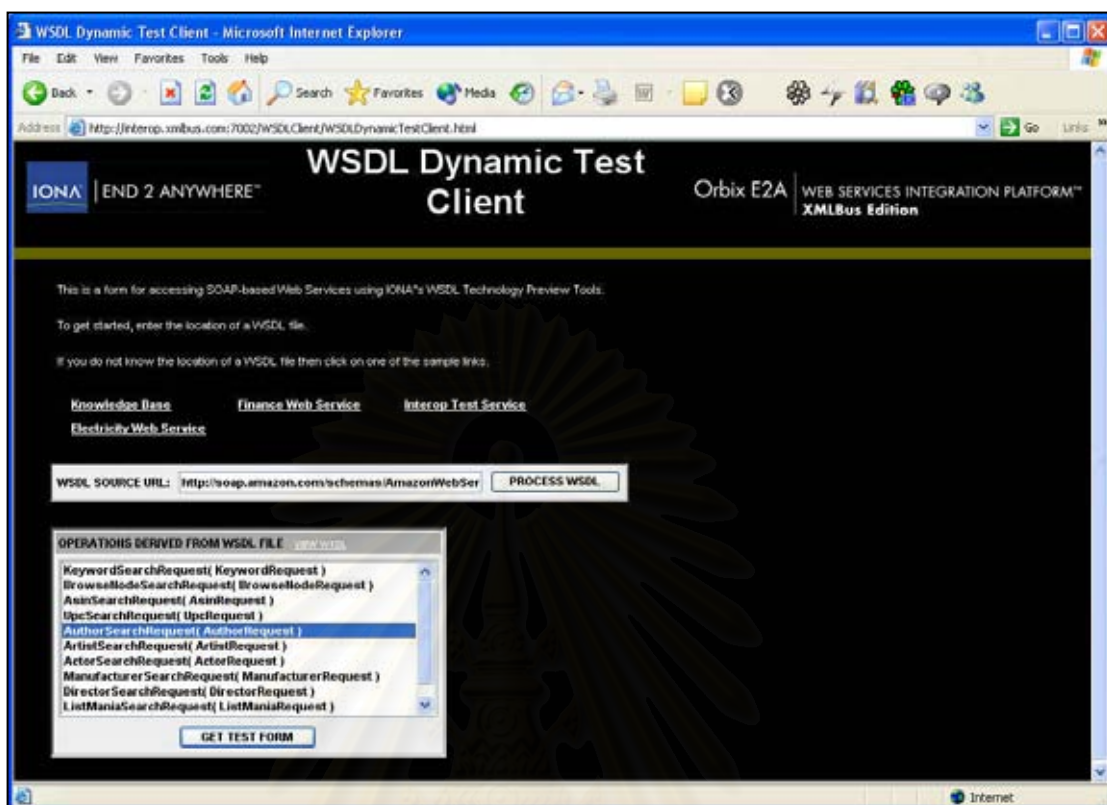
...
# Main body of agent
# AmazonSearchService SOAP Script
# AmazonSearchPort: urn:PI/DevCentral/SoapService:AmazonSearchBinding

body = ProtocolHandler.getBody("soap")
body.setMethod("AuthorSearchRequest")
# AuthorSearchRequest
body.addParameter("AuthorSearchRequest", "")
soap.setBody(body)
response = soap.connect()
...
#Report results

```

รูปที่ 5.3 แบบจำลองคำอธิบายการดำเนินการของร้านแอมazon

นอกจากเทสต์เมกเกอร์แล้วยังมีเครื่องมืออื่นๆ ที่ทำงานในลักษณะเดียวกันนี้ เช่น WSDL Dynamic Test Client [35] ซึ่งให้บริการในการทดสอบบริการแบบออนไลน์ ดังแสดงในรูปที่ 5.4 เป็นต้น



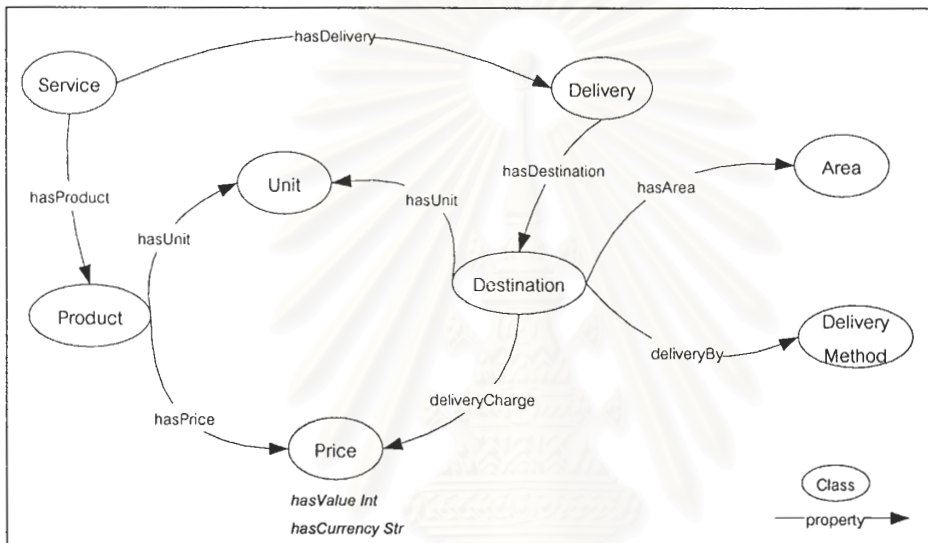
รูปที่ 5.4 WSDL Dynamic Test Client

การทดสอบบริการด้วยเครื่องมือทดสอบตามข้อกำหนดการทดสอบ ซึ่งระบุในคุณลักษณะ SelfTest_TestingIndex นั้น ทำให้ผู้ใช้บริการได้มีโอกาสทดสอบการทำงานของบริการด้วยตัวเอง ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในบริการ และยังเป็น การทดลองใช้บริการเพื่อสร้างความคุ้นเคยต่อรูปแบบการเรียกใช้และผลลัพธ์ที่ได้จากบริการด้วย

5.2 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง (Structural Specification Attribute)

เป็นข้อกำหนดที่อธิบายถึงข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบริการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้บริการใช้ข้อมูลดังกล่าวในการพิจารณาและเป็นเงื่อนไขในการค้นหาบริการได้ ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสามารถแสดงได้ในหลายรูปแบบ อาจอยู่ในรูปของแผนภาพคลาสซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นเว็บเซอร์วิส หรืออาจอธิบายโดยภาษาที่ใช้อธิบายออนโทโลยีอย่างอาร์ตีเฟฟหรืออวาล์ก็ได้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ออนโทโลยีในการอธิบายข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับบริการ โดยแบ่งข้อกำหนดเชิงโครงสร้างออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

1. อัปเปอร์ออนโทโลยี (Upper Ontology) เป็นออนโทโลยีที่แสดงภาพรวมในการอธิบายโครงสร้างของบริการ โดยสามารถนำไปปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับบริการที่เฉพาะเจาะจงลงไปได้ เปรียบได้กับการกำหนดแนวทางในการอธิบายโครงสร้างของบริการ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับบริการในโดเมนงานใดๆ ก็ได้ โดยอัปเปอร์ออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสามารถแสดงในรูปแผนภาพกราฟได้ดังรูปที่ 5.5 รายละเอียดของโครงสร้างของบริการเป็นดังนี้



รูปที่ 5.5 อัปเปอร์ออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง

- คลาสบริการ (Service) แสดงบริการที่จะอธิบาย เช่น บริการขายหนังสือ บริการเกมออนไลน์
- คลาสสินค้า (Product) แสดงผลลัพธ์จากการใช้บริการ เช่น หนังสือ ช่วงเวลาเล่นเกมออนไลน์
- คลาสหน่วย (Unit) แสดงลักษณะนามของสินค้า เช่น หนังสือมีหน่วยเป็นเล่ม ระยะเวลามีหน่วยเป็นชั่วโมง การส่งสินค้ามีลักษณะนามเพื่อใช้ในการคิดค่าส่งเป็นกิโลกรัม เป็นต้น
- คลาสราคา (Price) แสดงหน่วยเงินซึ่งเป็นทั้งราคาและค่าส่งของสินค้า
- คลาสการส่งสินค้า (Delivery) แสดงการส่งสินค้าไปยังผู้รับ โดยอาจแสดงในรูปของผู้ที่จัดส่งสินค้า เช่น ผู้ให้บริการใช้บริการของดีเอชแอล (DHL) หรือเฟดเอ็กซ์ (FedEX) ในการส่งสินค้า

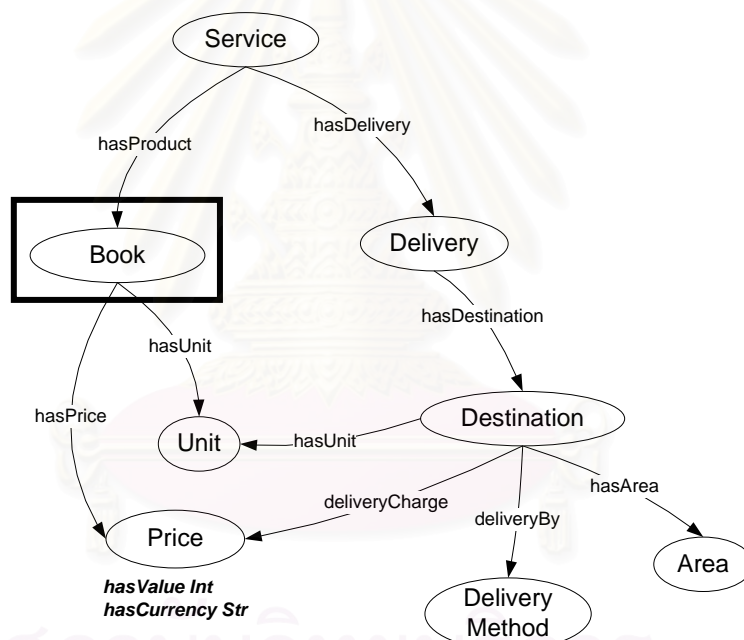
- คลาสปลายทาง (Destination) แสดงปลายทางของการส่งสินค้า ผู้จัดส่งสินค้าอาจมีเส้นทางในการส่งสินค้าหลายเส้นทาง โดยมีความแตกต่างกันในเรื่องของพื้นที่ปลายทาง วิธีการจัดส่งและค่าจัดส่ง
- คลาสวิธีการส่งสินค้า (DeliveryMethod) แสดงวิธีการส่งสินค้าเช่น ทางอากาศ หรือทางเรือ
- คลาสพื้นที่ (Area) แสดงพื้นที่ของปลายทางที่ส่งสินค้าไปถึง เช่น ภายในประเทศไทย ภายในทวีปเอเชียหรือทั่วโลก
- คุณสมบัติ hasProduct กำหนดสินค้าที่บริการมี
- คุณสมบัติ hasUnit กำหนดหน่วยนับ
- คุณสมบัติ hasPrice กำหนดราคาของสินค้า
- คุณสมบัติ hasValue กำหนดค่าของราคา
- คุณสมบัติ hasCurrency กำหนดหน่วยเงิน
- คุณสมบัติ hasDelivery กำหนดการส่งสินค้าของบริการ
- คุณสมบัติ hasDestination กำหนดปลายทางของการส่งสินค้า
- คุณสมบัติ hasArea กำหนดพื้นที่ปลายทางในการส่งสินค้า
- คุณสมบัติ deliveryBy กำหนดวิธีการส่งสินค้า
- คุณสมบัติ deliveryCharge กำหนดค่าจัดส่งสินค้า

จากรูปที่ 5.5 อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างบริการกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ ข้อมูลหลักสองอย่างคือสินค้าและการส่งสินค้า ซึ่งผลลัพธ์ของการให้บริการนั้นอาจจะอยู่ในรูปของวัตถุที่จับต้องได้เช่น หนังสือ หรืออาจจะอยู่ในรูปของสถานะที่เปลี่ยนแปลงไปเช่น การจองห้องพัก หรือเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการซื้อเวลาเพื่อเล่นเกมออนไลน์ เป็นต้น ไม่ว่าจะผลลัพธ์จากบริการจะอยู่ในรูปแบบใด ต่างก็มีจุดรวมกันคือเป็นสิ่งที่ได้จากการใช้บริการเหมือนกัน งานวิจัยนี้จึงได้จัดผลลัพธ์ดังกล่าวรวมกันและเรียกว่าสินค้า เพื่อสื่อถึงสิ่งที่ได้จากการใช้บริการ ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างมีจุดประสงค์หลักเพื่อจะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างบริการกับสินค้าว่าบริการนั้นๆ สามารถให้ผลเป็นสินค้าอะไรได้บ้างและสินค้าแต่ละอย่างนั้นมีข้อมูลอะไรบ้าง โดยมีข้อมูลหลักๆ คือราคาและหน่วยนับของสินค้าซึ่งเป็นแนวคิดมาจาก [36]

เมื่อใช้บริการจนได้ผลลัพธ์เป็นสินค้าแล้ว ข้อมูลที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องต่อไปก็คือวิธีการส่งสินค้าจากผู้ให้บริการไปยังผู้ใช้บริการ ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างจะอธิบายถึงการส่งสินค้าในแง่มุมมองของวิธีการจัดส่ง ค่าใช้จ่าย และพื้นที่ที่รับจัดส่ง โดยหากสินค้าเป็นวัตถุดิบของ การส่ง

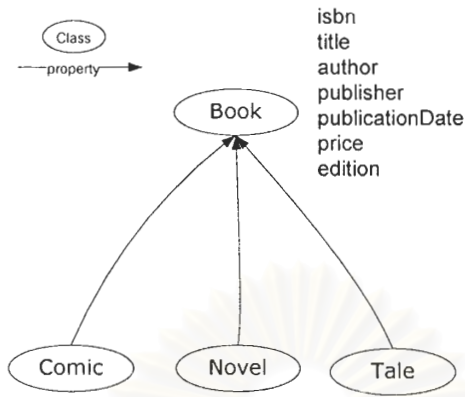
สินค้าก็จะอธิบายถึงวิธีการจัดส่งสินค้าไปยังผู้รับ ไม่ว่าจะเป็นทางบก ทางเรือหรือทางอากาศ แต่หากสินค้านั้นไม่ได้เป็นวัตถุที่จับต้องได้ การส่งสินค้าก็จะอธิบายถึงการส่งสิทธิ์หรืออำนาจถือครองในตัวสินค้าไปยังผู้รับ เช่น การส่งเลขรหัสเพื่อใช้ยืนยันการเป็นผู้จองห้องพักหรือเลขรหัสในการลงทะเบียนเพิ่มเวลาในการเล่นเกมนอนไลน์ โดยส่งเลขรหัสดังกล่าวในรูปแบบของอีเมล เป็นต้น

2. แชร์คออนโทโลยี (Shared Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ได้รับการปรับ (Derive) มาจากอับเปอร์ออนโทโลยี เพื่อให้เหมาะสมในการอธิบายโครงสร้างของบริการในโดเมนงานหนึ่งๆ โดยการเพิ่มเติมคลาสต่างๆ ที่ถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละโดเมนงานเข้าไป ทำให้แชร์คออนโทโลยีเป็นออนโทโลยีสำหรับการอธิบายโครงสร้างของบริการในโดเมนงานหนึ่งๆ



รูปที่ 5.6 แชร์คออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานร้านขายหนังสือ

รูปที่ 5.6 แสดงแชร์คออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานร้านขายหนังสือ โดยมีส่วนที่รับมาจากอับเปอร์ออนโทโลยีคือคลาสหนังสือ (Book) ซึ่งเป็นซัพคลาสของสินค้าในอับเปอร์ออนโทโลยี คลาสหนังสือแสดงความเจาะจงของบริการในโดเมนนี้ว่ามีสินค้าเป็นหนังสือ คลาสหนังสืออธิบายได้โดยแผนภาพดังแสดงในรูปที่ 5.7



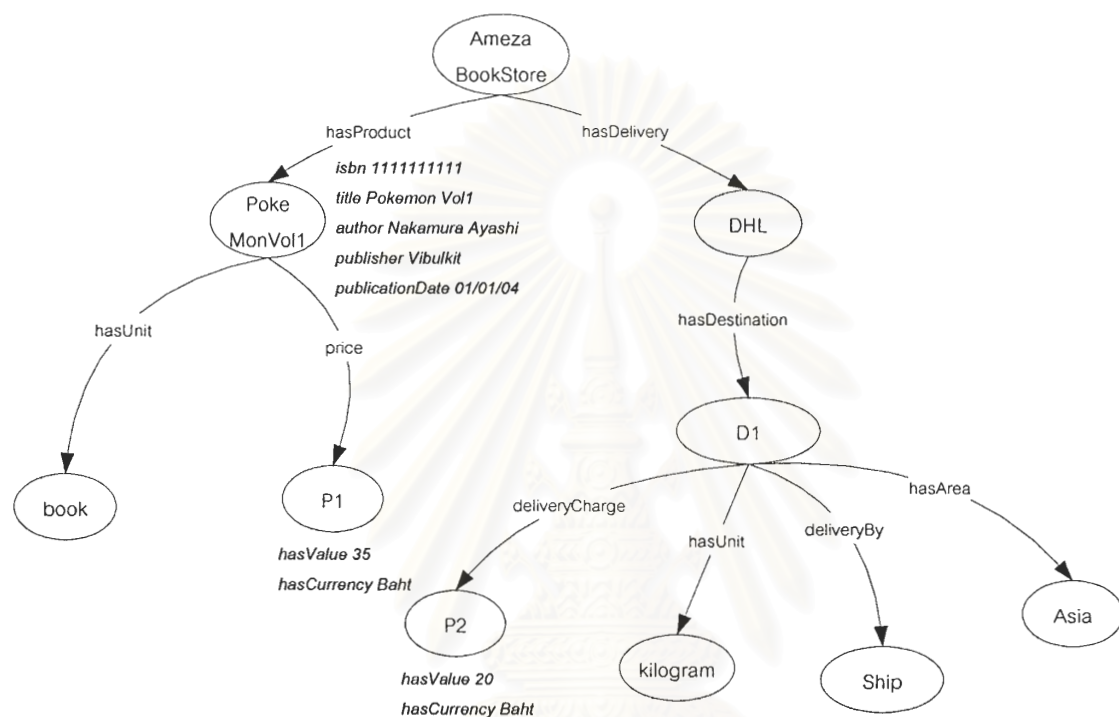
รูปที่ 5.7 ออนโทโลยีของหนังสือ

รูปที่ 5.7 แสดงออนโทโลยีของหนังสือ ออนโทโลยีของหนังสือประกอบด้วยคลาส และคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- คลาส Book แสดงหนังสือ
- คลาส Comic แสดงหนังสือการ์ตูน
- คลาส Novel แสดงหนังสือนวนิยาย
- คลาส Tale แสดงหนังสือนิยาย
- คุณสมบัติ isbn แสดงเลขหมู่
- คุณสมบัติ title แสดงชื่อเรื่อง
- คุณสมบัติ author แสดงชื่อผู้แต่ง
- คุณสมบัติ publisher แสดงชื่อสำนักพิมพ์
- คุณสมบัติ publicationDate แสดงวันที่ออกจำหน่าย
- คุณสมบัติ price แสดงราคา
- คุณสมบัติ edition แสดงฉบับพิมพ์

3. โลกัลออนโทโลยี (Local Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ขยายเพิ่มจากแฮร์ดออนโทโลยี เพื่อให้อธิบายโครงสร้างของบริการที่มีรายละเอียดมากกว่าที่แฮร์ดออนโทโลยีอธิบายไว้ ผู้ให้บริการสามารถสร้างโลกัลออนโทโลยีเองได้โดยใช้แฮร์ดออนโทโลยีเป็นต้นแบบ แล้วจึงเพิ่มเติมข้อมูลของบริการที่ต้องการจะอธิบายเพิ่มเติมลงไป

ผู้ให้บริการสามารถอธิบายโครงสร้างของบริการของตน โดยมีพื้นฐานมาจาก แอร์ไดออนโทโลยีหรือโลคัลออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการนำ ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างไปใช้งานเพื่ออธิบายบริการของร้านขายหนังสืออเมซา (Ameza) ซึ่งสินค้า ของร้านขายหนังสือก็คือหนังสือ



รูปที่ 5.8 ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของร้านขายหนังสืออเมซา

รูปที่ 5.8 แสดงตัวอย่างการใช้งานข้อกำหนดเชิงโครงสร้างในการอธิบายบริการ ของร้านขายหนังสืออเมซา ประกอบด้วย บริการร้านขายหนังสือ (AmezaBookStore) มีสินค้าเป็น อินสแตนซ์หนังสือคือ PokeMonVol1 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเลขหมู่ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง ชื่อสำนักพิมพ์ วันที่ออกจำหน่ายและราคา ซึ่งแสดงโดยคลาสราคาที่มีอินสแตนซ์ชื่อ P1 มีค่า (hasValue) 35 และมีหน่วยเงิน (hasCurrency) เป็นบาท ราคานี้เป็นราคาต่อหน่วย (hasUnit) ของหนังสือเป็น เล่ม (book) มีการจัดส่งโดยดีเอชแอล (DHL) รับส่งทางเรือ (Ship) ในทวีปเอเชีย (Asia) มีค่าส่ง 20 บาทต่อกิโลกรัม

งานวิจัยนี้ใช้จินาเป็นเครื่องมือในการอนุมานโดยใช้กฎเพื่อค้นหาบริการจาก ข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ซึ่งอธิบายโดยใช้อวาล์และคำสั่งที่ใช้กำหนดเงื่อนไขในการค้นหาเขียน ด้วยภาษาอาร์ดีคิวเอล รายละเอียดของเฟรมเวิร์คในการค้นหาจะอธิบายในหัวข้อที่ 5.4

เราสามารถค้นหาบริการจากข้อกำหนดเชิงโครงสร้างได้โดยการระบุค่าของอินสแตนซ์ที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการค้นหาพร้อมกับระบุคุณสมบัติที่อินสแตนซ์ตัวนั้นมีความสัมพันธ์ด้วย เช่น ในการค้นหาบริการที่มีการส่งสินค้าโดยใช้บริการของดีเอชแอล เราสามารถสั่งให้ค้นหาบริการดังกล่าวโดยใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลได้ดังแสดงในรูปที่ 5.9

```
SELECT      ?Service
WHERE (?Service, <p:hasDelivery>, p:DHL)
USING p FOR <http://www.Ameza.com/StructureSpecification /AmezaStructureOntology#>
```

รูปที่ 5.9 อาร์ดีคิวเอลในการค้นหาบริการที่มีการส่งสินค้าโดยใช้บริการของดีเอชแอล

ผลที่ได้จากการค้นหาจะเป็นบริการที่มีการจัดส่งโดยใช้ดีเอชแอล เราสามารถกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมเพื่อให้ค้นหาบริการที่มีการจัดส่งโดยใช้ดีเอชแอลทางเรือได้ดังรูปที่ 5.10

```
SELECT      ?Service
WHERE (?Service, <p:hasDelivery>, p:DHL)
          (?Delivery, <p:hasDestination>, ?Destination)
          (?Destination, <p:deliveryBy>, p:Shipping)
USING p FOR <http://www.Ameza.com/StructureSpecification/AmezaStructureOntology#>
```

รูปที่ 5.10 อาร์ดีคิวเอลในการค้นหาบริการที่มีการส่งสินค้าโดยใช้บริการของดีเอชแอลทางเรือ

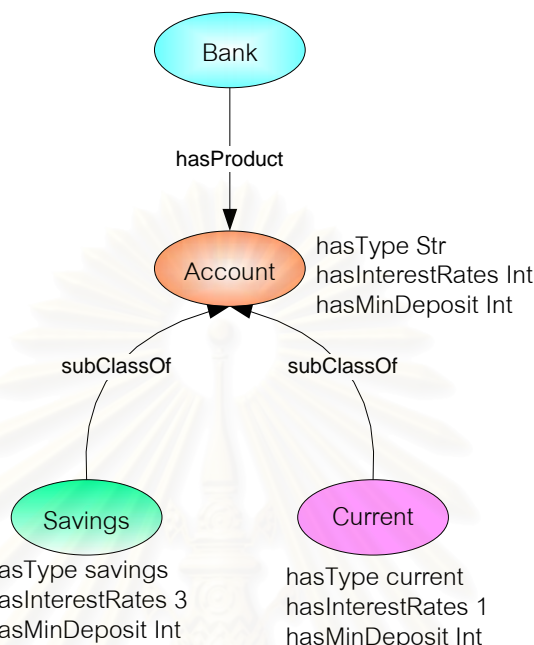
รูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 แสดงการใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลเพื่อเปรียบเทียบหาอินสแตนซ์ของคลาสบริการ (?Service) ที่มีเงื่อนไขตรงกับที่ระบุ โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของบริการร้านขายหนังสืออมีชาตามเนมสเปซที่ระบุไว้ (USING p FOR <http://www.Ameza.com/StructureSpecification/AmezaStructureOntology#>) โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นบริการร้านขายหนังสืออมีชา ซึ่งเป็นอินสแตนซ์ของคลาสบริการที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนด การค้นหาบริการโดยใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการค้นหาบริการผ่านยูดีดีไอที่เพิ่มขยายแล้ว (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 5.4) โดยหลังจากที่ทำการค้นหาบริการตามคุณลักษณะอื่นๆ ในยูดีดีไอแล้ว เราจะได้อินสแตนซ์ของบริการที่มีค่าคุณลักษณะตรงตามที่ต้องการอยู่จำนวนหนึ่ง จากนั้นจะเป็นการตรวจสอบข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของอินสแตนซ์ของบริการเหล่านั้นที่ละอันว่ามีความหมายตรงตามที่กำหนดในอาร์ดีคิวเอลหรือไม่ เช่น หลังจากพบว่าบริการร้านขายหนังสืออมีชามีข้อกำหนดเชิงโครงสร้างตรงตามเงื่อนไขแล้ว ก็จะทำการตรวจสอบข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของอินสแตนซ์ของบริการตัวอื่นต่อ โดยใช้อาร์ดีคิวเอลชุดเดิม

แต่เปลี่ยนเนมสเปซเป็นยูอาร์แอลของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของบริการตัวอื่นนั้นแทน โดยบริการที่มีข้อกำหนดเชิงโครงสร้างตรงตามที่เงื่อนไขกำหนดจะถูกรวบรวมเป็นผลลัพธ์ของการค้นหาให้แก่ผู้ใช้บริการ

ออนโทโลยีช่วยให้คำอธิบายบริการมีความหมายชัดเจนยิ่งขึ้น โดยออนโทโลยีจะอธิบายให้เราทราบว่าสิ่งที่เราต้องการอธิบายนั้นมีคุณสมบัติและชั้นคลาสอะไรบ้าง ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ผู้ประกาศบริการทราบว่าสิ่งที่ต้องการอธิบายนั้นมีคุณสมบัติอะไรบ้างและควรจะระบุคุณสมบัติใดในคำอธิบายบริการแล้ว คุณสมบัติเหล่านั้นยังช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถค้นหาบริการได้ครอบคลุมและตรงตามความต้องการมากขึ้น เช่น การค้นหาบริการขายหนังสือ ในการค้นหาแบบปกติซึ่งอาศัยการเปรียบเทียบค่าในคุณลักษณะที่กำหนด ผู้ใช้อาจกำหนดเงื่อนไขให้ค้นหาบริการที่มีคำว่าหนังสือ (Book) อยู่ในชื่อของบริการ ดังนั้นผลที่ได้จากการค้นหาจะเป็นบริการที่มีคำว่าหนังสืออยู่ในชื่อบริการเท่านั้น ถึงแม้ว่าบริการนั้นอาจไม่เกี่ยวข้องกับหนังสือเลยก็ได้ เช่น บริการรับจองตั๋วเครื่องบิน (Flight Booking) หรือบริการทำบัญชี (Bookkeeping Service) ซึ่งมีคำว่าหนังสือแต่ไม่เกี่ยวข้องกับหนังสือเลย นอกจากนี้บริการขายหนังสือที่ไม่มีคำว่าหนังสืออยู่ในชื่อบริการก็จะไม่ปรากฏในผลจากการค้นหา รวมถึงบริการขายหนังสือที่ไม่ได้ใช้คำว่าหนังสือในชื่อบริการโดยตรง แต่ใช้คำอื่นที่สื่อความหมายถึงหนังสือแทน เช่น บริการที่ขายหนังสือเฉพาะด้านอย่าง การ์ตูน (Comic) นิยาย (Tale) นวนิยาย (Novel) เป็นต้น ทำให้ผลจากการค้นหาไม่ครอบคลุมและได้รับผลที่ไม่ต้องการติดมาด้วย แต่ในการค้นหาเชิงความหมายนั้น การค้นหาไม่ได้พิจารณาจากคำที่ใช้อธิบายบริการแต่พิจารณาจากความหมายของสิ่งที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการค้นหาแทน เช่น ในการใช้ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างเพื่อค้นหาบริการขายหนังสือซึ่งหมายถึงบริการที่มีหนังสือเป็นสินค้า ผู้ใช้บริการสามารถกำหนดเงื่อนไขให้ค้นหาบริการที่มีสินค้าเป็นหนังสือ (Class:Service, <Property:hasProduct>, Class:Book) โดยคลาสหนังสือเป็นชั้นคลาสหนึ่งของสินค้า ทำให้การค้นหาจะพิจารณาจากสินค้าของบริการที่มีความหมายเป็นหนังสือ รวมถึงชั้นคลาสซึ่งก็เป็นหนังสือประเภทหนึ่งไม่ว่าจะเป็น การ์ตูน นิยายหรือนวนิยายได้โดยอาศัยคุณสมบัติชั้นคลาส นอกจากนี้ยังเป็นการกรองบริการอื่นๆ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับบริการขายหนังสือที่รวมอยู่ในผลลัพธ์จากการค้นหาแบบปกติออกไปด้วย

ในข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของบริการ เราสามารถกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบริการได้โดยอาศัยอวาล์ ซึ่งรองรับการกำหนดคุณสมบัติให้กับคลาสและอินสแตนซ์ของคลาส เช่น ในโดเมนงานของธนาคารในประเทศไทย ดอกเบี้ยของบัญชีแต่ละประเภทในแต่ละธนาคารจะถูกควบคุมโดยธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเราสามารถใส่ประโยชน์

จากความสามารถในการกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะมาอธิบายค่าดอกเบี้ยที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของบัญชีได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.11



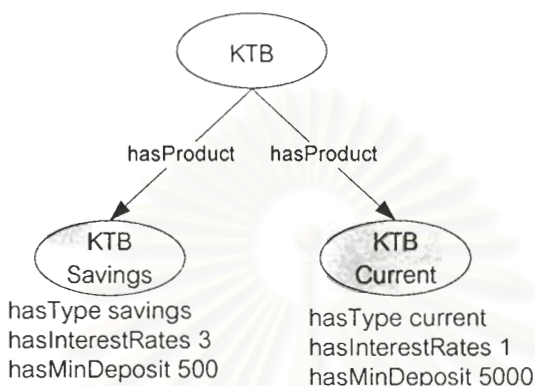
รูปที่ 5.11 ส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานธนาคารในประเทศไทย

รูปที่ 5.11 แสดงส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานของธนาคารในประเทศไทย โดยคลาสธนาคาร (Bank) แสดงธนาคารที่ให้บริการ มีสินค้าเป็นคลาสบัญชี (Account) แสดงบัญชีที่เปิดให้บริการ ประกอบด้วยคุณสมบัติ 3 ตัวคือ มีประเภทบัญชี (hasType) มีอัตราดอกเบี้ย (hasInterestRates) และมีจำนวนเงินต่ำสุดในการเปิดบัญชี (hasMinDeposit) โดยคลาสบัญชีมีsubclass 2 คลาสได้แก่

- บัญชีออมทรัพย์ (Savings) ซึ่งถูกกำหนดโดยมีประเภทบัญชีเป็น ออมทรัพย์ (savings) โดยบัญชีประเภทนี้ถูกกำหนดให้มีอัตราดอกเบี้ย 3%
- บัญชีกระแสรายวัน (Current) ซึ่งถูกกำหนดโดยมีประเภทบัญชีเป็น กระแสรายวัน (current) โดยบัญชีประเภทนี้ถูกกำหนดให้มีอัตราดอกเบี้ย 1%

เมื่อธนาคารพาณิชย์ต่างๆ ต้องการประกาศบริการก็สามารถใช้ข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานของธนาคารในประเทศไทยเป็นต้นแบบในการประกาศข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของตนได้ โดยใส่ค่าอินสแตนซ์ที่อธิบายบริการของตนลงไป แต่ในส่วนของอัตราดอกเบี้ย

ของแต่ละบัญชียังคงถูกกำหนดโดยข้อกำหนดเชิงโครงสร้างสำหรับโดเมนงานธนาคารในประเทศไทยอยู่ ตัวอย่างการประกาศอินสแตนซ์แสดงดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 ส่วนหนึ่งของข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของธนาคารกรุงไทย

รูปที่ 5.12 แสดงส่วนหนึ่งของการประกาศข้อกำหนดเชิงโครงสร้างของธนาคารกรุงไทย ธนาคารกรุงไทยมีสินค้าเป็นบัญชี 2 ประเภทได้แก่

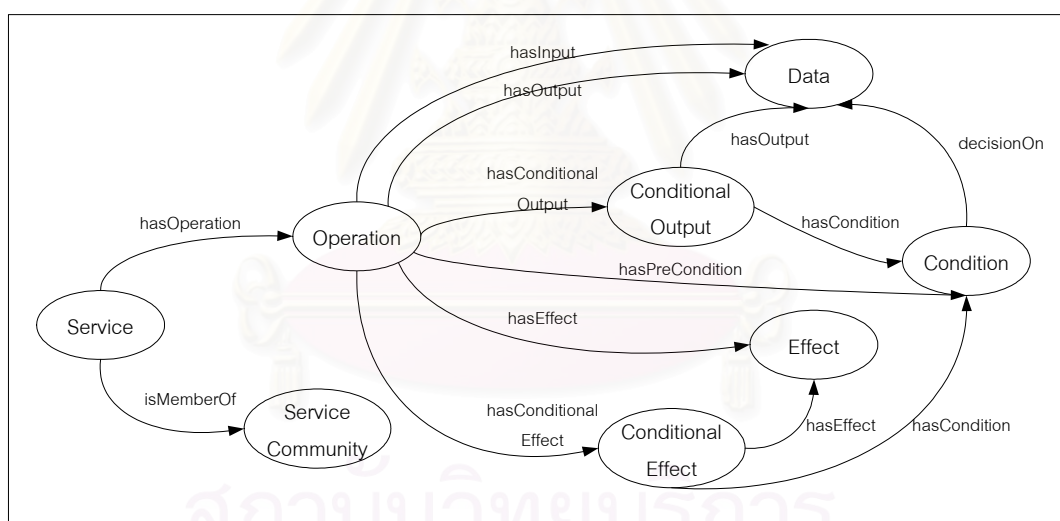
- กรุงไทยออมทรัพย์ (KTBSavings) เป็นอินสแตนซ์ของคลาสบัญชีออมทรัพย์ มีคุณสมบัติมีประเภทบัญชีและมีอัตราดอกเบี้ยที่สืบทอดมาจากคลาสแม่ และมีคุณสมบัติเงินฝากขั้นต่ำเป็นค่าที่ธนาคารกรุงไทยกำหนดเองคือ 500 บาท
- กรุงไทยกระแสรายวัน (KTBCurrent) เป็นอินสแตนซ์ของคลาสบัญชีกระแสรายวัน มีคุณสมบัติมีประเภทบัญชีและมีอัตราดอกเบี้ยที่สืบทอดมาจากคลาสแม่ และมีคุณสมบัติเงินฝากขั้นต่ำเป็นค่าที่ธนาคารกรุงไทยกำหนดเองคือ 5000 บาท

เราสามารถกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบริการ โดยอาศัยข้อกำหนดเชิงโครงสร้างได้ ดังเช่นการกำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างประเภทบัญชีกับอัตราดอกเบี้ยที่ได้แสดงไว้ในตอนต้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดของอวาล์ในปัจจุบัน การกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวยังถูกจำกัดเพียงการกำหนดค่าของคุณสมบัติให้เท่ากับค่าที่กำหนดไว้เท่านั้น ยังไม่สามารถกำหนดให้มีค่าเป็นช่วง เช่น การกำหนดให้ดอกเบี้ยเงินฝากมากกว่าหรือเท่ากับ 3% ทำให้การกำหนดเงื่อนไขทำได้เพียงการกำหนดค่าคุณสมบัติให้เท่ากับค่าที่กำหนดไว้เท่านั้น

5.3 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม (Behavioural Specification Attribute)

เป็นข้อกำหนดที่อธิบายถึงพฤติกรรมของบริการ โดยผู้วิจัยได้ใช้โมเดลของพฤติกรรมจากงานวิจัย [21] ซึ่งอธิบายพฤติกรรมของบริการในรูปแบบของโอเปอเรชัน (Operation) ข้อมูลเข้า (Input) ข้อมูลออก (Output) เงื่อนไขก่อนการทำงาน (Precondition) และผลกระทบจากการทำงาน (Effect) ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมเป็นข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงสำหรับบริการแต่ละตัว และเนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายพฤติกรรมมีความซับซ้อน จึงได้แบ่งข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

1. อัปเปอร์ออนโทโลยี (Upper Ontology) เป็นออนโทโลยีที่แสดงภาพรวมในการอธิบายพฤติกรรมของบริการ โดยสามารถนำไปปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับบริการที่เฉพาะเจาะจงลงไปได้ เปรียบได้กับการกำหนดแนวทางในการอธิบายพฤติกรรมของบริการ ซึ่งสามารถนำไปใช้กับบริการในโดเมนงานใดๆ ก็ได้



รูปที่ 5.13 อัปเปอร์ออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม

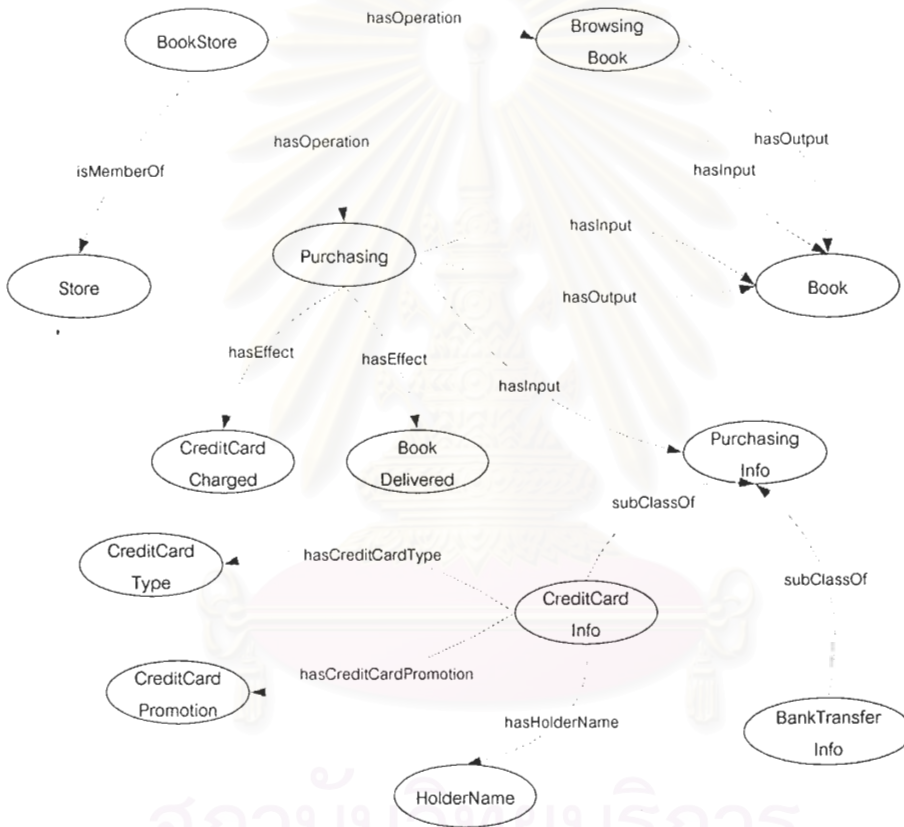
รูปที่ 5.13 แสดงอัปเปอร์ออนโทโลยี โดยประกอบด้วยคลาสและคุณสมบัติ

ดังต่อไปนี้

- คลาส Service แสดงบริการ
- คลาส ServiceCommunity แสดงกลุ่มของบริการหรือโดเมนงาน

- คลาส Operation แสดงการดำเนินการ
- คลาส ConditionalOutput แสดงข้อมูลออกแบบมีเงื่อนไข
- คลาส ConditionalEffect แสดงผลกระทบแบบมีเงื่อนไข
- คลาส Effect แสดงผลกระทบ ซึ่งแตกต่างจากผลลัพธ์ตรงที่ผลลัพธ์จะหมายถึงสิ่งที่ได้รับโดยตรงจากการใช้บริการ ส่วนกระทบเป็นผลพลอยได้จากการใช้บริการ เช่น บริการขายหนังสือให้ผลลัพธ์เป็นหนังสือ และมีผลกระทบคือการที่หนังสือถูกจัดส่งให้ผู้ใช้บริการ เป็นต้น
- คลาส Condition แสดงเงื่อนไข
- คลาส Data แสดงข้อมูล
- คุณสมบัติ hasOperation กำหนดการดำเนินการที่บริการสนับสนุน
- คุณสมบัติ isMemberOf กำหนดกลุ่มบริการ (Service Community) ที่บริการสังกัดอยู่
- คุณสมบัติ hasInput กำหนดข้อมูลเข้าของการดำเนินการ
- คุณสมบัติ hasOutput กำหนดข้อมูลออกของการดำเนินการ และ ของข้อมูลออกแบบมีเงื่อนไข
- คุณสมบัติ hasCondition กำหนดเงื่อนไขสำหรับข้อมูลออกแบบมีเงื่อนไข และ สำหรับผลกระทบแบบมีเงื่อนไข
- คุณสมบัติ hasConditionalOutput กำหนดข้อมูลออกแบบมีเงื่อนไขของการดำเนินการ
- คุณสมบัติ hasPreCondition กำหนดเงื่อนไขก่อนการทำงานของการทำงานดำเนินการ
- คุณสมบัติ hasEffect กำหนดผลกระทบของการดำเนินการ และ ของผลกระทบแบบมีเงื่อนไข
- คุณสมบัติ hasConditionalEffect กำหนดผลกระทบแบบมีเงื่อนไขของการดำเนินการ
- คุณสมบัติ decisionOn กำหนดข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาเงื่อนไข

2. แชร์ดออนโทโลยี (Shared Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ได้รับการปรับมาจาก อปเปอร์ออนโทโลยี เพื่อให้เหมาะสมในการอธิบายพฤติกรรมของบริการในโดเมนงานหนึ่งๆ โดยการเพิ่มเติมคลาสต่างๆ ที่ถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละโดเมนงานเข้าไป ทำให้แชร์ดออนโทโลยีเป็นออนโทโลยีสำหรับการอธิบายพฤติกรรมของบริการในโดเมนงานหนึ่งๆ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการอธิบายพฤติกรรมของบริการต่างๆ ของผู้ให้บริการในโดเมนงานนั้นได้



รูปที่ 5.14 แชร์ดออนโทโลยีของข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมสำหรับโดเมนงานร้านขายหนังสือ

รูปที่ 5.14 แสดงแชร์ดออนโทโลยีของร้านขายหนังสือ โดยประกอบด้วยคลาสและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

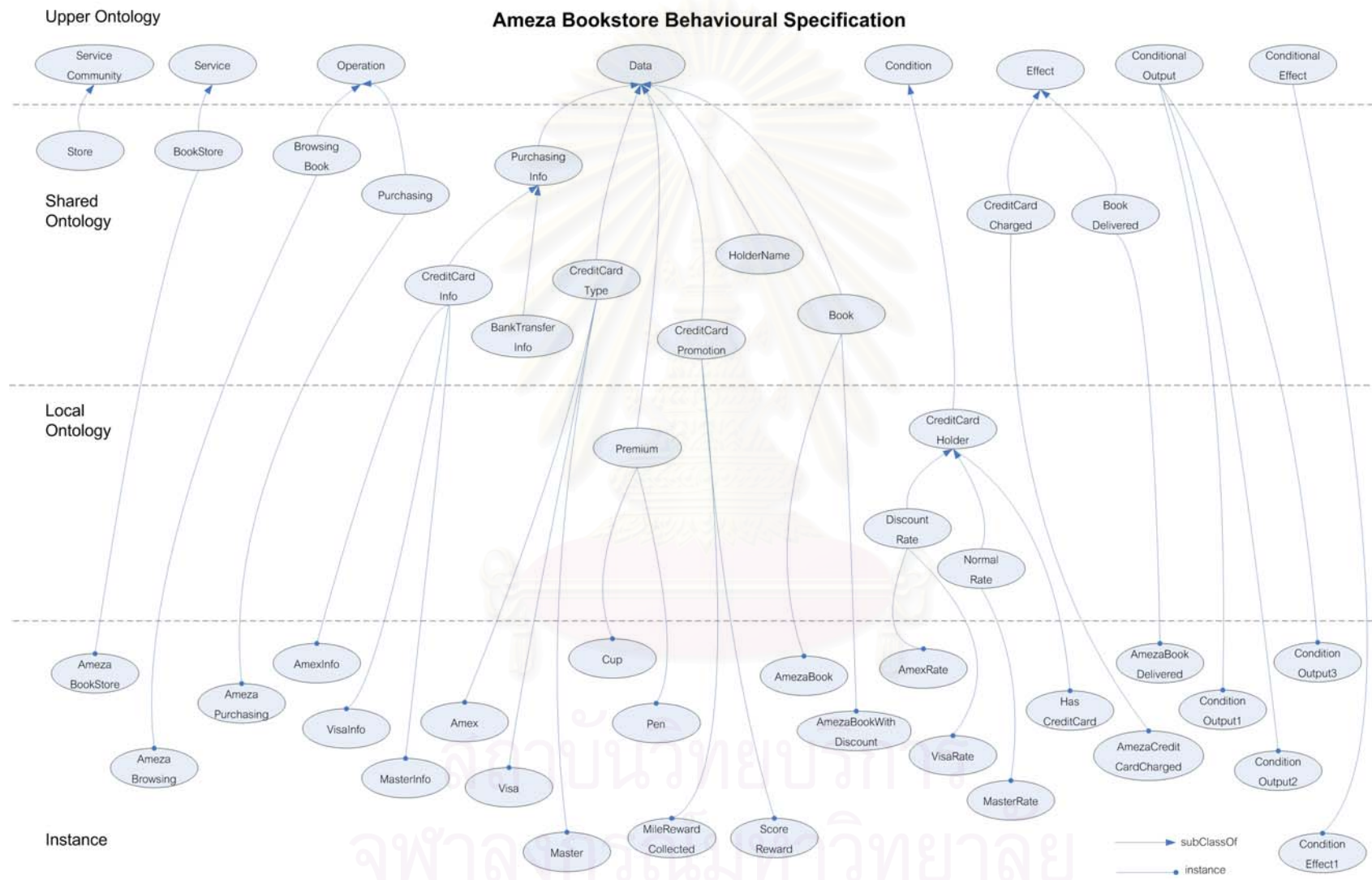
- คลาส BookStore เป็นsubclass ของ Service แสดงบริการร้านขายหนังสือ
- คลาส Store เป็นsubclass ของ ServiceCommunity แสดงกลุ่มบริการของร้านขายหนังสือ

- คลาส BrowsingBook เป็นชั้นคลาสของ Operation แสดงโอเปอเรชัน การค้นหาหนังสือของร้านขายหนังสือ มีข้อมูลเข้าและออกเป็นข้อมูลของหนังสือ (Book)
 - คลาส Purchasing เป็นชั้นคลาสของ Operation แสดงโอเปอเรชันการซื้อหนังสือของร้านขายหนังสือ มีข้อมูลเข้าเป็นข้อมูลของหนังสือ (Book) และข้อมูลการซื้อ (PurchasingInfo) มีข้อมูลออกเป็นหนังสือ มีผลกระทบเป็นการที่หนังสือถูกจัดส่ง (BookDelivered) และการที่บัตรเครดิตถูกชาร์จ (CreditCardCharged)
 - คลาส Book เป็นชั้นคลาสของ Data แสดงข้อมูลของหนังสือ
 - คลาส CreditCardCharged เป็นชั้นคลาสของ Effect แสดงผลกระทบที่บัตรเครดิตถูกชาร์จ
 - คลาส BookDelivered เป็นชั้นคลาสของ Effect แสดงผลกระทบที่หนังสือถูกจัดส่ง
 - คลาส BankTransfer เป็นชั้นคลาสของ Purchasing แสดงการจ่ายเงิน โดยผ่านการโอนเงินผ่านธนาคาร
 - คลาส CreditCardInfo เป็นชั้นคลาสของ Purchasing แสดงการจ่ายเงิน โดยผ่านบัตรเครดิต ประกอบด้วยข้อมูลของ CreditCardType, CreditCardPromotion และ HolderName
 - คลาส CreditCardType เป็นชั้นคลาสของ Data แสดงชนิดของบัตรเครดิต
 - คลาส CreditCardPromotion เป็นชั้นคลาสของ Data แสดงรายการส่งเสริมการขายของบัตรเครดิต
 - คลาส HolderName เป็นชั้นคลาสของ Data แสดงชื่อผู้ถือบัตรเครดิต
3. โลคัลออนโทโลยี (Local Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ขยายเพิ่มจากแฮร์ดออนโทโลยี เพื่อให้อธิบายพฤติกรรมของบริการที่มีรายละเอียดมากกว่าที่แฮร์ดออนโทโลยีอธิบายไว้ ผู้ให้บริการสามารถสร้างโลคัลออนโทโลยีเองได้โดยใช้แฮร์ดออนโทโลยีเป็นต้นแบบ แล้วจึงเพิ่มเติมข้อมูลของบริการที่ต้องการจะอธิบายเพิ่มเติมลงไป ตัวอย่างเช่น การที่ร้านหนังสือร้านหนึ่งต้องการอธิบายรายการส่งเสริมการขายของตนที่ทำร่วมกับเจ้าของบัตรเครดิตรายหนึ่ง โดยการสมนาคุณของแถม

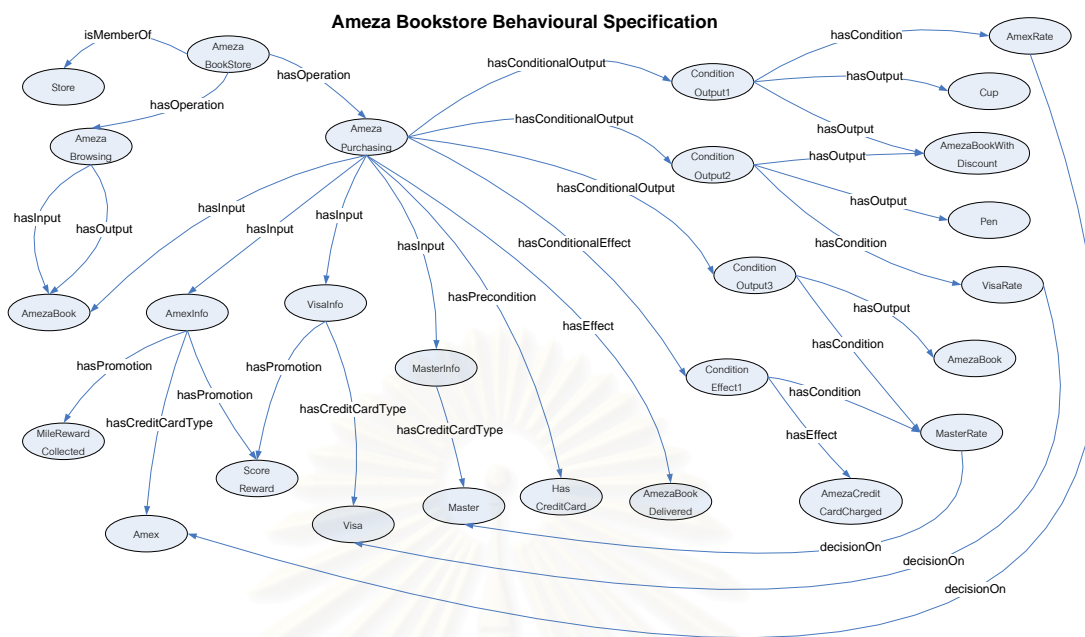
ให้แก่ผู้ใช้บริการของร้านขายหนังสือที่ซื้อหนังสือและชำระด้วยบัตรเครดิตให้
ดังกล่าว ร้านขายหนังสือสามารถอธิบายรายการส่งเสริมการขายดังกล่าวด้วย
การเพิ่มเติมคลาส Premium ซึ่งแสดงถึงของแถมที่จะสมนาคุณลงในโลโก้ของ
โทโลจี เป็นต้น

รูปที่ 5.15 แสดงความสัมพันธ์แบบซับซ้อนระหว่างออนไลน์โทโลจีในแต่ละส่วนและ
อินสแตนซ์ที่อธิบายพฤติกรรมของบริการร้านขายหนังสือ อับเปอร์ออนไลน์โทโลจีเป็นส่วนที่กำหนด
ขอบเขตของข้อมูลที่นำมาอธิบายพฤติกรรมของบริการ แคร็ดออนไลน์โทโลจีใช้ขอบเขตที่อับเปอร์ออนไลน์
โทโลจีกำหนดไว้มาต่อเติมให้เหมาะสมกับการอธิบายพฤติกรรมของบริการในโดเมนของร้านขาย
ของ (Store) จากนั้นผู้ใช้บริการร้านขายหนังสือก็ใช้แคร็ดออนไลน์โทโลจีเป็นแนวทางในการอธิบาย
พฤติกรรมของบริการและเพิ่มเติมข้อมูลที่ไม่มีในแคร็ดออนไลน์โทโลจีโดยใช้โลโก้ของโทโลจี และใน
ขั้นสุดท้ายเป็นการสร้างอินสแตนซ์ของบริการจากคลาสของออนไลน์โทโลจีทั้งสามชั้น คลาสในออนไลน์
โทโลจีแต่ละชั้นจะเชื่อมต่อกันด้วยความสัมพันธ์แบบซับซ้อน ทำให้มีการสืบทอดคุณสมบัติจาก
คลาสแม่มายังคลาสลูกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างแอปพลิเคชันเทคโนโลยี แคร็ดคอนเทโลจี โดคัลคอนเทโลจีและอินสแตนซ์



รูปที่ 5.16 ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมของร้านขายหนังสืออเมซ่า

รูปที่ 5.16 แสดงข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมของร้านขายหนังสืออเมซ่า โดยประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- AmezaBookStore เป็นอินสแตนซ์ของคลาส Service แสดงบริการร้านขายหนังสือชื่ออเมซ่า อยู่ในกลุ่มของร้านขายของ ประกอบด้วยโอเปอเรชัน 2 ตัว ได้แก่ AmezaBrowsing และ AmezaPurchasing
- AmezaBrowsing เป็นอินสแตนซ์ของคลาส BrowsingBook แสดงโอเปอเรชันในการค้นหาหนังสือ มีข้อมูลเข้าและออกเป็นข้อมูลของหนังสือที่ค้นหา
- AmezaBook เป็นอินสแตนซ์ของคลาส Book แสดงข้อมูลของหนังสือเล่มหนึ่งซึ่งประกอบด้วย ชื่อหนังสือ เลขหมู่ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง ชื่อสำนักพิมพ์ วันที่ออกจำหน่ายและราคา
- AmezaPurchasing เป็นอินสแตนซ์ของคลาส Purchasing แสดงโอเปอเรชันการซื้อหนังสือมีข้อมูลเข้าเป็นหนังสือที่ซื้อและบัตรเครดิตที่ใช้ มีเงื่อนไขก่อนการทำงานคือผู้ใช้ต้องมีบัตรเครดิต มีผลกระทบคือหนังสือจะถูกจัดส่งไปให้ผู้รับ มีผลลัพธ์แบบมีเงื่อนไข 3 แบบและมีผลกระทบแบบมีเงื่อนไข 1 แบบ

- ConditionOutput1 เป็นอินสแตนซ์ของคลาส ConditionalOutput แสดงผลลัพธ์ของการใช้ไอเปเปอร์เรชั่น AmezaPurchasing โดยมีเงื่อนไขคือ AmexRate ซึ่งพิจารณาจากบัตรเครดิตที่ใช้ ถ้าเป็นของ Amex จะให้ผลลัพธ์เป็นแก้วและหนังสือที่ได้รับการลดราคา
- ConditionOutput2 เป็นอินสแตนซ์ของคลาส ConditionalOutput แสดงผลลัพธ์ของการใช้ไอเปเปอร์เรชั่น AmezaPurchasing โดยมีเงื่อนไขคือ VisaRate ซึ่งพิจารณาจากบัตรเครดิตที่ใช้ ถ้าเป็นของ Visa จะให้ผลลัพธ์เป็นปากกาและหนังสือที่ได้รับการลดราคา
- ConditionOutput3 เป็นอินสแตนซ์ของคลาส ConditionalOutput แสดงผลลัพธ์ของการใช้ไอเปเปอร์เรชั่น AmezaPurchasing โดยมีเงื่อนไขคือ MasterRate ซึ่งพิจารณาจากบัตรเครดิตที่ใช้ ถ้าเป็นของ Master จะให้ผลลัพธ์เป็นหนังสือ
- ConditionEffect1 เป็นอินสแตนซ์ของคลาส ConditionalEffect แสดงผลกระทบจากการใช้ไอเปเปอร์เรชั่น AmezaPurchasing โดยมีเงื่อนไขคือ MasterRate ซึ่งพิจารณาจากบัตรเครดิตที่ใช้ ถ้าเป็นของ Master จะให้ผลกระทบเป็นการที่บัตรเครดิตถูกชาร์จ
- AmexInfo เป็นอินสแตนซ์ของคลาส CreditCardInfo แสดงข้อมูลบัตรเครดิตของ Amex โดยประกอบด้วยข้อมูลของผู้ถือบัตร ชนิดของบัตรเครดิตและรายการส่งเสริมการขายของบัตรเครดิตซึ่งได้แก่การสะสมคะแนนและการสะสมไมล์เดินทาง
- VisaInfo เป็นอินสแตนซ์ของคลาส CreditCardInfo แสดงข้อมูลบัตรเครดิตของ Visa โดยประกอบด้วยข้อมูลของผู้ถือบัตร ชนิดของบัตรเครดิตและรายการส่งเสริมการขายของบัตรเครดิตซึ่งได้แก่การสะสมคะแนน
- MasterInfo เป็นอินสแตนซ์ของคลาส CreditCardInfo แสดงข้อมูลบัตรเครดิตของ Master โดยประกอบด้วยข้อมูลของผู้ถือบัตร ชนิดของบัตรเครดิต

จากข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมของบริการร้านขายหนังสือในรูปที่ 5.16 แสดงถึงการนำออนโทโลยีส่วนต่างๆ มาใช้อธิบายพฤติกรรมของบริการ ผู้ให้บริการสามารถเพิ่มเติมข้อมูล

นอกเหนือจากที่เซิร์ฟเวอร์ออนไลน์กำหนดไว้ได้โดยใช้โลคัลออนไลน์โลจี้ เช่น ในโอเปอเรชันของการซื้อหนังสือ ผู้ให้บริการสามารถเพิ่มเติมเงื่อนไขในการขายหนังสือได้ โดยพิจารณาจากบัตรเครดิตที่ผู้ให้บริการใช้ในการชำระค่าหนังสือ หากใช้บัตรเครดิตของ Amex นอกจากผู้ใช้งานจะได้รับส่วนลดราคาหนังสือแล้วยังได้รับของแถมเป็นถ้วยกาแฟอีกด้วย ซึ่งถ้าใช้บัตรเครดิตอื่นผลลัพธ์ที่ได้ก็จะแตกต่างกันไป ถือเป็นกำหนัดเงื่อนไขความสัมพันธ์ ระหว่างคุณสมบัติในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถอธิบายพฤติกรรมของบริการได้อย่างละเอียดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถกำหนัดเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงานได้โดยอาศัยคุณสมบัติ hasPrecondition และ hasEffect เช่น ผู้ให้บริการจะซื้อหนังสือได้ก็ต่อเมื่อต้องมีบัตรเครดิตก่อน และเมื่อซื้อหนังสือแล้ว หนังสือจะถูกส่งไปยังผู้รับ ซึ่งถือเป็นเงื่อนไขหลังจากการใช้บริการแล้ว เป็นต้น

เราสามารถค้นหาบริการจากข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมได้ในทำนองเดียวกับการค้นหาจากข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง คือมีการเปรียบเทียบหาบริการที่ตรงตามเงื่อนไขที่ละบริการ และใช้เฟรมเวิร์คในการค้นหาซึ่งจะอธิบายในหัวข้อที่ 5.4 เช่นเดียวกัน แตกต่างเพียงเงื่อนไขที่ใช้ในการค้นหาจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของบริการ เช่น การค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตเอเม็กซ์ แสดงโดยใช้อาร์ดีคิวเอลได้ดังรูปที่ 5.17

```
SELECT ?Service
WHERE (?Service, <p:hasOperation>, ?Operation)
      (?Operation, <p:hasInput>, ?Data)
      (?Data, <p:hasCreditCardType>, p:Amex)
USING p FOR <http://www.Ameza.com/BehaviouralSpecification/AmezaBehaviouralOntology#>
```

รูปที่ 5.17 อาร์ดีคิวเอลในการค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตเอเม็กซ์

การค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตที่มีโปรโมชั่นเป็น MileRewardCollected แสดงโดยใช้อาร์ดีคิวเอลได้ดังรูปที่ 5.18

```
SELECT ?Service
WHERE (?Service, <p:hasOperation>, ?Operation)
      (?Operation, <p:hasInput>, ?Data)
      (?Data, <p:hasPromotion>, p:MileRewardCollected)
USING p FOR <http://www.Ameza.com/BehaviouralSpecification/AmezaBehaviouralOntology#>
```

รูปที่ 5.18 อาร์ดีคิวเอลในการค้นหาบริการที่รับบัตรเครดิตที่มีโปรโมชั่นเป็นการสะสมไมล์

5.4 คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Composition Specification Attribute)

เป็นข้อกำหนดซึ่งอธิบายบริการในแง่มุมมองของการทำงานร่วมกันของโพรเซสย่อยๆ ภายในบริการ เพราะบริการตัวหนึ่งๆ อาจประกอบด้วยโพรเซสย่อยๆ หลายตัวที่ทำงานร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของบริการ แต่ละโพรเซสมีการนำเข้าข้อมูลและให้ผลลัพธ์ออกมา ซึ่งผลลัพธ์จากโพรเซสหนึ่งอาจถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเข้าสำหรับอีกโพรเซสก็ได้ หรือผลลัพธ์จากแต่ละโพรเซสอาจนำมาวมกันเพื่อเป็นผลลัพธ์ของบริการก็ได้ ในงานวิจัยนี้ ข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบจะถูกอธิบายโดยใช้แนวความคิดของเซอร์วิสโมเดล (Service Model) ในอวาล์-เอส (OWL-S) [37] ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการอธิบายการทำงานร่วมกันระหว่างโพรเซสโดยเฉพาะ

โพรเซสหมายถึงหน่วยการทำงานที่สามารถให้ผลลัพธ์อย่างใดอย่างหนึ่งออกมาได้ โดยโพรเซสจะอธิบายถึง ข้อมูลเข้า ผลลัพธ์ เงื่อนไขก่อนการทำงานและผลกระทบจากการทำงาน โพรเซสอาจหมายถึง โอเปอเรชัน หรือหน่วยการทำงานที่เล็กกว่าโอเปอเรชันก็ได้ เช่น ในโอเปอเรชันการค้นหาหนังสือของร้านขายหนังสือ ประกอบด้วยโพรเซสย่อย 3 ตัวที่ใช้ในการค้นหาหนังสือจากเลขหมู่ ชื่อหนังสือและคำ ซึ่งทั้ง 3 โพรเซสต่างก็ให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลของหนังสือเหมือนกันเป็นต้น ตามแนวคิดของอวาล์-เอส โพรเซสแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

1. อะตอมมิกโพรเซส (Atomic Process) เป็นโพรเซสที่ถูกเรียกใช้งานได้โดยตรง ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ได้โดยไม่ต้องเรียกใช้ผ่านโพรเซสอื่น และเป็นโพรเซสเดียวที่ไม่มีการเรียกใช้โพรเซสอื่นต่อ มีการทำงานเสร็จในขั้นตอนเดียว โดยในมุมมองของผู้ใช้จะเห็นว่าอะตอมมิกโพรเซสรับข้อมูลเข้า ทำการประมวลผลและให้ผลลัพธ์ออกมา แต่ผู้ใช้จะไม่ทราบวิธีประมวลผล อะตอมมิกโพรเซสเป็น subclass ของโพรเซส แสดงโดย

```
<owl:Class rdf:ID="AtomicProcess">
```

```
  <owl:subClassOf rdf:resource="#Process"/>
```

```
</owl:Class>
```

ตัวอย่างการประกาศอะตอมมิกโพรเซสได้แก่

```
<owl:Class rdf:ID="AddShoppingCartItemsRequest">
```

```
  <owl:subClassOf rdf:resource="http://www.daml.org/services/owl-s/1.0
```

```
  /Process.owl#AtomicProcess" />
```

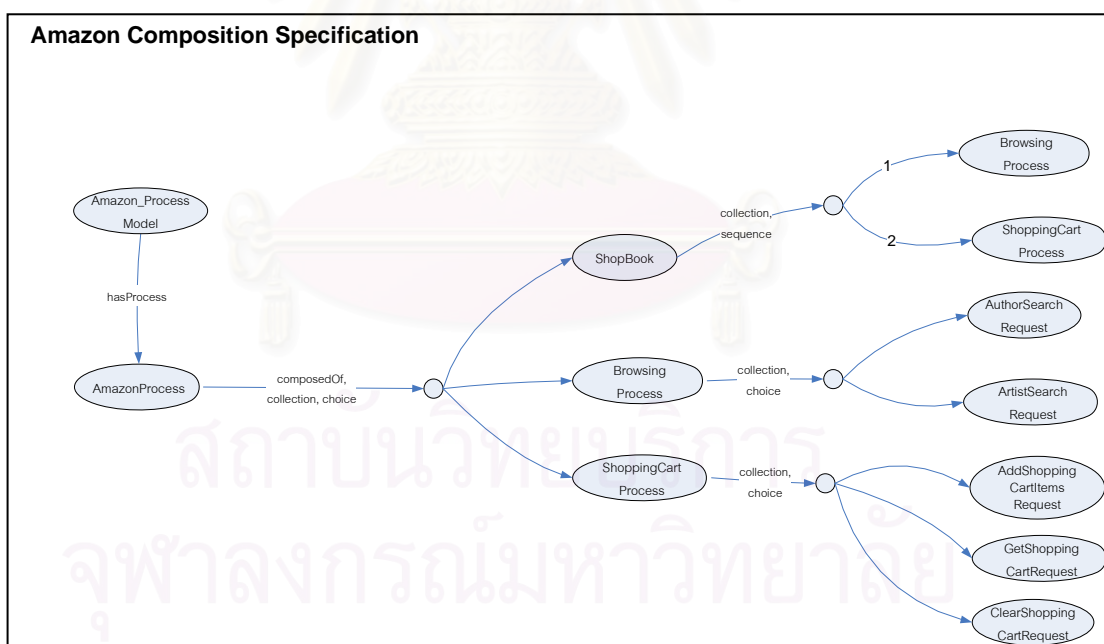
```
</owl:Class>
```

2. ซิมเพิลโพรเซส (Simple Process) เป็นโพรเซสที่ไม่สามารถเรียกใช้งานได้ มีลักษณะคล้ายอะตอมมิคโพรเซสคือทำงานเสร็จในขั้นตอนเดียว จะถูกใช้ประโยชน์ในการแสดงคอมพอสิตโพรเซสให้อยู่ในรูปของโพรเซสเดี่ยวซึ่งเข้าใจได้ง่ายกว่า เพื่อใช้ในการวางแผนหรือการอนุมานโดยใช้กฎ ซิมเพิลโพรเซสเป็นซับคลาสของโพรเซส แสดงโดย

```
<owl:Class rdf:ID="SimpleProcess">
  <owl:subClassOf rdf:resource="#Process"/>
</owl:Class>
```

3. คอมพอสิตโพรเซส (Composite Process) เป็นโพรเซสที่สามารถแบ่งออกเป็นโพรเซสย่อยได้ โดยโพรเซสย่อยๆ จะมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่างๆ เช่น Sequence, If-Then-Else, Split หรือ Choice เป็นต้น คอมพอสิตโพรเซสเป็นซับคลาสของโพรเซส แสดงโดย

```
<owl:Class rdf:ID="CompositeProcess">
  <owl:subClassOf rdf:resource="#Process"/>
</owl:Class>
```



รูปที่ 5.19 ข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบของบริการร้านขายหนังสือแอมะซอน [38]

รูปที่ 5.19 แสดงข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบของบริการร้านขายหนังสือแอมะซอน (Amazon) [38] ซึ่งถูกอธิบายโดยใช้เซอริวิสโมเดล ประกอบด้วย

- Amazon_ProcessModel แสดงโพรเซสโมเดลของร้านแอมะซอน ซึ่งประกอบด้วย AmazonProcess

- AmazonProcess แสดงคอมพอลิทโพรเซสของการทำงานของร้านแอมazon ประกอบด้วยกลุ่มของโพรเซส 3 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบตัวเลือก หมายความว่าผู้ใช้สามารถเลือกใช้โพรเซสตัวใดตัวหนึ่งก็ได้
- ShopBook แสดงคอมพอลิทโพรเซสของการขายหนังสือ ประกอบด้วยคอมพอลิทโพรเซส 2 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบลำดับ หมายความว่าผู้ใช้ที่เรียกใช้โพรเซส ShopBook จะต้องเรียกใช้ BrowsingProcess ก่อนแล้วจึงเรียกใช้ ShoppingCartProcess
- BrowsingProcess แสดงคอมพอลิทโพรเซสของการค้นหาหนังสือ ประกอบด้วยอะตอมมิคโพรเซส 2 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบตัวเลือก หมายความว่าผู้ใช้ที่เรียกใช้โพรเซส BrowsingProcess สามารถเรียกใช้ ArtistSearchRequest หรือ AuthorSearchRequest ก็ได้
- ShoppingCartProcess แสดงคอมพอลิทโพรเซสของการขาย ประกอบด้วยอะตอมมิคโพรเซส 3 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบตัวเลือก หมายความว่าผู้ใช้ที่เรียกใช้โพรเซส ShoppingCartProcess สามารถเรียกใช้ AddShoppingCartItemsRequest หรือ GetShoppingCartRequest หรือ ClearShoppingCartRequest ก็ได้
- AuthorSearchRequest แสดงอะตอมมิคโพรเซสของการค้นหาหนังสือจากชื่อผู้แต่ง ประกอบด้วยข้อมูลเข้าเป็นชื่อผู้แต่งและคำขอค้นหา มีผลลัพธ์เป็นข้อมูลของหนังสือ
- ArtistSearchRequest แสดงอะตอมมิคโพรเซสของการค้นหาเพลงจากชื่อศิลปิน ประกอบด้วยข้อมูลเข้าเป็นชื่อศิลปินและคำขอค้นหา มีผลลัพธ์เป็นข้อมูลของเพลง
- AddShoppingCartItemsRequest แสดงอะตอมมิคโพรเซสของการเพิ่มรายชื่อของสินค้าที่ต้องการซื้อ ประกอบด้วยข้อมูลเข้าเป็นคำขอเพิ่มสินค้าในรายการซื้อ มีผลลัพธ์เป็นรายการซื้อ
- GetShoppingCartRequest แสดงอะตอมมิคโพรเซสของการแสดงรายชื่อของสินค้าตามรายการซื้อ ประกอบด้วยข้อมูลเข้าเป็นคำขอแสดงรายชื่อสินค้าในรายการซื้อ มีผลลัพธ์เป็นรายการซื้อ

- ClearShoppingCartRequest แสดงอะตอมมิกโพรเซสของการลบ
รายชื่อของสินค้าในรายการซื้อ ประกอบด้วยข้อมูลเข้าเป็นคำขอลบ
รายการซื้อ มีผลลัพธ์เป็นรายการซื้อ

ตัวอย่างของการประกาศโพรเซส ShopBook โดยใช้ภาษาอวล์-เอสแสดงดังรูป

รูปที่ 5.20

```

<owl:Class rdf:ID="ShopBook">
  <owl:subClassOf rdf:resource="http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl
                                     #CompositeProcess"/>
  <owl:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl
                                     #composedOf"/>
      <owl:toClass>
        <owl:Class>
          <owl:intersectionOf rdf:parseType="owl:collection">
            <owl:Class rdf:about="#process;#Sequence"/>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl
                                     #components"/>
              <owl:toClass>
                <owl:Class>
                  <process:listOfInstancesOf rdf:parseType="owl:collection">
                    <owl:Class rdf:about="#BrowsingProcess"/>
                    <owl:Class rdf:about="#ShoppingCartProcess"/>
                  </process:listOfInstancesOf>
                </owl:Class>
              </owl:toClass>
            </owl:Restriction>
          </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
      </owl:toClass>
    </owl:Restriction>
  </owl:subClassOf> </owl:Class>

```

รูปที่ 5.20 การประกาศโพรเซส ShopBook โดยใช้อวล์-เอส

```

<!--Atomic Process : AuthorSearchRequest-->
<owl:Class rdf:ID="AuthorSearchRequest">
<owl:subClassOf rdf:resource=" http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl #AtomicProcess" />
</owl:Class>

<!--Inputs and Outputs for Atomic Process : AuthorSearchRequest-->
<owl:Property rdf:ID="keyWordAuthor">
  <owl:subPropertyOf rdf:resource=" http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl#input" />
  <owl:domain rdf:resource="#AuthorSearchRequest" />
  <owl:range rdf:resource="&book;#Book" />
</owl:Property>

<owl:Property rdf:ID="authorSearchRequest">
  <owl:subPropertyOf rdf:resource=" http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl#input" />
  <owl:domain rdf:resource="#AuthorSearchRequest" />
  <owl:range rdf:resource="&asr;#AmazonSearchRequest" />
</owl:Property>

<owl:Property rdf:ID="bookResults">
  <owl:subPropertyOf rdf:resource=" http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/Process.owl#output" />
  <owl:domain rdf:resource="#AuthorSearchRequest" />
  <owl:range rdf:resource="&book;#Book" />
</owl:Property>

```

รูปที่ 5.21 การประกาศโพรเซส AuthorSearchRequest โดยใช้อวาล์-เฮส

รูปที่ 5.21 แสดงตัวอย่างการประกาศโพรเซส AuthorSearchRequest โดยใช้ อวาล์-เฮส ข้อมูลเข้าและข้อมูลออกของโพรเซสเป็นข้อมูลสำคัญที่แสดงถึงความเชื่อมต่อกันในการทำงานระหว่างโพรเซส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาว่าบริการ 2 บริการจะทำงานร่วมกันได้หรือไม่

ผู้ให้บริการบางรายอาจต้องใช้บริการจากผู้ให้บริการรายอื่น เช่น ร้านขายหนังสืออมีชา นอกจากจะขายหนังสือภายในร้านตัวเองแล้ว ยังวางแผนจะตั้งตนเป็นตัวกลางรับฝากขายหนังสือจากร้านขายหนังสืออื่นๆ ด้วย ซึ่งนอกจากจะได้ค่านายหน้าแล้วยังช่วยให้ร้านอมีชามีจุดเด่นที่มีโครงข่ายการค้นหาหนังสือที่กว้างขวาง ลูกค้าสามารถหาหนังสือได้ในวงกว้างกว่าร้าน

อื่นๆ ดังนั้นร้านอมีซาจึงทำการเชื่อมต่อบริการของตนเข้ากับบริการของร้านหนังสืออื่นๆ เพื่อให้ลูกค้าของตนสามารถค้นหาหนังสือจากร้านอื่นๆ ได้ผ่านบริการของร้านอมีซา เป็นต้น

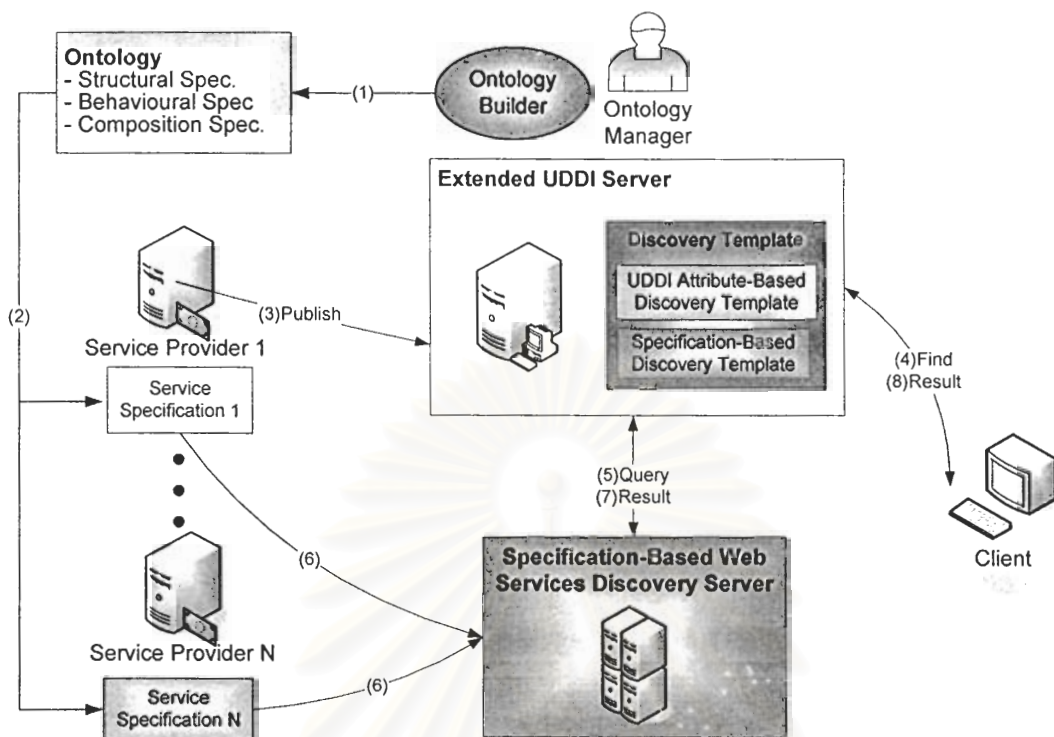
ข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบเป็นข้อมูลหนึ่งที่จะช่วยในการพิจารณาเลือกบริการที่สามารถทำงานร่วมกันได้ ตัวอย่างเช่น อาจไม่มีบริการตัวใดตัวหนึ่งที่สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ แต่หากการค้นหาบริการสามารถให้ผลลัพธ์เป็นกลุ่มของบริการซึ่งเมื่อประกอบกันแล้วสามารถทำงานตามที่ต้องการได้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการมาก แต่การพิจารณาข้อมูลดังกล่าวมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องใช้คนพิจารณาความเข้ากันได้ของบริการจากข้อมูลหลายๆ ด้าน และจากบริการหลายๆ ตัว จึงมีความพยายามที่จะคัดเลือกบริการที่สามารถทำงานร่วมกันได้แบบอัตโนมัติ โดยอาศัยความสามารถในการอธิบายบริการของดีเอเอ็มเอล-เอส (DAML-S) [39] เช่นในงานวิจัย [40] ซึ่งเสนอให้อธิบายบริการโดยใช้ดีเอเอ็มเอลเอสและเสนอวิธีการค้นหาบริการโดยใช้ DAML-S/UDDI Matchmaker ซึ่งเป็นการขยายความสามารถของยูดีดีไอให้รองรับการอธิบายบริการและการค้นหาบริการโดยใช้ ดีเอเอ็มเอลเอสได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัย [41] [42] และ [43] ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ได้เสนอแนวคิดในการใช้ความสามารถของดีเอเอ็มเอลเอสในการอธิบายบริการเพื่อประโยชน์ในการค้นหาบริการที่ทำงานร่วมกันได้ โดยใช้การพิจารณาข้อมูลเข้าและข้อมูลออกของแต่ละโพรเซสเป็นหลัก

เนื่องจากอวาล์-เอสถูกพัฒนาขึ้นเพื่อมาแทนที่ดีเอเอ็มเอล-เอส ดังนั้นอวาล์-เอสจึงมีความสามารถในการอธิบายองค์ประกอบของบริการ โดยจะสามารถปรับแนวทางการค้นหาบริการโดยพิจารณาข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบซึ่งเสนองานวิจัยต่างๆ ข้างต้นมาใช้กับอวาล์-เอสได้

5.5 แนวทางการค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดรวมถึงแนวคิดในการสร้างโมเดลในการทำงานร่วมกับยูดีดีไอ

รูปที่ 5.22 แสดงแนวคิดในการสร้างโมเดลสำหรับการโฆษณาและค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด โดยมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ได้แก่



รูปที่ 5.22 โมเดลสำหรับการโฆษณาและค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนด

1. ออนโทโลยีเมเนเจอร์ (Ontology Manager) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ จะใช้ออนโทโลยีบิลเดอร์ (Ontology Builder) เช่น โปรทีเจ เพื่อสร้างออนโทโลยีสำหรับอธิบายโครงสร้างพฤติกรรมและองค์ประกอบของบริการโดยทั่วไปหรือบริการในโดเมนหนึ่งๆ เพื่อให้ผู้ให้บริการนำไปใช้เป็นแนวทางในการอธิบายข้อกำหนดต่างๆ ของบริการของตน

2. ผู้ให้บริการ (Service Provider) ใช้ออนโทโลยีที่ออนโทโลยีเมเนเจอร์สร้างเป็นแนวทางในการอธิบายบริการของตนในรูปของข้อกำหนดและประกาศบริการของตนผ่านยูดีดีไอที่ได้รับการขยาย

3. ยูดีดีไอที่ได้รับการขยาย (Extended UDDI) เป็นยูดีดีไอที่ถูกเพิ่มเติมความสามารถให้รองรับการค้นหาเชิงข้อกำหนดได้ โดยทำหน้าที่ค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะต่างๆ ตามปกติ (Attribute-Based Discovery) และเป็นตัวสั่งการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด กรณีที่มีการค้นหาโดยอาศัยข้อกำหนดเชิงโครงสร้างข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมหรือข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Specification-Based Discovery)

4. เซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด (Specification-Based Web Services Discovery Server) ทำหน้าที่ค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดแบบต่างๆ ซึ่งอาศัยโปรแกรมประยุกต์ด้านเว็บเชิงความหมายเช่นจำเป็นในการอนุมานโดยใช้กฎ

5. ผู้ใช้บริการ (Client) เป็นผู้เรียกใช้ยูดีดีไอที่ได้รับการขยายเพื่อค้นหาบริการ
ขั้นตอนการทำงานของโมเดลในรูปที่ 5.22 มีดังนี้

(1) ออนโทโลยีเมเนเจอร์กำหนดออนโทโลยีสำหรับอธิบายโครงสร้าง พฤติกรรม และองค์ประกอบของบริการโดยทั่วไป หรือบริการหนึ่งๆ ในโดเมน

(2) ผู้ให้บริการใช้ออนโทโลยีของออนโทโลยีเมเนเจอร์เป็นแนวทางในการอธิบายข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรม และข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบของบริการของตน

(3) ผู้ให้บริการประกาศบริการของตนผ่านยูดีดีไอที่ได้รับการขยาย โดยระบุคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดแต่ละประเภทเป็นยูอาร์แอลที่เชื่อมโยงมายังไฟล์ของข้อกำหนด ซึ่งอยู่ที่ฝั่งผู้ให้บริการ

(4) ผู้ใช้บริการค้นหาบริการจากยูดีดีไอที่ได้รับการขยาย โดยแบ่งการค้นหาออกเป็น 2 ส่วนคือ

- การค้นหาจากคุณลักษณะต่างๆ ตามปกติ โดยระบุเงื่อนไขในการค้นหาลงในแผ่นแบบสำหรับการค้นหาตามคุณลักษณะในยูดีดีไอ (UDDI Attribute-Based Discovery Template)

- การค้นหาเชิงข้อกำหนด โดยระบุเงื่อนไขในการค้นหาลงในแผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนด (Specification-Based Discovery Template) ซึ่งอยู่ในรูปของเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างซัพเจกต์ เพรดิเคทและออบเจกต์ ดังแสดงในรูปที่ 5.23

Subject	?Service
Predicate	hasProduct
Object	www.Ontology.org/BookOntology#Book

รูปที่ 5.23 แผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนด

แผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนดในรูปแบบที่ 5.23 จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของอาร์ดีคิวเอลดังนี้

```
SELECT      ?Service ,?Product
WHERE       (?Service, <p:hasProduct>, ?Product)
           (?Product, <rdf:type>, p:Book )
USING      p FOR <#NameSpace>
```

ในขั้นแรกยูดีไอที่ได้รับการขยายจะทำการค้นหาบริการที่ตรงกับเงื่อนไขในแผ่นแบบสำหรับการค้นหาตามคุณลักษณะในยูดีไอก่อน จากนั้นจะนำบริการที่ได้มาพิจารณาในเชิงข้อกำหนดอีกต่อหนึ่ง

(5) ในขั้นต่อมายูดีไอที่ได้รับการขยายส่งแผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนดและข้อมูลยูอาร์เอลของข้อกำหนดของบริการซึ่งเป็นผลที่ได้จากการค้นหาใน (4) มายังเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด

(6) เซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนดใช้ยูอาร์เอลที่ได้จาก (5) เพื่อดึงไฟล์ข้อกำหนดจากผู้ให้บริการแต่ละรายแล้วทำการอนุมานโดยใช้กฎเปรียบเทียบกับเงื่อนไขในแผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนด เพื่อพิจารณาว่าบริการใดที่ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยจะทำการอนุมานโดยใช้กฎเปรียบเทียบกับที่ละบริการจนครบทุกบริการที่ (5) ได้ส่งยูอาร์เอลของข้อกำหนดของบริการนั้นๆ มา

(7) บริการที่ตรงกับเงื่อนไขในแผ่นแบบสำหรับการค้นหาเชิงข้อกำหนดถูกส่งกลับมายังยูดีไอที่ถูกขยาย

(8) ยูดีไอที่ถูกขยายแสดงข้อมูลของบริการดังกล่าวที่ได้กลับไปเป็นผลลัพธ์แก่ผู้ใช้บริการ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้แสดงถึงปัญหาและข้อจำกัดของการประกาศบริการในปัจจุบัน อันมีสาเหตุมาจากคำอธิบายบริการที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่เป็นแบบแผนเดียวกัน ทำให้เกิดผลเสียต่อทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ จากนั้นได้นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการเสนอแบบจำลองคุณลักษณะสำหรับคำอธิบายบริการ ซึ่งจะกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะต่างๆ ที่ผู้ให้บริการควรระบุเพื่อเป็นแนวทางในการประกาศบริการและสำหรับผู้ใช้บริการในการทำความเข้าใจและเปรียบเทียบบริการต่างๆ โดยจะเน้นที่คุณลักษณะใน 2 ลักษณะคือ

1. คุณลักษณะโดยทั่วไปที่ไม่ขึ้นกับโดเมนงานของบริการ ซึ่งได้จากการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์และเว็บเซอร์วิสบนอินเทอร์เน็ต ร่วมกับการสำรวจคุณลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. คุณลักษณะเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการ ซึ่งถูกอธิบายในรูปของข้อกำหนด อันประกอบด้วยคุณลักษณะการทดสอบ คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้างซึ่งแสดงเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบริการได้ คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมซึ่งแสดงเงื่อนไขก่อนและหลังการทำงานของบริการได้ และคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบในงานวิจัยนี้ได้ใช้ออนโทโลยีในการอธิบายข้อกำหนด

แบบจำลองคุณลักษณะสำหรับคำอธิบายบริการที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับคำอธิบายบริการของบริการใดเรกเทอรีต่างๆ ซึ่งในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้แสดงการประยุกต์ใช้ร่วมกับยูดีดีไอ โดยการพัฒนาส่วนขยายของยูดีดีไอให้รองรับคุณลักษณะในแบบจำลองที่เสนอขึ้น รวมถึงการแสดงตัวอย่างการใช้งานทั้งการประกาศและการค้นหาบริการด้วย นอกจากนี้ยังแสดงแนวทางการประกาศคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับบริการทั้งในรูปของคุณลักษณะการทดสอบ คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง คุณลักษณะข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมและคุณลักษณะข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ รวมถึงตัวอย่างการนำไปใช้งานด้วย

6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย

การพัฒนาส่วนขยายของยูดีดีไอในงานวิจัยนี้มีพื้นฐานบนยูดีดีไอเวอร์ชัน 2 ซึ่งไม่ใช่เวอร์ชันล่าสุด เนื่องจากยังไม่มีโอเพนซอร์สของยูดีดีไอที่รองรับมาตรฐานเวอร์ชัน 3 ทำให้ต้องพัฒนาเพิ่มคุณลักษณะบางตัวจากแบบจำลองคุณลักษณะลงในส่วนขยายของยูดีดีไอ ทั้งนี้ ที่คุณลักษณะเหล่านั้นเทียบได้กับคุณลักษณะที่ยูดีดีไอเวอร์ชัน 3 มีเพิ่มขึ้นจากเวอร์ชัน 2

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้ยูดีดีไอรองรับการค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด จะต้องพัฒนาส่วนประกอบต่างๆ ของโมเดลดังที่เสนอไว้ในหัวข้อที่ 5.5 ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด การกำหนดรูปแบบการติดต่อระหว่างยูดีดีไอกับเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด การติดต่อระหว่างผู้ให้บริการกับเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด เพื่อดึงข้อกำหนดต่างๆ มาพิจารณา รวมถึงรูปแบบการประกาศข้อกำหนดของผู้ให้บริการเป็นต้น

2. รูปแบบในการแสดงคำอธิบายบริการเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความยากง่ายในการพิจารณาบริการของผู้ใช้บริการ การวางผังรูปแบบการแสดงคำอธิบายบริการที่ดี มีการแบ่งหมวดหมู่ของคุณลักษณะประเภทต่างๆ รวมถึงมีความต่อเนื่องในการแสดงคุณลักษณะแต่ละประเภทจะช่วยให้ผู้ใช้บริการพิจารณาบริการได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น จึงน่าจะมีการศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบในการแสดงคำอธิบายบริการให้ง่ายต่อการพิจารณา

รายการอ้างอิง

- [1] Lovelock, C. and Wirtz, J. Services Marketing. Prentice Hall Europe. 1996.
- [2] Pallos, M.S. Service-Oriented Architecture: A Primer. eAI Journal. December 2001 : 32-35.
- [3] Bennet, K., Layzell, P., Budgen, D., Brereton, P., Macaulay, L. and Munro, M. Service-Based Software: The Future for Flexible Software. Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2000). Singapore, 2000 : 214-221.
- [4] Boyd Jr, H.W., Walker, O.C. and Larreche, J.C. Marketing Management: A Strategic Approach. Irwin. 1990.
- [5] Object Management Group. CORBA services: Common Object Specification, Trading Object Service Specification. (Online). Available from: <ftp://ftp.omg.org/pub/docs/formal/98-12-09>: 1998.
- [6] uddi.org. UDDI, (Online). Available from: <http://www.uddi.org>: 2002.
- [7] Arnold, K., Scheifler, R. and Waldo, J. The Jini Specification. Addison Wesley. 1999.
- [8] Kreger, M. Web Services Conceptual Architecture (WSCA 1.0). (Online). Available from: www.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSCA.pdf: 2002.
- [9] W3C. WSDL. (Online). Available from: <http://www.w3c.org/TR/wsdl>: 2003.
- [10] SemanticWeb.org. Ontology. (Online). Available from: <http://www.semanticweb.org>: 2003.
- [11] Bertolazzi, P., Krusich, C. and Missikoff, M. An Approach to the Definition of a Core Enterprise Ontology: CEO. International Workshop on Open Enterprise Solution: Systems, Experiences and Organization. Rome, Italy, September 14-15, 2001.
- [12] Gruber, T. A Translational Approach to Portable Ontologies. Knowledge Acquisition, Vol. 5 No. 2, 1993 : 199-220.
- [13] Lassila, O. and Swick, R.R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. (Online). Available from: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222>: 2003.

- [14] Brickley, D. and Guha, R.V. Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0. (Online). Available from: <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327>: 2003.
- [15] Bechhofer, S. OWL Web Ontology Language Reference. (Online). Available from: <http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-ref-20031215>: 2003.
- [16] Michael K. Smith. OWL Web Ontology Language Guide. (Online). Available from: <http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031215>: 2003.
- [17] Jena Semantic Web Framework. Jena. (Online). Available from : <http://jena.sourceforge.net/index.html>: 2003.
- [18] Stanford. Protégé. (Online). Available from: <http://protege.stanford.edu/>: 2003.
- [19] Aoyama, M. and Yamashita, T. Software Commerce Broker over the Internet. Proceedings of the 22nd Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC '98). 1998 : 430–435.
- [20] Aoyama, M., Saiki, T. and Matsumoto, N. Development of XML-Based Software and Service Commerce Language XSCL and JavaBeans Player. Proceedings of the 24th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC '00). October, 2000.
- [21] Sriharee, N. and Senivongse, T. Discovering Web Services Using Behavioural Constraints and Ontology. Distributed Applications and Interoperable Systems, 4th IFIP WG6.1 International Conference (DAIS 2003). November, 2003 : 248-259.
- [22] Szyperski, C. Component Software: Beyond Objected Programming. ACM Press. Addison-Wesley. 1998.
- [23] van Hillegersberg, T. and Hillegersberg, J. The Software Component Market on the Internet: Current Status and Conditions for Growth. Software Engineering Notes. Vol. 25 No. 1. January, 2000: 114-117.
- [24] Surabotsopon, M. An Analysis of Software Component Attributes Available on the Internet. Master Thesis Department of Computer Engineering Chulalongkorn University, 2000.

- [25] Charoensawasd, N. Development of Strategy for Finding Software Component Vendors on the Internet. Master Thesis Department of Computer Engineering Chulalongkorn University, 2001.
- [26] Poulin, P.S., Jeffrey, S. and Kathryn, P. Experiences with a Faceted Classification Scheme in a Large Reusable Software Library (RSL). Proceedings of the 17th Annual International Computer Software and Applications Conference. Phoenix AZ, USA, November 1993 : 90-99.
- [27] Poulin, P.S., Jeffrey, S. and Werkman K.J. Melding Structured Abstracts and the World Wide Web for Retrieval of Reusable Components. Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering on Symposium on Software Reusability. Seattle, WA, USA, April, 1995 : 160-168.
- [28] Boonsiri, S. A Metadata Model for Reusable Software Component on the Internet. Doctoral Thesis Department of Computer Engineering Chulalongkorn University, 2001.
- [29] Morris, J., Lee, G., Parker, K., Bundell, G.A. and Lam, C.P. Software Component Certification. IEEE Computer. Vol. 34, No. 9. September, 2001: 30-36.
- [30] Vogel, A., Kerherve, B., von Bochmann, G. and Gecsei, J. Distributed Multimedia and QOS: A Survey. IEEE Multimedia, Vol. 2, No. 1, 1995:10-18.
- [31] WEB SERVICES INTEROPERABILITY ORGANIZATION. WS-I. (Online). Available from: <http://www.ws-i.org>: 2004
- [32] Vordel. Vordel SOAPbox. (Online). Available from: <http://www.vordel.com>: 2004
- [33] Apache. jUDDI. (Online). Available from: <http://ws.apache.org/juddi/index.html>: 2003
- [34] PushToTest. TestMaker. (Online). Available from: <http://www.pushtotest.com>: 2004
- [35] XMLBus. WSDL Dynamic Test Client. (Online). Available from: <http://interop.xmlbus.com:7002/WSDLClient/WSDLDynamicTestClient.html>: 2004
- [36] Trastour, D., Bartolini, C. and Gonzalez-Castillo, J. A Semantic Web Approach to Service Description for Matchmaking of Services. Proceedings of the International Semantic Web Working Symposium (SWWS). 2001 : 15-29.

- [37] DAML. OWL-S: Semantic Markup for Web Services. (Online). Available from:
<http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/>: 2004
- [38] DAML. Amazon.com Web Services. (Online). Available from:
<http://www.daml.org/services/examples.html>: 2004
- [39] DAML. DAML Services. (Online). Available from : <http://www.daml.org/services/>:
2003
- [40] Sycara, K., Paolucci, M., Ankolekar, A. and Srinivasan, N. Automated Discovery, Interaction and Composition of Semantic Web services. Journal of Web Semantics. Vol. 1 Issue 1. September 2003 : 27-46
- [41] Narayanan, S. and McIlraith, S.A. Simulation, Verification and Automated Composition of Web Services. Proceeding of the 11th International World Wide Web Conference (WWW2002). 2002
- [42] Sheshagiri, M. A Planner for Composing Services Described in DAML-S. AAMAS Workshop on Web Services and Agent-Base Engineering. 2003
- [43] Richards, D. Composing Web Services using an Agent Factory. AAMAS Workshop on Web Services and Agent-Base Engineering. 2003



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ผลงานตีพิมพ์

ระหว่างดำเนินงานวิจัย ได้เขียนบทความเพื่อตีพิมพ์ผลงานในการประชุมวิชาการ
ดังนี้

1. Chayan Tapabut, Twittie Senivongse, Kokichi Futatsugi. Defining Attribute Templates for Descriptions of Distributed Services. Proceedings of the 9th Asia-Pacific Software Engineering Conference 2002 (APSEC 2002). Gold Coast, Queensland, Australia, December 4-6, 2002.

2. Natenapa Sriharee, Twittie Senivongse, Chayan Teppaboot, Kokichi Futatsugi. Adding Semantics to Attribute-Based Discovery of Web Services. The 2004 International Symposium on Web Services and Applications (ISWS'04). Las Vegas, Nevada, USA. June 21-24, 2004.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Defining Attribute Templates for Descriptions of Distributed Services

Chayan Tapabut and Twittie Senivongse
Department of Computer Engineering
Chulalongkorn University
Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand
 Phone: +66 2 2186996 Fax: +66 2 2186955
 Email: chayan.t@student.chula.ac.th,
twittie.s@chula.ac.th

Kokichi Futatsugi
Graduate School of Information Science
Japan Advanced Institute of Science and
Technology
Tatsunokuchi, Ishikawa 923-1292 Japan
 Phone: +81 761 511255 Fax: +81 761 511149
 E-mail: kokichi@jaist.ac.jp

Abstract

Service discovery is one key aspect in the enabling technologies for service-oriented system architecture. Current distributed technologies such as CORBA and Web Services define a communication protocol for advertising and discovering services but less attention has been paid to service descriptions themselves. This paper proposes attribute-based templates for describing service descriptions. The templates are a compilation of the results from an empirical study on descriptions of software components advertised on the Internet and the attributes listed by related literature. Although the templates should not be considered complete, they act as a common guideline to assist service providers with the specification of their services, and can be adopted by implementations of description repositories. By having a common guideline, services are described in a more uniform way and client enterprises will also have a more consistent view of service descriptions and a more extensive set of information that is useful for service selection.

service shopping to select appropriate services and service providers based on personal criteria. Contract and binding are then set up as an agreement on service provision between the enterprise and partner service providers. The mechanisms for service discovery and binding reconfiguration allow software to be composed and evolved conveniently.

Distributed service architectures, e.g. CORBA, Web Services, and Jini, are examples of the underlying architectural and programming models that enable service-oriented architecture. A service discovery mechanism is defined in each model by which service descriptions can be registered and discovered via a service descriptions repository. Trading Object Service in CORBA [4], UDDI in Web Services [5], and Lookup Service in Jini [6] all provides a function for service providers to register service descriptions and a function for clients or customers to query for services based on service types or attributes.

The service description models of the repositories above are generic and define only the structure of service descriptions (i.e. the “how”) whereas semantics of the descriptions (i.e. the “what”) are left for service providers to specify. For example, Trading Object Service in CORBA only defines that a service can be described by a set of properties, each of which is identified by property name and type. However, it is the responsibility of service providers to identify which properties should be advertised for their services. This is unfortunate in certain circumstances such as when service providers miss out some properties that in fact are expected by clients, or two services may be described differently although they are of similar types. Without a guideline on what should be the content of service descriptions, service providers are on their own and advertise their services arbitrarily. Clients will then have difficulties when selecting advertised services as the evaluation may be based on incomplete and different sets of information.

1. Introduction

Software systems today are moving towards service-oriented architecture in which a standard programming model is defined and allows software services or components to reside on any network, be published, discovered, and invoked by each other. With this architecture, the idea of virtual enterprise model for business organisations has emerged such that an enterprise can be virtually constructed by marshalling necessary services through composition of available components selected from a collection provided by participating enterprise systems [1], [2], [3]. Instead of owning all business functions, an enterprise can do

This paper discusses an attempt to making service descriptions richer. In this sense, richer means, rather than specified by arbitrary descriptions, services are described by a common set of attributes that cover aspects that could influence customers when making service selection. The attributes are the result of an empirical study of software component descriptions advertised on the Internet and a literature survey on related work. The focus will be on domain-independent attributes that are applicable for describing services in general regardless of the application domains of the services. The attributes are grouped into templates for service providers to select and specify values for relevant attributes. With the templates, service providers have a guideline on what should be detailed for their services. The discovery mechanism by service descriptions repositories can be facilitated in this way since descriptions conform to common terminology. Customers will also have a more uniform view of descriptions by which comparison and selection of services can be made more meaningfully.

Section 2 presents a background on service descriptions today and customers' behaviour. The compilation of service attributes starts with a survey on descriptions of software components on the Internet in Section 3 and that on related research in Section 4. Section 5 presents the proposed templates and an example of their application. The paper concludes in Section 6 with a discussion on the templates and future work.

2. Service Descriptions

Service descriptions will be useful if they give accurate and sufficient information according to customers' expectation.

2.1. Understanding Services and Customers' Behaviour

According to [7], a service is "an act or performance offered by one party to another. Although the process may be tied to a physical product, the performance is essentially intangible and does not normally result in ownership of any of the factors of production". In [1], a service is simply defined as "a grouping of components (executable programs) to get the job done".

With these definitions, a service is an abstraction of functionality that can be composed out of smaller ones. The result may be a tangible product (e.g. books from a publishing service) or merely a state change after the service is performed (e.g. books are delivered to a destination by a parcel delivery service). A service is

something used but not owned and hence is procured and often paid for on demand.

People seek services that can fulfill both functional and psychological needs. Factors affecting customers' purchasing behaviour are personal characteristics (e.g. needs, benefits sought, values, past experiences, life style) and social influences (e.g. social class, reference groups, family situation) [8]. Making purchasing decision involves extensive search for information from commercial source (i.e. information from service providers themselves) and personal source (e.g. information from friends and family). This information is used for the evaluation of alternative services. Customers will determine relative importance of each attribute of the services based on personal characteristics, social influences, and situational factors, and finally the service from each service providers are evaluated by those attributes.

Service descriptions should reflect the characteristics of services and customer behaviour mentioned above. Information concerning collaborative negotiation, e.g. a description on what function is provided, how to interface with this service, performance or quality of service promised, license details, security details, and cost of payment should be listed. Other information that could influence the evaluation process, e.g. reputation of services and service providers, reference customers, or availability and convenience of use, is also beneficial.

2.2. Service Description Repositories

In service-oriented architecture, a catalogue service, as an information source, can be developed on a service descriptions repository of the underlying distributed architecture. Most repositories adopt the trading model in which the specification of a required service provided by a prospective customer is compared with the descriptions of service offers supplied by service providers. For ease of use, services are described by their attributes and hence the comparison can be based on those attributes.

CORBA architecture provides a trading function via a Trading Object Service or trader [4]. Its service descriptions conform to a service type model in Figure 1. With this type model, a service is described by a service type name, base service type names, its interface definition in IDL, and a list of properties identified by property names. All service offers of the same type are characterised by the same interface signature and property definitions, but with their own property values, e.g. one offer of type Bank has properties BankName = 'THBank' and Location = 'Bangkok' whereas another of the same type has BankName = 'JPBank' and Location = 'Tokyo'.


```

Service<ServiceTypeName>[:<BaseServiceTypeName> [,
    <BaseServiceTypeName>]*] {
    interface <InterfaceTypeName>;
    {[mandatory][read-only][Normal] property <IDL Type>
    <PropertyName>:}*
    }
    
```

Figure 1. Information model of CORBA trader

CORBA trader can be seen as a run-time catalogue service as it is normally invoked within a client program to select and bind to a required service at runtime. The selection is based rather purely on matching of the request and service descriptions; if several services match the request, they are considered equal and any one will be selected for service invocation. The trader is designed to be a generic catalogue service for any business and non-business services, and therefore, it only defines the structure of the descriptions. Other detail of each service type, e.g. what properties a service type should list, is out of the scope of the trader and is left for the service provider to define. Jini lookup service [6] is similar to CORBA trader such that it is also a run-time catalogue service that defines only the structure of service descriptions, but it focuses on services of network and mobile devices.

Another emerging service description repository is UDDI for Web Services [5]. In contrast with CORBA trader and Jini lookup service, UDDI is a catalogue service for business organisations and some business semantics are present in its information model (Figure 2).

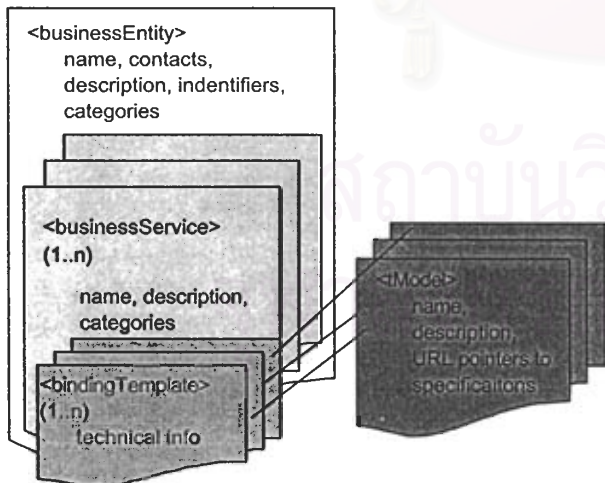


Figure 2. Information model of UDDI

A Business Entity refers to a service provider which is detailed by business name, business key, description,

contact (i.e. contact person, description, address, phone, E-mail), a list of business categories to which this provider belongs, and a list of business services that it provides. A Business Service is identified by service name, service key, description, a list of service categories to which this service belongs, and a list of binding templates. A Binding Template defines the way to get to an instance of the service and is described by binding key, description, and access point (e.g. a link to the company’s homepage or a link to service interface and access protocol information described in WSDL). Details such as service types and interfaces can be defined as tModel and reused among various business services and binding templates. UDDI adopts standard classification schemes for business and service categories, e.g. UNSPSC, NAICS, SICs, and ISO 3166.

Under this model, UDDI roughly defines groups of attributes to describe service providers, service types, and service instances. Customers can search by name/key/category of business entities and services. Search is not yet a real attribute-based search since other useful business and service attributes (e.g. company’s awards, cost, and payment) are not classified. These attributes tend to be hidden in the narrative description within business entities and business services or just listed in the business’ homepage.

UDDI is a development-time, rather than run-time, catalogue service. Services that are registered with UDDI can be either computational or non-computational services. Computational services are those that provide access to the service by programming while non-computational ones do not. Some companies may only use a UDDI repository as a channel to advertise their business and not provide programming access to their services (e.g. customers get to their services by making phone calls rather than writing programs). A customer may consult UDDI just to gather information, and after a decision is made, a program is written to specifically invoke the selected computational service.

ebXML registry is another standard registry for storing information to support business to business partnerships and transactions [9]. An information model is so generic that it supports not only the discovery of business parties and components but also other information for doing business, e.g. XML schema and documents, process descriptions, ebXML core components. Among others, information similar to that in UDDI is described for businesses and services including business and service details, service bindings, and classification schemes.

The rest of this paper describes an attempt to compile a list of domain-independent attributes for services that can complement the use of service description repositories as catalogue services.

3. Descriptions of Software Components on the Internet

This section presents the result of a survey on software component descriptions advertised on the Internet. The authors choose to search for descriptions of software components rather than search for e-business providers because software components have many characteristics similar to services (although there are different points), the scope of search is narrower, and the content of descriptions is more focused. By definition [10], a software component is “the unit of composition with contractually specified interfaces and explicit context dependencies only. It can be deployed independently and is subject to composition by third parties”. A computational service is similarly defined by its interface and relationships or dependencies with others, and it can be used on its own or integrated as part of another service.

The survey is on a number of Web sites of software component vendors that provide descriptions for software components. The vendors’ sites are either [11]:

- Producer site – This is the site of the manufacturer of software components that also does the sale.
- Catalogue site – This is the site of the organisation that provides information about software components and links to manufacturers’ sites but is not involved in the sale.
- Intermediary site – This is the site of the organisation that is the intermediary doing the sale for the manufacturer.

The survey on component descriptions is by selecting descriptions of a number of components from each sample vendor site and inspecting the content with eyes. The attributes will then be classified.

3.1. Sample Vendor Sites

The sites of software component vendors that are inspected are the results of the previous work:

1. The work in [12] surveys component attributes from 4 intermediary sites which are

www.componentsource.com

www.findcomponents.com

www.imagicom.com

www.flashline.com

These 4 sites are intermediaries of many producer sites. We collect only 54 producer sites that are linked by more than one intermediary as it is assumed that the

sites that are linked by several intermediary sites are major component sites. As with the 4 intermediary sites, 58 sites in total are obtained for inspection.

2. The work in [13] searches for component vendor sites by search engines using “software component” and “component software” as starting key words. The Web pages of the resulting sites are downloaded and HTML metatags within those pages, which are used by search engines for indexing, are extracted. These metatags then become the new key words for further search. The search process is repeated until no new Web pages or new matatags are found. Web sites that are not related to software component business are screened out by the following heuristics:

- Web sites with the first and second level domain names that are not related to software component business, e.g. .edu, .gov, .org, .ac, .mil.
- Web sites that are ftp sites.
- Web sites that have a small number of Web pages within the site. It is expected that the site that is doing a business should have a lot of Web pages within the site. (The analysis by [13] says that there is a correlation between being a business site and the number of Web pages, and the sites that have less than 7 Web pages are screened out.)
- Web sites that are free Web hosting.
- Web sites that are known not to be in software component business.

After filtering, there are 5,467 Web sites left. We select the top 50 sites with the greatest number of Web pages for further inspection.

From [12] and [13], we obtain the total of 108 Web sites. Their pages were downloaded during 25 May - 5 June 2002 for examination. Among these samples, still there are sites that are not vendor sites, sites that are closed or merged together, and sites with information that is not in English. Those are left out and 67 sites remain as the final sample vendor sites for inspection of component descriptions (Table 1). Site numbers 1-59 are producer sites, number 60 is a catalogue site, and numbers 61-67 are intermediary sites.

3.2. Inspection of Component Descriptions

The findings from the survey on all vendor sites in Table 1 are that the vendors advertise software components in their own styles. Some try to categorise software components by application domains and describe components by name-value pairs of attributes.

This makes it easy for inspection. Some vendors do not categorise their components or only describe the components in narrative, so further analysis on the narrative into attributes is necessary. Nevertheless, vendors tend to describe similar information.

Table 2 contains a list of component-related information obtained from the inspection. These attributes have different number of occurrences among the vendor sites. Figure 3 shows the percentage of

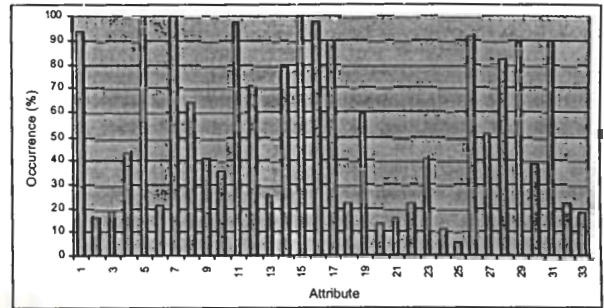
occurrences of each attribute found in all sample vendor sites. The occurrences of attributes range from 5% to 100%. This reflects that component vendors may give relative importance to the information they advertise for their components; some attributes may be fundamental or vital for purchasing decision that any vendors will declare them, while some may be considered unimportant or lack of information and are missing from the advertisements.

Table 1. Sample software component vendor sites

No	Vendor	URL	No	Vendor	URL	No	Vendor	URL
1	4Developers	www.4developers.com	2	Accusoft	www.accusoft.com	3	Advantageware	www.advantageware.com
4	AFD Software	www.afd.co.uk	5	Azalea	www.azalea.com	6	Becubed	www.becubed.com
7	Bennet-Tec	www.bennet-tec.com	8	Catalyst	www.catalyst.com	9	Catenary	www.catenary.com
10	ComponentOne	www.componentone.com	11	Dart Communication	www.dart.com	12	Data-Tech	www.data-tech.com
13	Derdack	www.derdack.com	14	Desaware	www.desaware.com	15	Distinct	www.distinct.com
16	Dolphin System	www.dolphinsys.com	17	DtSoftware	www.dtsoftware.com	18	Dundas	www.dundas.com
19	Dif-Software	www.elf-software.com	20	Farpoint	www.fpoint.com	21	Genlogic	www.genlogic.com
22	GigaSoft	www.gigasoft.com	23	Global Majic Software	www.globalmajic.com	24	HexaTech	www.hexatech.com
25	Ideal Engineering	www.idealeng.com	26	Infragistic	www.infragistics.com	27	Innermedia	www.innermedia.com
28	Intuitive-Date	www.intuitive-data.com	29	Janus System	www.janusys.com	30	Larcom and Young	www.young.com
31	Leuilles Object	www.leuville.com	32	Mabry	www.mabry.com	33	McRae Software	www.mcraesoft.com
34	Nsoftware	www.nsoftware.com	35	Object Planet	www.objectplanet.com	36	Quinn-Curtis	www.quinn-curtis.com
37	Roguewave	www.roguewave.com	38	SaxSoft	www.saxsoft.com	39	Sitraka	www.sitraka.com
40	SoftwareFX	www.softwarefx.com	41	Spatial	www.spatial.com	42	Sylvan	www.sylvanmaps.com
43	TeraTech	www.teratech.com	44	Vantage Point	www.vpsoft.com	45	VisualSoft	www.visualsoft-india.com
46	WildCrest	www.wildcrest.com	47	Sun Microsystems, Inc.	industry.java.sun.com	48	Microsoft Corporation	www.microsoft.com
49	Borland Software Corporation	www.borland.com	50	Interactive Software Engineering	www.eiffel.com	51	IBM Corporation	www-4.ibm.com
52	Software AG	www.softwareag.com	53	Time Vision	www.timevision.com	54	Installshield Software Corporation	www.installshield.com
55	Compuware Corporation	www.compuware.com	56	MSE Inc.	www.magic-sw.com	57	Novell, Inc.	developer.novell.com
58	Bunka Orient India	www.boi.co.in	59	BEA Systems, Inc.	www.beasys.com	60	International Data Group	www.idg.net
61	IONA Technologies PLC	www.iona.com	62	Component Source	componentsource.com	63	Grey Matter Ltd	www.greymatter.co.uk
64	HALLOGRAM Publishing	www.hallogram.com	65	Open Source Development Network, Inc.	www.davecentral.com	66	ZDNet	www.softseek.com
67	Imagicom	www.imagicom.com						

Table 2. Component-related descriptions

No	Attribute	Description
1	About Company	Company details, e.g. status, company's award or certification, success stories, partners
2	Award	Award for component
3	Case Study	Case study in deployment of component
4	Comment/Feedback	Comments and feedbacks from customers who use component
5	Company Name	Name of the company
6	Compatibility/Integration	Details on compatibility or integration with other software or components
7	Component Name	Product name of component
8	Demo	Trial version of component
9	Development Environment	Environment or tool used to develop component, e.g. framework, language
10	FAQ	Frequently asked questions and answers
11	Feature/Function and Data	Functional details of component and input/output
12	License Agreement	License details, e.g. business-related license, educational license
13	Manual	Manual for deployment
14	Order form	Order and purchasing details, e.g. payment method, delivery method
15	Overview	Overview of functionality and benefits of use
16	Platform	Platform or operating system on which component runs
17	Price	Cost of component
18	Reference Customers	List of customers who use component
19	Reseller	Reseller for company
20	Requirement	Required hardware and software for component
21	Review	Comments on component from reviewing third party, e.g. magazine
22	Sample/Tutorials	Tutorial on how to deploy component
23	Screen Shot	Example of user interface
24	Size	Size of component
25	Source Code	Source code of component
26	Support Mail	Mailing address to get support on component
27	Support E-Mail	E-mail address to get support on component
28	Support Tel./Fax.	Telephone/Fax numbers to get support on component
29	Support Web Site	Web site to get information or support on component
30	Upgrade/Path	Details on upgrading component
31	Version	Version of component
32	Web Board	Web board for component users to discuss matters related to component
33	White Paper	Documents for component-related information

**Figure 3.** Percentage of occurrences of each attribute

The top 5 attributes that are listed by most component vendors are:

1. Company Name (found in 67 sites (100%)). This is an important fundamental information that may have an impact on customers as the company name may refer to quality and reliability of the component.
2. Component Name (found in 67 sites (100%)). The identity of the component is fundamental and its reputation can influence customers to make a purchase.
3. Overview (found in 67 sites (100%)). This important information is the quickest way for customers to learn about the component. Overview should interest customers by giving accurate and concise information.
4. Feature/Function and Data (found in 65 sites (98%)). This is major information on functional details of the component.
5. Platform (found in 65 sites (98%)). This information is important for deployment as customers will select a component that can run on their platform.

The bottom 5 attributes that are listed are:

1. Source Code (found in 3 sites (5%)). This is listed for components that are for educational or development purposes only, while most advertised components are for sale and work as black box units.
2. Size (found in 8 sites (12%)). This information is seldom found although it should be expected by customers. Possibilities are that component size is not a big issue with today's computing capacity and components tend to be small units. Size may be seen as a trade secret that vendors do not want it to be compared with that of other products.
3. Reseller (found in 9 sites (14%)). Most vendors do the sale by themselves and do not need resellers.
4. Review (found in 11 sites (17%)). Not many components are reviewed by third parties. A lack of this information may be compensated by comments

or feedbacks from customers who already use the component.

5. Award (found in 11 sites (17%)). This information could influence customers' choice but is not available for most vendors.

It is seen from the survey that some attributes are related directly to components (e.g. component name, feature, price) while some are not (e.g. about company, demo, support mail). Those not related directly to components are value-added information to ensure customers with the quality of components such as reliability and convenience. Even for those attributes that are related to components, they either serve functional needs (e.g. compatibility, development environment, feature, platform, requirement) or psychological needs of customers (e.g. award, comments, demo, manual, tutorial).

4. Descriptions of Software Components from Related Work

There are several attempts to define a set of attributes to describe components or software packages. Each set is listed for a particular purpose.

In [14], mainly functional attributes of components are listed for a reusable software library including application domain, algorithm, certification, size, development standard, function and data, implementation technique and language, national language, proven hardware and OS, and support level. The work in [15] defines a structured abstract template to describe a component, i.e. "A (computer language) (component type) for (domain) that provide (function) on (data) data. Runs on (operating system). Includes (element, ..., element). Contact (contact)". A metadata model in [16] defines 3 groups of attributes that will be used to evaluate component ensembles that are best compatible when integrated for the requested functionality. The general information group comprises component name, version, vendor, platform, function, framework, language, size, domain, GUI, cost, and license. The protocol information group includes protocol name, version, and protocol provider. The security information group consists of mechanisms and providers for confidentiality, authentication, and non-repudiation.

For software packages, a software description is defined for packaging software for distribution on the Internet [17]. The description is in XML format and mainly describe implementation details of the software, e.g. hardware, OS, language, as well as dependencies on other software. The work in [18] describes an XML software description that can facilitate automatic deployment management including release, installation, upgrade, reconfiguration, and removal of software. The

description contains implementation details, links to dependent modules, and dependency rules for installation.

Software should also be described on quality issues. Quality of service represents a set of quantitative and qualitative characteristics that are necessary to achieve the required functionality of a service [19]. QoS is often thought of in low-level network-related or device-related terms, although in fact they can be defined in different higher levels of abstraction that can be mapped to a lower-level QoS. For example, "a telephone quality sound" is a QoS description for a service which can be mapped to an audio frequency of at least 8kHz. Categories of QoS parameters for a distributed multimedia service has been defined in [19]. They are performance-oriented category which refers to quality in communications, format-oriented category which concerns characteristics related to data representation and presentation, synchronisation-oriented category which controls audio and video sequences, cost-oriented category which defines a cost model of service usage, and user-oriented category which defines other higher-level quality for users' perception.

It is seen that component descriptions on the Internet are more extensive than the ones listed in related work. Those listed in the literature tend to be very specific for a particular purpose of use, so they focus on attributes that are directly related to the function of components or software. The advertisements of components on the Internet is for business purpose, so as many attributes as possible that could affect customers' purchasing decision are listed. Nevertheless, the literature survey has pointed out some attributes that normally can be described collectively in the overview or feature/function attributes of the advertisements on the Internet but not listed explicitly. Examples are application domain, details on elements or dependencies of services, protocol and security aspects, and QoS aspect.

5. Service Description Templates

From the Internet survey and literature survey, general attributes for service descriptions can be grouped into 5 templates:

1. *Service function information template* describes characteristics related to service functionality and consists of
 - *Service name*: This is a business-defined service name.
 - *Version*
 - *Domain*: This is the application domain of the service or the service type. It should be a category under a standard classification such as

the ones used by UDDI, or other classifications accepted by business domains and partners.

- *Overview*: This is a general description of the functionality of the service.
 - *Feature*: This describes functions and data required for each function. Although a service should be used as a black box, service providers may additionally declare the internal software elements that comprise the functionality of the advertised service.
 - *Development environment*: This describes the environment of the service, e.g. development architecture or language, as this relates to the compatibility issue between customer's and service provider's platform.
 - *Access protocol*: This describes the name, version, and provider of the invocation protocol as this relates to the compatibility issue between customer's and service provider's platform. Other information includes access location and interface signature of the service.
 - *Security*: This describes the mechanisms and providers for secure use of the service on aspects such as authentication, access control, encryption for confidentiality, and non-repudiation.
 - *QoS*: This describes a performance guarantee, the quality of algorithms and results of service usage, implementation standard of the service, and other aspects. The description should consider customers' perspective and hide low-level internal system QoS parameters when possible [19].
 - *Compatibility*: This describes platforms or protocols that are compatible with the environment of the service.
 - *Size, hardware/software requirement, source code, upgrade, and dependencies on other software*: These relate to deployment of software. As normally a service is used but not owned by customers, these attributes that imply acquisition or ownership for deployment are not necessary and may be considered optional. Nevertheless, if the service involves installation of software at the customer side for use within a period of payment, these attributes can be relevant.
2. *Service provider information template* describes details of a service provider and consists of
 - *Provider name*: This is the name of the company or organisation.
 - *Address*: This comprises number, street, city, post code, and country. Standard geographic classifications that define the location of the provider should be used as in UDDI.
 - *Telephone and fax numbers*
 - *E-mail and Web site*
 - *About provider*: This can be information about overview of the provider, business partners, certifications, status of business, and success stories.
 3. *Purchasing information template* describes details of purchasing of service and service delivery and consists of
 - *Price*: This can be by a period of service rental, pay per use, or pay per function [2].
 - *License*: Payment of the service may be by types of the license for service use such as payment for development, production, and educational use.
 - *Delivery*: This can be a software distribution method if installation of software service at the customer side is required, or it can be a method to deliver output of the service.
 4. *Technical support information template* describes provided technical supports for service use and consists of
 - *Support person*: This is the name of the person or department that offers technical supports.
 - *Support address*: This is the mailing address for technical supports.
 - *Support telephone and fax numbers*
 - *Support E-mail and Web site or Web board*
 - *FAQ information*
 - *Manual*
 - *Specification document*
 - *White paper*
 5. *Incentive information template* describes other information that can influence customers' buying decision and consists of
 - *Award*: This is the award that the software service has received.
 - *Reference customers*: This is the list of customers who have purchased and used the service.
 - *Comment/Feedback*: This is the comment on the use of the service by previous customers.
 - *Review*: This is the comment on the service by third parties such as experts.
 - *Demo*: A trial on the service is possible.
 - *Sample/tutorial*: Samples of the use of the service, e.g. output or screen shot, and a tutorial on the use are available.
 - *Reseller*: The service is available and can be purchased through resellers.
 - *Service package*: This refers to additional value-adding services that are provided with the purchased service [2].

Service providers may choose the templates and fill in the attributes that they consider important or relevant to their services. It is seen that all templates are generally applicable to any kinds of services but the first three templates are fundamental.

An example of a description of an online banking service by these templates is in Table 3.

Table 3. Description of an online banking service

Service function info	
Service name	Best Online Banking
Version	1.0
Domain	Banking service
Overview	Do online banking transactions
Feature	Exchange rate between two currencies for an amount, Credit card payment on card type for an amount, ...
Development environment	CORBA, SOAP bridge
Access protocol	CORBA protocol for CORBA client with link to CORBA IDL, SOAP protocol for Web Service client with link to WSDL
Security	CORBA security service
QoS	1 min per transaction on average
Compatibility	CORBA, Web Service
Service provider Info	
Provider name	THBank Co. Ltd.
Address	100 Phyathai Road, Bangkok 10330 Thailand
Tel.	+66 2 2180789
Fax.	+66 2 2180790
E-mail	Request@thbank.co.th
Web site	http://www.thbank.co.th
About provider	The oldest and biggest bank in Thailand with ISO 9001:2000
Purchasing Info	
Price	10 bahts per transaction
Delivery	Transaction report at end of month
Technical support info	
Support person	Mr. Chayan Tapabut
Support address	100 Phyathai Road, Bangkok 10330 Thailand
Support tel.	+66 2 2180791
Support fax.	+66 2 2180792
Support E-mail	Support@thbank.co.th
Web board	http://www.thbank.co.th/webboard
FAQ	http://www.thbank.co.th/faq
Manual	http://www.thbank.co.th/techdoc
White paper	http://www.thbank.co.th/techdoc
Incentive info	
Award	Best on-line banking service 2001 from Banking Association
Reference customer	Oriental Hotel
Comment	"User-friendly bank" --Foobar company "Fast and reliable service" -- ToHome.com
Sample	http://www.thbank.co.th/screenshot

to the domain of the service. It is hoped that these templates can result in informative service descriptions and can be used as a guideline for service providers when advertising services and for customers when making a service purchasing decision.

The templates can be applied onto service descriptions repositories. For CORBA trader, its type model already supports the definition of attribute-based descriptions. Figures 4 and 5 show screenshots of a templates-enabled CORBA trader that allows service providers to respectively register service types and export service offers based on the proposed templates. Service providers can select appropriate templates for their service type definitions and can further select, within each template, the attributes that are relevant. Other attributes such as domain-dependent attributes can be additionally defined. Export of corresponding offers is then by filling in the selected templates and attributes. Clients who are aware of the templates can easily understand the service descriptions and can later import the services. Despite their applicability, the templates contain a number of narrative attributes (e.g. the attributes overview or comment), and this can make the trader's search by attribute values difficult. To this problem, the trader can be assisted by a service discovery service that can perform a full text search on service descriptions [20]; otherwise the templates should be further refined.

Figure 4. Register service type by using templates

6. Discussion and Conclusion

The major problem of the compilation of the templates is the survey of component descriptions on the Internet. The inspection by eyes on non-uniform descriptions from a substantial number of component vendors is difficult, especially when the descriptions are narrative. The templates are only the result of an analysis by the authors; they are far from complete and may be refined or changed. Domain-dependent attributes can also be added according



Figure 5. Export offer by using templates

The templates can also be mapped to UDDI information, i.e. the service provider template corresponds to a business entity, and the service function template corresponds to a business service and a binding template. However, several attributes in the proposed templates are not listed by UDDI and they may fall into the description field within the business entity and business service unless UDDI can be extended to support declaration of additional attributes. An application onto ebXML registry can be done in a similar way.

There is also a plan to work on the other side to making service descriptions richer by trying with formal service descriptions. Service descriptions repositories should be able to embrace both attribute-based descriptions and behavioural descriptions to provide semantic service lookup, and it is a challenge to bridge the gap between a practical use of attribute-based trading and expressiveness of behavioural matching for services.

Acknowledgement

This work is supported by Thailand-Japan Technology Transfer Project (JTTP-OECF) and Chulalongkorn University-Industry Linkage Research Grant.

References

- [1] M.S. Pallos, "Service-Oriented Architecture: A Primer", eAI Journal, December 2001, pp. 32-35.
- [2] K. Bennet et al., "Service-Based Software: The Future for Flexible Software", Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2000), Singapore, 2000, pp. 214-221.
- [3] I. Foster, C. Kesselman, and S. Tuecke, "Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations", International Journal of Supercomputer Applications, 2001.
- [4] Object Management Group, "Trading Object Service Specification", Revised Edition, March 1997.
- [5] UDDI, Available from: <http://www.uddi.org>
- [6] K. Arnold et al., "The Jini Specification", Addison Wesley, 1999.
- [7] C. Lovelock, S. Vandermerwe, and B. Lewis, "Services Marketing", Prentice Hall Europe, 1996.
- [8] H.W. Boyd Jr. and O.C. Walker Jr., "Marketing Management: A Strategic Approach", Irwin, 1990.
- [9] ebXML Registry, Available from: <http://www.oasis-open.org/committees/regrep>
- [10] C. Szyperski, "Component Software: Beyond Object-Oriented Programming", Addison Wesley, 1998.
- [11] V. Traas and J. van Hilleegersberg, "The Software Component Market on the Internet: Current Status and Conditions for Growth", Software Engineering Notes Vol. 25 No. 1, January 2000, pp. 114-117.
- [12] M. Surabotsopon, "An Analysis of Software Component Attributes Available on the Internet", Master Thesis, Department of Computer Engineering, Chulalongkorn University, 2000.
- [13] N. Charoensawasd, "Development of Strategy for Finding Software Component Vendors on the Internet", Master Thesis, Department of Computer Engineering, Chulalongkorn University, 2001.
- [14] J.S. Poulin and K.P. Yglesias, "Experiences with a Faceted Classification Scheme in a Large Reusable Software Library (RSL)", Proceedings of the 17th Annual International Computer Software and Applications Conference, Phoenix, AZ, USA, November 1993, pp. 90-99.
- [15] J.S. Poulin and K.J. Werkman, "Melding Structured Abstracts and the World Wide Web for Retrieval of Reusable Components", Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering on Symposium on Software Reusability, Seattle, WA, USA, April 1995, pp. 160-168.
- [16] S. Boonsiri, "A Metadata Model for Reusable Software Components on the Internet", Doctoral Thesis, Department of Computer Engineering, Chulalongkorn University, 2001.
- [17] W3C, "The Open Software Description Format (OSD)", August 1997, Available from: <http://www.w3.org/TR/NOTE-OSD>
- [18] R.S. Hall, D. Heimbigner, and A.L. Wolf, "The Deployable Software Description (DSD) Format", Technical Report CU-SERL-207-99, Software Engineering Research Laboratory, Department of Computer Science, University of Colorado, March 1999.
- [19] A. Vogel et al., "Distributed Multimedia and QoS - A Survey", IEEE Multimedia, Vol. 2, Summer 1995, pp. 10-19.
- [20] T. Senivongse and W. Suphasanthitkul, "Trading-Assisting Service Discovery Architecture", Proceedings of the 8th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2001), Macau, China, 2001, pp. 127-130.

Adding Semantics to Attribute-Based Discovery of Web Services

Natenapa Sriharee, Twittie Senivongse, Chayan Teppaboot
Department of Computer Engineering
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand
natenapa.s@student.chula.ac.th, twittie.s@chula.ac.th,
chayan.t@student.chula.ac.th

Kokichi Futatsugi
Graduate School of
Information Science
Japan Advanced Institute of
Science and Technology
Ishikawa, Japan
kokichi@jaist.ac.jp

Abstract

Publishing and querying for businesses and services using UDDI is limited since UDDI information model supports coarse-grained business and service descriptions, and search capability is by matching of attribute names and values. In this paper we present an enhancement to publishing and querying of Web Services by using more refined attribute templates and a group of mediators that can transform service advertisements and queries from such templates into ontology-based service specifications and queries. By using ontology, Web Services discovery can take advantages of ontological inference, and hence queries can be based on semantics of business and service attributes, and not just the values of those attributes. Web Services discovery in this approach becomes more semantics-oriented.

Keywords: Service discovery, service attributes, ontology, Web Services

1. Introduction

Businesses nowadays gradually employ Web Services technology to conduct business with partners and customers. Current standard UDDI registry [1] allows business information to be published by service providers, and queried by business partners or customers. UDDI information model is defined in terms of fundamental attributes that describe service providers' details (c.f. BusinessEntity), relationships with other businesses (c.f. PublisherAssertion), characteristics of the services provided by the businesses (c.f. BusinessService), and details for accessing provided

services (c.f. BindingTemplate). Since this model defines fundamental attributes, service providers tend to publish only fundamental details, and hence available business information in UDDI is rough. Search in UDDI is also restricted to matching of attribute names and values in the queries against those in the advertisements. Trading for business information cannot be done by semantics of business and service attributes.

Under Thailand-Japan Technology Transfer Project, we study how to make descriptions of distributed services richer to enhance service discovery. By richer, we mean richer in the content aspect and in the representation aspect. For the content aspect, we did an empirical survey to compile a set of attributes that would provide rich business information and could influence customers or other businesses to choose to do business with a particular service provider [2]. Another work [3] enhanced both the content and representation aspects by focusing on the behavioural content, described in terms of service operation, and its input, output, precondition, and effect. Such behavioural content is represented as an ontology-based specification, allowing query by service behaviour to benefit from inference capability of ontology.

This paper also presents an enhancement, in both content and representation aspects, to publishing and querying with UDDI. Based on the attributes compiled by [2], templates will be provided for publishing and querying business information in UDDI. Such business advertisements and queries will be transformed into ontological representations by appropriate mediators. This allows business and service attributes to be associated further with additional semantics, and search by UDDI can be based on semantics of attributes, and not just attribute values. In this approach, service providers,

business partners, and customers who publish or query to UDDI will not be aware of or need the knowledge about ontology because publishing and querying is done via request templates with the help of mapping mediators.

Section 2 discusses related approaches to semantic Web Services discovery. Section 3 presents our approach to enhance attribute-based business information with richer content and semantics, giving also an example and a discussion of its use. Section 4 concludes the paper with some future work.

2. Semantic Web Services Discovery

Semantic Web Services discovery concerns with adding semantic knowledge about Web Services to their descriptions in order to allow discovery by service semantics, with the knowledge being represented by XML-based ontology languages. In [4], a mechanism is suggested to relate semantic knowledge to UDDI and discusses advantages of describing service semantics through ontology languages. DAML-S [5] - the predecessor of OWL-S [6] - is an ontology that describes semantics of Web Services in terms of ServiceProfile, ServiceModel, and ServiceGrounding. ServiceProfile represents attributes of business entities and business services, such as business name, contact, service operation, input, output, quality of service etc. ServiceModel represents how the service is composed in terms of subcomponents and how the process flows. ServiceGrounding represents how the service can be accessed. The work in [7] shows how semantics-based discovery is possible by matching semantics of operations, inputs, and outputs of the services whose descriptions are based on DAML-S ServiceProfile. Instead of using a specially-defined service profile, the work in [8] uses WSDL descriptions of Web Services and annotate them with semantics for operations, inputs, outputs, preconditions, and effects of the services to allow semantics-based discovery. These works focus on search by functional attributes that represent service capabilities and do not consider search based on semantics of attributes that represent other non-functional characteristics of the services such as location, cost, award, platform, and so on. This is the approach that we also focus in our previous work in [3], therefore in this paper the interest is moved to providing semantics-based search on such non-functional attributes.

3. Service Discovery by Ontological Attributes

3.1. Classification of Ontology

Since semantics-based discovery is based on the use of ontology that defines knowledge in various aspects for Web Services, three types of ontology are classified in this paper:

- Domain-independent ontology: This defines concepts and their relations that represent domain-independent service attributes from our previous survey in [2]. Some are in Figure 1.

Provider	ProviderName, ProviderAddress, Certificate, ...
Service	OperationalInfo: ServiceName, Version, ...
	FunctionalInfo: Domain, OperatingEnvironment, Feature, ...
	Purchasing: Pricing, License, ...
	Incentive: Award, ReferenceCustomer, ...
	Support: SupportName, SupportContact, FAQ, ...
	Specification: Interface, AccessProtocol, Structure, Behaviour, ...

Figure 1. Concepts in domain-independent ontology

- Domain-specific ontology: Defined by domain experts, this represents concepts and relations that are specific to the domain of a particular service. For example, a banking domain has concepts BankingDomain, Account, DepositMoney, WithdrawMoney, CreateAccount, Interest, Loan, CreditCard etc.
- Association ontology: Defined by domain experts, this defines additional concepts and relations that will associate different domains together. For example, a relation OperatedBy will link the concept CreditCardMileageReward in banking domain to the concept ThaiAirways in airline domain.

3.2. Enhancing UDDI Search with Semantic Attribute-Based Search

The extension to UDDI service search is outlined in Figure 2. In this approach, a client application, which can either be a publishing application of a service provider or a query application of a customer/business partner, may submit a request via an appropriate XML-based template. Semantic Publishing Template or SPT (a.1) is a template for publishing service attributes and corresponds to the

set of attributes in [2]. Semantic Querying Template or SQT (a.2) is for query that also corresponds to the set of surveyed attributes and the service domain of interest.

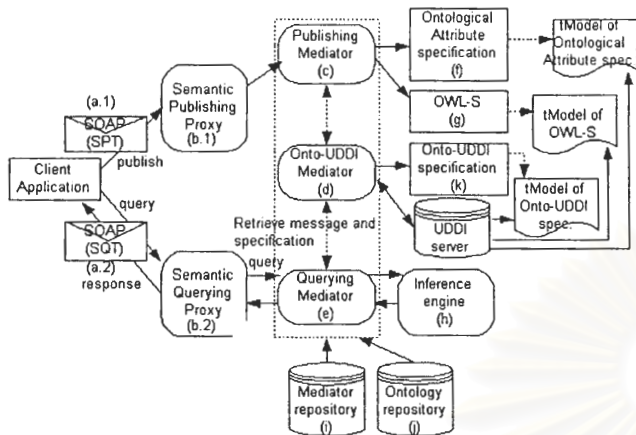


Figure 2. Semantic attribute-based search

At publish time, Semantic Publishing Proxy (b.1) extracts information in SPT and forwards it to Publishing Mediator (c). As suggested by [9], the information is then transformed into an RDF document called an Ontological Attribute Specification (f) which is based on the domain-independent ontology in Section 3.1. Publishing Mediator may generate from SPT an OWL-S specification (g) that can be used for search based on functional attributes, behaviour, and process flow of the service. Since such a search is not a focus of this paper, readers may find related information in [3].

With information from SPT, Publishing Mediator will also ask Onto-UDDI Mediator (d) to generate relevant UDDI information entries (e.g. BusinessEntity, BusinessService) and put them in standard UDDI server. Onto-UDDI Mediator additionally generates Onto-UDDI Specification (k) which is an RDF counterpart of those UDDI information entries of the service. This document is based on UDDI ontology which basically is the ontological representation of UDDI information model (see Section 4). UDDI information entries of the service will maintain keys to tModel of the three associated specifications. Onto-UDDI Specification will itself link to Ontological Attribute Specification and OWL-S Specification.

At query time, Semantic Querying Proxy (b.2) extracts information in SQT and forwards it to Querying Mediator (e). This mediator will map query constraints onto ontological concepts, transform the query into an appropriate query language that is applicable to the inference engine

(h). Onto-UDDI Mediator will retrieve relevant Onto-UDDI Specifications and will link further to the associated Ontological Attribute Specifications that will be used for semantic matching against the query, with the help of the inference engine. The results will be transformed to XML-based information and returned to the client application.

Mediator repository (i) stores the information about how to map XML elements in SPT and SQT to concepts in those ontologies in Section 3.1 and UDDI ontology, all of which are stored in Ontology Repository (j). Mediators can implement the transformation according to this mapping information by using XSLT.

Although proxies, mediators, repositories are provided as the extension to standard UDDI server, this extension does not store any kinds of service semantic specifications that are generated. Service providers will maintain their own specifications at their sites as suggested by [4].

3.3. Example of Semantic Attribute-Based Search

Suppose a banker publishes service information via SPT. A part of SPT is shown in Figure 3:

```
<SemanticPublishingTemplate>
...
<ServiceOperationalInfo>
  <ServiceName>BestOnlineBanking</ServiceName>
  <Version>1.0</Version>
...
</ServiceOperationalInfo>
<ServiceFunctionalInfo>
  <Domain>Banking</Domain>
  <OperatingEnvironment>
    <OELanguage>Java</OELanguage>
    <OEPlatform>RedHat</OEPlatform>
  </OperatingEnvironment>
...
</ServiceFunctionalInfo>
...
</SemanticPublishingTemplate>
```

Figure 3. Part of Semantic Publishing Template

Figure 4 shows a part of the domain-independent ontology to which the SPT above corresponds. ServicePublishingTemplate has relations with concepts ServiceOperationalInfo and ServiceFunctionalInfo, each of which has relations with other relevant concepts, e.g. ServiceName, Version, Domain, and OperatingEnvironment. According to this domain-independent ontology, Publishing Mediator will transform the SPT above into an RDF-based Ontological Attribute Specification in Figure 5.

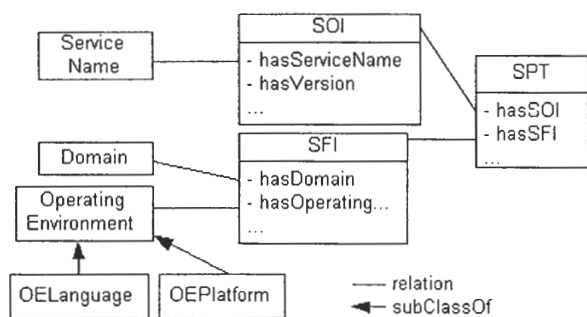


Figure 4. Part of domain-independent ontology

Subject	Predicate	Object
SPT:001	rdf:type	SPT
...		
SOI:001	rdf:type	SOI
SOI:001	hasServiceName	BestOnlineBanking
SOI:001	hasVersion	1.0
BestOnlineBanking	rdf:type	ServiceName
...		
SFI:001	rdf:type	SFI
SFI:001	hasOELanguage	Java
SFI:001	hasOEPlatform	RedHat
...		

Figure 5. Part of Ontological Attribute Specification

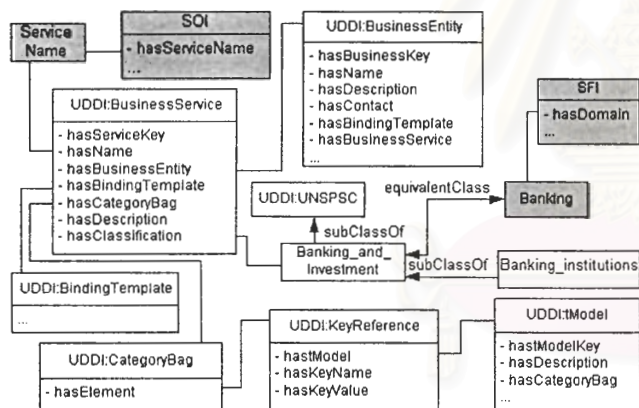


Figure 6. UDDI ontology

Onto-UDDI Mediator will create UDDI entries for information from SPT together with the Onto-UDDI Specification as an RDF document based on UDDI Ontology in Figure 6. This specification maintains keys that reference tModels of other semantic specifications and UDDI entries. Here the UNSPSC classification of Banking_and_Investment also declared equivalent to the concept Banking in a domain-specific ontology for banking business, and so the knowledge about a particular service in Banking_and_Investment category of UDDI can be enhanced by extra knowledge in the Banking domain ontology. Also note that some detail in Onto-UDDI Specification, (e.g. name and contact of the business

in the BusinessEntity information) will also appear in the Ontological Attribute Specification. Onto-UDDI Mediator can therefore choose not to generate such detail for Onto-UDDI Specification to avoid duplication.

On the query side, a customer may submit a query via SQT. For example, a query could be as in Figure 7.

```
<SemanticQueryingTemplate>
  <ServiceFunctionalInfo>
    <Domain>Banking</Domain>
    <OperatingEnvironment>
      <OEPlatform>UNIX</OEPlatform>
    </OperatingEnvironment>
  </ServiceFunctionalInfo>
</SemanticPublishingTemplate>
```

Figure 7. Attribute-based query

This query shows a request for a service in Banking domain. The customer concerns about the reliability of the service and so a constraint on the attribute Platform UNIX under the attribute OperatingEnvironment is specified. Since Platform is not an attribute in UDDI information model, we cannot search directly from UDDI server in the usual way. And even though Platform were to be defined in UDDI information model, search would look for services with exact match, i.e. services on UNIX platform only.

With the extension to UDDI, the query will be translated into a query language (e.g. SNOBASE) for the inference engine. Onto-UDDI Specifications of all services whose domain is Banking will be retrieved in order to find the link to associated Ontological Attribute Specifications. In such specifications, Platform is defined, and if the concept Linux is declared a subclass of the concept UNIX -as well as RedHat is declared to be of type Linux in the domain

will match the query. By subsumption Onto-UDDI Mediator uses the key to UDDI information entries, which is contained in the Onto-UDDI Specification, to retrieve information of BestOnlineBanking from UDDI server, and then transform such information into XML-based result for the customer.

4. Conclusion

This paper proposes an enhancement to service discovery in UDDI by allowing business and service information to be described with richer set of attributes and incorporating the power of ontology and inference for semantics-based description and search. The approach enables more flexible match by

extending search onto the knowledge in ontologies and linking to business information in UDDI registry. The mediators provide client applications with the transparency from the use of ontology, by mapping between the more familiar XML-based request templates and the complexity of RDF and ontology descriptions. This assumes the maintenance of mapping information and ontologies is taken care by UDDI admin and domain experts.

We are working on to complete the prototype of this enhancement. The next plan is to study how matching should be ranked. This covers the case when customers may also specify weight or degree of importance for individual attributes to be considered at matching time. A constraint language for query can be developed in order to allow more complex query on attribute values as well. Finally, we hope to integrate this attribute-based search prototype with our framework in [3] that previously focused on search by service behaviour. We have also started to explore the way a Web Service is described and discovered by its composition.

Acknowledgments

This work is supported by Thailand-Japan Technology Transfer Project and Chulalongkorn University-Industry Linkage Research Grant (Year 2004).

References

- [1] uddi.org, "UDDI: Universal Description, Discovery and Integration of Web Services", Available from: <http://www.uddi.org>
- [2] C. Tapabut, T. Senivongse, and K. Futatsugi, "Defining Attribute Templates for Descriptions of Distributed Services", Proceedings of 9th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2002), Gold Coast, Australia, December 2002, pp. 425-434.
- [3] N. Sriharee and T. Senivongse, "Discovering Web Services Using Behavioural Constraints and Ontology", Proceedings of 4th IFIP International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS 2003), Paris, France, November 2003, pp. 248-259.
- [4] A. Dogac et al., "Exploiting Web Services Semantics: Taxonomies vs. Ontologies", IEEE Data Engineering Bulletin, Vol. 25, No.1, March 2002.
- [5] The DAML Services Coalition, "DAML-S: Web Service Description for the Semantic Web", Proceedings of the 1st International Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italy, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2342, Springer-Verlag, 2002.
- [6] D. Martin et al., "OWL-S 1.0 Release", Available from <http://www.daml.org/services/owl-s/1.0/>
- [7] M. Paolucci et al., "Semantic Matching of Web Services Capabilities", Proceedings of the 1st International Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italy, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2342, Springer Verlag, 2002.
- [8] K. Sivashanmugam et al., "Adding Semantics to Web Services Standards", Proceedings of International Conference on Web Services (ICWS'03), 2003.
- [9] M. Klein, "Interpreting XML via an RDF Schema", Proceedings of 13th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'02), France, 2002.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชยันต์ เทพบุตร เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดภูเก็ต สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษา 2543 และเข้า ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย