

การพิจารณาข้อตกลงแบบหลากหลายวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมที่สุด
ในการประกอบเว็บไซต์อย่างอัตโนมัติ

ชัชวิน ศรีวิเศษ

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2558

MULTI-OBJECTIVE SERVICE LEVEL AGREEMENT OPTIMIZATION
OF AUTOMATIC WEB SERVICE COMPOSITION

Chatchawin Srivised

TNI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Information Technology

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2015

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพิจารณาข้อตกลงแบบหลายหลายวัตถุประสงค์
ที่เหมาะสมที่สุดในการประกอบเว็บไซต์อย่างอัตโนมัติ

โดย

ชัชวิน ศรีวิเศษ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สะพรั่งสิทธิ์ มฤตสาร

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)
วัน..... เดือน พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. เจนจบ วีระพานิชเจริญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรากร ศรีเชวงทรัพย์)

..... กรรมการ
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร. สะพรั่งสิทธิ์ มฤตสาร)

ชัชวิน ศรีวิเศษ : การพิจารณาข้อตกลงแบบหลากหลายวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมที่สุดในการประกอบเว็บไซต์อย่างอัตโนมัติ. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สพรั่งสิทธิ์ มฤตสาธร, 60 หน้า.

งานวิจัยด้านเทคโนโลยีการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติที่กำลังพัฒนาอยู่ในปัจจุบัน ได้นำเสนอแนวความคิดของคุณภาพการให้บริการที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการ และผู้ให้บริการมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้ให้บริการสามารถเลือกคุณภาพการให้บริการที่มีหลายระดับจนไปถึงสามารถส่งเงื่อนไขเพิ่มเติม เพื่อดำเนินการคุณภาพการให้บริการและราคากับผู้ให้บริการได้ในขณะประมวลผลเพื่อสร้างข้อตกลงระดับการให้บริการได้อย่างอัตโนมัติ ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ทั้งผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการเว็บไซต์และผู้ให้บริการเว็บไซต์สามารถจัดการบริการของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบคำอธิบายคุณภาพการให้บริการของเว็บไซต์เพิ่มเติม โดยนำเสนอแม่แบบของข้อตกลงระดับการให้บริการที่กำหนดขึ้นซึ่งมีหลากหลายระดับ และคุณภาพการให้บริการของแต่ละระดับสามารถแปรผันตามช่วงเวลาต่างๆ ได้ แล้วจึงสร้างการจำลองการวัดประสิทธิภาพ โดยใช้เงื่อนไขการทดสอบทำการประกอบเว็บไซต์ตามเงื่อนไขของข้อตกลงระดับการให้บริการตามต้องการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการจัดการข้อตกลงระดับการให้บริการในกรณีที่ผู้ประกอบการเว็บไซต์เป็นผู้ให้บริการนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

CHATCHAWIN SRIVISED : MULTI-OBJECTIVE SERVICE LEVEL AGREEMENT
OPTIMIZATION OF AUTOMATIC WEB SERVICE COMPOSITION. ADVISOR : DR.
SAPRANGSIT MRUETUSATORN, 60 PP.

Autonomic service level agreement (SLA) research area nowadays is introducing concept for quality of service (QoS) that meets service consumer's requirements. The service consumer is able to choose multiple QoS levels or negotiate QoS and cost with service providers while execution to establish SLA automatically. Thus, it increases more opportunity for both a service consumer which is performs as a web service composition composer and a service provider to manage their own service efficiently. This paper designs the extended QoS service description by introducing a selected SLA template with multiple levels and the QoS of each level can be varied in specific time. Finally, we simulate results by employing the Genetic Algorithm to compose web services according to user's SLA constraints to show efficient SLA management which the composer performs as a service provider.

Graduate School

Field of Study Information Technology

Academic Year 2015

Student's Signature

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้ดำเนินการจนเสร็จสิ้นได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สพรั่งสิทธิ์มฤตุสาร ที่ได้สละเวลาให้การช่วยเหลือแนะนำในสิ่งที่ผิดพลาดด้วยความเมตตา อีกทั้งชี้แนะแนวทางที่ต้องเพื่อปรับปรุงและพัฒนาวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงความรู้ความสามารถเพื่อพัฒนาตัวข้าพเจ้าเอง ขอขอบพระคุณคณาจารย์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ซึ่งในช่วงที่เริ่มดำเนินงาน ดร.วรากร ศรีเชวงทรัพย์ ยังสละเวลาในการรับฟังและชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ดร.นิตาพรรณ สุริรัตน์ที่ได้แนะนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปศึกษาเพิ่มเติม รวมไปถึงแนะนำการปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์ดียิ่งขึ้น และสุดท้ายคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทั้งในและนอกสถาบันไทย-ญี่ปุ่นทั้งหมด ที่ได้แนะนำเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้การปรับปรุงและพัฒนาวิทยานิพนธ์นี้เป็นไปได้อย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปตีพิมพ์ต่อไป

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ร่วมแบ่งปันความรู้และช่วยเหลือแนะนำในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์นี้ รวมไปถึงช่วยกันแบ่งเบาระหว่างเรียนร่วมกัน เพื่อให้ทุกคนได้มีเวลาในการดำเนินงานวิจัยของตนเองเพิ่มขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่ได้เลี้ยงดูข้าพเจ้ามา และให้การสนับสนุนการศึกษาด้วยความมั่นใจในตัวข้าพเจ้า รวมไปถึงสละทรัพย์และความสุขส่วนตัวเพื่อให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ความสามารถจนถึงทุกวันนี้

ชัชวิน ศรีวิเศษ

TNI

THAI - JAPAN
NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
	ขอบเขตของการศึกษา.....	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
	นิยามศัพท์.....	4
2	หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
	หลักการพื้นฐาน.....	5
	คุณภาพการให้บริการ	5
	การประกอบเว็บไซต์.....	6
	ข้อตกลงระดับการให้บริการ	7
	เจเนติกอัลกอริทึม	8
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
3	วิธีดำเนินงานวิจัย	20
	ขั้นตอนการดำเนินการประกอบเว็บไซต์.....	20
	ออกแบบโมเดลคุณภาพการให้บริการ.....	21
	กำหนดวิธีการจำลองการวัดประสิทธิภาพ.....	23
	กำหนดค่าเริ่มต้นในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ	24
	สร้างอัลกอริทึมในการประกอบเว็บไซต์	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	สรุปกระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ 29
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 31
	การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป..... 31
	การประกอบเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขาย..... 33
	การเปรียบเทียบการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริม การขาย..... 39
	การเปรียบเทียบการเลือกเว็บเซอร์วิส..... 42
5	บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 45
	สรุปผล..... 45
	อภิปรายผล..... 45
	ข้อเสนอแนะ 46
	ประโยชน์ที่ได้จากการทำวิจัย..... 46
	บรรณานุกรม..... 48
	ภาคผนวก..... 51
	ประวัติย่อผู้วิจัย 60

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1	เงื่อนไขคุณภาพการให้บริการที่ต้องการในการประกอบเว็บเซอร์วิส 20
3.2	ตัวแปรต่างๆ ของอัลกอริทึม E ³ -MOGA..... 28
4.1	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไป..... 31
4.2	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันอาทิตย์ 33
4.3	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันอาทิตย์ (ต่อ) 34
4.4	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันจันทร์, อังคาร 34
4.5	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพุธ 35
4.6	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพฤหัสบดี 35
4.7	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพฤหัสบดี (ต่อ)..... 36
4.8	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันศุกร์ 36
4.9	ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันเสาร์..... 37
4.10	จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการอธิบายเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปกับแบบที่มี การส่งเสริมการขาย 44

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1	การประกอบเว็บเซอร์วิส..... 6
2.2	องค์ประกอบของโมเดลการคาดเดาคุณภาพการให้บริการ [12]..... 15
2.3	วงจรของกระบวนการทางธุรกิจที่คำนึงถึงข้อตกลงการให้บริการ [2] 16
2.4	โมเดลการคิดราคาตามปัจจัยของเวลา [5] 19
3.1	โมเดลคุณภาพการให้บริการที่ใช้อธิบายคุณภาพการให้บริการในหลายระดับ 22
3.2	กระแสนงานของบริการชมภาพยนตร์ออนไลน์..... 23
3.3	ร้อยละของคุณภาพการให้บริการในด้านค่าใช้จ่าย 25
3.4	ตัวอย่างโครโมโซมที่ใช้สำหรับข้อตกลงระดับการให้บริการแต่ละระดับ 26
3.5	กระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม..... 26
3.6	อัลกอริทึม E ³ -MOGA [6] 27
3.7	กระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ 29
4.1	ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป 32
4.2	ค่าความหวังเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป 32
4.3	ค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป 33
4.4	ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย 38
4.5	ค่าความหวังเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย 38
4.6	ค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย 39
4.7	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย 40
4.8	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหวังเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย 41
4.9	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย 41
4.10	จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Platinum..... 42
4.11	จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Gold 43
4.12	จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Silver 43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

เว็บเซอร์วิส (Web Service) เป็นเทคโนโลยีการประมวลผลแบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (Service-Oriented Architecture: SOA) ซึ่งใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกันได้ (Interoperability) โดยที่ผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิส (Service Provider) ได้ลงทะเบียนเพื่อนำเสนอบริการของตนในลักษณะของคำอธิบายเว็บเซอร์วิส (Service Description) วัฏที่ยูดีดีไอ (Universal Description Discovery and Integration: UDDI) เพื่อให้ผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิส (Service Consumer) ทำการค้นหา (Discovery) ผูกข้อมูล (Binding) และทำการประมวลผล (Execution) โดยทั่วไปแล้วในแต่ละองค์กรได้นำเสนอกระบวนการทางธุรกิจของตนเอง เพื่อให้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ในรูปแบบของเว็บเซอร์วิส ซึ่งการใช้งานเว็บเซอร์วิสจากแหล่งเดียวในบางธุรกิจนั้น ไม่สามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสได้ครบทุกจุดประสงค์ ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการนำเว็บเซอร์วิสหลายๆ แหล่งมาประกอบเข้าด้วยกัน (Web Service Composition) เพื่อทำงานร่วมกัน โดยนำเอาทพุต (Output) จากเว็บเซอร์วิสหนึ่งมาใช้เป็นอินพุต (Input) ของอีกเว็บเซอร์วิสหนึ่งต่อเนื่องกันไป

การประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ นั่นก็คือ วิธีประกอบตามกระแสนงาน (Workflow) เป็นหลัก และวิธีประกอบโดยการวางแผน (Planning) [1] ซึ่งเป็นวิธีเกี่ยวกับการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) มาใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น เจนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm: GA) ซึ่งเป็นปัญญาประดิษฐ์ที่เลียนแบบทฤษฎีวิวัฒนาการทางพันธุศาสตร์ซึ่งคิดค้นโดยชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) โดยวิธีประกอบตามกระแสนงานเป็นหลักนั้น จะประกอบเว็บเซอร์วิสตามที่ระบุไว้ในกระแสนงาน ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อระบุลำดับการทำงานของเว็บเซอร์วิส ส่วนวิธีประกอบโดยการวางแผนนั้น จะนำรูปแบบการประกอบเว็บเซอร์วิสมาสร้างเป็นปัญหาการวางแผนของปัญญาประดิษฐ์ (AI Planning Problem) โดยการค้นหาเว็บเซอร์วิสเพื่อนำมาใช้เป็นตัวเลือกในการประกอบเข้าด้วยกันนั้น มีแนวโน้มของจำนวนเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากผู้ให้บริการบางรายมีแหล่งให้บริการเว็บเซอร์วิสมากกว่าหนึ่งแห่ง และนอกจากนี้ยังมีผู้ให้บริการรายอื่นๆ ที่นำเสนอบริการในรูปแบบการเดียวกันนี้ ทำการให้บริการอยู่ในหลายๆ แหล่งอีกด้วย ซึ่งในการเลือกเว็บเซอร์วิสมาประกอบเข้าด้วยกันนั้นนอกจากจะต้องพิจารณาคุณลักษณะที่เป็นหน้าที่การทำงาน (Functional) ของเว็บเซอร์วิสแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงคุณลักษณะที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-functional) นั่นก็คือ คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ของเว็บเซอร์วิสนั่นเอง

คุณภาพการให้บริการนั้นสามารถอธิบายได้หลากหลายแง่มุม โดยทั่วไปแล้วประกอบไปด้วย ประสิทธิภาพ (Performance) การเข้าถึงได้ (Accessibility) ความปลอดภัย (Security) ปริมาณข้อมูล

ที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ค่าความหน่วงเวลา (Latency) ค่าใช้จ่าย (Cost) เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำเสนอเพื่ออธิบายคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสแต่ละแหล่งใน UDDI เพื่อให้ผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสสามารถประเมินคุณภาพตามความพึงพอใจได้ โดยถ้าหากเว็บเซอร์วิสมีคุณภาพการให้บริการที่ดี ก็จะสามารถดึงดูดผู้ใช้บริการได้มากยิ่งขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้คุณภาพการให้บริการยังสามารถจำแนกได้หลายระดับชั้น (Layer) [1] เช่น ระดับชั้นของเว็บเซอร์วิสพื้นฐาน (Service Foundation Layer) ซึ่งคุณภาพการให้บริการจะอยู่ในรูปแบบคำอธิบายเว็บเซอร์วิสในยูดีดีไอ โดยถูกทดสอบและประเมินจากผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิส ส่วนระดับชั้นของการประกอบเว็บเซอร์วิส (Service Composition Layer) จะนำคำอธิบายเว็บเซอร์วิสจากระดับชั้นของเว็บเซอร์วิสพื้นฐานข้างต้น มาพิจารณาในการเลือกประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อให้คุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสที่เลือกมาประกอบเข้าด้วยกันนั้น มีคุณภาพโดยรวมที่ดีที่สุดเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้บริการต่ออีกทอดหนึ่ง ส่วนระดับชั้นของการจัดการบริการ (Service Management Layer) จะอยู่ในรูปแบบของข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement: SLA) ระหว่างคู่สัญญา (Partner) โดยการกำหนดข้อตกลงระดับการให้บริการนั้น เกิดจากการนำคุณภาพการให้บริการจากระดับชั้นของเว็บเซอร์วิสพื้นฐาน มาแปลงเป็นข้อตกลงระดับการให้บริการตามที่ผู้ให้บริการพึงพอใจ [2] ดังนั้นในการเสนอข้อตกลงระดับการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการนั้น มีความจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการอธิบายที่ระดับภาษาเครื่องเข้าใจ ในทั้งทางฝั่งผู้ให้บริการและทางฝั่งผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิส [3], [4] เพื่อเพิ่มความสามารถในการจัดการการต่อรองเพื่อสร้างข้อตกลงระดับการให้บริการระหว่างผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ อีกทั้งควบคุมคุณภาพการให้บริการให้เป็นไปตามข้อตกลงระดับการให้บริการได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กำลังดำเนินอยู่ในปัจจุบัน [3] โดยประโยชน์ของทางฝั่งผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสนั้น ก็จะทำให้องค์กรสามารถเตรียมความพร้อมในจัดการทรัพยากรของตนเองได้ อีกทั้งสามารถต่อรองคุณภาพการให้บริการกับผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสได้อย่างอัตโนมัติตามขีดความสามารถในการให้บริการของตน เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้บริการมักเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่วนทางฝั่งผู้ให้บริการก็สามารถพิจารณาและประเมินคุณภาพการให้บริการที่เหมาะสมกับราคาได้อย่างอัตโนมัติ ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ทั้งผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสและผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสสามารถจัดการบริการของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยข้อเสนอของข้อตกลงระดับการให้บริการของผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสนั้น จะถูกเสนอให้แก่ผู้ใช้บริการเพื่อร้องขอข้อตกลงระดับการให้บริการได้ตามความพึงพอใจ ซึ่งข้อเสนอนี้ควรจะประกาศไว้ในระบบลงทะเบียนกลางร่วมกัน เช่น ยูดีดีไอ [3] นั่นเอง

คำอธิบายเว็บเซอร์วิสที่ยูดีดีไอในส่วนของคุณลักษณะที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงานนี้เอง สามารถเพิ่มเติมคำอธิบายคุณภาพการให้บริการในลักษณะของข้อตกลงระดับการให้บริการได้ ดังนั้นผู้ให้บริการจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มคำอธิบายคุณภาพการให้บริการในลักษณะข้อตกลงระดับการให้บริการ เพื่อนำเสนอข้อตกลงระดับการให้บริการเริ่มต้นแก่ผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิส ด้วยคำอธิบายเว็บเซอร์วิสในลักษณะนี้เอง ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถพิจารณาเพื่อเลือกและสร้างข้อตกลงระดับการให้บริการใน

ประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติได้ นอกจากนี้ยังมีแนวคิดใหม่ที่ผู้ให้บริการสามารถกำหนดคุณภาพการให้บริการที่แปรผันได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการได้ [5] เช่น ในเวลาที่มีผู้ใช้บริการหนาแน่นก็สามารถคิดค่าบริการที่สูงขึ้นได้ เนื่องจากต้องจัดหาทรัพยากรเพื่อรองรับการประมวลผลที่มากขึ้น งานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบคำอธิบายเว็บเซอร์วิสเพิ่มเติม โดยนำเสนอแม่แบบ (Template) ของข้อตกลงระดับการให้บริการซึ่งมีหลากหลายระดับเพื่ออธิบายคุณภาพการให้บริการ ซึ่งสามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการ ท้ายที่สุดจึงนำเสนอการวัดประสิทธิภาพในการเลือกเว็บเซอร์วิสมาประกอบกันอย่างอัตโนมัติโดยการนำเจเนติกอัลกอริทึม [6] มาปรับใช้ โดยการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นจะพิจารณาตามเงื่อนไขของข้อตกลงระดับการให้บริการตามต้องการ เปรียบเทียบทั้งแบบพิจารณาคุณภาพการให้บริการโดยทั่วไปและแบบข้อตกลงระดับการให้บริการ จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ของคุณภาพการให้บริการตามเว็บเซอร์วิสที่เลือกนั้นมาเสนอผลการวัดประสิทธิภาพ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการจัดการข้อตกลงระดับการให้บริการในกรณีที่ผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสเป็นผู้ให้บริการนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติ โดยพิจารณาข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) ซึ่งคุณภาพการให้บริการนั้นแปรผันไปตามช่วงเวลาในการใช้บริการ

1.2.2 ศึกษาคำอธิบายเว็บเซอร์วิส (Service Description) ที่สามารถอธิบายคุณภาพการให้บริการ (QoS) ในระดับข้อตกลงระดับการให้บริการที่มีหลายๆ ระดับได้ นอกจากนี้คุณภาพการให้บริการยังสามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อการสนับสนุนการประกอบเว็บเซอร์วิสได้อย่างอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ใช้การประกอบเว็บเซอร์วิสในการดูภาพยนตร์ออนไลน์เป็นตัวอย่างการศึกษาหนึ่ง

1.3.2 ใช้คุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการ (QoS) เฉพาะปริมาณข้อมูลที่รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ค่าความหน่วงเวลา (Latency) และค่าใช้จ่าย (Cost) เท่านั้น

1.3.3 คำอธิบายเว็บเซอร์วิส (Service Description) ที่สามารถอธิบายข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) หลายๆ ระดับ รวมทั้งคุณภาพการให้บริการสามารถแปรผันได้ตามเวลานั้น เป็นเพียงโมเดลตามแนวคิด (Conceptual Model) เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพิ่มโอกาสให้ผู้ให้บริการสามารถคาดการณ์คุณภาพการ (QoS) ให้บริการได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคุณภาพการให้บริการเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) ตามที่ตกลงกับผู้ให้บริการ (Service Provider) ไว้ ซึ่งถ้าหากไม่เป็นไปตามนี้ ผู้ให้บริการจะต้องเสีย

ค่าปรับ (Penalty) ที่เป็นไปตามสัญญา (Contract) ในข้อตกลงระดับการให้บริการที่ได้ทำกับผู้ให้บริการ (Service Consumer) ไว้

1.4.2 ผู้ให้บริการสามารถจัดการทรัพยากรการประมวลผลได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถลดราคาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ให้บริการ เข้ามาใช้งานในช่วงเวลาที่ทรัพยากรการประมวลผลสามารถรองรับผู้ใช้ได้เป็นจำนวนมาก ในทางกลับกันก็สามารถคิดราคาเพิ่มเติมในช่วงที่ความต้องการในการใช้งานมีเป็นจำนวนมาก รวมไปถึงผู้ให้บริการสามารถเลือกคุณภาพการให้บริการที่เหมาะสมตรงตามความต้องการได้ จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการใช้บริการได้มากยิ่งขึ้น

1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 คำอธิบายเว็บเซอร์วิส (Service Description) หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการอธิบายคุณลักษณะการบริการของเว็บเซอร์วิสที่ได้ประกาศไว้ที่ยูดีดีไอ (UDDI) โดยทั่วไปแล้วจะอธิบายคุณลักษณะที่เป็นหน้าที่การทำงาน (Functional) ของเว็บเซอร์วิส นอกจากนี้ยังมีส่วนขยายเพื่ออธิบายเชื่อมโยงไปยังเอกสารอื่นๆ ที่อธิบายคุณลักษณะที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-functional) ของเว็บเซอร์วิส ซึ่งก็คือคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการ (QoS) นั่นเอง

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการพื้นฐาน

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1.1 คุณภาพการให้บริการ

2.1.2 การประกอบเว็บเซอร์วิส

2.1.3 ข้อตกลงระดับการให้บริการ

2.1.4 เจนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

2.2 คุณภาพการให้บริการ

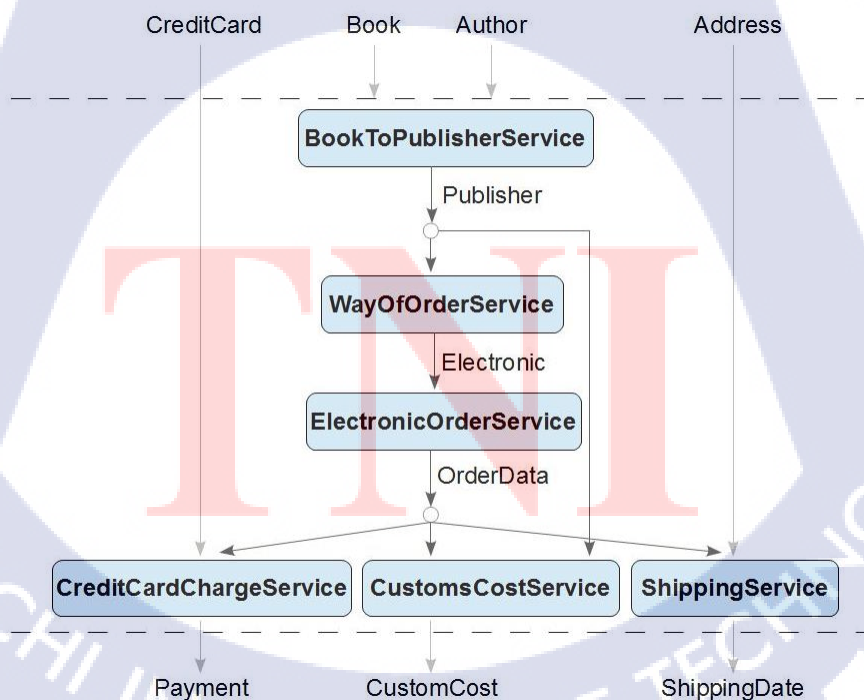
เนื่องจากคุณสมบัติของเว็บเซอร์วิสนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เป็นหน้าที่การทำงาน (Functional) กับส่วนที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-Functional) ซึ่งส่วนที่เป็นหน้าที่การทำงานนั้นเป็นลักษณะของการทำงานหลักของเว็บเซอร์วิส ตัวอย่างเช่นเว็บเซอร์วิสเพื่อใช้ในการค้นหาสำนักพิมพ์นั้น หน้าที่การทำงานของมันก็คือรับข้อมูลชื่อหนังสือกับผู้แต่งเพื่อนำไปประมวลผลภายในแอปพลิเคชัน (Application) ซึ่งหลังจากประมวลผลเสร็จแล้วก็จะให้ผลลัพธ์เป็นชื่อสำนักพิมพ์ ดังนั้นส่วนที่เป็นหน้าที่การทำงานนั้น เป็นส่วนสำคัญที่ผู้ให้บริการเว็บเซอร์วิสจะต้องตอบสนองความต้องการในการใช้บริการได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้ใช้งาน และอีกส่วนหนึ่งก็คือส่วนที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน ซึ่งส่วนนี้เป็นคุณสมบัติที่เป็นปัจจัยต่อการใช้งานเว็บเซอร์วิส เช่น ความรวดเร็วในการใช้งาน ความปลอดภัย (Security) ความพร้อมในการใช้งานเมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้บริการต้องการ โดยที่กล่าวมานี้ส่วนใหญ่มักถูกเรียกโดยรวมว่าคุณภาพการให้บริการ ซึ่งคุณภาพการให้บริการโดยทั่วไปนั้น ประกอบไปด้วย ประสิทธิภาพ (Performance) การเข้าถึงได้ (Accessibility) ความปลอดภัย ปริมาณข้อมูลที่รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ค่าความหน่วงเวลา (Latency) ค่าใช้จ่าย (Cost) เป็นต้น [7] โดยในการระบุคุณภาพการให้บริการนั้น ผู้ให้บริการจะทำการกำหนดคุณภาพการให้บริการที่จำเป็น (QoS Requirements) [8] ตัวอย่างเช่นแอปพลิเคชันประเภทสื่อออนไลน์ซึ่งมีการถ่ายโอนข้อมูลเพื่อใช้งาน ดังนั้นผู้ใช้บริการจึงต้องการความรวดเร็วในการถ่ายโอนข้อมูล โดยคุณภาพการให้บริการเหล่านี้เมื่อผู้ให้บริการได้กำหนดคุณภาพการให้บริการจำเป็นได้แล้ว ก็จะมีการทดสอบและนำเสนอเป็นค่าของคุณภาพการให้บริการแต่ละคุณลักษณะ แล้วจึงทำการสร้างคำอธิบายเว็บเซอร์วิสเพื่ออธิบายหน้าที่การทำงานของเว็บเซอร์วิส และอีกส่วนหนึ่งนั่นก็คือคุณภาพการให้บริการนั่นเอง

2.3 การประกอบเว็บเซอร์วิส

การประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นเป็นรูปแบบใหม่ของซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อทำการรวบรวมและจัดการการประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Systems) [6] โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 หลักการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยกระบวนการในการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นจะต้องค้นหบริการ (Services Discovery) นำเว็บเซอร์วิสมาผสมผสานกัน (Services Integration) อย่างสอดคล้องและสมเหตุสมผล ซึ่งเอาต์พุตจากเว็บเซอร์วิสหนึ่งจะประกอบเข้ากับเว็บเซอร์วิสหนึ่ง โดยเอาต์พุตนั้นต้องเข้ากันได้กับอินพุตของอีกเว็บเซอร์วิสที่ประกอบเข้าด้วยกัน กล่าวคือเอาต์พุตจากเว็บเซอร์วิสหนึ่งจะประกอบเข้ากันได้ก็ต้องเป็นอินพุตของอีกเว็บเซอร์วิสหนึ่งนั่นเอง ซึ่งจะมีความซับซ้อนและหลากหลายตามความต้องการของผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสเอง โดยลักษณะของอินพุตกับเอาต์พุตนั้น จะมีเงื่อนไขตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละเว็บเซอร์วิสเอง และสุดท้ายการดำเนินงาน (Services Execution) โดยทำการประมวลผลตามข้อมูลที่กำหนดไว้อย่างเป็นลำดับให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตรงความต้องการของผู้ประกอบเว็บเซอร์วิส

2.3.2 ตัวอย่างการประกอบเว็บเซอร์วิส เว็บเซอร์วิสในการสั่งซื้อหนังสือออนไลน์รูปที่ 2.1 เกิดขึ้นจากการประกอบเว็บเซอร์วิสจากหลายๆ แหล่งหลายๆ หน้าที่การทำงานมาทำงานร่วมกันดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 การประกอบเว็บเซอร์วิส

โดยในการสั่งซื้อหนังสือออนไลน์นั้นเริ่มต้นจากรับข้อมูลชื่อหนังสือที่ต้องการ ผู้แต่ง ที่อยู่เพื่อจัดส่ง และข้อมูลบัตรเครดิตเพื่อชำระเงิน ซึ่งการทำงานภายในนั้นเริ่มต้นจากนำข้อมูลชื่อหนังสือและผู้แต่งไปสืบค้นกับเว็บเซอร์วิสการให้บริการข้อมูลสำนักพิมพ์ หลังจากประมวลผลเว็บเซอร์วิสแรกนี้เสร็จก็จะได้ข้อมูลสำนักพิมพ์ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากเว็บเซอร์วิสแรก จากนั้นจึงนำผลลัพธ์นี้ไปใช้บริการเว็บเซอร์วิสที่สามารถระบุข้อมูลวิธีการชำระเงินของสำนักพิมพ์นี้ ต่อไปจึงดำเนินการสั่งซื้อหนังสือด้วยการข้อมูลการสั่งซื้อซึ่งได้มาจากเว็บเซอร์วิสก่อนหน้านี้ ซึ่งทำงานร่วมจนได้ผลลัพธ์เพื่อเป็นข้อมูลให้กับเว็บเซอร์วิสที่จะเรียกใช้งานต่อไป โดยในการสั่งซื้อหนังสือนี้ได้แบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเก็บข้อมูลบัตรเครดิตเพื่อตัดยอดเงิน ส่วนที่สองเป็นค่าใช้จ่ายของหนังสือที่ต้องการสั่งซื้อซึ่งรวมไปถึงค่าจัดส่งและค่าธรรมเนียมต่างๆ และส่วนสุดท้ายนำข้อมูลที่อยู่เพื่อจัดส่ง มาเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสที่ทำการจัดส่งและระบุเวลาจัดส่งที่แน่ชัด สุดท้ายนี้การสั่งซื้อสำเร็จเรียบร้อย โดยผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสเพียงรอวันตามวันจัดส่งที่ได้รับ เพื่อรับหนังสือที่จัดส่งมาถึงบ้าน

2.3.3 วิธีการประกอบเว็บเซอร์วิส สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ แบบคงที่ (Static) และแบบพลวัต (Dynamic) แบบคงที่ คือ การประกอบเว็บเซอร์วิสที่ผู้ประกอบทราบแน่ชัดแล้วว่าต้องการประกอบเว็บเซอร์วิสใดบ้างเข้าด้วยกันหรือทำการค้นหาด้วยตนเอง แล้วนำมาสร้างเป็นเอกสารบีเพล (BPEL) [9] เพื่อใช้ในการประมวลผลจริงซึ่งสอดคล้องกันระหว่างเว็บเซอร์วิส เหมาะสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิสที่ต้องการเจาะจงเป็นพิเศษหรือเป็นคู่ค้าที่มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกัน ส่วนแบบพลวัตจะทำการค้นหา (Discovery), เลือก (Selection), ประกอบ (Compose) เข้าด้วยโดยมีหลักเกณฑ์แตกต่างกันในแต่ละระบบ เหมาะกับการประกอบเว็บเซอร์วิสที่ไม่เจาะจงเป็นพิเศษ ข้อดีก็คือลดความซับซ้อนในการประกอบเว็บเซอร์วิสและสามารถระบุเงื่อนไขที่ต้องการได้ เช่น สามารถเลือกสายการบินไปยังประเทศที่ต้องการ และจองโรงแรมในราคาที่ตั้งไว้โดยที่ใช้อัตราสกุลเงินของตนเองแล้วให้เว็บเซอร์วิสทำการแปลงและเปรียบเทียบตามสกุลเงินของประเทศนั้น

สภาพแวดล้อมการประมวลผลของเว็บเซอร์วิสนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น เซิร์ฟเวอร์ล่ม ผู้ใช้หนาแน่น ยกเลิกการให้บริการเว็บเซอร์วิส เปลี่ยนเงื่อนไขหรือรูปแบบการให้บริการ ดังนั้นการประกอบเว็บเซอร์วิสจึงควรพิจารณาถึงคุณภาพการให้บริการ (QoS) ของเว็บเซอร์วิสที่เลือกนำมาประกอบด้วย การที่จะค้นหาเว็บเซอร์วิสได้นั้นเกิดจากการที่ผู้ให้บริการลงทะเบียนและประกาศรายละเอียดของเว็บเซอร์วิสของตนเองไว้ที่ยูทิลิตี้ ซึ่งผู้ใช้บริการต้องทำการค้นหาจากยูทิลิตี้ เพื่อทำการผูกข้อมูลและเรียกใช้ตามรายละเอียดที่ผู้ให้บริการประกาศไว้

2.4 ข้อตกลงระดับการให้บริการ

ในสถาปัตยกรรมการประมวลผลแบบเชิงบริการนั้น ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement: SLA) นั้นถูกกำหนดด้วยเงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการเพื่อให้เป็นไปตาม

เป้าหมายทางธุรกิจ [6] โดยเป็นสัญญาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) ที่กำหนดระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ ซึ่งข้อผูกมัดในสัญญานั้นเกิดจากการต่อรองและกำหนดสัญญากันระหว่างทั้งสองฝ่าย เพื่อที่จะส่งมอบบริการพร้อมทั้งคุณภาพที่แน่นอนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง [3] ข้อตกลงระดับการให้บริการ โดยทั่วไปแล้วประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ คู่ค้าในบริการ (Service Partners), เป้าหมายของระดับการให้บริการ (Service Level Objectives) และหน่วยวัดคุณภาพการให้บริการ (QoS Metrics) ซึ่งหน่วยวัดคุณภาพการให้บริการนั้นเป็นตัวควบคุมการวัดคุณภาพการให้บริการ ส่วนเป้าหมายของระดับการให้บริการนั้น เป็นตัวระบุคุณภาพการให้บริการที่จำเป็นต้องไปตามที่ตกลงกันไว้ระหว่างคู่ค้าในบริการ [3] และเมื่อเมื่อกระบวนการทางธุรกิจพร้อมที่จะดำเนินการให้บริการแก่ผู้ให้บริการแล้ว ผู้ให้บริการจำเป็นต้องระบุคุณสมบัติที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-Functional) ของเว็บเซอร์วิส ตามคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (Response Time), ปริมาณข้อมูลที่รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput), ความพร้อมใช้งาน (Availability) โดยกำหนดพารามิเตอร์ (Parameters) ของข้อตกลงระดับการให้บริการ นั่นก็คือคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการนั่นเอง และเป้าหมายของระดับการให้บริการซึ่งรับประกันคุณภาพการให้บริการให้เป็นไปตามเป้าหมาย ตัวอย่างเช่นค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง มีค่าน้อยกว่า 5 นาที เป็นต้น [2]

โดยในระดับการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ข้อตกลงระดับการให้บริการไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประมวลผลของตัวมันเองเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพการให้บริการของเซอร์วิสที่เกี่ยวข้องกันทั้งหมดอีกด้วย [3] ดังนั้นการจัดการข้อตกลงระดับการให้บริการของสถาปัตยกรรมเชิงบริการซึ่งยังเป็นเรื่องใหม่อยู่นั้น เป็นเรื่องยากในการจัดการการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีสถานะแวดล้อมที่หลากหลาย อีกปัจจุบันทั้งยังไม่มีมาตรฐานในการรองรับกระบวนการเช่นนี้ ให้สามารถรับประกันคุณภาพการให้บริการให้เป็นตามข้อตกลงระดับการให้บริการได้อย่างแน่นอนได้ แต่ก็ยังมีเทคนิคการปรับตัวเองของประกอบเว็บเซอร์วิส เพื่อช่วยเหลือในการแก้ปัญหาเหล่านี้ด้วย

2.5 เจเนติกอัลกอริทึม

เจเนติกอัลกอริทึมเป็นอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ที่เลียนแบบทฤษฎีวิวัฒนาการทางพันธุศาสตร์ซึ่งค้นพบโดยชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) โดยเจเนติกอัลกอริทึมนี้เป็นวิธีค้นหาคำตอบโดยมีพื้นฐานมาจากกระบวนการคัดสรรทางธรรมชาติ (Natural Selection) และกระบวนการคัดเลือกทางพันธุศาสตร์ (Natural Genetic Selection) ซึ่งอัลกอริทึมนี้ถูกคิดค้นโดยจอห์น ฮอลแลนด์ (John Holland) เมื่อปี ค.ศ. 1975 โดยสามารถอธิบายและแสดงกระบวนการทำงานได้ดังต่อไปนี้ [8]

2.5.1 รูปแบบโครโมโซม (Chromosome) คำตอบของปัญหาในเจเนติกอัลกอริทึมนั้น ใช้โครโมโซมในการแทนคำตอบของปัญหา ซึ่งโครโมโซมนั้นประกอบไปด้วยยีนส์ลักษณะต่างๆ นั่นก็คือลักษณะของคำตอบในแบบต่างๆ นั่นเอง ดังนั้นการแทนค่ายีนส์ (Gene) แต่ละค่าจะต้องทำการประยุกต์

ตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของปัญหา เพื่อประกอบกันเป็นลักษณะของคำตอบของปัญหาที่สอดคล้องกัน ซึ่งโดยทั่วไปค่าของยีนส์นั้นจะแทนด้วยบิต (Bit) หรืออักขระ (Character)

2.5.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขและข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหานั้นๆ ส่วนฟังก์ชันความเหมาะสมเป็นฟังก์ชันที่ใช้กำหนดความเหมาะสมของโครโมโซม ซึ่งค่าความเหมาะสมนั้นเป็นตัวกำหนดโอกาสในการอยู่รอดของโครโมโซมในแต่ละรุ่น (Generation) โดยทั่วไปแล้วฟังก์ชันความเหมาะสมจะใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ร่วมกันในการประเมินค่า เพื่อกำหนดค่าความเหมาะสมให้แก่โครโมโซม

2.5.3 กระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

2.5.3.1 สร้างประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) โดยการสุ่มสร้างค่าในทุกๆ ยีนส์ของโครโมโซม

2.5.3.2 วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมให้กับโครโมโซม ใช้ฟังก์ชันความเหมาะสมในการกำหนดค่าความเหมาะสมให้แก่โครโมโซม

2.5.3.3 สร้างชุดโครโมโซมต้นแบบของแต่ละรุ่นด้วยการดำเนินการกระบวนการทางพันธุศาสตร์ (Genetic Operation) ซึ่งเป็นการเลือกใช้เทคนิคต่างๆ ร่วมกับฟังก์ชันความเหมาะสม เพื่อสร้างประชากรรุ่นใหม่ ซึ่งเทคนิคที่เป็นที่นิยมตัวอย่างหนึ่งก็คือการไขว้เปลี่ยน (Crossover) มีจุดประสงค์ในการแลกเปลี่ยนโครโมโซมของพ่อแม่ เพื่อสร้างโครโมโซมรุ่นลูก (Offspring) ให้ได้ตามจำนวนขนาดของประชากร (Population Size) ที่กำหนด โดยโครโมโซมพ่อแม่ที่นำมาไขว้เปลี่ยนกันนั้น มักจะใช้เทคนิคการสุ่มเลือกโครโมโซมในรุ่นนั้นๆ ซึ่งในการสุ่มเลือกนั้นจะพิจารณาตามค่าความเหมาะสมด้วย กล่าวคือ ยิ่งถ้าหากโครโมโซมมีค่าความเหมาะสมมากเท่าไร ก็จะมีโอกาสถูกเลือกมากขึ้นเท่านั้น

2.5.3.4 ผ่าเหล่า (Mutation) เป็นการใช้เทคนิคในการเปลี่ยนค่ายีนส์บางส่วนในโครโมโซมหลังจากการดำเนินการกระบวนการพันธุศาสตร์ข้างต้น เพื่อเพิ่มโอกาสให้โครโมโซมมีค่าความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2.5.3.5 วิวัฒนาการ (Evolution) ดำเนินขั้นตอนข้างต้นซ้ำจนครบตามจำนวนสูงสุดของรุ่นตามต้องการ

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 ก้าวเข้าสู่การจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ: บทวิจารณ์ (Towards Autonomic SLA Management: A Review) [3]

เทคโนโลยีการจัดการข้อตกลงการให้บริการ (SLA) โดยอัตโนมัติเป็นงานวิจัยที่กำลังเกิดขึ้นใหม่ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างสภาวะแวดล้อมการประมวลผลแนวใหม่ของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ (SOA) และการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) ในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการจัดการและวิเคราะห์ความต้องการของการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ โดยได้เสนอเทคนิคของวงจรชีวิต (Life Cycle) การจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติโดยครบถ้วนสมบูรณ์ และระเบียบวาระการวิจัยในการก้าวเข้าสู่การสร้างข้อตกลงการให้บริการสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิส ดังนี้

2.6.1.1 การจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ โดยวิจัยเกี่ยวกับการจัดการข้อตกลงการให้บริการ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่รูปแบบของคุณลักษณะของข้อตกลงระดับการให้บริการเป็นส่วนใหญ่ และคำจำกัดความของแนวคิดเกี่ยวกับกรอบการทำงาน (Framework) ของการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ โดยความต้องการของสภาวะแวดล้อมในการจัดการที่ขับเคลื่อนโดยข้อตกลงการให้บริการสำหรับสถาปัตยกรรมเชิงบริการนั้น ได้มาจากการสืบค้นข้อมูลในมุมมองของการดำเนินงานภาคอุตสาหกรรม แล้วจึงอภิปรายลงในรายละเอียดในส่วนของวงจรชีวิตการจัดการ โดยได้นำเสนอการจัดการข้อตกลงการให้บริการในรูปแบบของโมเดลที่เป็นเพียงแนวความคิด (Conceptual Model) แต่รายละเอียดของการดำเนินงานและกลไกการประสานงานระหว่างการทำงานแต่ละส่วนนั้นยังไม่ได้มีการอภิปรายเกิดขึ้น

2.6.1.1.1 กำหนดโมเดล (Model) คุณภาพการให้บริการ (QoS) และราคา เพื่อให้นำเสนอ (Offer) และร้องขอ (Request) ข้อตกลงการให้บริการ โดยขั้นตอนนี้คือขั้นตอนเริ่มต้นของการจัดการข้อตกลงการให้บริการอัตโนมัติ ซึ่งรูปแบบของโมเดลคุณภาพการให้บริการจำเป็นต้องถูกกำหนดและใช้ร่วมกันระหว่างผู้ให้บริการ (Service Provider) และผู้ใช้บริการ (Service Consumer) เพื่อที่จะใช้ยื่นข้อเสนอและร้องขอข้อตกลงการให้บริการ โดยใช้ข้อตกลงระดับการให้บริการทั้งในส่วนของการเสนอและการร้องขอที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ (Machine Readable) เท่านั้น จึงจะนำไปใช้กับกระบวนการต่อรอง (Negotiation) และการสร้าง (Establish) ข้อตกลงการให้บริการในขั้นตอนต่อไปได้ ดังนั้นรูปแบบของโมเดลคุณภาพการให้บริการคือกุญแจสำคัญในการกำหนดลักษณะของข้อตกลงการให้บริการ

ในโมเดลของคุณภาพการให้บริการสำหรับแต่ละบริการ กลุ่มของหน่วยการวัด (Metric) หรือที่เรียกว่ามิติ (Dimension) ของคุณภาพจำเป็นต้องถูกกำหนด เพื่ออธิบายคุณลักษณะที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-functional) ของเว็บเซอร์วิส มิติของคุณภาพการให้บริการบางอันเกี่ยวข้องกันเฉพาะบางกลุ่มการทำงาน (Domain) ตัวอย่างเช่นบริการรายงานบริเวณพื้นที่สำหรับควบคุมการจราจร มิติของคุณภาพการให้บริการที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (Response time)

ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ความพร้อมใช้งาน (Availability) และอื่นๆ ใน ส่วนของสัญญา (Contract) และข้อกำหนด (Enactment) ของข้อตกลงการให้บริการนั้น ใช้ระบุถึง ความสามารถและข้อผูกมัด (Obligation) ที่ผู้ให้บริการสามารถรับประกันเมื่อส่งมอบบริการ ในส่วนของ ระดับการให้บริการของระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (Response time) ในสัญญาของข้อตกลงการ ให้บริการสำหรับเว็บเซอร์วิสนั้น สามารถระบุในรูปแบบที่เป็นข้อความ ไม่ใช่ระบุเพียงค่าตัวเลขคุณภาพ การให้บริการเพียงอย่างเดียว เพื่อความชัดเจนและแน่นอน เช่น “สำหรับ 90% ของการร้องขอ ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของการบริการ A จะมีค่าน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที” อีกทั้งแนวคิดของความ น่าจะเป็นมักจะถูกใช้ในข้อมูลจำเพาะ (Specification) ของข้อตกลงการให้บริการด้วย นอกจากนี้การ ปรับเงิน (Penalty) เมื่อละเมิดข้อตกลงการให้บริการจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจนในข้อมูลจำเพาะของ ข้อตกลงการให้บริการนี้ด้วย ดังนั้นรูปแบบโมเดลของคุณภาพการให้บริการที่ถูกใช้สำหรับความต้องการ ของข้อตกลงการให้บริการ เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลเฉพาะในส่วนของคุณภาพการให้บริการแบบดั้งเดิม แล้ว จำเป็นต้องใช้โครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อที่จะระบุข้อมูลให้ชัดเจน

ทุกวันนี้มีงานวิจัยจำนวนมากนำเสนอหลายวิธีที่จะกำหนดและสร้างรูปแบบโมเดลของคุณภาพ การให้บริการสำหรับข้อมูลจำเพาะของข้อตกลงการให้บริการ WSLA [10] ได้นำ 3 ส่วนหลัก คือ ผู้ที่ เกี่ยวข้อง (Party), คำอธิบายการบริการ (Service Definition) และข้อผูกมัด (Obligation) ในส่วนของ คำอธิบายการบริการนั้น โมเดลของคุณภาพการให้บริการอยู่ในรูปแบบของโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าที่ได้จากการวัด (Measurement Directive) และฟังก์ชัน (Function) สามารถกำหนดเป็นข้อมูลจำเพาะของข้อตกลงการให้บริการได้ โดยค่าที่ได้จากการวัดใช้ระบุค่าของแต่ละ มิติของคุณภาพการให้บริการที่เกี่ยวข้อง ส่วนฟังก์ชันใช้ระบุค่าของแต่ละมิติของคุณภาพการให้บริการ นั้นได้มาคำนวณร่วมกันอย่างไร ส่วน WS-Agreement [11] ใช้อธิบายคุณลักษณะที่ไม่ใช่หน้าที่การ ทำงานของเว็บเซอร์วิสในสัญญาของข้อตกลงการให้บริการของการประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) ซึ่งมีวิธีการที่คล้ายคลึงกับ WSLA เช่นกัน

อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยที่ตีพิมพ์ออกมาเป็นจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับโมเดลของคุณภาพการ ให้บริการสำหรับสัญญาของข้อตกลงการให้บริการ แต่เนื่องจากความซับซ้อนของปัญหาซึ่งยากที่จะ กำหนดโมเดลแบบทั่วไปที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ (Application) ในทุกประเภทได้ทั้งหมด ดังนั้นปัจจุบันจึงยังไม่มีมาตรฐานกลางสำหรับโมเดลเหล่านี้

2.6.1.1.2 ต่อรองและสร้างข้อตกลงการให้บริการ ซึ่งมุ่งเน้นที่จะสร้างสัญญา ของข้อตกลงการให้บริการระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการในการจัดหาเว็บเซอร์วิสเพื่อการบริการ ด้วย กลไกการต่อรองอย่างอัตโนมัติที่ตรงตามความต้องการของทั้ง 2 ฝ่าย โดยชุดข้อเสนอของข้อตกลงการ ให้บริการที่อธิบายระดับคุณภาพและราคาที่เกี่ยวข้องที่ผู้ให้บริการสามารถจัดหาให้สำหรับเว็บเซอร์วิส นั้นๆ ควรถูกเผยแพร่ไว้ที่ระบบลงทะเบียนกลาง เช่น ยูดีดีไอ (UDDI)

2.6.1.1.3 ควบคุม (Monitor) มาตรวัดข้อตกลงการให้บริการในระหว่างประมวลผล เมื่อข้อตกลงการให้บริการถูกสร้างและเอาขึ้นใช้งานแล้ว จะต้องมีการกลไกในการควบคุมมาตรวัดข้อตกลงการให้บริการในระหว่างประมวลผล ส่วนการจัดการทรัพยากรเชิงข้อตกลงการให้บริการแบบพลวัต (Dynamic) จะอยู่ในขั้นตอนถัดไป โดยขั้นตอนนี้จำเป็นต้องให้แน่ใจว่าข้อตกลงการให้บริการนั้นจะไม่สามารถละเมิด (Violate) ข้อตกลงที่กำหนดไว้ได้ ดังนั้นค่าของหน่วยวัดคุณภาพการให้บริการที่กำหนดในข้อตกลงการให้บริการจะถูกควบคุมอย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบว่าค่าแต่ละค่านั้นเกินกว่าขีดแบ่ง (Threshold) ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าหากมีการละเมิดข้อตกลงเกิดขึ้นควรมีกระบวนการแจ้งเตือนให้ทราบด้วย

2.6.1.1.4 จัดการทรัพยากรเชิงข้อตกลงการให้บริการ โดยเป้าหมายหลักของการจัดการข้อตกลงการให้บริการนั้น คือการสร้างสมดุลระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความสามารถในการจัดหาบริการ เพื่อส่งมอบบริการภายใต้สภาวะการประมวลผลที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยที่ข้อตกลงการให้บริการเป็นตัวกลางที่สะท้อนการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าและข้อจำกัดสำหรับกลยุทธ์การจัดสรรปันส่วนทรัพยากรของผู้ให้บริการ

2.6.1.1.5 สิ้นสุดข้อตกลงการให้บริการ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ โดยที่สัญญาระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการจะสิ้นสุดลง และทรัพยากรที่ถูกใช้จะถูกปล่อยคืน (Release)

2.6.1.2 ระเบียบวาระการวิจัยในการสร้างข้อตกลงการให้บริการสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยในสภาวะแวดล้อมของสถาปัตยกรรมเชิงบริการและการประมวลผลแบบคลาวด์นั้น เทคโนโลยีการจัดการข้อตกลงการให้บริการโดยอัตโนมัติมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาสภาวะแวดล้อมการประมวลผลแบบใหม่ ในขณะที่สถาปัตยกรรมเชิงบริการนั้นเทคโนโลยีการประกอบเว็บเซอร์วิสและเว็บเซอร์วิสแต่ละอันนั้น มีความจำเป็นโดยแยกขาดจากกันไม่ได้ และการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติก็ยังเป็นเรื่องที่ใหม่อยู่ ซึ่งงานวิจัยที่มุ่งเน้นการต่อรองและการสร้างข้อตกลงการให้บริการสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นมีจำนวนไม่มาก ดังนั้นระเบียบวาระการวิจัยของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

2.6.1.2.1 โมเดลคุณภาพการให้บริการที่รองรับข้อตกลงการให้บริการโดยทั่วไป เพื่อกำหนดความแตกต่างและจำแนกโมเดลคุณภาพการให้บริการ สำหรับคุณลักษณะของการเสนอและร้องขอข้อตกลงการให้บริการ

2.6.1.2.2 กระบวนการต่อรองและสร้างข้อตกลงสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิส มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อตัวเลขของคุณภาพการให้บริการโดยรวมของการประกอบเว็บเซอร์วิส รวมไปถึงการทำงานทางธุรกิจของเซอร์วิสที่ประกอบเข้าด้วยกัน, วิธีการประกอบ, เทคโนโลยีแต่ละประเภทของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ, ทรัพยากรการประมวลผลของเซอร์วิสที่ประกอบเข้าด้วยกัน, สถานะของแต่ละเซอร์วิส ณ ขณะนั้นๆ และอื่นๆ ในขณะที่ขอบเขตของคุณภาพการให้บริการที่กำหนดใน

สัญญาข้อตกลงการให้บริการสำหรับการประกอบเว็บเซอร์วิส ระดับคุณภาพการให้บริการของการประกอบเว็บเซอร์วิส นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประมวลผลของตัวมันเองเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพการให้บริการของเซอร์วิสที่เกี่ยวข้องกันทั้งหมดอีกด้วย ดังนั้นถ้าหากจะเปรียบเทียบกับกระบวนการสร้างสัญญาของข้อตกลงการให้บริการเพียงเซอร์วิสเดียวนั้น กระบวนการของการประกอบเว็บเซอร์วิส นั้นย่อมมีความซับซ้อนมากกว่า โดยที่การประสานข้อตกลงการให้บริการระหว่างผู้ใช้งานโดยตรงและข้อตกลงการให้บริการของเซอร์วิสที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จะต้องพิจารณาให้เพียงพอครบถ้วน

2.6.1.2.3 กลไกการปรับตัวเอง (Self-adaptation) ของสัญญาของข้อตกลงการให้บริการในการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยในกลไกการปรับตัวเองนั้น สัญญาของข้อตกลงการให้บริการถูกทำเป็นตัวกลางของความต้องการคุณภาพการให้บริการ รวมไปถึงขีดความสามารถในการส่งมอบบริการเมื่อความต้องการของคุณภาพการให้บริการเปลี่ยนไป ถ้าหากขีดความสามารถของผู้ให้บริการนั้นไม่สามารถส่งมอบได้ตรงตามความต้องการ กระบวนการต่อรองจะดำเนินการสร้างข้อตกลงการให้บริการใหม่สำหรับผู้ใช้งานโดยตรงและผู้ให้บริการ เพื่อสร้างสมดุลของความต้องการ, ทรัพยากร และราคาขึ้นใหม่

งานวิจัยข้างต้นสรุปได้ออกเป็น 2 เรื่องใหญ่ๆ คือ ความต้องการในการจัดการข้อตกลงการให้บริการอย่างอัตโนมัติ และอีกส่วนคือการนำส่วนแรกมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับบริบทของการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยในส่วนของการนำข้อตกลงระดับการให้บริการมาใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิส นั้น ย่อมมีความซับซ้อนที่มากกว่า แต่ในส่วนโมเดลของคุณภาพการให้บริการเพื่อเสนอและร้องขอข้อตกลงระดับการให้บริการ ถ้าหากยังไม่รวมถึงการต่อรองอย่างอัตโนมัติแล้ว ทั้ง 2 ส่วนนี้ยังคงเป็นเรื่องเดียวกันเนื่องจากมีจุดประสงค์เพื่อสร้างคำอธิบายเว็บเซอร์วิสเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการของข้อตกลงระดับการให้บริการ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าใจได้ ซึ่งงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่นี้จะทำการออกแบบโมเดลตามแนวความคิดโดยคำนึงถึงเรื่องนี้ เนื่องจากจะช่วยให้สามารถประกอบเว็บเซอร์วิสได้อย่างอัตโนมัติเพื่อใช้ในการทดสอบการวัดประสิทธิภาพ โดยมีกำหนดความแตกต่างและจำแนกโมเดลเพื่อนำไปใช้ได้กับทุกๆ กลุ่มการทำงานของบริการ

2.6.2 ความท้าทายในการระบุคุณภาพการให้บริการที่จำเป็นเพื่อใช้ในการคาดเดาคุณภาพที่จะเกิดขึ้นจริงของเว็บเซอร์วิสเพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างเว็บเซอร์วิสในธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ (Challenges to Describe QoS Requirements for Web Services Quality Prediction to Support Web Services Interoperability in Electronic Commerce) [12]

ผู้วิจัยเชื่อว่าคุณภาพการให้บริการ (QoS) นั้นไม่เพียงแค่นำมาใช้ในการวัดคุณภาพ แต่ควรที่จะสามารถนำมาใช้คาดเดาคุณภาพที่จะเกิดขึ้นจริงในขั้นตอนของการพัฒนาและการนำไปใช้จริงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นความท้าทายที่จะคาดเดาคุณภาพการให้บริการที่จะเกิดขึ้นจริงของเว็บเซอร์วิส ซึ่งเป็นการยากที่จะระบุออกมาได้ชัดเจน ยิ่งไปกว่านั้นเว็บเซอร์วิสต่างๆ ยังมีมุมมองและจุดประสงค์ที่หลากหลาย รวมไปถึงเทคนิคการคาดเดาต่างๆ เพื่อใช้ระบุคุณภาพการให้บริการ นอกจากนี้ยังได้

นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับโมเดล (Model) ที่ใช้บ่งบอกลักษณะเว็บเซอร์วิสที่ดีอีกด้วย โดยลักษณะคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสที่ดีและโมเดลของคุณภาพการให้บริการ มีดังต่อไปนี้

2.6.2.1 ลักษณะคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสที่ดี

2.6.2.1.1 การเข้าถึงข้อมูล (Accessibility) อิงกับความสามารถในการให้บริการสำหรับการร้องขอที่มายังเว็บเซอร์วิส

2.6.2.1.2 การประมวลผลรายการ (Transaction) เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเหล่านี้ คือ ความเป็นอันหนึ่งอันเดียว (Atomicity) กล่าวคือ ประมวลผลทั้งหมดหรือไม่ประมวลผลเลย, ความถูกต้องสมบูรณ์ (Consistency) ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล, ข้อมูลแต่ละรายการสามารถประมวลผลได้แม้ไม่มีรายการอื่นอยู่ด้วย (Isolation), และความคงสภาพ (Durability) อยู่ของข้อมูล

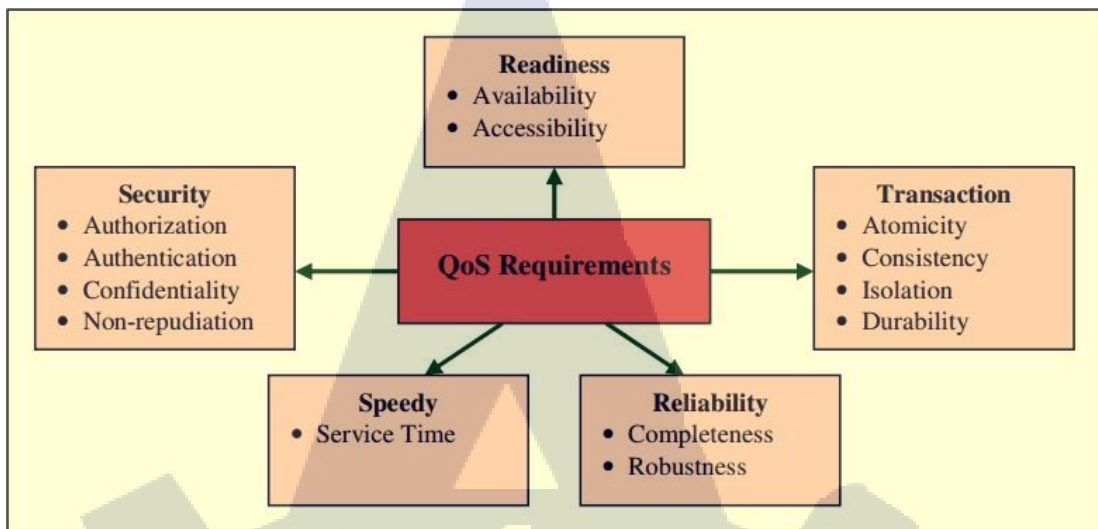
2.6.2.1.3 ชัดความสามารถ (Capacity) คือจำนวนที่มากที่สุดในการร้องขอพร้อมๆ กันที่บริการนั้นยังสามารถดำเนินงานได้ เพื่อที่จะรับประกันประสิทธิภาพหรือจำนวนผู้ใช้งานพร้อมกันที่ถูกอนุญาตโดยบริการนี้

2.6.2.1.4 ความสมบูรณ์ (Integrity) อิงกับความถูกต้องและสอดคล้องของข้อมูล

2.6.2.1.5 ถูกต้องตามกฎหมาย (Regulatory) อิงกับความสอดคล้องตามกฎหมาย, กฎหมาย, มาตรฐาน และข้อมูลจำเพาะของการบริการ

2.6.2.1.6 ชื่อเสียง (Reputation) วัดความน่าไว้วางใจของบริการจากประสบการณ์ที่เคยใช้บริการมาในอดีต

2.6.2.2 โมเดลของคุณภาพการให้บริการ ถูกสร้างมาจากการระบุคุณภาพการให้บริการที่จำเป็นมากที่สุดจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่เว็บเซอร์วิสที่ดีจะต้องมี โดยมี 5 คุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการที่สำคัญที่ผู้ให้บริการ (Service Provider) จะต้องพิจารณาเมื่อมีการพัฒนาเว็บเซอร์วิสของตนขึ้นมา นั่นก็คือสภาพความพร้อม (Readiness), การประมวลผลรายการ, ความน่าไว้วางใจ (Reliability), ความเร็ว (Speedy) และความปลอดภัย (Security) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของโมเดลการคาดเดาคุณภาพการให้บริการ [12]

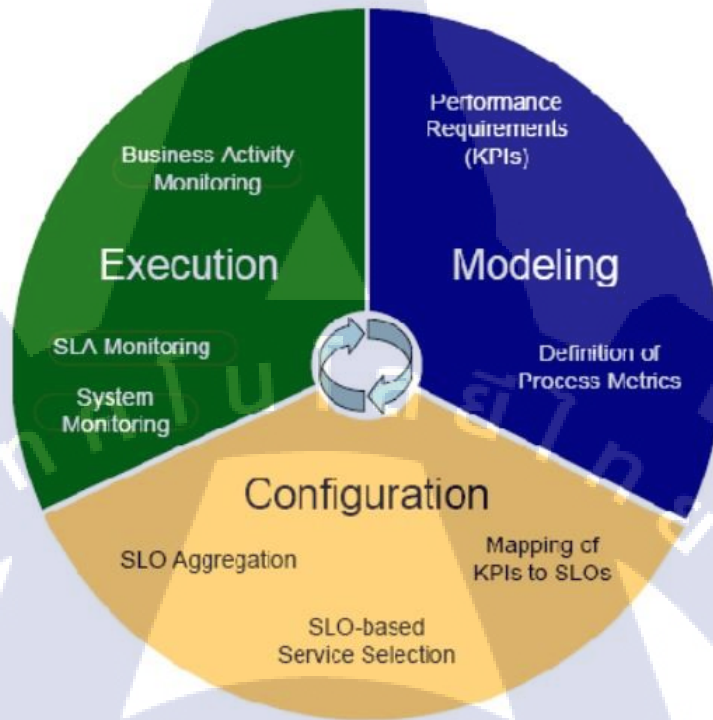
การคาดเดาคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสนั้นมีจำเป็นสำหรับผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ (Service Consumer) โดยผู้ให้บริการควรจัดหาคุณภาพการให้บริการที่ดีตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ส่วนทางด้านผู้บริการก็คาดหวังที่จะได้รับบริการที่มีคุณภาพจากผู้ให้บริการ ดังนั้นทั้งสองฝ่ายจึงจำเป็นต้องใช้โมเดลที่เข้าใจร่วมกัน เพื่อที่จะรับรู้การคาดเดาคุณภาพการให้บริการที่จะเกิดขึ้นจริงได้

งานวิจัยข้างต้นได้สรุปคุณภาพการให้บริการที่ควรอธิบายให้กับเว็บเซอร์วิส ซึ่งทำให้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้งหมด ในการระบุคุณภาพการให้บริการออกเป็นตัวเลข เช่น ในแง่มุมความพร้อมใช้งานสามารถระบุค่าตัวเลขเป็นเลขทศนิยมอัตราความน่าจะเป็น ส่วนความปลอดภัยเป็นเรื่องที่กำหนดเป็นตัวเลขได้ยาก ก็อาจจะระบุเป็นค่าคะแนนถ้าหากเว็บเซอร์วิสนั้นมีคุณสมบัติตรงตามจำนวนหัวข้อความปลอดภัยต่างๆ

2.6.3 การจัดการข้อตกลงการให้บริการทางธุรกิจในลักษณะของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ (SLA Business Management Based on Key Performance Indicators) [2]

ความสำคัญของข้อตกลงระดับการให้บริการที่กำลังเพิ่มมากขึ้น ทำให้สถาปัตยกรรมเชิงบริการ (SOA) ให้ความสำคัญในเรื่องนี้กันมากยิ่งขึ้น โดยข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) เป็นการกำหนดความคาดหวังพฤติกรรมของการบริการและคุณสมบัติที่ไม่ใช่หน้าที่การทำงาน (Non-functional) นั่นก็คือผู้ให้บริการ (Service Provider) จำเป็นต้องเสนอการรับประกันที่แน่นอนซึ่งเป็นไปตามลักษณะของข้อตกลงระดับการให้บริการ จึงทำให้มีผลกระทบต่อการบริหารทางธุรกิจที่มีอยู่เดิม ในงานวิจัยนี้เสนอวิธีการที่เป็นขั้นตอนสำหรับจัดการการประกอบเว็บเซอร์วิสที่คำนึงถึงข้อตกลงระดับการให้บริการ โดยประสิทธิภาพของกระบวนการเหล่านี้จำเป็นต้องถูกกำหนดในรูปแบบของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ (Key Performance Indicator: KPI) ซึ่งวิธีการนี้เป็นกระบวนการจัดการทางธุรกิจที่เป็นที่ทราบกันดีอยู่

แล้ว โดยภาพรวมทั้งหมดนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการสร้างโมเดล (Model), กำหนดค่าต่างๆ และการดำเนินงาน ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรของกระบวนการทางธุรกิจที่คำนึงถึงข้อตกลงการให้บริการ [2]

2.6.3.1 ประสิทธิภาพที่จำเป็น (Performance Requirements)

2.6.3.1.1 เป้าหมาย (Objective) ของระดับการให้บริการที่จำเป็น โดยมุ่งเน้นให้การประกอบเว็บไซต์มีเป้าหมายของระดับการบริการต่างๆ เหล่านี้ เพื่อเสนอให้กับผู้ใช้บริการ (Service Consumer) เนื่องจากเป้าหมายของระดับการบริการเป็นค่าตัวแปรในการรับประกันของข้อตกลงการให้บริการ โดยสามารถใช้หน่วยวัดของคุณภาพการให้บริการ (QoS) ทั่วไป เช่น ความพร้อมใช้งาน (Availability) กับ ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) แต่ต้องอยู่ในลักษณะของหน่วยวัดของกระบวนการทางธุรกิจด้วย (ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ) ตัวอย่างเช่น “การสั่งซื้อจะต้องสามารถประมวลผลได้ภายในเวลาและครบตามจำนวน”

2.6.3.1.2 ประสิทธิภาพของกระบวนการทางธุรกิจภายในที่จำเป็น ประสิทธิภาพเหล่านี้มักจะอยู่ในมุมมองของเวลา, ค่าใช้จ่าย, คุณภาพ ซึ่งจะถูกใช้ภายในมากกว่าที่จะเปิดเผยให้ลูกค้าได้รับทราบ แต่ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพภายในบางอย่างก็ตรงกับเป้าหมายของระดับการบริการภายนอกด้วยเช่นกัน (ตัวอย่างด้านบนที่ผ่านมา)

2.6.3.2 การกำหนดหน่วยวัดของกระบวนการ (Definition of Process Metrics) หลังจากระบุประสิทธิภาพที่จำเป็นซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพเรียบร้อยแล้ว หน่วยวัด (Metric) ของกระบวนการที่สอดคล้องกันจะถูกกำหนดมาจากกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งสามารถกำหนดจากกระบวนการเดียวหรือหลายๆ กระบวนการก็ได้ โดยใช้เป็นค่าเฉลี่ย, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด และอื่นๆ ตัวอย่างเช่น “จำนวนการสั่งซื้อที่ประมวลผลสำเร็จ” หรือ “จำนวนการประมวลผลผลิตภัณฑ์เสร็จตรงตามเวลา”

2.6.3.3 สร้างเป้าหมายของระดับการบริการจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ (Mapping of KPIs to SLOs) เป้าหมายหลักคือการหาตัวแปรของระดับการบริการใดที่มีผลต่อประสิทธิภาพกับดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ โดยรวบรวมมาจากเป้าหมายของระดับการบริการข้างต้น ตัวอย่างเช่น “การส่งสินค้าเป็นไปตามจำนวนที่ส่งและส่งตรงเวลามากกว่าร้อยละ 90”

2.6.3.4 การรวมเป้าหมายของระดับการบริการ (SLO Aggregation) โดยหลังจากสร้างตัวแปรของระดับการบริการให้เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพแล้ว หน่วยวัดต่างๆ ที่มีผลต่อดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพจะปรากฏขึ้นมา ซึ่งต้องแน่ใจว่าค่าของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพจะเป็นไปตามเป้าหมายของระดับการบริการทั้งหมดที่ได้เสนอให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องรวมเป้าหมายของระดับการให้บริการให้สอดคล้องกับเป้าหมายดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพแต่ละค่าด้วย ตัวอย่างเช่นระยะเวลาที่ใช้ของการบริการทั้งหมดในกระบวนการทำงาน จะสอดคล้องระยะเวลารวมในเงื่อนไขการทำงานเสร็จภายในเวลานั้นๆ ของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ

2.6.3.5 การเลือกบริการโดยพิจารณาเป้าหมายของระดับการให้บริการ (SLO-based Service Selection) โดยในการเลือกบริการโดยพิจารณาคุณภาพการให้บริการของการประกอบเว็บไซต์ มักจะใช้วิธีรวมค่าของเว็บไซต์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งไม่ได้รวมไปถึงกิจกรรมของการประมวลผล เช่น การประกอบเว็บไซต์, การทำงานของโครงสร้างพื้นฐานของแต่ละเทคโนโลยี และอื่นๆ ดังนั้นค่าต่างๆ เหล่านี้จึงเป็นการประมาณคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการหรือคาดหวังประสิทธิภาพ โดยเมื่อนำมาใช้กับเป้าหมายของระดับการบริการ จะต้องพิจารณาเรื่องเหล่านี้ด้วย

2.6.3.6 การควบคุมข้อตกลงการให้บริการ (SLA Monitoring) ซึ่งหลักจากสร้างแม่แบบ (Template) ของข้อตกลงการให้บริการได้แล้ว จึงนำการบริการที่ตกลงกันเรียบร้อยแล้วระหว่างผู้ให้บริการและผู้ให้บริการขึ้นใช้งานได้ โดยในการประกอบเว็บไซต์จะสามารถมีบทบาทเป็นทั้งผู้ให้บริการและผู้ให้บริการในหลายๆ ของข้อตกลงระดับการให้บริการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมข้อตกลงระดับการให้บริการนี้ด้วย

2.6.3.7 การควบคุมกิจกรรมทางธุรกิจ (Business Activity Monitoring) โดยผู้ให้บริการจะต้องควบคุมดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของตนเองได้ด้วยเทคโนโลยีเครื่องมือที่ชื่อว่า BAM

โดยขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นการจัดการการประกอบเว็บไซต์โดยคำนึงถึงข้อตกลงระดับการให้บริการในลักษณะของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งโดยมากมุ่งเน้นไปในคุณลักษณะของคุณภาพ

การให้บริการมากกว่าลักษณะจำเพาะ (Specification) ของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพและเป้าหมายของระดับการบริการสำหรับการนำไปใช้ในกระบวนการทางธุรกิจของสถาปัตยกรรมเชิงบริการ โดยในส่วนของการสร้างเป้าหมายของระดับการบริการจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพนั้น ยังระบุได้ไม่ละเอียดถี่ถ้วนนัก

งานวิจัยข้างต้นเน้นการจัดการข้อตกลงการให้บริการให้อยู่ในรูปแบบของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ โดยแปลงค่าคุณภาพการให้บริการมาแปลงให้เป็นเป้าหมาย ซึ่งมุมมองในเรื่องเป้าหมายนี้เป็นระดับขั้นของการจัดการ ไม่สามารถนำมาใช้กับคำอธิบายของเว็บเซอร์วิสได้โดยตรง แต่มุมมองในเรื่องเป้าหมายนี้มีความใกล้เคียงกับแนวคิดของเป้าหมายข้อตกลงระดับการให้บริการ ดังนั้นการอธิบายเว็บเซอร์วิสนั้นสามารถคงลักษณะเดิมไว้ได้ เพียงแต่ต้องเพิ่มในส่วนของการอธิบายในลักษณะของช่วงเวลาด้วย แล้วจึงแปลงค่าคุณภาพการให้บริการให้เป็นเป้าหมายในระดับขั้นการจัดการได้เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้

2.6.4 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดที่มีวัตถุประสงค์หลายอย่างของการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยคำนึงถึงข้อตกลงระดับการให้บริการ (Multiobjective Optimization of SLA-aware Service Composition) [6]

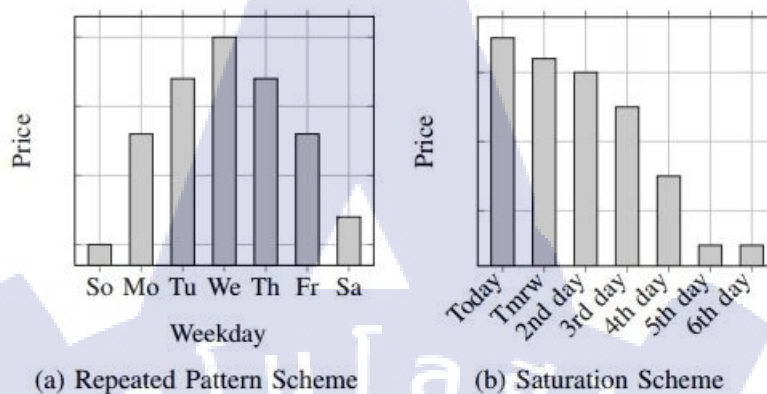
นำเสนอแนวคิดลักษณะการประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในลักษณะของข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) หลายๆ ระดับ โดยสร้างกรอบการทำงานที่มีชื่อว่า Evolutionary multiobjective sService composition optimizEr (E³) โดยอัลกอริทึมที่นำเสนอชื่อว่า E³-MOGA มีความสามารถในการพิจารณาหลายๆ ระดับของข้อตกลงการให้บริการได้พร้อมๆ กัน เช่น Platinum, Gold และ Silver อีกทั้งให้ผลลัพธ์ที่เป็นข้อตกลงระดับการให้บริการ 3 ระดับดังกล่าวที่มีค่าสมมูล (Equivalent) หลายๆ ชุด

อัลกอริทึมการประกอบเว็บเซอร์วิสในลักษณะนี้ ตรงตามความต้องการของงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่ เนื่องจากใช้เงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการ (QoS) มาใช้ประกอบเว็บเซอร์วิส เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หลายๆ ระดับ ซึ่งตรงกับข้อตกลงระดับการให้บริการที่จะสามารถนำไปใช้รับประกันแก่ผู้ให้บริการได้ทันที เพียงแต่อัลกอริทึมนี้ไม่ได้พิจารณาคุณภาพการให้บริการที่สามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลา ดังนั้นจึงต้องปรับเปลี่ยนเฉพาะในส่วนนี้ก่อนที่จะนำมาใช้ในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

2.6.5 การประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีวัตถุประสงค์หลายอย่างโดยคุณภาพการให้บริการขึ้นอยู่กับเวลาและอินพุต (Multi-objective Service Composition with Time- and Input-Dependent QoS) [5]

โมเดล (Model) ของคุณภาพการให้บริการ (QoS) ในปัจจุบันนั้น ได้ไม่ได้พิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น คุณภาพการให้บริการอาจจะแปรผันตามเวลาที่ประมวลผลหรืออินพุต (Input) ที่ส่งไปตอนใช้งาน นอกจากนี้การประกอบเว็บเซอร์วิสมักจะเลือกประกอบตามกระแสนใช้งานเพียงแค่อันเดียว ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอโมเดลของคุณภาพการให้บริการที่ไม่เคยมีมาก่อน โดยครอบคลุมถึงปัจจัยต่างๆ ของคุณภาพการให้บริการ อีกทั้งได้นำวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective) มานำเสนอวิธีการประกอบเว็บเซอร์วิสที่คุณภาพการให้บริการสามารถแปรผันตามเวลาที่

ประมวลผลและลักษณะของอินพุตได้ โดยตัวอย่างการคิดราคาของบริการชมภาพยนตร์ออนไลน์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โมเดลการคิดราคาตามปัจจัยของเวลา [5]

ภาพแรกแสดงถึงการใช้งานในชั่วโมงการทำงานมีค่าใช้จ่ายแพงกว่าในวันหยุดสุดสัปดาห์ นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายอาจจะขึ้นอยู่กับวันที่ออกจำหน่ายของแต่ละภาพยนตร์ในบริการนั้นๆ ดังนั้นภาพต่อมาหากเราต้องการดูภาพยนตร์หลังจากออกจำหน่ายมาไม่นานย่อมต้องจ่ายเงินมากกว่า นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายของการบริการอาจจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลอีกด้วย

งานวิจัยข้างต้นได้นำเสนอแนวคิดและโมเดลใหม่ของคุณภาพการให้บริการ ซึ่งสามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลาหรือขนาดของอินพุต แล้วจึงทดสอบการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยพิจารณาเงื่อนไขเหล่านี้ ซึ่งการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นเป็นไปในลักษณะของผู้ใช้บริการ (Service Consumer) โดยตรง มิได้แบ่งเป็นข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) หลายๆ ระดับ โดยงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่นี้ได้นำแนวคิดของคุณภาพการให้บริการที่แปรผันตามเวลานี้ มาใช้เป็นลักษณะพิเศษหนึ่งของคุณภาพการให้บริการ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการสร้างข้อตกลงระดับการให้บริการสำหรับการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพของการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยมีแนวความคิดในการอธิบายคุณภาพการให้บริการ (QoS) ของเว็บเซอร์วิส ให้สามารถแปรผันตามช่วงเวลาที่กำหนดได้ และสามารถรองรับข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) ที่มีหลายระดับ นั่นก็คือ Platinum Gold และ Silver เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมในการชมภาพยนตร์ออนไลน์ ในฐานะที่ผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสเป็นผู้ให้บริการ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินการประกอบเว็บเซอร์วิส
2. ออกแบบโมเดลคุณภาพการให้บริการ
3. กำหนดวิธีการจำลองการวัดประสิทธิภาพ
4. กำหนดค่าต่างๆ ในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ
5. สร้างอัลกอริทึมในการประกอบเว็บเซอร์วิส
6. สรุปกระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการประกอบเว็บเซอร์วิส

3.1.1 สร้างเงื่อนไข (Constraint) ในการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสต้องการประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อพิจารณาข้อตกลงระดับการให้บริการ (SLA) อีกทั้งตนเองในฐานะผู้จัดหาเว็บเซอร์วิสก็ยังทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการเช่นเดียวกันอีกทอดหนึ่ง ดังนั้นเงื่อนไขของการประกอบเว็บเซอร์วิสจึงพิจารณาแบ่งออกเป็นหลายระดับ นั่นก็คือ Platinum Gold และ Silver ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้ใช้บริการได้รับการบริการตรงตามความพึงพอใจมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3.1 เงื่อนไขคุณภาพการให้บริการที่ต้องการในการประกอบเว็บเซอร์วิส

ระดับการ ให้บริการ	เงื่อนไข			
	Throughput	Latency	ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด
Platinum	40,000	550		2,000
Gold	6,000	450		
Silver	2,000		250	

ตารางที่ 3.1 ข้างต้นระดับ Platinum เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นเงื่อนไขจึงมุ่งเน้นในการกำหนดคุณภาพการให้บริการ (QoS) ในระดับนี้มากที่สุด ส่วน

ระดับ Silver เพียงระบุราคาขั้นต่ำและประสิทธิภาพบางส่วนเท่านั้น โดยทั้งนี้ทั้งนั้นค่าใช้จ่ายโดยรวมทั้งหมดจะต้องไม่เกินงบประมาณที่คาดการณ์ ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพและราคาที่สมเหตุสมผลกัน ดังนั้นถ้าหากกำหนดค่าใช้จ่ายโดยรวมทั้งหมดที่สูง ก็จะทำให้คุณภาพการให้บริการของทุกระดับจะสูงขึ้นตามไปด้วย ในส่วนของเกณฑ์การพิจารณานั้น ค่าของปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ที่กำหนดในเงื่อนไขนั้น เป็นค่าขั้นต่ำ (Lower Bound) นั่นก็คือยังมีค่าที่สูงกว่าก็จะยิ่งดีกว่า ส่วนค่าความเร็วแฝง (Latency) และค่าใช้จ่าย (Cost) นั้น เป็นค่าขั้นสูง (Upper Bound) นั่นก็คือยังมีค่าที่ต่ำกว่าก็จะยิ่งดีกว่า

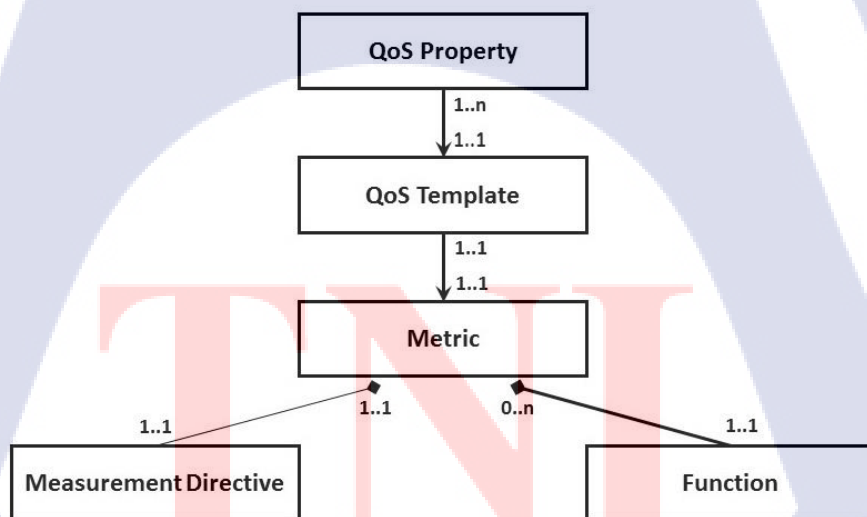
3.1.2 ค้นหาบริการ (Services Discovery) เนื่องจากคำอธิบายเว็บเซอร์วิสนั้นเป็นเพียงโมเดลตามแนวความคิดเท่านั้น จึงได้นำค่าของคุณภาพการให้บริการจาก [6] ซึ่งมุ่งเน้นการประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นคุณภาพการให้บริการหลายๆ ระดับ ซึ่งตรงตามข้อตกลงระดับการให้บริการซึ่งมีหลายระดับด้วยเช่นกัน โดยเลือกนำค่าเฉพาะในส่วนที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด มาสร้างเป็นคำอธิบายเว็บเซอร์วิสเพื่อให้สามารถค้นหาบริการได้โดยการประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติ

3.1.3 เลือกบริการ (Services Selection) ในการประกอบเว็บเซอร์วิส (Web Service Composition) นั้น นอกจากจะต้องพิจารณาหน้าที่การทำงาน (Function) แล้ว ยังจะต้องพิจารณาคุณภาพการให้บริการของแต่ละเว็บเซอร์วิส เพื่อประสิทธิภาพของคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิส และค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ โดยเจเนติกอัลกอริทึมที่มีชื่อว่า E³-MOGA [6] มีความสามารถในการพิจารณาเฉพาะในส่วนของคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสที่มีการระบุประเภทเว็บเซอร์วิสตามหน้าที่การทำงานเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นคำอธิบายเว็บเซอร์วิสเหล่านี้จึงมีการแบ่งประเภท (Abstract) ของเว็บเซอร์วิสเรียบร้อยแล้วเช่นกัน โดยหลังจากเลือกบริการโดยพิจารณาคุณภาพการให้บริการที่สอดคล้องกับเงื่อนไขแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นการประกอบเว็บเซอร์วิสซึ่งมีคุณภาพการให้บริการตรงตามความต้องการของผู้ให้บริการ พร้อมทั้งสอดคล้องกับข้อตกลงระดับการให้บริการเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้บริการได้

3.2 ออกแบบโมเดลคุณภาพการให้บริการ

เนื่องจากข้อตกลงระดับการให้บริการเพื่อนำเสนอให้ผู้ใช้นั้นสามารถกำหนดได้หลายระดับ ตัวอย่างหนึ่งของระดับที่หลากหลายนั้นก็คือ Platinum Gold และ Silver ดังนั้นคุณภาพการให้บริการที่เป็นไปตามข้อตกลงระดับการให้บริการที่มีหลายระดับนั้น จึงควรออกแบบให้สามารถรองรับระดับที่หลากหลายนั้นด้วย นอกจากนี้คุณภาพการให้บริการแต่ละระดับนั้นก็ยิ่งแบ่งย่อยเงื่อนไขที่แปรผันไปตามเวลาและขนาดของอินพุตด้วย ดังนั้นคุณภาพการให้บริการในลักษณะที่กล่าวมานี้จึงมีความซับซ้อนที่มากยิ่งขึ้น ส่วนในด้านการค้นหาบริการของผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสมักจะให้ความสนใจค่าของคุณภาพการให้บริการมากกว่าที่จะสนใจว่ามีระดับใดบ้าง ดังนั้นในแง่ของธุรกิจสำหรับการออกแบบโมเดลของราคาที่แบ่งเป็นระดับการให้บริการนั้น จะอยู่ในส่วนของการบริหารจัดการมากกว่าที่จะอยู่ในคำอธิบายคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิส [1], [3] นอกจากนี้ลักษณะคุณภาพ

การให้บริการสามารถนำมาแปลงเพื่อใช้ในการควบคุมและจัดการได้มานานแล้ว ตัวอย่างเช่น [10], [11] ได้นำคุณภาพการให้บริการมาสร้างเป็นหน่วยวัด (Metric) ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงเนื่องจากแยกย่อยออกเป็นค่าที่ได้จากการวัด (Measurement Directive) และฟังก์ชัน (Function) โดยในการคำนวณค่าของคุณภาพการให้บริการได้ทั้งในหน่วยของพิสัย (Range) มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ เป็นต้น อีกทั้งพารามิเตอร์ของบริการ (Service Parameter) ถูกใช้ในการระบุช่วงวันและเวลา ดังนั้นจึงสอดคล้องในการนำมาใช้ในการประกาศคำอธิบายเว็บเซอร์วิสในลักษณะที่เป็นช่วงเวลาได้ โดยหน่วยวัดนั้นสามารถประกอบกับเป็นเป้าหมายของระดับการให้บริการ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อตกลงระดับการให้บริการอีกด้วย รวมไปถึง [2] ได้นำคุณภาพการให้บริการมาแปลงเป็นเป้าหมายระดับการให้บริการเพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพในการจัดการและควบคุมข้อตกลงระดับการให้บริการ โดยในเรื่องข้อตกลงระดับการให้บริการนั้นถูกใช้ในอุตสาหกรรมการสื่อสารทางไกลและองค์กรการให้บริการ รวมไปถึงองค์กรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมานานแล้ว แต่ในสถาปัตยกรรมเชิงบริการนั้นยังไม่มีที่เข้าใจกันได้ดียิ่งนัก [4] จากที่กล่าวมานี้ การระบุคุณภาพการให้บริการให้อยู่ในรูปแบบหน่วยวัดซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันในการวัดค่า เพื่อความยืดหยุ่นในการรองรับการอธิบายเว็บเซอร์วิสในลักษณะช่วงเวลารวมไปถึงค่าตัวเลขได้ ดังนั้นจึงสามารถออกแบบโมเดลเว็บเซอร์วิสโดยมุ่งเน้นเงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการที่แปรผันตามเวลาและอินพุต กับส่วนของค่าของคุณภาพการให้บริการได้ดังนี้



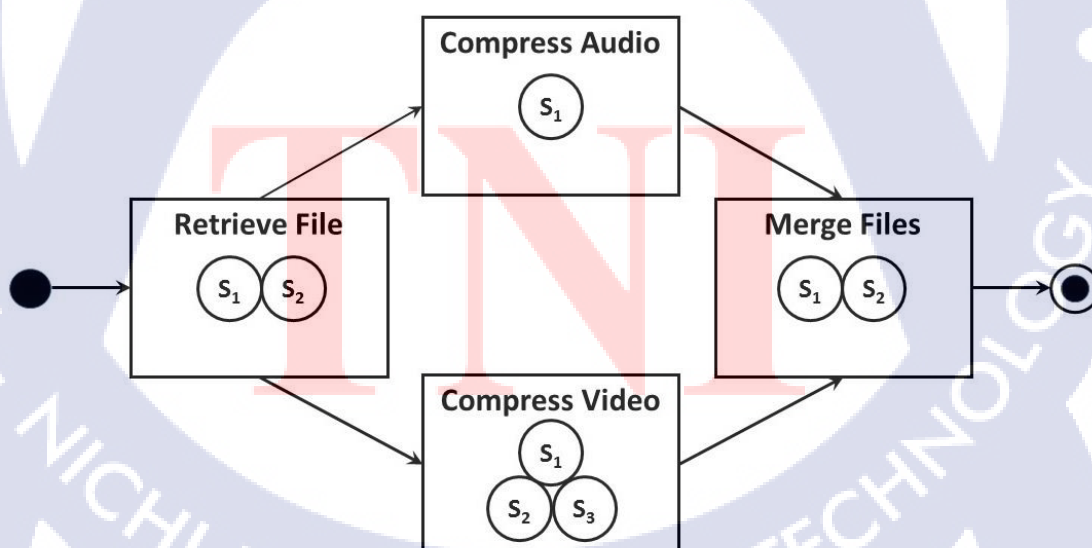
รูปที่ 3.1 โมเดลคุณภาพการให้บริการที่ใช้อธิบายคุณภาพการให้บริการในหลายระดับ

คำอธิบายเว็บเซอร์วิสในส่วนของคุณภาพการให้บริการในรูปที่ 3.1 เริ่มจากการระบุว่าเป็นคุณภาพการให้บริการประเภทใด ซึ่งในคุณภาพการให้บริการแต่ละประเภทย่อยๆ ก็จะมีแม่แบบคำอธิบายคุณภาพการให้บริการนั้นๆ หลายลักษณะคุณภาพการให้บริการและหลายช่วงเวลา ส่วนในการหาค่าของ

คุณภาพการให้บริการของผู้ใช้บริการนั้น เพื่อความยืดหยุ่นในการรองรับการอธิบายคุณภาพการให้บริการหลายๆ แบบ เช่น ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบสนอง จำนวนของการร้องขอใช้บริการ ว่ามีค่าเท่ากับ มากกว่า น้อยกว่าหรือเท่ากับ และลักษณะอื่นๆ อีกทั้งรองรับการค้นหาเชิงความหมายได้ จึงแยกคำอธิบายหน่วยวัดของคุณภาพการให้บริการในลักษณะเดียวกับ [10] ซึ่งอยู่ในรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ค่าที่ได้จากการวัดใช้ระบุว่าคุณภาพการให้บริการนั้นๆ เป็นเช่นไร กับอีกส่วนหนึ่งนั่นก็คือฟังก์ชันซึ่งระบุการคำนวณค่าของคุณภาพการให้บริการนั้นเป็นเช่นไร ซึ่งฟังก์ชันนั้นสามารถใช้ค่าของหน่วยวัดอื่นๆ หรืออินพุตใดๆ ร่วมกัน เพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อระบุค่าของคุณภาพการให้บริการได้ ยกตัวอย่างเช่นจำนวนครั้งของการใช้งานโดยเฉลี่ยภายใน 1 นาที โดยวิธีการดูว่ามีการเรียกใช้บริการไปแล้วกี่ครั้งถูกระบุไว้ในค่าที่ได้จากการวัด และหน่วยวัดที่ใช้ร่วมกับหน่วยวัดอื่นดังกล่าว ต้องคำนวณร่วมกับเวลาในการเรียกใช้งานซึ่งถูกกำหนดโดยฟังก์ชันที่ใช้ออกเวลาในการเข้าใช้งาน แล้วจึงคำนวณค่าเฉลี่ยจากจำนวนครั้งในการใช้งานและใช้ระหว่างช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณหาค่าเฉลี่ยดังกล่าว

3.3 กำหนดวิธีการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

ในการวัดประสิทธิภาพเพื่อยืนยันว่าการพิจารณาข้อตกลงระดับการให้บริการ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้การประกอบเว็บเซอร์วิส ได้พิจารณาไปถึงประเภทการให้บริการที่มักจะใช้อยู่เป็นประจำทั่วไป รวมไปถึงข้อมูลคุณลักษณะของเว็บเซอร์วิสสำหรับบริการประเภทนี้ และพฤติกรรมการใช้งานทั่วไป ดังนั้นจึงเลือกบริการชมภาพยนตร์ออนไลน์ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันเช่นเดียวกับ [5] ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กระบวนการของบริการชมภาพยนตร์ออนไลน์

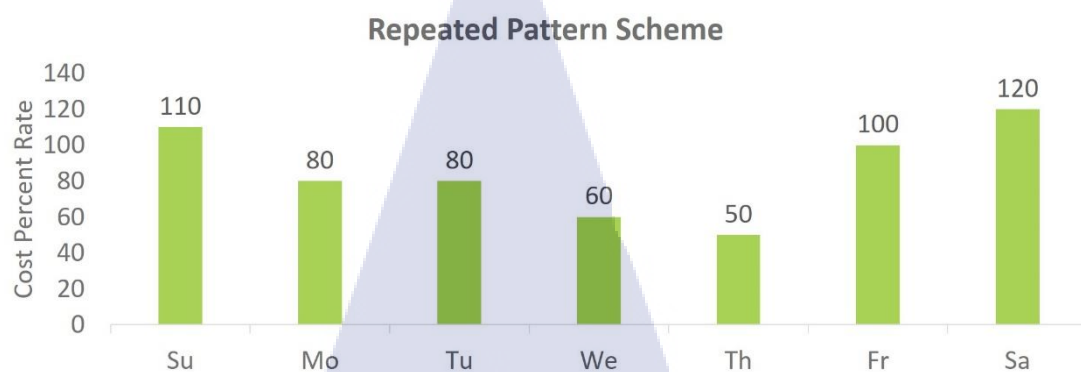
โดยผู้ให้บริการจะต้องประกอบเว็บเซอร์วิสซึ่งเริ่มจากการดึงข้อมูลภาพยนตร์มาจากหลายๆ แหล่งบริการ ซึ่งข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลต้นฉบับที่มีขนาดใหญ่ จึงต้องทำการบีบอัดข้อมูลโดยแยกระหว่าง ภาพและเสียงออกจากกัน อีกทั้งยังสามารถแยกการบีบอัดออกเป็นหลายๆ ส่วน เพื่อนำไปประมวลผล กับเว็บเซอร์วิสหลายๆ ที่ ท้ายที่สุดเว็บเซอร์วิสที่ทำหน้าที่รวมไฟล์ก็ทำการรวมภาพและเสียงเป็น ภาพยนตร์ออนไลน์ที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งพร้อมที่จะส่งตรงไปยังผู้ใช้บริการได้ โดยลักษณะการทำงานเช่นนี้ เป็นการกระจายการประมวลผล จึงทำให้เกิดความรวดเร็วในการใช้งานยิ่งขึ้น

จากนั้นในการเปรียบเทียบการประกอบเว็บเซอร์วิสจึงได้สร้างสถานการณ์ในการทดลองเพิ่มเติม นั่นก็คือการนำคำอธิบายเว็บเซอร์วิสของผู้ให้บริการมาเพิ่มเติมการส่งเสริมการขาย (Promotion) ซึ่ง ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการจะแปรผันตามจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละช่วงเวลา โดยค่าใช้จ่ายที่แปรผันตาม ช่วงเวลาของการส่งเสริมการขายนั้นก็คือ เวลาที่มีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมากจะอยู่ในช่วงวันศุกร์ เสาร์ และอาทิตย์ ดังนั้นในช่วงนี้เวลาค่าใช้จ่ายในการดูภาพยนตร์ออนไลน์ก็จะมีราคาปกติรวมไปถึงสูงกว่าปกติ ได้ ส่วนในช่วงวันทำงานวันจันทร์ถึงพฤหัสบดีนั้น มีผู้ใช้บริการอยู่เบาบาง ดังนั้นผู้ให้บริการจึงสามารถ สร้างแรงจูงใจในการส่งเสริมการขายด้วยการลดราคาลง เพื่อให้มีผู้ใช้บริการในเวลาดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น

3.4 กำหนดค่าเริ่มต้นในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

3.4.1 คุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป โดยคุณภาพการให้บริการ (QoS) ของ เว็บเซอร์วิสที่จะนำมาใช้ในการจำลองการวัดประสิทธิภาพนั้น ได้นำมาจากการงานวิจัย [6] ซึ่งประกอบไปด้วยประเภท (Abstract) ของเว็บเซอร์วิส 4 ประเภท และแต่ละประเภทจะมีเว็บเซอร์วิสที่จะถูกใช้งาน จริง (Concrete) 3 แหล่ง โดยในการประกอบเว็บเซอร์วิสสำหรับบริการชมภาพยนตร์ออนไลน์นั้น ซึ่ง ประกอบไปด้วยเว็บเซอร์วิสในการรับไฟล์, บีบอัดเสียง, บีบอัดภาพเคลื่อนไหว และรวมไฟล์เป็นภาพยนตร์ เพื่อรับชม นั่นก็คือประเภทของเว็บเซอร์วิสทั้ง 4 นั่นเอง ดังนั้นจึงมีเว็บเซอร์วิสที่มีคุณภาพการให้บริการ ที่แตกต่างกันจำนวนทั้งหมด 12 แหล่ง ในส่วนของคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการนั้นจะประกอบ ไปด้วยปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (Throughput) ค่าความเร็วแฝง (Latency) และค่าใช้จ่าย (Cost)

3.4.2 คุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย เกิดจากการนำ คุณภาพการให้บริการทั่วไปในปัจจุบันข้างต้น มาทำให้เกิดการแปรผันตามช่วงเวลาต่างๆ โดยนำค่า เหล่านี้เฉพาะในส่วนของคุณค่าใช้จ่ายมาปรับเปลี่ยนจากการคำนวณอัตราร้อยละ ซึ่งอ้างอิงจากพฤติกรรม การใช้งานการชมภาพยนตร์ออนไลน์ โดยที่วันหยุดสุดสัปดาห์จะมีผู้ชมภาพยนตร์ออนไลน์กันอย่าง หนาแน่น ส่วนในช่วงวันทำงานจะมีผู้ชมภาพยนตร์ออนไลน์จำนวนเล็กน้อย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ร้อยละของคุณภาพการให้บริการในด้านค่าใช้จ่าย

ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการใช้บริการในวันสุรกรนั้น จะมีอัตราค่าใช้จ่ายปกติเหมือนกับคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป ส่วนในวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดีที่มีแนวโน้มในการใช้บริการดูภาพยนตร์ออนไลน์มีจำนวนน้อย จึงมีการส่งเสริมการขายด้วยการลดราคาเพื่อดึงดูดให้มีผู้ใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ส่วนวันเสาร์และอาทิตย์มีแนวโน้มในการใช้บริการเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว ผู้ให้บริการก็สามารถคิดค่าบริการเพิ่มเติมจากราคาปกติได้ เนื่องจากจะต้องจัดการทรัพยากรการประมวลผลเพื่อรองรับผู้ใช้บริการในการใช้บริการจำนวนมากพร้อมๆ กัน

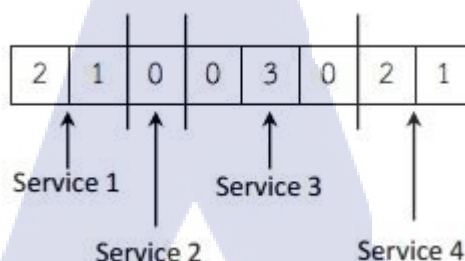
3.4.3 เจนเนติกอัลกอริทึม กำหนดให้จำนวนรุ่นสูงสุด (Maximum Number of Generations) เท่ากับ 500 และขนาดประชากร (Population Size) เท่า 100 โดยตัวอย่างการกำหนดค่าเหล่านี้ของงานวิจัยอื่นๆ เช่น งานวิจัย [6] จำนวนรุ่นสูงสุดเท่ากับ 1,000 ขนาดประชากรเท่ากับ 300 และงานวิจัย [5] จำนวนรุ่นสูงสุดเท่ากับ 300 ขนาดประชากรเท่ากับ 80 ดังนั้นการกำหนดค่าให้กับเจนเนติกอัลกอริทึมของงานวิจัยนี้จะอยู่กึ่งกลางระหว่างงานวิจัยทั้งสองที่กล่าวมา

3.5 สร้างอัลกอริทึมในการประกอบเว็บเซอร์วิส

ในการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ส่วนที่ใช้ในการเลือกเว็บเซอร์วิสโดยพิจารณาคุณภาพการให้บริการนั้น งานวิจัยนี้ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึม E³-MOGA [6] มาใช้ในการเลือกเว็บเซอร์วิสเพื่อสร้างเป็นข้อตกลงระดับการให้บริการหลายๆ ระดับ

3.5.1 การแทนค่าในเจนเนติกอัลกอริทึม โดยนำเสนอโครโมโซม (Chromosome) สำหรับเจนเนติกอัลกอริทึม เพื่อแทนปัญหาการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้นจะต้องสร้างรูปแบบการประกอบเว็บเซอร์วิสทั้งหมด 3 รูปแบบ นั่นก็คือคุณภาพการให้บริการ 3 ระดับของแต่ละข้อตกลงระดับการให้บริการ ดังนั้นโครโมโซมจึงมีทั้งหมดสามชุดด้วยกัน นั่นก็คือ Platinum, Gold และ Silver ซึ่งโครโมโซมแต่ละตัวมีนั้นจำนวนยีนในโครโมโซมทั้งหมด 8 ยีนส์ (Gene) (รูปที่ 3.4) จึงสอดคล้องตามกระแสนงานของการประกอบเว็บเซอร์วิสการชมภาพยนตร์ออนไลน์ข้างต้น ซึ่งประกอบไปด้วยเว็บ

เซอร์วิสค้นคืนภาพยนตร์เพื่อรับไฟล์ 2 แหล่ง เว็บเซอร์วิสบีบอัดเสียง 1 แหล่ง เว็บเซอร์วิสบีบอัดภาพ 3 แหล่ง และเว็บเซอร์วิสรวมไฟล์เข้าด้วยกัน 2 แหล่ง รวมทั้งหมดเป็น 8 ตัว



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างโครโมโซมที่ใช้สำหรับข้อตกลงระดับการให้บริการแต่ละระดับ

ดังนั้นยินดีในตำแหน่งที่ 1 กับ 2 เป็นยินดีที่จองไว้สำหรับเว็บเซอร์วิสค้นคืนข้อมูล ตำแหน่งที่ 3 จองไว้สำหรับเว็บเซอร์วิสบีบอัดเสียง ตำแหน่งที่ 4 ถึง 6 จองไว้สำหรับเว็บเซอร์วิสบีบอัดภาพ และ ตำแหน่ง 7 กับ 8 จองไว้สำหรับเว็บเซอร์วิสรวมไฟล์เข้าด้วยกัน

3.5.2 กระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม สามารถสรุปเป็นโครงสร้างดังรูปที่ 3.5 โดยเริ่มจาก A) สุ่มสร้างประชากรเริ่มต้นให้ครบตามจำนวนขนาดประชากร (Population Size) B) ประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness) C) ดำเนินการทางพันธุศาสตร์ซึ่งในที่นี้คือทำการไขว้เปลี่ยน (Crossover) ยีนส์ในโครโมโซมของพ่อแม่ D) ผ่าเหล่า (Mutation) ซึ่งในที่นี้ใช้การสุ่มเปลี่ยนค่ายีนส์เพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น E) ทำการวิวัฒนาการย้อนซ้ำตามกระบวนการเหล่านี้จนครบตามจำนวนรุ่นสูงสุด



รูปที่ 3.5 กระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

3.5.3 อัลกอริทึม E³-MOGA การทำงานของอัลกอริทึมรูปที่ 3.6 บรรทัดที่ 2 ให้ทำการสุ่มยีนส์ตามตำแหน่งที่จองไว้ทั้งในส่วนของ Platinum Gold และ Silver ให้เท่ากับขนาดของจำนวนประชากรในแต่ละรุ่น (Generation) ต่อมาบรรทัดที่ 5 ทำการเลือกโครโมโซมพ่อและแม่ด้วยวิธีสุ่มแบบวงล้อ roulette (Roulette Wheel Selection) ซึ่งอิงตามค่าความเหมาะสมด้วย จากนั้นบรรทัดที่ 6 นำโครโมโซมพ่อและแม่ที่ได้มาทำการไขว้เปลี่ยนกันตามตำแหน่งยีนส์ที่จองไว้ข้างต้น ต่อมาในขั้นตอนผ่าเหล่าบรรทัดที่ 7 ใช้วิธีเพียงแค่สุ่มเปลี่ยนตำแหน่งยีนส์เดียวเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น และทำซ้ำไปจนกว่าจะได้จำนวนประชากรเท่ากับขนาดของประชากรที่กำหนดไว้ โดยที่ประชากรในแต่ละรุ่นนั้นค่าของโครโมโซมจะต้องไม่เหมือนกันในทุกๆ ตำแหน่ง เมื่อได้ประชากรแต่ละรุ่นครบตามขนาดของประชากรแล้ว จึงนำประชากรรุ่นปัจจุบันและประชากรรุ่นลูกที่จะได้จากการทำการดำเนินการทางพันธุศาสตร์ มาทำการเรียงประชากรตามค่าความเหมาะสม เพื่อเลือกประชากรที่อยู่รอดในแต่ละรุ่นตามจำนวนขนาดของประชากร และส่วนสุดท้ายคือการทำซ้ำไปจนกว่าจะเท่ากับจำนวนรุ่นที่มากที่สุดตามที่กำหนดไว้

```

1  g = 0
2  P0 = Randomly generated  $\mu$  individuals, Q0 =  $\emptyset$  A)
3  repeat until g = gmax {
4    repeat until |Qg| =  $\mu$  {
5      p1 = RWSelection(Pg), p2 = RWSelection(Pg) B)
6      q = Crossover(p1, p2) C)
7      q = Mutation(q) D)
8      Qg = Qg  $\cup$  q if q  $\notin$  Qg
9    }
10   Pg+1 = Top  $\mu$  of Sort(Pg  $\cup$  Qg)
11   g = g + 1
12 }
13
14 Crossover(p1, p2) {
15   for i = 1, ..., n {
16     centeri = (p1[i] + p2[i]) / 2
17     q[i] = centeri +  $\frac{(Fitness(p_1) - Fitness(p_2)) |p_1[i] - p_2[i]|}{2(F(p_1) + F(p_2))}$ 
18   }
19   return q
20 }
```

รูปที่ 3.6 อัลกอริทึม E³-MOGA [6]

ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการประมวลผลอัลกอริทึมนี้ อธิบายในตารางที่ 3.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรต่างๆ ของอัลกอริทึม E³-MOGA

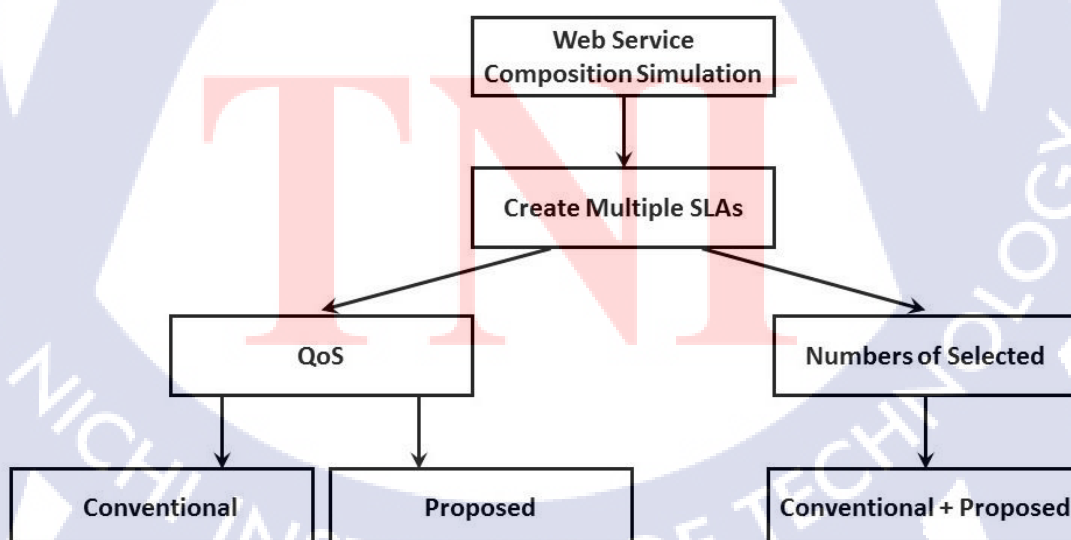
G_{max}	จำนวนรุ่นที่มากที่สุด (Maximum Number of Generations)
μ	ขนาดของจำนวนประชากร
p^s	ชุดประชากรของแต่ละรุ่น
$p[i]$	ยีนส์ ณ ตำแหน่งของโครโมโซม p
Q^s	ประชากรรุ่นลูกของแต่ละรุ่น
Sort(P)	ฟังก์ชันเรียง P ตามค่าความเหมาะสม
RWSelection(P)	ฟังก์ชันสุ่มแบบวงล้อรูเล็ตโดยอิงตามค่าความเหมาะสม
Fitness(p_k)	ฟังก์ชันที่นำค่าลำดับความโดดเด่น (Dominate) / ค่าความเกาะกลุ่มกัน อย่างหนาแน่น
DRanking(p_k)	ฟังก์ชันให้ค่าลำดับความโดดเด่น
Density(p_k)	ฟังก์ชันค่าการเกาะกลุ่มกันอย่างหนาแน่น
Mutation (p_k)	เป็นฟังก์ชันที่ทำการสุ่มเปลี่ยนตำแหน่งยีนส์เพียงตำแหน่งเดียว

3.5.4 ประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness) โดยเริ่มจากการหาค่าความโดดเด่น ซึ่งค่าความโดดเด่นนั้นใช้ระบุความยอดเยี่ยมของแต่ละชุดโครโมโซมที่แทนคำตอบของการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์นั้นก็คือนำค่าของคุณภาพการให้บริการในเว็บเซอร์วิสที่ใช้ในการเลือกทั้งหมด โดยให้วัตถุประสงค์ของชุดโครโมโซม $\vec{o}^i = (\vec{o}_{max}^i, \vec{o}_{min}^i) = (o_{max}^{i,1}, \dots, o_{max}^{i,n}, \dots, o_{min}^{i,1}, \dots, o_{min}^{i,n})$ โดยที่ $\vec{o}_{max}^i$ และ $\vec{o}_{min}^i$ เป็นค่าของวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้มีความมากที่สุดและน้อยที่สุดตามลำดับ โดยที่ชุดโครโมโซม i จะโดดเด่นกว่า j นั้นเมื่อทั้ง 2 เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง (1) $\{\forall (o_{max}^{i,k}, o_{max}^{j,k}) \mid o_{max}^{i,k} \geq o_{max}^{j,k}\}$ and $\{\forall (o_{min}^{i,k}, o_{min}^{j,k}) \mid o_{min}^{i,k} \leq o_{min}^{j,k}\}$ ซึ่งก็คือคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการ i นั้นดีกว่าหรือเท่ากับชุดโครโมโซม j ทั้งหมด (2) $\{\exists (o_{max}^{i,k}, o_{max}^{j,k}) \mid o_{max}^{i,k} > o_{max}^{j,k}\}$ or $\{\exists (o_{min}^{i,k}, o_{min}^{j,k}) \mid o_{min}^{i,k} < o_{min}^{j,k}\}$ ซึ่งก็คือคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการของชุดโครโมโซม i ดีกว่า j อย่างน้อยหนึ่งตัว นอกจากนี้แล้วยังกำหนดด้วยว่าชุดโครโมโซมนั้นๆ โดดเด่นด้วยเงื่อนไข (Constraint-Dominate) ด้วยหรือไม่ โดยพิจารณาว่าตรงตามหลักเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้หรือไม่ (1) ชุดโครโมโซม i ตรงตามเงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการในการประกอบเว็บเซอร์วิส แต่ j ไม่ตรง (2) ทั้ง i และ j ตรง และ i โดดเด่นกว่า j (3) ทั้ง i และ j ไม่ตรง แต่ i โดดเด่นกว่า j โดยค่าความแตกต่างของเงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการในการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยรวมนั้น i น้อยกว่า j

3.5.5 จากนั้นลำดับของความโดดเด่นซึ่งเรียงจากน้อยไปมากนั้นหาได้จาก การนำวิธีพิจารณาความโดดเด่นด้วยเงื่อนไขข้างต้นมาเทียบกับชุดโครโมโซมตัวอื่นๆ ด้วยกันเองว่า โดดเด่นกว่าชุดโครโมโซมอื่นด้วยเงื่อนไขจำนวนเท่าไร จากนั้นก็นำขนาดของจำนวนประชากรมาลบจำนวนที่ได้ ดังนั้นชุดโครโมโซมที่มีชุดโครโมโซมตัวอื่นโดดเด่นกว่าด้วยเงื่อนไขจำนวนน้อย ก็จะมีลำดับความโดดเด่นสูง และในที่สุดท้ายในการหาค่าเพื่อประกอบการคำนวณหาค่าความเหมาะสมก็คือค่าการเกาะกลุ่มกันอย่างหนาแน่น คำนวณจากการนับจำนวนรวมของคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการแต่ละคุณลักษณะ ว่าที่มีค่าซ้ำกันเป็นจำนวนเท่าใด ส่วนการหาผลลัพธ์ของการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ให้นำชุดโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมสูงสุดในรุ่นสุดท้ายมาใช้เป็นคำตอบ โดยนำค่าในแต่ละตำแหน่งของยีนส์มาถอดกลับเป็นเว็บเซอร์วิสที่เลือก

3.6 สรุปกระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

จากขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้น สามารถสรุปเป็นกระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ เพื่อนำเสนอผลลัพธ์จากการประกอบเว็บเซอร์วิสในแต่ละรูปแบบ ซึ่งการประกอบเว็บเซอร์วิสใช้เงื่อนไขแบบเดียวกันและให้ผลลัพธ์เป็นคุณภาพการให้บริการ 3 ระดับ นั่นคือ Platinum, Gold และ Silver โดยรูปที่ 3.7 แบ่งกลุ่มการเสนอผลลัพธ์ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ การนำเสนอคุณภาพการให้บริการจากการประกอบเว็บเซอร์วิส กับการนำเสนอประเภทเว็บเซอร์วิสที่เลือกจากการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยเปรียบเทียบจำนวนระหว่างเว็บเซอร์วิสที่อธิบายคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไป กับประเภทเว็บเซอร์วิสที่อธิบายคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขาย นั่นก็คือคำอธิบายเว็บเซอร์วิสที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้นั่นเอง



รูปที่ 3.7 กระบวนการในการจำลองการวัดประสิทธิภาพ

โดยการนำเสนอคุณภาพการให้บริการนั้น ในการค้นหาเว็บไซต์จะแยกคำอธิบายเว็บไซต์ทั้ง 2 ประเภทออกจากกัน นั่นคือประเภทเว็บไซต์ที่ใช้คำอธิบายคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไปทั้งหมด 12 แหล่ง ส่วนประเภทเว็บไซต์ที่ใช้คำอธิบายคุณภาพการให้บริการที่มีการส่งเสริมการขายมีทั้งหมด 12 แหล่ง ส่วนการนำเสนอประเภทเว็บไซต์ที่เลือกเพื่อเปรียบเทียบจำนวนนั้น ในการประกอบเว็บไซต์จะค้นหาเว็บไซต์ที่ใช้คำอธิบายคุณภาพการให้บริการ ทั้งแบบทั่วไปและแบบที่มีการส่งเสริมการขายรวมทั้งหมดเป็น 24 แหล่ง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้พัฒนาการประกอบเว็บเซอร์วิสทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการจำลองการวัดประสิทธิภาพในการประกอบเว็บเซอร์วิส พร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบของกราฟ เพื่ออธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ต่อไปนี้

1. การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป
2. การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย
3. การเปรียบเทียบการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย
4. การเปรียบเทียบการเลือกเว็บเซอร์วิส

4.1 การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป

4.1.1 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการ เป็นไปในลักษณะทั่วไปที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งดัดแปลงมาจาก [6] ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไป

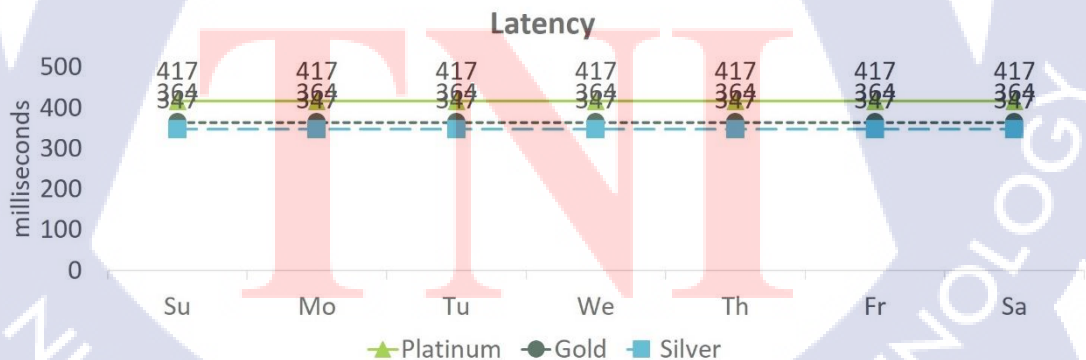
ประเภทเว็บเซอร์วิส	เว็บเซอร์วิส	Throughput	Latency	Cost
ค้นคืนภาพยนตร์	1	9,000	60	90
	2	5,500	60	50
	3	2,000	200	10
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	50
	2	4,000	15	100
	3	4,000	25	70
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	30
	2	3,000	12	80
	3	1,000	60	10
รวมไฟล์	1	2,500	50	20
	2	6,000	15	70
	3	1,000	90	5

4.1.2 ผลลัพธ์จากการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยคุณภาพการให้บริการที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิส นั้น มีคุณภาพการให้บริการซึ่งสอดคล้องกับระดับและค่าใช้จ่าย โดยระดับการให้บริการในส่วนของ Platinum มีประสิทธิภาพสูงที่สุดและราคาสูงที่สุด ส่วนระดับที่เหลือก็มีประสิทธิภาพและราคาลดหลั่นกันไป ซึ่งเป็นไปในลักษณะตรงไปตรงมา ไม่ได้มีข้อสังเกตที่ผิดปกติแต่อย่างใด โดยในส่วนของปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลารูปที่ 4.1 ในระดับ Platinum นั้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าระดับ Gold และ Silver อย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 4.1 ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป

เช่นเดียวกับคุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพความหน่วงเวลารูปที่ 4.2 ซึ่งในระดับ Platinum จะมีค่าสูงกว่าระดับอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด นั่นเป็นเพราะว่ายังมีค่าปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่สูง ค่าความหน่วงเวลาย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 4.2 ค่าความหน่วงเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป

ในส่วนของการใช้จ่ายนั้น ยิ่งคุณภาพการให้บริการข้างต้นที่สูง ย่อมต้องมีค่าใช้จ่ายที่สูงตามไปด้วย ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป

4.2 การประกอบเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขาย

4.2.1 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการ ได้ในลักษณะทั่วไปที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาสร้างเป็นอัตราร้อยละในทุกๆ วันในสัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

4.2.1.1 วันอาทิตย์

ตารางที่ 4.2 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันอาทิตย์

ประเภทเว็บเซอร์วิส	เว็บเซอร์วิส	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
ค้นคืนภาพยนตร์	1	9,000	60	99	+9
	2	5,500	60	55	+5
	3	2,000	200	11	+1
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	55	+5
	2	4,000	15	110	+10
	3	4,000	25	77	+7
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	33	+3
	2	3,000	12	88	+8
	3	1,000	60	11	+1

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันอาทิตย์ (ต่อ)

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
รวมไฟล์	1	2,500	50	22	+2
	2	6,000	15	77	+7
	3	1,000	90	5	+5.5

4.2.1.2 วันจันทร์, อังคาร

ตารางที่ 4.4 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันจันทร์, อังคาร

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
ค้นคืนภาพยนตร์	1	9,000	60	72	-18
	2	5,500	60	40	-10
	3	2,000	200	8	-2
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	40	-10
	2	4,000	15	80	-20
	3	4,000	25	56	-14
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	24	-6
	2	3,000	12	64	-16
	3	1,000	60	8	-2
รวมไฟล์	1	2,500	50	16	-4
	2	6,000	15	56	-14
	3	1,000	90	4	-1

4.2.1.3 วันพุธ

ตารางที่ 4.5 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพุธ

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
คั่นคั่นภาพยนตร์	1	9,000	60	54	-36
	2	5,500	60	30	-20
	3	2,000	200	6	-4
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	30	-20
	2	4,000	15	60	-40
	3	4,000	25	42	-28
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	18	-12
	2	3,000	12	48	-32
	3	1,000	60	6	-4
รวมไฟล์	1	2,500	50	12	-8
	2	6,000	15	42	-28
	3	1,000	90	3	-2

4.2.1.4 วันพฤหัสบดี

ตารางที่ 4.6 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพฤหัสบดี

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
คั่นคั่นภาพยนตร์	1	9,000	60	45	-45
	2	5,500	60	25	-25
	3	2,000	200	5	-5
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	25	-25
	2	4,000	15	50	-50
	3	4,000	25	35	-35
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	15	-15
	2	3,000	12	40	-40
	3	1,000	60	5	-5

ตารางที่ 4.7 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันพฤหัสบดี (ต่อ)

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
รวมไฟล์	1	2,500	50	10	-10
	2	6,000	15	35	-35
	3	1,000	90	2.5	-2.5

4.2.1.5 วันศุกร์

ตารางที่ 4.8 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันศุกร์

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
ค้นคืนภาพยนตร์	1	9,000	60	90	-
	2	5,500	60	50	-
	3	2,000	200	10	-
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	50	-
	2	4,000	15	100	-
	3	4,000	25	70	-
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	30	-
	2	3,000	12	80	-
	3	1,000	60	10	-
รวมไฟล์	1	2,500	50	20	-
	2	6,000	15	70	-
	3	1,000	90	5	-

4.2.1.6 วันเสาร์

ตารางที่ 4.9 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขายในวันเสาร์

ประเภทเว็บไซต์	เว็บไซต์	Throughput	Latency	Cost	Cost (Diff)
ค้นคืนภาพยนต์	1	9,000	60	108	+18
	2	5,500	60	60	+10
	3	2,000	200	12	+2
บีบอัดภาพ	1	2,000	20	60	+10
	2	4,000	15	120	+20
	3	4,000	25	84	+14
บีบอัดเสียง	1	1,500	30	36	+6
	2	3,000	12	96	+16
	3	1,000	60	12	+2
รวมไฟล์	1	2,500	50	24	+4
	2	6,000	15	14	+70
	3	1,000	90	6	+1

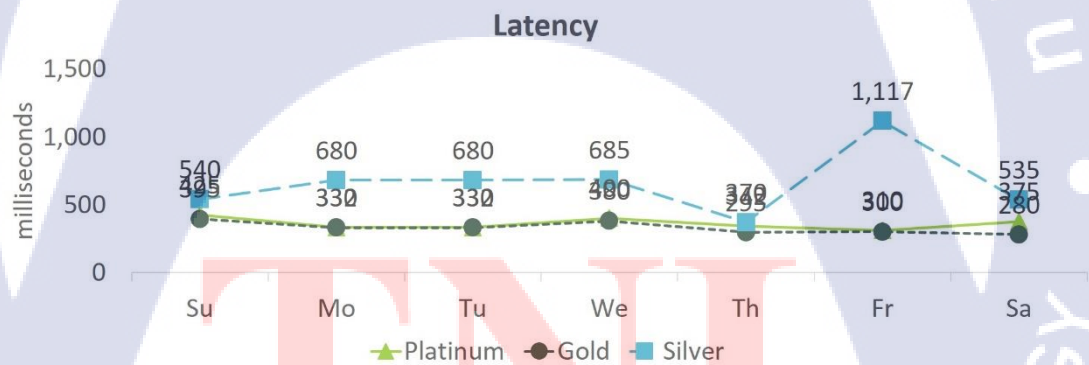
4.2.2 ผลลัพธ์จากการประกอบเว็บไซต์ ซึ่งในการจำลองการวัดประสิทธิภาพนี้ได้เพิ่มเติมจากการประกอบเว็บไซต์แบบทั่วไป โดยการนำคุณภาพการให้บริการของเว็บไซต์แบบทั่วไป มาทำเป็นอัตราส่วนร้อยละที่สอดคล้องกับจำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละกันของสัปดาห์ ซึ่งวันหยุดก็จะมีค่าใช้บริการที่แพงขึ้นเนื่องจากมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก เนื่องจากผู้ให้บริการจำเป็นต้องเพิ่มทรัพยากรการประมวลผลเพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้งาน ส่วนในวันทำงานที่มีผู้ใช้บริการน้อยก็จะมี การดึงดูดผู้ใช้บริการด้วยค่าบริการที่ถูกลง

โดยคุณภาพการให้บริการในส่วนของการปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาในรูปที่ 4.4 นั้น ผลลัพธ์จากการประกอบเว็บไซต์ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาในระดับ Gold และ Silver นั้น ไม่ได้แยกตามระดับอย่างชัดเจนเนื่องจากต้องลดทอนในระดับนี้ เพื่อคงค่าปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาของระดับ Platinum ให้เป็นไปตามเงื่อนไขการประกอบเว็บไซต์ อีกทั้งปริมาณทั้งหมดก็ต้องอยู่ภายในเงื่อนไขด้วย



รูปที่ 4.4 ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย

จากกราฟแสดงคุณภาพการให้บริการ ที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วยเหล่านี้ ได้แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าเว็บเซอร์วิสที่เลือกในวันทำงานที่มีผู้ใช้งานเบาบาง และมีการส่งเสริมการขายซึ่งทำให้ลดค่าใช้จ่ายให้ผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสลงได้นั้น คุณภาพการให้บริการจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าปกติเล็กน้อย นั่นก็คือค่าใช้จ่ายในช่วดังกล่าวน้อยลง ทำให้มีงบประมาณเพิ่มขึ้นในการเลือกเว็บเซอร์วิสที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นไปด้วย



รูปที่ 4.5 ค่าความหน่วงเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย

จากการพิจารณาผลลัพธ์ทั้งหมดนี้ ได้สังเกตเห็นว่าเงื่อนไขการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น มิได้ให้ความสำคัญแค่คุณลักษณะใดๆ ของคุณภาพการให้บริการเลย ซึ่งถ้าหากมีการเพิ่มลำดับความสำคัญให้ค่าใช้จ่ายแล้ว คุณภาพการให้บริการก็จะถูกเลือกเพียงแค่ให้พอผ่านเกณฑ์ และประโยชน์ที่ได้มานั่นก็คือค่าใช้จ่ายจะถูกลง แต่ก็ได้ประสิทธิภาพตามที่ผู้ประกอบเว็บเซอร์วิสต้องการ



รูปที่ 4.6 ค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายด้วย

4.3 การเปรียบเทียบการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย

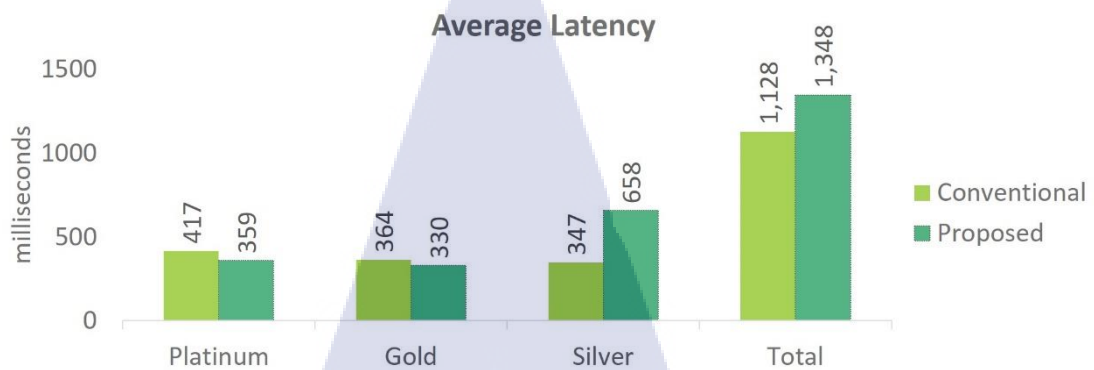
ในการเปรียบเทียบนี้ได้นำผลการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปมานำเสนอ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับผลการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย โดยนำค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับการให้บริการ นั่นก็คือ Platinum, Gold และ Silver มาเปรียบเทียบกัน อีกทั้งแสดงผลรวมของทั้ง 3 ระดับการให้บริการดังกล่าวอีกด้วย

4.3.1 ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ผลการเปรียบเทียบจากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าในระดับ Platinum และ Gold ปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาของการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายนั้นสูงกว่าแบบทั่วไป แต่ระดับการให้บริการ Silver เป็นไปในทางตรงกันข้าม แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นแล้วเมื่อนำปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาของทั้ง 3 ระดับการให้บริการมารวมกัน การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายนั้น มีปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาสูงกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยใช้คำอธิบายเว็บเซอร์วิสในงานวิจัยนี้ ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่มีการส่งเสริมการขายรวมอยู่ด้วย ช่วยให้คุณภาพการให้บริการในส่วนองปริมาณที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลามีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น



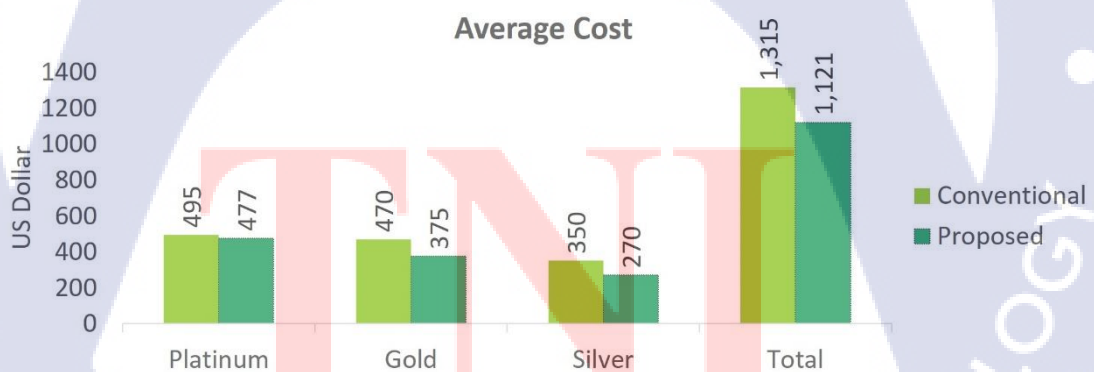
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิส ระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย

4.3.2 ค่าความหน่วงเวลา เป็นไปในลักษณะคล้ายกันกับคุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพการให้บริการ Platinum และ Gold ของการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายต่ำกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป ซึ่งนั่นหมายความว่าประสิทธิภาพที่สูงกว่า แต่ระดับการให้บริการ Silver นั้นมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า โดยค่าความหน่วงเวลารวมของทั้ง 3 ระดับการให้บริการนั้นการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายมีค่าความหน่วงเวลาสูงกว่าแบบทั่วไปดังรูปที่ 4.8 นั่นคือการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายนั้นมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป ซึ่งเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะโดยปกติแล้วปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลานั้น ถ้ายังมีค่าสูงก็จะมีค่าความหน่วงเวลาที่สูงตามไปด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า คุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพการให้บริการของการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย มีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่ได้รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาของการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายนั้น มีค่าสูงกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป จึงทำให้คุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพการให้บริการนั้นสูงตามไปด้วย



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหน่วงเวลาที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย

4.3.3 ค่าใช้จ่าย ผลการเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการในส่วน of ค่าใช้จ่ายนั้น มีความชัดเจนและเป็นไปในทางเดียวกัน นั่นก็คือคุณภาพการให้บริการในส่วน of ค่าใช้จ่ายของการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย ในระดับการให้บริการทั้ง Platinum, Gold และ Silver อีกทั้งค่ารวมทุกระดับการให้บริการนั้น การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป นั่นก็คือการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายนั้น คุณภาพการให้บริการในส่วน of ค่าใช้จ่ายมีประสิทธิภาพสูงกว่าผลการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปนั่นเอง ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่ได้จากการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย

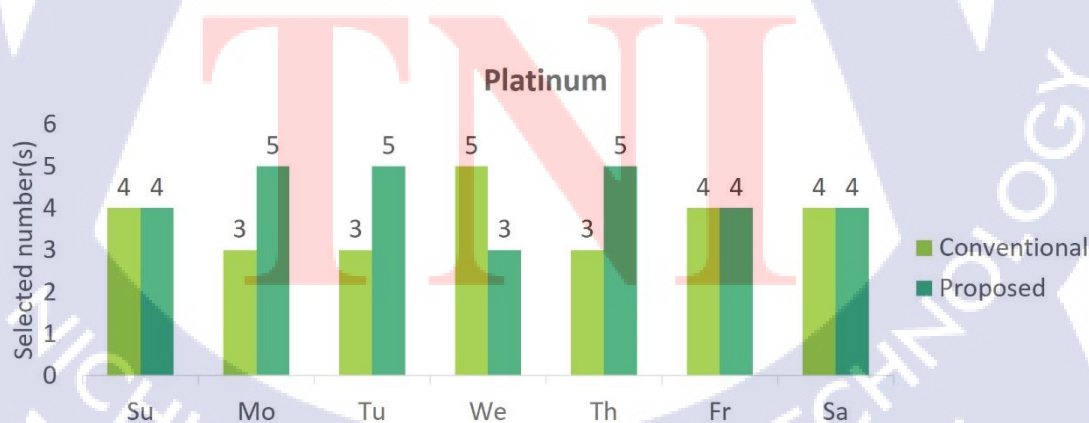
จากการพิจารณาคุณภาพการให้บริการทั้ง 3 ส่วน นั่นก็คือปริมาณที่รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลา, ค่าความหน่วงเวลา และค่าใช้จ่ายนั้น การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย คุณภาพการ

ให้บริการในส่วนของปริมาณที่รับได้ในหนึ่งหน่วยเวลาและค่าใช้จ่ายนั้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไป และการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขาย คุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพการให้บริการจากงานวิจัยนี้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติ เนื่องจากช่วยเพิ่มคุณภาพการให้บริการและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายอีกด้วย แม้ว่าคุณภาพการให้บริการในส่วนของคุณภาพการให้บริการจะไม่ดีนักก็ตาม แต่ก็เป็นที่ไปตามปกติของคุณภาพการให้บริการในลักษณะนี้อยู่แล้วนั่นเอง

4.4 การเปรียบเทียบการเลือกเว็บเซอร์วิส

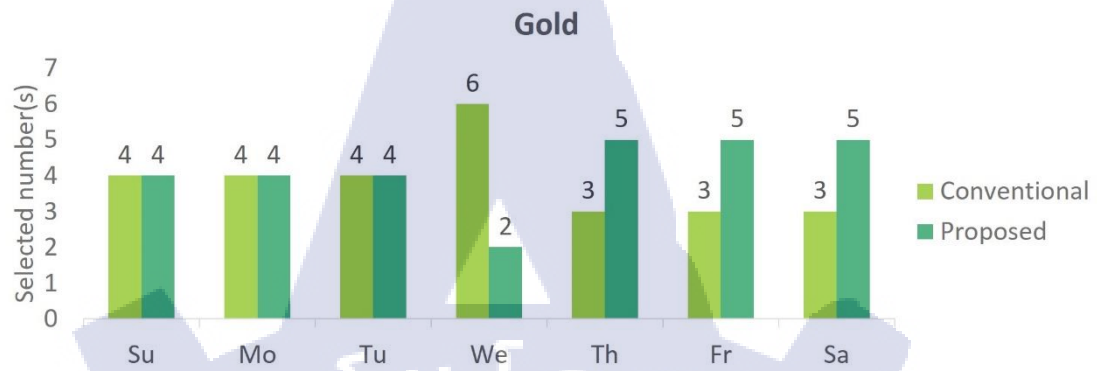
4.4.1 ลักษณะของคุณภาพการให้บริการ ในการประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อเปรียบเทียบการเลือกเว็บเซอร์วิสในส่วนนี้ ได้นำคำอธิบายเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปทั้งหมด 12 แหล่ง และคำอธิบายเว็บเซอร์วิสแบบที่มีการส่งเสริมการขายด้วยทั้งหมด 12 แหล่ง มาใช้ในการพิจารณาเลือกประกอบเว็บเซอร์วิสจึงรวมเป็นทั้งหมด 24 แหล่ง โดยผลจากการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ได้จำแนกเว็บเซอร์วิสที่เลือกกว่าได้ทำการเลือกเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปหรือเว็บเซอร์วิสที่มีส่งเสริมการขายของแต่ละวัน

4.4.2 ผลลัพธ์จากการประกอบเว็บเซอร์วิส ในระดับ Platinum เว็บเซอร์วิสที่เลือกในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ที่มีผู้ใช้งานหนาแน่นนั้น มีจำนวนเท่ากันทั้ง 2 แบบดังรูปที่ 4.10 ส่วนในช่วงวันทำงานที่มีผู้ใช้งานเบาบางเว็บเซอร์วิสที่เลือกก็จะคละเคล้ากันไป แต่ถ้าจำนวนที่เลือกมานับดูแล้ว การเลือกเว็บเซอร์วิสนั้นมีแนวโน้มที่จะเลือกเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายมากกว่า ที่เป็นเช่นนั้นอาจจะเป็นเพราะต้องการเลือกให้ตรงตามเงื่อนไขคุณภาพการให้บริการของการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยรวมมากกว่าที่จะมุ่งเน้นราคาที่ถูกที่สุด

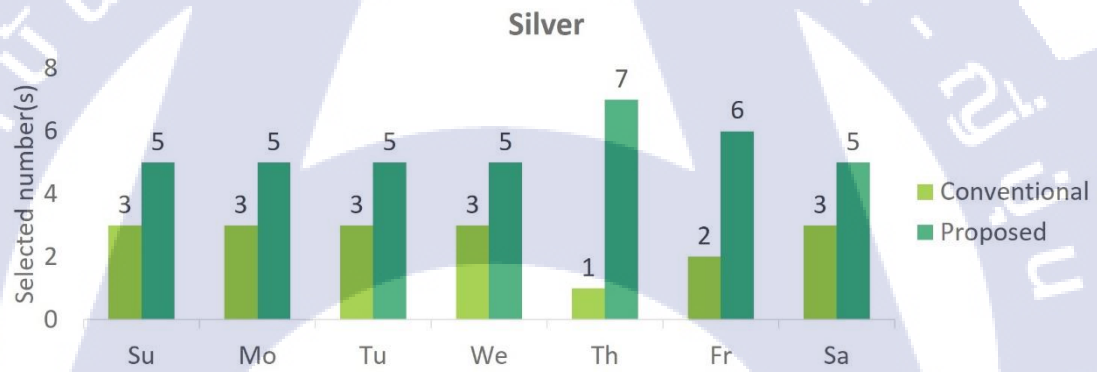


รูปที่ 4.10 จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Platinum

ส่วนในระดับ Gold ดังรูปที่ 4.11 มีแนวโน้มที่จะเลือกเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายมากกว่า แต่ในวันพุธซึ่งมีการส่งเสริมการขายมากที่สุดเป็นอันดับ 2 นั้น เป็นเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปที่ถูกเลือก



รูปที่ 4.11 จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Gold



รูปที่ 4.12 จำนวนเว็บเซอร์วิสที่เลือกในระดับ Silver

ระดับสุดท้ายได้เลือกเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายทั้งหมดดังรูปที่ 4.12 ซึ่งถ้าหากพิจารณาเฉพาะวันพุธของระดับ Platinum และ Gold ที่มีการเลือกเว็บเซอร์วิสแบบทั่วไปที่มีราคาแพง แทนที่จะเลือกเว็บเซอร์วิสที่มีการส่งเสริมการขายราคาถูกกว่า นั่นอาจจะเป็นเพราะการลดทอนเพื่อคงค่าใช้จ่ายโดยรวมทั้งหมด เพราะไม่ได้ให้ความสำคัญกับเงื่อนไขของคุณภาพการให้บริการตัวใดตัวหนึ่งเลย โดยถ้าหากเว็บเซอร์วิสที่เลือกบางตัวมีราคาสูง งบประมาณค่าใช้จ่ายก็จะลดลงจนจำเป็นต้องเลือกคุณภาพการให้บริการที่น้อยแต่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยตามไปด้วย โดยการประกอบเว็บเซอร์วิสในที่นี้เลือกที่จะจ่ายให้ระดับ Platinum และ Gold มากกว่า ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 จำนวนเว็บไซต์ที่เลือกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการอธิบายเว็บไซต์แบบทั่วไปกับแบบที่มีการส่งเสริมการขาย

ระดับการให้บริการ	อาทิตย์		จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์		เสาร์		รวม		เลือกแบบใหม่
	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	ทั่วไป	ใหม่	
Platinum	4	4	3	5	3	5	5	3	3	5	4	4	4	4	26	30	+4
Gold	4	4	4	4	4	4	6	2	3	5	3	5	3	5	27	29	+2
Silver	3	5	3	5	3	5	3	5	1	7	2	6	3	5	18	38	+20

บทที่ 5

บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การจำลองการวัดประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้ ได้เริ่มจากการออกแบบโมเดลคุณภาพการให้บริการ ซึ่งคุณภาพการให้บริการนั้นสามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวคิดในการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบใหม่ เช่น การเพิ่มการส่งเสริมการขายตามช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง แล้วจึงใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยพิจารณาข้อตกลงระดับการให้บริการหลายๆ ระดับ เพื่อนำเสนอผลลัพธ์ทั้งในแบบลักษณะคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไป และคุณภาพการให้บริการแบบที่มีการส่งเสริมการขาย โดยผลลัพธ์ที่ได้จากนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสระหว่างแบบโดยทั่วไปที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบัน กับแบบที่มีการส่งเสริมการขายรวมอยู่ด้วยนั้น มีแนวโน้มที่การประกอบเว็บเซอร์วิสจะเลือกเว็บเซอร์วิส ที่เป็นแบบมีการส่งเสริมการขายมากกว่า จากผลลัพธ์ที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่า การอธิบายคุณภาพการให้บริการลักษณะนี้ เป็นประโยชน์แก่ผู้ประกอบการเว็บเซอร์วิสที่จะสร้างรายได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งคุณภาพการให้บริการก็มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผู้ใช้บริการเว็บเซอร์วิสโดยตรงก็จะได้รับประโยชน์ในการทำงานนี้ด้วยเช่นกัน

5.2 อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้้นำคำอธิบายคุณภาพการให้บริการในลักษณะข้อตกลงการให้บริการ (Service Level Agreement: SLA) ซึ่งมีคุณสมบัติของคุณภาพและเวลา ซึ่งต่างจากงานวิจัยในการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยพิจารณาถึงคุณภาพการให้บริการแบบทั่วไปในปัจจุบัน [1], [8], [13] เนื่องจากการประกอบเว็บเซอร์วิสนั้น ค่าของคุณภาพการให้บริการแต่ละคุณลักษณะเป็นไปในลักษณะคงที่ในทุกๆ ช่วงเวลา ส่วนคุณภาพการให้บริการในระดับการจัดการนั้น [2], [6] ได้นำเสนอเพียงแค่ระดับการให้บริการที่แตกต่างกันในการเลือกประกอบเว็บเซอร์วิสของแต่ละรูปแบบ ซึ่งคล้ายคลึงกับการประกอบเว็บเซอร์วิสข้างต้น โดยต่างกันเพียงแค่นำเสนอรูปแบบผลลัพธ์การประกอบเว็บเซอร์วิสที่มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นแต่ละรูปแบบการประกอบเว็บเซอร์วิสจึงให้คุณภาพการให้บริการที่ต่างกัน จึงเป็นการแบ่งระดับคุณภาพการให้บริการซึ่งเป็นไปในรูปแบบของระดับข้อตกลงการให้บริการ ส่วนงานวิจัยที่คำนึงถึงเวลาที่ประมวลผลหรืออินพุต (Input) ที่ส่งไปตอนใช้งาน [5] นั้น โมเดลตามแนวความคิดที่ใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิสไม่ได้คำนึงถึงการนำไปใช้ในการอธิบายคุณภาพการให้บริการของเว็บเซอร์วิส อีกทั้งไม่ได้ทำการประกอบเว็บเซอร์วิสเพื่อนำเสนอคุณภาพการให้บริการที่แบ่งเป็นระดับ ซึ่งเป็นการนำเสนอในรูปแบบข้อตกลงการให้บริการ

ดังนั้นงานวิจัยที่กำลังดำเนินงานอยู่นี้ จึงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของเว็บเซอร์วิส สามารถใช้งานได้ในขณะที่คุณภาพการให้บริการมีปัจจัยตามเวลาได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาถึงข้อตกลงระดับ

การให้บริการได้อีกด้วย โดยได้จำลองการวัดประสิทธิภาพและนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการประกอบเว็บเซอร์วิสที่มีคำอธิบายคุณภาพการให้บริการลักษณะนี้ จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้ใช้บริการทั้งที่เป็นผู้ให้บริการที่ทำประกอบเว็บเซอร์วิสและผู้ใช้งานโดยตรงนั้น ได้รับการบริการที่มีราคาถูกลงและมีแนวโน้มของประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงเป็นตามวัตถุประสงค์การวิจัยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติ นอกจากนี้ประโยชน์ของทางฝั่งผู้ให้บริการนั้นก็คือ สามารถเพิ่มความสามารถในการควบคุมและจัดการทรัพยากรเพื่อรับประกันข้อตกลงการให้บริการได้อย่างอัตโนมัติ โดยการนำคำอธิบายเว็บเซอร์วิสในส่วนของคุณภาพการให้บริการที่ได้ออกแบบในงานวิจัยนี้มาใช้ ดังนั้นจึงเป็นการดึงดูดผู้ใช้บริการทั้งหลายที่มีการใช้งานเว็บเซอร์วิสในลักษณะอัตโนมัติเช่นนี้ในการใช้บริการเว็บเซอร์วิสมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

คำอธิบายเว็บเซอร์วิสที่สามารถอธิบายคุณภาพการให้บริการในระดับข้อตกลงระดับการให้บริการนี้ ได้เพิ่มความซับซ้อนของคำอธิบายเว็บเซอร์วิส ซึ่งปัจจุบันนั้นแต่ละคุณลักษณะของคุณภาพการให้บริการ มักจะอธิบายค่าคุณภาพการบริการได้เพียงค่าเดียวในทุกช่วงเวลา โดยในลักษณะที่ซับซ้อนขึ้นนี้ ได้ทำการเพิ่มเติมพารามิเตอร์ของการบริการ (Service Parameter) [10] ที่สามารถอธิบายคุณภาพการให้บริการแต่ละคุณลักษณะให้สามารถมีหลายค่าได้ในแต่ละช่วงเวลาที่ รวมไปถึงหน่วยวัด (Metric) ที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน นั่นก็คือค่าที่ได้จากการวัด (Measurement Directive) กับฟังก์ชัน (Function) ซึ่งทำให้สามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยต่างๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งได้ เพื่อใช้ในการประกอบการจัดการข้อตกลงระดับการให้บริการตามเป้าหมายการให้บริการ (Service Level Objective) ได้อีกด้วย ด้วยลักษณะการอธิบายคุณภาพการให้บริการเหล่านี้ ทำให้สามารถอธิบายคุณภาพการให้บริการให้แปรผันได้ตามช่วงเวลาที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงเป็นการสนับสนุนการพัฒนาการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยพิจารณาข้อตกลงระดับการให้บริการอย่างอัตโนมัติ รวมไปถึงสร้าง (Establish) เสนอ (Offer) ร้องขอ (Request) ผูกมัด (Obligate) จัดการ และควบคุมข้อตกลงระดับการให้บริการให้เป็นไปได้อย่างอัตโนมัติอีกด้วย

5.4 ประโยชน์ที่ได้จากการทำวิจัย

5.4.1 คุณภาพการให้บริการที่สามารถแปรผันได้ตามช่วงเวลา มีแนวโน้มในการเพิ่มประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น อีกทั้งผู้ให้บริการยังสามารถดึงดูดผู้ใช้งานได้ด้วยการส่งเสริมการขาย รวมไปถึงการนำเสนอข้อตกลงระดับการให้บริการ ซึ่งเพิ่มความน่าเชื่อถือและดึงดูดผู้ประกอบการธุรกิจที่ต้องการความเป็นมืออาชีพและมีความน่าเชื่อถือสูงมากยิ่งขึ้น

5.4.2 โมเดลคุณภาพการให้บริการที่ได้ทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการอธิบายเว็บเซอร์วิสที่ซับซ้อนขึ้น ในการเพิ่มเติมคำอธิบายที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างเช่นคุณภาพการให้บริการที่อธิบายเว็บเซอร์โดยทั่วไป คุณภาพการให้บริการไม่ได้แปรผันไปตามช่วงเวลาและลักษณะของอินพุตอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปต่อยอดในการวิจัยด้านการจัดการข้อตกลงระดับการให้บริการอย่างอัตโนมัติ ในการพัฒนาโมเดลคุณภาพการให้บริการมาตรฐานทั่วไป รวมทั้งกลไกในการต่อรองข้อตกลงระดับการให้บริการได้อย่างอัตโนมัติในระหว่างการประมวลผลได้อีกด้วย





บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] Y. Leng, "Semantics-aware planning methodology for automatic web service composition," Ph.D. dissertation (Mathematics and Natural Sciences), University of Bonn, Bonn, Germany, 2012.
- [2] S. A. Aloussi, "Sla business management based on key performance indicators," *Proceedings of the World Congress on Engineering, WCE 2012*, London, England, July 4-16, 2012, pp. 1,633-1,637.
- [3] D. Jianmin and Z. Zhuo, "Towards autonomic sla management: a review," *IEEE International Conference on Systems and Informatic, ICSAI 2012*, Yantai, China, May 19-20, 2012, pp. 2,552-2,555.
- [4] P. Bianco et al., *Service Level Agreements in Service-Oriented Architecture Environment*, USA : Carnegie Mellon University, 2008.
- [5] F. Wagner et al., "Multi-objective service composition with time- and input-dependent qos," *19th IEEE International Conference on Web Services, ICWS 2012*, Honolulu, HI, USA, June 24-29, 2012, pp. 234-241.
- [6] H. Wada et al., "Multiobjective optimization of sla-aware service composition," *IEEE Congress on Services 2008 - Part I, COS 2008*, Honolulu, HI, USA, July 6-11, 2008, pp. 368-375.
- [7] M. O. Hilary, "Quality of service (qos) in soa systems," M.S. thesis (Computer Languages and Systems), Polytechnic University of Catalonia, Catalonia, Spain, 2009.
- [8] สันติ สนวนศรี, "การประกอบกันของเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติโดยใช้เจนเนติกอัลกอริทึม," วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาการคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.
- [9] M. B. Juric, "A Hands-on Introduction to BPEL," Oracle, [Online]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/articles/matjaz-bpel1-090575.html>. [Accessed : February 16, 2016].
- [10] H. Ludwig et al., *Web Service Level Agreement (WSLA) Language Specification*, USA : IBM, 2003.
- [11] A. Andrieux et al., *Web Services Agreement Specification (WS-Agreement)*, USA : Grid Resource Allocation Agreement Protocol Working Group, 2007.

- [12] W. A. Rahman et al., "Challenges to describe qos requirements for web services quality prediction to support web services interoperability in electronic commerce," *Communications of the IBIMA*, vol. 4, no. 6, pp. 50-58, July, 2008.
- [13] เต็มศักดิ์ วัชรสิน, "การประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติด้วยข้อกำหนดอวาล์-เอสโพรเซสโมเดลที่มีข้อบังคับด้านพฤติกรรมเชิงหน้าที่," วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2550.



สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

THAI - JAPANESE INSTITUTE OF TECHNOLOGY

TNI

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ผลงานทางวิชาการ

TNI

Considering Service Level Agreement to Improve Performance for Automatic Web Service Composition

Chatchawin Srivised¹, Sapransit Mruetusatorn²

Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
1771/1, Pattanakarn Rd, Suan Luang, Bangkok, 10250, THAILAND

¹sr.chatchawin_st@tni.ac.th

²sapransit@tni.ac.th

Abstract— Autonomic service level agreement (SLA) research area nowadays is introducing concept for quality of service (QoS) that meets service consumer's requirements. The service consumer is able to choose multiple QoS levels or negotiate QoS and cost with service providers while execution. Thus, it increase more opportunity for both a service consumer which is performs as a service composer and a service provider to manage their own service efficiently. This paper designs the extended QoS service description by introducing a selected SLA template with multiple levels and the QoS of each level can be varied in specific time. Finally, we simulate results by employing the Genetic Algorithm to compose web services according to user's SLA constraints to show efficient SLA management which the composer performs as a service provider.

Keywords— service composition, QoS, SLA, QoS model, service level management

I. INTRODUCTION

In Service-oriented Architecture (SOA) environment, Quality of Service (QoS) is reflected to the service consumer satisfaction. Moreover Service Level Agreement (SLA) is a kind of electronic contract between a service provider and a service consumer to provide a service with a certain quality at a fixed point of time [2]. A different set of concrete web services may operate at different QoS measures. So we have to select an appropriate set of concrete web services that guarantees the fulfilment of a given SLA [5]. An SLA is in a management layer which is expressed on a high level between two partners [1]. Although SLA have been using for a long time. SLA has been still an early stage of SLA auto management research area on SOA.

D. Jianmin and Z. Zhou [2] has introduced an automatic SLA management life cycle including in web service composition environment. An automatic SLA management needs a QoS model in machine readable way to understand in both a service provider and a service consumer in order to offer and request SLA with certain QoS and price for automatically negotiating and establishing an SLA contract. Moreover F. Wagner and et. al [4] has been introduced a novel of QoS model to concern possible dependencies on a time of execution or on an input data supplied to the service. These are the reasons why we should extend more complex QoS description to support the negotiation for a certain price and quality in the automatic web service composition manner to increase more flexibility of pricing model for a service like an online movie service.

This paper proposes a conceptual QoS model which supports dependency on a time of execution, then employs the Genetic Algorithm from [5] called E³-MOGA. Thus, we can compose web services in a way of multiple levels of SLA named "Platinum", "Gold", "Silver", respectively by the higher quality and cost. Finally we show the performance improvement that attracts the service consumer to select a new style of QoS Model.

II. SERVICE COMPOSITION

To comply a dependency of an execution time for simulation evaluation, we have selected a web service composition workflow for an online movie compression service. This service has pricing model for days of the week, derived from a sales promotion model from Sunday through Saturday, which assume that Friday and Weekend tend to have a high number of customers watching an online movie service. On the other hand in weekdays tend to have a lower number of customers.

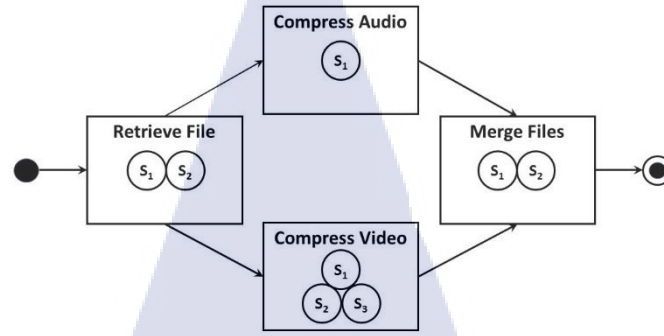


Fig. 1 An online movie compression service workflow [4]

Fig. 1 shows a workflow which is composed of 4 different abstract services named “retrieve file”, “compress audio”, “compress video”, “merge files”. Moreover, there are multiple service instances in the same function for some aforementioned services to be processed simultaneously.

III. QoS MODEL

A relationship between QoS and SLA is an aggregation from overall web service composition’s QoS of each concrete service. In a QoS service description, a set of selected concrete web services is provided as one of an SLA level by overall QoS. In addition, a proposing QoS service description for multiple specific time, therefore, a set of selected concrete web services is able to vary in a specific time. Moreover, QoS in the conventional service description is able to transform into another kind of a management technique, for example, Key Performance Indicators (KPIs) [9]. The main equality between SLA and KPIs are service level objective (SLO) which is a QoS term of quality together with probability. Therefore, the QoS model needs an extension to describe more complex quality metric like probability, indiscrete value and differentiate levels of quality to make QoS be able to vary in a specific time. In the other hand, SLO will be described at a higher description part in next step which to be guaranteed in term of an SLA obligation between a service consumer and a service provider. From all of the problems above, we employ an existing SLA description model from [10] to flexibly describe a quality value to solve them. Finally, Fig. 2 is a conceptual model which enables an automatic web service composition. And also allows the dependency on a time of execution.

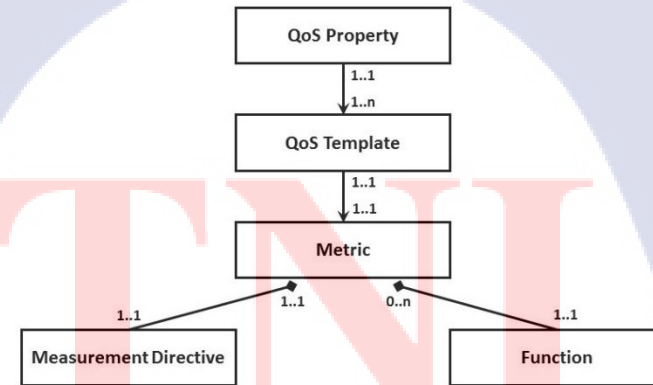


Fig. 2 Conceptual model to enable a dependency on a time of execution

QoS property describes a quality dimension such as throughput, latency and cost. QoS template or service parameter represents a quality related to a metric for a particular state in a given time period. For example, cost of operation is 90 US dollar (a metric) between 00:00 and 23:59 on Saturday. A metric is a specification either how value is measured from a source by defining a measurement directive or how a metric is computed as defined in function. The function may also takes other Metrics and other input into account. For example, a resource metric measures operation cost is defined in measurement directive. A composite metric like “average number of invocations in a minute interval” is defined by the calculated average from a function specifying time series of reading of the resource metric together with invocations count from a measurement directive.

IV. MULTI-OBJECTIVE SLA OPTIMIZATION

Instead of aggregating the QoS values into a single unity value. E³-MOGA [5] is a multi-objective optimization a dominate relation which is a partial-ordering on the web service selections. Given an “individual” is a solution of web service composition represented by a gene set which is composed of 3 SLA level parts named “Platinum”, “Gold” and “Silver”. Each SLA level is a combination of genes which are dedicated for certain abstract services in composition workflow and also instance(s) of each concrete service. Fig. 3 shows an example of a gene set which is the one of an SLA level. Therefore, an individual is a sequence of 3 following gene sets for each SLA level.

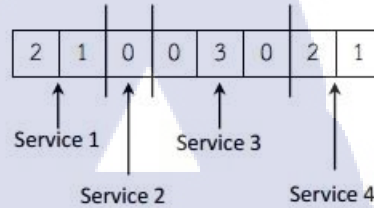


Fig. 3 An SLA level within an individual example

Fig. 4 is a pseudo code of E³-MOGA which is maintain a set of individuals with higher fitness values, and then evolve their genes across generations through the use of genetic operation. (i.e., cross over and mutation) [5].

```

1  g = 0
2  P0 = Randomly generated  $\mu$  individuals, Q0 =  $\emptyset$ 
3  repeat until g = gmax {
4    repeat until |Qg| =  $\mu$  {
5      p1 = RWSelection(Pg), p2 = RWSelection(Pg)
6      q = Crossover(p1, p2)
7      q = Mutation(q)
8      Qg = Qg  $\cup$  q if q  $\notin$  Qg
9    }
10   Pg+1 = Top  $\mu$  of Sort(Pg  $\cup$  Qg)
11   g = g + 1
12 }
13
14 Crossover(p1, p2) {
15   for i = 1, ..., n {
16     centeri = (p1[i] + p2[i]) / 2
17     q[i] = centeri +  $\frac{(Fitness(p_1) - Fitness(p_2)) |p_1[i] - p_2[i]|}{2 F(p_1) + F(p_2)}$ 
18   }
19   return q
20 }
```

Fig. 4 E-MOGA's pseudo code [5]

TABLE I
VARIABLES AND FUNCTIONS IN E³-MOGA [5]

g_{max}	Maximum number of generations
μ	Population size
p^g	A set of individuals $\{p_k 1 \leq k \leq \mu\}$ in elite population at g-th generation
$p[i]$	i-th gene of individual p, $(0 \leq i \leq n)$
Q^g	A set of offspring that is generated at g-th generation
Sort(P)	A function sorting P based on Fitness(p_k)
RWSelection(P)	A function performing a roulette wheel selection on P based on Fitness(p_k)
Fitness(P_k)	A function returning DRanking(p_k) / Density(p_k)
DRanking (P_k)	A function returning p_k 's domination rank
Density (P_k)	A function returning the density of p_k
Mutation (P_k)	A function randomly changing one of p_k 's genes

To evaluate a fitness value for genetic operation, firstly, domination rank, indicates the excellence of an individual in the objective space. Let a set of objective values (QoS values from throughput, latency and cost) of an individual i be $\vec{o}^i = (\vec{o}_{max}^i, \vec{o}_{min}^i) = (o_{max}^{i,1}, \dots, o_{max}^{i,n}, \dots, o_{min}^{i,1}, \dots, o_{min}^{i,n})$ where $\vec{o}_{max}^i$ and $\vec{o}_{min}^i$ are sets of objective values to be maximized and minimized respectively. An individual i is said to dominate an individual j if both of the following conditions are true (1) $\{\forall (o_{max}^{i,k}, o_{max}^{j,k}) | o_{max}^{i,k} \geq o_{max}^{j,k}\}$ and $\{\forall (o_{min}^{i,k}, o_{min}^{j,k}) | o_{min}^{i,k} \leq o_{min}^{j,k}\}$, all of QoS for each gene in i are better or equal to all of QoS for each gene in j , and (2) $\{\exists (o_{max}^{i,k}, o_{max}^{j,k}) | o_{max}^{i,k} > o_{max}^{j,k}\}$ or $\{\exists (o_{min}^{i,k}, o_{min}^{j,k}) | o_{min}^{i,k} < o_{min}^{j,k}\}$, at least one of QoS for each gene in i is better than QoS for each gene in j .

Secondly, constraint-dominate considers constraint of objectives with a degree of violation. For example a constraint specifies throughput must be over 40,000 byte per second. When an individual cannot satisfy a constraint, the individual is said to be infeasible. An individual i is said to constraint-dominate an individual j if any the following conditions are true (1) An individual i is feasible and individual j is not, (2) both i and j are feasible and i dominates j with respect to their objective values, (3) both i and j are infeasible but i dominates j with respect to their constraint violations, which is the less violations one.

Thirdly, to evaluate dominate rank for each individual, count a number of the constraint-dominate compare to each other for every individuals in particular generation. Next, arrange a number of constraint-dominate in ascending order. The domination rank is calculated by $\mu - ndom_i$ (a number of constraint-dominate above). Therefore, an individual which has a lower number of constraint-dominate to other individuals will have a higher domination rank.

Last step, a density indicates the diversity of individuals in the objective space. The objective space is divided into certain size of **K-dimensional cells** (K is the number of objectives). The number of individuals in each cell is defined as the density of the cell, and the density of an individual is equal to the density of the cell where is the individual is located. Therefore, individuals with lower densities will obtain a higher fitness to improve the density of individuals.

V. SIMULATION EVALUATION

We apply a simulation environment to evaluate performance improvement of the proposed QoS model. First, we have to create both of the conventional and the proposed QoS service description. The conventional QoS values is selected from service description in [5] by obtaining QoS values from the highest probability. And the proposed QoS values, Cost values are derived from a sales promotion model for each days of the week. Fig. 5 shows cost percent rates which to be used to convert the conventional cost to create the proposed QoS service description. On the other hand, throughput and latency are remain the same.

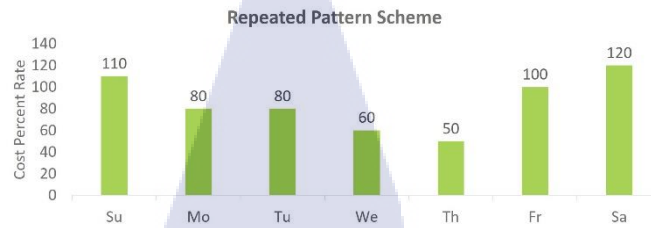


Fig. 5 Cost percent rate derived from the conventional

Hence, the proposed cost values on Sunday are higher than the conventional by 110 percent according to a cost percent rate above, cost values on Monday are lower than the conventional by 80 percent and so on.

A. Simulation Configurations

Composition constraints for multiple SLA levels offered to a service consumer have to be created. A service provider either specifies every constraint values clearly or leaves some wildcard for an automatic composition to freely select web services within a total cost to cover the budget.

TABLE II
COMPOSITION CONSTRAINTS

Service Level	Constraint			Total Cost
	Throughput (B/s)	Latency (ms)	Cost (US)	
Platinum	40,000	550		2,000
Gold	6,000	450		
Silver	2,000		250	

Table II is constraints for simulation evaluation in every composition simulation. A Platinum level is the most expensive and also the highest quality for a service consumer. Where throughput is a QoS attribute which is to be maximized, in contrast, latency and cost are to be minimized.

For genetic algorithm parameters, the maximum number of generations was set to 500 and 100 for the population size

B. Simulation Results

The results are divided into 2 groups (1) aggregated QoS (2) selected concrete web services compare between the conventional and the proposed QoS model. The aggregated QoS shows quality on weekdays tend to gain the higher performance.

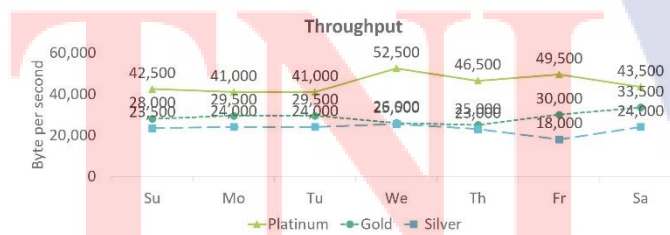


Fig. 6 Selected throughput from the proposed QoS model

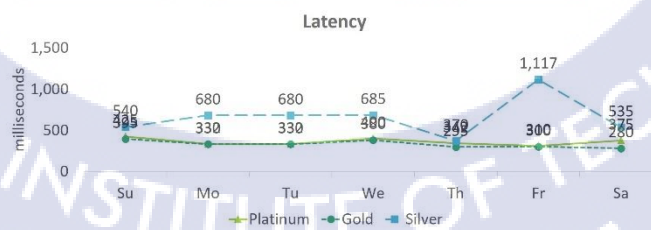


Fig. 7 Selected latency from the proposed QoS Model



Fig. 8 Selected cost from the proposed QoS model

By assumption that quality on Friday is a selection of the conventional service description. Selections on weekdays tend to be higher than weekend. In contrast, on weekend tends to be lower. These selections are applied to all service levels even on some day in Gold and Silver are not obviously separate the quality level like in Platinum.

The selected concrete web services compare between the conventional and the proposed QoS model. Selections of the conventional tend to lower than the proposed. Result in Table III lists numbers of selected concrete web services from Sunday through Saturday for every service levels.

In a Gold level shows equal number of selection. The other levels show numbers of the proposed QoS model service selection is higher than the conventional one. Especially in a Silver level.



Fig. 9 Selected concrete web services for Platinum level



Fig. 10 Selected concrete web services for Gold level



Fig. 11 Selected concrete web services for Silver level

Fig. 9-11 show some of selections not obviously select only the proposed QoS model. But overall of the selections tend to select the proposed QoS model.

VI. CONCLUSIONS

This paper designs QoS model for web service description to conform a trend of the automatic SLA management research. Furthermore the model is used for describe QoS variation in a specific time. The simulation's results show the performance improvement on the sales promotion time. Moreover, service descriptions which are using the proposed QoS model are likely to be selected more than using the

conventional one. Hence, the proposed QoS model absolutely attracts a service consumer to select a particular service if it is exploiting a sales promotion pricing model and also tend to gain higher performance or even reduce cost for an automatic web service composition.

TABLE III
SELECTED CONCRETE WEB SERVICES COMPARED BETWEEN THE CONVENTIONAL AND THE PROPOSED QoS MODEL

Service Level	Sun		Mon		Tue		Wed		Thu		Fri		Sat		Total		Select Proposed
	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	C.	P.	
Platinum	4	4	3	5	3	5	5	3	3	5	4	4	4	4	26	30	+4
Gold	4	4	4	4	4	4	6	2	3	5	3	5	3	5	27	29	+2
Silver	3	5	3	5	3	5	3	5	1	7	2	6	3	5	18	38	+20

REFERENCES

- [1] Y. Leng, "Semantics-Aware Planning Methodology For Automatic Web Service Composition," Ph.D. dissertation (Mathematics and Natural Sciences), University of Bonn, Bonn, DE, 2012.
- [2] D. Jianmin and Z. Zhuo, "Towards Autonomic SLA Management: A Review," in *IEEE International Conference on Systems and Informatic*, Yantai, CH, May 19-20, 2012, pp. 2552-2555.
- [3] P. Bianco, G. A. Lewis and P. Merson, *Service Level Agreements in Service-Oriented Architecture Environment*, Carnegie Mellon University: Research Showcase (Department of Software Engineering Institute), 2008.
- [4] F. Wagner and et al, "Multi-objective Service Composition with Time- and Input-Dependent QoS," in *IEEE International Conference on Web Services 19th*, Honolulu, HI, USA, June 24-29, 2012, pp. 234-241.
- [5] H. Wada and et al, "Multiobjective Optimization of SLA-aware Service Composition," in *IEEE Congress on Services 2008 - Part I*, Honolulu, HI, USA, July 6-11, 2008, pp. 368-375, 2008.
- [6] M. O. Hilary, "Quality of Service (QoS) in SOA Systems," M.S. thesis (Computer Languages and Systems), Polytechnic University of Catalonia, Catalonia, ES, 2009.
- [7] S. Sounsri, "An Automated Web Services Composition using Genetic Algorithm," M.S. thesis (Science), Kasetsart University, Bangkok, 2004.
- [8] M. B. Juric, "A Hands-on Introduction to BPEL," Oracle, [Online]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/articles/matjaz-bpel1-090575.html>.
- [9] S. A. Aloussi, "SLA Business Management Based on Key Performance Indicators," *Proceedings of the World Congress on Engineering*, vol. 3, London, UK, July 4-16, 2012, pp. no page.
- [10] H. Ludwig and et al, *Web Service Level Agreement (WSLA) Language Specification*, IBM, 2003.
- [11] A. Andrieux and et al, *Web Services Agreement Specification (WS-Agreement)*, Grid Resource Allocation Agreement Protocol Working Group, 2007.
- [12] W. A. Rahman, W. Nurhayati and F. Meziane, "Challenges to Describe QoS Requirements for Web Services Quality Prediction to Support Web Services Interoperability in Electronic Commerce," *Communications of the IBIMA*, vol. 4, pp. 50-58, 2008.
- [13] T. Wasino, "Using OWL-S Process Model with Constraints on Functional Behavior for Automatic Web Services Composition," M.S. thesis (Engineering), Chulalongkorn University, Bangkok, 2007.