

การแปลงอีดีเอฟเอ-ซีเป็นบีเพลเพื่อการประกอบเว็บเซอร์วิส

EDFA-C TO BPEL FOR WEB SERVICE COMPOSITION

ชวัญชัย เล้าสุขสุวรรณ์  
KHWANCHAI LAOSUMSUMAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของกรณีที่มหาวิทยาลัยสุโขทัยศรีสุโขทัยวิทยาสถาสรณพัฒนศึกษา  
สาขานิติศาสตร์บัณฑิต

คณะนิติศาสตร์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยศรีสุโขทัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-SC-W-002-002

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแปลงอีดีเอฟเอ-ซีเป็นบีเพลเพื่อการประกอบเว็บเซอร์วิส

EDFA-C TO BPEL FOR WEB SERVICE COMPOSITION

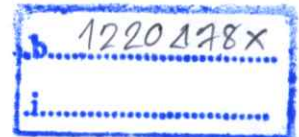


T107439

ขวัญชัย เล้าสุขสุวรรณ

KHWANCHAI LAOSUKSUWAN

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 107439  
วัน,เดือน,ปี... 29 สิ.ค. 2553



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-SC-M-002-002

**EDFA-C TO BPEL FOR WEB SERVICE COMPOSITION**

**KHWANCHAI LAOSUKSUWAN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER SCIENCE  
FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2010  
KMITL-2010-SC-M-002-002**

**COPYRIGHT 2010**

**FACULTY OF SCIENCE**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแปลงอีดีเอฟเอ-ซีเป็นบีเพลเพื่อการประกอบเว็บเซอร์วิส  
EDFA-C to BPEL for Web Service Compositon  
นักศึกษา นายขวัญชัย เล้าสุขสุวรรณ  
รหัสประจำตัว 50067502  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์      | ลายมือชื่อ                                                                           |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม        |    |
| รศ.ดร.วีระ บุญจริง            |   |
| ผศ.ดร.จิรพร วีระพันธุ์        |   |
| ดร.เฉลิมศักดิ์ เลิศวงศ์เสถียร |  |


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 21 ธันวาคม 2552 เวลา 13.00-15.00 น.

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
สถานที่สอบ ณ อาคารจุฬาภรณ์ 1 คณะวิทยาศาสตร์ ห้อง 217

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว  
  
(รองศาสตราจารย์ ดร.คุณฉวี ชนะบริพัฒน์)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 11 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจส.  
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์  
วันที่ 18 เดือน ๑๑ พ.ศ. ๕๕๓  
ลงชื่อ 

|                       |                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| <b>Thesis</b>         | EDFA-C TO BPEL FOR WEB SERVICE COMPOSITION |
| <b>Student</b>        | Mr. Khwanchai Laosuksuwan                  |
| <b>Student ID</b>     | 50067502                                   |
| <b>Degree</b>         | Master of Science                          |
| <b>Program</b>        | Computer Science                           |
| <b>Year</b>           | 2010                                       |
| <b>Thesis Advisor</b> | Asst. Prof. Dr.Sarun Intakosum             |

## ABSTRACT

Business Process Expression Language (BPEL) is a standard language to describe web service composition. However, writing a complex composition directly using the language is considerably a tedious and error prone process. One way to solve the problem is to draw composition in the form of a graph of the desired services and transform it into BPEL. Direct Acyclic Graph (DAG) is one way to represent a services composition. The algorithm to transform from DAG to BPEL was also developed. DAG unfortunately, cannot support all aspect of a web service composition. Extended Deterministic Finite Automata (EDFA) was then developed to fill up the requirement. Although EDFA can support most aspects of a services composition, the algorithm to convert form EDFA to BPEL has not been existed. In addition, EDFA does not provide the way to specify condition statement that always needed during a composite process. This research proposed a solution to the problems by developing a so called EDFA-C which means EDFA with condition. EDFA-C was defined by adding a set of condition statement to the current definition of EDFA. The state transition function of EDFA was also modified to support the newly added set. Finally, the algorithm to convert from EDFA-C to BPEL was then developed and tested. The result of the research shows that the proposed EDFA-C and algorithm can support all aspect and simplify the process of a web services composition.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้มีโอกาสจะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากมิได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง ความรู้ และความเอาใจใส่จาก ผศ.ดร. ศรัณย์ อินทโกสุม ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้สละเวลาให้กับข้าพเจ้าอย่างเต็มที่ จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วีระ บุญจริง ผศ.ดร.จิรพร วีระพันธุ์ และดร.เฉลิมศักดิ์ เลิศวงศ์เสถียร คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะจนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนและดูแลเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆ ระหว่างศึกษา และเป็นกำลังใจในระหว่างการศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นางสาวพิพิธพร โพนตุแสง นางสาวสุมิตรา ขจรเงิน นาย รติ เพิ่มพูล และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา และช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

สำหรับคุณงามความดีและประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา อาจารย์ทุกท่านซึ่งเป็นที่เคารพรักยิ่ง ตลอดจนญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ ทุกคน

ขวัญชัย เล้าสุขสุวรรณ

# สารบัญ

|                                                           | หน้า |
|-----------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                                     | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                                  | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                      | III  |
| สารบัญ .....                                              | IV   |
| สารบัญตาราง .....                                         | VII  |
| สารบัญรูป .....                                           | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ .....                                        | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                   | 1    |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา .....          | 2    |
| 1.3 สมมติฐานของการศึกษา .....                             | 2    |
| 1.4 ขอบเขตการวิจัย .....                                  | 2    |
| 1.5 ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานวิจัย.....                 | 2    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                       | 3    |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....               | 4    |
| 2.1 เว็บบอร์ด.....                                        | 4    |
| 2.1.1 ความหมายของบอร์ด.....                               | 4    |
| 2.1.2 ความหมายของเว็บบอร์ด.....                           | 4    |
| 2.1.3 โมเดลการทำงานของเว็บบอร์ด .....                     | 7    |
| 2.2 การประกอบเว็บบอร์ด.....                               | 8    |
| 2.3 บีเพล .....                                           | 8    |
| 2.4 การนำเสนอการประกอบเว็บบอร์ดด้วยกราฟ.....              | 11   |
| 2.4.1 การประกอบเว็บบอร์ดด้วยไดเรกอะไชลติกกราฟ.....        | 11   |
| 2.4.2 การนำเสนอการประกอบเว็บบอร์ดด้วยอีดีเอฟเอ .....      | 19   |
| บทที่ 3 การนำเสนอการประกอบเว็บบอร์ดด้วยอีดีเอฟเอ-ซี ..... | 24   |
| 3.1 การปรับปรุงอีดีเอฟเอและนำเสนออีดีเอฟเอ-ซี.....        | 24   |
| 3.2 วิธีการแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพล.....          | 26   |

## สารบัญ(ต่อ)

|                                     | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....  | 32   |
| 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 32   |
| 4.1.1 ฮาร์ดแวร์.....                | 32   |
| 4.1.2 ซอฟต์แวร์.....                | 32   |
| 4.2 ออกแบบการทดลอง.....             | 33   |
| 4.3 ผลการทดลอง.....                 | 37   |
| <br>                                |      |
| บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....  | 42   |
| 5.1 สรุปงานวิจัย.....               | 42   |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ.....                 | 43   |
| <br>                                |      |
| เอกสารอ้างอิง.....                  | 44   |
| <br>                                |      |
| ภาคผนวก.....                        | 45   |
| ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์             |      |
| <br>                                |      |
| ประวัติผู้เขียน.....                | 51   |

# สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                    | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 แสดงแท็กสำคัญในเอกสารฉบับลิวเอสดีแอล .....                              | 6    |
| 2.2 แสดงผลลัพธ์จากการหาเส้นทางและแปลงจากเส้นทางเป็นภาษาบีเพลจากรูป 2.8..... | 14   |
| 2.3 แสดงผลลัพธ์กรณีหลายกลุ่มเส้นทาง .....                                   | 14   |

# สารบัญรูป

| รูปที่                                                               | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 แสดงโครงสร้างของโซป .....                                        | 5    |
| 2.2 โมเดลการทำงานของเว็บเซอร์วิส.....                                | 7    |
| 2.3 ตัวอย่างภาษาบีเพล .....                                          | 8    |
| 2.4 โครงสร้างในแต่ละแท็กของกิจกรรมที่เกี่ยวกับ โครงสร้าง.....        | 10   |
| 2.5 ตัวอย่างการทำงานของภาษาบีเพล.....                                | 11   |
| 2.6 การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์.....               | 12   |
| 2.7 การหาเส้นทางของไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ด้วยวิธีการค้นหาแนวลึก.....   | 12   |
| 2.8 แสดงกรณีต่างๆ ของหนึ่งกลุ่มเส้นทาง.....                          | 13   |
| 2.9 ตัวอย่างการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์.....       | 15   |
| 2.10 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี .....            | 20   |
| 2.11 (a) แสดงอะตอมมิก โพรเซส (b)-(e) แสดงคอม โพรเซส โพรเซส .....     | 22   |
| 3.1 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี .....             | 25   |
| 3.2 แสดงผลลัพธ์ในหาเส้นทางของอีดีเอฟเอด้วยวิธีการการค้นหาแนวลึก..... | 26   |
| 3.3 การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำ.....                   | 26   |
| 3.4 การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบทางเลือกและขนาน .....        | 27   |
| 3.5 การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซีของระบบร้านเช่าวีดีโอ.....  | 28   |
| 4.1 ระบบร้านเช่าวีดีโอ .....                                         | 33   |
| 4.2 กระบวนการยืมหนังสือ .....                                        | 33   |
| 4.3 กระบวนการเช่าวีซีดี.....                                         | 34   |
| 4.4 กระบวนการคำนวณค่าใช้จ่าย .....                                   | 34   |
| 4.5 กระบวนการชำระเงินผ่านบัตรเครดิต.....                             | 34   |
| 4.6 กระบวนการชำระเงินแบบเงินสด .....                                 | 35   |
| 4.7 อีดีเอฟเอ-ซีร้านเช่าหนังสือและวีซีดี.....                        | 35   |
| 4.8 สร้างอีดีเอฟเอ-ซีด้วย โปรแกรม JFLAP.....                         | 36   |
| 4.9 บีเพลร้านเช่าหนังสือและวีซีดี .....                              | 37   |
| 4.10 บีเพลที่สมบูรณ์ร้านเช่าวีดีโอ.....                              | 38   |
| 4.11 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบวนซ้ำ.....                   | 39   |
| 4.12 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางเลือก .....               | 39   |

## สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่                                                       | หน้า |
|--------------------------------------------------------------|------|
| 4.13 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางขนานและลำดับ..... | 40   |
| 4.14 ความแตกต่างของบีเพลระหว่างอีดีเอฟเอกับอีดีเอฟเอ-ซี..... | 41   |
| 5.1 อีดีเอฟเอ-ซีที่มีการวนซ้ำหลายสถานะ.....                  | 43   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประกอบเว็บเซอร์วิส(Web Service Composition) เป็นการนำเว็บเซอร์วิสต่างๆ มาทำงานรวมกันในลักษณะของกระแสนงาน (Workflow) โดยภาษาบีเพล (Business Process Execution Language: BPEL) เป็นมาตรฐานหนึ่งในการประกอบเว็บเซอร์วิสที่อธิบายถึงกระบวนการและกำหนดการทำงานร่วมกันของเว็บเซอร์วิส อย่างไรก็ตามการเขียนเว็บเซอร์วิสด้วยภาษาบีเพลโดยตรงเป็นขั้นตอนที่น่าเบื่อ และเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย วิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการการเขียนการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟก่อนแปลงเป็นภาษาบีเพล งานวิจัยที่ผ่านมาที่มีผู้นำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของไดเรกอะไซคลิกกราฟ (Directed Acyclic Graph: DAG) และเสนอขั้นตอนวิธี BPELGEN ในการแปลงจากไดเรกอะไซคลิกกราฟเป็นบีเพล แต่ด้วยไดเรกอะไซคลิกกราฟไม่สามารถแสดงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำและรูปแบบของทางเลือก (Switch) ได้ จึงทำให้ไดเรกอะไซคลิกกราฟยังไม่สามารถแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ ในเวลาต่อมาได้มีผู้นำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ(Extended Deterministic Automata:EDFA) ที่สามารถแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ครบถ้วน แต่ยังไม่มียขั้นตอนวิธีในการแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นภาษาบีเพล และยิ่งไปกว่านั้นอีดีเอฟเอยังไม่รองรับการระบุเงื่อนไข ที่มักเกิดขึ้นอยู่เสมอในการประกอบเว็บเซอร์วิส

งานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการแก้ปัญหาข้างต้น โดยนำเสนออีดีเอฟเอ-ซีหรืออีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไข โดยทำการปรับปรุงนิยามของอีดีเอฟเอโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว ในส่วนขั้นตอนวิธีการแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพลได้นำขั้นตอนวิธีการ BPELGEN เดิมที่แปลงไดเรกอะไซคลิกกราฟเป็นภาษาบีเพลมาปรับปรุงและมาประยุกต์ให้สามารถแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพลได้ โดยจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือทำให้กระบวนการประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นและมีขั้นตอนในการแปลงเป็นภาษาบีเพลที่สนับสนุนการประกอบเว็บเซอร์วิสได้มากขึ้นกว่าเดิม

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและปรับปรุงการนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิส ด้วยอีดีเอฟเอ ดังนี้

ทำการปรับปรุงนิยามของอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไข ปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว นำเสนอวิธีการแปลงอีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไขเป็นภาษาบีเพล โดยทำการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธี BPELGEN เดิมให้สามารถที่จะแปลงเป็นภาษาบีเพลได้ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือทำให้กระบวนการประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายและขั้นตอนที่นำเสนอไปสามารถสนับสนุนการประกอบเว็บเซอร์วิสได้มากขึ้นกว่าเดิม

## 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การปรับปรุงอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไข และนำเสนอขั้นตอนในการแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นบีเพล ซึ่งช่วยลดสถานะและความซับซ้อน ทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น และแสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ครบถ้วน

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้คือ

- 1) ปรับปรุงอีดีเอฟเอให้รองรับการระบุเงื่อนไข
- 2) นำเสนอขั้นตอนในการแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นบีเพล
- 3) อีดีเอฟเอที่ได้ปรับปรุงและขั้นตอนวิธีที่ได้นำเสนอไป สามารถสนับสนุนทุกรูปแบบของการประกอบเว็บเซอร์วิส คือ สามารถแสดงการประกอบในรูปแบบ ลำดับ ขนาน วนซ้ำและทางเลือกได้ ทำให้กระบวนการประกอบเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น

## 1.5 ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

- 1) ศึกษาการนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคเรกอะไซคลิกกราฟ และ อีดีเอฟเอ ศึกษาจุดเด่นจุดด้อยในแต่ละรูปแบบรวมไปถึงการศึกษาวิธีการแปลงการนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสเป็นภาษาบีเพล

2) ทำการตั้งสมมติฐาน โดยคาดว่า ถ้าเพิ่มเซตของเงื่อนไขในนิยามของอีดีเอฟจะทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นเนื่องจากสามารถนำเงื่อนไขไปใช้ในการประกอบในรูปแบบของวนซ้ำและทางเลือกได้ง่ายและง่ายต่อการนำเงื่อนไขไปใช้ในการแปลงเป็นภาษาบีเพล ซึ่งจะสนับสนุนในทุกแง่มุมในการประกอบเว็บเซอร์วิส

3) ทำการปรับปรุงนิยามอีดีเอฟโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไข ปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว และนำเสนอวิธีการแปลงเป็นภาษาบีเพล

4) ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแปลงเป็นภาษาบีเพลที่ได้นำเสนอไปพร้อมทั้งสรุปผล และเสนอแนวทางการพัฒนางานวิจัย

5) เขียนวิทยานิพนธ์

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิทยานิพนธ์นี้มีประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังนี้

1) ทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นครอบคลุมทุกคุณสมบัติในการประกอบเว็บเซอร์วิส

2) มีขั้นตอนในการแปลงจากอีดีเอฟแบบ-ซีเป็นภาษาบีเพล

3) สามารถนำแนวคิดจากขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ ไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาโปรแกรมในการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบอัตโนมัติ

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยเน้นเกี่ยวกับการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟและการแปลงกราฟเป็นบีเฟล โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

### 2.1 เว็บเซอร์วิส

#### 2.1.1 ความหมายของเซอร์วิส

เซอร์วิส (Service) [1] หมายถึงฟังก์ชันการทำงานที่มีการกำหนดขอบเขตการทำงานไว้อย่างชัดเจน ในรูปของอินเทอร์เฟซ ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นสัญญาที่ระบุไว้เกี่ยวกับการให้บริการนั้นๆ เซอร์วิสจะทำงานได้ด้วยตัวเองตามขอบเขตงานที่กำหนดไว้ โดยไม่ขึ้นกับสถานะของเซอร์วิสอื่น และไม่ขึ้นกับเทคโนโลยีใดโดยเฉพาะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ให้บริการเซอร์วิสนั้น

#### 2.1.2 ความหมายของเว็บเซอร์วิส

การเชื่อมต่อ กับเซอร์วิสเพื่อเรียกใช้บริการนั้น ทำได้โดยอาศัยเทคโนโลยี เช่น เว็บเซอร์วิส (Web Services) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันเพราะมีพื้นฐานอยู่บนเอกซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language: XML) ซึ่งเป็นมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ไม่ขึ้นกับภาษาโปรแกรมและระบบปฏิบัติการ จึงเป็นสื่อกลางที่ทำให้ซอฟต์แวร์ต่างๆ แลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ ในการทำงานของเว็บเซอร์วิสจะประกอบด้วยมาตรฐานหลักๆ 4 อย่างคือ

1. เอกซ์เอ็มแอลเป็นภาษามาร์กอัปที่เป็น Text-based ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน โดยผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบและกำหนดมาตรฐานของ XML คือ W3C โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญดังต่อไปนี้

- เอกซ์เอ็มแอลเป็นมาตรฐานในการทำเอกสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- เอกซ์เอ็มแอลมีคุณลักษณะเป็น Platform independence สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบใดแพลตฟอร์มไหนก็ได้

- เอกซ์เอ็มแอล เป็นภาษาที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถอธิบายนิยามของข้อมูลได้ จึงมีการจัดโครงสร้างข้อมูลและแบ่งข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่และส่วนประกอบย่อย
- ไม่มีแท็กที่ถูกนิยามไว้ก่อน อนุญาตให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างแท็กขึ้นมาเพื่ออธิบายข้อมูล โดยผู้พัฒนาสามารถกำหนดแท็กและใช้งานได้ทันที
- เอกซ์เอ็มแอล ได้รับการสนับสนุนจากโปรแกรมต่างๆ ไป
- เอกซ์เอ็มแอล มีความกะทัดรัด เข้าใจง่ายและใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง

จากที่กล่าวมาเอกซ์เอ็มแอลจึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เว็บเซอร์วิสสามารถติดต่อกันในระบบที่มีความแตกต่างกันทั้งภาษาและระบบปฏิบัติการ

2. โซป (Simple Object Access Protocol: SOAP) โซปเป็นโพรโทคอล (Protocol) ที่กำหนดรูปแบบข้อมูลเอกซ์เอ็มแอลสำหรับการส่งข้อความโดยใช้โพรโทคอลสื่อสารที่มีอยู่แล้ว เช่น เอชทีทีพี (HTTP) หรือ เอสเอ็มทีพี (SMTP) สำหรับการนำส่ง แต่เอชทีทีพีเป็นโพรโทคอลสื่อสารที่นิยมใช้มากกว่าในเว็บเซอร์วิส และเนื่องจากการที่เอชทีทีพีเป็นโพรโทคอลมาตรฐานสำหรับอินเทอร์เน็ตและมีใช้กันแพร่หลายอยู่แล้ว ความนิยมแพร่หลายของเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสในปัจจุบันส่วนหนึ่งจึงมาจากการที่สามารถสื่อสารข้อความโดยอาศัยเอชทีทีพีนั่นเอง โครงสร้างของโซปเป็นดังรูปที่ 2.1 โดยข้อความโซปเปรียบเสมือนกับข้อความที่บรรจุในซองจดหมายและถูกนำส่งไปยังปลายทาง ข้อความโซปประกอบด้วยส่วนหัว (Header) ซึ่งส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ โดยใช้สำหรับบรรจุข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ส่งสำหรับใช้ในการตรวจสอบสิทธิ์การเรียกใช้เซอร์วิส เป็นต้น อีกส่วนหนึ่งคือส่วนเนื้อความ (Body) ซึ่งได้แก่ข้อมูลใดๆ ที่ต้องการสื่อสาร

```
<SOAP:Envelope xmlns:SOAP=
  "http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <SOAP:Header>
    <!-- content of header goes here -->
  </SOAP:Header>
  <SOAP:Body>
    <!-- content of body goes here -->
  </SOAP:Body>
</SOAP:Envelope>
```

รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของโซป

3. คับบลิวเอสดีแอล(Web Services Description Language: WSDL) คือ เอกสารเอกซ์เอ็มแอล ที่อธิบายรายละเอียดในการติดต่อกับเว็บเซอร์วิส เพื่อให้แอปพลิเคชันที่ต้องการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสรู้ว่าเซอร์วิสนั้นให้บริการอะไรบ้าง และจะติดต่อได้อย่างไร รายละเอียดในคับบลิวเอสดีแอลสามารถแบ่งเป็นออกเป็นคำอธิบายเชิงนามธรรม (Abstract Description) และคำอธิบายเชิงรูปธรรม (Concrete Description) คำอธิบายเชิงนามธรรมจะระบุอินเทอร์เฟซของการให้บริการ ซึ่งกำหนดโอเปอเรชันและรูปแบบของข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ของโอเปอเรชัน ส่วนคำอธิบายในเชิงรูปธรรมนั้นจะอธิบาย โพรโทคอลสื่อสารที่ใช้ในการติดต่อกับโอเปอเรชันรูปแบบการติดต่อรูปแบบข้อความ และตำแหน่งที่อยู่ที่เป็นจุดติดต่อเซอร์วิส โดยจุดที่สำคัญภายในคับบลิวเอสดีแอล ที่เกี่ยวกับการติดต่อและการเรียกใช้บริการของเว็บเซอร์วิส ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงแท็กสำคัญในเอกสารคับบลิวเอสดีแอล

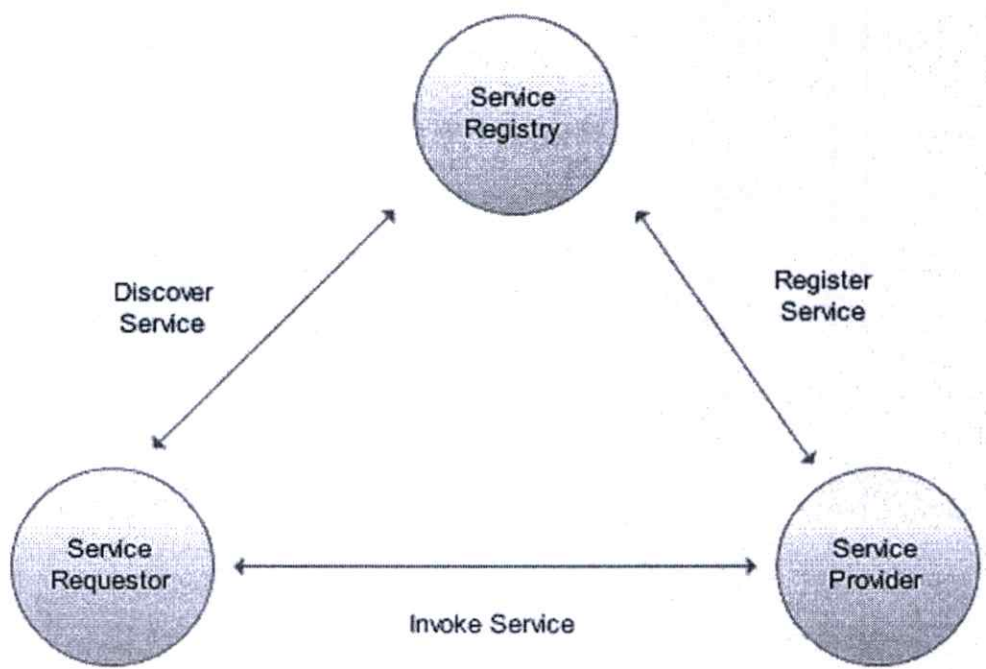
| Element     | Definition                                                                                                                                              |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <portType>  | เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในคับบลิวเอสดีแอลที่อธิบายถึงโอเปอเรชันที่เว็บเซอร์วิสที่มีให้บริการและเมสเสจที่เกี่ยวข้อง เทียบได้กับฟังก์ชัน ในการเขียน โปรแกรม |
| <operation> | อธิบายถึงโอเปอเรชันที่ให้บริการ เว็บเซอร์วิสหนึ่งจะมีโอเปอเรชันจำนวนกี่โอเปอเรชันก็ได้                                                                  |
| <message >  | อธิบายถึง data element ของโอเปอเรชัน ในแต่ละเมสเสจอาจมีมากกว่าหนึ่งเทียบได้กับพารามิเตอร์ของฟังก์ชันในการเขียน โปรแกรม                                  |
| <types>     | อธิบายชนิดข้อมูลที่เว็บเซอร์วิสใช้                                                                                                                      |
| <binding>   | อธิบายรูปแบบของเมสเสจและ protocol detail ในแต่ละ port                                                                                                   |
| <service>   | ในเว็บเซอร์วิสจะมีเว็บเซอร์วิสจำนวนกี่บริการก็ได้ และชื่อเว็บเซอร์วิสจะเป็นตัวจำแนกและบ่งบอกแต่ละบริการซึ่งห้ามมีชื่อที่ซ้ำกัน                          |

4. ยูคิดีไอ (Universal Description, Discovery, and Integration: UDDI) เป็นไดเรกทอรี ที่เก็บรวบรวมเว็บเซอร์วิสที่มีการลงทะเบียนไว้โดยจะเก็บรวบรวมข้อมูลของเว็บเซอร์วิสต่างๆ ไว้ในรูปแบบ คับบลิวเอสดีแอล หน้าของยูคิดีไอจะคล้ายกับ เว็บไดเรกทอรีที่ช่วยให้ผู้พัฒนาเว็บเซอร์วิสได้ประกาศหรือประชาสัมพันธ์บริการของตนเองสู่สาธารณะ และช่วยให้ผู้ใช้เว็บเซอร์วิสค้นพบเว็บเซอร์วิสที่ต้องการใช้งาน

### 2.1.3 โมเดลการทำงานของเว็บเซอร์วิส

เว็บเซอร์วิสถือเป็นเทคโนโลยีการที่ถูกพัฒนาออกมาตามสถาปัตยกรรมเอส โอเอ (Service-Oriented Architecture: SOA) ซึ่งเป็นหลักการออกแบบแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ที่มุ่งเน้นให้แอปพลิเคชันสามารถทำงานร่วมกันได้ โดยไม่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม ระบบปฏิบัติการ และภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ทั้งนี้การพัฒนาตามสถาปัตยกรรมเอส โอเอจะเป็นการสร้างองค์ประกอบซอฟต์แวร์ต่างๆ ให้บริการเพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้ และทำให้บริการต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกันโดยแทบไม่มีข้อจำกัดใดๆ ดังนั้นเว็บเซอร์วิสจึงมีลักษณะตามหลักของเอส โอเอซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ผู้ให้บริการ (Service Provider) ผู้ให้บริการจะมีหน้าที่ในการพัฒนาและติดตั้งเว็บเซอร์วิส และเป็นผู้ที่นิยามความหมายของเซอร์วิสและลงทะเบียนเซอร์วิสกับเซอร์วิสรีจิสทรี (Service Registry)
- ผู้ใช้บริการ (Service Requestor) ผู้ใช้บริการจะเป็นผู้เรียกใช้เว็บเซอร์วิส โดยอาจทำการค้นหาเซอร์วิสจาก เซอร์วิสรีจิสทรี แล้วทำการเรียกใช้เซอร์วิสจากผู้ให้บริการ
- เซอร์วิสรีจิสทรี มีหน้าที่ในการรับลงทะเบียนและช่วยในการค้นหาเว็บเซอร์วิส เซอร์วิสรีจิสทรีจะเก็บรายละเอียดของเว็บเซอร์วิสต่างๆ เช่น นิยาม และตำแหน่งของเว็บเซอร์วิส ทำหน้าที่คล้ายกับสมุดโทรศัพท์เพื่อช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถค้นหาเซอร์วิสที่ต้องการได้



รูปที่ 2.2 โมเดลการทำงานของเว็บเซอร์วิส

## 2.2 การประกอบเว็บเซอร์วิส (Web Service Composition)

ในกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process) ปัจจุบันที่มีความซับซ้อน ซึ่งในงานแต่ละงานไม่สามารถใช้เว็บเซอร์วิสเพียงตัวเดียวได้ จำเป็นต้องเอานำหลายๆ เว็บเซอร์วิสมาทำงานร่วมกัน (Service Composition)[3] ตัวอย่างเช่น ในธุรกิจการท่องเที่ยวต้องอาศัยบริการเกี่ยวกับโรงแรม บริการจองตั๋วเครื่องบิน บริการรถเช่า และร้านอาหาร เพื่อให้ได้บริการที่ครบวงจร และบรรลุเป้าหมายทางธุรกิจ โดยการประกอบเว็บเซอร์วิสเข้าด้วยกันจะใช้ภาษา เช่น บีเพล [1], WSFL [6] และ XLANG [7] ในการกำหนดถึงวิธีการและลำดับการดำเนินการร่วมกันของเว็บเซอร์วิส ในปัจจุบันมีวิธีการประกอบเว็บเซอร์วิสมี 3 รูปแบบคือ

1) การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยตัวเอง (Manual Composition) ผู้พัฒนาจะต้องทำทุกๆ ขั้นตอนในการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยตัวเอง เช่น การค้นหาเว็บเซอร์วิส การเลือกและการประกอบเว็บเซอร์วิส

2) การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic Composition) เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้สามารถทำการเลือกบริการหรือการรวมบริการเองซึ่งผู้ใช้ต้องทั้งการจัดการ ทั้งการเลือกบริการ รวมบริการและการเชื่อมโยงบริการ

3) การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบอัตโนมัติ (Automatic Composition) เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาข้างต้น โดยนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เช่น AI Planning มาใช้ในการเลือกบริการและรวมบริการ ทำให้เกิดกระบวนการอย่างอัตโนมัติ

## 2.3 บีเพล

บีเพลเป็นภาษาที่นิยมใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยเป็นภาษาที่ใช้กำหนดถึงวิธีการและลำดับขั้นตอนของการดำเนินการร่วมกัน ซึ่งเกิดขึ้นจากความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานร่วมกันระหว่าง มาตรฐาน WSFL [7] ของ IBM และมาตรฐาน XLANG [8] ของไมโครซอฟต์ เพื่อให้เกิดมาตรฐานที่ดีที่สุดโดยนำข้อดีของทั้งสองมาตรฐานมารวมกัน โดยได้กำหนดเป็นเวอร์ชันแรกเมื่อเดือนสิงหาคมปี 2002 ซึ่งต่อมาทางโอเอซิส (The Organization for the Advancement of Structured Information Standards: OASIS) [6] ได้ประกาศให้บีเพล 1.1 เป็นมาตรฐานสำหรับการพัฒนากระบวนการทางธุรกิจบนเว็บเซอร์วิส ดังรูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของภาษาบีเพล

```

<process name="Purchase"
  instantiation="message">
  <sequence>
    <action name="ReceiveOrder"
      role="Agent" operation=
        "tns:Order">
    </action>
    <action name="Confirm"
      role="Agent" operation=
        "tns:Confirm">
      <correlate correlation=
        "tns:ordered"/>
      <call process="tns:
        Purchase"/>
    </action>
  </sequence>
</process>

```

### รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาษาบีเพล

ดังรูปที่ 2.3 ลักษณะของบีเพลเป็นภาษาที่ถูกสร้างด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอล ทุกเอกสารบีเพลจะเริ่มต้นด้วยแท็ก <process> ภายในจะประกอบด้วยชื่อและ name space ของโปรเซส แท็ก <partner> เป็นการกำหนดการร้องขอเว็บเซอร์วิสภายนอก แท็ก <Variable> เป็นการกำหนดข้อมูลของโปรเซส ซึ่งถูกกำหนดไว้ในเอกสารดับบลิวเอสดีแอล ในส่วนถัดมาจะเป็นแท็กที่แสดงถึงกิจกรรมของเว็บเซอร์วิสซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กิจกรรมหลักๆ คือ

- กิจกรรมพื้นฐาน (Basic Activity) เป็นแท็กที่แสดงถึงกิจกรรมในการสื่อสารกันระหว่างเว็บเซอร์วิส ซึ่งประกอบด้วยแท็กต่างๆ ดังนี้คือ

|             |                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------|
| <invoke>    | การร้องขอการทำงานของเว็บเซอร์วิส                        |
| <receive>   | การรับการร้องขอจากเว็บเซอร์วิส                          |
| <reply>     | การตอบกลับการดำเนินการของอินพุท/เอาต์พุท (input/output) |
| <wait>      | การรอคอย                                                |
| <assign>    | การคัดลอกข้อมูลจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง                 |
| <throw>     | ตรวจสอบความผิดปกติ                                      |
| <terminate> | สิ้นสุดการทำงานของเซอร์วิส                              |
| <empty>     | ไม่ดำเนินการใดๆ                                         |

- กิจกรรมที่เกี่ยวกับโครงสร้าง (Structure Activity) เป็นแท็กที่ระบุถึงโครงสร้างในการทำงานของเว็บเซอร์วิสซึ่งประกอบด้วยแท็กสำคัญ

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| <sequence> | กำหนดการทำงานแบบลำดับ    |
| <switch>   | กำหนดการทำงานแบบทางเลือก |
| <while>    | กำหนดการทำงานแบบวนซ้ำ    |
| <flow>     | กำหนดการทำงานแบบขนาน     |

- แต่ละแท็กจะมีโครงสร้างในการกำหนดการทำงานของเว็บเซอรัวิสดังรูปที่ 2-4

```
<sequence standard-attributes
  standard-elements
  activity+
</sequence>
```

โครงสร้างการทำงานแบบลำดับ

```
<flow standard-attributes
  standard-elements
  activity+
</flow>
```

โครงสร้างการทำงานแบบขนาน

```
<switch standard-attributes
  standard-elements
  <case condition="bool-expr">+
    activity
  </case>
  <otherwise>
    activity
  </otherwise>
</switch>
```

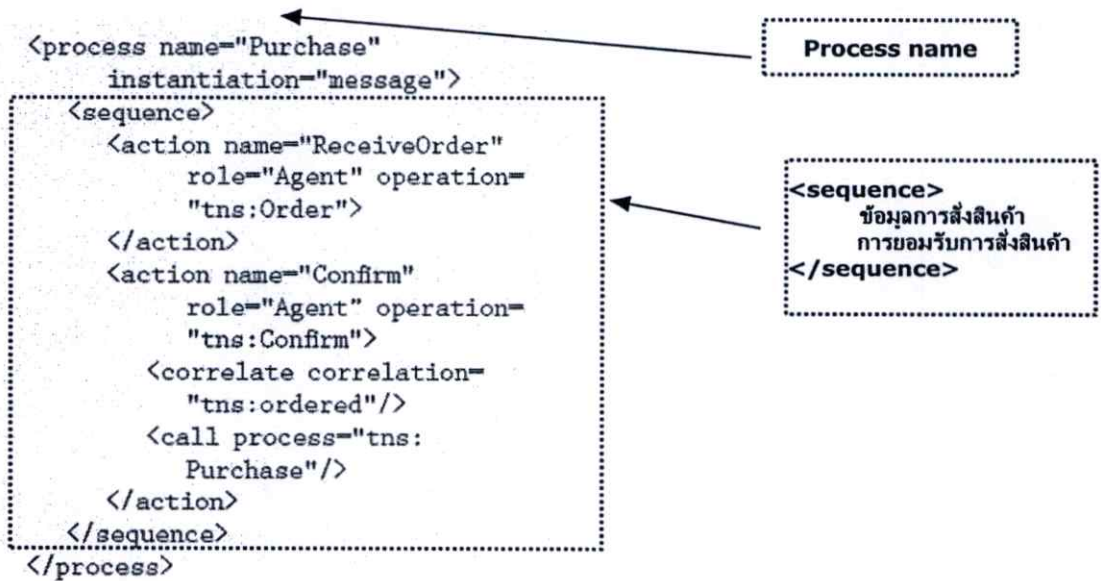
โครงสร้างการทำงานแบบทางเลือก

```
<while condition="bool-expr" standard-attributes
  standard-elements
  activity
</while>
```

โครงสร้างการทำงานแบบวนซ้ำ

#### รูปที่ 2.4 โครงสร้างในแต่ละแท็กของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง

ดังตัวอย่างบีเพลรูปที่ 2.5 แสดงบีเพลการซื้อสินค้าโดยประกอบด้วยการทำงานคือ การรับข้อมูลการสั่งสินค้าและการยอมรับการสั่งสินค้า โดยในแต่ละการทำงานจะคู่วิธีการติดต่อเว็บเซอรัวิส การเรียกใช้โอเปอเรชันและการรับส่งค่าพารามิเตอร์จากเอกสารฉบับลิวเอสดีแอลของแต่ละเว็บเซอรัวิสที่ได้ประกาศไว้บนยูคิดีไอ ในส่วนกำหนดการทำงานร่วมกัน จะกำหนดด้วยแท็กโครงสร้างดังตัวอย่างดังรูป แท็ก Sequence ควบคุมลำดับการทำงานของ การรับข้อมูลการสั่งสินค้า และ การยอมรับการสั่งสินค้า



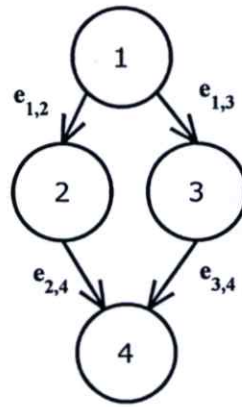
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการทำงานของภาษาบีเพิล

## 2.4 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟ

การเขียนบีเพิลโดยตรงเพื่อการประกอบที่ซับซ้อนนั้นเป็นขั้นตอนยุ่งยากที่น่าเบื่อและอาจเกิดข้อผิดพลาด เนื่องจากไม่เห็นภาพรวมการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจนและต้องเขียนองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการประกอบเว็บเซอร์วิส วิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวก็คือการแสดงผลการประกอบกันของเซอร์วิสในรูปของกราฟก่อนแปลงเป็นภาษาบีเพิล ซึ่งในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ทำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟดังต่อไปนี้

### 2.4.1 การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคเรอะไซคลิกกราฟ

งานวิจัยของ Gu Ning, Yiwen Zhu, Tun Lu, Fang Wang [2] ได้นำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคเรอะไซคลิกกราฟและวิธีการแปลงเป็นภาษาบีเพิล โดยนำไปใช้ในระบบ SASO (Semantic and Automatic Service Orchestration system) ซึ่งเป็นระบบในการประกอบเว็บเซอร์วิสอย่างอัตโนมัติ ซึ่งนำเอาไคเรอะไซคลิกกราฟ มานำเสนอแผนการประกอบเว็บเซอร์วิส (Composition Plan) ดังรูปที่ 2.6

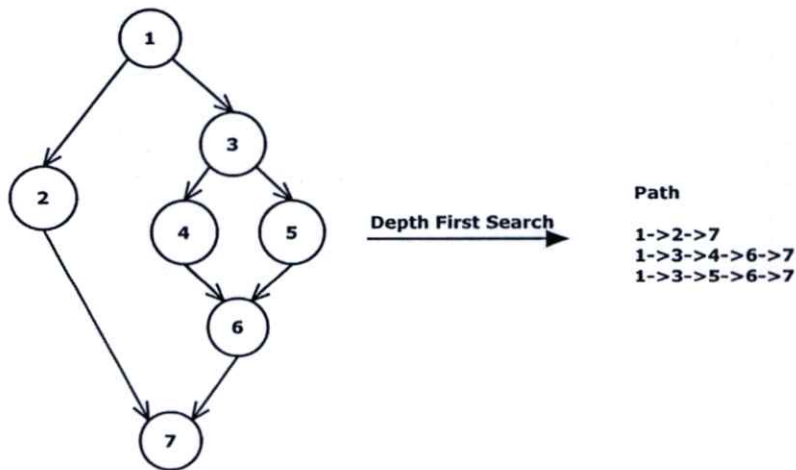


รูปที่ 2.6 การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอร์อะไซคลิกกราฟ

ลักษณะของไคลเอร์อะไซคลิกกราฟเป็นกราฟที่มีทิศทางที่ไม่มีวงซ้ำ การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอร์อะไซคลิกกราฟจะแทนแต่ละโหนดด้วยโอเปอเรชันของเว็บเซอร์วิส เส้นทางที่เชื่อมกัน แต่ละโหนดจะแสดงการติดต่อสื่อสารกันระหว่างโอเปอเรชันและแสดงถึงการไหลของข้อมูลจากโหนดหนึ่งไปอีกโหนดหนึ่ง ตัวอย่างดังรูปที่ 2.6 โอเปอเรชันของเว็บเซอร์วิส แทนด้วยโหนด 1, 2, 3 และ 4 เส้นทาง  $e_{1,2}$  แสดงการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง โหนด 1 กับโหนด 2 โดยมีการส่งข้อมูลจาก โหนด 1 ไปโหนด 2 ในการประมวลผลโหนดที่มาก่อนจะถูกประมวลผลก่อน เช่น โหนด 4 จะถูกประมวลผลหลังจาก โหนด 3 กับ 2

ขั้นตอนวิธี BPELGEN[2] เป็นขั้นตอนวิธีที่แปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอร์อะไซคลิกกราฟเป็นบีเฟล โดยสามารถแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ในรูปแบบขนานและลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการแปลงมีดังนี้คือ

1. การหาเส้นทางทั้งหมดของไคลเอร์อะไซคลิกกราฟด้วยวิธีการค้นหาแนวลึก (Depth First Search: DFS) จากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดสุดท้าย



รูปที่ 2.7 การหาเส้นทางของไคลเอร์อะไซคลิกกราฟด้วยวิธีการค้นหาแนวลึก

2. นำเส้นทางที่ได้มาจัดกลุ่มเส้นทางด้วยขั้นตอนวิธี PIPG (Partition of Independent Part Group) [2] โดยในขั้นตอนวิธีนี้จะพิจารณาจากนิยามดังนี้คือ

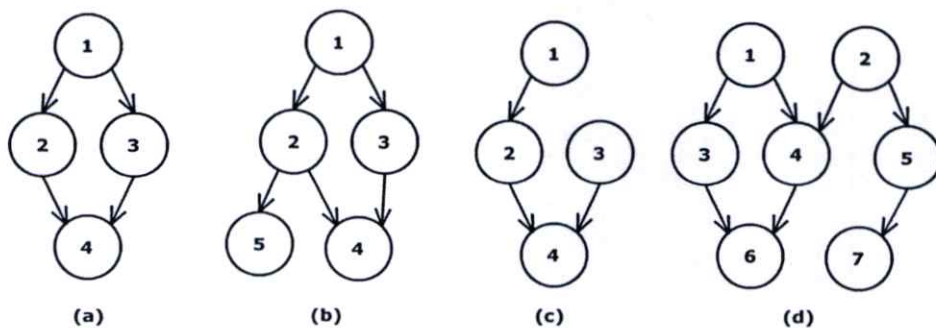
**นิยามที่ 1** เส้นทางที่สัมพันธ์กันและเส้นทางที่ไม่สัมพันธ์กัน เส้นทาง A และ B สัมพันธ์กันก็ต่อเมื่อมีบางโหนดของทั้งสองเส้นทางเหมือนกัน ในขณะที่เส้นทาง A และ B ไม่สัมพันธ์ก็ต่อเมื่อโหนดของทั้งสองเส้นทางไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

ตัวอย่างเช่น เส้นทาง 1->2->7 สัมพันธ์กันกับเส้นทาง 1->3->5->6->7 เนื่องจากมีโหนด 1 และ 7 เหมือนกัน

**นิยามที่ 2** เส้นทางทั้งหมดที่สัมพันธ์กันจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ตัวอย่างเช่น เส้นทาง 1->2->7 เส้นทาง 1->3->5->6->7 กับเส้นทาง 1->3->4->6->7 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพราะทั้งทุกเส้นเป็นเส้นทางที่สัมพันธ์กัน

3. นำกลุ่มเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนวิธี PIPG มาสร้างภาษาบีเพลโดยจะพิจารณาจากจำนวนกลุ่มเส้นทางคือ

3.1 กรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง จะทำการสร้างภาษาบีเพลโดยพิจารณาจากโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้ายของทุกๆ เส้นทาง หากมีโหนดเริ่มต้นหรือโหนดสุดท้ายเหมือนกันจะถูกประมวลผลออกมา ดังรูปที่ 2.8 แสดงไครกอะไซคลิกกราฟกรณีต่างๆ ในหนึ่งกลุ่มเส้นทาง โดยแยกเป็นกรณีต่างๆ ตามแตกต่างโหนดเริ่มต้นหรือโหนดสุดท้าย จากรูป 2.8(a) แสดง เมื่อผ่านกระบวนการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีการค้นหาแนวลึกแล้วจะได้เส้นทางดังตารางที่ 1(a)-(d) ซึ่งจะเข้ากรณี หนึ่งกลุ่มเส้นทาง จากนั้นทำการสร้างภาษาบีเพลโดยพิจารณาโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้ายที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ตัวอย่าง เช่น ในกรณีตารางที่ 1(a) มีโหนดเริ่มต้น 1 และโหนดสุดท้าย 4 เหมือนกันในทุกๆ เส้นทาง โหนด 1 และ 4 จะถูกประมวลผลออกมา จากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดโหนดที่ประมวลผลทิ้งแล้วจะเหลือเส้นทาง 2 และ 3 ซึ่งจะถูกพิจารณาในขั้นตอน 4 ต่อไป



รูปที่ 2.8 แสดงกรณีต่างๆ ของหนึ่งกลุ่มเส้นทาง

ตารางที่ 2.2 แสดงผลลัพธ์จากการหาเส้นทางและแปลงจากเส้นทางเป็นภาษาบีเพลจากรูป 2.8

|                             | (a)                       | (b)                     | (c)                | (d)                                            |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| เส้นทางในกลุ่ม<br>เส้นทาง   | 1-2-4<br>1-3-4            | 1-2-4<br>1-2-5<br>1-3-4 | 1-2-4<br>3-4<br>1  | 1-3-6<br>1-4-6<br>2-4-6<br>2-5-7               |
| ผลลัพธ์ที่ได้จากการ<br>แปลง | <1><br><recursion><br><4> | <1><br><recursion>      | <recursion><br><4> | <flow><br><1><br><2><br></flow><br><recursion> |

3.2 กรณีหลายกลุ่มเส้นทางเป็นกรณีที่มีเส้นทางไม่สัมพันธ์กันและจัดออกมาได้หลายกลุ่มเส้นทาง ในขั้นตอนวิธี BPELGEN จะทำการประมวลในแต่ละกลุ่มของเส้นทางในรูปแบบขนาน โดยจะระบุในแต่ละกลุ่มของเส้นทางด้วยแท็ก <sequence> ดังผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงในตาราง 1(a) จะเหลือเส้นทาง 2 และ 3 เมื่อพิจารณาในขั้นตอนที่ 4 พบว่ายังมีโหนดที่ยังไม่ถูกประมวลผล ซึ่งจะถูกววนกลับมาพิจารณาในขั้นตอนที่ 2 ใหม่ ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการพิจารณาจะจัดกลุ่มเส้นทางได้ 2 กลุ่มเส้นทางคือ กลุ่มเส้นทางแรกจะมีเส้นทาง 2 และกลุ่มเส้นทางสองจะมีเส้นทาง 3 จากนั้นทำการแปลงเป็นภาษาบีเพลด้วยวิธีที่กล่าวข้างต้น ซึ่งจะได้ผลลัพธ์จากการแปลงในตารางที่ 2.2

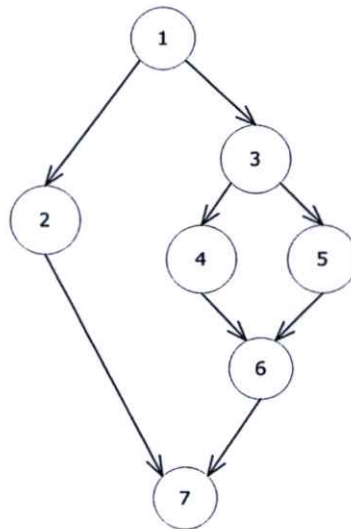
ตารางที่ 2.3 แสดงผลลัพธ์กรณีหลายกลุ่มเส้นทาง

|                                                        | กลุ่มเส้นทางที่ 1                | กลุ่มเส้นทางที่ 2                |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| เส้นทาง                                                | 2                                | 3                                |
| ผลลัพธ์ที่ได้<br>จากการแปลง<br>ในแต่ละกลุ่ม<br>เส้นทาง | <sequence><br><2><br></sequence> | <sequence><br><3><br></sequence> |
| บีเพล                                                  | <flow><br><sequence><br><2>      |                                  |

|  |                                                                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <pre> &lt;/sequence&gt; &lt;sequence&gt;   &lt;3 &gt; &lt;/sequence&gt; &lt;/flow&gt; </pre> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|

4 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนกว่าทุกโหนดในแต่ละเส้นทางจะถูกประมวลผลทั้งหมด

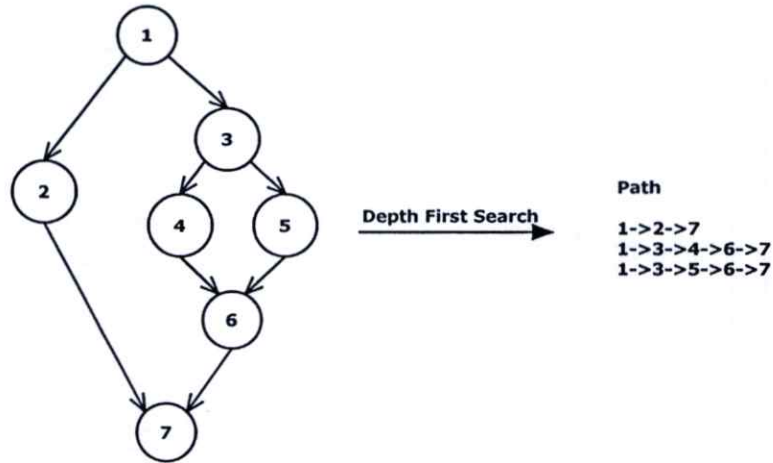
จากวิธีการ BPELGEN ข้างต้นจะแสดงตัวอย่างอย่างละเอียดในการแปลงจากไคเรกอะไซคลิกกราฟดังรูปที่ 2.9 เป็นภาษาบีเพล ดังนี้คือ



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคเร็กอะไซคลิกกราฟ

ตัวอย่างแสดงการแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคเร็กอะไซคลิกกราฟเป็นภาษาบีเพล โดยมีขั้นตอนวิธีในการแปลงดังนี้คือ

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 1 หาเส้นทางไคเร็กอะไซคลิกกราฟ



หาเส้นทางทั้งหมดของไคเร็กอะไซคลิกกราฟด้วยวิธีการค้นหาแนวลึกซึ่งจะได้เส้นทางดังรูปคือ เส้นทาง 1->2->7 เส้นทาง 1->3->4->6->7 และเส้นทาง 1->3->5->6->7

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง 1->2->7 เส้นทาง 1->3->4->6->7 และเส้นทาง 1->3->5->6->7 ที่ได้มาทำการจัดกลุ่มเส้นทางโดยพิจารณาเส้นทางที่สัมพันธ์กันของเส้นทาง จากเส้นทางที่ได้สามารถจัดกลุ่มเส้นทางได้ 1 กลุ่มเส้นทาง

|               |
|---------------|
| 1->2->7       |
| 1->3->4->6->7 |
| 1->3->5->6->7 |

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพล

นำกลุ่มเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาทำการสร้างภาษาบีเพล โดยจะสร้างภาษาบีเพลในกรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง โดยพิจารณาโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้าย ซึ่งจะพบว่ามีโหนด 1 เป็นโหนดเริ่มต้นและโหนด 7 เป็นโหนดสุดท้ายเหมือนกันในทุกๆ เส้นทาง โหนด 1 และ 7 จะถูกประมวลผลออกมา จากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดโหนดที่ประมวลผลทิ้งแล้วจะเหลือเส้นทาง 2 เส้นทาง 3->4->6 และ เส้นทาง 3->5->6, 3->5->6

&lt;1&gt;

&lt;recursion&gt;

&lt;7&gt;

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 4

นำเส้นทาง 2 เส้นทาง 3-&gt;4-&gt;6 และ เส้นทาง 3-&gt;5-&gt;6 ไปทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

**รอบที่ 2** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทางที่เหลือจากรอบที่หนึ่ง คือ เส้นทาง 3-&gt;4-&gt;6 และ เส้นทาง 3-&gt;5-&gt;6 มาจัดกลุ่มเส้นทาง ซึ่งจะจัดได้ 2 กลุ่มเส้นทาง

| กลุ่มเส้นทางที่ 1 | กลุ่มเส้นทางที่ 2  |
|-------------------|--------------------|
| 2                 | 3->4->6<br>3->5->6 |

**รอบที่ 2** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพด

นำกลุ่มเส้นทางที่ได้มาสร้างภาษาบีเพด ซึ่งกลุ่มเส้นทางที่ได้ข้างต้นจะมาสร้างภาษาบีเพดในกรณีหลายกลุ่มเส้นทางโดยจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

&lt;flow&gt;

&lt;sequence&gt;

&lt;2&gt;

&lt;/sequence&gt;

&lt;sequence&gt;

&lt;recursion&gt;

&lt;/sequence&gt;

&lt;/flow&gt;

**รอบที่ 2** ขั้นตอนที่ 4

นำเส้นทาง 3-&gt;4-&gt;6 และ เส้นทาง 3-&gt;5-&gt;6 มาทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

**รอบที่ 3** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง 3-&gt;4-&gt;6 และ เส้นทาง 3-&gt;5-&gt;6 มาจัดกลุ่มเส้นทางได้หนึ่งกลุ่มเส้นทาง

**รอบที่ 3** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพล

นำกลุ่มเส้นทางที่ได้มาสร้างภาษาบีเพลในกรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง เมื่อพิจารณาเส้นทางในกลุ่มของเส้นทางนี้ พบว่า มีโหนดเริ่มต้นและโหนดสิ้นสุดเหมือนกัน โดยได้ผลลัพธ์ในแปลงดังนี้

&lt;3&gt;

&lt;recursion&gt;

&lt;6&gt;

**รอบที่ 3** ขั้นตอนที่ 4

นำเส้นทาง 4 และ เส้นทาง 5 มาทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

**รอบที่ 4** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง 4 และ เส้นทาง 5 มาจัดกลุ่มเส้นทางได้ 2 กลุ่มเส้นทาง

**รอบที่ 4** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพล

นำกลุ่มของเส้นทางที่ได้มาสร้างภาษาบีเพลโดยเข้าในกรณีหลายกลุ่มเส้นทางโดยจะได้ผลลัพธ์

&lt;flow&gt;

&lt;sequence&gt;

&lt;4&gt;

&lt;/sequence&gt;

&lt;sequence&gt;

&lt;5 &gt;

&lt;/sequence&gt;

&lt;/flow&gt;

**รอบที่ 4** ขั้นตอนที่ 4

จบการทำงานเนื่องจากทุก โหนดถูกประมวลผล ซึ่งผลลัพธ์จากแปลงจากไคเร็กอะไซคลิกกราฟเป็นภาษาบีเพลจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

```

<1>
  <flow>
    <sequence>
      <2>
    </sequence>
    <sequence>
      <3>
        <flow>
          <sequence>
            <4>
          </sequence>
          <sequence>
            <5 >
          </sequence>
        </flow>
      <6>
    </sequence>
  </flow>
<7>

```

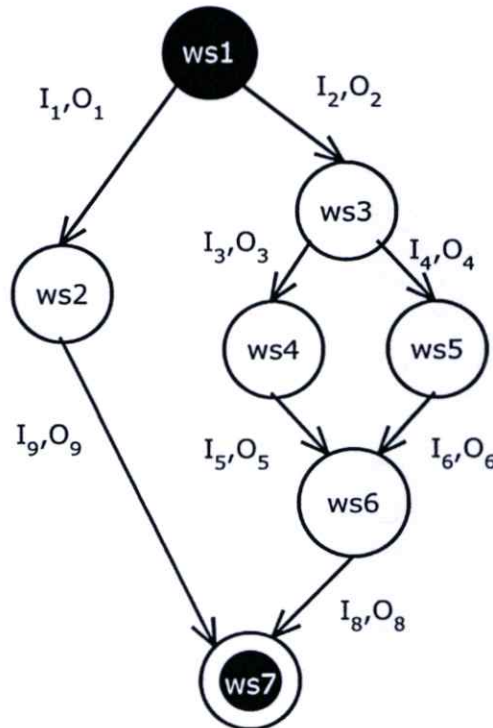
ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธี BPEL จะได้โครงสร้างการทำงานที่ร่วมของเว็บเซอร์วิส ในส่วนที่เป็นรายละเอียด เช่น ติดต่อกับเว็บเซอร์วิส การรับส่งพารามิเตอร์ จะดูจากเอกสารฉบับลิว เอสซีแอล

แม้ว่าไคลเอนท์จะคลิกกราฟเป็นวิธีการที่ทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นก็ตาม แต่ด้วยไคลเอนท์คลิกกราฟไม่สามารถแสดงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำและขาด ระบุเงื่อนไขที่นำไปใช้ในการประกอบในรูปแบบของทางเลือก จึงทำให้แสดงคุณสมบัติการ ประกอบเว็บเซอร์วิสได้ไม่สมบูรณ์

#### 2.4.2 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ

อีดีเอฟเอ[4],[5]เป็นรูปแบบหนึ่งที่ถูกนำเสนอขึ้นมาเพื่อใช้ในการนำเสนอเว็บเซอร์วิส โดยถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อชดเชยจุดบกพร่อง ของการนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยไคลเอนท์

ไซคลิกกราฟ ที่ไม่สามารถแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของการประกอบเว็บเซอร์วิส โดยไม่สามารถประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำและทางเลือกได้ ในขณะที่อีดีเอฟเอสามารถอธิบายและนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน คือ รูปแบบขนาน รูปแบบทางเลือก ลำดับและวนซ้ำ



รูปที่ 2.10 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ

จากรูป 2.10 แต่ละสถานะของอีดีเอฟเอ (State) คือเว็บเซอร์วิส สถานะ ws1, ws2, ws3, ws4, ws5, ws6 และ ws7 เป็นเว็บเซอร์วิส สหพหุคูณฟังก์ชัน (State transition function) ของอีดีเอฟเอจะแสดงการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลของเว็บเซอร์วิส โดยสหพหุคูณฟังก์ชันจะประกอบด้วยคู่ของอักขระข้อมูลเข้าและข้อมูลออก การเปลี่ยนสถานะจะพิจารณาตามอักขระข้อมูลเข้าและข้อมูลออก และยอมรับอีดีเอฟเอเมื่อจบการทำงานสถานะสุดท้าย (Final States หรือ accepting state) โดยนิยามของอีดีเอฟเอสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

**นิยาม** อีดีเอฟเอ (EDFA) กำหนดโดย  $M = (D, I, O, Q, \delta, \lambda, q_0, F)$  โดยที่

- D คือ ชุดอักขระ
- I คือ เป็นเซตจำกัดของข้อมูลเข้า
- O คือ เซตจำกัดของข้อมูลออก ซึ่ง I และ O เป็นสับเซตของเพาเวอร์เซต D
- Q คือ เซตจำกัดของสถานะ
- $q_0$  คือ สถานะเริ่มต้นของ M  $q_0 \in Q$

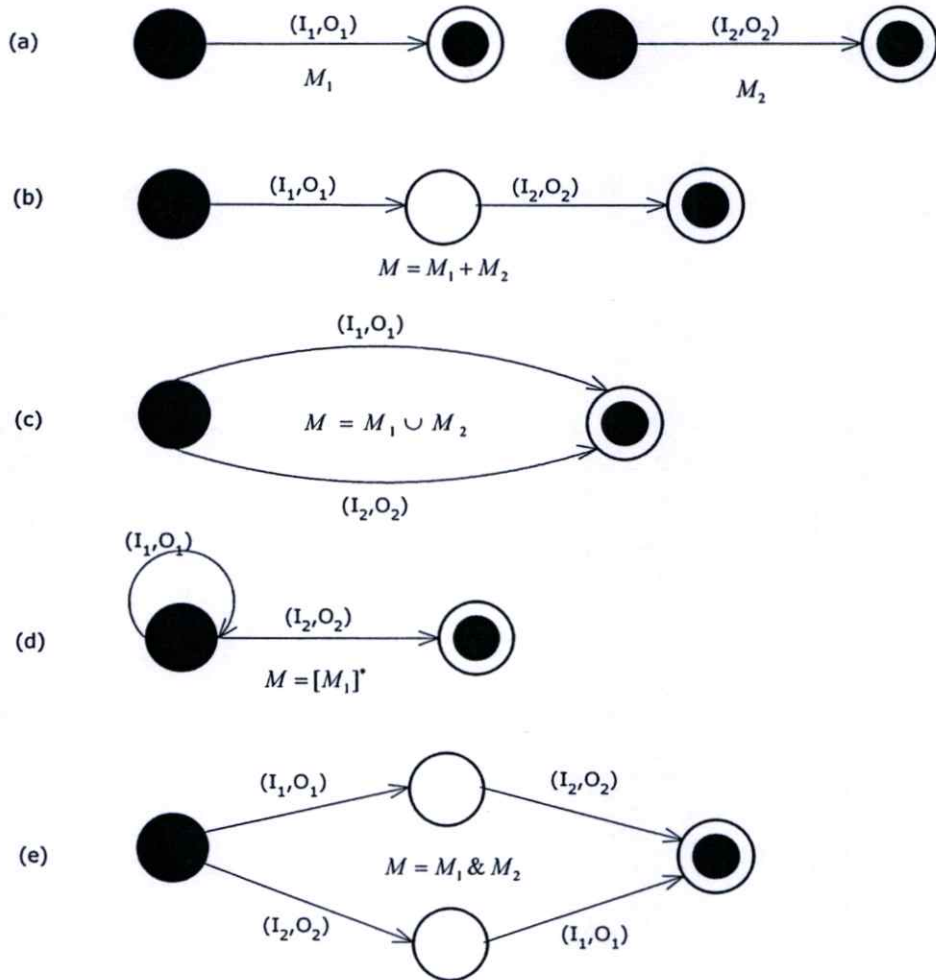
- F คือ เซตของสุดท้าย  $F \subseteq Q$
- $\Sigma$  จะประกอบด้วยอักขระคู่ของข้อมูลเข้าและข้อมูลออก  $\Sigma \subseteq I \times O$
- $\delta$  เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งข้อมูลเข้าและข้อมูลออก  $\delta : Q \times \Sigma \longrightarrow Q$
- $\lambda$  เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อสถานะได้รับอักขระข้อมูลเข้า  $\lambda : Q \times I \longrightarrow 2^O$

ส่วนรูปแบบของอีดีเอฟเอจะแทนสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้



edge  $\rightarrow$  เชื่อม 2 สถานะจะแสดงการเปลี่ยนสถานะซึ่ง ข้อมูลเข้าและข้อมูลออก จะบอกว่า ณ สถานะหนึ่งด้วย ข้อมูลเข้าและข้อมูลออกตัวนี้ จะพาไปยังอีกสถานะหนึ่ง

ความแตกต่างระหว่าง ดีเอฟเอ (Deterministic Finite Automata: DFA) [5]กับ อีดีเอฟเอ คือ สเตททรานซิชั่นของดีเอฟเอเป็นอักขระหรือตัวอักษร ในขณะที่สเตททรานซิชั่นอีดีเอฟเอประกอบด้วยคู่อข้อมูลเข้าและข้อมูลออก โดยในแต่ละคู่ของข้อมูลเข้าและออกจะประกอบด้วยชุดของตัวอักษร เช่น  $(I_1, O_1)$  ประกอบด้วย  $\{d_a, d_b, d_c, d_d, d_e, \dots, d_m\}, \{d_m, d_n, d_o, \dots, d_2\}$  เป็นต้น  $\lambda$  แสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อยอมรับข้อมูลเข้าที่เหมือนกัน อีดีเอฟเอสามารถอธิบายการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยสามารถนำเสนออะตอมมิกโพรเซส (Atomic Process) ซึ่งเป็นกระบวนการทางธุรกิจหรือการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเว็บเซอร์วิสที่อาจประกอบด้วยหลายเว็บเซอร์วิส โดยไม่สามารถแบ่งเป็นกระบวนการย่อยได้อีก ดังรูปที่ 2-16(a) และอธิบายคอมโพสิทโพรเซส (Composite Process) เป็นการนำอะตอมมิกโพรเซสหลายอันมาเชื่อมต่อกันด้วยโอเปอร์เรเตอร์เช่น คอนแคททีเนชัน (Concatenation), ยูเนียน (Union), โคลสเชอร์ส Closure และ ชัฟเฟอร์ (Shuffle) ในการเชื่อมกันในแต่ละรูปแบบจะแสดงคุณสมบัติการประกอบกันของเว็บเซอร์วิสได้ดังรูปที่ 2.11 (b)-(c)



รูปที่ 2.11 (a) แสดงอะตอมมิกโพรเซส (b)-(e) แสดงคอมโพสิทโพรเซส

การเชื่อมกันด้วยโอเปอเรเตอร์ต่างๆ จะแสดงคุณสมบัติการประกอบกันของเว็บเซอร์วิส คือ การเชื่อมต่อด้วย โอเปอเรเตอร์คอนแคทนิชันจะแสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบลำดับดังรูป 2.11(b) การเชื่อมต่อด้วยโอเปอเรเตอร์ยูเนียนจะแสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบทางเลือกดังรูป 2.11(c) การเชื่อมต่อด้วยโอเปอเรเตอร์โคลสเซอร์สจะแสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบวนซ้ำดังรูป 2.11(d) และ การเชื่อมต่อด้วยโอเปอเรเตอร์ซิทจะแสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบขนานดังรูป 2.11(e)

แม้ว่าอีดีเอฟเอจะสามารถแสดงคุณสมบัติของการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ครบถ้วน แต่ยังไม่มีการค้นคว้าในการแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นบีเพล ยิ่งไปกว่านั้นอีดีเอฟเอยังไม่รองรับการระบุเงื่อนไข ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเป็นประจำในขั้นตอนการประกอบเว็บเซอร์วิส ซึ่งทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ยากและซับซ้อน เนื่องจากต้องออกแบบอีดีเอฟเอให้สามารถอธิบายเงื่อนไขต่างๆ ได้

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยพัฒนาอีดีเอฟเอ-ซี ซึ่งหมายถึงอีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไข อีดีเอฟเอ-ซีนี้เกิดจากการปรับปรุงนิยามของอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไข

และปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว และขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซี ไปเป็นบีเพล ผลลัพธ์จากงานวิจัยพบว่าอีดีเอฟเอ-ซี และขั้นตอนวิธีที่เสนอสามารถสนับสนุนทุกแง่มุมของการประกอบเว็บเซอร์วิส และทำให้กระบวนการการประกอบเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น

### บทที่ 3

## การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหของอีดีเอฟเอที่ไม่รองรับการระบุเงื่อนไข โดยพัฒนาอีดีเอฟเอซี (Extended Deterministic Finite Automata Condition: EDFA-C) เกิดจากการปรับปรุงนิยามของอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว และนำเสนอขั้นตอนวิธีที่การแปลงจากอีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไขเป็นบีเพล

เนื้อหาในบทที่ 3 นี้จะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 1 แสดงการปรับปรุงอีดีเอฟเอและการนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี และในส่วนที่ 2 แสดงขั้นตอนวิธีการแปลงจากอีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไขเป็นภาษาบีเพล

### 3.1 การปรับปรุงอีดีเอฟเอและนำเสนออีดีเอฟเอ-ซี

จากนิยามของอีดีเอฟเอเดิมที่ไม่รองรับการระบุเงื่อนไขจึงทำให้เกิดปัญหาให้การประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของท่าช้าและทางเลือก ซึ่งต้องออกแบบอีดีเอฟเอให้สามารถอธิบายเงื่อนไขต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้มีสถานะจำนวนมาก ทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสยากและซับซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าว โดยเรียกในชื่อใหม่ว่าอีดีเอฟเอ-ซี ซึ่งมีนิยามดังนี้ คือ

**นิยาม** อีดีเอฟเอ-ซี (EDFA-C) กำหนดโดย  $M = (D, I_c, I_p, O, Q, \delta, \lambda, q_0, F)$  โดยที่

D คือ ชุดอักขระ

$I_p$  คือ เซตจำกัดของข้อมูลเข้าทั่วไป

$I_c$  คือ เซตจำกัดของเงื่อนไข

O คือ เซตจำกัดของข้อมูลออก ซึ่ง  $I_c, I_p$  และ O เป็นสับเซตของเพาเวอร์เซต D

Q คือ เซตจำกัดของสถานะ

$q_0$  คือ สถานะเริ่มต้นของ M  $q_0 \in Q$

F คือ เซตของสถานะสุดท้าย  $F \subseteq Q$

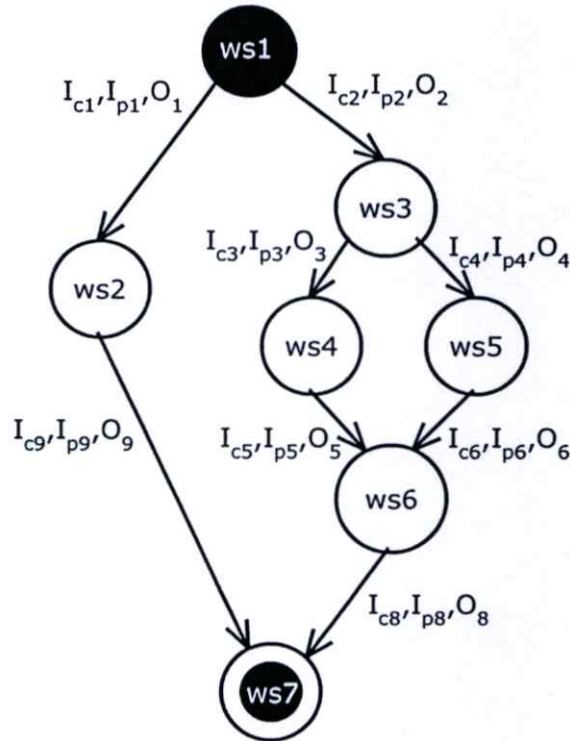
$\Sigma$  ประกอบด้วยอักขระ  $I_c, I_p$  และ O  $\Sigma \subseteq I_c \times I_p \times O$

$\delta$  เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งข้อมูลเข้า

และข้อมูลออก  $\delta : Q \times \Sigma \rightarrow Q$

- λ เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อสถานะได้รับอักขระข้อมูลเข้า  
 $\lambda : Q \times I_c \times I_p \longrightarrow 2^o$

จากนิยามข้างต้นข้อมูลเข้าจะมี 2 รูปแบบคือเซตของเงื่อนไข เช่น เช่าวีดีโอไม่เกิน 5 เรื่อง Balance < 1,000,000 เป็นต้น ซึ่งเซตของเงื่อนไขสามารถเป็นเซตว่างได้ และเซตของข้อมูลเข้าทั่วไป เช่น ข้อมูลการเช่าวีดีโอ ข้อมูลลูกค้า และข้อมูลบัตรเครดิต เป็นต้น สเตททรานซิชันประกอบด้วยของเซตของเงื่อนไข เซตของข้อมูลเข้าทั่วไป และเซตข้อมูลออก โดยข้อมูลในแต่ละตัวจะประกอบด้วยชุดอักขระ การเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งจะพิจารณาตามอักขระของเซตของเงื่อนไข เซตของข้อมูลเข้าทั่วไป และเซตข้อมูลออก λ แสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อยอมรับข้อมูลเซตของเงื่อนไข และเซตของข้อมูลเข้าทั่วไป โดยสามารถแสดงการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอแบบมีเงื่อนไข ดังรูปที่ 3.1

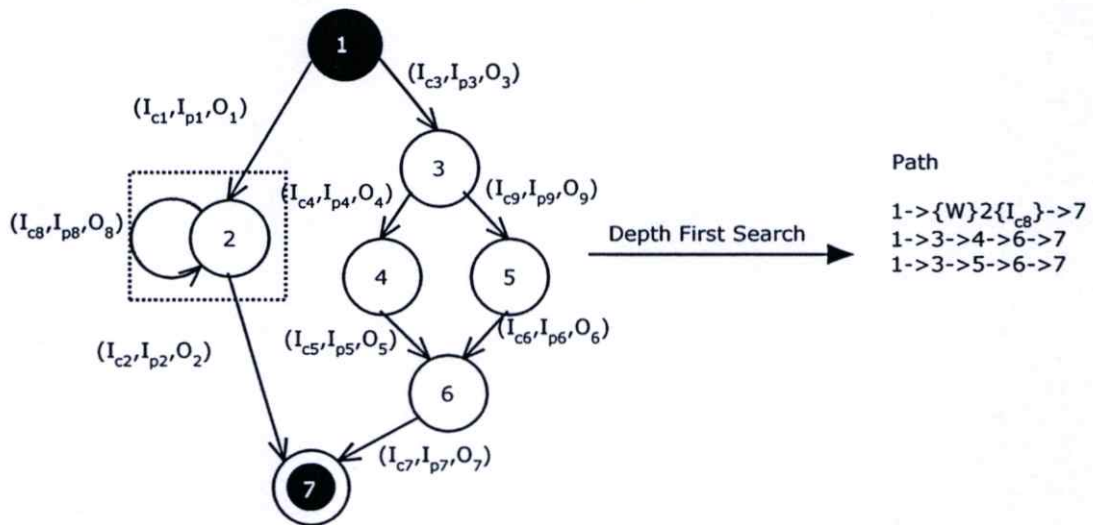


รูปที่ 3.1 การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี

### 3.2 วิธีการแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพล

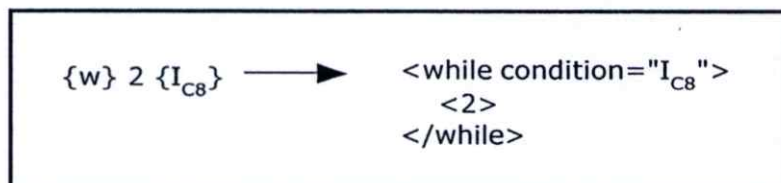
ขั้นตอนวิธีการแปลงจากการนำเสนอเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซีไปเป็นบีเพลจะนำขั้นตอนวิธี BPELGEN มาประยุกต์ โดยเพิ่มเติมในส่วนการสร้างภาษาบีเพลในรูปแบบทางเลือกและวนซ้ำ ซึ่งสามารถอธิบายการ BPELGEN ใหม่ได้ดังนี้คือ

1. เพิ่มเติมในส่วนการเก็บเส้นทางที่มีการวนซ้ำโดยกำหนดสัญลักษณ์  $\{w\}$  ตามด้วยสถานะที่มีการวนซ้ำ โดยทำการหาเส้นทางทั้งหมดของอีดีเอฟเอ-ซีด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแนวลึกหากพบเซตของเงื่อนไขจะเก็บไว้หน้าหลังสถานะ ดังรูปที่ 3.2



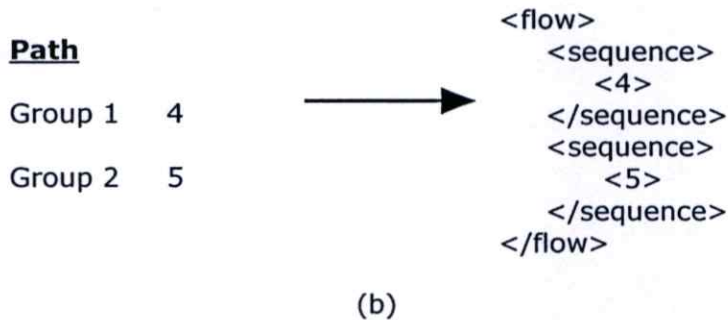
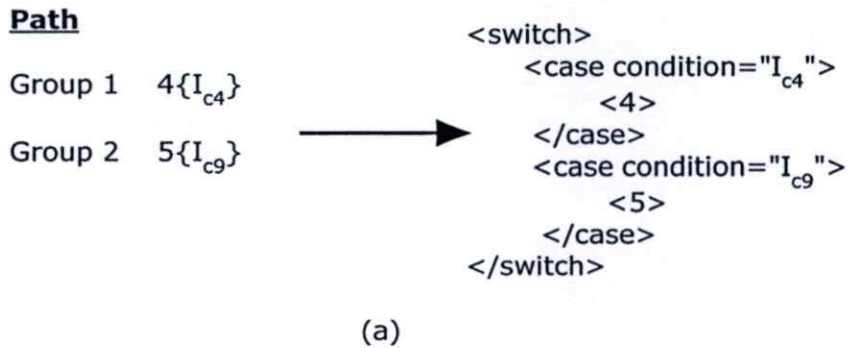
รูปที่ 3.2 แสดงผลลัพธ์ในหาเส้นทางของอีดีเอฟเอด้วยวิธีการการค้นหาแนวลึก

2. นำเส้นทางที่ได้มาจัดกลุ่มเส้นทางด้วยขั้นตอนวิธี PIPG  
 3. ส่วนการสร้างภาษาบีเพลจะเพิ่มเติมในส่วนการสร้างภาษาบีเพลในรูปแบบทางเลือกและวนซ้ำ ถ้าสถานะที่กำลังถูกประมวลผลมีสัญลักษณ์  $\{w\}$  นำหน้าสถานะ จะทำการแปลงเป็นภาษาบีเพลในรูปแบบของวนซ้ำดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำ

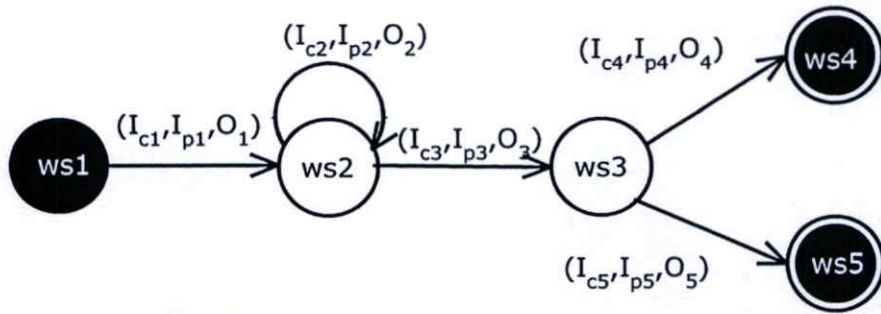
การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบทางเลือกจะทำการพิจารณาจากเซตของเงื่อนไขสำคัญลักษณะ  $\{I_i\}$  โดยจะพิจารณาจากกรณีดังตาราง 1(d) กับ กรณีมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มเส้นทาง ถ้าพบเซตของเงื่อนไขจะถูกสร้างเป็นบีเพลดังรูปที่ 10(a) แสดงผลลัพธ์ที่จากการแปลงกรณีพบเซตของเงื่อนไขซึ่งจะแปลงออกมาในรูปแบบทางเลือก และ 10(b) แสดงผลลัพธ์ที่จากการแปลงกรณีไม่พบเซตของเงื่อนไขซึ่งจะแปลงออกมาในรูปแบบขนาน



รูปที่ 3.4 การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบทางเลือกและขนาน

#### 4. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จนกว่าทุกสถานะจะถูกประมวลผล

จากการที่ได้เพิ่มเติมขั้นตอนวิธีการ BPELGEN ข้างต้นจะแสดงตัวอย่างในการแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซี ดังภาพที่ 3.5 เป็นภาษาบีเพลดังนี้คือ

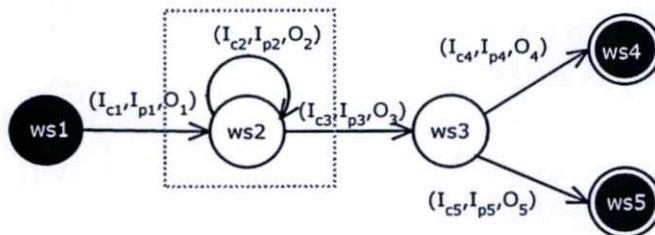


- |                                      |                                            |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| M = ร้านเช่าวีดีโอ                   | I <sub>c4</sub> = {ชำระเงินด้วยเงินสด}     |
| I <sub>c1</sub> = {}                 | I <sub>p4</sub> = {รายการเช่าวีดีโอ}       |
| I <sub>p1</sub> = {รหัสสมาชิก}       | O <sub>4</sub> = {ข้อมูลการชำระเงิน}       |
| O <sub>1</sub> = {ข้อมูลสมาชิก}      | I <sub>c5</sub> = {ชำระเงินผ่านบัตรเครดิต} |
| I <sub>c2</sub> = {วีดีโอ ≤ 5}       | I <sub>p5</sub> = {รายการเช่าวีดีโอ}       |
| I <sub>p2</sub> = {รหัสวีดีโอ}       | O <sub>5</sub> = {ข้อมูลการชำระเงิน}       |
| O <sub>2</sub> = {ข้อมูลวีดีโอ}      |                                            |
| I <sub>c3</sub> = {}                 |                                            |
| I <sub>p3</sub> = {รายการเช่าวีดีโอ} |                                            |
| O <sub>3</sub> = {รายการเช่าวีดีโอ}  |                                            |

รูปที่ 3.5 การประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซีของระบบร้านเช่าวีดีโอ

ตัวอย่างการแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเฟล

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 1 การหาเส้นทางอีดีเอฟเอ-ซี



↓ Depth first search

- Path
- ws1->{w}ws2{I<sub>c2</sub>}->ws3->ws4{I<sub>c4</sub>}
  - ws1->{w}ws2{I<sub>c2</sub>}->ws3->ws5{I<sub>c5</sub>}

ในขั้นตอนแรกทำการเก็บเส้นทางที่มีการวนซ้ำโดยกำหนดสัญลักษณ์ {w} จากนั้นทำการหาเส้นทางของอีดีเอฟเอ-ซีค้นหาแนวลึกซึ่งจะได้เส้นทางดังรูป คือ เส้นทาง ws1-> {w}ws2{I<sub>c2</sub>}->ws3->ws4{I<sub>c4</sub>} และเส้นทาง ws1->{w}ws2{I<sub>c2</sub>}->ws3->ws5{I<sub>c5</sub>}

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง  $ws1 \rightarrow \{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  และ  $ws1 \rightarrow \{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$  ที่ได้มาทำการจัดกลุ่มเส้นทางโดยพิจารณาเส้นทางที่สัมพันธ์กันของเส้นทาง จากเส้นทางที่ได้สามารถจัดกลุ่มเส้นทางได้ 1 กลุ่มเส้นทาง

|                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $ws1 \rightarrow \{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$<br>$ws1 \rightarrow \{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเฟล

นำกลุ่มเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาทำการสร้างภาษาบีเฟล โดยจะสร้างภาษาบีเฟลในกรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง เมื่อพิจารณาโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้าย ซึ่งจะพบว่ามีสถานะ  $ws1$  ซึ่งเป็นสถานะเริ่มต้น เหมือนกันทุกเส้นทาง สถานะ  $ws1$  จะถูกประมวลผลออกมา ทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดสถานะ  $ws1$  ทิ้ง จะเหลือเส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  กับเส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$

<ws1>

<recursion>

**รอบที่ 1** ขั้นตอนที่ 4

เส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  กับเส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$  ไปทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

**รอบที่ 2** ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทางที่เหลือจากรอบที่ 1 คือ เส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  กับเส้นทาง  $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$  มาจัดกลุ่มเส้นทาง จะได้ หนึ่งกลุ่มเส้นทาง

|                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$<br>$\{w\}ws2\{I_{c2}\} \rightarrow ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**รอบที่ 2** ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเฟล

กลุ่มเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาทำการสร้างภาษาบีเฟล โดยจะสร้างภาษาบีเฟลในกรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง เมื่อพิจารณาจะพบว่ามีสถานะ  $\{w\}ws2\{I_{c2}\}$  ซึ่งเป็นสถานะเริ่มต้น เหมือนกัน

ทุกเส้นทางและมีสัญลักษณ์  $\{w\}$  แสดงว่ามีการทำงานแบบวนซ้ำ สถานะ  $\{w\}ws2\{I_{c2}\}$  จะถูกประมวลผลออกมาในรูปแบบวนซ้ำ ทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดสถานะ  $\{w\}ws2\{I_{c2}\}$  ที่ทิ้ง จะเหลือเส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  กับเส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$

```
<while condition="vdo<=5">
  <ws2>
</while>
```

### รอบที่ 2 ขั้นตอนที่ 4

นำเส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  และ เส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$  มาทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

### รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$  และ เส้นทาง  $ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$  จากรอบที่ 2 มาจัดกลุ่มเส้นทางได้หนึ่งกลุ่มเส้นทาง

|                                 |
|---------------------------------|
| $ws3 \rightarrow ws4\{I_{c4}\}$ |
| $ws3 \rightarrow ws5\{I_{c5}\}$ |

### รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพล

นำกลุ่มเส้นทางที่ได้มาสร้างภาษาบีเพลในกรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง เมื่อพิจารณาเส้นทางในกลุ่มของเส้นทางนี้ พบว่า มีสถานะเริ่มต้น โดยได้ผลลัพธ์ในแปลงนี้

```
<ws3>
```

```
<recursion>
```

### รอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 4

นำเส้นทาง  $ws4\{I_{c4}\}$  และ เส้นทาง  $ws5\{I_{c5}\}$  มาทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

### รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 2 หาความสัมพันธ์ของเส้นทางและจัดกลุ่มเส้นทาง

นำเส้นทาง 4 และ เส้นทาง 5 มาจัดกลุ่มเส้นทางได้ 2 กลุ่มเส้นทาง

| กลุ่มเส้นทางที่ 1 | กลุ่มเส้นทางที่ 2 |
|-------------------|-------------------|
| $ws4\{I_{c4}\}$   | $ws5\{I_{c5}\}$   |

#### รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 3 สร้างภาษาบีเพล

นำกลุ่มของเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา สร้างภาษาบีเพลโดยเข้าในกรณีหลายกลุ่มเส้นทาง เมื่อพิจารณาจากเส้นทางพบว่ามีเงื่อนไข ดังนั้นเส้นทางเหล่านี้จะประมวลผลแบบทางเลือก

```
<switch>
  <case condition=" I04">
    <ws4>
  </case>
  <case condition=" I05">
    <ws5>
  </case>
</switch>
```

#### รอบที่ 4 ขั้นตอนที่ 4

จบการทำงานเนื่องจากทุกสถานะถูกประมวลผล ซึ่งผลลัพธ์จากแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพลจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
<ws1>
<while condition="vdo<=5">
  <ws2>
</while>
<ws3>
  <switch>
    <case condition="">
      <ws4>
    </case>
    <case condition="">
      <ws5>
    </case>
  </switch>
```

จากตัวอย่างที่แสดงข้างต้น แสดงให้เห็นว่า BPELGEN ที่ได้รับการปรับปรุงสามารถแปลงออกมาเป็นบีเพลได้ถูกต้องครอบคลุมทุกรูปแบบในการประกอบเว็บเซอร์วิส

## บทที่ 4

### การทดลอง

การปรับปรุงอีดีเอฟเอโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและเสนอขั้นตอนวิธีแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซี เป็นบีเพล พร้อมกับตัวอย่างที่ได้เสนอในบทที่ 3 ในบทนี้จะนำเสนอวิธีการทดลอง ความถูกต้องของผลลัพธ์จากการทดลอง โดยจะพิจารณาอีดีเอฟเอ-ซีตามที่ผู้ใช้ออกแบบและสามารถแปลงได้ครบทุกคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิส

#### 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

##### 4.1.1 ฮาร์ดแวร์

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) : Intel Core 2 Duo Processor 2.00 GHz

หน่วยความจำหลัก (RAM) : 2 GB

หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk) : 160 GB

หน่วยประมวลผลภาพ (VGA Card): Mobile Intel Graphics Media Accelerator X3100

##### 4.1.2 ซอฟต์แวร์

ระบบปฏิบัติการ (OS) : Window XP Service Pack 3 Professional

ตัวแปลภาษาจาวาของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม

โปรแกรมที่ใช้ออกแบบอีดีเอฟเอ-ซี : JFLAP

โปรแกรมในการพัฒนา BPELGEN : MyEclipse Enterprise Workbench 5.0 GA

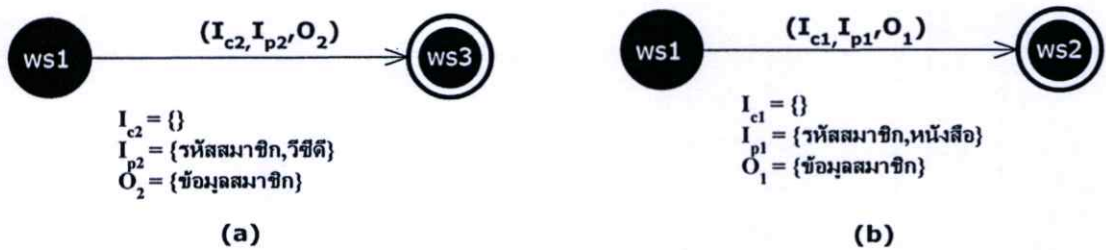
โปรแกรมในการพัฒนา บีเพล : BPEL plugins

เว็บเซอร์วิสของร้านเช่าหนังสือและวีซีดี

## 4.2 ออกแบบการทดลอง

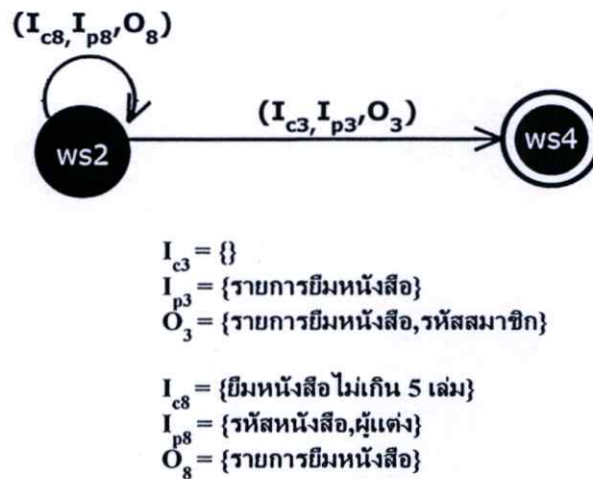
การออกแบบการทดลองจะพิจารณาระบบร้านเช่าหนังสือและวีซีดี ซึ่งครอบคลุมทุกคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิส คือ ลำดับ ทางเลือก วนซ้ำ และขนาน จากนั้นทำการสร้างเว็บเซอร์วิสต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาประกอบกันเป็นกระบวนการต่างๆ ในระบบร้านเช่าหนังสือและวีซีดี ดังนี้คือ

- กระบวนการตรวจสอบสมาชิก โดยจะประกอบด้วยสองส่วนคือ การตรวจสอบสมาชิกร้านเช่าวีซีดี และ การตรวจสอบสมาชิก



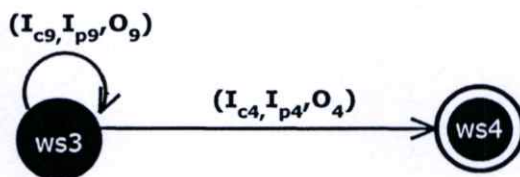
รูปที่ 4.1 กระบวนการตรวจสอบสมาชิก

- กระบวนการยืมหนังสือ โดยกำหนดเงื่อนไขในการยืมหนังสือไม่เกิน 5 เล่ม และจะส่งค่ากลับมาเป็นรายการยืมหนังสือ



รูปที่ 4.2 กระบวนการยืมหนังสือ

- กระบวนการเช่าวีซีดี โดยกำหนดเงื่อนไขการเช่าวีดีโอไม่เกิน 5 เรื่องต่อครั้งและ  
ส่งค่ากลับมาเป็นรายการเช่าวีซีดี

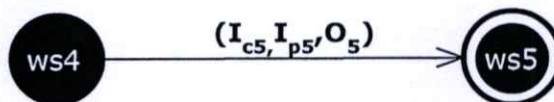


$I_{c4} = \{\}$   
 $I_{p4} = \{\text{รายการเช่าวีซีดี}\}$   
 $O_4 = \{\text{รายการเช่าวีซีดี, รหัสสมาชิก}\}$

$I_{c9} = \{\text{เช่าวีซีดีไม่เกิน 5 เรื่อง}\}$   
 $I_{p9} = \{\text{รหัสวีซีดี, ชื่อเรื่อง}\}$   
 $O_9 = \{\text{รายการเช่าวีซีดี}\}$

รูปที่ 4.3 กระบวนการเช่าวีซีดี

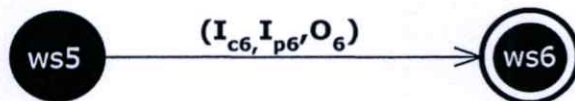
- กระบวนการคำนวณค่าใช้จ่าย จะนำรายการยืมหนังสือและรายการเช่าวีซีดี มา  
คำนวณหาค่าใช้จ่าย



$I_{c5} = \{\}$   
 $I_{p5} = \{\text{รายการเช่าวีซีดี, รายการยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก}\}$   
 $O_5 = \{\text{รายการชำระเงิน}\}$

รูปที่ 4.4 กระบวนการคำนวณค่าใช้จ่าย

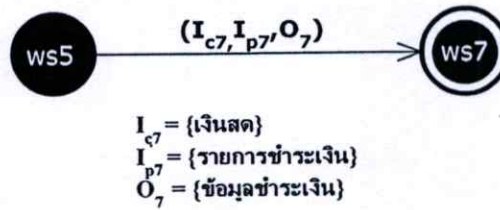
- กระบวนการชำระเงินผ่านบัตรเครดิต



$I_{c6} = \{\text{บัตรเครดิต}\}$   
 $I_{p6} = \{\text{รายการชำระเงิน}\}$   
 $O_6 = \{\text{ข้อมูลชำระเงิน}\}$

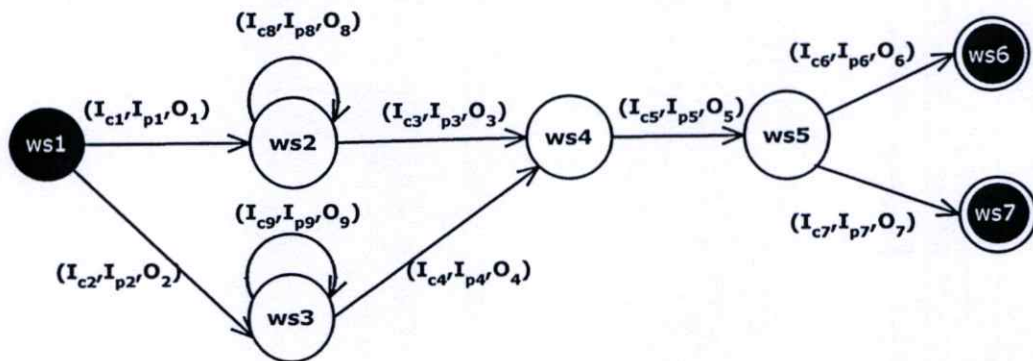
รูปที่ 4.5 กระบวนการชำระเงินผ่านบัตรเครดิต

- กระบวนการชำระเงินแบบเงินสด



รูปที่ 4.6 กระบวนการชำระเงินแบบเงินสด

หลังจากออกแบบแล้ว นำกระบวนการต่างๆ ในระบบร้านเช่าหนังสือและวีซีดี มาเชื่อมกันด้วย โอเปอเรเตอร์ เช่น คอนแคทเทนชัน (Concatenation), ยูเนียน (Union), โคลสเชอร์ส Closure และ ชัฟเฟอ์ (Shuffle) ตามที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งจะได้อีดีเฟอ-ซีร้านเช่าหนังสือและวีซีดีดังรูปที่ 4.7



M = ร้านเช่าหนังสือและวีซีดี  
 $I_{c1} = \{\}$   
 $I_{p1} = \{\text{รหัสสมาชิก, หนังสือ}\}$   
 $O_1 = \{\text{ข้อมูลสมาชิก}\}$

$I_{c2} = \{\}$   
 $I_{p2} = \{\text{รหัสสมาชิก, วีซีดี}\}$   
 $O_2 = \{\text{ข้อมูลสมาชิก}\}$

$I_{c3} = \{\text{รายการยืมหนังสือ}\}$   
 $O_3 = \{\text{รายการยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก}\}$

$I_{c4} = \{\text{รายการเช่าวีซีดี}\}$   
 $O_4 = \{\text{รายการเช่าวีซีดี, รหัสสมาชิก}\}$

$I_{c5} = \{\}$   
 $I_{p5} = \{\text{รายการเช่าวีซีดี, รายการยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก}\}$   
 $O_5 = \{\text{รายการชำระเงิน}\}$

$I_{c6} = \{\text{บัตรเครดิต}\}$   
 $I_{p6} = \{\text{รายการชำระเงิน}\}$   
 $O_6 = \{\text{ข้อมูลชำระเงิน}\}$

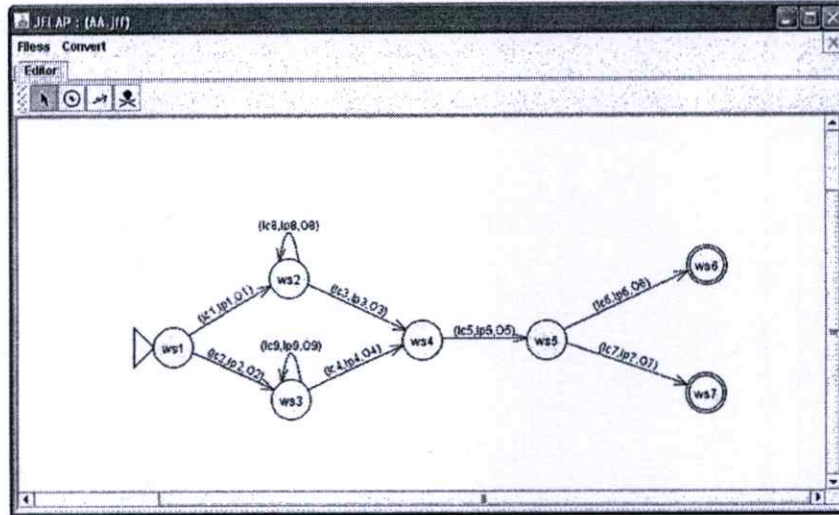
$I_{c7} = \{\text{เงินสด}\}$   
 $I_{p7} = \{\text{รายการชำระเงิน}\}$   
 $O_7 = \{\text{ข้อมูลชำระเงิน}\}$

$I_{c8} = \{\text{ยืมหนังสือไม่เกิน 5 เล่ม}\}$   
 $I_{p8} = \{\text{รหัสหนังสือ, ผู้แต่ง}\}$   
 $O_8 = \{\text{รายการยืมหนังสือ}\}$

$I_{c9} = \{\text{เช่าวีซีดีไม่เกิน 5 เรื่อง}\}$   
 $I_{p9} = \{\text{รหัสวีซีดี, ชื่อเรื่อง}\}$   
 $O_9 = \{\text{รายการเช่าวีซีดี}\}$

รูปที่ 4.7 อีดีเฟอ-ซีร้านเช่าหนังสือและวีซีดี

หลังจากที่ได้ออกแบบแล้ว นำเอาอีดีเฟอ-ซีที่ได้ออกแบบมาการสร้างอีดีเฟอ-ซีด้วย โปรแกรม JFLAP ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 สร้างอีดีเอฟเอ-ซีด้วยโปรแกรม JFLAP

จากนั้นใช้ขั้นตอนวิธี BPELGEN ที่ได้ทำการปรับปรุง ที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 แปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีร้านเช่าหนังสือและวีซีดีมาเป็นบีเพล

### 4.3 ผลการทดลอง

จากการแปลงเป็นภาษาบีเพลจะได้โครงสร้างบีเพลของ ร้านเช่าหนังสือและวีซีดีได้ดังรูปที่ 4.9

```

<ws1>
  <flow>
    <sequence>
      <while condition="Ic8">
        <ws2>
        </while>
      </sequence>
      <sequence>
        <while condition="Ic9">
          <ws3>
          </while>
        </sequence>
      </flow>
    <ws4>
    <ws5>
    <switch>
      <case condition="Ic6">
        <ws6>
      </case>
      <case condition="Ic7">
        <ws7>
      </case>
    </switch>
  
```

รูปที่ 4.9 บีเพลร้านเช่าหนังสือและวีซีดี

จากรูปที่ 4.9 แสดงโครงสร้างบีเพลของร้านเช่าหนังสือและวีซีดีซึ่งแสดงถึงการทำงานร่วมกันของกระบวนการต่างๆ ตามที่ผู้ใช้ได้ออกแบบไว้ จากนั้นทำการแปลงเป็นบีเพลที่สมบูรณ์ด้วยโปรแกรม BPEL Designer ซึ่งจะได้บีเพลที่สมบูรณ์ดังรูปที่ 4.10

```

<process name="BOOKANDVCD"
  targetNamespace="http://eclipse.org/bpel/sample"
  suppressJoinFailure="yes"
  xmlns:tns="http://eclipse.org/bpel/sample"
  xmlns:bpel="http://docs.oasis-

<process name="BOOKANDVCD"
  targetNamespace="http://eclipse.org/bpel/sample"
  suppressJoinFailure="yes"
  xmlns:tns="http://eclipse.org/bpel/sample"
  xmlns:bpel="http://docs.oasis-
open.org/wsbpel/1.1/process/executable"
>
  <flow name="BuyBookandVCD">
    <sequence>
      <while name="book" condition="getVariableData('BookData')<=5"
        <invoke partnerLink="rentalbooksandvcd"
          portType="rent:RentBookPT"
          operation="RentBook"
          inputVariable="AccountName,BookID" />
        <receive partnerLink="rentalbooksandvcd"
          portType="rent:BookCallbackPT"
          operation="RentBookCallback"
          variable="BookData" />
      </while>
    </sequence>
    <sequence>
      <while name="vcd" condition="getVariableData('VCDDATA')<=2"
        <invoke partnerLink="rentalbooksandvcd"
          portType="rent:RentVCDPT"
          operation="RentVCD"
          inputVariable="AccountName,VCDID" />
        <receive partnerLink="DeltaAirlines"
          portType="rent:VCDCallbackPT"
          operation="RentVCDCallback"
          variable="VCDDATA" />
      </while>
    </while>
    </sequence>
  </flow>

  <invoke partnerLink="rentalbooksandvcd"
    portType="rent:CalculatedPT"
    operation="Calculated"
    inputVariable="VCDDATA,BookDATA,AccountName" />

  <receive partnerLink="rentalbooksandvcd"
    portType="rent:PaymentCallbackPT"
    operation="PaymentCallback"
    variable="PaymentDetail" />

  <switch>
  <case condition="getPayment('BookandVCDPayment')='Credit' ">
    <invoke partnerLink="rentalbooksandvcd"
      portType="rent:CreditPT"
      operation="Credit"
      inputVariable="PaymentDetail" />

    <receive partnerLink="rentalbooksandvcd"
      portType="rent:FlightCallbackPT"
      operation="informationCallback"

```

```

        variable="Paymentinformation" />
    </case>
    <case condition="getPayment('BookandVCDPayment')='Cash' ">
        <invoke partnerLink="rentalbooksandvcd"
            portType="rent:CashPT"
            operation="Cash"
            inputVariable="PaymentDetail" />

        <receive partnerLink="rentalbooksandvcd"
            portType="rent:informationCallbackPT"
            operation="informationCallback"
            variable="Paymentinformation" />
    </case>
</switch>
</process>

```

#### รูปที่ 4.10 บีเพลที่สมบูรณ์ร้านเช่าวิดีโอ

ผลลัพธ์จากการทดลองพบว่า ขั้นตอนวิธี BPELGEN ที่ได้ปรับปรุงแล้ว สามารถแปลงเป็น บีเพลได้ครบทุกคุณสมบัตินการประกอบเว็บเซอร์วิสตามที่ได้ออกแบบในระบบร้านเช่าหนังสือและ วีซีดีคือ

- บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบวนซ้ำ ดังรูปที่ 4.11 แสดงการยืมหนังสือ โดยมีเงื่อนไขคือสามารถยืมหนังสือได้ไม่เกิน 5 เล่มต่อครั้ง

```

<while condition="Ic8">
    <ws2>
    <while>

```

#### รูปที่ 4.11 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบวนซ้ำ

- บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางเลือก จากรูปที่ 4.12 เป็นการชำระเงิน โดยสามารถเลือกชำระเงินด้วยเงินสดและบัตรเครดิต

```

<switch>
    <case condition="Ic6">
        <ws6>
    </case>
    <case condition="Ic7">
        <ws7>
    </case>
</switch>

```

#### รูปที่ 4.12 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางเลือก

- บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางขนานและลำดับ จากรูปที่ 4.13 แสดงการทำงานในรูปแบบขนานโดยสามารถในการยืมหนังสือและเช่าวีซีดีได้พร้อมกัน และแท็ก sequence เป็นการกำหนดในแต่ละการทำงานในส่วนการยืมหนังสือและเช่าวีซีดีออกจากกัน

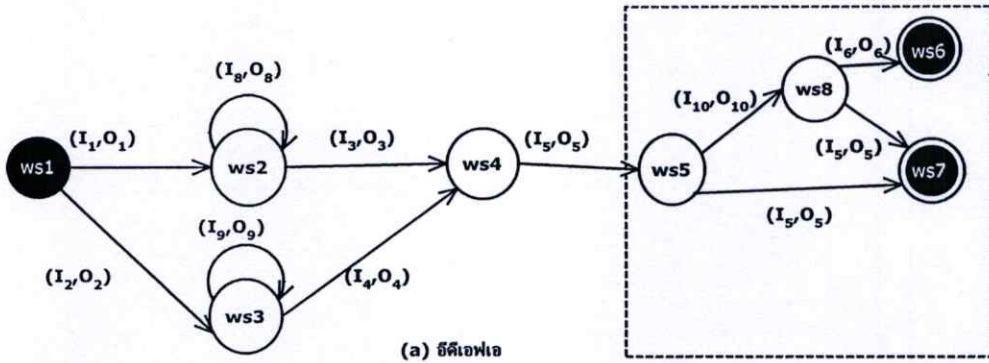
```

<flow>
  <sequence>
    <while condition="Ic8">
      <ws2>
        <while>
      </while>
    </sequence>
    <sequence>
      <while condition="Ic8">
        <ws2>
          <while>
        </while>
      </sequence>
    </flow>

```

รูปที่ 4.13 บีเพลของการประกอบเว็บเซอร์วิสรูปแบบทางขนานและลำดับ

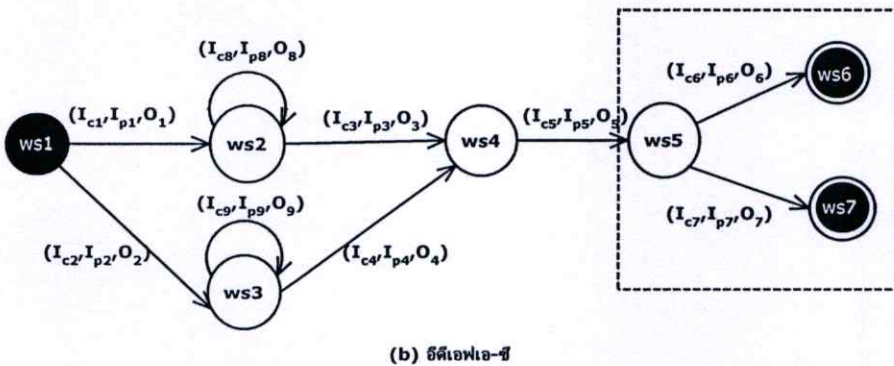
อีดีเอฟเอ ร้านเช่าหนังสือและวีซีดี ดังรูปที่ 4.14(a) จากรูปจะเห็นได้ว่าการที่อีดีเอฟเอไม่รองรับการระบุเงื่อนไข ทำให้ต้องเพิ่มสถานะอื่นๆ เข้ามาเพื่ออธิบายเงื่อนไขเหล่านั้น เช่น ในส่วนการชำระเงินต้องเพิ่มการตรวจสอบยอดชำระเงินคือ ถ้ายอดชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับ 500 บาท สามารถชำระเงินได้ทั้งเงินสดและบัตรเครดิต แต่ถ้ามียอดเงินไม่ถึง 500 บาท สามารถชำระเงินได้แค่แบบเงินสดเพียงช่องทางเดียว ซึ่งทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสมีความซับซ้อนมาก ขณะที่อีดีเอฟเอ-ซีทีได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 4.14(b) ที่ได้มาจากการปรับปรุงอีดีเอฟเอโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไข ทำให้สามารถนำเงื่อนไขมาใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิสได้โดยตรง เช่น นำเงื่อนไขยอดชำระเงินมากกว่าหรือเท่ากับ 500 บาทมาเป็นเงื่อนไขรวมกับการชำระเงินด้วยบัตรเครดิต ซึ่งจะช่วยลดสถานะและความซับซ้อนทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น



- M = ร้านเช่าหนังสือและวีซีดี
- I<sub>1</sub> = {รหัสสมาชิก, หนังสือ}
- O<sub>1</sub> = {ข้อมูลสมาชิก}
- I<sub>2</sub> = {รหัสสมาชิก, วีซีดี}
- O<sub>2</sub> = {ข้อมูลสมาชิก}
- I<sub>3</sub> = {รายการยืมหนังสือ}
- O<sub>3</sub> = {รายการยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก}
- I<sub>4</sub> = {รายการเช่าวีซีดี}
- O<sub>4</sub> = {รายการเช่าวีซีดี, รหัสสมาชิก}

- I<sub>5</sub> = {รายการเช่าวีซีดี, รายการยืมหนังสือ, รหัสสมาชิก}
- O<sub>5</sub> = {รายการชำระเงิน}
- I<sub>6</sub> = {รายการชำระเงิน, บัตรเครดิต, ผ่าน}
- O<sub>6</sub> = {ข้อมูลชำระเงิน}
- I<sub>7</sub> = {รายการชำระเงิน, เงินสด}
- O<sub>7</sub> = {ข้อมูลชำระเงิน}
- I<sub>8</sub> = {ยืมหนังสือไม่เกิน 5 เล่ม}
- I<sub>p8</sub> = {รหัสหนังสือ, ผู้เช่า}
- O<sub>8</sub> = {รายการยืมหนังสือ}

- I<sub>c9</sub> = {เช่าวีซีดีไม่เกิน 5 เรื่อง}
- I<sub>p9</sub> = {รหัสวีซีดี, ชื่อเรื่อง}
- O<sub>9</sub> = {รายการเช่าวีซีดี}
- I<sub>10</sub> = {รายการชำระเงิน, บัตรเครดิต}
- O<sub>10</sub> = {ผ่านหรือไม่ผ่าน}



รูปที่ 4.14 อีดีเอฟเอและอีดีเอฟเอ-ซี

บีเพลที่ได้จากการแปลงมีลำดับการทำงานที่ถูกต้องตามที่ผู้ใช้ได้ทำการออกแบบไว้ และขั้นตอนวิธีที่ได้นำเสนอสามารถแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ครบทุกรูปแบบ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Business Process Execution Language for Web Services Version 1.1. BPA, IBM, Microsoft. At [http://www.106.ibm.com/developerworks/webservice /library/ws-bpel/2003](http://www.106.ibm.com/developerworks/webservice/library/ws-bpel/2003)
- [2] G. Ning, Yiwen, Tun Lu, and Fang Wang “BPELGEN : An Algorithm of Automatically Converting from Web Service Composition Plan to BPEL4WS,” IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, vol. 51, no. 5, pp. 1002-1009, 2007.
- [3] J. Rao and Xiaomeng Su “A Survey of Automated Web Service Composition Methods”,[http://www.cs.cmu.edu/~jinghai/papers/survey\\_rao.pdf](http://www.cs.cmu.edu/~jinghai/papers/survey_rao.pdf).
- [4] L. Lei and Zhenhua Duan, “Automating Web Service Composition for Collaboration Business Processes”Proceedings of the 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Workin Design, 2007.
- [5] L. Lei, and Zhenhua “Tranforming OWL-S Process Model into EDFA for Service Discovery,” IEEE International Conference on Web Service(ICWS’06), 2006.
- [6] OASIS UDDI Specifications. OASIS.H. <http://www.oasis-open.org/committees/uddi-spec/doc/tcspecs.htm#uddiv3>.
- [7] R. Cover, “Web Services Flow Language (WSFL)”, <http://xml.coverpages.org/wsfl.html>.
- [8] R. Cover, “XLANG, <http://xml.coverpages.org/xlang.html>.

ภาคผนวก  
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ผลลัพธ์จากงานวิจัยพบว่าอีดีเอฟเอ-ซี และขั้นตอนวิธีที่เสนอสามารถสนับสนุนทุกแง่มุมของการประกอบเว็บเซอร์วิส และทำให้กระบวนการการประกอบเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น

คำสำคัญ: การประกอบเว็บเซอร์วิส, บีเพล, ไคเรกอะไซคลิกกราฟ, อีดีเอฟเอ

## 1. บทนำ

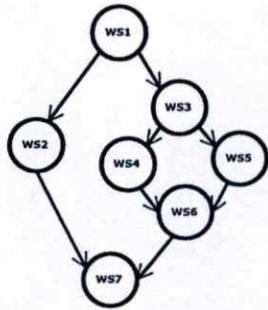
การประกอบเว็บเซอร์วิส (Web Service Composition) [8] เป็นการนำเว็บเซอร์วิสมาทำงานรวมกันในลักษณะของกระแสนงาน (Workflow) โดยบีเพล (Business Process Execution Language: BPEL)[4] เป็นมาตรฐานหนึ่งในการประกอบเว็บเซอร์วิสที่อธิบายถึงกระบวนการและกำหนดการทำงานร่วมกันของเว็บเซอร์วิส ถึงอย่างไรก็ตาม การเขียนเว็บเซอร์วิสด้วยบีเพลโดยตรงเป็นขั้นตอนที่น่าเบื่อ และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคือการการเขียนการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟก่อนแปลงเป็นบีเพล งานวิจัยที่ผ่านมาที่มีผู้นำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของไคเรกอะไซคลิกกราฟ(Directed Acyclic Graph:DAG) [1] และเสนอขั้นตอนวิธี BPELGEN[1] ในการแปลงจากไคเรกอะไซคลิกกราฟเป็นบีเพล แต่ด้วยไคเรกอะไซคลิกกราฟไม่สามารถแสดงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำและขาดระบุเงื่อนไขที่นำไปใช้ในการประกอบในรูปแบบของทางเลือก(Switch) จึงทำให้แสดงคุณสมบัติการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ไม่สมบูรณ์ ต่อมาได้มีผู้นำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสในด้วยอีดีเอฟเอ (Extended Deterministic Automata:EDFA)[2],[3] ที่สามารถสนับสนุนการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ครบถ้วน ถึงอย่างไรก็ตามยังไม่มีการนำเสนอขั้นตอนวิธีการแปลงเป็นบีเพลยิ่งไปกว่านั้นอีดีเอฟเอยังไม่รองรับการระบุเงื่อนไขซึ่งมักจะเกิดขึ้นเป็นประจำในขั้นตอนการประกอบเว็บเซอร์วิส

งานวิจัยนี้จึงแก้ปัญหาข้างต้นโดยนำเสนออีดีเอฟเอ-ซี และนำเสนอขั้นตอนวิธีแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นบีเพล โดยนำขั้นตอนวิธีการ BPELGEN เดิมมาประยุกต์ใช้ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือทำให้กระบวนการประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นและมีขั้นตอนที่นำเสนอสามารถสนับสนุนทุกแง่มุมของการประกอบเว็บเซอร์วิส

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การประกอบเว็บเซอร์วิส

กระบวนการทางธุรกิจ (Business Process) ปัจจุบันมักอาศัยการนำเอาเว็บเซอร์วิสต่างๆ มาประกอบกันเพื่อให้ได้บริการที่ดีและครบวงจร โดยใช้ภาษา เช่น บีเพล [4], WSFL [6] และ XLANG [7] ในการกำหนดถึงวิธีการและลำดับการดำเนินการร่วมกันของเว็บเซอร์วิส ในปัจจุบันการประกอบเว็บเซอร์วิสมี 3 รูปแบบคือการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยตัวเอง(Manual composition) การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic Composition) และการประกอบเว็บเซอร์วิสแบบอัตโนมัติ (Automatic Composition) ในการประกอบเว็บเซอร์วิสแต่ละรูปแบบมีวิธีการที่แตกต่างกันทั้งด้านการค้นหา การเลือกเว็บเซอร์วิสในยูนิคิไอ(Universal Description, Discovery and Integration: UDDI)[5] และวิธีการในการประกอบเว็บเซอร์วิสเข้ากัน ในแต่ละวิธีกล่าวข้างต้นนิยมการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยกราฟเนื่องจาก สามารถสื่อถึงการทำงานของกระบวนการทางธุรกิจได้ชัดเจนและสามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ของการประกอบเว็บเซอร์วิสได้ดีกว่าการสร้างภาษาในการกำหนดการทำงานของเว็บเซอร์วิสโดยตรง ดังภาพที่ 1 แสดงการนำเสนอการประกอบด้วยไคเรกอะไซคลิกกราฟ ในแต่ละโหนดคือเว็บเซอร์วิสเส้นเชื่อมระหว่างโหนดแสดงการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเว็บเซอร์วิส



ภาพที่ 1. แสดงการนำเสนอการประกอบด้วยไคลเอร์อะไซคลิกกราฟ

2.2 บีเพล

บีเพลเป็นมาตรฐานหนึ่งทีนิยมใช้ในการประกอบเว็บเซอร์วิสในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นภาษาที่ถูกรับรองมาตรฐานโดย OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) [5] ลักษณะของบีเพลเป็นภาษาที่ถูกสร้างด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอลดังภาพที่ 2(a)ภายในประกอบด้วยแท็ก (Tag) แต่ละแท็กแสดงถึงกิจกรรมของเว็บเซอร์วิสซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กิจกรรมคือ กิจกรรมพื้นฐาน (Basic Activity) และ กิจกรรมที่เกี่ยวกับโครงสร้าง (Structure Activity) ในกิจกรรมพื้นฐานเป็นกิจกรรมในการสื่อสารกันระหว่างเว็บเซอร์วิสซึ่งอธิบายการทำงานของแท็ก (Tag) ต่างๆ ดังภาพ 2(b) ขณะที่กิจกรรมที่เกี่ยวกับโครงสร้าง (Structure Activity) เป็นกิจกรรมที่ระบุถึงโครงสร้างในการทำงานของเว็บเซอร์วิส ซึ่งประกอบด้วยแท็กสำคัญดังภาพที่ 2(c)

```

<process name="BusinessTravelProcess">
  <partnerLink>
    <!-- The declaration of partner links -->
  </partnerLink>
  <variables>
    <!-- The declaration of variables -->
  </variables>
  <sequence>
    <!-- The definition of the BPEL business process main body -->
  </sequence>
</process>
    
```

(a)

| Basic Activity                                                                                                                                                                                                                                             | Structure Activity                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <invoke> ใ้ส่งขอกรทำงานของไมโครเซอร์วิส<br><receive> ใ้รับการขอทำงานไมโครเซอร์วิส<br><reply> ใ้ตอบรับการส่งนิมิตกรทำงาน<br><assign> ใ้คัดลอกข้อมูลจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง<br><throw> ใ้ตรวจสอบความคืบหน้า<br><terminate> ใ้สิ้นสุดกรทำงานของไมโครเซอร์วิส | <sequence> ใ้กรทำงานลำดับกรทำงาน<br><switch> ใ้กรเลือกสั้พเพการทำงาน<br><while> ใ้กรทำงานกรทำงานซ้ำจนจนมามีค่า<br><flow> ใ้กรกำหนดกรทำงานตามขบวน |

(b)

(c)

ภาพที่ 2. แสดงลักษณะและแท็กต่างๆ ในภาษาบีเพล

2.3 อีดีเอฟเอ

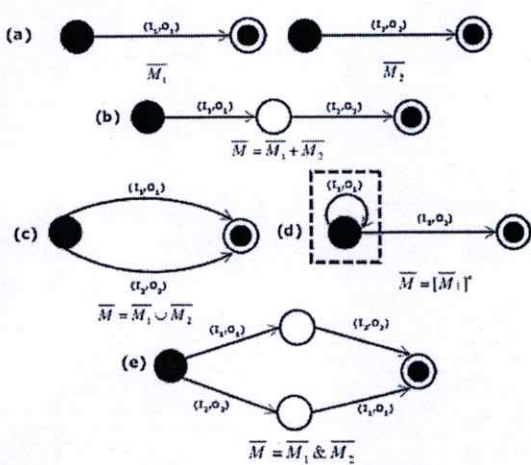
อีดีเอฟเอเป็นรูปแบบหนึ่งทีถูกนำมาใช้ในการนำเสนอเว็บเซอร์วิส โดยสามารถอธิบายและนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน ในการนำเสนอเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ แต่ละสถานะ (State) คือเว็บเซอร์วิส สเทททรานซิชัน (State transition) ของอีดีเอฟเอจะประกอบด้วยคู่ของอักขระข้อมูลเข้าและข้อมูลออก การเปลี่ยนสถานะจะพิจารณาตามอักขระข้อมูลเข้าและข้อมูลออก และจะยอมรับอีดีเอฟเอเมื่อจบการทำงานสถานะสุดท้าย (Final States หรือ accepting state) โดยนิยามของอีดีเอฟเอสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

นิยาม 1 อีดีเอฟเอ

$$M = (D, I, O, Q, \delta, \lambda, q_0, F)$$

$D$  เป็นชุดอักขระ  
 $I$  คือเซตจำกัดของข้อมูลเข้า  
 $O$  คือเซตจำกัดของข้อมูลออก  
 $I$  และ  $O$  เป็นสับเซตของพหุคูณเซต  $D$   
 $Q$  เป็นเซตของสถานะทั้งหมด  
 $q_0$  เป็นสถานะเริ่มต้น  $q_0 \in Q$   
 $F$  เป็นเซตของสถานะสุดท้าย  $F \subseteq Q$   
 $\Sigma$  ประกอบด้วยอักขระคู่ของข้อมูลเข้าและข้อมูลออก  $\Sigma \subseteq I \times O$   
 $\delta$  เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งตามอักขระข้อมูลเข้าและข้อมูลออก  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$   
 $\lambda$  เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อสถานะได้รับอักขระข้อมูลเข้า  $\lambda: Q \times I \rightarrow 2^O$

อีดีเอฟเอสามารถอธิบายการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยสามารถนำเสนออะตอมมิกโพรเซส (Atomic Process) ซึ่งเป็นกระบวนการทางธุรกิจที่อาจประกอบด้วยหลายเว็บเซอร์วิสโดยไม่สามารถแบ่งเป็นกระบวนการย่อยได้อีก ดังภาพที่ 3(a) และอธิบายคอมโพสิทโพรเซส (Composite Process) เป็นการนำอะตอมมิกโพรเซสหลายอันมาเชื่อมต่อกันด้วยโอเปอร์เรเตอร์ เช่น คอนแคทเทนชัน (Concatenation), ยูเนียน (Union), โคลสเชอร์ส (Closure (Star) และ ชิฟ (Shuffle) ในการเชื่อมกันในแต่ละรูปแบบจะแสดงคุณสมบัติการประกอบกันของเว็บเซอร์วิสได้ดังภาพที่ 3 (b)-(c)

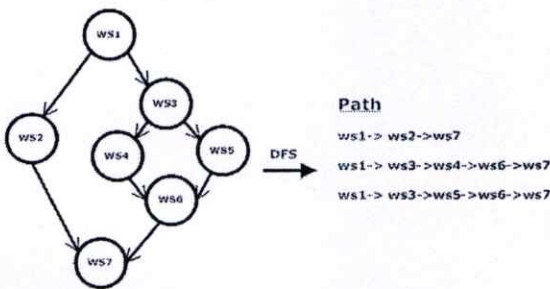


ภาพที่ 3. (a) แสดงอะตอมมิกโพรเซส  
(b)-(e) แสดงคอมโพสิทโพรเซส

### 2.4 ขั้นตอนวิธี BPELGEN

ขั้นตอนวิธี BPELGEN เป็นขั้นตอนวิธีในการแปลงการนำเสนอเว็บเซอร์วิสด้วยไคลกรอกกราฟเป็นบีเพล โดยสามารถแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสมาเป็นบีเพลได้ในรูปแบบขนานและลำดับ ในขั้นตอนการทำงานของ BPELGEN สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

1. การหาเส้นทางทั้งหมดของไคลกรอกกราฟด้วยวิธีการค้นหาแนวลึก (Depth First Search: DFS) จากโหนดเริ่มต้น ไปยังโหนดสุดท้าย จากภาพที่ 1 สามารถหาเส้นทางได้คือดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4. แสดงการค้นหาเส้นทางของไคลกรอกกราฟด้วยวิธีการค้นหาแนวลึก

2. นำเส้นทางที่ได้มาจัดกลุ่มเส้นทางด้วยขั้นตอนวิธี PIPG (Partition of Independent Part Group) [1] โดยพิจารณาจากนิยามดังนี้คือ

นิยามที่ 2 เส้นทางที่สัมพันธ์กันและเส้นทางที่ไม่สัมพันธ์กัน เส้นทาง A และเส้นทาง B สัมพันธ์กันก็ต่อเมื่อมีบางโหนดของทั้งสองเส้นทางเหมือนกัน ในขณะที่เส้นทาง A และเส้นทาง B ไม่สัมพันธ์ก็ต่อเมื่อโหนดของทั้งสองเส้นทางไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

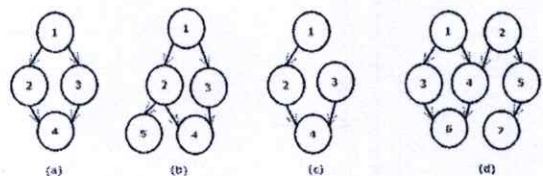
ตัวอย่างเช่น เส้นทาง ws1->ws2->ws7 สัมพันธ์กันกับเส้นทาง ws1->ws3->ws5->ws6->ws7 เนื่องจากมีโหนด ws1 และ ws7 เหมือนกัน

นิยามที่ 3 เส้นทางทั้งหมดที่สัมพันธ์กันจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ตัวอย่างเช่น เส้นทาง ws1->ws2->ws7 เส้นทาง ws1->ws3->ws5->ws6->ws7 กับเส้นทาง ws1->ws3->ws4->ws6->ws7 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพราะทั้งทุกเส้นเป็นเส้นทางที่สัมพันธ์กัน

3. นำกลุ่มเส้นทางที่ได้จากขั้นตอนวิธี PIPG [1] มาสร้างภาษาบีเพล โดยพิจารณาจากจำนวนกลุ่มเส้นทางคือ

1. กรณีหนึ่งกลุ่มเส้นทาง ให้ทำการสร้างภาษาบีเพล โดยพิจารณาโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้ายของทุกๆ เส้นทาง โดยโหนดเริ่มต้นจะถูกประมวลผลก็ต่อเมื่อทุกๆ เส้นทางมีโหนดเริ่มต้นเหมือนกันและโหนดสุดท้ายจะถูกประมวลผลเมื่อมีโหนดสุดท้ายของทุกๆ เส้นทางเหมือนกัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 1(a)-(c) จากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดโหนดที่ประมวลผลแล้วทิ้งไป ตัวอย่างเช่นในกรณีตารางที่ 1(a) คือมีโหนด 1 และโหนด 4 ถูกประมวลผลจากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางโดยตัดโหนดที่ประมวลผลทิ้งจะเหลือเส้นทาง 2 และ 3 โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงในแต่ละรูปแบบจะแสดงในตารางที่ 1

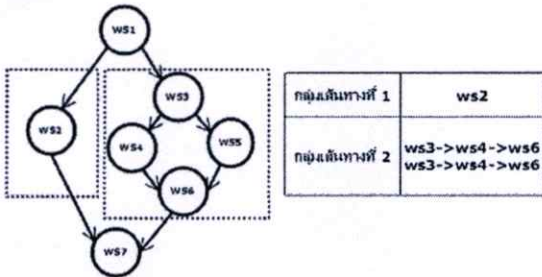


ภาพที่ 5. แสดงกรณีต่างๆ ของหนึ่งกลุ่มเส้นทางและผลลัพธ์จากการแปลงเป็นภาษาบีเพล

ตารางที่ 1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากภาพที่ 5

|                         | (a)                       | (b)                     | (c)                | (d)                                            |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| เส้นทางในกลุ่มเส้นทาง   | 1-2-4<br>1-3-4            | 1-2-4<br>1-2-5<br>1-3-4 | 1-2-4<br>3-4       | 1-3-6<br>1-4-6<br>2-4-6<br>2-5-7               |
| ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลง | <1><br><recursion><br><Δ> | <1><br><recursion>      | <recursion><br><Δ> | <flow><br><1><br><Δ><br></flow><br><recursion> |

2. กรณีหลายกลุ่มเส้นทาง ในขั้นตอน BPELGEN จะทำการประมวลในแต่ละกลุ่มของเส้นทางในรูปแบบขนาน โดยจะระบุในแต่ละกลุ่มของเส้นทางด้วยแท็ก <sequence> ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6. แสดงกลุ่มเส้นทางมากกว่า 1

ตารางที่ 2. แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากภาพที่ 6

|                   | กลุ่มเส้นทางที่ 1                                                                                        | กลุ่มเส้นทางที่ 2                        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| เส้นทาง           | ws2                                                                                                      | ws3->ws4->ws6<br>ws3->ws4->ws6           |
| ผลลัพธ์จากการแปลง | <sequence><br><ws2><br></sequence>                                                                       | <sequence><br><recursion><br></sequence> |
| Final result      | <flow><br><sequence><br><ws2><br></sequence><br><sequence><br><recursion path><br></sequence><br></flow> |                                          |

4. นำเส้นทางที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนกว่าทุกโหนดในแต่ละเส้นทางจะถูกประมวลผลทั้งหมด

### 3. งานวิจัยที่นำเสนอ

#### 3.1 ปรับปรุงอีดีเอฟเอ

จากนิยามของอีดีเอฟเอเดิมที่ไม่รองรับการระบุเงื่อนไขจึงทำให้เกิดปัญหาให้การประกอบเว็บเซอร์วิสใน

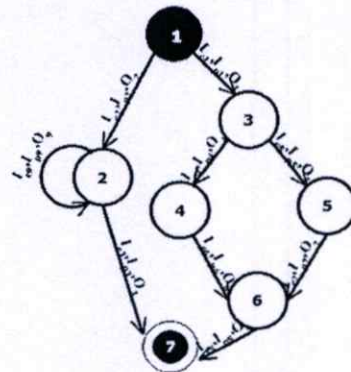
รูปแบบของทำซ้ำและทางเลือก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนออีดีเอฟเอ-ซี โดยทำการปรับปรุงอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและปรับปรุงฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะให้รองรับเซตดังกล่าวโดยนิยามอีดีเอฟเอ-ซีมีรูปแบบดังนี้

#### นิยามที่ 4 อีดีเอฟเอ-ซี

$M = (D, I_c, I_p, O, Q, \delta, \lambda, q_0, F)$

- D เป็นชุดอักขระ
- $I_c$  คือเซตจำกัดของเงื่อนไข
- $I_p$  คือเซตจำกัดของข้อมูลเข้าทั่วไป
- O คือเซตจำกัดของข้อมูลออก
- $I_c, I_p$  และ O เป็นสับเซตของเซตของตัวอักษร D
- Q เป็นเซตของสถานะทั้งหมด
- F เป็นเซตของสถานะสุดท้าย  $F \subseteq Q$
- $\Sigma$  ประกอบด้วยอักขระ  $I_c, I_p$  และ O  $\Sigma \subseteq I_c \times I_p \times O$
- $\delta$  เป็นฟังก์ชันการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งตามอักขระ  $I_c, I_p$  และ O  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$
- $\lambda$  เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเมื่อสถานะได้รับอักขระข้อมูลเข้า  $I_c$  และ  $I_p$   $\lambda: Q \times I_c \times I_p \rightarrow 2^D$

จากนิยามข้างต้นข้อมูลเข้าจะมี 2 รูปแบบคือเซตของเงื่อนไข และ เซตของข้อมูลเข้าทั่วไป สหพหุพหุนามซึ่งประกอบด้วยของเซตของเงื่อนไข เซตของข้อมูลเข้าทั่วไป และเซตข้อมูลออก การเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังสถานะหนึ่งจะพิจารณาตามอักขระของของเซตของเงื่อนไข เซตของข้อมูลเข้าทั่วไป และเซตข้อมูลออกโดยสามารถนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี ดังภาพที่ 7

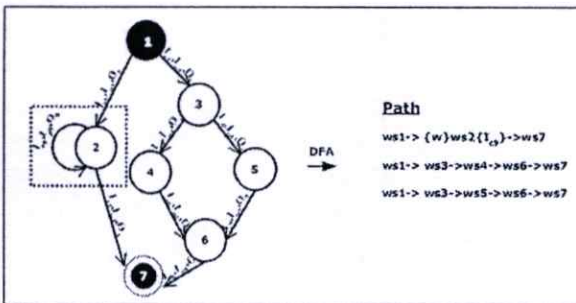


ภาพที่ 7. การนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอีดีเอฟเอ-ซี

### 3.2 ขั้นตอนการแปลงอดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพล

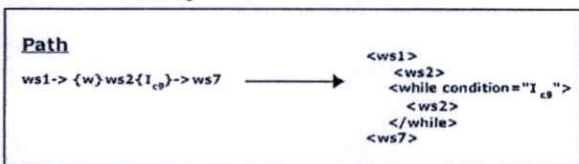
ขั้นตอนวิธีการแปลงจากการนำเสนอเว็บเซอร์วิสด้วยอดีเอฟเอ-ซีไปเป็นบีเพลจะนำขั้นตอนวิธี BPELGEN มาประยุกต์ใช้โดยเพิ่มเติมในส่วนการสร้างภาษาบีเพลในรูปแบบทางเลือกและวนซ้ำ ซึ่งสามารถอธิบายส่วนที่เพิ่มเติมใน BPELGEN ได้คือ

1. ทำการเก็บเส้นทางที่มีการวนซ้ำโดยกำหนดสัญลักษณ์ {w} ตามด้วยสถานะที่มีการวนซ้ำจากนั้นทำการหาเส้นทางทั้งหมดของอดีเอฟเอ-ซีด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแนวลึกหากพบเซตของเงื่อนไขจะเก็บไว้หน้าหลังสถานะ ดังภาพที่ 8



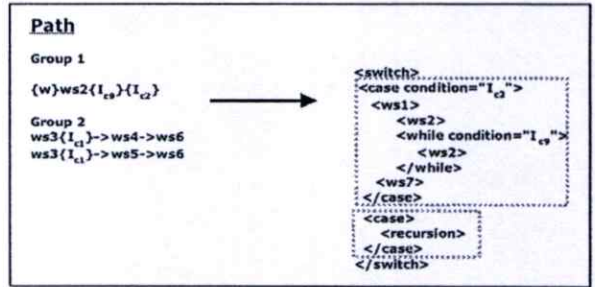
ภาพที่ 8. แสดงผลลัพธ์ในหาเส้นทางของอดีเอฟเอด้วยวิธีการการค้นหาแนวลึก

2. ส่วนการสร้างภาษาบีเพลจะเพิ่มเติมในส่วนการสร้างภาษาบีเพลในรูปแบบทางเลือกและวนซ้ำโดยถ้าสถานะที่กำลังพิจารณามีสัญลักษณ์ {w} จะทำการแปลงเป็นภาษาบีเพลในรูปแบบของวนซ้ำดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9. การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำ

การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบทางเลือกจะทำการพิจารณาจากเซตของเงื่อนไขสัญลักษณ์ {I\_c} โดยจะพิจารณาจากกรณีดังตาราง 1 (d) กับ กรณีมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มเส้นทาง ถ้าพบเซตของเงื่อนไขจะถูกสร้างเป็นบีเพลได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10. การแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบทางเลือก

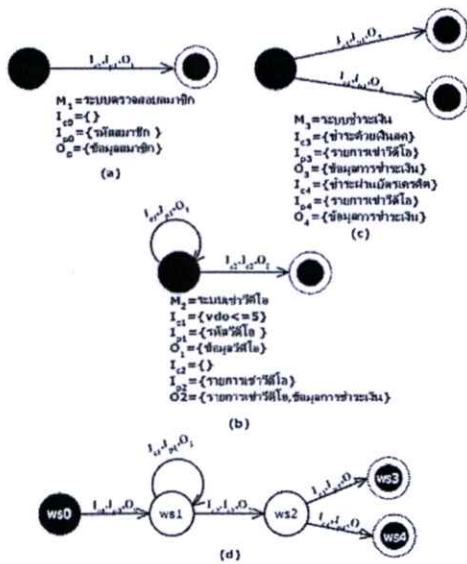
จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงการทำงานของขั้นตอนได้ ดังตารางที่ 3

#### ตารางที่ 3. แสดงวิธีการแปลงอดีเอฟเอ-ซี เป็นบีเพล

จากการได้เพิ่มเติมโดยรับเซตของเงื่อนไขและเพิ่มเติมในส่วนการสร้างภาษาบีเพลในรูปแบบทางเลือกและวนซ้ำ จากตัวอย่างที่ได้กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสามารถแปลงการนำเสนอประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอดีเอฟเอเป็นบีเพลครบทุกรูปแบบ

### 4. ผลทดลอง

จากการปรับปรุงอดีเอฟเอโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและเสนอขั้นตอนวิธีการแปลงจากอดีเอฟเอ-ซีไปเป็นบีเพล จากการทดลองโดยทำออกแบบระบบร้านเช่าวิดีโอประกอบด้วยเซอร์วิสตรวจสอบระบบสมาชิกดังภาพที่ 10(a) เซอร์วิสการเช่าวิดีโอซึ่งสามารถเช่าวิดีโอได้ครั้งละไม่เกิน 5 เรื่อง ดังภาพที่ 10(b) และเซอร์วิสการชำระเงินผ่านบัตรเครดิตและเงินสดดังภาพที่ 10(c) เมื่อนำเว็บเซอร์วิสมาประกอบกันและนำเสนอการประกอบเว็บเซอร์วิสด้วยอดีเอฟเอ-ซีจะได้ระบบร้านเช่าวิดีโอดังภาพที่ 10(d)



ภาพที่ 10. ระบบร้านเช่าวิดีโอ

เมื่อแปลงดีเอฟเอ-ซีของระบบร้านเช่าวิดีโอมาเป็นบีเพลดได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มเซตของเงื่อนไขทำให้การประกอบเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้น เช่น นำเงื่อนไขการเช่าวิดีโอครั้งละไม่เกิน 5 เรื่องมาเป็นเงื่อนไขการวนซ้ำได้ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงการทำงานของระบบร้านเช่าวิดีโอได้อย่างถูกต้อง สามารถแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบวนซ้ำและทางเลือกได้และครอบคลุมทุกแง่มุมในการประกอบเว็บเซอร์วิส

```
<process>
  <ws0>
    <while condition=" vdo<=5">
      <ws1>
    </while>
    <ws2>
    <switch>
      <case condition="Credit card">
        <ws3>
      </case>
      <case condition="Cash">
        <ws4>
      </case>
    </switch>
  </process>
```

ภาพที่ 11. ผลลัพธ์จากการทดลอง

### 5. อภิปรายการผลทดลอง

จากการปรับปรุงอีดีเอฟเอ โดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและนำเสนอขั้นตอนวิธีในการแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นบีเพลด โดยนำเอาขั้นตอนวิธี BPELGEN มาปรับปรุงเพิ่มเติมให้สามารถแปลงจากอีดีเอฟเอเป็นภาษาบีเพลดโดยเพิ่มใน

ส่วนการแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสในรูปแบบของวนซ้ำและทางเลือก ผลลัพธ์ที่ได้คือสามารถแปลงการประกอบเว็บเซอร์วิสเป็นภาษาบีเพลดได้ทุกแง่มุมในการประกอบเว็บเซอร์วิสโดยสามารถสร้างภาษาบีเพลดได้ตรงโครงสร้างที่ระบุใน BPEL4WS V1.1 Specification [4]

### 6. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนออีดีเอฟเอ-ซีโดยเพิ่มเซตของเงื่อนไขและปรับปรุงสถานะให้รองรับเซตดังกล่าวและนำเสนอขั้นตอนวิธีในการแปลงจากอีดีเอฟเอ-ซีเป็นภาษาบีเพลด จากการทดลองพบว่า การเพิ่มเซตของเงื่อนไขเข้ามาทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสทำได้ง่ายขึ้นและอีดีเอฟเอ-ซีและขั้นตอนวิธีที่เสนอสามารถสนับสนุนทุกแง่มุมของการประกอบเว็บเซอร์วิส

### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Gu Ning, Yiwen, Tun Lu, and Fang Wang "BPELGEN : An Algorithm of Automatically Converting from Web Service Composition Plan to BPEL4WS," IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, vol. 51, no. 5, pp. 1002-1009, 2007.
- [2] Lihui Lei, and Zhenhua "Tranforming OWL-S Process Model into EDFA for Service Discovery," IEEE International Conference on Web Service(ICWS'06), 2006.
- [3] Lihui Lei and Zhenhua Duan, "Automating Web Service Composition for Collaboration Business Processes" Proceedings of the 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Workin Design, 2007.
- [4] Business Process Execution Language for Web Services Version 1.1. BPA, IBM, Microsoft. At <http://www.106.ibm.com/developerworks/webservice/library/ws-bpel/2003>
- [5] OASIS UDDI Specifications. OASIS.H. <http://www.oasis-open.org/committees/uddi-spec/doc/tcspecs.htm#uddiv3>.
- [6] R. Cover, "Web Services Flow Language (WSFL)", <http://xml.coverpages.org/wsfl.html>.
- [7] R. Cover, "XLANG", <http://xml.coverpages.org/xlang.html>.
- [8] Jinghai Rao and Xiaomeng Su, " A Survey of Automated Web Service Composition Methods", [http://www.cs.cmu.edu/~jinghai/papers/survey\\_rao.pdf](http://www.cs.cmu.edu/~jinghai/papers/survey_rao.pdf).