

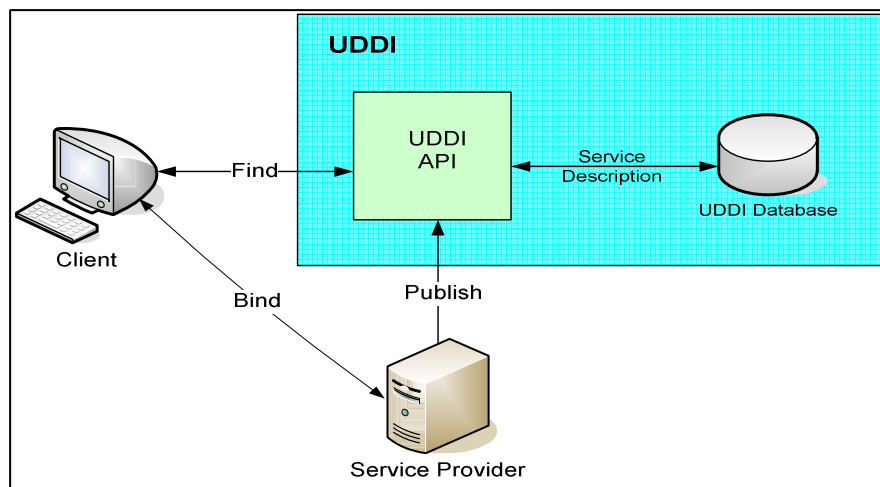
## บทที่ 3

### การออกแบบระบบและโปรแกรมประยุกต์

ในการออกแบบระบบสำหรับทดสอบการสืบค้นบริการ (Web Services Discovery) จากข้อมูลคุณภาพการให้บริการในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย (Semantic Web Services) ซึ่งได้เพิ่มเติมจากระบบเว็บเซอร์วิสเดิม โดยการเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพการให้บริการในส่วนของยูดีดีไอ เพื่อให้ผู้ให้บริการสามารถลงทะเบียนเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพบริการในยูดีดีไอได้ และมีการนิยามบริการเป็นแบบออนโทโลยี (Ontology) โดยใช้ภาษาไอดับเบิลยูเอล (Web Ontology Language: OWL) เป็นตัวนิยามข้อมูลบริการดังกล่าว รวมทั้งได้ออกแบบระบบการเปรียบเทียบบริการ (Matching) และการตัดสินใจเลือก (Selection) บริการ เพื่อตอบสนองผู้ขอใช้บริการให้ใกล้เคียงความต้องการมากที่สุด และในบทนี้เป็นการกล่าวถึงการออกแบบระบบเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย การออกแบบออนโทโลยีที่ใช้ในการทดสอบ อัลกอริทึมสำหรับระบบการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ, เปรียบเทียบบริการ และตัดสินใจเลือกบริการ พร้อมทั้งได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

#### 3.1 การออกแบบระบบเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย

สำหรับการออกแบบระบบของเว็บเซอร์วิสเชิงความหมายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ใช้การออกแบบเพิ่มเติมจากระบบเว็บเซอร์วิสเดิม ซึ่งมีองค์ประกอบของยูดีดีไอเดิมก่อนการเพิ่มขยาย ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งในรูปดังกล่าวเป็นระบบยูดีดีไอ ตามมาตรฐานเดิม และในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการเพิ่มส่วนข้อมูลคุณภาพการให้บริการในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย สำหรับการลงทะเบียนของผู้ให้บริการในรูปแบบของ ไอดับเบิลยูเอลไฟล์ และในการทดสอบงานวิจัยได้ใช้ เจยูดีดีไอ (JUDDI) สำหรับการพัฒนายูดีดีไอมาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องจากเจยูดีดีไอได้ถูกพัฒนาสำหรับนักวิจัย และเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (Open source) เป็นเครื่องมือในการพัฒนายูดีดีไอและสามารถเพิ่มขยายข้อมูลได้ และได้ใช้การนิยามข้อมูลคุณภาพการให้บริการในรูปแบบของออนโทโลยี โดยใช้ภาษาไอดับเบิลยูเอล ในการพัฒนา และใช้ในการทดสอบ รวมทั้งได้ใช้โปรแกรมโปรทีเจ (Protégé) เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างไค้ดไอดับเบิลยูเอลต้นแบบ ซึ่งโปรทีเจเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์สเช่นเดียวกัน



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของยูดีดีไอก่อนการเพิ่มขยาย

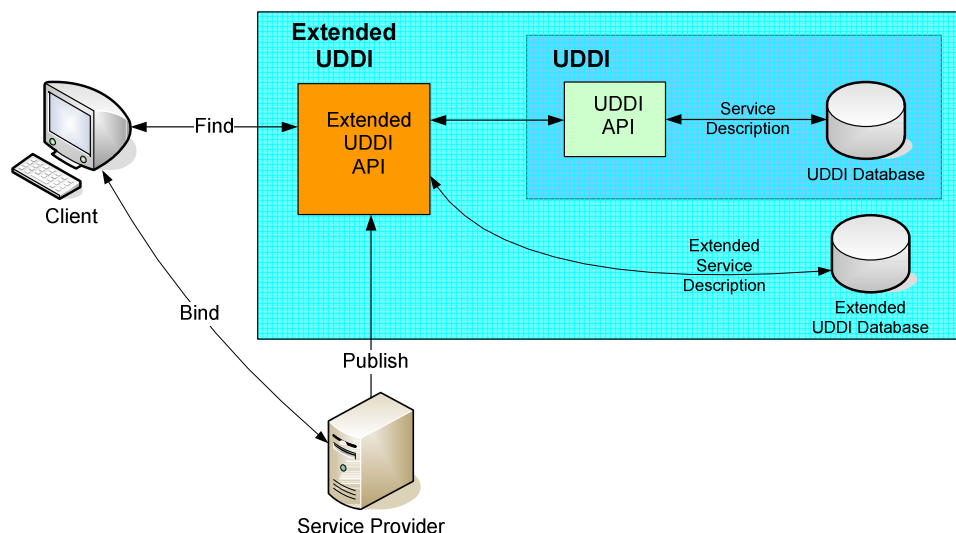
จากรูปที่ 3.1 เป็นส่วนประกอบของยูดีดีไอก่อนการเพิ่มขยายซึ่งมีการทำงานดังนี้ เริ่มจากผู้ให้บริการทำการพัฒนาบริการเว็บเซอร์วิสเรียบร้อยแล้ว ทำการติดต่อไปยังยูดีดีไอเพื่อทำการลงทะเบียนบริการของตนเองโดยผ่านโปรแกรมประยุกต์ของยูดีดีไอ ซึ่งในกรณีของผู้ให้บริการจะต้องมีการลงทะเบียนเพื่อเป็นสมาชิกด้วย หลังจากนั้นยูดีดีไอก็จะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลบริการที่ได้ลงทะเบียนของผู้ให้บริการดังกล่าวไว้ในฐานข้อมูล เป็นการสิ้นสุดขบวนการลงทะเบียนบริการเว็บเซอร์วิส หลังจากนั้นเมื่อมีผู้ขอใช้บริการทำการส่งคำร้องขอค้นหาบริการไปยังยูดีดีไอ ยูดีดีไอจะทำการสืบค้นบริการตามเงื่อนไขของผู้ขอใช้บริการ และเมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาแล้วก็จะส่งผลลัพธ์ดังกล่าวกลับไปยังผู้ขอใช้บริการโดยอาจจะตอบไปหลาย ๆ บริการก็ได้ ขึ้นอยู่กับผลการสืบค้นบริการของยูดีดีไอนั้นๆ เมื่อผู้ขอใช้บริการได้รับผลจากยูดีดีไอเรียบร้อยแล้ว ทำการตัดสินใจเลือกบริการอีกที่หนึ่ง เมื่อได้บริการตรงกับความต้องการแล้ว จึงส่งข้อมูลขอใช้บริการไปยังผู้ให้บริการเพื่อขอใช้บริการต่อไป ซึ่งจะเห็นว่าผู้ให้บริการจะต้องตัดสินใจเลือกบริการเองทำให้เกิดความยุ่งยากแก่ผู้ให้บริการและทำให้การประกอบเว็บเซอร์วิสแบบอัตโนมัติได้ยากยิ่งขึ้นไปอีก

ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ออกแบบเพิ่มเติมในส่วนของยูดีดีไอ เพื่อรองรับการลงทะเบียนบริการ สำหรับผู้ให้บริการที่มีข้อมูลคุณภาพการให้บริการเพิ่มเติมในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายได้ โดยได้ใช้การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลคุณภาพการให้บริการในรูปของออนโทโลยี

ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลในรูปของออนโทโลยีนั้น เป็นการจัดเก็บข้อมูลเชิงความหมายสามารถทำให้บริการนั้นๆ สามารถสืบค้นบริการเชิงความหมายได้ ซึ่งไม่มีในยูดีดีไอมาตรฐาน ซึ่งได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

### 3.1.1 ระบบยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย (UDDI Extension)

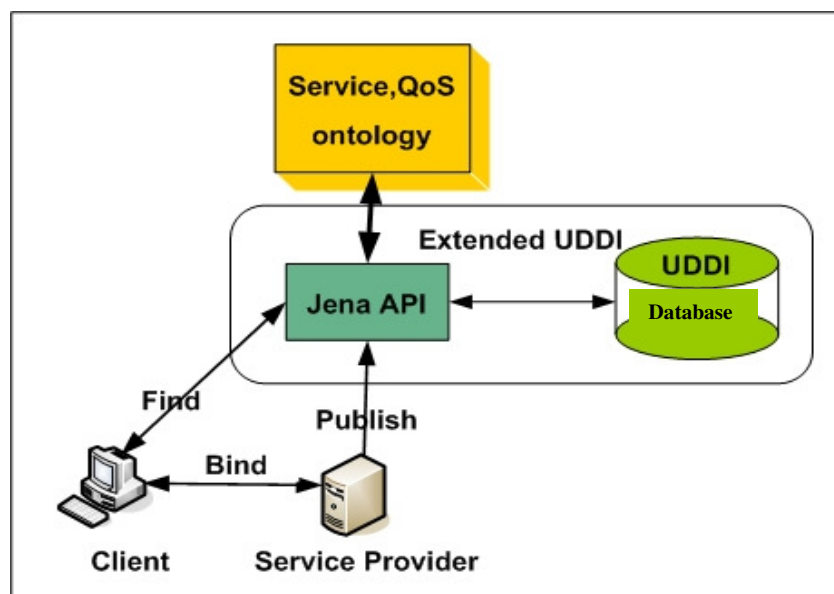
สำหรับระบบยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายนั้น มีงานวิจัยหลายงานที่ได้มีการนำเสนอการเพิ่มขยายระบบยูดีดีไอซึ่งส่วนมากจะนำเสนอการเพิ่มเติมข้อมูลบริการที่ไม่ใช่หน้าที่หลัก และนำเทคโนโลยีของเว็บเซอร์วิสเชิงความหมายมาใช้ในการนิยามรายละเอียดของบริการในรูปแบบของออนโทโลยี ซึ่งจะทำให้ยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายสามารถสืบค้นบริการเชิงความหมายได้ และจากงานวิจัย “แบบจำลองคำอธิบายเชิงคุณลักษณะสำหรับบริการแบบกระจาย (ATTRIBUTE-BASED DESCRIPTION MODEL FOR DISTRIBUTED SERVICES)” [9] ได้นำเสนอการเพิ่มเติมการนิยามข้อมูลบริการเว็บเซอร์วิสในรูปแบบออนโทโลยี โดยใช้ภาษาโอดับเบิลยูเอล เพื่อใช้ในการเพิ่มเติมข้อมูลที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของบริการและได้ขยายฐานข้อมูลในยูดีดีไอแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของยูดีดีไอ ส่วนเพิ่มขยายงานวิจัย [9]

จากงานวิจัย [9] นี้ถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มเติมข้อมูลบริการในรูปแบบของออนโทโลยีแล้วก็ตามแต่ด้วยขั้นตอนการสืบค้นบริการนั้น งานวิจัยดังกล่าวได้ใช้การสืบค้นบริการจากการเปรียบเทียบคำสำคัญที่ถูกจัดเก็บในยูดีดีไอมาตรฐานก่อน เมื่อได้บริการที่ต้องการแล้วจึงได้นำบริการต่างๆ เหล่า นั้นมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดที่ได้เพิ่มเติมในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายในรูปแบบของ โอดับเบิลยูเอล ฟังก์ชันหนึ่ง จึงได้ผลลัพธ์การสืบค้นบริการตอบกลับไปยังผู้ขอใช้บริการ ซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดมาก่อนแล้ว ดังนั้นผลลัพธ์ที่ผู้ขอใช้บริการได้รับอาจยังมีข้อผิดพลาดได้

จากข้อค้อยดังกล่าว ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เสนอวิธีการเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพบริการในรูปแบบของออนโทโลยีโดยจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของโอดับเบิลยูแอลไฟล์ และได้ปรับปรุงโครงสร้างการทำงานของยูดีดีไอเพิ่มเติมซึ่งได้ออกแบบส่วนประกอบของยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และปรับปรุงส่วนของอัลกอริทึมการสืบค้นบริการและการตัดสินใจเลือกบริการ ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดภายหลังต่อไป สำหรับการปรับปรุงส่วนประกอบของยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายนั้น ประกอบด้วยการเพิ่มขยายข้อมูลในส่วนของคุณภาพการให้บริการ สำหรับผู้ให้บริการได้ลงทะเบียนเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพการให้บริการ โดยมีโปรแกรมจิน่า (Jena) เป็นโปรแกรมประยุกต์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ให้บริการลงทะเบียนเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพการให้บริการ และผู้ใช้บริการสำหรับการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย และได้ใช้ยูดีดีไอ (jUDDI) สำหรับใช้เป็นไลบรารีเป็นส่วนจัดการในยูดีดีไอมาตรฐานอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 3.3 ส่วนประกอบของยูดีดีไอ ส่วนเพิ่มขยาย

จากรูปที่ 3.3 เป็นการแสดงโครงสร้างหลักของระบบยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ สี่ส่วนคือ

○ ผู้ให้บริการ (Service Provider) ทำหน้าที่ในการสร้างบริการเว็บเซอร์วิสและทดสอบหาข้อมูลคุณภาพการให้บริการของตนเอง แล้วทำการติดต่อไปยังยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย ผ่านจิน่าเอพีไอ (Jena API) เพื่อทำการลงทะเบียนบริการ และลงทะเบียนข้อมูลคุณภาพการให้บริการแก่ยูดีดีไอ

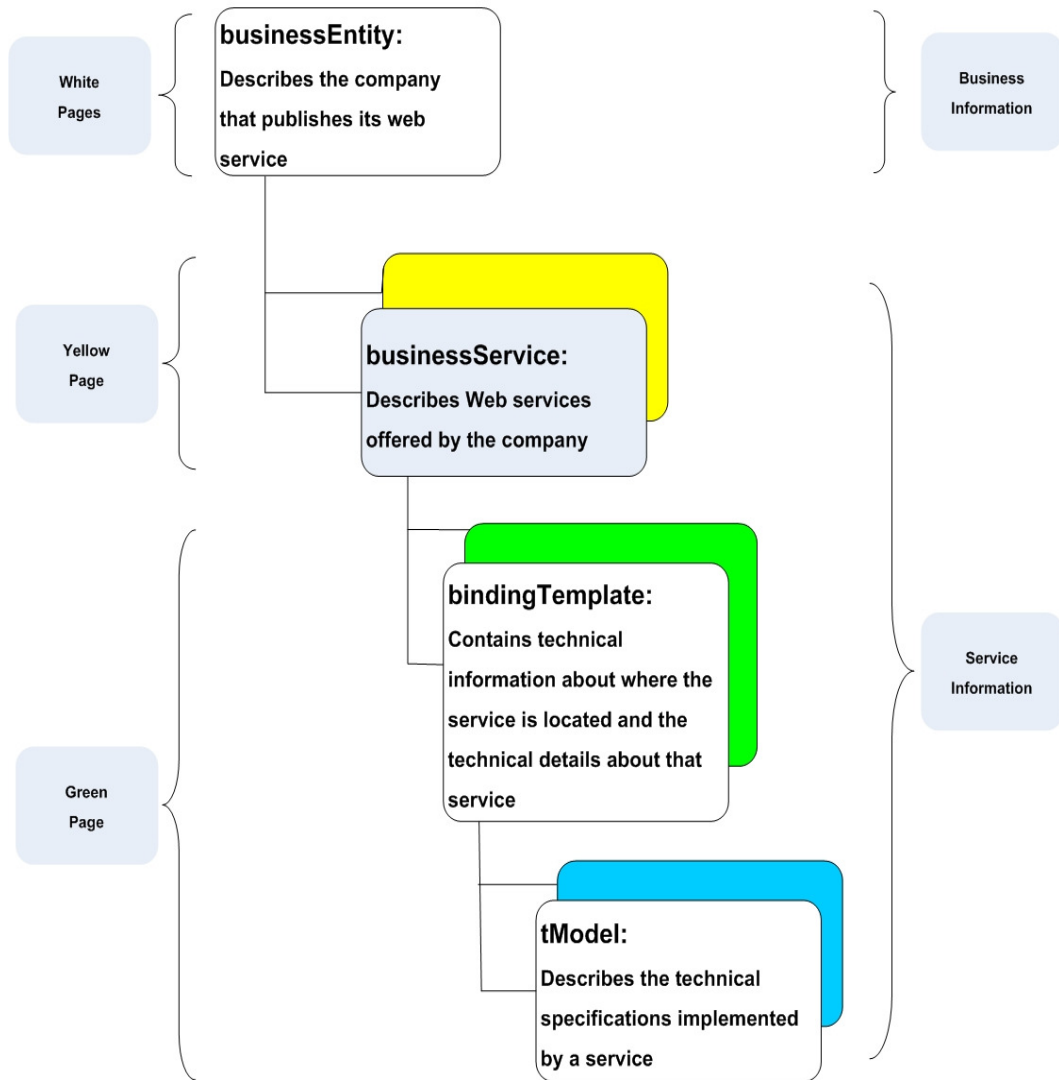
คือไอส่วนเพิ่มขยายในรูปแบบของออนโทโลยีซึ่งได้ถูกออกแบบในงานวิจัยนี้ ผู้ให้บริการต้องทำหน้าทีในการให้บริการเว็บเซอร์วิสแก่ผู้ขอใช้บริการเมื่อมีการร้องขอมา

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ไม่มีการพัฒนาในส่วนของผู้ให้บริการแต่ได้ใช้การตั้งสมมุติฐานสำหรับข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ที่ใช้ในการลงทะเบียนในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายเพื่อใช้ในการทดสอบ

○ ผู้ขอใช้บริการ (Client) เป็นผู้ติดต่อไปยังยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย เพื่อขอให้ยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการตามต้องการได้ ซึ่งในระบบของเว็บเซอร์วิสนั้นผู้ขอใช้บริการอาจเป็นผู้ให้บริการเองก็ได้ และเป็นผู้ทำการติดต่อกับผู้ให้บริการเพื่อเรียกใช้บริการเว็บเซอร์วิสอีกทีหนึ่ง ผู้ขอใช้บริการเป็นผู้พัฒนาประยุกต์ใช้งานเว็บเซอร์วิสคือเป็นผู้ประกอบเว็บเซอร์วิส (Web Services Composition) นั่นเอง

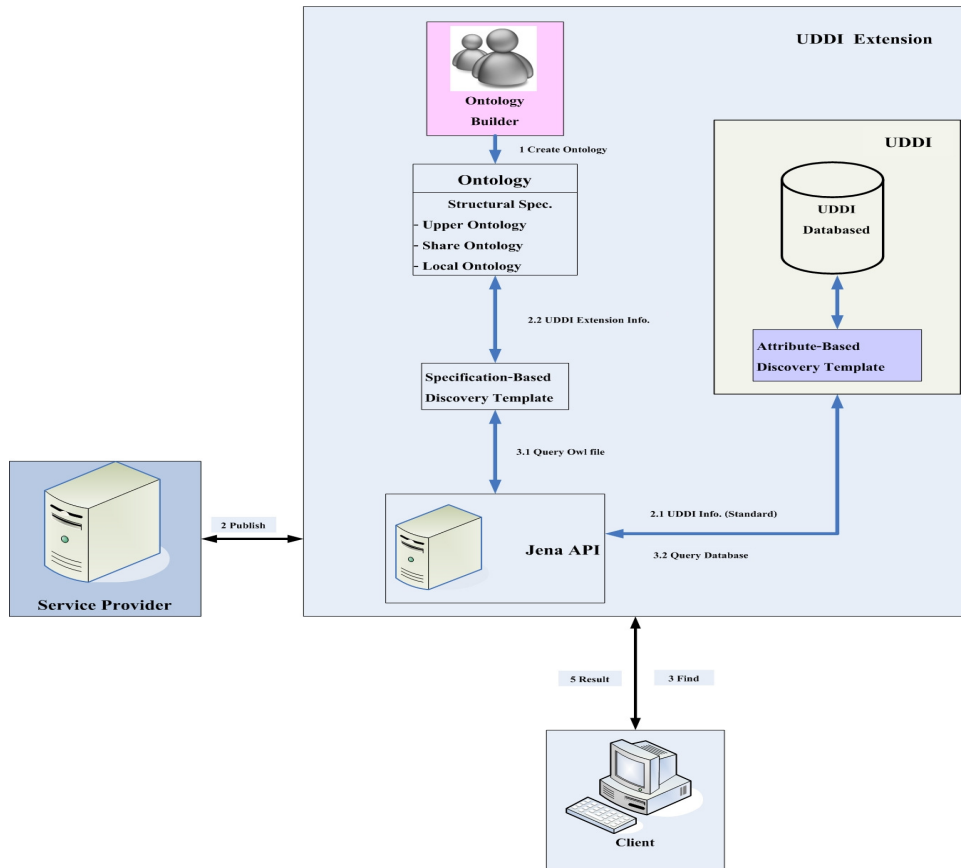
○ ยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย (UDDI Extension) สำหรับในส่วนของการลงทะเบียนและการสืบค้นบริการในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายตามการร้องขอของผู้ขอใช้บริการ ในส่วนของการลงทะเบียน (Registry) ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีการพัฒนาโปรแกรมรองรับผู้ให้บริการสำหรับการลงทะเบียนบริการและลงทะเบียนข้อมูลคุณภาพการให้บริการของผู้ให้บริการด้วย พร้อมทั้งทำหน้าที่ในการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพบริการแล้วทำการเปรียบเทียบบริการคำนวณความถูกต้องเที่ยงตรงกับข้อมูลที่ผู้ให้บริการต้องการ แล้วตัดสินใจเลือกบริการที่เหมาะสมที่สุดตอบกลับไปยังผู้ขอใช้บริการอีกทีหนึ่ง

○ สุดท้ายเป็นส่วนเพิ่มขยายในออนโทโลยีและการจัดการออนโทโลยี ซึ่งใช้โปรทีเจเป็นโปรแกรมในการดำเนินการสำหรับการพัฒนาออนโทโลยีต้นแบบ ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการเพิ่มเติมข้อมูลคุณภาพการให้บริการในออนโทโลยี หรือข้อมูลในโอดับเบิลยูเอลไฟล์อีกทีหนึ่ง สำหรับโครงสร้างเอกสารของยูดีดีไอสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าในรูปจะประกอบด้วยข้อมูลสองส่วนหลักๆ คือข้อมูลทางธุรกิจ (Business Information) และข้อมูลบริการ (Services Information) โดยในส่วนของคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service) ซึ่งเป็นข้อมูลบริการที่ไม่ใช่หน้าที่ของบริการ ดังนั้นจึงได้เพิ่มเติมในส่วนของคุณภาพการบริการโดยมีการอ้างอิงถึงข้อมูลในส่วนของทีโมเดล (tModel) และ บายคิง เทมเพลต (Binding template) ทำให้ยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายเชื่อมโยงข้อมูลในยูดีดีไอมาตรฐานร่วมกันได้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างเอกสารยูดีดีไอเพื่อขยายข้อมูลคุณภาพบริการ

และแนวทางในการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้แนวคิดในการสืบค้นบริการเชิงข้อกำหนดซึ่งมีองค์ประกอบดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย

จากรูปที่ 3.5 ระบบที่ใช้ในการทดสอบนี้จะมีส่วนของการสร้างหรือออกแบบออนโทโลยี ซึ่งต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องของการออกแบบออนโทโลยี และเข้าใจถึงบริการที่ให้บริการในระบบเป็นอย่างดีซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้ออนโทโลยีของโอดัมเบ็ลยูเอล-เอส เป็นอ็อปเปอร์ออนโทโลยีโดยใช้เครื่องมือสำหรับการสร้างออนโทโลยี (Ontology Builder) ต้นแบบคือโปรแกรมพรอทีเจ (Protégé) เพื่อสร้างออนโทโลยีสำหรับอธิบายโครงสร้างองค์ประกอบของบริการโดยทั่วไป หรือบริการในโดเมนหนึ่งๆ และได้ออกแบบออนโทโลยี สำหรับการสืบค้นหาบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการเป็นบริการขายหนังสือเป็นแฮร์ออนโทโลยี และออนโทโลยีคุณภาพการให้บริการเพื่อให้ผู้ให้บริการนำไปใช้เป็นแนวทางในการอธิบายข้อกำหนดต่างๆ ของบริการของตนต่อไป

ในส่วนของผู้ให้บริการ (Service Provider) นั้นต้องใช้ออนโทโลยีที่ยุติใ้ส่วนเพิ่มขยายได้ทำการกำหนดไว้นำมาสร้างเป็นแนวทางในการอธิบายบริการของตนในรูปแบบของข้อกำหนด และประกาศบริการของตนผ่านยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย รวมทั้งต้องมีข้อมูลในส่วนของคุณภาพการ

ให้บริการที่ได้ผ่านการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ซึ่งในส่วนของ การทดสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลคุณภาพการให้บริการนั้นไม่ได้อยู่ในขอบเขตของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ต่อไปเป็นส่วนของผู้ดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย (Extended UDDI) เป็นยูดีดีไอที่ถูกเพิ่มเติมความสามารถให้รองรับการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ซึ่งเป็นการสืบค้นเชิงข้อกำหนดได้ กรณีที่มีการค้นหาโดยอาศัยข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมหรือข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Specification-Based Discovery) และในกรณีที่ไม่มีบริการตามการสืบค้นข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ระบบยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายยังได้มีทางเลือกให้ผู้ขอใช้บริการสามารถสืบค้นบริการตามยูดีดีไอมาตรฐานได้เช่นกัน

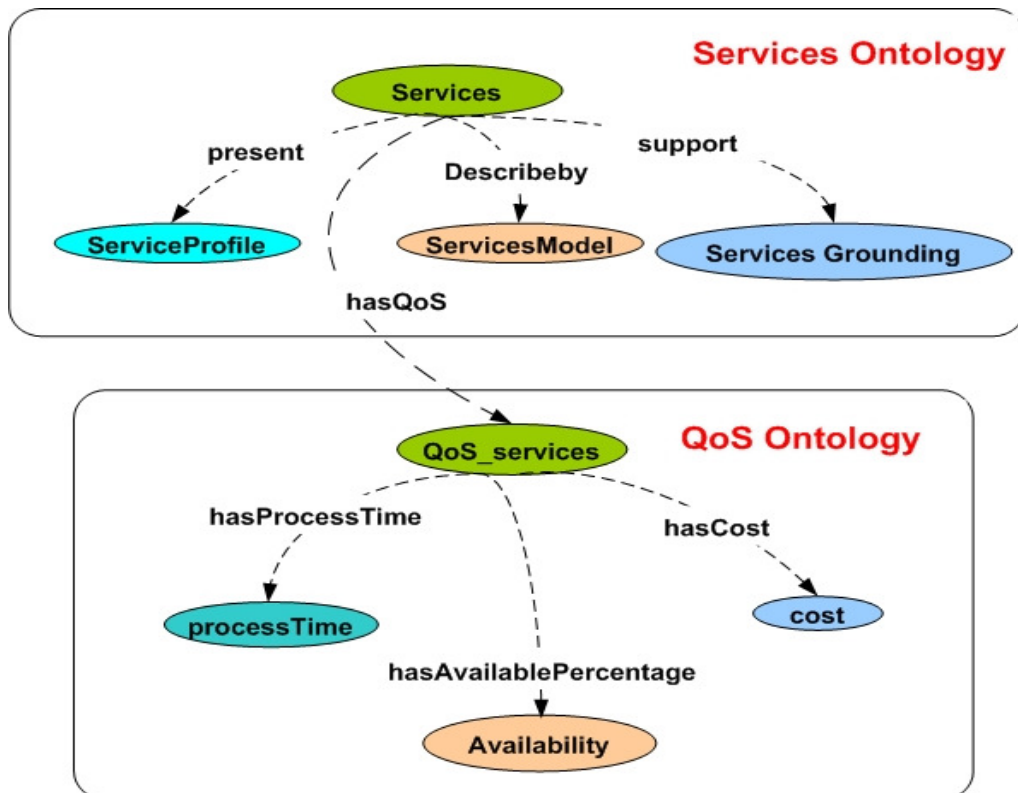
เซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด (Specification-Based Web Services Discovery Server) ทำหน้าที่ค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดแบบต่างๆ ซึ่งอาศัยโปรแกรมประยุกต์ด้านเว็บเชิงความหมายโดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ จิน่าในการอนุมานโดยใช้กฎสำหรับการค้นหาบริการตามเงื่อนไขต่าง ๆ

และสำหรับผู้ใช้บริการ (Client) เป็นผู้ใช้ยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายสำหรับการสืบค้นบริการตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยมีการร้องขอให้ค้นหาบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ที่ได้รับการขยายแล้วด้วย

### 3.1.2 โครงสร้างออนโทโลยีของข้อมูลคุณภาพการให้บริการ

ในการออกแบบโครงสร้างของข้อมูลคุณภาพการให้บริการนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้ภาษาโอดับเบิลยูเอล (OWL) ในการนิยามออนโทโลยีของข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ( QoS Ontology ) และยังมีออนโทโลยีที่ใช้ประกอบการสืบค้นบริการคือ ออนโทโลยีคุณภาพการให้บริการนั้นจะเป็นคลาสร่วมของออนโทโลยีของโดเมนบริการ และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับออนโทโลยีบริการตามโดเมน ซึ่งทำให้การสืบค้นบริการดังกล่าวสามารถพิจารณาถึงคุณภาพการให้บริการ ได้ตามความต้องการของผู้ขอใช้บริการโดยในส่วนของอ็พเพอร์ออนโทโลยี ซึ่งเป็นโครงสร้างของออนโทโลยีที่ใช้ สำหรับการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ที่ได้ ออกแบบสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ออนโทโลยีข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ที่ใช้ในการทดสอบ ได้ใช้คุณสมบัติของคุณภาพบริการที่มีพารามิเตอร์สามค่าดังนี้ Process Time, Availability และ Cost ซึ่งมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.6





รูปที่ 3.6 กรอบความคิดโครงสร้างออนโทโลยีสำหรับการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพบริการ

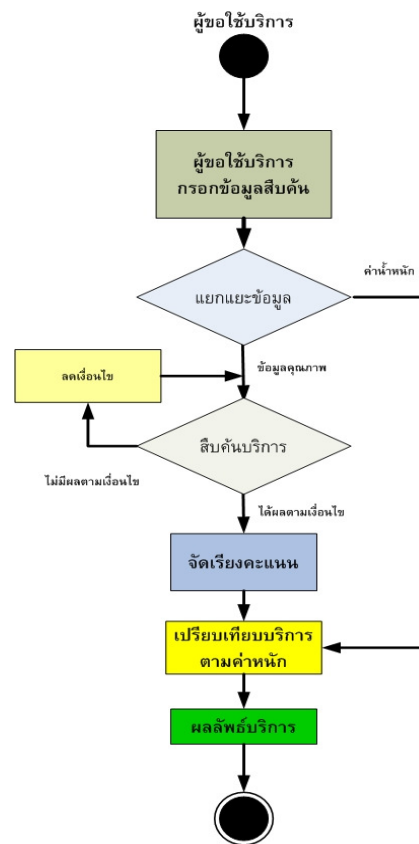
จากรูปที่ 3.6 เป็นกรอบความคิดโครงสร้างออนโทโลยีที่ใช้เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการทดสอบในวิทยานิพนธ์นี้ซึ่งประกอบ ด้วยออนโทโลยีสองด้วยกัน คือในส่วนของอ็พเพอร์ออนโทโลยีเป็นออนโทโลยีโอดับเบิ้ลยู-เอส [15] ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อนำเสนอเป็นออนโทโลยีสำหรับเว็บเซอร์วิสเชิงความหมาย ออนโทโลยีคุณภาพการให้บริการซึ่งได้ออกแบบแยกต่างหากจากออนโทโลยีของร้านขายหนังสือ และออนโทโลยีบริการ ทั้งนี้เนื่องจากต้องการให้ออนโทโลยีคุณภาพการให้บริการเป็นออนโทโลยีอิสระสามารถนำไปใช้กับออนโทโลยีได้ทุกโดเมน

### 3.2 ระบบการสืบค้นบริการ

การออกแบบระบบการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบอัลกอริทึมแสดงดังรูปที่ 3.7 โดยได้ใช้ ัจิน่า 2.2 ในการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ และใช้ภาษาอาร์คีคิวเอลในการสืบค้นบริการในเพิ่มข้อมูลโอดับเบิ้ลยูเอล โดยมีหลักการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการตามที่อยู่ให้บริการได้ประกาศหรือลงทะเบียนในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายตามโครงสร้างออนโทโลยีข้อมูลคุณภาพการให้บริการในรูปแบบ

ของโอดับเบิล ยูเอลไฟล์ ซึ่งงานวิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในส่วนของ การลงทะเบียนข้อมูลคุณภาพการให้บริการเพื่อให้ผู้ให้บริการได้เพิ่มเติมและสามารถปรับปรุงข้อมูลดังกล่าวได้ด้วย และเมื่อมีการร้องขอให้ค้นหาบริการจากผู้ขอใช้บริการยูติดีไอส่วนเพิ่มขยาย ขบวนการสืบค้นบริการ จะทำการสืบค้นข้อมูลบริการตามโดเมนของบริการที่ได้ออกแบบในออนโทโลยี ทำให้ได้บริการเฉพาะในโดเมนที่ต้องการจริงๆ แล้วจึงทำการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการอีกครั้งหนึ่ง ในกรณีไม่มีบริการตามที่คุณขอใช้บริการกำหนด ระบบที่ได้ ออกแบบ จะทำการลดเงื่อนไขการสืบค้นลงมา แล้วทำการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการ ให้บริการอีกครั้ง และทำการเปรียบเทียบข้อมูลตามค่าน้ำหนักที่คุณขอใช้บริการกำหนดจัดทำคะแนน ความใกล้เคียง แล้วตอบผลลัพธ์ไปยังผู้ให้บริการในขั้นตอนสุดท้าย สำหรับองค์ประกอบของ ระบบการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการมีดังนี้

- ผู้ขอใช้บริการ ส่งข้อมูลบริการพร้อมทั้งข้อมูลคุณภาพการให้บริการและค่าน้ำหนักที่ ต้องการค้นหาไปยังยูติดีไอส่วนเพิ่มขยาย
- ระบบแยกแยะข้อมูลคุณภาพการให้บริการและค่าน้ำหนัก ส่วนนี้ทำหน้าที่แยกข้อมูลใน ส่วนของข้อมูลคุณภาพการให้บริการที่ต้องการออกจากค่าน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากค่าทั้งสอง ใช้ในเหตุการณ์ต่างกัน ข้อมูลคุณภาพการให้บริการใช้เพื่อการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการ ให้บริการจากยูติดีไอส่วนเพิ่มขยาย เมื่อได้บริการเรียบร้อยแล้วจึงนำมาคำนวณ เปรียบเทียบความเหมือนของแต่ละบริการ และนำมาคำนวณร่วมกับค่าน้ำหนักที่คุณขอใช้ บริการกำหนด ระบบจะเลือกบริการที่มีค่าใกล้เคียงมากที่สุด ตอบกลับไปยังผู้ขอใช้บริการ
- การสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ เป็นการสืบค้นข้อมูลในโอดับเบิลยูเอลไฟล์ โดยใช้ภาษารัสคิวเอลในการสืบค้น หลังจากนั้นก็นำข้อมูลบริการที่สืบค้นได้มา จัดเรียงคะแนนความเหมือนของบริการที่สืบค้นมาทั้งหมด และในกรณีที่ไม่สามารถสืบค้น บริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการได้ ระบบจะทำการปรับลดเงื่อนไขข้อมูลคุณภาพ การให้บริการแล้วทำการสืบค้นอีกครั้งหนึ่งจนได้บริการตามที่ต้องการ ส่งไปยังส่วนการ จัดเรียงคะแนนความเหมือนต่อไป
- เมื่อได้ข้อมูลจากการสืบค้นตามคุณภาพการให้บริการแล้ว ก็จะนำข้อมูลคุณภาพของแต่ละ บริการมาทำการคำนวณเปรียบเทียบ เพื่อให้คะแนนในแต่ละบริการเพื่อจัดเรียงข้อมูลคุณภาพการ ให้บริการ และให้คะแนนตามความใกล้เคียงกับผู้ใช้มากที่สุด
- เปรียบเทียบบริการตามค่าน้ำหนัก เป็นการคำนวณคะแนนตามค่าน้ำหนักที่คุณขอใช้บริการ ได้กำหนดไว้ ซึ่งสมการการคำนวณดังกล่าวจะกล่าวในหัวข้อต่อไป
- นำผลลัพธ์ของบริการส่งกลับไปยังผู้ขอใช้บริการ



รูปที่ 3.7 ระบบการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ

### 3.3 การออกแบบโปรแกรมเพิ่มเติมสำหรับการลงทะเบียนและการสืบค้นข้อมูลในยูติดีไอส่วนเพิ่มขยาย

ในส่วนของโปรแกรมประยุกต์สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีการพัฒนาแยกส่วนจากยูติดีไอมาตรฐานซึ่งได้ใช้ยูติดีไอในการพัฒนา สำหรับการลงทะเบียนและการสืบค้นบริการซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำเฉพาะการติดต่อผ่านทางเว็บ โดยได้แยกออกเป็นโปรแกรมสำหรับผู้ให้บริการลงทะเบียนในยูติดีไอตามมาตรฐาน และส่วนของโปรแกรมสำหรับผู้ให้บริการลงทะเบียนข้อมูลคุณภาพการให้บริการ และโปรแกรมในส่วนของผู้ขอใช้บริการสำหรับการขอค้นหาบริการ

ผู้ให้บริการ (Services Provider) คือผู้พัฒนาบริการเว็บเซอร์วิสและทดสอบเว็บเซอร์วิสเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลคุณภาพการให้บริการ และต้องการลงทะเบียนหรือประกาศบริการพร้อมทั้งข้อมูลคุณภาพการให้บริการของตนเองในยูติดีไอส่วนเพิ่มขยายและจะต้องทำการสมัครสมาชิกกับยูติดีไอส่วนเพิ่มขยายก่อนจึงสามารถทำการลงทะเบียนบริการได้ และสามารถเข้ามาปรับปรุงข้อมูลคุณภาพการให้บริการของตนเองในยูติดีไอส่วนเพิ่มขยายได้เช่นกัน

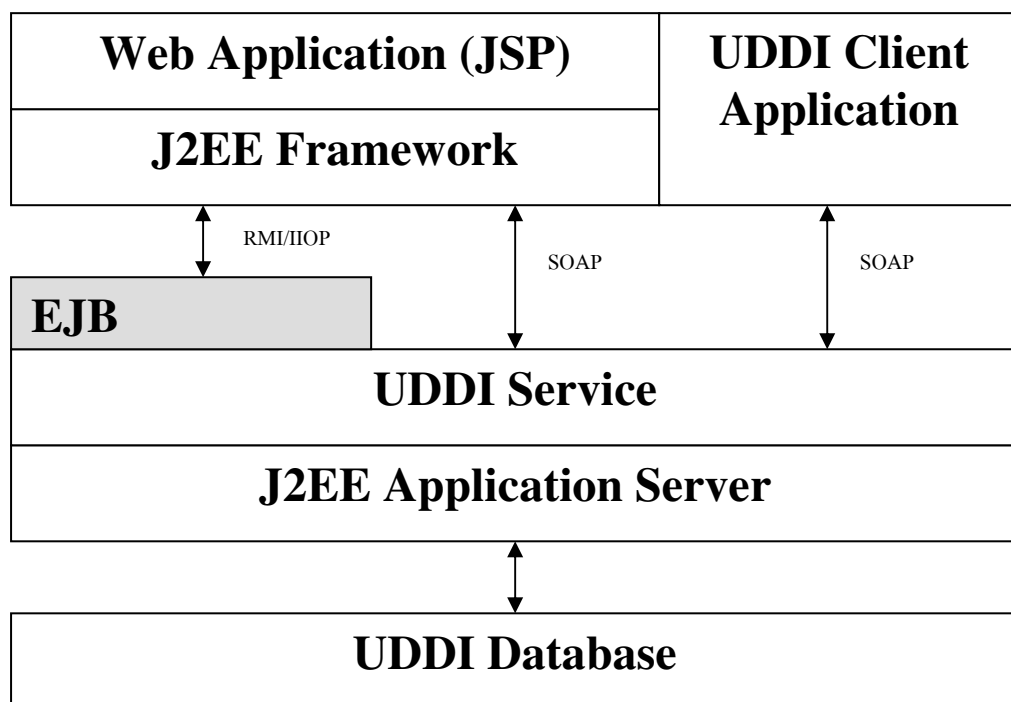
ผู้ขอใช้บริการ (Client or Requestor) คือผู้ที่ต้องการค้นหาบริการ โดยสามารถทำการค้นหาได้ โดยไม่ต้องสมัครสมาชิกหรือจะสมัครสมาชิกก็ได้ในกรณีที่ทั้งผู้ให้บริการและผู้ขอใช้บริการ

ดังนั้นในการดำเนินงานบนยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้มีการพัฒนา โปรแกรมประยุกต์หลักๆ ดังนี้

○ การสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในส่วนนี้ ได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการโดยไม่พิจารณาค่าน้ำหนัก การสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการพิจารณาค่าน้ำหนัก รวมทั้งการสืบค้นบริการในกรณีที่ไม่สามารถสืบค้นตามเงื่อนไขได้ การสืบค้นบริการนั้นสามารถที่จะสืบค้นบริการได้ตามที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ หรือแม้กระทั่งแต่ผู้ให้บริการเองก็สามารถใช้บริการสืบค้นข้อมูลบริการจากยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายได้เช่นเดียวกัน

○ การลงทะเบียนของผู้ให้บริการ ซึ่งในขบวนการนี้จะต้องมีการล็อกอิน หรือสมัครเป็นสมาชิกก่อน เมื่อเข้าสู่ระบบได้แล้วจากนั้นจึงจะสามารถลงทะเบียน แก้ไข และ ลบ บริการออกจากยูดีดีไอมาตรฐานได้ พร้อมทั้งสามารถเพิ่มเติมหรือปรับปรุงข้อมูลคุณภาพการให้บริการในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายได้เช่นกัน

โครงสร้างสถาปัตยกรรมของยูดีดีไอที่จะพัฒนาแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โครงสร้างโดยรวมของยูดีดีไอที่ใช้ในการพัฒนา

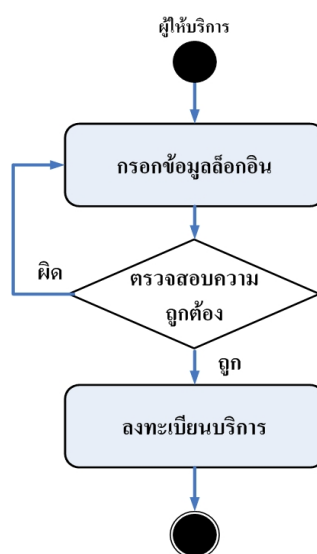
จากรูปที่ 3.8 เป็นโครงสร้างโดยรวมของยูติลิตี้ไอซึ่งในส่วนที่จะพัฒนาสำหรับงานวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนการลงทะเบียน และการสืบค้นบริการ

ระบบยูติลิตี้ไอจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆคือ

- ส่วนของฐานข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลของยูติลิตี้ไอลงในฐานข้อมูล MySQL
- ส่วนของงานบริการในยูติลิตี้ไอจะทำการประมวลผลและจัดการระบบภายในยูติลิตี้ไอ
- ส่วนของโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อกับงานบริการยูติลิตี้ไอผ่านทาง โชนพ หรือ RMI/IOPในที่นี้จะใช้ส่งผ่านทาง โชนพ เนื่องจากเป็นมาตรฐานของเว็บเซอร์วิส และสำหรับ โปรแกรมที่จะพัฒนาในการทดสอบมีดังนี้

### 3.3.1 โปรแกรมสำหรับการล็อกอินเข้าระบบของยูติลิตี้ไอ

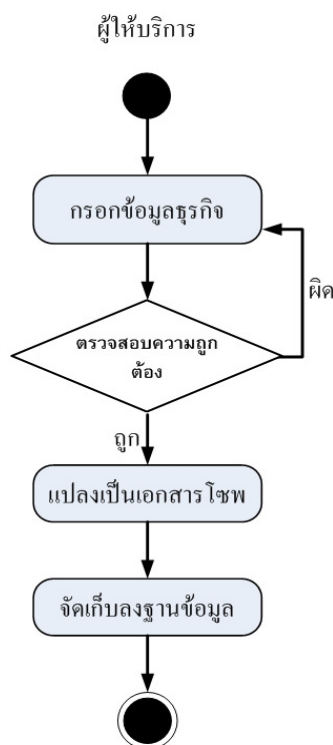
สำหรับผู้ใช้บริการที่ต้องการจะลงทะเบียนบริการของตนเอง กระทำการผ่านหน้าล็อกอิน โดยต้องกรอกชื่อผู้ใช้ (User Name) และพาสเวิร์ด (Password) และทำการยืนยันพาสเวิร์ดอีกทีหนึ่ง แล้วฟอร์มจะส่งข้อมูลดังกล่าวไปตรวจสอบยูเซอร์เนม และพาสเวิร์ดจากฐานข้อมูล หากตรวจสอบไม่ผ่านหรือมีชื่อผู้ใช้ซ้ำกันในกรณีสมัครสมาชิกใหม่ จะกลับมายังหน้า ล็อกอินใหม่ เมื่อ กรอกข้อมูลครบและถูกต้องระบบจะส่งไปยังหน้าลงทะเบียนบริการและธุรกิจอีกทีหนึ่ง หากต้องการแก้ไขก็สามารถเรียกใช้ได้หลังจากลงทะเบียนแล้ว ข้อมูลจะเก็บในฐานข้อมูลอีกทีหนึ่งซึ่งไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การล็อกอิน

### 3.3.2 โปรแกรมสำหรับการลงทะเบียนธุรกิจ

โปรแกรมสำหรับการลงทะเบียนธุรกิจ หรือข้อมูลบริษัท กระทำการผ่านหน้าการลงทะเบียนธุรกิจหลังจากที่ทำการล็อกอินเรียบร้อยแล้ว โดยฟอร์มจะไปตรวจสอบที่หน้าข้อมูลธุรกิจหากตรวจสอบไม่ผ่านหรือมีชื่อ Business Entity ซ้ำกันจะกลับมายังหน้าลงทะเบียนใหม่ เมื่อกรอกข้อมูลครบและไม่ซ้ำกันแล้วจะส่งไปยังส่วนของการแปลงข้อมูลเป็น โขงส่งไปลงทะเบียนในยูดีดีไอต่อไป หากต้องการแก้ไขก็สามารถเรียกใช้ได้จากลงทะเบียนแล้ว ไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 3.10

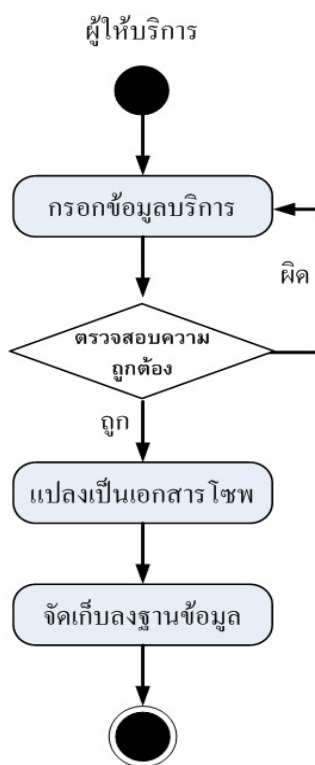


รูปที่ 3.10 การลงทะเบียนธุรกิจ

### 3.3.3 โปรแกรมการลงทะเบียนบริการ

โปรแกรมสำหรับการลงทะเบียนบริการ ในการลงทะเบียนบริการนี้จะกระทำได้หลังจากการล็อกอิน และลงทะเบียนธุรกิจแล้วเท่านั้นแล้ว โดยที่หน้าของรายละเอียดจะมีคำสั่งปรากฏข้างบนให้เลือกเพิ่มบริการ และต้องทำการส่งยูอาร์แอล (URL) ของเอกสารฉบับเบ็ดเตล็ด โขง จะไปตรวจสอบหากตรวจสอบไม่ผ่านหรือมีชื่อ Business Service ซ้ำกันภายใน Business Entity จะกลับมายังหน้าลงทะเบียนบริการใหม่เมื่อ กรอกข้อมูลจนครบจะส่งไปในส่วนของโปรแกรมใน

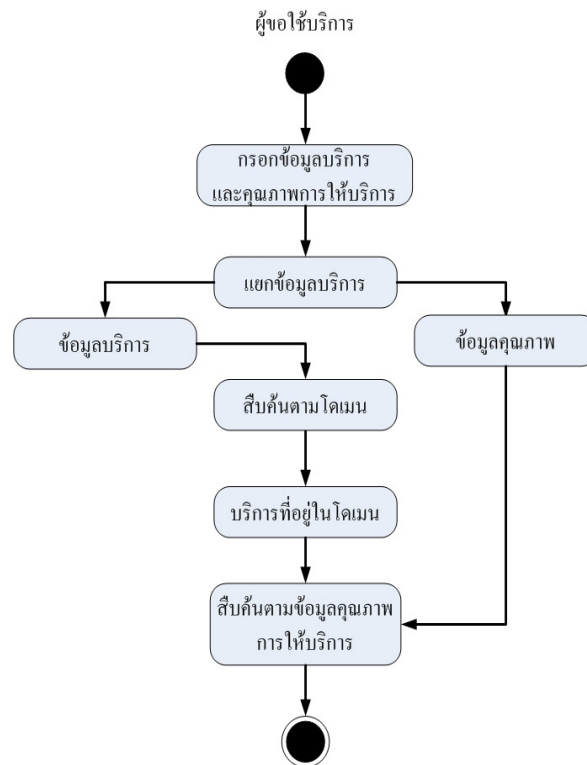
การแปลงเป็นเอกสาร โพรโตคอลโซฟและส่งไปยังฐานข้อมูลยูติลิตี้ต่อไป และหากต้องการแก้ไขก็สามารถเรียกใช้ได้จากลงทะเบียนแล้วโดยอะแกรมการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การลงทะเบียนบริการ

### 3.3.4 โปรแกรมสำหรับผู้ขอใช้บริการสืบค้นข้อมูล

โปรแกรมประยุกต์สำหรับผู้ขอใช้บริการค้นหาบริการนี้ ได้ออกแบบให้ผู้ขอใช้ใส่ข้อมูลบริการและข้อมูลคุณภาพการให้บริการที่ต้องการค้นหา โดยมีแบบฟอร์มให้ผู้ขอใช้บริการได้กรอกแล้วส่งข้อมูลไปยังส่วนการแยกแยะข้อมูลบริการ และข้อมูลคุณภาพการให้บริการเพื่อใช้ในการสืบค้นบริการตามโดเมนในยูติลิตี้ไอส่วนเพิ่มขยาย และเมื่อได้บริการตามโดเมนแล้วจึงทำการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการอีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 3.11 และเมื่อทำการสืบค้นบริการได้ตามต้องการแล้วต่อไปเป็นการเปรียบเทียบบริการ และการเลือกบริการตอบกลับไปยังผู้ขอใช้บริการซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 3.12 การสืบค้นข้อมูล

### 3.4 วิธีการเปรียบเทียบบริการตามข้อมูลคุณภาพบริการ

การสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพิจารณาองค์ประกอบตามที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพการให้บริการของผู้ให้บริการซึ่งได้ลงทะเบียนไว้กับยูดีดีไอส่วนขยายก่อนแล้ว และในการลงทะเบียนของผู้ให้บริการนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลคุณภาพการให้บริการในบางครั้ง ดังนั้นเพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยสำหรับวิธีการสร้างข้อมูลสรุปค่าของข้อมูลคุณภาพบริการในการลงทะเบียนแต่ละครั้งนั้น สามารถหาโดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณภาพบริการสามารถหาได้จากสมการสองสมการดังนี้

$$v(\text{sum}) = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n} \quad (1)$$

เมื่อ

$v(\text{sum})$  เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณภาพบริการ



$v_1 + v_2 + \dots + v_n$  เป็นค่าของข้อมูลคุณภาพบริการที่รายงานมายังยูดีดีไอในแต่ละครั้ง  
 $n$  เป็นจำนวนครั้งในการการรายงานข้อมูลคุณภาพบริการไปยังยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย  
 หรือสามารถหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลได้ดังสมการที่ 2 [7]

$$f(n) = a * f(n-1) + b * r(n) \quad (2)$$

เมื่อ

$f(n)$  คือค่าข้อมูลคุณภาพบริการที่คำนวณได้ในรายงานครั้งล่าสุด

$a$  เป็นการให้ค่าน้ำหนักข้อมูลคุณภาพบริการก่อนหน้านี้

$b$  เป็นการให้ค่าน้ำหนักข้อมูลคุณภาพบริการในครั้งนี้

โดยมีเงื่อนไข  $a + b = 1$

$f(n-1)$  คือค่าข้อมูลคุณภาพบริการที่คำนวณได้ก่อนหน้านี้

$r(n)$  คือค่าข้อมูลคุณภาพบริการที่ได้รับจากการรายงานมายังยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย

ในการทดลองจะใช้สมการ(2) เพราะสามารถเขียนโปรแกรมได้โดยไม่ต้องจัดเก็บข้อมูลคุณภาพบริการทั้งหมดของผู้ให้บริการที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ ทำให้ไม่เปลืองหน่วยความจำด้วย ส่วนการให้ค่าน้ำหนักข้อมูลทั้งหมดในงานวิจัยนี้ได้ให้ค่าน้ำหนักเท่ากันคือ ค่า  $a = 0.5 = b$  เมื่อได้ข้อมูลคุณภาพการให้บริการแล้วในขบวนการเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพของผู้ขอใช้บริการนั้น ก่อนอื่นต้องมีการสืบค้นข้อมูลตามเงื่อนไขของผู้ขอใช้บริการ แล้วนำผลการสืบค้นมาจัดเรียงตามเงื่อนไขเพื่อหาคะแนนน้ำหนักของข้อมูลคุณภาพแต่ละส่วนก่อน แล้วจึงนำมาคำนวณหาผลการเปรียบเทียบสรุปอีกทีหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เสนอฟังก์ชันการเปรียบเทียบแต่ละข้อมูลแยกตามข้อมูลคุณภาพบริการในแต่ละหัวข้อสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) ดังนี้

$$s = \frac{1}{n} * i \quad (3)$$

เมื่อ

$s$  คือค่าผลการเปรียบเทียบตามเงื่อนไข

$n$  คือจำนวนของบริการที่ถูกต้องตามเงื่อนไขการค้นหา

$i$  เป็นลำดับของบริการหลังการจัดเรียงข้อมูลตามเงื่อนไข

และสุดท้ายเป็นส่วนในการตัดสินใจเลือกบริการตามเงื่อนไขรวมทั้งหมดของข้อมูลคุณภาพบริการ ดังนั้นฟังก์ชันการค้นหาก็จะให้น้ำหนักตามแต่ผู้ขอใช้บริการต้องการหากไม่มีการกำหนดก็จะใช้น้ำหนักที่เท่ากันทั้งหมดก็จะได้สมการ (4) [7]

$$\text{score} = \frac{w1 * s1 + w2 * s2 + w3 * s3}{w1 + w2 + w3} \quad (4)$$

เมื่อ

- score คือ ผลการเปรียบเทียบเมื่อมีการพิจารณาค่าน้ำหนักและพารามิเตอร์คุณภาพทั้งหมด
- w1 คือ ค่าน้ำหนัก process\_Time
- w2 คือ ค่าน้ำหนัก availability
- w3 คือ ค่าน้ำหนัก cost
- s1 คือ ค่าผลการเปรียบเทียบ process\_Time จากสมการ (3)
- s2 คือ ค่าผลการเปรียบเทียบ availability จากสมการ (3)
- s3 คือ ค่าผลการเปรียบเทียบ cost จากสมการ (3)

ฉะนั้นในการตัดสินใจส่งผลลัพธ์บริการให้แก่ผู้ขอใช้บริการจะขึ้นอยู่กับคะแนนรวมบริการที่มีค่าสูงสุดซึ่งมีความใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ขอใช้บริการมากที่สุด

### 3.5 ขอฟต์แวร์เครื่องมือสำหรับการพัฒนางานวิจัย

สำหรับในการทำวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบของของสถาปัตยกรรมเว็บเซอร์วิสเชิงความหมายดังรูปที่ 3.5 โดยมีองค์ประกอบหลัก ๆ ห้าส่วนดังนี้

#### 3.5.1 การออกแบบและสร้างออนโทโลยี (Ontology Builder and Design)

งานวิจัยนี้ได้ใช้ออนโทโลยีบิลเดอร์ (Ontology Builder and Design) ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ โปรเทจ (Protégé) เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างออนโทโลยีสำหรับอธิบายโครงสร้างพฤติกรรมและองค์ประกอบของบริการโดยทั่วไปหรือบริการในโดเมนหนึ่งๆ เพื่อให้ผู้ให้บริการนำไปใช้เป็นแนวทางในการอธิบายข้อกำหนดต่างๆ ของบริการของตนรวมทั้งใช้ในการอธิบายคุณภาพการให้บริการเว็บเซอร์วิสที่มีความหมายครั้งนี้ด้วย

### 3.5.2 ผู้ให้บริการ (Service Provider)

สำหรับในส่วนของผู้ให้บริการนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับวิจัยนี้ไม่ได้ดำเนินการในส่วนของผู้ให้บริการแต่จะใช้การตั้งสมมุติฐานข้อมูลคุณภาพบริการสำหรับใช้ในการทดสอบ และในการลงทะเบียนในยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายสำหรับผู้ให้บริการนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การลงทะเบียนผ่านเว็บซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ในฝั่งของยูดีดีไอส่วนเพิ่มขยาย

### 3.5.3 ยูดีดีไอที่ได้รับการขยาย (Extended UDDI)

เป็นยูดีดีไอที่ถูกเพิ่มเติมความสามารถให้รองรับการค้นหาข้อมูลคุณภาพการให้บริการเว็บเซอร์วิสที่มีความหมายได้ โดยทำหน้าที่ค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะต่างๆ ตามปกติ (Attribute-Based Discovery) และเป็นตัวส่งการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการเว็บเซอร์วิสที่มีความหมาย กรณีที่มีการค้นหาโดยอาศัยข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง ข้อกำหนดเชิงพฤติกรรมหรือข้อกำหนดเชิงองค์ประกอบ (Specification-Based Discovery) ซึ่งเครื่องมือที่จะใช้ก็คือ เจยูดีดีไอ (JUDDI: Java UDDI)

### 3.5.4 เซิร์ฟเวอร์ค้นหาบริการเชิงข้อกำหนด (Specification-Based Web Services Discovery Server)

ทำหน้าที่ค้นหาบริการโดยอาศัยคุณลักษณะเชิงข้อกำหนดแบบต่างๆ ซึ่งอาศัยโปรแกรมประยุกต์ด้านเว็บเชิงความหมายซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้จึนา (Jena) ในการอนุมานโดยใช้กฎ และใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลในค้นหาบริการตามข้อมูลคุณภาพและมีการและได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์โดยใช้ภาษาจาวาในการเรียกใช้ภาษาอาร์ดีคิวเอลและเจเอสพี เพื่อทำให้เกิดความง่ายในการทดสอบ

### 3.5.5 ผู้ใช้บริการ (Client)

เป็นผู้เรียกใช้ยูดีดีไอที่ได้รับการขยายเพื่อค้นหาบริการเครื่องมือที่ใช้ก็จะใช้บราวส์เซอร์ในการเรียกใช้บริการ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พัฒนายูดีดีไอส่วนเพิ่มขยายในรูปของเว็บดั่งนั้นในส่วนของผู้ใช้บริการที่ใช้ในการทดสอบนี้เพียงแต่ใช้บราวส์เซอร์ก็ได้

### 3.6 สรุป

ในการออกแบบระบบการสืบค้นบริการตามข้อมูลคุณภาพการให้บริการ สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้การออกแบบในรูปแบบของออนโทโลยีโดยใช้ภาษาโอคัมเบิ้ลยูเอลในการพัฒนา ซึ่งในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบออนโทโลยีโดยแบ่งตามโดเมน พร้อมทั้งได้ออกแบบออนโทโลยีข้อมูลคุณภาพการให้บริการ ซึ่งได้ออกแบบเป็นออนโทโลยีแบบอิสระสามารถนำไปใช้กับบริการได้ทุกโดเมน และยังได้ออกแบบอัลกอริทึมสำหรับการสืบค้นบริการตามโดเมนและการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพการให้บริการ สำหรับการตัดสินใจเลือกบริการในยูติลิตี้ไอส่วนเพิ่มขยาย เพื่อตอบกลับไปยังผู้ขอใช้บริการตามข้อมูลคุณภาพบริการและค่าน้ำหนักที่ได้กำหนดมา พร้อมทั้งได้กล่าวถึงเครื่องมือ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วย