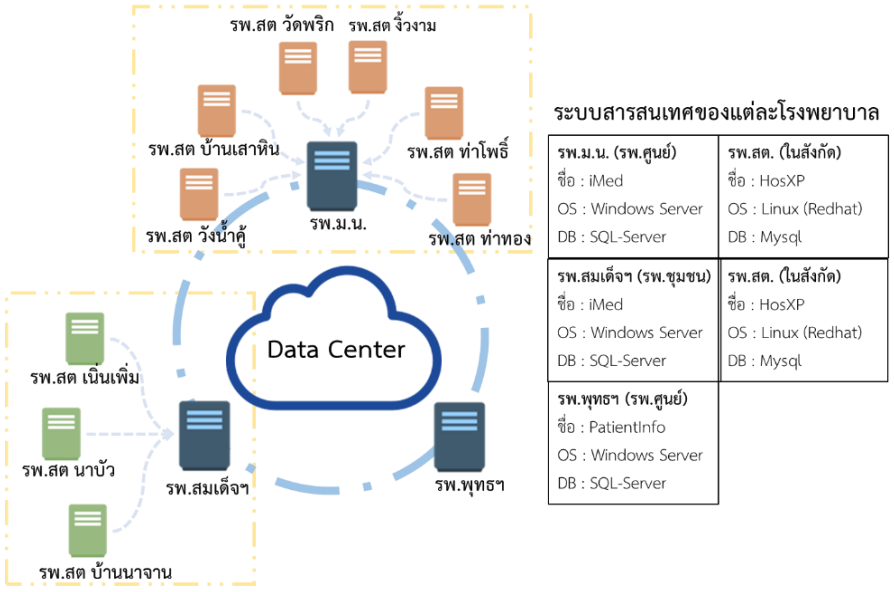
4.5 การพัฒนาระบบต้นแบบ

จากการดำเนินการโครงการพัฒนาต้นแบบของเทคโนโลยีที่ช่วยในการพัฒนาคุณภาพการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินทางไกลในชนบทโดยผ่านเครือข่ายดิจิทัลความเร็วสูง โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเชิงระบบจำนวน 5 ระบบได้แก่ ระบบศูนย์ข้อมูล ระบบการให้คำปรึกษาบนสมาร์ทโฟน ระบบให้คำปรึกษาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านแท็บเล็ต ระบบการให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีโฮโลแกรมด้วยแว่นแสดงภาพเสมือนจริง และระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีเนื้อหารายละเอียดของแต่ละระบบดังต่อไปนี้

4.5.1 ระบบศูนย์ข้อมูล

ระบบศูนย์ข้อมูล (Data Center) จะเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยงข้อมูลของระบบสารสนเทศของแต่ละโรงพยาบาลได้แก่ โรงพยาบาลศูนย์ 2 แห่ง ประกอบด้วย โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรและโรงพยาบาลพุทธชินราช โรงพยาบาลชุมชน 1 แห่ง คือ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชนครไทย และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่อยู่ในสังกัดโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร 6 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเสาหิน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลงิ้วงาม โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวัดพริก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังน้ำคู้ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าทอง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าโพธิ์ รวมกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในสังกัด



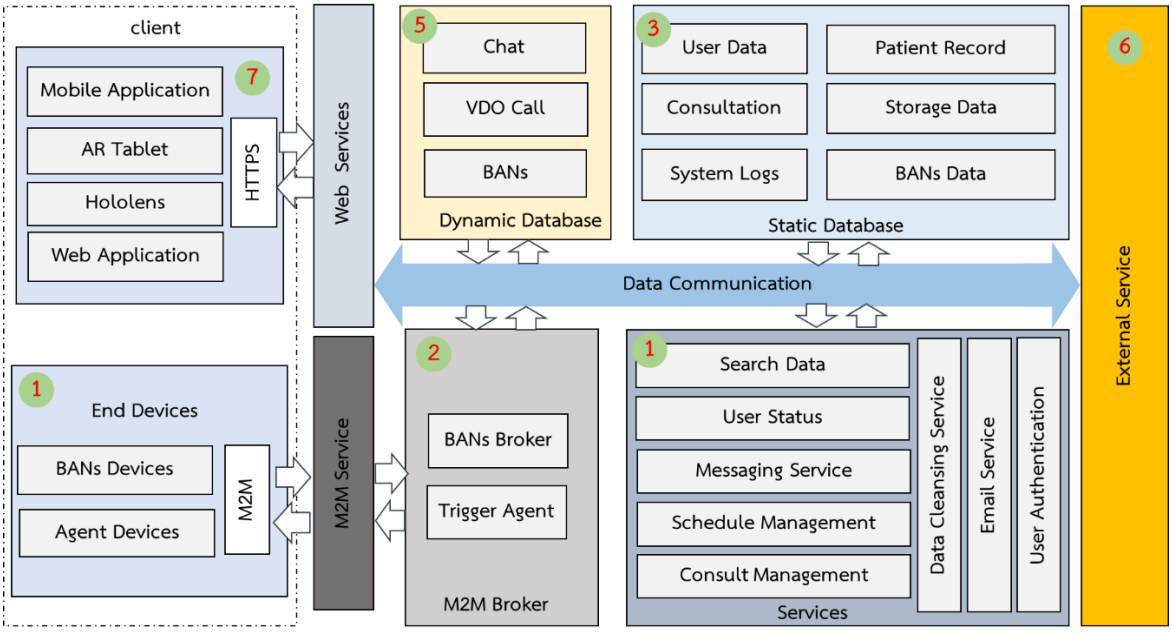
รูปที่ 4.99 ภาพรวมระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลจำนวน 12 แห่งที่เชื่อมโยงมายังศูนย์ข้อมูล

โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชนครไทย 3 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเนินเพิ่ม โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาบัว โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านนาจาน โดยในรูปที่ 4.99 แสดงภาพรวมระบบสารสนเทศของแต่ละโรงพยาบาลที่เชื่อมโยงบนศูนย์ข้อมูล

การพัฒนาระบบศูนย์ข้อมูล (Data Center) เป็นการพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลในพื้นที่โรงพยาบาลแต่ละแห่งเพื่อรวมศูนย์ข้อมูล ณ ส่วนกลางและทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Exchange Center) โดยเปิดบริการ (Service) ข้อมูลให้กับอุปกรณ์ปลายทาง (End Devices) หรือ เครื่องลูกข่าย (Client) โดยในรูปที่ 4.100 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบศูนย์ข้อมูล

จากรูปที่ 4.100 จะแสดงให้เห็นส่วนประกอบของระบบศูนย์ข้อมูลที่ประกอบด้วย

1. End Devices คือ เครื่องแม่ข่ายปลายทางที่เชื่อมต่อกับศูนย์ข้อมูล (Data Center)
2. M2M Broker คือ บริการสำหรับการจัดการการสื่อสารที่ใช้เทคโนโลยี Machine to Machine (M2M)
3. Static Database คือ ฐานข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง
4. Dynamic Database คือ ฐานข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง
5. External Service คือ บริการภายนอกที่ถูกเรียกใช้ในระบบ
6. Client คือ เครื่องลูกข่ายที่เรียกใช้งานศูนย์ข้อมูล



รูปที่ 4.100 สถาปัตยกรรมของระบบศูนย์ข้อมูล (Data Center)

โครงสร้างการทำงานของระบบศูนย์ข้อมูลพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นตัวกลางในการจัดการข้อมูลของระบบโดยในส่วนการพัฒนาศูนย์ข้อมูลนั้นจะดำเนินการพัฒนาเพื่อรองรับการทำงานตามโครงสร้างการเชื่อมต่อต่างๆ ดังรูปที่ 4.100

4.5.1.1 ฟังก์ชั่นการทำงานของระบบศูนย์ข้อมูล

จากโครงสร้างการทำงานของศูนย์ข้อมูลจะเห็นว่าระบบศูนย์ข้อมูลมีฟังก์ชั่นการทำงานที่หลากหลาย ผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.45 ถึงตารางที่ 4.56

ตารางที่ 4.45 ฟังก์ชั่นการทำงานของระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
1.	เก็บข้อมูลด้วยโครงสร้างแบบ No SQL
2.	สามารถเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3.	สามารถเก็บข้อมูลประวัติผู้ป่วยที่ถูกเชื่อมโยงมาจากโรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 12 แห่ง โดยแยกการทำดัชนีข้อมูลเพื่อแยกแยะแหล่งที่มาของข้อมูลได้
4.	บันทึกข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา เอ็กซ์เรย์ อัลตราซาวด์
5.	บันทึกข้อมูลระบบเพื่อการบริหารจัดการระบบ การตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน และข้อมูลมัลติมิเดีย ในการบันทึกประวัติการใช้งานโดยบันทึกข้อมูล วิดีโอ ไฟล์ รูปภาพ และข้อความ
6.	บันทึกข้อมูลการร้องขอคำปรึกษา ประวัติการให้คำปรึกษา ที่สามารถดูย้อนหลังได้โดยแยกแยะสถานะของข้อมูลเพื่อบ่งบอกว่า การร้องขอคำปรึกษาดำเนินถึงกระบวนการใด (กำลังดำเนินการหรือเสร็จสิ้นการดำเนินการ)
7.	บันทึกการสื่อสารผ่านการแชท ที่รองรับการเก็บข้อมูลย้อนหลังและสามารถโหลดข้อมูลเพื่อดูอีกครั้งได้ตลอดเวลา
8.	การเข้าถึงข้อมูล โดยเปิดช่องทางการเข้าถึงข้อมูลที่รองรับการ บันทึกข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรือการลบข้อมูลโดยมีการกำหนดความปลอดภัยของการเข้าถึงโดยต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน
9.	การจัดการผู้ใช้งานและป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ด้วยการตรวจสอบสิทธิ์ด้วยอีเมล์
10.	การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลบนคลาวด์ด้วยการตรวจสอบใบรับรองการใช้บริการคลาวด์จากฝั่งร้องขอ (Client)
11.	การอัพเดทข้อมูลที่ Client อัตโนมัติเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.45 ฟังก์ชั่นการทำงานของระบบฐานข้อมูลบนคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
12.	รองรับการขยายขนาดข้อมูลแบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 4.46 ฟังก์ชั่นการปรับโครงสร้างข้อมูล

ลำดับ	ความสามารถ
	ฟังก์ชั่นการปรับโครงสร้างข้อมูลบนซอฟท์แวร์ฝังตัว
1.	สามารถดึงข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาลโดยรองรับฐานข้อมูล MySQL
2.	ปรับการทำดัชนีข้อมูลเพื่อรองรับระบบการค้นหาข้อมูล ด้วยการกำหนดคีย์ (Key) เพื่อเป็นตัวแทนสำหรับอ้างอิงการค้นหาข้อมูล
3.	สามารถจัดโครงสร้างให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และปรับโครงสร้างให้เป็นโครงสร้างแบบ NoSQL เข้าถึงข้อมูลแบบ Dictionary ที่อ้างอิงข้อมูลจากคีย์
4.	คัดกรองข้อมูลที่จำเป็นจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลสำหรับการทำงานของระบบ เพื่อนำส่งไปยังคลาวด์หรือการแลกเปลี่ยนระหว่างการขอรับคำปรึกษา
5.	มีฟังก์ชั่นการเชื่อมต่อฐานข้อมูลบนคลาวด์เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลในการตรวจสอบข้อมูลซ้ำ
	ฟังก์ชั่นปรับโครงสร้างข้อมูลบนคลาวด์
1.	จัดเรียงข้อมูลให้เป็นไปตามข้อกำหนดของคลาวด์โดยการเรียงข้อมูลล่าสุดพร้อมระบุแหล่งข้อมูล เพื่อให้คลาวด์สามารถแยกแหล่งที่มาของข้อมูลว่ามาจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลใด
2.	มีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลบนคลาวด์ ในกรณีที่ข้อมูลไม่ครบ ข้อมูลขาดหาย หรือมีการใส่ข้อมูลขยะเข้ามาจะทำการปรับให้ตรงกับโครงสร้างที่กำหนดไว้
	ฟังก์ชั่นปรับโครงสร้างข้อมูลบนคลาวด์
3.	บันทึกข้อมูลรูปภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ บนเซิร์ฟเวอร์ โดยสร้างวิธีการเข้าถึงไฟล์ผ่าน URL โดยจะทำดัชนีตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์และทำการอัพเดทลงในฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกตำแหน่งของข้อมูลได้
4.	สร้างดัชนีการสืบค้นข้อมูลด้วยการกำหนด คีย์ (Key) ที่จะใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในฐานข้อมูลบนคลาวด์
5.	สร้างกฎการเข้าถึงข้อมูล รวมทั้งกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงและการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานข้อมูล ประกอบด้วยการอ่านและเขียนข้อมูล

ตารางที่ 4.47 ฟังก์ชั่นการเชื่อมข้อมูลด้วยโปรแกรมฝังตัวในโรงพยาบาลจำนวน 12 แห่ง

ลำดับ	ความสามารถ
1.	สามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลของโรงพยาบาลและสามารถกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อได้ผ่านโปรแกรม
2.	มีฟังก์ชั่นการเชื่อมต่อเซอร์วิสการปรับโครงสร้างข้อมูล ในการปรับข้อมูลให้อยู่ในโครงสร้างที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน
3.	สามารถเชื่อมต่อกับเซอร์วิสบนคลาวด์เพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนคลาวด์ผ่านการส่งผ่าน
	โพรโตคอล HTTP
4.	สามารถบันทึกข้อมูลบนคลาวด์ ที่สามารถส่งข้อความ รูปภาพ ที่มีโครงสร้างข้อมูลแบบ Dictionary
5.	รองรับการสื่อสารผ่าน Socket และ Port ในการเชื่อมต่อเซอร์วิสการสื่อสารแบบ M2M
6.	เชื่อมต่อเซอร์วิสรอรับคำร้องขอข้อมูลผ่านการการสื่อสารแบบ M2M โดยจะทำการกำหนดลำดับการร้องขอเพื่อทำการจัดการข้อมูลตามลำดับการร้องขอ
7.	เชื่อมต่อเซอร์วิสการรายงานสถานะการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมยังสามารถทำงานได้
8.	รองรับการทำงานอัตโนมัติ (Auto Startup) เมื่อเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
9.	สามารถทำงานแบบพื้นหลัง (Background process)

ตารางที่ 4.48 ฟังก์ชั่นการสื่อสารแบบ M2M

ลำดับ	ความสามารถ
	ฟังก์ชั่นการสื่อสารแบบ M2M ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางการจัดการการสื่อสารภายในระบบ
1.	สามารถลงทะเบียนอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายในระบบ
2.	สามารถจัดการการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายในระบบได้
3.	รองรับการรับส่งข้อมูลที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ Socket และ Port โดยสามารถส่งข้อมูล (Payload) ในรูปแบบของข้อความ ระหว่างอุปกรณ์ได้
4.	มีระบบตรวจสอบการใช้งานผ่านการใช้ระบบ Authentication เพื่อป้องกันการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้อง
5.	กำหนดรูปแบบข้อมูลที่รับส่งให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารหรือรับส่งข้อมูล
	ฟังก์ชั่นการสื่อสารระหว่างโปรแกรมฝังตัวและคลาวด์แบบ M2M

ตารางที่ 4.48 ฟังก์ชั่นการสื่อสารแบบ M2M

ลำดับ	ความสามารถ
1.	สามารถเชื่อมต่อผ่าน Socket และ Port เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารแบบ M2M โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ของ M2M ได้โดยจะทำการลงทะเบียนและสร้างกระบวนการเชื่อมต่อสำหรับรอการสื่อสารแบบ M2M
2.	สามารถตรวจสอบการร้องขอ หากมีการร้องขอข้อมูลจะสามารถแยกแยะเหตุการณ์การร้องขอ และสามารถทำกระบวนการตามการร้องขอได้
3.	รองรับฟังก์ชั่นการ Trigger รอรับการกระตุ้นจากเซิร์ฟเวอร์เมื่อมีเหตุการณ์การร้องขอจากอุปกรณ์ปลายทาง
	การสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชั่นและคลาวด์แบบ M2M
1.	สามารถเชื่อมต่อผ่าน Socket และ Port เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารแบบ M2M โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ของ M2M ได้โดยจะทำการลงทะเบียนและสร้างกระบวนการเชื่อมต่อสำหรับรอการสื่อสารแบบ M2M
2.	สามารถตรวจสอบการร้องขอ หากมีการร้องขอข้อมูลจะสามารถแยกแยะเหตุการณ์การร้องขอ และสามารถทำกระบวนการตามการร้องขอได้

ตารางที่ 4.49 ฟังก์ชั่นการบริการข้อมูลบนคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
1.	รองรับบริการการตรวจสอบผู้ใช้งาน Authentication โดยสามารถตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้งานในการเข้าใช้งานระบบได้ โดยรองรับการตรวจสอบผ่านระบบอีเมล์และรหัสลับ
2.	บริการเซอร์วิสการเพิ่มผู้ใช้งาน โดยสามารถตรวจสอบสิทธิ์ของการเข้าใช้งานพร้อมทั้งตรวจสอบใบรับรองการมีสิทธิ์เข้าใช้งานระบบ
3.	มีเซอร์วิสการอนุมัติการเพิ่มผู้ใช้งานภายในระบบ
4.	มีเซอร์วิสการใช้งานฐานข้อมูล โดยผ่านระบบการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน
5.	บริการเซอร์วิส Messaging สำหรับการแจ้งเตือนการเปลี่ยนแปลงกับฐานข้อมูล
6.	มีเซอร์วิสการเข้าถึงข้อมูล Storage (ไฟล์ ต่างๆ) ที่สามารถเขียนไฟล์ หรือดึงไฟล์เพื่อใช้งานภายในระบบได้
7.	มีเซอร์วิสการตรวจสอบข้อมูลเชื่อมกับระบบปรับโครงสร้างข้อมูลในกรณีจัดการ Data Cleansing

ตารางที่ 4.49 ฟังก์ชั่นการบริการข้อมูลบนคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
8.	รองรับการใช้งาน HTTP ในการร้องขอข้อมูล (Request) และ ตอบรับข้อมูล (Response)
9.	มีเซอร์วิสการแจ้งเตือน (Alert) ไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชั่น โดยสามารถเรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชั่น

ตารางที่ 4.50 ฟังก์ชั่นการจัดตารางเวรการให้คำปรึกษาของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ความสามารถ
	ฟังก์ชั่นการบริการเซอร์วิสการจัดตารางเวลาบนคลาวด์
1.	มีเซอร์วิสการบันทึกวันเวลาการให้คำปรึกษาของแพทย์
2.	มีเซอร์วิสสำหรับเชื่อมต่อฐานข้อมูลตารางเวรของแพทย์สำหรับใช้ตรวจสอบ ความพร้อมในการให้คำปรึกษา
3.	สามารถกำหนดตารางเวรของแพทย์เป็นรายบุคคล โดยอนุญาตให้แพทย์เป็นผู้ระบุวันเวลาด้วยตนเอง
4.	มีเซอร์วิสเชื่อมต่อระบบ Verification โดยผู้ที่จะจัดตารางของตนเองต้องผ่านระบบ Authentication
5.	มีเซอร์วิสการระบุสถานะออนไลน์ของแพทย์ โดยตรวจสอบจากการกำหนดเวลาการให้คำปรึกษาของแพทย์
	ฟังก์ชั่นการบริการเซอร์วิสการจัดตารางเวลาบนคลาวด์
6.	มีเซอร์วิสสำหรับการแก้ไข ลบ เพิ่มตารางเวรการให้คำปรึกษาของแพทย์
7.	มีเซอร์วิสเชื่อมต่อระบบการจัดการการแจ้งเตือน
8.	มีเซอร์วิสสำหรับเชื่อมต่อกับระบบการสื่อสารแบบออนไลน์ (โทร , วิดีโอคอล) เพื่อระบุสถานะการพร้อมให้คำปรึกษา

ตารางที่ 4.51 ฟังก์ชั่นการบริการการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน

ลำดับ	ความสามารถ
1.	สามารถลงทะเบียนด้วยอีเมล์เพื่อขอสิทธิ์การใช้งานระบบ
2.	บริการการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้งานด้วยระบบอีเมล์ โดยสามารถลงทะเบียนผ่านอีเมล์เพื่อขอสิทธิ์การใช้งานระบบได้
3.	บริการการตรวจสอบบุคคล เพื่อยืนยันตัวตนการใช้อีเมล์
4.	บริการการอนุญาตหรือปิดกั้น การเข้าใช้งานระบบ
5.	สามารถผูกสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลกับผู้ใช้งาน เพื่ออนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลภายในระบบ
6.	สามารถเก็บสิทธิ์การใช้งาน (Session) เพื่อใช้ยืนยันตัวตนเมื่อผ่านการตรวจสอบในระบบ Authentication
7.	สามารถล้างสิทธิ์การใช้งาน เพื่อทำการล้างข้อมูลการเชื่อมต่อ และทำการปิดกั้นการเข้าถึงข้อมูลภายในระบบ
8.	เชื่อมต่อระบบการระบุตัวตนด้วยใบหน้า Face ID ในการตรวจสอบบุคคล เพื่อระบุตัวตนผู้ใช้งาน
9.	บริการระบบการสร้าง/ลบ ผู้ใช้งานภายในระบบ
10.	บริการระบบการจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งานภายในระบบ
11.	บริการระบบการเข้าสู่ระบบด้วยรหัสลับเมื่อผ่านกระบวนการ Authentication
12.	บริการระบบการเปลี่ยนแปลงรหัสลับเพื่อการเปลี่ยนแปลง Session การเข้าใช้งานระบบ

ตารางที่ 4.52 ฟังก์ชั่นการบริการการส่งข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา

ลำดับ	ความสามารถ
1.	บริการระบบลงทะเบียนผู้ใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดสัญญาณสรีรวิทยา
2.	บริการระบบลงทะเบียนอุปกรณ์วัดสัญญาณสรีรวิทยา
3.	บริการระบบเก็บข้อมูลสรีรวิทยาที่ได้จากการวัดสัญญาณสรีรวิทยา
4.	บริการระบบจัดการการเก็บข้อมูลสรีรวิทยาโดย สามารถกำหนดระยะเวลาความถี่ในการเก็บสัญญาณได้
5.	บริการเซอร์วิสการส่งค่าสัญญาณ (ที่ถูกคำนวณแล้ว) ไปยังคลาวด์
6.	บริการเซอร์วิสการอ่านค่าสัญญาณสรีรวิทยา โดยสามารถร้องขอชุดข้อมูลได้ย้อนหลังตามเงื่อนไขที่กำหนด

ตารางที่ 4.52 ฟังก์ชั่นการบริการการส่งข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา

ลำดับ	ความสามารถ
7.	เชื่อมต่อระบบ Authentication เพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน ในการเข้าถึงข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา
8.	บริการระบบตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา โดยกำหนดให้ผู้มีสิทธิ์สามารถเข้าถึงสัญญาณได้เท่านั้น
9.	บริการระบบจัดการผู้ใช้งาน และระบบสมาชิก
10.	บริการระบบจัดการข้อมูลสัญญาณสรีรวิทยา
11.	บริการการจัดข้อมูลสำหรับการแสดงผลแบบกราฟ
12.	บริการระบบการตรวจสอบสัญญาณสรีรวิทยา ในการตรวจสอบหาค่าผิดปกติ โดยการกำหนดเป็นค่ามาตรฐานหรือค่าปกติ

ตารางที่ 4.53 ฟังก์ชั่นการบริการเซอร์วิสสำหรับการส่งฟิล์มเอ็กซเรย์ไปยังคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
1.	เชื่อมต่อกับระบบเซิร์ฟเวอร์ PACS
2.	เชื่อมต่อระบบการตรวจสอบการเชื่อมต่อ DICOM Verification
3.	สามารถจัดการข้อมูลฟิล์มเอ็กซเรย์ด้วยการทำดัชนี DICOM
4.	รองรับระบบการสืบค้นข้อมูล DICOM (DICOM Query/Retrieve)
5.	รองรับระบบการส่งไฟล์ Storage (Transfer DICOM images)
6.	รองรับระบบสื่อสารระหว่างไฟล์ (DICOM Storage Commitment)
7.	บริการเซอร์วิสสำหรับการร้องขอไฟล์ข้อมูล Storage
8.	บริการเซอร์วิสการส่งข้อมูลไปยังคลาวด์
9.	รองรับระบบการแสดงผล DICOM
10.	รองรับระบบการประมวลผลภาพ DICOM
11.	รองรับระบบการจัดเก็บไฟล์ภาพ ที่ได้จากการประมวลผลภาพ
12.	รองรับระบบจัดการไฟล์ในการรับส่งข้อมูลการร้องขอ และการเปลี่ยนแปลงภาพจากการประมวลผลภาพ

ตารางที่ 4.54 ฟังก์ชั่นบริการเซอร์วิสการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยบนคลาวด์

ลำดับ	ความสามารถ
	ฟังก์ชั่นบริการเซอร์วิสการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยบนคลาวด์ด้วยการป้อนรหัส 13 หลัก
1.	เชื่อมต่อบริการการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน
2.	บริการการค้นหาข้อมูลด้วยรหัส 13 หลัก
3.	บริการการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ป่วยตามวันเวลา ณ โรงพยาบาลที่ผู้ป่วยเข้าถึงการรักษา
4.	บริการการตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วย ณ ฐานข้อมูลแต่ละโรงพยาบาลภายในโครงการจำนวน 12 แห่ง
5.	บริการการร้องขอข้อมูลของผู้ป่วยโดยดึงข้อมูลล่าสุดที่ผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล โดยแยกตามแหล่งที่มา (โรงพยาบาล) ของข้อมูล
6.	บริการการร้องขอข้อมูลเพิ่มเติม โดยดึงข้อมูลการรักษาย้อนหลัง โดยแยกข้อมูลออกเป็นข้อมูล การซักประวัติ ผลแลป การวินิจฉัย และการจ่ายยา
	ฟังก์ชั่นบริการการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยบนคลาวด์ด้วย Face ID
1.	เชื่อมต่อบริการการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน
2.	บริการค้นหาข้อมูลด้วยการตรวจสอบ Face ID
3.	บริการการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ป่วยตามวันเวลา ณ โรงพยาบาลที่ผู้ป่วยเข้าถึงการรักษา
4.	บริการการตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วย ณ ฐานข้อมูลแต่ละโรงพยาบาลภายในโครงการจำนวน 12 แห่ง
5.	บริการการร้องขอข้อมูลของผู้ป่วยโดยดึงข้อมูลล่าสุดที่ผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล โดยแยกตามแหล่งที่มา (โรงพยาบาล) ของข้อมูล
6.	บริการการร้องขอข้อมูลเพิ่มเติม โดยดึงข้อมูลการรักษาย้อนหลัง โดยแยกข้อมูลออกเป็นข้อมูล การซักประวัติ ผลแลป การวินิจฉัย และการจ่ายยา

ตารางที่ 4.55 ฟังก์ชั่นการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ

ลำดับ	ความสามารถ
1.	รองรับการลงทะเบียนข้อมูลผู้ใช้งาน โดยอนุญาตให้กรอกข้อมูลส่วนตัวเพื่อนำเข้าข้อมูลสู่ระบบ
2.	มีระบบการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบ Admin เพื่อให้ผู้ใช้งานในสังกัดภายใต้ข้อตกลงของแต่ละโรงพยาบาลสามารถนำเข้าข้อมูลของสมาชิกภายในสังกัดได้ด้วยตนเอง
3.	เชื่อมต่อกับระบบอนุมัติผู้ใช้งาน เพื่ออนุมัติให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานภายในระบบได้
4.	รองรับระบบแยกสิทธิ์ผู้ใช้งานตามหน้าที่และสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล

ตารางที่ 4.55 ฟังก์ชั่นการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ

ลำดับ	ความสามารถ
5.	รองรับการผูกบัญชีผู้ใช้งานกับระบบ Face ID ในการตรวจสอบผู้ใช้งาน
6.	รองรับการตรวจสอบการมีตัวตนของผู้ใช้งานด้วยการ ยืนยันตัวตนผ่านระบบอีเมล์เพื่อป้องกันการนำเข้าข้อมูลเท็จ
7.	ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบถูกคัดกรองโดยต้นสังกัด ตามสิทธิ์ที่อนุญาตทั้งสิทธิ์การใช้งานและสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลแต่ละส่วน
8.	รองรับการกำหนดความปลอดภัยด้วยรหัสลับ เมื่อผู้ใช้งานได้รับสิทธิ์การเข้าใช้งานและเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้งานจะต้องตั้งรหัสลับของตนเองสำหรับใช้งานเข้าถึงข้อมูลทุกครั้ง เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลโดยบุคคลอื่น

ตารางที่ 4.56 ฟังก์ชั่นการจัดการระบบสมาชิก

ลำดับ	ความสามารถ
1.	มีระบบการจัดการสมาชิกในแต่ละต้นสังกัดโรงพยาบาล ให้มีระบบ Admin ดูแลการจัดการข้อมูลผู้ใช้งานภายในสังกัด
2.	เชื่อมต่อกับระบบการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานเพื่อตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน
3.	รองรับการจัดการผู้ใช้งานที่สามารถ เพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูลของผู้ใช้งานภายในสังกัดได้
4.	มีระบบการเก็บข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้งานทุกประเภท เพื่อการตรวจสอบย้อนหลังได้
5.	ระบบจัดการสมาชิกสามารถสั่งระงับการใช้งานของผู้ใช้งานได้ทันทีหากตรวจสอบพบความผิดปกติ
6.	มีระบบการตรวจสอบการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน (Logs) โดยสามารถแสดงข้อมูลการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานที่ต้องการได้
7.	มีระบบการค้นหาข้อมูลผู้ใช้งาน ทั้งการค้นหาข้อมูลบุคคลและข้อมูลการเข้าใช้งาน โดยผู้ที่มีสิทธิ์ค้นหาและดูคือผู้ใช้งานที่ถูกมอบสิทธิ์ของต้นสังกัดเท่านั้น
8.	มีปรับแต่งการแสดงผลข้อมูล โดยสามารถใช้การกรองข้อมูลด้วยวันเวลา หรือจำนวนที่จะแสดงผลข้อมูล Logs ได้
9.	มีระบบการรายงานผลการเข้าใช้งานทุกๆครั้งที่มีการเข้าใช้งานเพื่อแจ้งไปยังผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าของ User ID นั้นๆ

4.5.1.2 การพัฒนาระบบการเชื่อมโยงข้อมูลด้วยเว็บเซอร์วิส

ในโครงการวิจัยนี้มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโรงพยาบาล 12 แห่ง โดยที่จะต้องทำความเข้าใจวิธีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลของโรงพยาบาลแต่ละแห่งเพื่อที่จะสร้างเป็นซอฟท์แวร์ฝังตัว ในการเชื่อมโยงข้อมูลมาสู่ศูนย์กลางข้อมูลโดยจากการพัฒนาทางคณะผู้วิจัยได้สร้างวิธีเข้าถึงข้อมูลโรงพยาบาลแต่ละแห่งไว้ 3 วิธีตามข้อกำหนดของโรงพยาบาลต้นทางได้แก่

1. ซอฟท์แวร์ฝังตัวเชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสสำหรับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรและโรงพยาบาลพุทธชินราช
2. ซอฟท์แวร์ฝังตัวเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลโดยตรงสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชนครไทย
3. อุปกรณ์ฝังตัวที่เชื่อมฐานข้อมูลโดยตรงสำหรับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

แต่ละวิธีจะใช้รหัสประจำตัวประชาชน 13 หลักในการอ้างอิงข้อมูลผู้ป่วย โดยหากเราพิจารณาจากสถาปัตยกรรมที่ได้ออกแบบไว้ในรูปที่ 4.101 จะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงข้อมูลจากโรงพยาบาล 12 แห่ง ดังนี้ *หมายเลข 1 End Devices* เป็นส่วนที่คณะผู้วิจัยสร้างเป็นอุปกรณ์ฝังตัวและซอฟท์แวร์ฝังตัว เพื่อทำการเชื่อมข้อมูลกับฐานข้อมูลภายในโรงพยาบาลต้นทาง โดยเมื่อมีการร้องขอข้อมูลจากเครื่องลูกข่าย (client) *หมายเลข 7* ทำการร้องขอข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิส (Web Service) ซึ่งจะทำการกระตุ้นการทำงานของระบบ *หมายเลข 2 Trigger Agent* จะทำการเรียก M2M Service เพื่อร้องขอข้อมูลจาก Agent Devices เพื่อส่งต่อข้อมูลไปยังฐานข้อมูลบนคลาวด์ โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

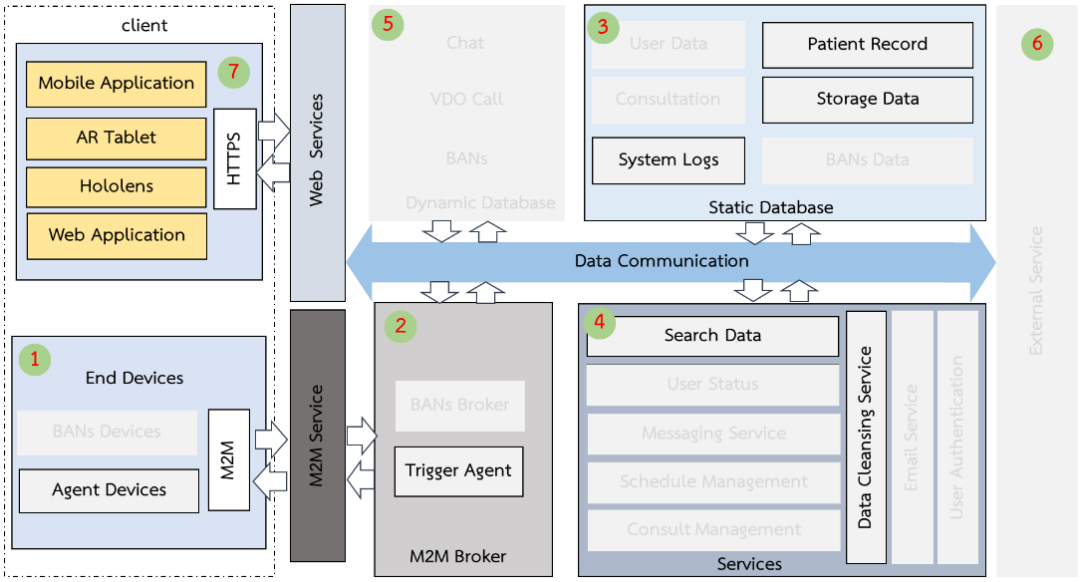
1. *หมายเลข 7* client ร้องขอข้อมูลผ่านบริการ Web Service ด้วยการส่ง PID ของผู้ป่วยเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อมูลของผู้ป่วยอยู่หรือไม่ ซึ่งจะไปเรียกใช้งานเซอร์วิส Search Data ใน *หมายเลข 4*

2. *หมายเลข 2* Trigger Agent ได้รับการร้องขอจาก Web Service และทำการร้องขอข้อมูลไปยัง Agent Device *หมายเลข 1* จากฐานข้อมูลโรงพยาบาลต้นทาง

3. *หมายเลข 1* Agent Devices ได้รับข้อมูลจาก Trigger Agent และค้นหาข้อมูลของผู้ป่วย หากพบ จะทำการอัพเดทข้อมูลล่าสุดไปยังคลาวด์ ผ่าน Service

4. *หมายเลข 4* Services เมื่อ Agent พบข้อมูลจะส่งข้อมูลขึ้นมาโดยจะต้องผ่านเซอร์วิส Data Cleansing เพื่อจัดรูปแบบข้อมูลให้ตรงกันและทำการอัพเดทเข้าสู่ฐานข้อมูล

5. *หมายเลข 3* Static Database เมื่อทำการจัดรูปแบบของข้อมูลแล้วจะทำการอัพเดทข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ฐานข้อมูล โดยมีข้อมูลที่เป็น Patient Record และ Storage Data นอกจากนั้นยังมีการเก็บข้อมูลที่เป็น System Logs อีกด้วย



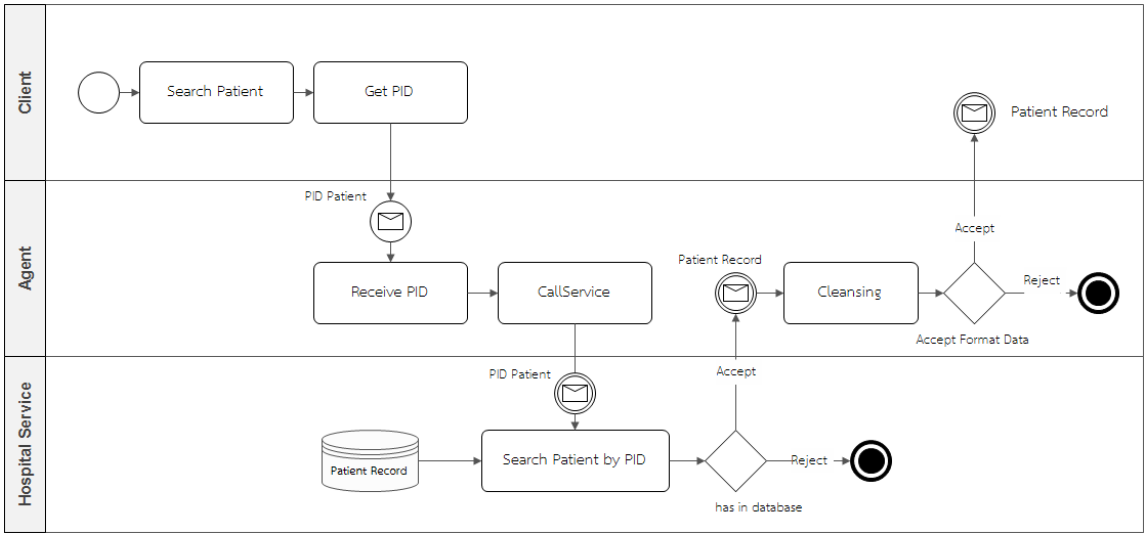
รูปที่ 4.101 สถาปัตยกรรมของระบบศูนย์ข้อมูล (Data Center) ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงข้อมูลของโรงพยาบาล 12 แห่ง

4.5.1.3 ซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส

ซอฟท์แวร์ฝังตัวที่มีการเชื่อมต่อผ่านเว็บเซอร์วิสนั้นนำมาใช้งานกับโรงพยาบาลศูนย์ ได้แก่ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรและโรงพยาบาลพุทธชินราช โดยการเชื่อมต่อจะต้องทำการพัฒนาซอฟท์แวร์ฝังตัวที่สามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับระบบศูนย์ข้อมูลได้และติดต่อกับบริการเว็บเซอร์วิสของทางโรงพยาบาล โดยจะทำการวางซอฟท์แวร์ไว้บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลต้นทาง โดยเว็บเซอร์วิสของทางโรงพยาบาลจะไม่สามารถเข้าใช้งานได้จากภายนอก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบซอฟท์แวร์

ฝังตัว (Agent) เพื่อทำการเชื่อมโยงข้อมูลมายังระบบศูนย์ข้อมูลของโครงการวิจัยที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตผ่านบริการเว็บเซอร์วิส โดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.102

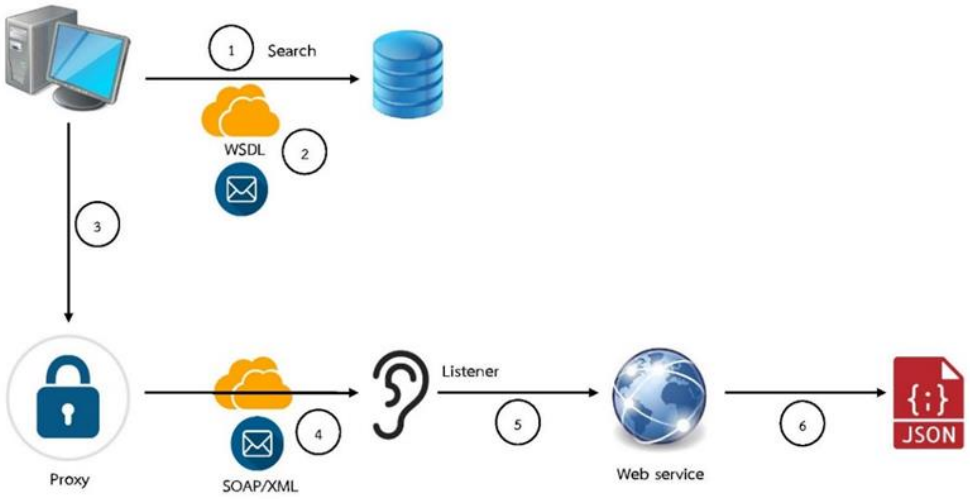
กระบวนการทำงานเริ่มจาก client จะทำการส่งรหัส 13 หลัก (PID) ไปยัง Agent ซึ่งจะทำการค้นหาข้อมูลบนฐานข้อมูลของโรงพยาบาลต้นทาง โดย Agent จะต้องทำการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิสของทางโรงพยาบาลเพื่อขอข้อมูลผู้ป่วย (Patient Record) เมื่อได้ข้อมูลแล้วจะทำการจัดรูปแบบข้อมูล (Data Cleansing) แล้วส่งไปยังเครื่อง client ได้ โดยเว็บเซอร์วิสที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนข้อมูลกับฐานข้อมูลของโรงพยาบาลโดยตรงและให้บริการข้อมูลสำหรับเครื่อง Client ที่ร้องขอข้อมูลเข้ามา



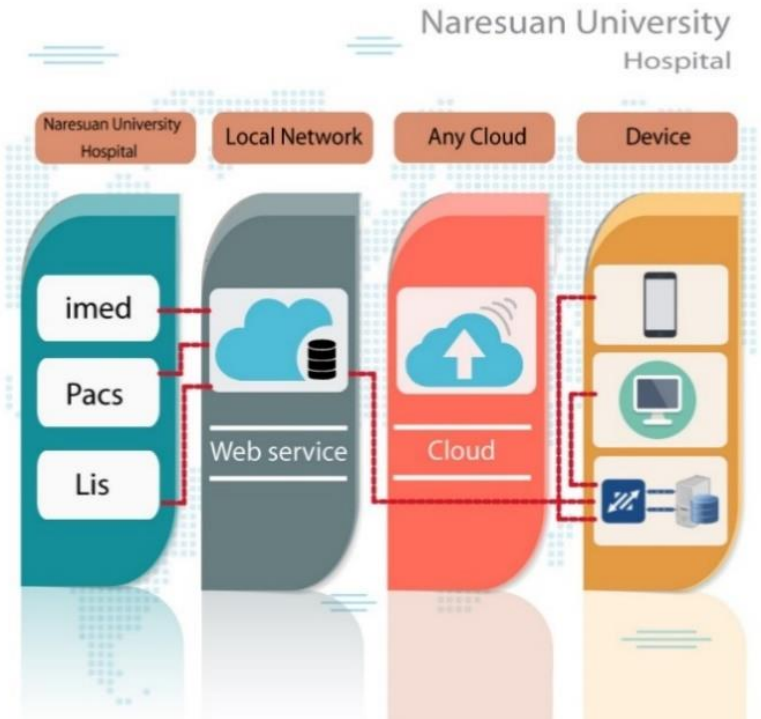
รูปที่ 4.102 กระบวนการทำงานของซอฟท์แวร์ฝังตัว (Agent) ที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสของโรงพยาบาลศูนย์

ระบบสารสนเทศที่เปิดบริการเว็บเซอร์วิสได้แก่ ระบบสารสนเทศ (iMed) ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร และระบบสารสนเทศ (Patient Info) ของโรงพยาบาลพุทธชินราช ซึ่งถูกพัฒนาในแบบโอเพนซอร์ซ (Open Source) เปิดโอกาสให้นำเอาไปพัฒนาต่อเพื่อช่วยในการสร้างระบบสารสนเทศที่สมบูรณ์แบบ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบสารสนเทศอื่นๆ ได้ ซึ่งในปัจจุบันโรงพยาบาลศูนย์มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพทางอิเล็กทรอนิกส์ในการบริหารจัดการรับส่งข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลเอกสารทางการแพทย์ ไม่ใช่เพียงแค่ระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์

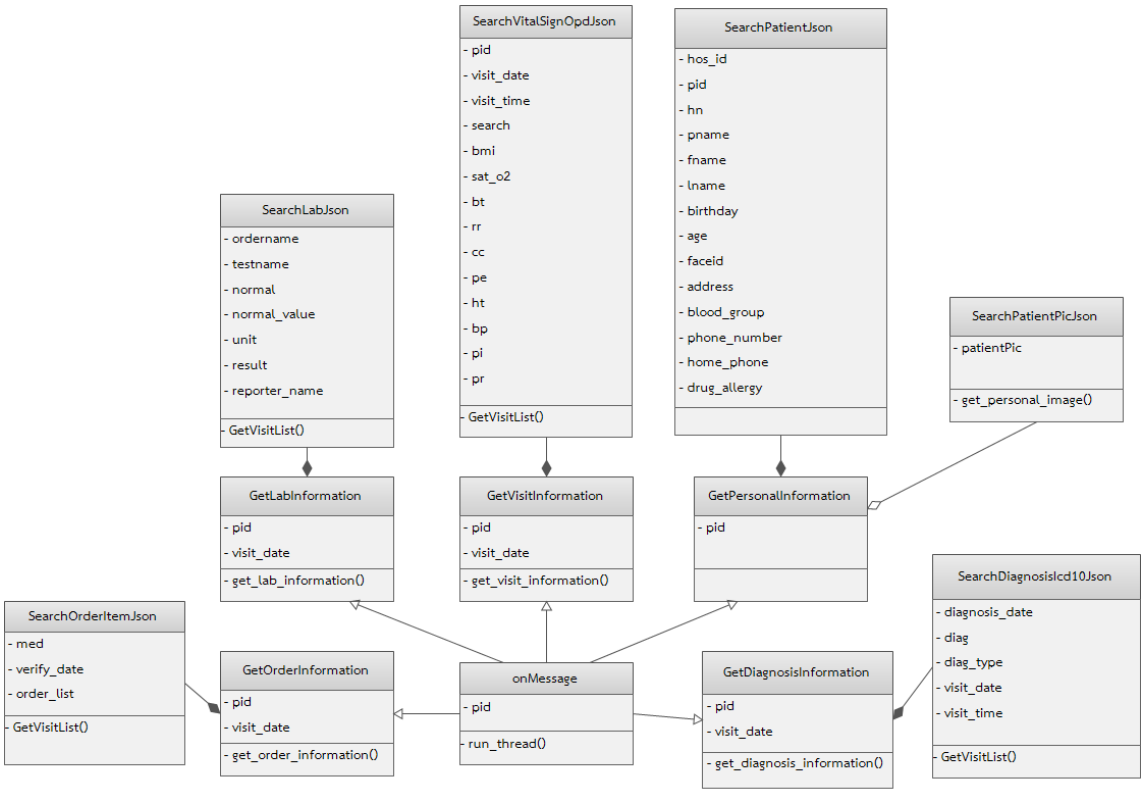
เท่านั้น แต่เพื่อให้ทุกระบบในโรงพยาบาลสามารถเชื่อมโยงกันได้ รูปที่ 4.103 ได้แสดงกระบวนการทำงานของเว็บเซอร์วิส และรูปที่ 5.6 แสดงตัวอย่างการบริการเว็บเซอร์วิสของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 4.103 แสดงการทำงานของเว็บเซอร์วิสในโรงพยาบาลศูนย์



รูปที่ 4.104 แสดงตัวอย่างการบริการเว็บเซอร์วิสของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 4.105 แสดง Class Diagram ของซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสของโรงพยาบาลศูนย์ (รพ.ม.น. และ รพ.พุทธฯ)

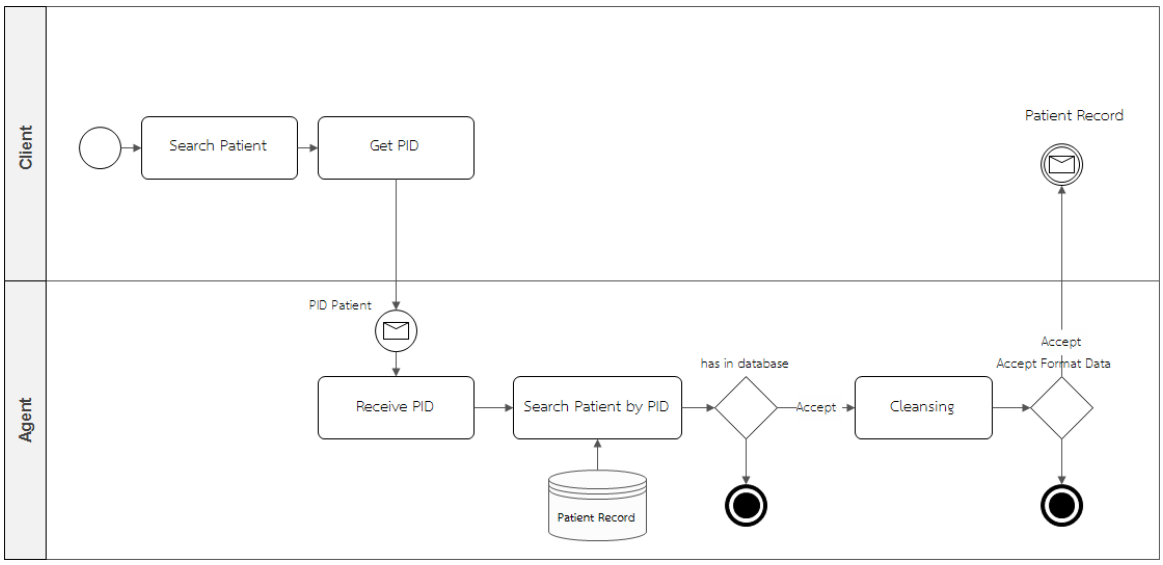
รูปที่ 4.105 แสดง Class Diagram ของซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส ซึ่งจะคอยบริการการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยจากแอปพลิเคชั่นตามกระบวนการทำงานรูปที่ 5.4 ซึ่ง Agent จะทำหน้าที่รับการร้องขอและส่งต่อไปยังบริการเว็บเซอร์วิส ซึ่งการพัฒนาจะดำเนินการพัฒนาเป็นการทำงานแบบ Service โดยจะทำงานตลอดเวลาบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยมีการพัฒนาโปรแกรมตามการออกแบบดังภาคผนวก ก Source Code ของซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส

4.5.1.4 ซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยตรง

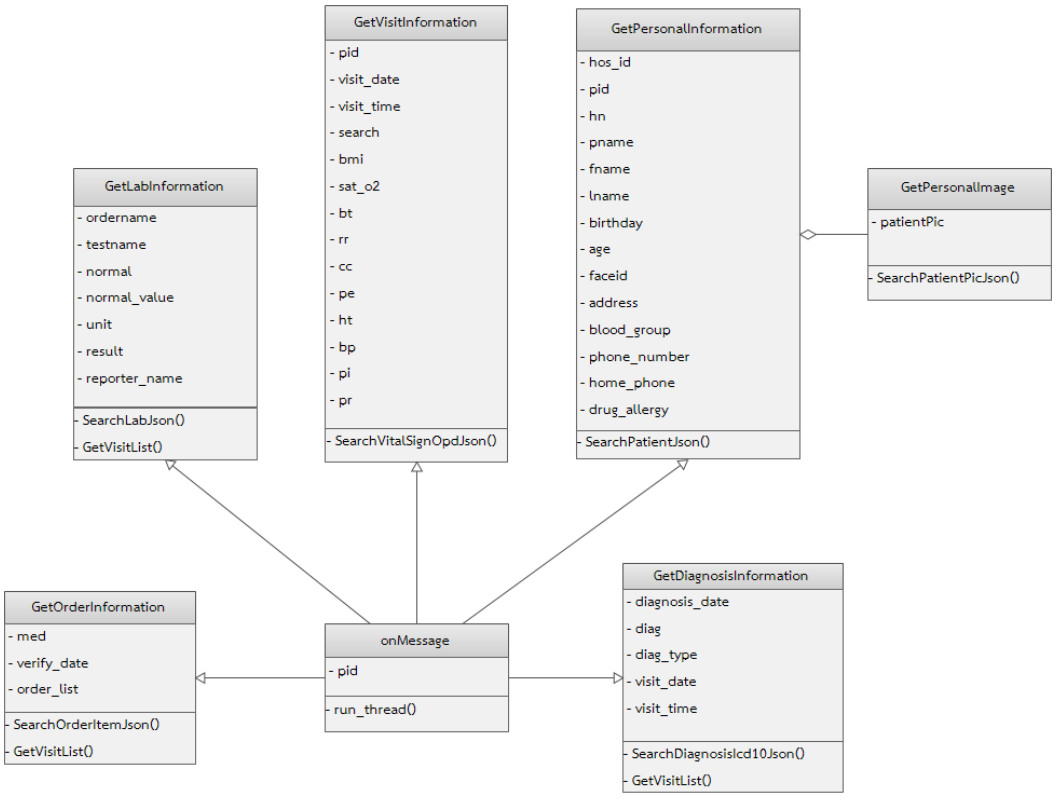
การทำงานของซอฟท์แวร์ฝังตัวนอกจากการเชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสของโรงพยาบาลต้นทางแล้ว วิธีการเชื่อมข้อมูลอีกรูปแบบคือ การเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลของโรงพยาบาลต้นทางโดยตรง ซึ่งจะต้องทำการสร้าง SQL Query ในการเข้าถึงข้อมูลของทางโรงพยาบาล แล้วทำการปรับโครงสร้างเพื่อส่งไปยัง

ศูนย์ข้อมูลให้เครื่องลูกข่ายสามารถดูข้อมูลได้ โดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.106 ซึ่งแสดงกระบวนการทำงานที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยตรง โดยการสร้างเซอร์วิสเพื่อทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลต้นทาง

กระบวนการทำงานเริ่มจาก client จะทำการส่งรหัส 13 หลัก (PID) ไปยัง Agent ซึ่งจะทำการค้นหาข้อมูลบนฐานข้อมูลของโรงพยาบาลต้นทาง โดย Agent จะต้องทำการส่ง SQL Query ไปยังฐานข้อมูลของโรงพยาบาลโดยตรงเพื่อทำการดึงข้อมูลผู้ป่วย (Patient Record) เมื่อได้ข้อมูลแล้วจะทำการจัดรูปแบบข้อมูล (Data Cleansing) แล้วส่งไปยังเครื่อง client ได้ โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานดัง Class Diagram ในรูปที่ 4.106



รูปที่ 4.106 กระบวนการทำงานของซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยตรง

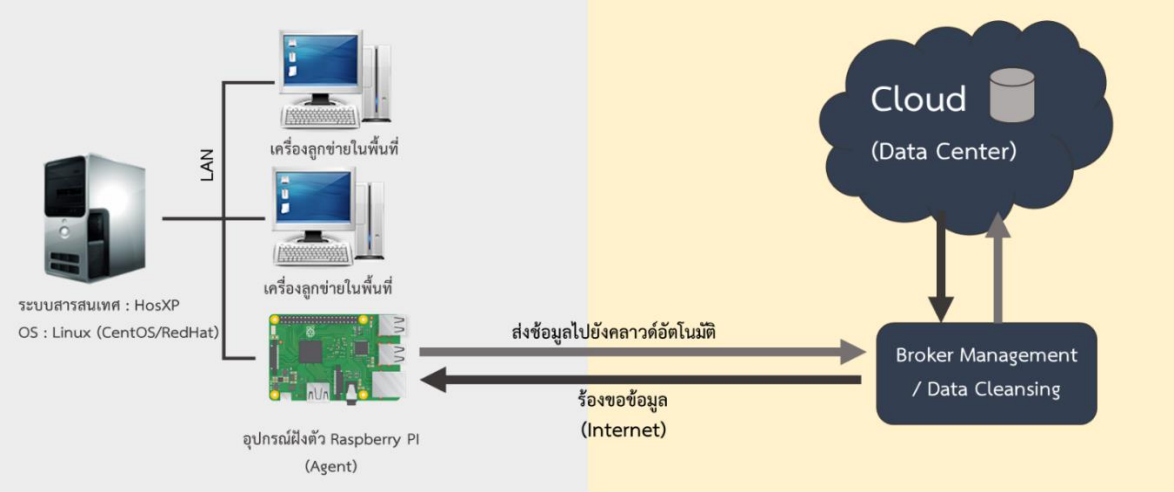


รูปที่ 4.107 แสดง Class Diagram ของซอฟท์แวร์ฝังตัวที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยตรง

การทำงานของโปรแกรมจะทำงานเหมือนกับโปรแกรม Agent ที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสในหัวข้อที่ 4.5.3.1 เพียงแต่การดึงข้อมูลจะใช้วิธีที่แตกต่างกันโดยใน Agent ที่ต่อกับฐานข้อมูลโดยตรงจะมีการเขียน SQL Query

4.5.1.5 อุปกรณ์ฝังตัวที่เชื่อมฐานข้อมูลโดยตรง

การพัฒนาอุปกรณ์ฝังตัวที่เชื่อมฐานข้อมูลโดยตรงจะมีการทำงานเหมือนกับ Agent ที่เชื่อมฐานข้อมูลโดยตรงในหัวข้อที่ 4.5.3.2เพียงแต่จะสร้างอุปกรณ์เสริม นั่นคือ Embedded Computer เพื่อติดตั้งที่โรงพยาบาลต้นทาง และเชื่อมต่อเครือข่ายภายในวงเดียวกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของทางโรงพยาบาลเพื่อเชื่อมต่อฐานข้อมูลของโรงพยาบาลได้ดังแสดงในรูปที่ 4.108 โดยอุปกรณ์ที่คณะผู้วิจัยใช้ในการพัฒนาคือบอร์ด Raspberry PI 3 ซึ่งเป็น Embedded Computer ที่สามารถทำงานบนปฏิบัติการ Linux

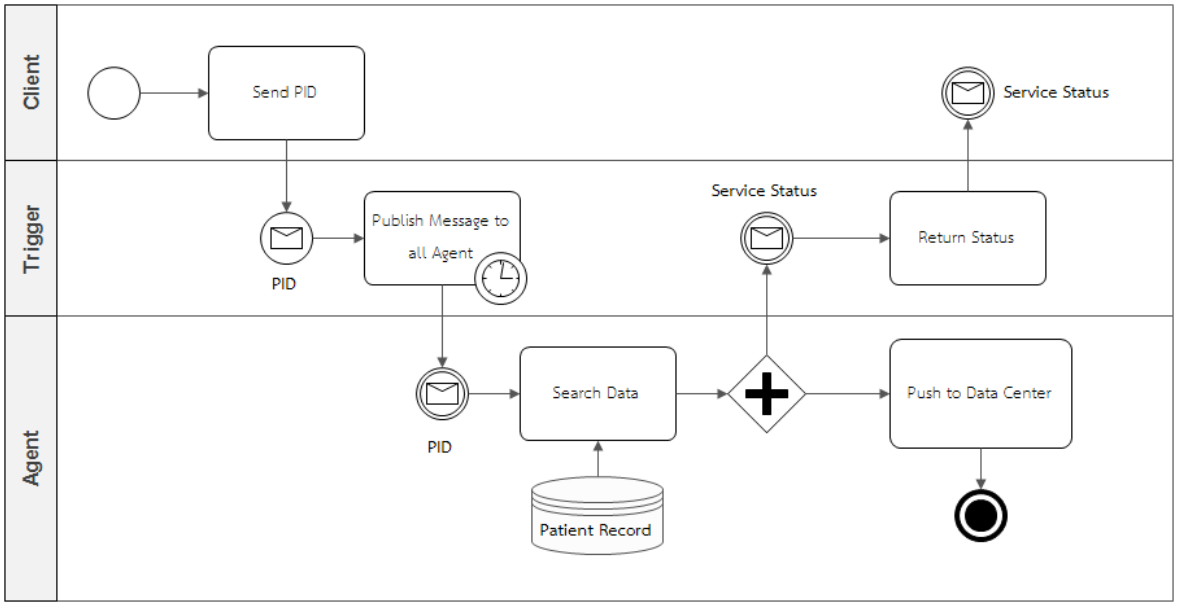


รูปที่ 4.108 แสดงโครงสร้างการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฝังตัวในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

4.5.1.6 การพัฒนาการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านซอฟท์แวร์ฝังตัวด้วยการเชื่อมต่อแบบ M2M

การค้นหาข้อมูลผู้ป่วยที่กล่าวมาในข้อ 4.5.3 เป็นการแสดงให้เห็นวิธีการพัฒนาการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างซอฟท์แวร์ฝังตัวและระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาลต้นทาง ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการพัฒนาการติดต่อสื่อสารกันระหว่างซอฟท์แวร์ฝังตัวและแอปพลิเคชั่นที่ต้องการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบ Machine-to-Machine (M2M) โดยทางคณะผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการเชื่อมต่อระหว่างแอปพลิเคชั่นกับซอฟท์แวร์ฝังตัวให้สามารถสื่อสารกันได้แบบ Real Time ซึ่งการทำงานจะเป็นลักษณะของการกระตุ้น (Trigger) และสามารถส่งข้อมูลระหว่างกันได้ รูปที่ 4.109 แสดงกระบวนการทำงานของการเชื่อมต่อแบบ M2M

กระบวนการเริ่มจาก Client ทำการส่งรหัส 13 หลัก (PID) ในการค้นหาข้อมูลผู้ป่วยซึ่งจะทำการส่งไปยัง M2M Trigger ซึ่งจะทำหน้าที่ในการ Publish ไปยัง Agent ทั้งหมดในระบบเพื่อให้ทำการค้นหาข้อมูลของผู้ป่วย หากพบข้อมูลก็จะทำการส่งไปยัง Data Center โดย M2M Trigger จะส่งสถานะของการ Publish ข้อความไปยัง Client เพื่อบ่งบอกว่าการส่งมีสถานะสำเร็จหรือไม่ โดยที่ Client จะเข้าสู่กระบวนการดึงข้อมูลต่อไปดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.5.3 ซึ่งในการพัฒนาคณะผู้วิจัยได้พัฒนาบริการ M2M Broker เป็น Rest Service เพื่อให้บริการแก่ Client โดยมีวิธีการพัฒนาดังภาคผนวก ก Source Code การพัฒนาเซอร์วิส M2M trigger



รูปที่ 4.109 กระบวนการทำงานของการค้นหาข้อมูลด้วยการกระตุ้นผ่าน M2M Trigger

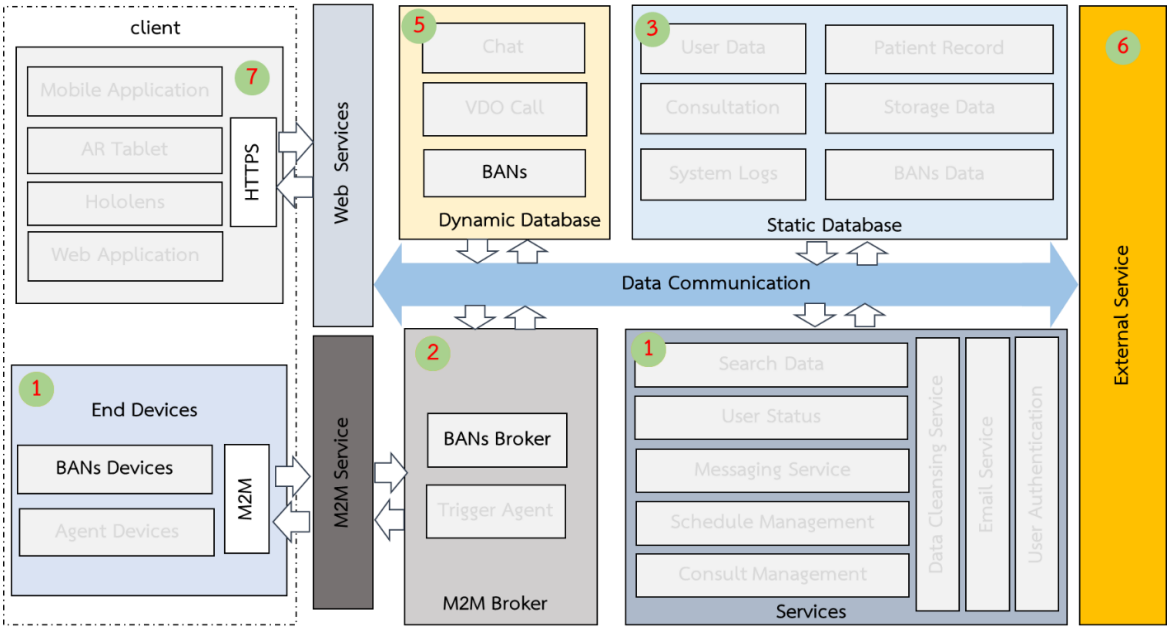
4.5.1.7 การพัฒนาการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดสัญญาณชีพ BANs

การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดสัญญาณชีพ Body Area Networks (BANs) เป็นการเชื่อมต่อบริการภายนอก (External Service) โดยจะใช้เป็นการเชื่อมต่อบริการเว็บเซอร์วิสเพื่อเก็บและอ่านข้อมูล BANs ที่ประกอบด้วย

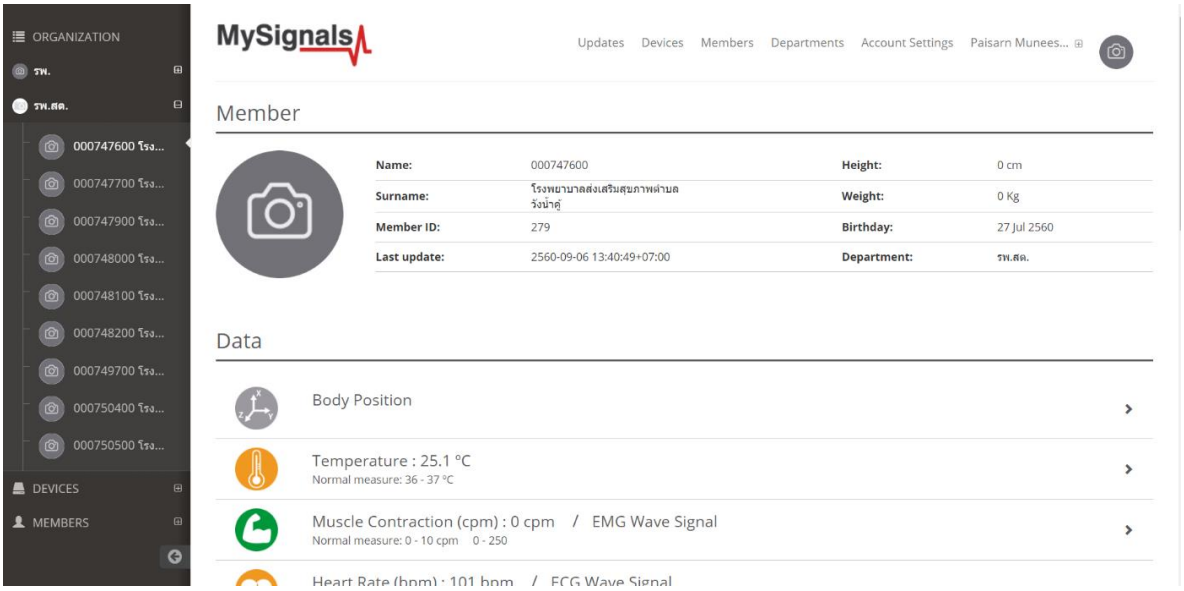
1. Blood pressure sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความดันเลือด
2. Snore sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดการกรน
3. Body position sensor เซนเซอร์สำหรับการตรวจจับท่าทาง
4. Temperature sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย
5. EMG sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
6. ECG sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
7. Airflow sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดการหายใจ
8. GSR sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระดับความเครียด
9. Glucometer sensor เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระดับน้ำตาล

ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงข้อมูลตามสถาปัตยกรรมดังรูปที่ 4.110 จะเห็นว่าเมื่อทำการต่ออุปกรณ์ BANs จะมีการใช้บริการ M2M Broker ซึ่งเป็นตัวจัดการข้อมูลการสื่อสารแบบ M2M ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ BANs และมีการเก็บข้อมูลที่วัดได้ไว้บนคลาวด์ในฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบ Dynamic โดยจะใช้บริการภายนอก (External Service) รูปที่ 4.111 แสดงการเรียกใช้ API ในการดึงข้อมูลจากอุปกรณ์เพื่อมาเก็บยังระบบศูนย์ข้อมูล

อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพ BANs เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดสัญญาณชีพของผู้ป่วย โดยจะต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์กับแอปพลิเคชั่นเพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลสัญญาณชีพ เพื่อที่จะสามารถแยกแยะข้อมูลเฉพาะบุคคลของผู้ป่วยจากการวัดแต่ละครั้งได้ โดยกระบวนการทำงานในการเชื่อมต่อข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ จะมีกระบวนการดังรูปที่ 4.112



รูปที่ 4.110 สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อข้อมูล BANs

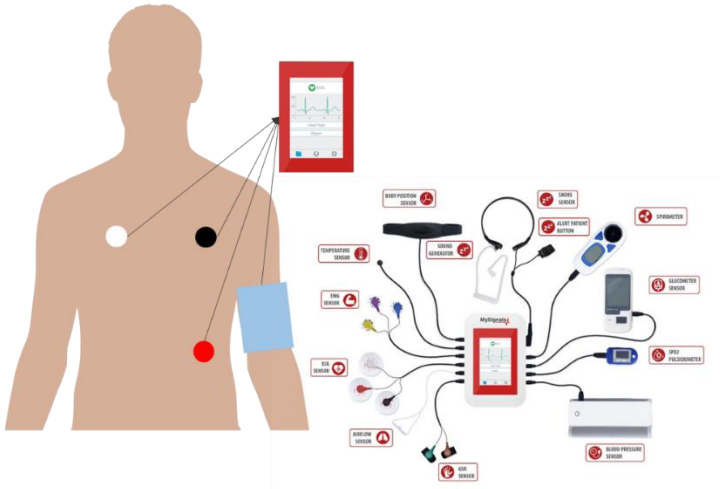


(ก)

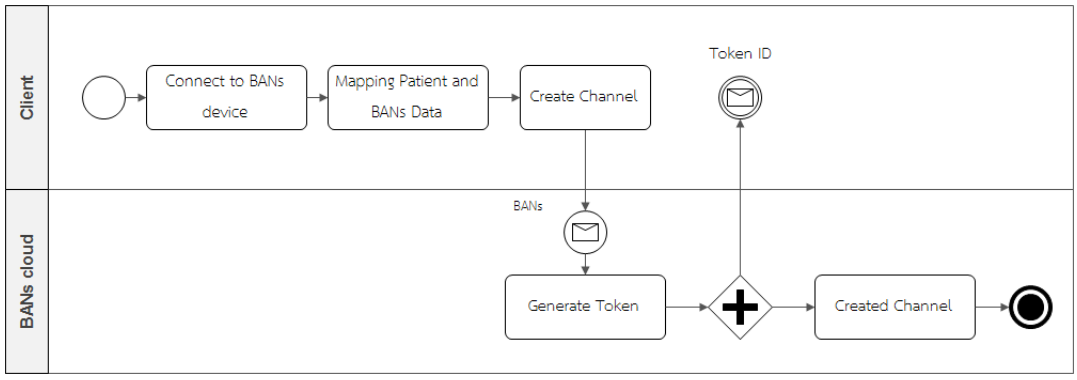
(ข)

รูปที่ 4.111 (ก) แสดงหน้าจัดการ BANs Cloud (ข) หน้าแสดงผลค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ Electrocardiography (ECG)

เมื่อทำการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ป่วยและอุปกรณ์เซนเซอร์แล้วระบบจะทำการสร้างช่องทางการเข้าถึงข้อมูลบนคลาวด์สำหรับให้ผู้ใช้งานทั้งสองฝั่งระหว่างผู้ร้องขอคำปรึกษาและผู้รับคำปรึกษาสามารถเห็นข้อมูลชุดเดียวกันแบบทันทีทันใด (Real Time) ผู้ร้องขอคำปรึกษาจะทำการส่งข้อมูลสัญญาณชีพจากอุปกรณ์ BANs ไปยังคลาวด์โดยผูกกับ Token ID ที่ทำการลงทะเบียนไว้ในตอนแรกดังกระบวนการรูปที่ 4.113 เมื่อผู้ตอบรับคำปรึกษาต้องการดูข้อมูลจากอุปกรณ์ BANs สามารถร้องขอข้อมูลได้โดยการส่ง Token ID แนบไปกับคำร้องขอ เพื่อดึงข้อมูลสัญญาณชีพของผู้ป่วยได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.114 โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ถูกอัพเดทจากต้นทาง (ผู้ร้องขอคำปรึกษา)

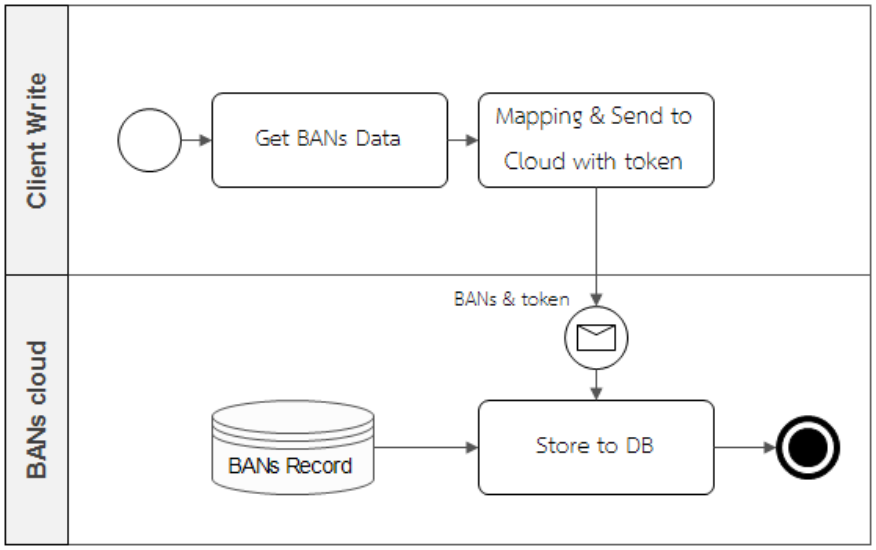


(ก)

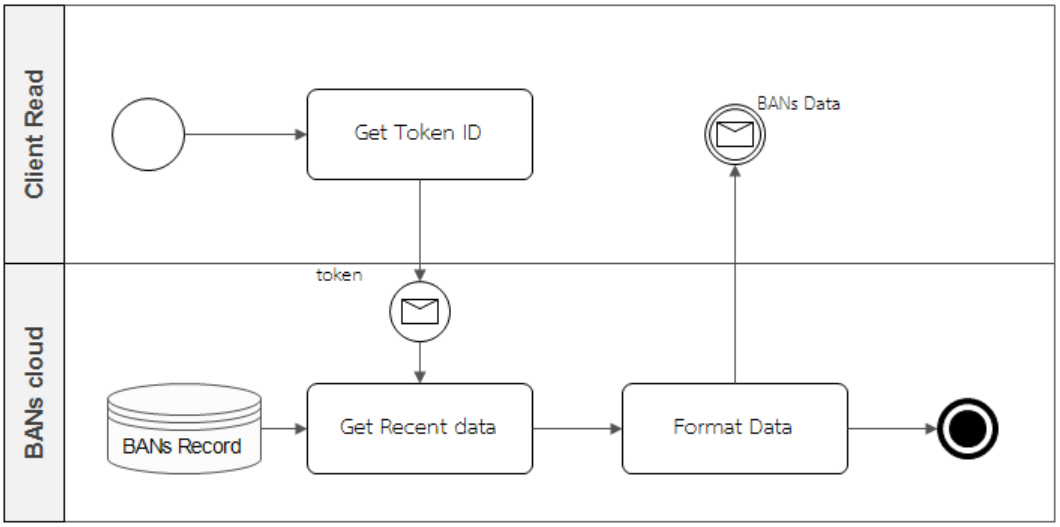


(ข)

รูปที่ 4.112 (ก) การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ประเภทต่างๆ เข้ากับร่างกายเพื่อวัดสัญญาณชีพและสัญญาณสรีระวิทยา (ข) กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์



รูปที่ 4.113 กระบวนการส่งข้อมูล BANs ไปยังคลาวด์



รูปที่ 4.114 กระบวนการอ่านข้อมูล BANs

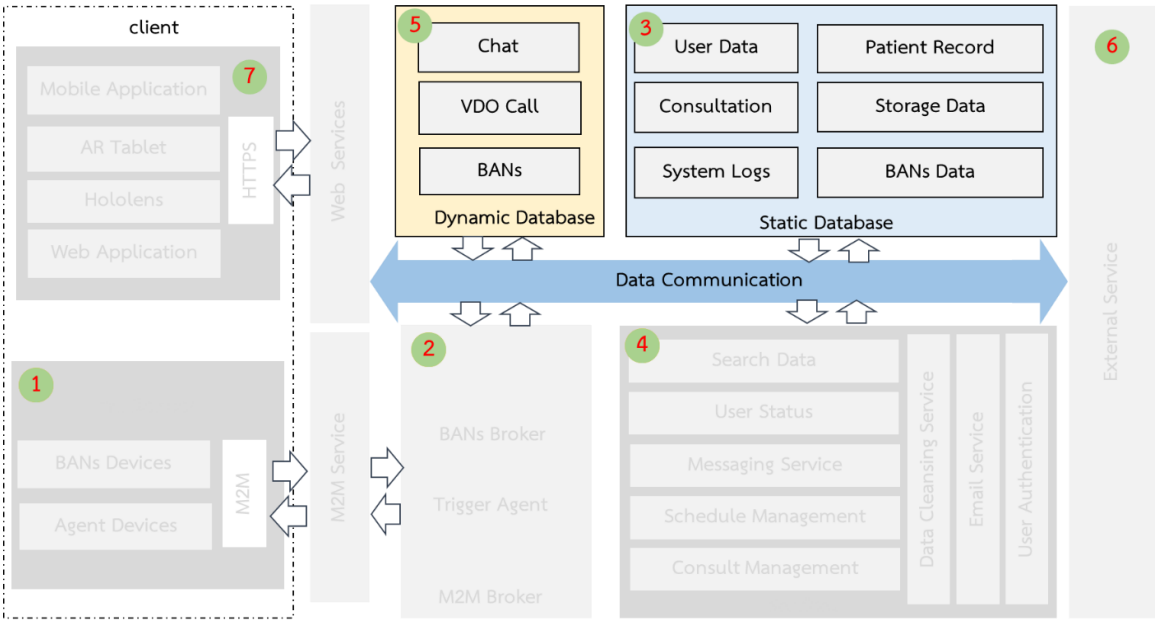
การอ่านข้อมูลของผู้ป่วยในรูปที่ 4.112 – 4.114 จะอนุญาตให้ผู้ใช้งานที่เป็นผู้ร้องขอคำปรึกษาและผู้ที่ตอบรับคำร้องเท่านั้น วิธีการพัฒนาระบบในหัวข้อ 5.14 มีรายละเอียดตาม ภาคผนวก ก Source Code การพัฒนาการเชื่อมต่อข้อมูล BANs

4.5.1.8 การพัฒนาฐานข้อมูล (Database)

ในการพัฒนาฐานข้อมูลคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ฐานข้อมูลที่สามารถขยายขนาดได้ และมีประสิทธิภาพในการจัดการ โดยได้เลือกใช้บริการฐานข้อมูลบนคลาวด์ด้วย Firebase ซึ่งเป็นบริการของ Google คณะผู้วิจัยได้ทำการจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่ 2 ประเภทได้แก่ ข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Static database) และข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic database) โดยแสดงไว้ในรูปที่ 4.115

1) ข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Static database)

ฐานข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Static database) คือข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล โดยข้อมูลประเภทนี้เมื่อมีการเก็บข้อมูลแล้ว จะไม่มีการเพิ่มลดขนาดใน Object ดังนั้นจะมีรูปแบบโครงสร้างที่แน่นอน โดยข้อมูลประเภทนี้จะเป็นข้อมูลที่จะนำมาแสดงผลเพียงอย่างเดียว (Read Only) ไม่มีการเขียนข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ได้มา ตัวอย่างของข้อมูลประเภทนี้ได้แก่ ข้อมูลประวัติของผู้ป่วย รวมทั้งข้อมูลแลป และประวัติการรักษาซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลที่ผู้ป่วยได้เดินทางไปรักษาและถูกเชื่อมโยงมายังระบบศูนย์ข้อมูล (Data Center)



รูปที่ 4.115 สถาปัตยกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับฐานข้อมูล

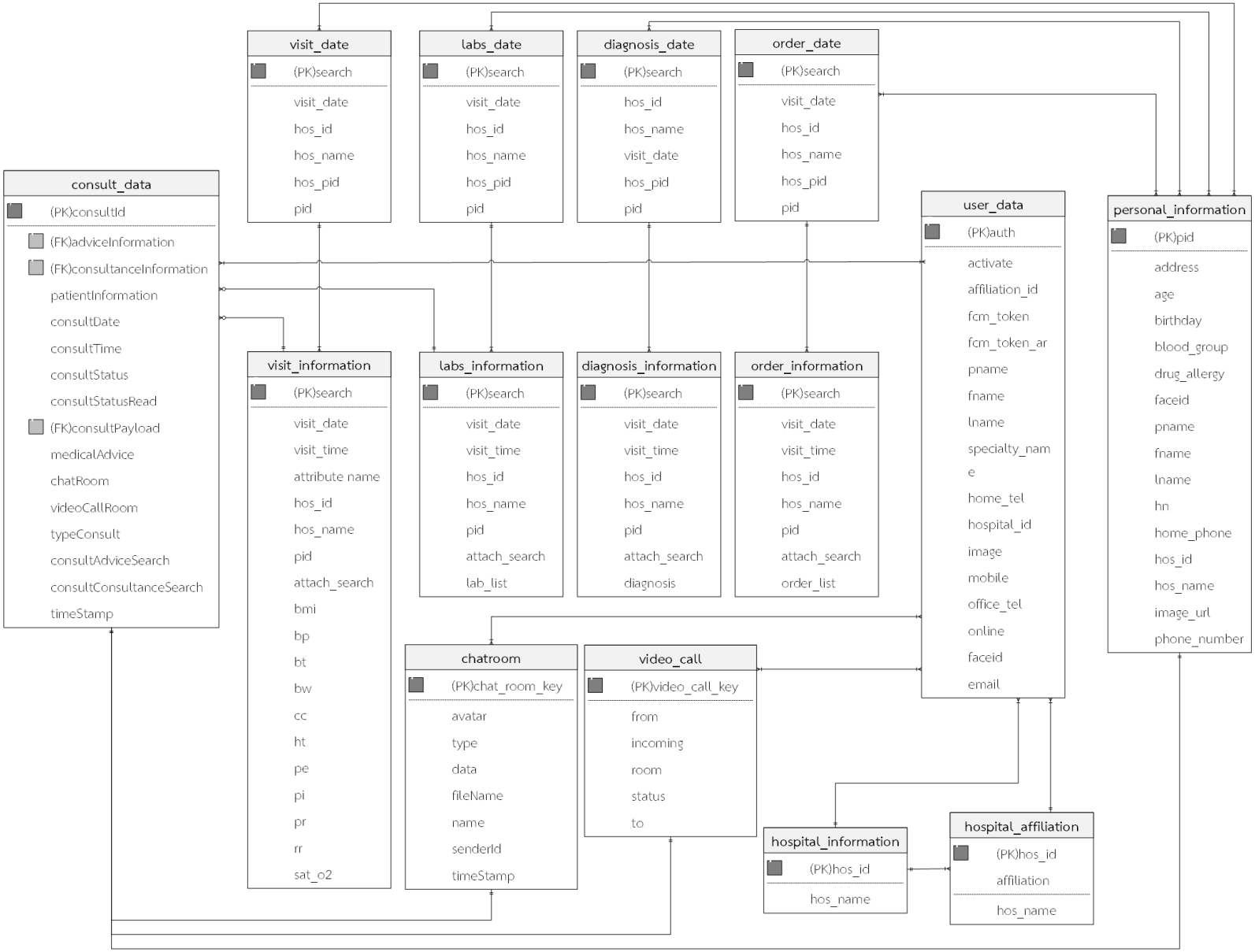
2) ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic database)

สำหรับฐานข้อมูลที่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงได้หรือ Dynamic Database เมื่อมีการเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูลแล้ว ข้อมูลจะถูกปรับเปลี่ยนโครงสร้างได้ เช่น การเพิ่มหรือลบข้อมูลในโครงสร้างหรือมีการเพิ่มข้อมูลชั่วคราวลงในโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างถูกเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อกับเครื่องลูกข่าย ฐานข้อมูลประเภทนี้จะใช้กับข้อมูล อาทิเช่น การปรึกษาระหว่างผู้รับคำปรึกษาและผู้ให้คำปรึกษาแบบออนไลน์ ซึ่งระหว่างการสนทนาฐานข้อมูลจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างโดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขจากเครื่องลูกข่ายด้วยบริการ Data Cleansing Service

4.5.1.9 การออกแบบเชิงแนวคิดของฐานข้อมูล (Conceptual Database Design)

ในการพัฒนาฐานข้อมูลได้มีการออกแบบเชิงแนวคิดของฐานข้อมูลภายในระบบดังรูปที่ 4.119 ซึ่งแสดงภาพรวมเชิงแนวคิดของฐานข้อมูล (Conceptual Database Design) ในรูปแบบของ ER Diagram ซึ่งประกอบไปด้วยตารางดังต่อไปนี้

1) ตาราง personal_information
2) ตาราง visit_date
3) ตาราง visit_information
4) ตาราง labs_date
5) ตาราง labs_information
6) ตาราง diagnosis_date
7) ตาราง diagnosis_information
8) ตาราง order_date
9) ตาราง order_information
10) ตาราง user_data
11) ตาราง consult_data
12) ตาราง chatroom
13) ตาราง video_call
14) ตาราง hospital_information
15) ตาราง hospital_affiliation



รูปที่ 4.119 แสดง ER-Diagram ฐานข้อมูลของระบบ

4.5.1.10 Data dictionary

ในการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลได้คำนึงถึงความจำเป็นของข้อมูลในการใช้งานให้เหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งาน โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการคัดกรองข้อมูลที่เหมาะสมและจำเป็นต่อการใช้งานภายในระบบ โดยมีโครงสร้างข้อมูล Data Dictionary ดังตารางที่ 4.57 - 4.71

ตารางที่ 4.57 personal_information

No.	Field Name		Data Type	Description
1	address		[Object]	ที่อยู่ของผู้ป่วย
	1.1	house_no	String	เลขที่บ้าน
	1.2	village_no	String	เลขที่หมู่บ้าน
	1.3	alley	String	ซอย
	1.4	lane	String	ตรอก
	1.5	road	String	ถนน
	1.6	sub_district	String	ตำบล
	1.7	district	String	อำเภอ
	1.8	province	String	จังหวัด
	1.9	postal_code	String	รหัสไปรษณีย์
	1.10	nationality_id	String	สัญชาติ
	1.11	full_address	String	ที่อยู่แบบเต็ม
2	age		String	อายุ
3	birthday		String	วันเดือนปีเกิด
4	blood_group		String	หมู่เลือด
5	drug_allergy		String	การแพ้ยา
6	faceid		String	faceid
7	pname		String	คำนำหน้าชื่อ
8	fname		String	ชื่อจริง
9	lname		String	นามสกุล
10	hn		String	หมายเลขผู้ป่วยนอก
11	home_phone		String	หมายเลขโทรศัพท์บ้าน
12	hos_id		String	ไอดีโรงพยาบาล

ตารางที่ 4.57 personal_information

No.	Field Name	Data Type	Description
13	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
14	image_url	String	ที่อยู่ของรูปผู้ป่วย
15	phone_number	String	หมายเลขโทรศัพท์มือถือ
16	pid	String	หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน

ตารางที่ 4.58 visit_date

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
3	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
4	hos_pid	String	ไอดีของโรงพยาบาลและรหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ที่ใช้สำหรับค้นหา

ตารางที่ 4.59 visit_information

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	visit_time	String	เวลาที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
3	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
4	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา
7	attach_search	String	ใช้สำหรับค้นหาในการขอคำปรึกษา
8	bmi	String	ดัชนีมวลร่างกาย
9	bp	String	ความดันในร่างกาย

ตารางที่ 4.59 visit_information

No.	Field Name	Data Type	Description
10	bt	String	อุณหภูมิในร่างกาย
11	bw	String	น้ำหนัก
12	cc	String	ประวัติสำคัญที่มาโรงพยาบาล
13	ht	String	ส่วนสูง
14	pe	String	การตรวจทั่วไปโดยเข้าพบแพทย์หรือ physical examination
15	pi	String	Patient illness ประวัติปัจจุบัน
16	pr	String	อัตราการเต้นของหัวใจหรืออัตราชีพจร
17	rr	String	อัตราการหายใจ
18	sat_o2	String	ความเข้มข้นของออกซิเจน

ตารางที่ 4.60 labs_date

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
3	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
4	hos_pid	String	ไอดีของโรงพยาบาลและรหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา

ตารางที่ 4.61 labs_information

No.	Field Name		Data Type	Description
1	attach_search		String	ใช้สำหรับการค้นหาในการขอคำปรึกษา
2	hos_id		String	ไอดีของโรงพยาบาล
3	hos_name		String	ชื่อโรงพยาบาล
4	lab_list		[Object]	ลิสต์ของผลแล็ป
	4.1	detail	[String]	ลิสต์ของรายละเอียดผลแล็ป

ตารางที่ 4.61 labs_information

No.	Field Name		Data Type	Description
4	4.2	order_name	String	ชื่อแล็ป
	4.3	reporter_name	String	ชื่อผู้รายงาน
5	pid		String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search		String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา
7	visit_date		String	วันที่เข้าพบ
8	visit_time		String	เวลาที่เข้าพบ

ตารางที่ 4.62 diagnosis_date

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
3	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
4	hos_pid	String	ไอดีของโรงพยาบาลและรหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา

ตารางที่ 4.63 diagnosis_information

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	visit_time	String	เวลาที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
3	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
4	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา

ตารางที่ 4.63 diagnosis_information

No.	Field Name		Data Type	Description
7	attach_search		String	ใช้สำหรับการค้นหาในการขอคำปรึกษา
8	diagnosis		[Object]	ลิสต์ของผลการวินิจฉัย
	8.1	diag	String	ผลการวินิจฉัย
	8.2	diagnosis_date	String	วันที่ของผลการวินิจฉัย

ตารางที่ 4.64 order_date

No.	Field Name	Data Type	Description
1	visit_date	String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	hos_id	String	ไอดีของโรงพยาบาล
3	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล
4	hos_pid	String	ไอดีของโรงพยาบาลและรหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
5	pid	String	รหัสบัตรประชาชนของผู้ป่วย
6	search	String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา

ตารางที่ 4.65 order_information

No.	Field Name		Data Type	Description
1	visit_date		String	วันที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
2	visit_time		String	เวลาที่ผู้ป่วยเข้ารักษา
3	hos_id		String	ไอดีโรงพยาบาล
4	hos_name		String	ชื่อโรงพยาบาล
5	pid		String	รหัสบัตรปนะชาชนของผู้ป่วย
6	search		String	คีย์ใช้สำหรับค้นหา
7	attach_search		String	ใช้สำหรับการค้นหาในการขอคำปรึกษา
8	order_list		[Object]	ลิสต์ของการจ่ายยา
	8.1	med	String	ชื่อยา
	8.2	verify_date	String	วันที่ยืนยัน

ตารางที่ 4.66 user_data

No.	Field Name		Data Type	Description
1	activate		String	การทำงานของบัญชีนี้
2	affiliation_id		String	ไอดีของโรงพยาบาลที่อยู่ในสังกัด
3	email		String	อีเมล์
4	faceid		String	faceid
5	fcm_token		String	โทเคนการจดทะเบียน FCM
6	fcm_token_ar		String	โทเคนการจดทะเบียน FCM สำหรับ augment reality เพื่อใช้ในการส่งการแจ้งเตือน
7	pname		String	คำนำหน้าชื่อ
8	fname		String	ชื่อจริง
9	lname		String	นามสกุล
10	specialty_name		String	ชื่อความชำนาญ
11	home_tel		String	หมายเลขโทรศัพท์บ้าน
12	hospital_id		String	ไอดีของโรงพยาบาล
13	image		String	ที่อยู่ของรูปผู้ใช้งาน
14	mobile		String	หมายเลขโทรศัพท์มือถือ
15	office_tel		String	หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน
16	online		String	สถานะการออนไลน์
17	auth		[Object]	ใช้ในการพิสูจน์ตัวตนตอนเข้าใช้งาน
	17.1	faceid	String	faceid
	17.2	password	String	รหัสผ่าน
	17.3	uid	String	ไอดีของผู้ใช้งาน
	17.4	user_level	String	ระดับของผู้ใช้งาน
	17.5	username	String	ชื่อผู้ใช้งาน

ตารางที่ 4.67 consult_data

No.	Field Name		Data Type	Description
1	adviceInformation		[Object]	ข้อมูลของผู้ให้คำปรึกษา
	1.1	pname	String	คำนำหน้าชื่อ
	1.2	fname	String	ชื่อจริง
	1.3	lname	String	นามสกุล
	1.4	username	String	ชื่อผู้ใช้งาน
2	consultanceInformation		[Object]	ข้อมูลของผู้ขอคำปรึกษา
	2.1	pname	String	คำนำหน้าชื่อ
	2.2	fname	String	ชื่อจริง
	2.3	lname	String	นามสกุล
	2.4	username	String	ชื่อผู้ใช้งาน
3	patientInformation		Object	ข้อมูลผู้ป่วย
	3.1	pname	String	คำนำหน้าชื่อ
	3.2	fname	String	ชื่อจริง
	3.3	lname	String	นามสกุล
	3.4	imageUrl	String	ที่อยู่รูปภาพ
	3.5	pid	String	รหัสบัตรประจำตัวประชาชน
4	consultDate		String	วันที่ขอคำปรึกษา
5	consultTime		String	เวลาที่ขอคำปรึกษา
6	consultStatus		String	สถานะของการปรึกษา
7	consultStatusRead		String	สถานะการอ่านคำปรึกษาจากแพทย์
8	consultId		String	ไอดีของคำปรึกษา

ตารางที่ 4.67 consult_data

No.	Field Name			Data Type	Description
9	consultPayload			[Object]	รายละเอียดของการปรึกษา
	9.1	attachLab		String	คีย์ของผลแล็ปที่แนบมา
	9.2	attachVisit		String	คีย์ของประวัติการเข้ารักษาที่แนบมา
	9.3	medicalConsult		String	คำปรึกษาแพทย์
	9.4	medicineList		[Object]	ลิสต์ของยาที่ต้องการปรึกษา
		9.4.1	increaseDose	String	ขนาดของการใช้ยา
		9.4.2	medicineName	String	ชื่อยา
		9.4.3	Used	Int	การใช้ยา
		9.4.4	usedAgain	Int	การใช้ยาอีกครั้ง
10	medicalAdvice			String	คำปรึกษาจากแพทย์
11	chatroom			String	ห้องแชท
12	videoCallRoom			String	ห้องวีดีโอคอล
13	typeConsult			String	ชนิดของการปรึกษา
14	consultAdviceSearch			String	คีย์สำหรับค้นหาการปรึกษาสำหรับผู้ให้คำปรึกษา
15	consultConsultanceSearch			String	คีย์สำหรับค้นหาการปรึกษาสำหรับผู้ขอคำปรึกษา
16	timestamp			String	เวลาที่บันทึกข้อมูล

ตารางที่ 4.68 chatroom

No.	Field Name	Data Type	Description
1	avatar	String	ภาพของผู้ใช้งาน
2	type	String	ชนิดของข้อมูลที่ส่งโดยผู้ส่ง
3	data	String	ข้อมูลที่ถูกส่งโดยผู้ส่ง
4	filename	String	ชื่อไฟล์ภาพหรือไฟล์อื่นๆ
5	name	String	ชื่อของผู้ส่ง
6	senderId	String	ไอดีของผู้ส่ง

ตารางที่ 4.68 chatroom

No.	Field Name	Data Type	Description
7	timestamp	String	เวลาในการส่งข้อความ

ตารางที่ 4.69 video_call

No.	Field Name	Data Type	Description
1	from	String	ไอดีของผู้โทร
2	incoming	String	สถานะเกี่ยวกับการมีสายเข้าหรือไม่
3	room	String	ห้องวีดีโอคอล
4	status	String	สถานะตรวจสอบการสื่อสาร
5	to	String	ไอดีของผู้รับ

ตารางที่ 4.70 hospital_information

No.	Field Name	Data Type	Description
1	hos_id	String	ไอดีโรงพยาบาล
2	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาล

ตารางที่ 4.71 hospital_affiliation

No.	Field Name		Data Type	Description
1	hos_id		String	ไอดีโรงพยาบาล
2	hos_name		String	ชื่อโรงพยาบาล
3	subsidiary		[Object]	ลิสต์ของโรงพยาบาลที่อยู่ในสังกัด
	3.1	hos_id	String	ไอดีโรงพยาบาลที่อยู่ในสังกัด
	3.2	hos_name	String	ชื่อโรงพยาบาลที่อยู่ในสังกัด

4.5.1.11 ระบบจัดการข้อมูล (Administration System)

ระบบจัดการข้อมูลเป็นระบบที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของศูนย์ข้อมูล โดยผู้ที่มีบทบาทในการใช้งานคือผู้ดูแลระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถดูข้อมูลการใช้งานของแอปพลิเคชัน เพิ่มผู้ใช้งานในระบบ และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลในระบบ แสดงในรูปที่ 4.120 ระบบจัดการข้อมูลจะสามารถเพิ่มผู้ใช้งานที่ทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบของโรงพยาบาลแต่ละแห่ง โดยจะอนุญาตให้จัดการข้อมูลในสังกัดหน่วยงานที่ตนเองรับผิดชอบเท่านั้น เพื่อความสะดวกในการจัดการและติดตามการใช้งานของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.5.1.12 การพัฒนาเว็บเพื่อการจัดการข้อมูล

ในส่วนของการพัฒนาเว็บเพื่อการจัดการข้อมูลบนศูนย์ข้อมูล ซึ่งใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อจัดการข้อมูลของผู้ใช้งานและแอปพลิเคชัน คณะผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 รูปแบบ คือ การดูข้อมูลการใช้งาน การเพิ่มสมาชิก และการกำหนดสิทธิ์การใช้งาน โดยมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

การดูข้อมูลการใช้งาน

ผู้ดูแลระบบสามารถดูการใช้งานของแอปพลิเคชัน การขอคำปรึกษา การจ่ายยา ประวัติการให้คำปรึกษา ประวัติการจ่ายยาเป็นต้น โดยผู้ดูแลระบบทำการลงชื่อเข้าใช้ระบบแล้วเลือกเมนูการดูประวัติการขอคำปรึกษา ทางด้านเว็บไซต์จะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงให้ผู้ดูแลระบบ โดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.121

การเพิ่มผู้ใช้งาน

ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยเมื่อผู้ดูแลระบบทำการลงชื่อเข้าใช้ระบบแล้วทำการเลือกเมนูเพิ่มผู้ใช้งานแล้วทำการกรอกและส่งข้อมูลผู้ใช้งานใหม่ ระบบจะทำการจัดเรียงข้อมูลสร้างบัญชีผู้ใช้งานใหม่และบันทึกลงฐานข้อมูลเมื่อบันทึกเสร็จแล้วระบบก็จะแสดงการแจ้งเตือนว่าเพิ่มผู้ใช้งานสำเร็จโดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.122

การอนุญาตผู้ใช้งาน

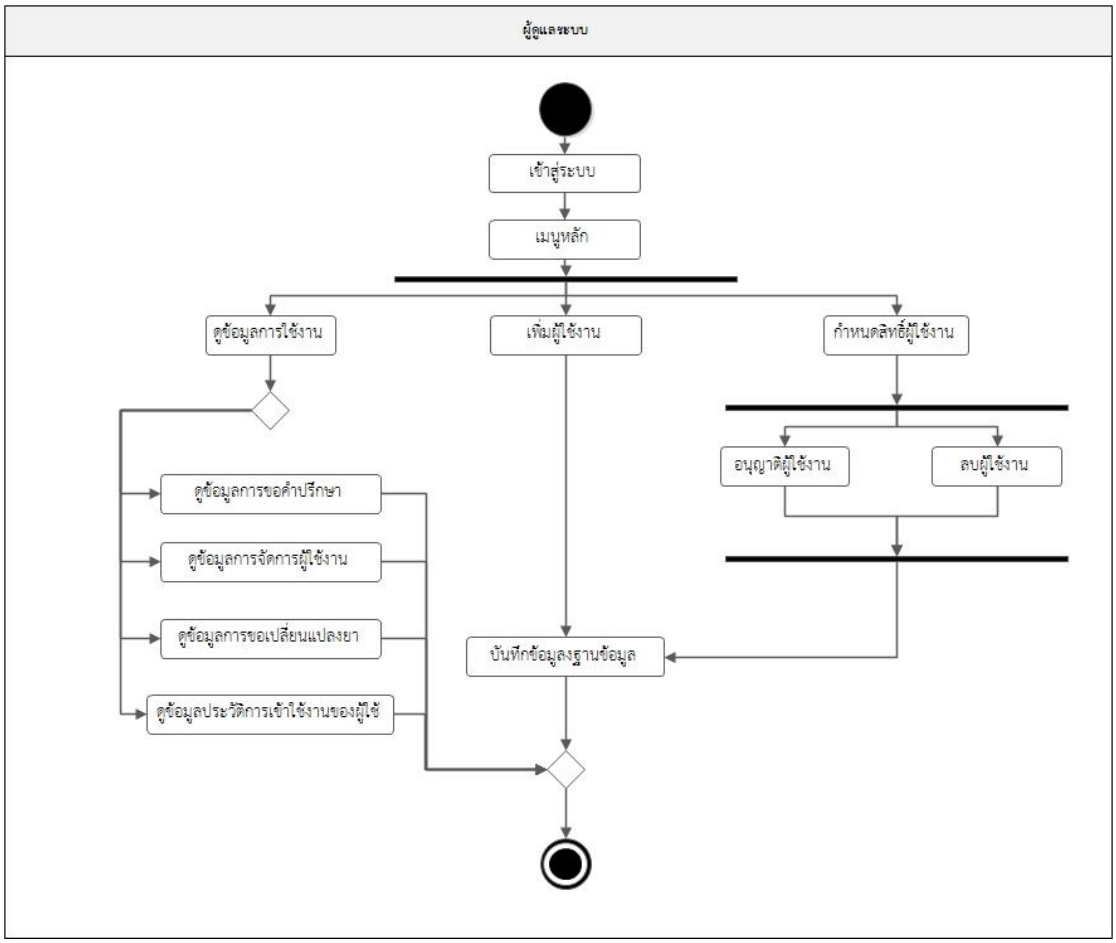
ผู้ดูแลระบบสามารถอนุญาตผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยเมื่อผู้ดูแลระบบทำการลงชื่อเข้าใช้ระบบแล้วทำการเลือกเมนูการจัดการผู้ใช้งานแล้วกดปุ่มอนุญาต ผู้ใช้งานระบบจะทำการเปลี่ยนสถานะอนุญาตและบันทึกลงฐานข้อมูลเมื่อบันทึกเสร็จแล้วระบบก็จะแสดงการแจ้งเตือนว่าอนุ ญาตผู้ใช้งานสำเร็จโดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.123

การลบผู้ใช้งาน

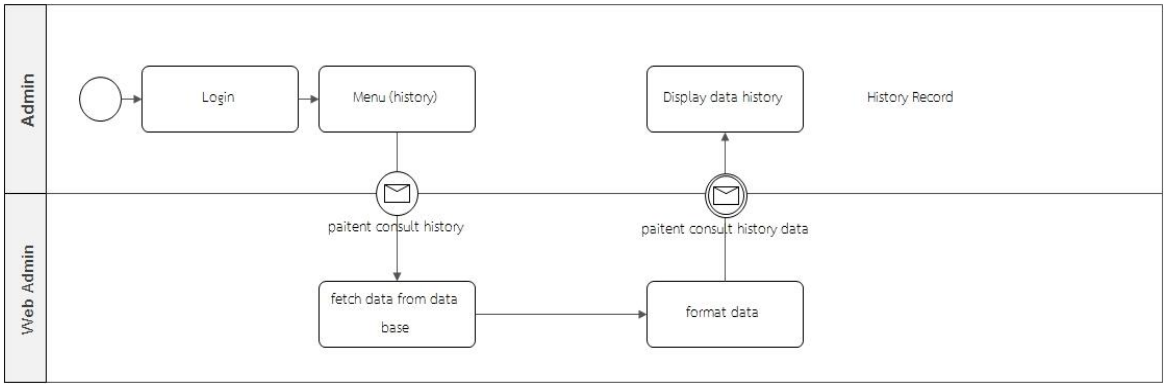
ผู้ดูแลระบบสามารถลบผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยเมื่อผู้ดูแลระบบทำการลงชื่อเข้าใช้ระบบแล้วทำการเลือกเมนูการจัดการผู้ใช้งานแล้วกดปุ่มลบผู้ใช้งาน ระบบจะทำการลบผู้ใช้งานและบันทึก

ลงฐานข้อมูลเมื่อบันทึกเสร็จแล้วระบบก็จะแสดงการแจ้งเตือนว่าลบผู้ใช้งานสำเร็จโดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 1.124

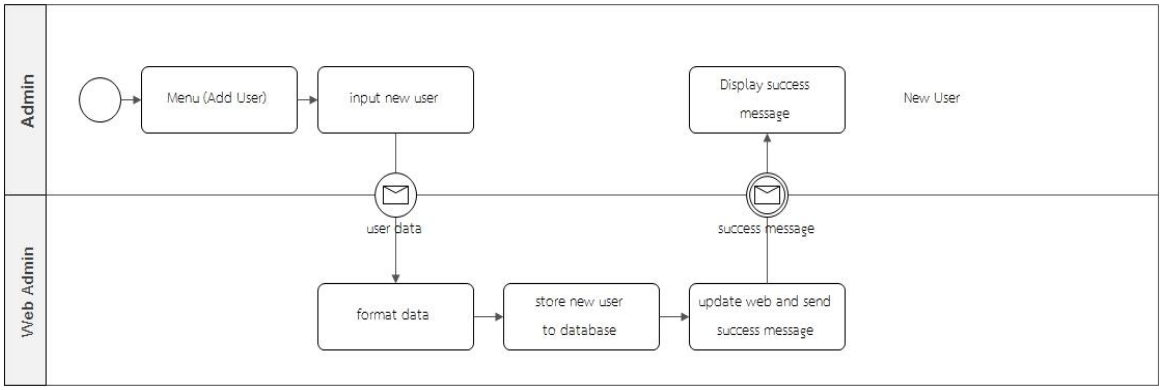
ภาคผนวก ก Source Code การพัฒนาระบบจัดการข้อมูล ได้แสดงวิธีพัฒนาการจัดการระบบจัดการข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์



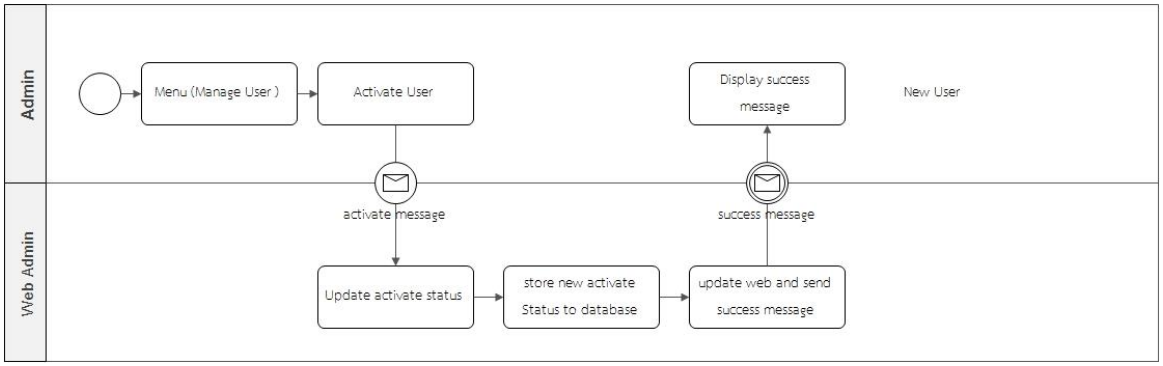
รูปที่ 4.120 แสดงแผนภาพการทำงานทั้งระบบของระบบการจัดการข้อมูล



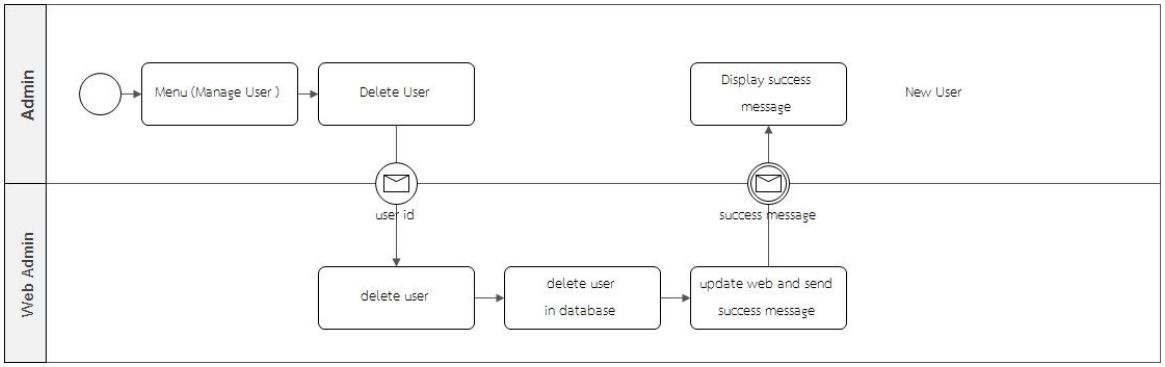
รูปที่ 4.121 แสดงแผนภาพกระบวนการดูข้อมูลการใช้งานของระบบจัดการข้อมูล



รูปที่ 4.122 แสดงแผนภาพกระบวนการเพิ่มผู้ใช้งานสำหรับระบบจัดการข้อมูล



รูปที่ 4.123 แสดงแผนภาพกระบวนการอนุญาตผู้ใช้งานของจัดการข้อมูล



รูปที่ 4.124 แสดงแผนภาพกระบวนการลบผู้ใช้งานของระบบ Admin