

บทที่ 5

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับการวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญคือแพทย์ ในการวินิจฉัยอาการที่ตรวจพบในเบื้องต้นของผู้ป่วย เพื่อทำไปสรุปหรือวิเคราะห์ความน่าจะเป็นว่าผู้ป่วย ป่วยเป็นโรคอะไร และต้องทำการรักษาแบบไหน โดยในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการวินิจฉัยโดยสังเขป รวมถึงการสร้างระบบ

ในงานวิจัยนี้เราได้กำหนดผู้ใช้เป็นบุคคลที่มีความรู้ในด้านสาธารณสุข และมีความสามารถในการตรวจโรคเบื้องต้น ซึ่งอาจเป็น พยาบาล บุรุษพยาบาล อาสาสมัคร หรือ หมอประจำตำบล ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นที่ๆ ซึ่งขาดแคลนหมอ และเครื่องมือแพทย์ที่ทันสมัย ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ จึงมีประโยชน์อย่างมากในการรักษาและวินิจฉัยโรคเบื้องต้นให้กับคนไข้ในชนบทหรือที่ๆ อยู่ห่างไกลความเจริญ

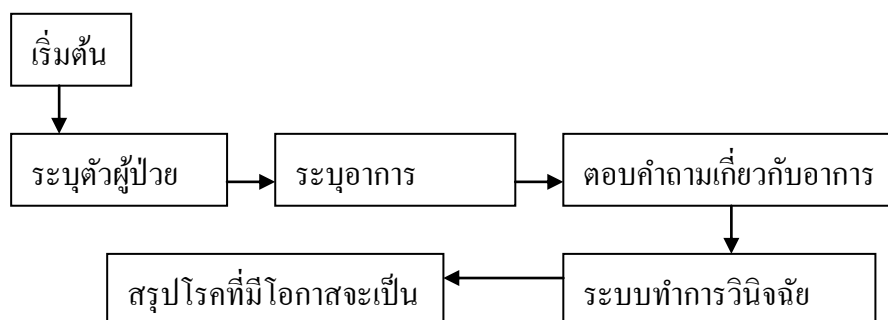
ในการวินิจฉัยโรคสิ่งที่ต้องการทราบคือ ประวัติข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วย อาการที่ตรวจพบ และการซักประวัติความเจ็บป่วย เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น จึงขอยกตัวอย่างการวินิจฉัยโรค ซึ่งคนไข้มาด้วยอาการปวดหูเป็นหลัก

5.1. ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ระบบผู้เชี่ยวชาญนี้จะทำการวินิจฉัยโรคจากการวิเคราะห์อาการ โดยรับข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด แล้วส่งข้อมูลไปวินิจฉัยบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์จากนั้นจึงส่งผลการวินิจฉัยกลับมาว่าเป็นโรคใด ในขณะที่ทางฝั่งไคลเอนท์จะทำการวินิจฉัยเพื่อถามอาการในเรื่องที่เกี่ยวข้อง เช่น ถ้าคนไข้มาด้วยอาการปวดหู จะต้องถามอะไรบ้าง หรือถ้าคนไข้มาด้วยอาการเจ็บคอ ควรถามอะไรบ้าง เป็นต้น ดังนั้นบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะเป็นเฟรมที่เกี่ยวกับโรคต่างๆ พร้อมทั้งอาการของโรคนั้นๆ ส่วนฝั่งไคลเอนท์จะเป็นเฟรมที่เกี่ยวข้องกับการถามคำถาม และการเลือกคำถามออกมาถามผู้ป่วย โดยจะสรุปเป็นกระบวนการได้จากรูปที่ 5.1 จะแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบดังที่กล่าวไว้ข้างต้นดังนี้

- 5.1.1. ระบุตัวผู้ป่วยที่ต้องการวินิจฉัยโรค
- 5.1.2. ระบุอาการเบื้องต้น เช่น ปวดหู เจ็บคอ ไอ มีไข้
- 5.1.3. ระบบจะถามอาการเบื้องต้นของผู้ป่วย หรืออาจให้ user ตรวจอาการแล้วป้อนข้อมูลเข้าไป
- 5.1.4. ระบบส่งข้อมูลที่ไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการวินิจฉัย

5.1.5. สรุปว่ามีโอกาสที่จะเป็นโรคอะไรได้บ้าง และแสดงรายละเอียดของโรค



รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบวินิจฉัยโรค

5.2. การสร้างเฟรมใช้ แทนความรู้

ในการสร้างเฟรมนั้น เราจะแบ่งออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งเซิร์ฟเวอร์และฝั่งไคลเอนท์ โดยในฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะเป็นเฟรมเกี่ยวกับโรคทั้งหมด โดยในที่นี้คือเฟรมเกี่ยวกับโรคหูทั้งหมด ส่วนในฝั่งไคลเอนท์จะเป็นเฟรมที่เกี่ยวข้องกับการถามอาการของโรคโดยจะเรียงลำดับตามความเร่งด่วน เช่น ถ้าคนผู้ป่วยมาด้วยอาการปวดหู สิ่งที่ต้องถามเป็นอันดับแรกคือ การบาดเจ็บที่ศีรษะอย่างรุนแรง เพราะเป็นภาวะเร่งด่วน ควรได้รับการรักษาทันที เป็นต้น ตารางที่ 5.1 จะแสดงเฟรมเกี่ยวกับโรคหู และโรคที่เกี่ยวข้องกับการปวดหู

ตารางที่ 5.1 แสดงเฟรมที่เกี่ยวข้องกับโรคหู และโรคที่เกี่ยวข้องกับการปวดหู

No.	frame	slot	slot value	facet	facet value
N1	basilar skull fracture	Parent	-		
		Earache	yes	default	yes
		Head injury	yes	default	yes
		Cerebrospinal fluid otorrhea	yes	default	yes
N2	Secondary otalgia (referred pain)	Parent	-		
		Earache	yes	default	yes
		Pain on pulling the auricles	no	default	no

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

E1	Primary otalgia (Disease of the Ear)	Parent	-		
		Children	External Ear, Middle Ear, Inner Ear		
		Earache	yes	default	yes
		Pain on pulling the auricles	yes	if changed	if slot value = no then go to “Secondary otalgia”
E2	External Ear	Parent	Primary otalgia		
		Children	otomycosis, acute cellulitis, furunculosis, herpes, relapsing polychondritis, Ear Trauma, Foreign body, Impacted cerumen		
		Pain and swelling of external ear	yes	default	yes
				if changed	if slot value = no then go to “Middle Ear”
E3	Middle Ear	Parent	Primary otalgia		
		Children	AOM, OME, Trauma to TM		
		Otitis media	yes	default	yes
				if changed	if slot value = no then go to “Inner Ear”

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

E4	Inner Ear	Parent	Primary otalgia		
		Children	Bell palsy, Temporal bone tumor		
E5	Otomycosis	Parent	External Ear		
		Characteristic of ear wax	{white plaque, black spore}* constraint		{white plaque, black spore}
E6	Acute cellulitis	Parent	External Ear		
		Infection and inflammation	yes	default	yes
E7	Furunculosis	Parent	External Ear		
		Small firm tender red nodule in skin	yes	default	yes
E8	Herpes	Parent	External Ear		
		Itch	yes	default	yes
		Burning pain	yes	default	yes
		Small red bumps or blisters appear around auricles and mouth	yes	default	yes

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

E9	Relapsing polychondritis	Parent	External Ear		
		inflammation and deterioration of cartilaginous tissue	yes	default	yes
		inflammation of other connective tissue	{hearing loss, eyes inflammation, joint inflammation}*	constraint	{hearing loss, eyes inflammation, joint inflammation}
		Serology test	negative	default	negative
E10	Ear Trauma	Parent	External Ear		
		Trauma to auricles	yes	default	yes
E11	Foreign body	Parent	External Ear		
		Foreign body	yes	default	yes
E12	Impacted cerumen	Parent	External Ear		
		partial loss of hearing	yes	default	yes
		a sensation of fullness in the ear	yes	default	yes
E13	Acute otitis media (AOM)	Parent	Middle Ear		
		Pus in the middle ear	yes	default	yes
		Infection	yes	default	yes
				If changed	If slot value = no then go to “OME”
		redness of the eardrum	yes	default	yes

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

E14	Otitis media with effusion (OME)	Parent	Middle Ear		
		Glue ear	yes	default	yes
		Presence of fluid in the middle ear	yes	default	yes
		Infection	no	default	no
				If changed	If slot value = yes then go to “AOM”
E15	Trauma to TM	Parent	Middle Ear		
		Trauma to eardrum	{Barotrauma, Blunt trauma, Laceration}*	constraint	{Barotrauma, Blunt trauma, Laceration}
E16	Bell palsy	Parent	Inner Ear		
		Unilateral or bilateral acute facial nerve palsy	yes	default	yes
E17	Temporal bone tumor	Parent	Inner Ear		
		-	-		

* หมายถึงเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเฟรมใน ตาราง 5.1 เราจะทำการจัดเก็บไว้ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์โดยที่จะรับค่าอาการต่างๆ มาจากฝั่งไคลเอนต์และทำการวินิจฉัยพร้อมสรุปอาการส่งให้โดยในฝั่งไคลเอนต์ก็จะมีเฟรมที่ใช้ถามอาการต่างๆ ของโรค ดังนี้

ตารางที่ 5.2 เฟรมคำถามเกี่ยวกับอาการที่เกี่ยวข้องกับการปวดหู

No	frame	slot	slot value	facet	facet value
B1	Basic Question	Earache		if changed	if slot value = yes then go to “Symptoms to earache”
		Cough		if changed	if slot value = yes then go to “Symptoms to cough”
		Sore throat		if changed	if slot value = yes then go to “Symptoms to sore throat”
		Fever		if changed	if slot value = yes then go to “Symptoms fever”
B2	Symptoms to earache	Earache	yes	default	yes
		Severe head injury		if changed	if slot value = yes then go to “Emergency”
		Pain on pulling the auricles		if changed	if slot value = yes then go to “Primary otalgia”
B3	Emergency	Cerebrospinal fluid otorrhea		if changed	if slot value = no then go to “Symptoms to earache” and set “Severe head injury” = no else admit

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

B4	Primary otalgia	Characteristic of external ear		default	normal
				constraint	{Normal, Inflammation}
		Characteristic of ear wax		default	normal
				constraint	{normal, white, black}*
		Itche		default	no
				constraint	yes/no
		Inflammation		default	no
				constraint	yes/no
		Characteristic of eardrum		default	normal
				constraint	{normal, redness of the eardrum, glue ear, perforation of eardrum}*
		symptoms about facial nerve		default	normal
				constraint	{normal, Unilateral or bilateral acute facial nerve palsy}

จากตารางที่ 5.2 ผู้ใช้ สามารถเลือกกรอกเฉพาะอาการที่แสดงได้ และเมื่อได้ข้อมูลอาการของโรค แล้ว ระบบจะสร้างเฟรมขึ้นมาเพื่อบอกอาการทั้งหมด พร้อมทั้งหมายเลขที่อ้างอิงถึงคนไข้ เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว จึงส่งข้อมูลไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

5.3 การวินิจฉัยหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น

5.3.1. เมื่อผู้ป่วยบอกอาการเบื้องต้นแล้ว ระบบจะถือว่าเป็นอาการเบื้องต้นแบบใด แล้วเรียกคำถามที่ต้องถามเกี่ยวกับโรคที่มีอาการเบื้องต้นนั้น

5.3.2. เมื่อผู้ป่วยกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้ว จะทำการส่งค่าทั้งหมดไปยัง ฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการวินิจฉัยแยกเฉพาะโรค

5.3.3. เมื่อฝั่งเซิร์ฟเวอร์รับเฟรมที่บอกอาการต่างๆของโรค จะทำการเปรียบเทียบเพื่อหาอาการของโรค และแบ่งประเภทโรค ออกจากอาการนั้นๆ ได้ โดยไล่หาที่เฟรมของโรคต่างๆที่เกี่ยวกับหู แล้วสร้าง อินสแตนซ์ ขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะอาการ จนได้โรคนั้นๆ ออกมา ซึ่งอาการโดยรวมต่างๆ จะ สืบทอด มาจากคลาสเฟรม

5.3.4. ในกรณี ที่ผู้ป่วย อาจกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เนื่องจากต้องอ้างอิงถึงประวัติเก่า เช่น ประวัติแพ้ยา หรือประวัติการให้วัคซีน ระบบจะทำการดึงข้อมูลเพิ่มเติม จากฐานข้อมูลอื่นๆ อย่างเช่น เวชระเบียน เพื่อทำการวินิจฉัยต่อไป

5.3.5. เมื่อฝั่งเซิร์ฟเวอร์ทำการวินิจฉัย และสรุปผลการตรวจโรคแล้ว จะส่งผลลัพธ์ ของโรคที่น่าจะเป็นส่งไปให้ผู้ป่วย ที่อยู่บนฝั่งไคลเอนท์ได้

ในกรณีตัวอย่างนี้สมมุติผู้ป่วยมาด้วยอาการปวดหู เพียงอย่างเดียว โดยทดสอบคั้งที่ใบหู แล้วพบว่ามีอาการเจ็บปวด เมื่อถูกคั้ง จากนั้น ผู้ป่วย ไม่มีอาการผิดปกติ อย่างอื่นอีกเลย ทางฝั่งไคลเอนท์จะได้ข้อสรุปคร่าวๆ ว่าผู้ป่วยมีอาการของโรคหู แล้วจะทำการสร้างเฟรม คนผู้ป่วย ซึ่งจะมีสล็อต ดังนี้ หมายเลขอ้างอิง, ชื่อผู้ป่วย, กลุ่มอาการ, อาการที่แสดง ดังรูปที่ 5.2 ดังนี้

frame	slot	slot value
Patient	reference number	12345
	Patient Name	นายปลอดโรค แข็งแรงดี
	Symptoms	Otalgia
	Earache	yes
	Pain on pulling the auricles	yes

รูปที่ 5.2 เฟรมผู้ป่วยที่ฝั่งไคลเอนท์

ขั้นตอนการไป query ค่าเพื่อเปรียบเทียบนั้น จะเริ่ม เปรียบเทียบ จาก class แม่ ก่อน และไล่ไปตาม taxonomy ไปจนถึง โรคที่ระบุ โดยเราจะใช้ method ที่เก็บไว้ใน ตาราง facet เป็นตัวชี้นำในการค้นหาซึ่งเราจะรู้ คลาสแม่ที่จะเริ่มค้นหาได้จาก slot basic ที่อยู่ในเฟรม patient information1 ที่ได้มาจากทางฝั่งไคลเอนท์นั่นเอง จากนั้น ในส่วนของ slot symptom จะเป็นอาการของโรค ซึ่งจะเอาไปเปรียบเทียบกับ slot ของเฟรม อื่นๆ ที่เป็น เฟรมลูกต่อไป

เนื่องจากการสร้าง trigger ขึ้นมานั้น มันจะทำงานกับทุกๆ row ของ ตาราง แต่ไม่สามารถกำหนดให้ 1 row มี trigger ต่างกันได้ ดังนี้ ในงานวิจัยนี้ เราจึงสร้าง trigger ให้ทำงานตาม condition ที่ให้มา ซึ่งใน condition จะประกอบไปด้วย if_needed, if_changed, constraint และ

default ซึ่งเป็นชนิดของ facet นั้นเอง จากนั้น ในส่วน attached procedure นั้นจะเก็บไว้ใน database ส่วนที่เป็น store procedure แล้ว rule ต่างๆ ที่จะกระทำเมื่อมีเหตุการณ์ต่างๆ จะเก็บเป็น ชื่อฟังก์ชันไว้ใน facet value แล้วตัว trigger จะมี condition เป็นตัวกำหนดว่าจะทำ execute หรือ retrieve ข้อมูลขึ้นมา ตามชื่อฟังก์ชัน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้เราสามารถ attached procedure ให้กับแต่ละทูเพิลได้

จากฝั่งไคลเอนท์จะส่งเฟรมข้างต้น ไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อวินิจฉัยหาโรคที่เกิด ซึ่งทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะไล่ตามอาการของโรคหู แล้วค้นหา ไปยังเฟรมต่างๆ ที่มีอาการที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง จะตัดเฟรมที่มีอาการนอกเหนือจากที่ได้มาทิ้งไป นอกเสียจากว่า กลุ่มอาการโรคบางอย่าง ต้องอาศัยข้อมูลประวัติการแพ้ยา หรือประวัติการได้รับวัคซีนเป็นตัวประกอบการตัดสินใจด้วย ส่วนในตัวอย่างนี้ ตัววินิจฉัยจะไล่ไปยังเฟรมลูกของโรคหู อย่างเช่น โรคหูชั้นนอก ซึ่งพบว่ามีอาการเพิ่มเติม คือหูชั้นนอกบวมแดง ก็ตัดเฟรมนั้นทิ้ง ไปหาเฟรมใหม่ซึ่งเป็นเฟรมลูกของเฟรมโรคหูอีกที ซึ่งก็คือ เฟรมโรคหูชั้นกลาง แล้วพบว่า มีอาการเพิ่มเติมคือ แก้วหูอักเสบ ก็ตัดเฟรมนั้นทิ้งไปอีก จนมาถึงเฟรมสุดท้าย คือโรคหูชั้นใน แล้วจากเฟรมโรคหูชั้นใน ก็จะทำการวินิจฉัยต่อไปยังเฟรมลูกของโรคหูชั้นใน เหมือนกับที่วินิจฉัยก่อนหน้านี้ จนพบอาการ ซึ่งก็คือ โรค temporal bone tumor ซึ่งในกรณีนี้ โรคที่พบ มีเพียงโรคเดียว

5.4 การ map ข้อมูลไปเป็น kqml message ในตัวอย่างการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับงานการวินิจฉัยโรค

ในกรณีตัวอย่างนี้สมมติผู้ป่วยมาด้วยอาการปวดหูเพียงอย่างเดียว โดยทดสอบคั้งที่ใบหู แล้วพบว่ามีอาการเจ็บปวด ผู้ป่วยไม่มีอาการผิดปกติอย่างอื่นอีกเลย ทางฝั่งไคลเอนท์จะได้ข้อสรุปโดยสังเขปว่าผู้ป่วยมีอาการของโรคหูชั้นนอก แล้วจะทำการสร้างเฟรมคนผู้ป่วย ซึ่งจะมี slot ดังนี้ หมายเลขอ้างอิง ชื่อผู้ป่วย กลุ่มอาการ อาการที่แสดง

เฟรมที่ได้จากฝั่งไคลเอนท์นี้จะอยู่ในรูปแบบของ script ในภาษาจาวา และเมื่อเราจะทำการส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหู เราต้องทำการเข้ารหัสเฟรมนี้ให้อยู่ในรูปแบบข้อความ KQML ดังนี้

```
(ask-one
  :sender client1
  :content "INSERT INTO patient VALUES ('12345', 'นายปลอดโรค แข็งแรงดี',
'Otalgia', 'earache', 'pain on pulling the auricle')"
```

:ontology earache)

ในข้อความนี้เนื้อหาเป็นส่วนของเฟรมทางฝั่งไคลเอนท์ที่เราทำการส่งไป ontology คือขอบเขตของความรู้ ส่วนที่เราต้องการจะถามเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ซึ่งในที่นี้เกี่ยวข้องกับอาการปวดหู ผู้ส่งคือ server1 และกระบวนการคิวรีถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษาจาวา ค่าของ parameter ต่อไปนี้คือ sender, receiver และ reply-with จะเป็นส่วน communication layer ในส่วน performative name (ในที่นี้คือ ask-one), language และ ontology จะเป็นส่วน message layer และส่วนเนื้อหาจะเป็นส่วน content layer ใน QXML

ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะเก็บข้อมูลของ patient ไว้ในเฟรม patient ต่างหาก และจะได้ตามอาการของโรคหูแล้วค้นหาไปยังเฟรมต่างๆ ที่มีอาการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะตัดเฟรมที่มีอาการนอกเหนือจากที่ได้มาทิ้งไป นอกเสียจากว่ากลุ่มอาการโรคบางอย่าง ต้องอาศัยข้อมูลประวัติการแพทย์ หรือประวัติการได้รับวัคซีนเป็นตัวประกอบการตัดสินใจด้วย ส่วนในตัวอย่างนี้ตัววินิจฉัยจะไล่ไปยังเฟรมลูกของโรคหู เช่น โรคหูชั้นนอก ซึ่งพบว่ามีอาการเพิ่มเติม คือหูชั้นนอกบวมแดง ก็ตัดเฟรมนั้นทิ้ง ไปหาเฟรมใหม่ซึ่งเป็นเฟรมลูกของเฟรมโรคหูอีกที ซึ่งเป็นเฟรมโรคหูชั้นกลางแล้วพบว่ามีอาการเพิ่มเติมคือแก้วหูอักเสบ ก็ตัดเฟรมนั้นทิ้งไปอีก จนมาถึงเฟรมสุดท้ายเป็นเฟรมโรคหูชั้นใน แล้วจากเฟรมโรคหูชั้นในก็จะทำการวินิจฉัยต่อไปยังเฟรมลูกของโรคหูชั้นใน เหมือนกับที่วินิจฉัยก่อนหน้านี้ จนพบอาการซึ่งคือ โรค temporal bone tumor ซึ่งในกรณีนี้โรคที่พบ มีเพียงโรคเดียว เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งกลับไปให้ไคลเอนท์ที่ทำการร้องขอ และจะทำการ encode ให้อยู่ในรูปแบบข้อความ QXML ดังนี้

(tell

:sender server1

:content “temporal bone tumor”

:receiver client1

:in-reply-to earache_symptom

:language sql

:ontology earache)

5.5 ผลการทดลอง

- เมื่อผู้ป่วยบอกอาการเบื้องต้นแล้ว ระบบจะดูว่าเป็นอาการเบื้องต้นแบบใด แล้วเรียกคำถามที่ต้องถามเกี่ยวกับโรคที่มีอาการเบื้องต้นนั้น
- เมื่อผู้ป่วยกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้ว จะทำการส่งค่าทั้งหมดไปยัง ฟังก์ชันเวิร์กเพื่อทำการวินิจฉัยแยกเฉพาะโรค
- เมื่อฟังก์ชันเวิร์กได้รับเฟรมที่บอกอาการต่างๆของโรค จะทำการเปรียบเทียบเพื่อหาอาการของโรค และแบ่งประเภทโรค ออกจากอาการนั้นๆ ได้ โดยไล่หาที่เฟรมของโรคต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหู แล้วสร้าง อินสแตนซ์ ขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะอาการ จนได้โรคนั้นๆออกมา ซึ่งอาการโดยรวมต่างๆ จะ สืบทอด มาจากคลาสเฟรม
- ในกรณี ที่ผู้ป่วย อาจกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เนื่องจากต้องอ้างอิงถึงประวัติเก่า เช่น ประวัติแพ้ยา หรือประวัติการให้วัคซีน ระบบจะทำการดึงข้อมูลเพิ่มเติม จากฐานข้อมูลอื่นๆ อย่างเช่น เวชระเบียน เพื่อทำการวินิจฉัยต่อไป
- เมื่อฟังก์ชันเวิร์กทำการวินิจฉัย และสรุปผลการตรวจโรคแล้ว จะส่งผลลัพธ์ ของโรคที่น่าจะเป็นส่งไปให้ผู้ป่วย ที่อยู่บนฝั่งไคลเอนท์ได้

ในการทดลองระบบต้นแบบ จะทดลองการวินิจฉัยสองแบบคือแบบแรก ให้ผู้ใช้กรอกอาการของผู้ป่วย เท่าที่ทราบ แล้วให้ระบบทำการวินิจฉัยโดยอาจถามอาการของผู้ป่วยเพิ่มเติม หรือว่าไปเลือกข้อมูลขึ้นมาจากเวชระเบียน เพื่อทำการวินิจฉัย คำตอบที่ได้จะเป็นโรคที่มีโอกาสจะเกิด ส่วนอีกแบบคือ ผู้ใช้ป้อนชื่อโรคที่สงสัยว่าจะเป็นเข้ามา ระบบจะให้ผู้ใช้ตอบคำถามหรือไปถามจากระบบอื่นและส่งคำตอบกลับมาว่าผู้ใช้มีโอกาสเป็นโรคที่สงสัยหรือไม่

จากผลการทดลองแบบแรกโดยสมมติว่าผู้ป่วยมาด้วยโรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน ซึ่งอาการแรกเริ่มคือ ปวดหู โดยพบร่วมกับ เป็นไข้หวัด เจ็บคอ มีไข้สูง หูอื้อ หรือ เยื่อแก้วหูบวมแดง ซึ่งตอนแรกสุดผู้ใช้จะสามารถตอบคำถามได้แค่ว่ามีอาการหลักคือปวดหู และเป็นไข้ เจ็บคอ และมีขั้นตอนการวินิจฉัยดังนี้

ฝั่งไคลเอนต์

1. ระบบจะทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้ป้อนเข้ามา กับเฟรมอาการแรกเริ่มที่มีอยู่จะได้มา สามเฟรมอยู่ในลิสต์ goal_list (คือเฟรมโรคหู เฟรมโรคไข้ และเฟรมเจ็บคอ)
2. จากนั้นจะเลือกเฟรมโรคหู (B2 จากตารางที่ 5.2) ขึ้นมาก่อนและตั้งเฟรมโรคหูให้เป็นเป้าหมาย
3. เมื่อได้เป้าหมายแล้วก็มาดูอาการของโรคหูหลักๆก่อน
4. จากเฟรมเป้าหมาย B2 ระบบจะให้ผู้ใช้ตอบคำถามว่า ผู้ป่วยมีอาการบาดเจ็บทางศีรษะหรือไม่
5. ซึ่งในตัวอย่างนี้จะตอบว่าไม่

6. และในเฟรมเป้าหมายนี้ ก็จะให้ผู้ใช้อธิบายคำถามอีกหนึ่งคำถามว่าผู้ป่วยมีอาการปวดเวลาดึงใบหูหรือไม่
7. ซึ่งในตัวอย่างนี้จะตอบว่าไม่
8. และทริกเกอร์ในสล็อตนี้ไปเรียกเฟรมถัดมา นั่นก็คือเฟรมอาการปวดหูที่มีสาเหตุจากโรคหูเป็นหลักขึ้นมา (B4 จากตารางที่ 5.2)
9. จากนั้นก็ให้ผู้ใช้อธิบายอาการเพิ่มเติม ซึ่งก็คือ เชื้อแก้วหูอักเสบ
10. จากนั้นเมื่อระบบรู้แล้วว่าอาการที่เป็นมีสาเหตุมาจากโรคหูก็ส่งข้อมูลผู้ป่วย พร้อมทั้งอาการที่แสดง ที่ผู้ใช้ได้ป้อนเข้ามาไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์

frame	slot	slot value
Patient	reference number	12345
	Patient Name	นายพลอดโรค แข็งแรงดี
	Symptoms	Primary Otagia
	Earache	yes
	Pain on pulling the auricles	yes
	Redness of the eardrum	yes

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างเฟรมผู้ป่วยที่ฝั่งไคลเอนท์

ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

1. ได้รับข้อมูลว่าเป็นอาการปวดหูที่เกี่ยวข้องกับโรคหู และมีอาการปวดเวลาดึงใบหู พร้อมทั้งมีอาการเชื้อแก้วหูอักเสบ
2. ระบบที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ จะเปรียบเทียบอาการโดยเลือกเฟรมเป้าหมายมาไว้ในลิสต์ goal_list ก่อน
3. ซึ่งในตัวอย่างนี้จากเฟรมโรคหู จะมีเฟรมลูกอยู่สามเฟรม ซึ่งก็คือ เฟรมโรคหูชั้นนอก เฟรมโรคหูชั้นกลาง และเฟรมโรคหูชั้นใน (E2, E3, E4 ในตารางที่ 5.1 ตามลำดับ)
4. ในตอนแรกระบบจะทำการเลือกเฟรมโรคหูชั้นนอกคือ E2 ออกมาจาก goal_list ก่อน
5. โดยเฟรม E2 จะมีสล็อตเพิ่มมาอีกหนึ่งสล็อตคือ หูชั้นนอกอักเสบบวมแดง
6. ระบบจะทำการเปรียบเทียบค่าของสล็อตกับอาการที่ถูกส่งเข้ามาที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์
7. ในตัวอย่างนี้จะไม่พบอาการดังกล่าว ก็จะปฏิเสธสล็อตนี้แล้วไปเลือกเฟรมเป้าหมายใหม่ ซึ่งก็คือเฟรม E3 มาแทน

8. เมื่อได้เฟรมโรคหูชั้นกลางแล้ว (E3) ระบบก็จะเปรียบเทียบสล็อตในเฟรม E3 กับค่าที่ถูกส่งเข้ามาซึ่งในตัวอย่างนี้จะมีค่าเป็น yes
9. ระบบจะทำการตรวจสอบว่าเฟรมที่ได้มานี้มีเฟรมลูกอีกหรือไม่
10. ซึ่งในตัวอย่างนี้เฟรม E3 จะมีเฟรมลูกคือ (E13, E14, E15 จากตารางที่ 5.1 ตามลำดับ)
11. ระบบจะทำการเก็บเฟรมนั้นเพิ่มเข้าไปในลิสต์เป้าหมาย goal_list ในลักษณะของสแต็ก (คือเข้าไปที่หลังออกมาก่อน)
12. ระบบจะเลือกเฟรม E13 ขึ้นมาก่อนแล้วทำการจับคู่สล็อตของเฟรม กับค่าที่มี
13. จากตัวอย่างนี้ เฟรม E13 จะมีสองสล็อต ซึ่งมีค่าทั้งสองสล็อต
14. และเมื่อระบบทำการตรวจสอบ ก็พบว่าเฟรม E13 ไม่มีเฟรมลูกอีกแล้ว
15. ระบบก็จะส่งเฟรมที่ได้ กลับไปยังฝั่งไคลเอนต์ เป็นคำตอบโรคที่มีโอกาสจะเกิดกลับไป ซึ่งก็คือเฟรม E13 หรือโรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน

จากผลการทดลองส่วนแรกนี้ ทำให้พบว่าระบบมีความสามารถในการวินิจฉัยหาโรคที่เกี่ยวข้องกับอาการได้ และสามารถส่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องกลับไปยังฝั่งไคลเอนต์ได้ถูกต้อง แต่ผู้ใช้งานจะต้องป้อนข้อมูลเข้ามาในระบบพอสมควรก่อน จึงจะสามารถทำการวินิจฉัยต่อไปได้ ถ้าผู้ใช้งานป้อนข้อมูลเข้ามาในระบบเลย แต่ถามถึงโรคที่มีโอกาสจะเกิด ระบบจะไม่สามารถตอบคำถามของผู้ใช้ได้ เพราะระบบไม่มีข้อมูลที่จะใช้เพื่อตั้งเป็นเป้าหมายได้

ดังนั้นจากผลการทดลองจะได้ว่า ระบบจะทำการวินิจฉัยได้ ก็ต่อเมื่อมีข้อเท็จจริงเริ่มต้นบางส่วนถูกป้อนเข้าไปในระบบก่อน จากนั้นระบบถึงจะสามารถทำการวินิจฉัยแล้วทำการหาคำตอบต่อไปได้ หรือสามารถถามคำถามเพิ่มเติมกับผู้ใช้งานได้ หรือ ไปหาข้อเท็จจริงที่ผู้ใช้งานข้อมูลภายนอกอื่นได้

ในการทดลองการวินิจฉัยแบบที่สองในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่พอใจผลการวินิจฉัย หรือต้องการจะทราบว่าผู้ใช้งานมีโอกาสจะเป็นโรคที่ระบุหรือไม่ สมมติว่าผู้ใช้งานต้องการจะทราบว่ามีโอกาสจะเกิดโรคเนื้องอกในกระดูหูชั้นในหรือไม่ก็จะมีขั้นตอนดังนี้

ฝั่งไคลเอนต์

1. ผู้ใช้จะทำการป้อนอาการหลักของโรคก่อน ซึ่งก็คือมาด้วยอาการปวดหู
2. ซึ่งฝั่งไคลเอนต์จะส่งอาการปวดหูไปที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ให้ส่งค่าเฟรมทั้งหมดของโรคที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหูกลับมา ซึ่งก็คือเฟรม E1-E17 มีด้วยกัน 17 เฟรม
3. ผู้ใช้จะเลือกเฟรมขึ้นมาจากในลิสต์ ซึ่งในตัวอย่างนี้ผู้ใช้จะเลือกเฟรม E4 โรคหูชั้นในขึ้นมา
4. ฝั่งไคลเอนต์ก็จะส่งค่าโรคหูชั้นในไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ส่งค่าเฟรมทั้งหมดของโรคที่เกี่ยวข้องกับเฟรม E4 กลับมา
5. ผู้ใช้จะทำการเลือกอีกครั้งซึ่งในตัวอย่างนี้ผู้ใช้จะทำการเลือกเฟรมโรคเนื้องอกในกระดูหูชั้นใน (E17) ขึ้นมา

6. เฟรม E17 จะนำผู้ใช้ให้กรอกข้อมูลในแต่ละสล็อต
7. ซึ่งในตัวอย่างนี้ เฟรม E17 จะสืบทอดสล็อตทั้งหมดจากคลาสแม่ มายังเฟรมนี้ด้วย
8. ซึ่งจากเฟรมตัวอย่างนี้จะมีอยู่สองสล็อต คือปวดหู กับปวดเวลาถึงโบหุ
9. และผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลทั้งหมดครบถ้วนซึ่งสอดคล้องกับค่าในสล็อต
10. ระบบจะทำการส่งค่ากลับไปยังผู้ใช้ว่า มีโอกาสเป็นโรคที่สงสัยข้างต้น คือโรคเนื้องอกที่กระดูกหู แน่นอน

จากผลการวินิจฉัยในแบบที่สองนี้ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นแม้ว่าการวินิจฉัยตามอาการนั้นถูกต้องก็ตามแต่ก็ถือว่าวินิจฉัยไม่ตรงตามที่คุณเชี่ยวชาญจะทำการวินิจฉัย เพราะโอกาสที่ผู้ป่วยจะเป็นโรคนั้นนี้น้อยมาก ผลการวินิจฉัยนี้จึงทำให้ทราบว่า ระบบควรทำการปรับปรุง และพัฒนาให้สามารถทำการวินิจฉัยโดยขึ้นอยู่กับความน่าเป็นที่จะเกิดคำตอบนั้นขึ้นด้วย และจากผลการทดลองในการวินิจฉัยแบบที่สองนี้จะได้ว่า ผู้ใช้จะต้องทำการป้อนข้อมูลอาการหลักของโรคที่สงสัยเสียก่อน เพื่อลดขอบเขตของเฟรมโรคที่จะต้องค้นหา ซึ่งถ้าผู้ใช้ไม่ทำการกรอกข้อมูลอาการหลักของโรคเลย ระบบจะไม่สามารถไปถึงเฟรมโรคของแต่ละฐานความรู้ที่อยู่กระจัดกระจายขึ้นมาได้ เพราะระบบค้นแบบจะจัดเก็บความรู้เกี่ยวกับโรคหู โรคไข้ โรคเจ็บคอ และอื่นๆ ไว้ในแต่ละเซิร์ฟเวอร์แยกกัน ดังนั้นผู้ใช้จำเป็นต้องป้อนข้อมูลอาการหลักของโรคก่อน เพื่อระบุขอบเขตของฐานความรู้และสามารถเลือกโรคที่อยู่ในขอบเขตนั้นๆ เพื่อทำการวินิจฉัยได้