



กลไกสนับสนุนระบบอีเลิร์นนิงบนอุปกรณ์ไร้สาย  
**Supporting Mechanism for E-learning on Mobile Devices**

พิทักษ์ เศวตสุนทร  
**Pitak Sawetsunthorn**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Engineering in Computer Engineering  
Prince of Songkla University**

**2553**

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

ชื่อวิทยานิพนธ์                      กลไกสนับสนุนระบบอิเล็กทรอนิกส์บนอุปกรณ์ไร้สาย  
ผู้เขียน                                      นายพิทักษ์ เสวตสุนทร  
สาขาวิชา                                  วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

---

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิฑูรพจน์)

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญา ตัญชัย)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิฑูรพจน์)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรัช สันติอมรทัต)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์    กลไกสนับสนุนระบบอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์ไร้สาย  
ผู้เขียน            นายพิทักษ์ เสวตสุนทร  
สาขาวิชา          วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา        2552

### บทคัดย่อ

ระบบอีเลิร์นนิ่งเป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยกิจกรรมการเรียนการสอน และมักทำงานอยู่บนพื้นฐานของสถาปัตยกรรมทำงานแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ เพื่อลดภาระงานทางฝั่งไคลเอนต์ให้เหลือเฉพาะงานด้านการรับข้อมูลและแสดงผลเป็นสำคัญ ส่งผลทำให้เกิดปัญหาในการนำซอฟต์แวร์ประเภทนี้ไปใช้งานกับไคลเอนต์แบบอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรคอมพิวเตอร์และเครือข่าย ในวิทยานิพนธ์นี้เสนอแนวทางการหลีกเลี่ยงปัญหานี้ โดยนำเทคนิคการปรับแต่งข้อมูลแบบชาญฉลาดเข้ามาใช้งาน เพื่อที่จะทำให้ข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบอีเลิร์นนิ่งสามารถนำไปใช้งานกับแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่แบบต่างๆ ได้โดยสะดวก นอกจากนี้ยังได้พิจารณาถึงปัญหาความคับคั่งแบบทันทีทันใด ในกรณีที่มีการเข้าใช้ระบบอีเลิร์นนิ่งภายในชั้นเรียนจำนวนมากในเวลาใกล้เคียงกัน จากจำนวนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายหรือคอมพิวเตอร์พกพาหลายๆ ตัวซึ่งเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายเข้าด้วยกันตามมาตรฐาน UPnP ในที่นี้ได้เสนอกลไกทำงานแบบสะพานเชื่อมต่อ เพื่อจับคู่บริการของโพรโทคอล Device Profile for Web Service (DPWS) และของโพรโทคอลค้นหาบริการของเครือข่าย UPnP เพื่อนำไปใช้ยังหน่วยงานแบบเอเจนต์ที่เพิ่มเติมขึ้น เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวแทนในการรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่ง ก่อนที่จะกระจายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายจำนวนมากภายในเครือข่าย UPnP ต่อไป ทั้งนี้ยังได้นำกลไกการแจ้งเตือนจากเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งมาใช้ประโยชน์ร่วมกับกลไกแจ้งเตือนอัตโนมัติของเครือข่าย UPnP และกลไกบริการแบบพุ่ม เพื่อที่จะเป็นการกำจัดการะงับในการตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ลงได้

คำสำคัญ:            อีเลิร์นนิ่ง, อุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่, เอเจนต์, กลไกทำงานแบบสะพานเชื่อมต่อ เพื่อจับคู่บริการระหว่างโพรโทคอล DPWS และ UPnP

<b>Thesis Title</b>	Supporting Mechanism for E-learning on Mobile Devices
<b>Author</b>	Mr. Pitak Sawetsunthorn
<b>Major Program</b>	Computer Engineering
<b>Academic Year</b>	2009

## **ABSTRACT**

E-Learning system applies both computer and Internet Technology for educational activities, and often relies on the client/server architecture so that only the display and input tasks will be performed at the client side. In this regard, the E-learning system can not work well on the mobile devices, due to their constraints of computer and networking resources. To mitigate this limitation, this Thesis suggests how the data stored in the database of E-learning can be directly utilized on various types of mobile devices by a means of smart content adaptation technique. In addition, it is concerned a special case of modern on-line classroom, where a high number of mobile web clients are connected through some kind of network mechanism, like UPnP. In such an environment, it is possible that the instantly increased congestion of web traffic at servers can be occurred during the heavily demands of many mobile web clients, therefore causing substantial degradation of service performance. To avoid this performance degradation, it is proposed that a bridging mechanism between the protocol of Device Profile for Web Service (DPWS) and that of UPnP should be enabled and deployed at a computer serving as an agent so that data transmission from the E-learning server in the distance can be brought to the agent and relayed to all mobile clients in the local UPnP network at ease. Here, it is also suggested that two mechanisms of the automatic eventing notification and the Push service need to be involved since they can eliminate the task that all involved web clients must be waiting and monitor for the availability of required data on the server machine.

Keywords: E-learning, Mobile Devices, Agent, DPWS and UPnP bridging mechanism

## กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงความขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร วิฑูรพจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาอุทิศเวลาให้คำปรึกษา ให้การสนับสนุนการทำวิจัย แนะนำความรู้ในด้านการทำวิจัย เอกสาร ข้อมูลต่างๆเป็นอย่างดี รวมทั้งแนวความคิดและกำลังใจในการแก้ปัญหาตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชญ์ ตันตัยย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และให้การช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในงานวิจัย และตรวจทานวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณรัช สันติอมรทัต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และให้การช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และให้การช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในงานวิจัย

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อน ๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเฉพาะกลุ่มงานวิจัยห้อง WIG ประกอบด้วย นายกิตติศักดิ์ วัฒนกุล, นายกิตติ เชี่ยวชาญ, นายจักรพันธ์ สัวบุตร และนายฤทธิชัย จิตภักดีบดินทร์ และทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆมาโดยตลอด จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าน้อมรำลึกถึงพระคุณของนายสุรัตน์ เสวตสุนทร (บิดา), นางอุไร เสวตสุนทร (มารดา), นายพิพัฒน์ เสวตสุนทร และนางสาวนันท์ทิมาศ หมวดจันทร์ บุคคลในครอบครัว ที่ส่งเสริมสนับสนุน ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และทุนทรัพย์แก่ข้าพเจ้าตลอดมาจนกระทั่งทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

พิทักษ์ เสวตสุนทร

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
ABSTRACT.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการภาพประกอบ .....	(9)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ.....	(11)
ศัพทานุกรม.....	(12)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 สถานที่ทำการวิจัยทดลอง.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. วิธีการวิจัย.....	4
2.1 ปัญหาการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	4
2.1.1 ที่มาของปัญหา.....	4
2.1.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1.3 แนวคิดในการแก้ปัญหา.....	7
2.1.3.1 HAWHAW Toolkit.....	8
2.1.3.2 ฐานข้อมูลมูเดิล.....	8
2.2 ปัญหาขอบเขตที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	9
2.2.1 ที่มาของปัญหา.....	9
2.2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.2.3 แนวคิดในการแก้ปัญหา.....	13
2.2.3.1 Devices Profile for Web Services (DPWS).....	14

2.2.3.2 Universal Plug and Play (UPnP).....	15
2.2.3.3 Open Services Gateway initiative (OSGi).....	16
3. การออกแบบและการพัฒนาระบบ.....	18
3.1 กลไกการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	18
3.1.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและการพัฒนา.....	18
3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....	19
3.2 กลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	21
3.2.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและการพัฒนา.....	21
3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....	25
3.3 กลไกสำหรับ โมดูลควบคุมการทำงานบนมูเดิล.....	27
3.3.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและการพัฒนา.....	27
3.3.2 ลักษณะการทำงานของกลไก.....	29
4. ผลการทดลอง.....	30
4.1 กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบอีเลิร์นนิ่งใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	30
4.1.1 ขั้นตอนการทดลอง.....	30
4.1.2 ผลการทดลอง.....	31
4.2 กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบการให้บริการข้อมูลศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	32
4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง.....	33
4.2.2 ผลการทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป.....	33
4.2.3 ผลการทดลองบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	36
4.3 กรณีศึกษาการประเมินผลเชิงประสิทธิภาพด้านความเร็ว.....	37
4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง.....	38
4.3.2 ผลการทดลอง.....	39
4.4 วิธีการประยุกต์ใช้งานร่วมกันในสองกรณีศึกษา.....	40
4.5 สรุปผลการทดลองหัวข้อ 4.1, 4.2 และอภิปรายผล.....	39
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	40
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	42
5.2 สรุปสิ่งที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์.....	42
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	43

บรรณานุกรม.....	44
ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยตีพิมพ์.....	49
ประวัติผู้เขียน.....	64



## รายการภาพประกอบ

	หน้า
2-1 ปัญหาความแตกต่าง โครงสร้างภาษาระหว่าง HTML และ WML.....	5
2-2 แนวคิดเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งเดิมกับการใช้บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	7
2-3 ตารางข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บอยู่ภายในฐานข้อมูลของมูเดิล.....	8
2-4 แนวคิดการแก้ปัญหาการใช้งานอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	9
2-5 ปัญหาอีเลิร์นนิ่งเดิมกับการบริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	10
2-6 ปัญหาความแตกต่างของเทคโนโลยีระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ.....	12
2-7 แนวคิดการแก้ปัญหาการบริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	13
2-8 สถาปัตยกรรมกรอบงานของ OSGi.....	16
2-9 ภาพรวมความสัมพันธ์เทคโนโลยีในเทคนิควิธีที่นำเสนอ.....	17
3-1 การออกแบบกลไกการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	18
3-2 ขั้นตอนการทำงานอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	19
3-3 ตัวอย่างการโปรแกรมด้วยภาษา PHP ร่วมกับฟังก์ชันทำงาน HAWHAW.....	20
3-4 ส่วนของโปรแกรมตรวจสอบชนิดบราวเซอร์ที่ร้องขอ.....	20
3-5 ส่วนโปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูลมูเดิล.....	21
3-6 กลไกทำงานภายในหน่วยงานเอเจนต์.....	22
3-7 มุมมองรูปแบบข้อมูลการรับส่งบนหน่วยงานเอเจนต์.....	23
3-8 ส่วนการลงทะเบียนบริการในการรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์.....	23
3-9 ข้อมูลแจ้งเตือนบริการ Homework มูเดิลด้วยโพรโทคอล WS-Eventing.....	24
3-10 ส่วนการส่งการแจ้งเตือนในเครือข่าย UPnP ของกลุ่มโพรโทคอล UPnP.....	24
3-11 ข้อมูลแจ้งเตือนบริการ Homework มูเดิลด้วยโพรโทคอล GENA.....	25
3-12 ขั้นตอนระบบให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	26
3-13 การเพิ่มโมดูลควบคุมการทำงานในซอฟต์แวร์มูเดิล.....	27
3-14 โครงสร้างส่วนการทำงานการเพิ่มโมดูล.....	28
3-15 การทำงานโมดูลเสริมกับการจัดเตรียมบริการ.....	29
4-1 การทดลองกลไกการใช้งานอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย.....	30
4-2 ผลลัพธ์ที่แสดงด้วยโปรแกรมจำลองแบบ.....	31
4-3 ผลลัพธ์ที่แสดงในมูเดิลปกติ.....	32

4-4	การทดลองกลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น.....	33
4-5	บันเดิล MoodleDevice บนคอมพิวเตอร์ A.....	34
4-6	บันเดิลเอเจนต์บนคอมพิวเตอร์ B.....	34
4-7	บันเดิล UPnP Tester บนคอมพิวเตอร์ C.....	35
4-8	อุปกรณ์ที่ค้นพบบนเครือข่าย UPnP ในสภาพแวดล้อมการทดลอง.....	36
4-9	(ก) การใช้งานกรอบงาน OSGi บนอุปกรณ์ (ข) สถานะของบริการด้วยบราวเซอร์.....	37
4-10	ภาพการทดลองระบบของสองระบบ.....	38
4-11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาตอบรับบริการที่แม่ข่าย กับจำนวนการร้องขอบริการ.....	39
4-12	ตัวอย่างหน้าต่างการใช้งานร่วมกันระหว่างสองประเด็นวิจัย.....	40

## สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

DPWS	Device Profile for Web Services
GENA	General Event Notification Architecture
HAWHAW	HTML and WML hybrid adapted Web server
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
Moodle	Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment
OSGi	Open Services Gateway Initiative
SOAP	Simple Object Access Protocol
SSDP	Simple Service Discovery Protocol
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
UPnP	Universal Plug and Play
URL	Uniform Resource Location
WAP	Wireless Application Protocol
WML	Wireless Markup Language
WSDL	Web Services Description Language
XML	eXtensible Markup Language

## ศัพท์านุกรม

กลไกสะพานเชื่อมต่อ	Bridging mechanism
คอมพิวเตอร์พกพา	Notebook
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	Personal Computer
เครือข่ายท้องถิ่น	LAN
ไคลเอนต์	Client
เซิร์ฟเวอร์	Server
ฐานข้อมูล	Database
บันเดิล	Bundle
ปรับแต่งข้อมูล	Adaptation
พหุบริการ	Multi-serving
โพรโทคอล	Protocol
มูเดิล	Moodle
เว็บเซอร์วิส	Web Service
อีเลิร์นนิ่ง	E-learning
อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย	Mobile Device
เอเจนต์	Agent

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (Mobile Device) แบบเคลื่อนที่ เช่น Personal Digital Assistant (PDA) และโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น มีความแพร่หลายมาก แต่การให้บริการส่วนใหญ่ มักจะเน้นไปทางด้านสนทนากาการ (เช่น กีฬา และบันเทิง) มากกว่าที่จะนำไปใช้งานทางที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น การใช้งานระบบอีเลิร์นนิ่ง (E-learning) เป็นต้น สาเหตุส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าระบบเหล่านี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาสำหรับผู้ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ หรือคอมพิวเตอร์พกพา ซึ่งไร้ข้อจำกัดเรื่องความเร็วในการส่งข้อมูล ความเร็วในการประมวลผลของซีพียู ขนาดหน่วยความจำ หรือขนาดจอภาพที่เหนือกว่าอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เป็นต้น

วิทยานิพนธ์นี้ จึงมุ่งเน้นวิจัยและพัฒนาเพื่อศึกษาข้อจำกัดอีเลิร์นนิ่งทั่วไปที่มีสถาปัตยกรรมแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ เช่นซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สทางด้านอีเลิร์นนิ่งชื่อว่า มูเดิล (Moodle) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้งานกันในประเทศไทยดังงานวิจัย [6] โดยนำมาใช้งานเป็นอีเลิร์นนิ่งสาธิตในสถานะแวดล้อมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) การใช้ประโยชน์จาก “ฐานข้อมูล (Database)” ของซอฟต์แวร์มูเดิลโดยตรง ในการจัดสร้างเนื้อหาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (โดยนำเสนอแนวทางการทำงานร่วมกับโปรแกรมเสริมอื่นๆ ที่จำเป็น ทำให้ไม่ต้องอาศัยการดัดแปลงโปรแกรมต้นฉบับของซอฟต์แวร์มูเดิลเลย) ส่งผลทำให้แนวความคิดในงานวิทยานิพนธ์นี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่เผยแพร่โดยทั่วไป ซึ่งมักจะเพิ่มเติมงานวิจัย [1] หรือดัดแปลงรหัสทำงาน [2] เข้าไปในรหัสโปรแกรมเดิม ส่งผลทำให้มีข้อจำกัดที่ต้องใช้รหัสทำงาน 2 ชุด คือ ชุดหนึ่งสำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป และอีกชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เป็นต้น
- 2) การศึกษาวิจัย “ระบบให้บริการงานด้านการศึกษามูเดิลภายในเครือข่ายท้องถิ่น” โดยประกอบด้วยเทคโนโลยีการค้นหาวบริการแบบอัตโนมัติเช่น UPnP เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาในด้าน Scalability ตามข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์เดิม เพื่อให้ได้กลไกทำงานที่มีประสิทธิภาพในการกระจายบริการสำหรับข้อมูลมูเดิลได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาและพัฒนากลไกการทำงานสำหรับการนำฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์อิเล็กทรอนิกส์นิ่งมูเดิล เพื่อนำมาใช้ประโยชน์บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ซึ่งมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรคอมพิวเตอร์และเครือข่าย
- 2) ศึกษาและพัฒนาระบบให้บริการงานด้านการศึกษาของมูเดิลภายในเครือข่ายท้องถิ่นแบบ UPnP (เช่น ภายในห้องเรียน) ซึ่งเพิ่มขยายการให้บริการด้านการศึกษาและลดข้อจำกัดเชิงสถาปัตยกรรมไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์เดิม

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ศึกษาแนวทางการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์นิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เปรียบเทียบแนวทางและเลือกประยุกต์ พัฒนากลไกการทำงานด้วยวิธีการที่เหมาะสม
- 2) ศึกษาระบบให้บริการงานด้านการศึกษาของมูเดิลภายในเครือข่ายท้องถิ่นแบบ UPnP และวิธีการจัดการต่อปัญหาความคับคั่งซึ่งเกิดขึ้นที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ พร้อมการประเมินผลเชิงประสิทธิภาพด้านความเร็วในการตอบสนองต่อการร้องขอที่เพิ่มขึ้น

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการใช้งานมูเดิลบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
- 2) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการสร้างโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
- 3) ศึกษาถึงลักษณะการทำงานและโครงสร้างการเก็บข้อมูลของมูเดิล
- 4) ศึกษาและทดสอบการใช้งานเครื่องมือ HAWHAW Toolkit บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
- 5) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์ไร้สาย โดยใช้เครื่องมือ HAWHAW Toolkit
- 6) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเครือข่ายท้องถิ่นเรื่องของมาตรฐาน UPnP ด้านการค้นหบริการ
- 7) ออกแบบและพัฒนาระบบให้บริการงานด้านการศึกษาของมูเดิลภายในเครือข่ายท้องถิ่น UPnP
- 8) ตรวจสอบรายละเอียดความถูกต้องและเหมาะสมของระบบที่ได้พัฒนา
- 9) เขียนรายงานวิทยานิพนธ์

### 1.5 สถานที่ทำการวิจัยทดลอง

ห้องวิจัย Wireless Information Group (WIG) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้กลไกการเพิ่มขยายการใช้งานซอฟต์แวร์มัลติมีเดีย เพื่อนำไปใช้งานกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่หลากหลาย โดยไม่จำเป็นต้องใช้หลายชุดรหัสโปรแกรม และการทำงานที่สอดคล้องกับในโทรศัพท์รุ่นถัดไป
- 2) ได้กลไกการทำงานสนับสนุนการใช้งานข้อมูลการศึกษาภายในชั้นเรียน เช่น การกระจายข้อมูลเนื้อหาวิชา งานที่ได้รับมอบหมายในเครือข่ายท้องถิ่น เป็นต้น อีกทั้งประสิทธิภาพที่ดีขึ้นด้านความเร็วในการตอบสนองต่อการร้องขอที่เพิ่มขึ้นของไคลเอนต์

## บทที่ 2

### วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงประเด็นปัญหาของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ ซึ่งได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หัวข้อสำคัญ โดยแต่ละหัวข้อจะประกอบไปด้วย 1) ที่มาของปัญหา 2) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และ 3) แนวคิดในการแก้ไขปัญหา ทั้งนี้ได้จัดวางลำดับเริ่มต้นจากปัญหาและข้อจำกัดในการทำงานของอีเลิร์นนิ่งมูเดิล ตามด้วยปัญหาในการใช้งานอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายบนเครือข่ายโทรศัพท์ และปัญหาของเวลาที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 2.1 ปัญหาการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

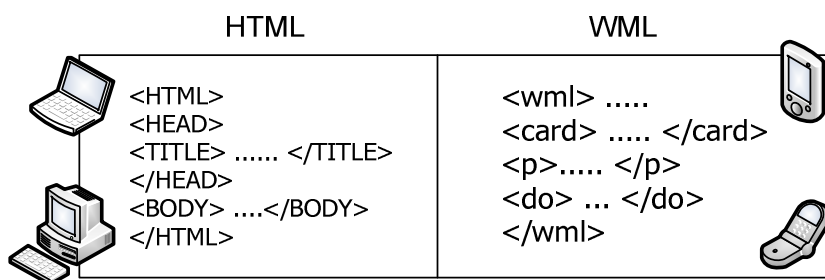
##### 2.1.1 ที่มาของปัญหา

อีเลิร์นนิ่งมูเดิลมีลักษณะการทำงานแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ รองรับการใช้งานของ Thick Client ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อุดมไปด้วยความสามารถในการประมวลผล และใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่อุปกรณ์สื่อสารไร้สายมีลักษณะเป็น Thin Client คือ มีความสามารถในการประมวลผลจำกัดซึ่งไม่รองรับการใช้งานอีเลิร์นนิ่งผ่านอินเทอร์เน็ต

ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดการรองรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายทั้งเรื่องของ ความละเอียดของรูปภาพ ขนาดหน้าต่างแสดงผล รูปแบบข้อความ (เช่น ตัวหนา สีข้อความ เป็นต้น) ที่ไม่สอดคล้องกับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ในอุปกรณ์สื่อสารไร้สายเอง ยังพบความแตกต่างของรุ่นในโทรศัพท์มือถือ ยังประกอบด้วยหลากหลายรุ่น ในแต่ละรุ่นประกอบด้วย หน้าจอแสดงผลความสามารถในการประมวลผลที่แตกต่างกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อครอบคลุมอุปกรณ์สื่อสารไร้สายทั้งหมด (Universal Mobile Applications) เพราะข้อจำกัดของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายเอง แต่หากมองเชิงเทคนิคแล้ว พื้นฐานโครงสร้างภาษาโปรแกรมแบบ Markup Language เดียวกันและมี Tag ที่คล้ายคลึงกัน เช่น ภาษา HTML บนคอมพิวเตอร์ทั่วไป, ภาษา Wireless Markup Language (WML) บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2-1





ภาพประกอบ 2-1 ปัญหาความแตกต่างโครงสร้างภาษาระหว่าง HTML และ WML

ในงานวิจัยนี้ จะสนใจเฉพาะข้อมูลชนิดข้อความที่สำคัญ ดังนั้นแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ คือ ต้องการตัวกลางในการจัดการในการถอด Tag ของ HTML ให้เป็นประกอบเป็น Tag ใหม่ที่ต้องการ อย่างไรก็ตามในบริบทการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ไม่สามารถทำได้โดยตรง นำมาซึ่งข้อจำกัดดังนี้

- 1) ความยุ่งยากต่อการศึกษาซอฟต์แวร์อิเล็กทรอนิกส์นิ่งเดิม เพื่อค้นหา/แก้ไขส่วนงานที่ควรปรับปรุงแก้ไข/ดัดแปลงซอฟต์แวร์เดิม เพื่อให้ซอฟต์แวร์รองรับต่อการเพิ่มขยายบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย แต่เป็นภาระให้กับผู้พัฒนาโปรแกรมอย่างมาก และการแทรกส่วนการทำงานจึงเป็นภาระให้กับผู้พัฒนาโปรแกรมอย่างมาก
- 2) ความยุ่งยากต่อการเลือกภาษาในการโปรแกรม เพื่อให้รองรับกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ซึ่งมีอยู่หลากหลายภาษาขึ้นกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่ทำงานด้วย เป็นภาระการพัฒนาซอฟต์แวร์เฉพาะบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย นำมาซึ่งอุปสรรคต่อความหลากหลายของภาษาบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายและการใช้ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์นิ่งที่พัฒนาตามมาตรฐานแบบโอเพ่นซอร์สได้ยาก

### 2.1.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์นิ่งมัลติบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย จากปัญหาความยุ่งยากต่อการเลือกภาษาในการโปรแกรม เพื่อให้รองรับกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย สามารถแบ่งเป็นสองแนวทางหลักดังต่อไปนี้

- 1) แนวทางการเพิ่มเติมหน่วยการทำงานพิเศษเพื่อปรับแต่งข้อมูล (Adaptation)

งานวิจัย [1] ได้นำเสนองานพัฒนาโปรแกรมเสริมปรับปรุงให้กับซอฟต์แวร์มัลติ เพื่อให้รองรับการใช้งานอุปกรณ์ไร้สาย โดยใช้วิธีการแทรกส่วนควบคุมพิเศษลงในโปรแกรมต้นฉบับ ซึ่งเป็นภาระให้ต้องเรียนภาษาโปรแกรมเฉพาะกับ อุปกรณ์สื่อสารไร้สายเพิ่มขึ้น ซึ่งใช้วิธีการที่แตกต่างกัน ดังงานวิจัยที่พยายามสร้างมัลติขนาดเล็กๆ (Lightweight) บนอุปกรณ์ไร้สาย ได้นำ

หลักการของมูเดลไปใช้ในการออกแบบพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์มูเดลรุ่นขนาดย่อม ชื่อว่า Poodle เหมาะสมกับการใช้งานบนจอภาพขนาดเล็กของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยภาษาสคริปต์ Perl

งานวิจัย [2] เสนอการปรับแต่งเนื้อหาให้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย โดยทำหน้าที่กรองและจัดการข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของภาษา Hypertext Markup Language (HTML) ให้เปลี่ยนเป็นรูปแบบของภาษา WML ดังการพัฒนาเพื่อการอินเทอร์เน็ตเฟสกับมูเดลซึ่งเหมาะสมกับการแสดงผลบนอุปกรณ์ไร้สายทั่วไปเช่น ความละเอียดสีของรูปภาพ เป็นต้น เสนอแนวความคิด ซึ่งไม่มีรายละเอียดผลลัพธ์เพื่อรองรับแนวคิดดังกล่าว

งานวิจัย [3] เสนอแนวความคิดในการเพิ่มขยายบริการในระบบอิเล็กทรอนิกส์แบบเดิมให้สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ไร้สาย ผ่านทางกลไกทำงานมาตรฐานแบบเว็บเซอร์วิสระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ซึ่งใช้เทคโนโลยี Java 2 Platform, Micro Edition (J2ME) และเทคโนโลยีเว็บอื่นๆ เช่น Extensible Stylesheet Language (XSL) และ XSL Transformations (XSLT) ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบเป็น Tag อื่นๆได้

## 2) แนวทางให้บริการพหุบริการ (Multi-serving)

งานวิจัย [4] เสนอเทคนิควิธีในการให้บริการเนื้อหาจากเว็บเพจด้วยการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานล่วงหน้า เมื่อมีการร้องขอบริการจะทำการตรวจสอบ เช่น ชื่อผู้ใช้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (User Profile/Device Profile) ใช้เทคนิควิธีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ให้บริการและผู้ให้บริการ อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน และเป็นภาระเพิ่มเติมให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ลักษณะ Java Servlets

แนวทางให้บริการพหุบริการของเทคนิควิธี Device Description Repositories (DDR Approach) เพื่อจัดสรรการแสดงผลที่เหมาะสม จากตารางคุณสมบัติของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่ผู้ผลิตจะทำการฝากข้อมูลไว้ที่ส่วนกลาง เช่น ความละเอียดหน้าจอ เป็นต้น ดังเครื่องมือ Wireless Universal Resource File (WURFL) [23] ซึ่งเก็บ XML Data สำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย เช่น brand\_name string Brand (เช่น Nokia), is\_wireless\_device (True หรือ False) เพื่อตรวจสอบว่าเป็นอุปกรณ์ชนิดไหน หรือ resolution\_height ความละเอียดหน้าจอเท่าไร เป็นต้น

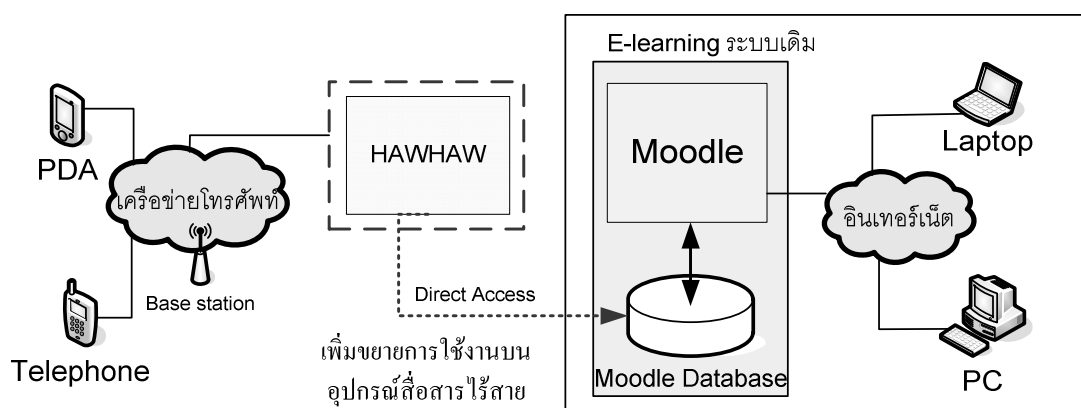
อย่างไรก็ตาม แนวทางให้บริการพหุบริการยังคงมีข้อจำกัด เนื่องจากหากผู้ผลิตไม่ทำการระบุคุณสมบัติของอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย แล้วจะทำให้โปรแกรมส่วนกลางไม่สามารถจัดเตรียมข้อมูลแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ขณะที่แนวทางการปรับแต่งข้อมูลยังพบข้อจำกัด เป็นการแปลงจาก Tag หนึ่งไปอีก Tag หนึ่งเท่านั้น

จากปัญหาดังกล่าว จะเสนอแนวทางการปรับแต่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ ซึ่งนำซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สช่วยปรับแต่งที่มีอยู่เดิมดัง HAWHAW [5] ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่ง ในการปรับแต่งข้อมูล

แบบอัตโนมัติและการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ร้องขอ และใช้โครงสร้างภาษา PHP ที่คุ้นเคยกับผู้พัฒนา พร้อมทั้งหลีกเลี่ยงความยุ่งยากต่อการศึกษาซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สเดิม เพื่อค้นหา/แก้ไขส่วนงานที่ควรปรับปรุงแก้ไข/ดัดแปลงซอฟต์แวร์เดิม

### 2.2.3 แนวคิดในการแก้ปัญหา

แนวทางที่นำเสนอในที่นี้ เสนอการพัฒนาโปรแกรมแยกอิสระต่างหากติดต่อกับฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์เดิม ไม่แก้ไขในส่วนซอฟต์แวร์เดิมเลย ใช้แนวทางให้บริการแบบพหุบริการด้วยการปรับแต่งข้อมูลอัตโนมัติให้เหมาะสมกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายนั้นๆ ดังตัวอย่าง HAWHAW Toolkit มีลักษณะโครงสร้างในการพัฒนา PHP ซึ่งผู้พัฒนาสามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีความคล้ายคลึงกับภาษา PHP ทั่วไป โดยนำข้อมูลจากตารางข้อมูลภายในมาใช้งาน ดังภาพประกอบ 2-2



ภาพประกอบ 2-2 แนวคิดเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งเดิมกับการใช้บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

ซึ่งใช้องค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหาทั้งหมด 2 องค์ความรู้คือ

- 1) **HAWHAW toolkit** ทำหน้าที่ปรับแต่งข้อมูลแสดงผลบนอุปกรณ์ไร้สายอัตโนมัติ
- 2) **ฐานข้อมูลเดิม** ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการศึกษาในซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สเดิม

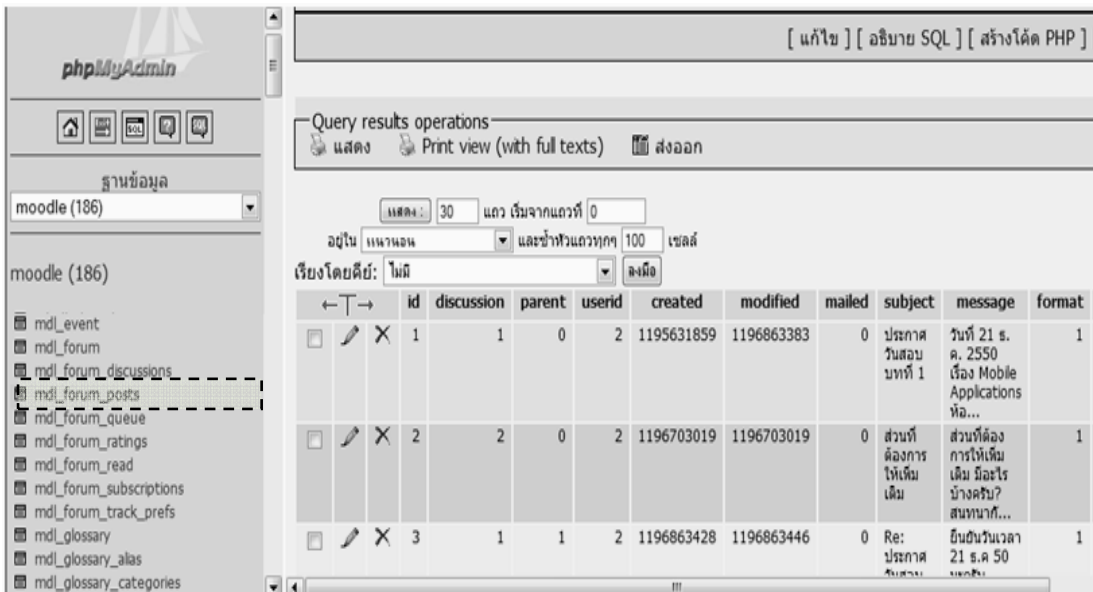
การเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งเดิมบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ มีส่วนจัดการ โพรโทคอลสื่อสาร WAP ด้วยเครื่องมือ HAWHAW ดังกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประดังภาพประกอบ 2-2 ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่กับเซิร์ฟเวอร์ WAP อีกทางด้านหนึ่ง ดังจาก โดยจะอธิบายองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหาเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ดังนี้

### 2.2.3.1 HAWHAW Toolkit

แนวทางแก้ไขปัญหาที่เสนอ คือ การใช้เทคนิคการปรับแต่งข้อมูลให้เหมาะสมกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายร่วมกับ HAWHAW [5] ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งในการปรับแต่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยพัฒนาโปรแกรมแยกต่างหาก เปลี่ยนไปเป็นภาษา WML ได้โดยอัตโนมัติ เพื่อดึงข้อมูลการศึกษาที่ต้องการ (เช่น กระดานข่าว) มาแสดงผลบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ อย่างไรก็ตามงานวิทยานิพนธ์นี้ จะเน้นเฉพาะสามส่วนสำคัญซึ่งเป็นองค์ความรู้ในการนำเสนอ ดังนี้ 1) hawhaw.inc เป็นคลังโปรแกรม (Library) จัดเตรียมฟังก์ชันรอกการใช้งาน 2) HAWHAW XML เป็นไฟล์ข้อมูลมาตรฐานกลางรอกการเรียกใช้ 3) HAWHAW Proxy หน่วยงานปรับรูปแบบที่เหมาะสมกับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

### 2.2.3.2 ฐานข้อมูลมุเคิล

ฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์มุเคิล จัดเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางภายในฐานข้อมูล ซึ่งจัดการโดยซอฟต์แวร์ MySQL ข้อมูลภายในแต่ละตาราง (จากจำนวนทั้งหมด 186 ตาราง) นั้นจะมีความสัมพันธ์กับโมดูลและคอมโพเนนต์ของซอฟต์แวร์มุเคิล ตัวอย่างเช่น ภาพประกอบที่ 2-3

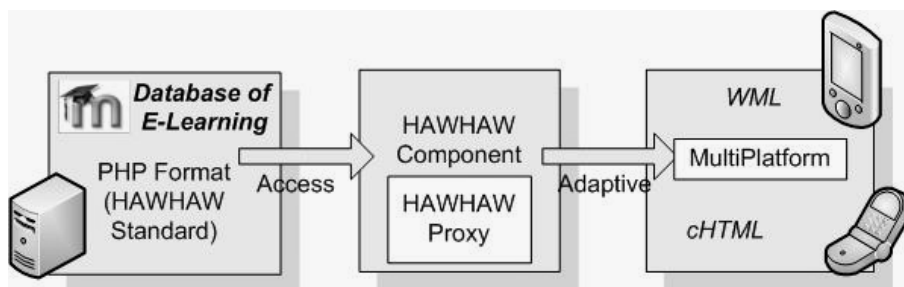


	id	discussion	parent	userid	created	modified	mailed	subject	message	format	
<input type="checkbox"/>	1		1	0	2	1195631859	1196863383	0	ประกาศ รับสมัคร บทที่ 1	วันที่ 21 ส. ค. 2550 เรื่อง Mobile Applications ທີ...	1
<input type="checkbox"/>	2		2	0	2	1196703019	1196703019	0	ส่วนที่ ต้องการ โพ้เพิ่ม เดิม	ส่วนที่ ต้องการ โพ้เพิ่ม มีอะไร บ้างครับ? สนทนาท...	1
<input type="checkbox"/>	3		1	1	2	1196863428	1196863446	0	Re: รับสมัคร	ยืนยัน วันเวลา 21 ส.ค. 50 นศ...	1

ภาพประกอบ 2-3 ตารางข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บอยู่ภายในฐานข้อมูลของมุเคิล

จากข้อมูลกระดานสนทนาถูกเก็บในชื่อตาราง mdl\_forum\_posts ในคอลัมน์ทางด้านซ้าย บรรทัดที่เห็นการคาดแถบสี ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่โพสต์ขึ้นกระดานข่าวทั้งหมด และสามารถดูข้อมูลทั้งหมดได้จากรายการที่เห็นด้านขวามือดังภาพประกอบ 2-3

การออกแบบกลไกดังกล่าวข้างต้นนี้ จะสนใจการแสดงผลข้อมูลกระดานสนทนาด้วยการปรับแต่งข้อมูลอุปกรณ์สื่อสารไร้สายพร้อมกับอินเทอร์เน็ตเฟสกับซอฟต์แวร์อิเล็กทรอนิกส์หนึ่งทั่วไปร่วมกับกลไกการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงซึ่งได้นำเสนอเพื่อประสานงานกันอย่างราบรื่น



ภาพประกอบ 2-4 แนวคิดการแก้ปัญหาการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

แนวคิดการแก้ไขปัญหาคือพัฒนาส่วนโปรแกรมด้วยภาษา PHP เพื่อเป็นตัวอย่างโปรแกรมสำหรับข้อมูลขาเข้า และส่งต่อไปยังหน่วยการทำงานกลาง HAWHAW Proxy ซึ่งปรับแต่งเป็นมัลติแพลตฟอร์ม (MultiPlatform) เป็นข้อมูลขาออก ซึ่งในที่นี้จะทำการทดลองของ WAP Phone ด้วยการปรับแต่งเป็นหน้าข้อมูลแบบ WAP (หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Deck) และอยู่ในรูปแบบของภาษา WML โดยใช้การติดต่อสื่อสารแบบเครือข่ายไร้สายแบบ General packet radio service (GPRS) หรือ Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE) ซึ่งเป็นองค์ความรู้ในการออกแบบกลไกสนับสนุนแนวคิดต่อไป

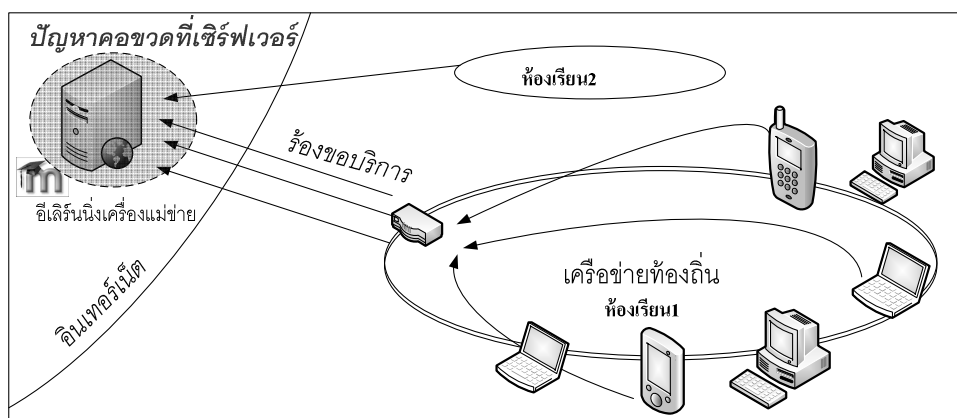
## 2.2 ปัญหาของเวลาที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.2.1 ที่มาของปัญหา

ในสภาพแวดล้อมของห้องเรียนออนไลน์สมัยใหม่ ความคับคั่งของทราฟฟิกข้อมูลที่เพิ่มขึ้นแบบทันทีทันใดที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ในขณะที่เมื่อมีการร้องขอข้อมูลชุดเดียวกันจากเครื่องไคลเอนต์จำนวนมากในเวลาใกล้เคียงกัน ส่งผลถึงประสิทธิภาพการให้บริการ ณ ช่วงเวลานั้นให้ลดลงได้อย่างมาก ผู้ใช้จึงต้องรอคอยผลลัพธ์ในระยะเวลาที่นานมากขึ้นอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

ดังสถานการณ์การสอบย่อย ซึ่งประกอบด้วยหลายห้องเรียน แต่ละห้องมีผู้คุมสอบเนื่องจากข้อมูลการสอบเป็นข้อมูลที่สำคัญชุดเดียวกัน ดังนั้นข้อมูลสอบจะไม่ถูกนำมาเก็บไว้ที่เครื่องในห้องเรียนล่วงหน้า แต่จะถูกอัปโหลดในเวลาที่ต้องการเท่านั้น ผู้สอบจะต้องเข้ามา

ตรวจสอบว่ามีบริการเมื่อใด และทำการดาวน์โหลดที่เซิร์ฟเวอร์เสมอ นำมาซึ่งเกิดความไม่สะดวกต่อการใช้งาน และปัญหาขอขวดที่เซิร์ฟเวอร์ ดังภาพประกอบ 2-5



ภาพประกอบ 2-5 ปัญหาอีเลิร์นนิ่งเดิมกับการบริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

หากนำข้อมูลการศึกษา (แต่ไม่ใช่ข้อมูลการศึกษาทั้งหมด) ที่ต้องการ เช่น เอกสารการสอบ มาเก็บไว้ในเครือข่ายท้องถิ่น และให้ผู้เรียนดาวน์โหลดจากจากเครือข่ายท้องถิ่นโดยตรง ก็สามารถจัดการปัญหาได้อย่างตรงไปตรงมา จากทรัพยากรในเครือข่ายท้องถิ่นซึ่งเอื้ออำนวยที่เหนือกว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น อัตราความเร็วการรับส่งข้อมูลที่พบในเครือข่ายท้องถิ่น 100 Mbps ในขณะที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตขึ้นกับผู้ให้บริการ (Service Provider) ซึ่งในปัจจุบันคือ 4 Mbps, 8 Mbps, 10 Mbps ซึ่งมีอัตราความเร็วที่จำกัดกว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีกทั้งปัจจัยเรื่องสัญญาณรบกวนและความห่างไกลของสัญญาณ เป็นต้น

แต่จากในบริบทข้างต้น ผู้คุมสอบจะต้องเข้าไปตรวจสอบข้อมูลเป็นระยะๆ ในเซิร์ฟเวอร์เองเสมอ ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบ Pull Service คือ เมื่อต้องการบริการใดๆ ก็ต้องรอขอไปที่เซิร์ฟเวอร์เองเสมอ ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน และผู้สอบก็ไม่ทราบถึงสถานะของข้อมูลในเครือข่ายท้องถิ่นแบบ UPnP หากไม่ได้ร้องขอบริการดังกล่าว

ในทางสถาปัตยกรรมมูลเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ไม่มีกลไกการแจ้งเตือนบริการใดๆ จึงเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เพื่อรับทราบเหตุการณ์ในบริการบนอีเลิร์นนิ่งมูเดิลด้วยกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่น UPnP ในงานวิทยานิพนธ์นี้ เสนอเทคนิควิธีในการจัดการปัญหาขอขวดที่เซิร์ฟเวอร์ด้วยกลไกการแจ้งเตือนบริการ ร่วมกับการทำงานแบบ Push Service ซึ่งเน้นประยุกต์เทคโนโลยีที่มีอยู่เดิม ดังกลไกการแจ้งเตือนบริการดังบริการกลุ่มโพรโทคอล Universal Plug and Play (UPnP) ในกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่น

### 2.2.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยไม่พบงานวิจัยเผยแพร่ใดๆนำโพรโทคอล UPnP มาใช้งานร่วมกับอีเลิร์นนิ่ง โดยทั่วไปกลุ่มโพรโทคอล UPnP จะใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในอาคารบ้านที่พิกอาศัย แบบอัตโนมัติ และรองรับการทำงานได้เพียงในเครือข่ายท้องถิ่น (Local Network) เดียวเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดของของทราฟฟิกข้อมูลแบบมัลติคาสก์ในโพรโทคอลของ UPnP ในข้อมูลการรับส่ง

ดังนั้นงานวิจัยที่ศึกษา เป็นแนวทางที่ทำให้โพรโทคอล UPnP สามารถทำงานร่วมกับสภาพแวดล้อมอื่นๆ (โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำมาปรับใช้กับอีเลิร์นนิ่ง) เช่น การทำงานภายนอกเครือข่ายท้องถิ่น UPnP หรือ การเชื่อมต่อกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่น UPnP เข้าด้วยกัน เป็นต้น

แนวทางใช้งานเทคโนโลยี UPnP นอกเครือข่ายท้องถิ่นดังกล่าวงานวิจัย [7] ด้วยวิธีการติดต่อระหว่างกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่น UPnP โดยระบุผู้ใช้บนอุปกรณ์ที่สามารถใช้บริการ UPnP ผ่าน Gateway เพื่ออนุญาตให้ใช้งานส่งต่อบริการภายนอกเครือข่ายท้องถิ่น วิธีการคือแทรกส่วนโปรแกรมบนอุปกรณ์ Gateway คือ แนบส่วน Device Description ที่ Gateway และตั้งค่าใช้งาน Firewall ดังตัวอย่างคำสั่ง “iptables -A FORWARD -i etho -o eth1 -p tcp -j DROP” เพื่อทำการส่งต่อ/รับบริการไปยังเครือข่าย UPnP ทั้งฝั่งผู้ส่งและผู้รับแบบเป็นคู่สื่อสารหนึ่งๆ ซึ่งหากไม่ใช่คู่สื่อสารดังกล่าวให้ละทิ้งข้อมูลนั้นๆ

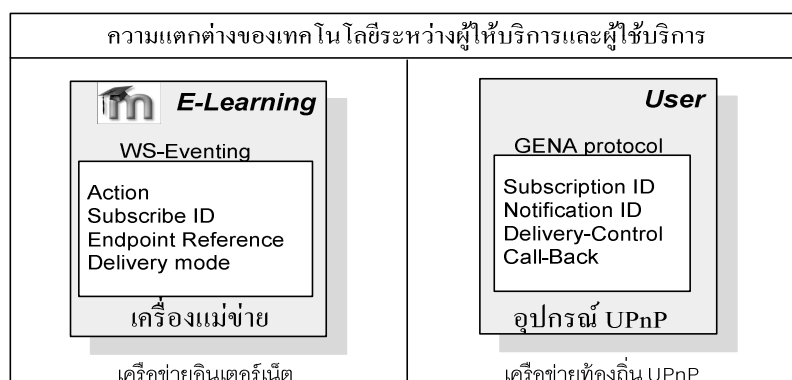
แนวทางใช้งานเทคโนโลยี UPnP นอกเครือข่ายท้องถิ่นดังกล่าวงานวิจัย [8] เสนอด้วยการแก้ไข/เพิ่มเติมหน่วยทำงานบนมาตรฐานโพรโทคอล UPnP ในข้อมูลการรับคำสั่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้โพรโทคอล UPnP รองรับการใช้งานนอกเครือข่ายท้องถิ่นได้ อย่างไรก็ตามวิธีการเช่นนี้ เป็นการแก้ไขเทคโนโลยีเดิม นำมาซึ่งความไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีเดิม

แม้ว่าจะทำให้สามารถใช้งาน UPnP ภายในสภาพแวดล้อมในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ดังงานวิจัย [7] และ [8] หรือแนวทางอื่นๆ ที่พบ มักเป็นการจับคู่บริการดังในงานวิจัย [25] Jini-to-UPnP เช่น การออกแบบกลไกสะพานสื่อสาร (Bridging mechanism) ระหว่างคู่โพรโทคอลของเครือข่าย UPnP กับอินเทอร์เน็ตแต่การจับคู่บริการระหว่างโพรโทคอลเหล่านี้ มักจะระบุอย่างตรงไปตรงมาระหว่างคู่โพรโทคอลหนึ่งๆ เท่านั้น เช่น เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยน/เพิ่มขยาย เพื่อให้รองรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมอื่นๆนอกเหนือเครือข่ายท้องถิ่น UPnP ได้

วิธีการนำเอาเงินที่ร่วมกับโพรโทคอลค้นหาบริการ Jini ดังงานวิจัย [9] เสนอมาช่วยในการเสนอบริการของระบบอีเลิร์นนิ่งที่มีเซิร์ฟเวอร์อยู่ในเครือข่ายท้องถิ่น UPnP (เช่น การบริการการพิมพ์งานในเครือข่ายท้องถิ่น) เป็นตัวแทนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ซึ่งมีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมใดเพิ่มเติมในการใช้งาน อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ ไม่สนับสนุนการแจ้งเตือนบริการและหากอีเลิร์นนิ่งอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ไม่สามารถใช้งานดังกล่าวได้

แนวทางที่จะในการนำมาประยุกต์ใช้บริบทอีเลิร์นนิ่งคือ วิธีการนำเอเจนท์มาช่วย ซึ่งเป็นแนวทางเดียวกันกับงานวิจัย [9] เหตุผลสำคัญเนื่องจาก 1) ความสอดคล้องกับบริบทการใช้งานในห้องเรียนสมัยใหม่ประกอบด้วยเครื่องผู้สอนในแต่ละห้องเรียน 2) หลีกเลียงยุ่งยากในการเพิ่มเติม/แก้ไข โดยที่ไม่ต้องติดตั้งและไม่จำเป็นต้องการตั้งค่าใดๆกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนเลย

มูเดลเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ไม่มีกลไกการแจ้งเตือนบริการใดๆ จึงไม่มีช่องทางเพื่อรับทราบเหตุการณ์ในบริการบนอีเลิร์นนิ่งมูเดลด้วยกลุ่มเครือข่ายท้องถิ่น UPnP แต่กลไกการแจ้งเตือนบริการดังกล่าวมีในโปรโตคอล DPWS [24] ของเว็บเซอร์วิสบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับกลุ่มโปรโตคอล UPnP [10] ในเครือข่ายท้องถิ่นมาก เนื่องจากกลุ่มโปรโตคอล General Event Notification Architecture (GENA) หนึ่งในกลุ่มโปรโตคอล UPnP ทำหน้าที่เป็นโปรโตคอลการแจ้งเตือนเหตุการณ์ของหน่วยงาน UPnP Forum แต่พบปัญหาความไม่สอดคล้องหากนำมาใช้กับอีเลิร์นนิ่งมูเดลด้วยเทคโนโลยีมาตรฐานเว็บเซอร์วิสขององค์กร World Wide Web Consortium (W3C) ดังโปรโตคอล WS-Eventing [21] มาตรฐานทั้งสองไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ ดังภาพประกอบ 2-6



ภาพประกอบ 2-6 ปัญหาความแตกต่างของเทคโนโลยีระหว่างผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ

เมื่อพิจารณาถึงประเด็นการรองรับการเพิ่มขยาย UPnP เพื่อให้รองรับการใช้งานกับโปรโตคอลอื่นๆ ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องพัฒนากลไกให้เป็นมาตรฐานสากล เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบ หรือนำไปพัฒนาต่อเนื่องเพื่อรองรับการทำงานที่หลากหลายได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงบริการ (Service Oriented Architecture (SOA)) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการบริการต่างๆ ที่หลากหลายให้สามารถทำงานร่วมกันได้ผ่านการใช้งานร่วมกัน เช่น เทคโนโลยี Web Service หรือ DPWS ที่กล่าวข้างต้น

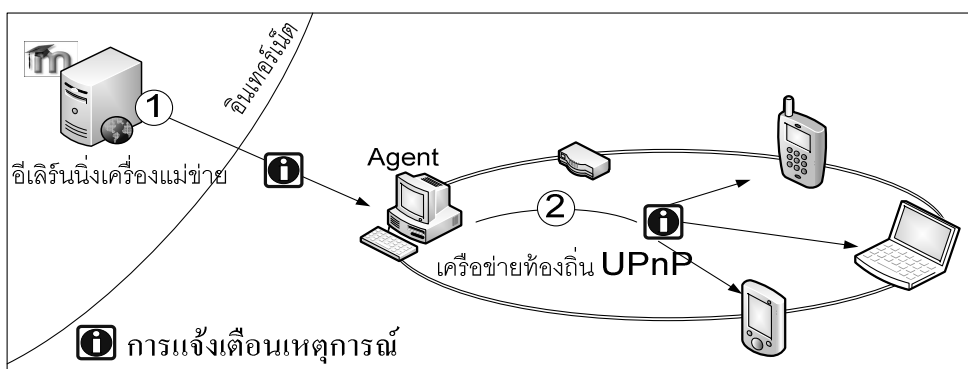


งานวิทยานิพนธ์นี้ จะเสนอการใช้เทคนิควิธีเอเจนต์เข้าช่วยงานด้วยซอฟต์แวร์เชิงบริการ ในการจัดการต่อเทคโนโลยีแจ้งเตือนบริการ UPnP ในเครือข่ายท้องถิ่น และการรับทราบการแจ้งเตือนบริการจากอีเลิร์นนิ่งโมเดลในการทำงานลักษณะ Push Service และการเพิ่มส่วนควบคุมไปยังหน้าเว็บซอฟต์แวร์โมเดลเดิมในบทที่ 3 หัวข้อ 3.2 และ 3.3 ต่อไป

### 2.2.3 แนวคิดการแก้ปัญหา

แนวทางที่นำเสนอในที่นี้ ใช้แนวคิดหน่วยงานเสริมหรือเอเจนต์เข้ามาช่วยงาน เพื่อจัดการปัญหาความแตกต่างของเทคโนโลยีได้นำเทคนิควิธี 1) การแจ้งเตือนเหตุการณ์โดยอัตโนมัติจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ 2) การให้บริการแบบ Push service เข้ามาช่วยจัดการปัญหาซึ่งใช้องค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหาทั้งหมด 3 องค์ความรู้คือ

- 1) กลุ่มโปรโตคอล DPWS ทำหน้าที่แจ้งเตือนบริการในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2) กลุ่มโปรโตคอล UPnP ทำหน้าที่การแจ้งเตือนบริการในเครือข่ายท้องถิ่น
- 3) กรอบงาน OSGi ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานงาน



ภาพประกอบ 2-7 แนวคิดการแก้ปัญหาคอขวดที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แนวทางคือเสนอวิธีการนำเอเจนต์ช่วยงานด้วยเทคนิควิธีทั้งคู่ประสานจังหวะการทำงานกันได้อย่างราบรื่นในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(ดังหมายเลข 1) ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ห่างไกลออกไปกับเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นแบบ UPnP (ดังหมายเลข 2)

จากปัญหาดังกล่าว กลุ่มโปรโตคอลในเว็บเซอร์วิสดัง DPWS ซึ่งจะนำมาใช้บนอีเลิร์นนิ่งโมเดลมีความเหมาะสมอย่างมากในแง่ของความสอดคล้องกันบนพื้นฐานเว็บเทคโนโลยี ที่พบดังโปรโตคอล WS-Eventing และ โปรโตคอล WS-Discovery จากส่วนนี้จะสรุปโปรโตคอลสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยสังเขปดังนี้

### 2.2.3.1 Devices Profile for Web Services (DPWS)

กลุ่มโพรโทคอล DPWS จะถูกนำมาจัดการปัญหาบนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการหลีกเลี่ยงปัญหาข้อขาดที่เซิร์ฟเวอร์ด้วยโพรโทคอลที่สำคัญคือ โพรโทคอล WS-Eventing ทำหน้าที่แจ้งเตือนบริการ และ WS-Discovery ทำหน้าที่สำหรับค้นหาบริการ โดยมีลักษณะทำงานแบบการลงทะเบียนบริการก่อนจากนั้นแจ้งเตือนบริการเมื่อบริการดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงสถานะสามารถใช้งานได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับเว็บเซอร์วิสทั่วไป โดยมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

#### ■ WS-Eventing

WS-Eventing [21] เป็นโพรโทคอลสำหรับสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลการศึกษากับสถานะ โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นการแจ้งเตือนเหตุการณ์ด้วยตัวแปรสถานะ มีลักษณะการทำงานคือ สร้างข้อมูลบริการเป็น Topic และรอผู้ลงทะเบียนบริการ (Subscriber) มาลงทะเบียน ด้วยการส่งข้อมูล Subscribe Request Message ไปยังบริการดังกล่าว เพื่อผูกเหตุการณ์ไว้กับบริการที่สนใจ เมื่อมีบริการที่สนใจเกิดขึ้นเมื่อใด ก็จะส่ง Message แจ้งเตือนไปยังบริการที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ก่อนหน้า ซึ่งใช้มาตรฐาน Simple Object Access Protocol (SOAP) เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารของเว็บเซอร์วิส

#### ■ WS-Discovery

WS-Discovery [22] เป็นโพรโทคอลเป็นการจัดเตรียมวิธีการขนส่งที่อยู่ (Address) บริการบนเว็บอีเลิร์นนิ่งมูเดิล ซึ่งจะถูกกำหนดไว้ในข้อมูลรูปแบบ SOAP ซึ่งประกอบด้วย Web Service Endpoint, Identification ของผู้รับและผู้ส่ง โดยจะแจ้งรายละเอียดที่อยู่ของบริการที่ถูกส่งมา, ที่อยู่ของบริการที่จะถูกส่งไป, บริการที่เรียกใช้งานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งมูเดิลใช้ภาษา WSDL เป็นภาษาที่ใช้ในการต่อประสาน (Interface) ให้อธิบายรูปแบบข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ใช้งานสื่อสารโต้ตอบกับเว็บเซอร์วิสตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ และเก็บไว้ในที่เก็บข้อมูลของเว็บเซอร์วิส Universal Description Discovery and Integration (UDDI) ใช้สำหรับลงทะเบียนเว็บเซอร์วิส (Service Registry) ไว้ในบัญชี เพื่อให้ผู้ร้องขอบริการเข้าค้นหาโดย UDDI ได้จัดเตรียมรูปแบบ และวิธีการนำไปใช้งาน และสามารถนำไปพัฒนาได้ง่ายยิ่งขึ้น

จากเทคโนโลยีข้างต้น ได้เสนอเทคโนโลยีซึ่งช่วยจัดการปัญหาบนฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ในหัวข้อถัดไปจะเสนอเทคโนโลยีซึ่งช่วยจัดการปัญหาบนเครื่องไคลเอนต์และเอเจนต์ดังเทคโนโลยี UPnP และ OSGi ตามลำดับ

### 2.2.3.2 Universal Plug and Play (UPnP)

UPnP ทำหน้าที่ส่งการแจ้งเตือนบริการจากเครื่องเอเจนต์ ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ซึ่งมีการทำงานในสองลักษณะในบริบทการใช้งานอีเธอร์เน็ต คือ

- 1) ผู้ให้บริการ/หน่วยควบคุม (Control point) ทำหน้าที่ลงทะเบียน/ติดตามสถานะบริการนั้นๆ
- 2) ผู้ให้บริการ (UPnP Device) ทำหน้าที่ประกาศบริการตนเอง

ลักษณะการทำงานของ UPnP เมื่ออุปกรณ์ซึ่งมีบริการเข้าสู่เครือข่าย เริ่มด้วยการกำหนด ไอพีแอดเดรสให้กับอุปกรณ์แบบอัตโนมัติ และแจ้งบริการของตัวเองให้หน่วยควบคุมในเครือข่ายทราบด้วยโพรโทคอล Simple Service Discovery Protocol (SSDP) ของ UPnP พร้อมทั้งระบุข้อมูลพื้นฐานที่บอกให้ทราบถึงอุปกรณ์และบริการของอุปกรณ์นั้นๆ (เช่น Type identifier และตัวชี้ไปยังแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม)

หน่วยควบคุมและอุปกรณ์ถูกอธิบายบริการด้วยรูปแบบ XML โดยร้องขอ Description ของอุปกรณ์จาก URL ที่ระบุใน Discovery Message โดย Description ของ UPnP เช่น รายการของบริการและการลงทะเบียนรับข้อความแจ้งเตือน เป็นต้น

การควบคุมสถานะบริการได้ผ่านโพรโทคอล SOAP โดยหน่วยควบคุมทำการส่ง Action ไปยัง UPnP Device เพื่อทำการดังกล่าว ด้วยการส่ง Control Message ไปยัง URL สำหรับควบคุมโดยใช้โพรโทคอล SOAP เสมือนกับการเรียกใช้งานฟังก์ชัน

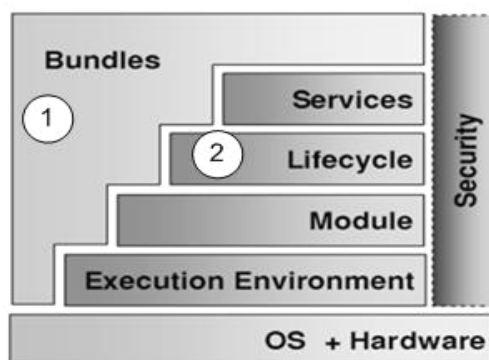
การแจ้งเตือนเหตุการณ์ไปยังอุปกรณ์ผู้เรียนในเครือข่าย UPnP ใช้โพรโทคอล GENA คือ การแจ้งเตือนเหตุการณ์ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรจากช่วงที่กำหนดเอาไว้จะแจ้งเตือนเหตุการณ์ไปยังหน่วยควบคุมที่ได้กำหนดการแจ้งเตือนเหตุการณ์ ข้อความที่ใช้ในการแจ้งเตือนเหตุการณ์ถูกอธิบายด้วย XML

จากปัญหาดังกล่าว เสนอการนำแนวทางการนำเอเจนต์มาช่วยงาน ในการประสานงานกับเทคโนโลยีที่ใช้ในฝั่งเครื่องไคลเอนต์ โดยใช้แนวคิดแบบ Service-Oriented Architecture (SOA) คือ สถาปัตยกรรมบริการรองรับแนวคิดโปรแกรมแบบคอมโพเนนต์ (Component Programming) ที่อยู่บนเครือข่ายหรืออินเทอร์เน็ตถูกเรียกใช้บริการกับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ได้ โดยเป็นไปตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ โดยมองแต่ละส่วนของการทำงานเป็นบริการ ซึ่งมุ่งเน้นในการให้บริการ โดยที่ออกแบบซอฟต์แวร์ ทำให้ซอฟต์แวร์สามารถถูกเรียกใช้จากแพลตฟอร์มและระบบปฏิบัติการใดๆ ได้โดยง่าย ดังเทคโนโลยี OSGi

### 2.2.3.3 Open Services Gateway initiative (OSGi)

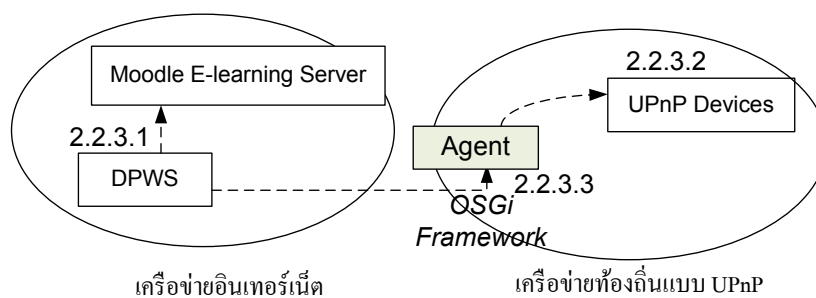
กรอบงาน OSGi [11] ทำหน้าที่เป็นตัวกลางประสานงานระหว่าง UPnP กับเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส DPWS ในระดับแอปพลิเคชันบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์โอเพ่นเอ็นดี มีลักษณะการทำงานแบบเซอร์วิสโมดูล เป็นแพลตฟอร์มภาษาจาวา ช่วยในการจัดการสถานะของโปรแกรมของโปรแกรมสามารถทำได้โดยง่าย เช่น การอัปเดต, การแก้ไขปรับปรุง อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยี UPnP และ DPWS ไม่สามารถกระทำผ่านกรอบงาน OSGi ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องนำแนวทางที่เหมาะสม เพื่อเป็นโมดูลในการจัดการเซอร์วิสของ UPnP และ DPWS ผ่านแพลตฟอร์ม OSGi อีกต่อหนึ่ง ซึ่งแต่ละโมดูลการทำงานจะเรียกว่าบันเดิล (Bundle)

บันเดิล ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมให้บริการด้านข้อมูลศึกษาทั้งฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์และเครื่องเอเจนต์ในเครือข่ายท้องถิ่น โดยมีลักษณะทำงานร่วมกันอย่างหลวมๆ (Loosely coupled) ประกอบด้วยกลุ่มของจาวาคลาส และไฟล์อื่นๆ เช่น ไฟล์รูปภาพ และไฟล์ MANIFEST.MF สำหรับบันเดิล โดยบันเดิลหนึ่งๆ อาจเกี่ยวพันกับบันเดิลอื่นๆ ได้ซึ่งในทุกๆ บันเดิล จะมีส่วนควบคุมคุณสมบัติของบันเดิลนั้นคือ ไฟล์ MANIFEST.MF ทำหน้าที่ในการกำหนดข้อบังคับ เช่น การ Import และ Export Service, การให้รายละเอียดเกี่ยวกับบันเดิลที่พัฒนาได้ OSGi เป็นเทคโนโลยีกรอบงานแสดงได้ดังภาพประกอบ 2-8



ภาพประกอบ 2-8 สถาปัตยกรรมกรอบงานของ OSGi [11]

สถาปัตยกรรมกรอบงานของ OSGi ประกอบด้วยโครงสร้างหลายส่วนการทำงาน ในที่นี้จะเล็งถึงสองส่วนที่สำคัญ คือ บันเดิล (ดังหมายเลข 1) ที่กล่าวไว้ข้างต้น และวงจรชีวิต หรือเรียกว่า Life Cycle (ดังหมายเลข 2) ซึ่งประกอบด้วยสถานะดังนี้คือ INSTALLED, RESOLVED, STARTING, ACTIVE, STOPPING และ UNINSTALLED ซึ่งเป็นจุดเด่นของการนำ OSGi มาประยุกต์ใช้งาน และสามารถควบคุมบริการผ่านกรอบงาน OSGi ได้อย่างอิสระ



ภาพประกอบ 2-9 ภาพรวมความสัมพันธ์เทคโนโลยีในเทคนิควิธีที่นำเสนอ

วิทยานิพนธ์นี้ เสนอนำเสนอการนำหน่วยงานแบบเอเจนต์มาใช้ประโยชน์ เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวแทนในการรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์อินเทอร์เน็ต ก่อนที่จะกระจายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายจำนวนมากภายในเครือข่าย UPnP ต่อไป ผ่านทางกลไกทำงานแบบสะพานเชื่อมต่อดัง OSGi Framework (2.2.3.3) เพื่อจับคู่บริการระหว่างโปรโตคอล DPWS (2.2.3.1) และโปรโตคอล UPnP (2.2.3.2) ในการแจ้งเตือนเหตุการณ์แบบอัตโนมัติ ดังนั้นสามารถลดความคับคั่งที่เซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งกำจัดการะงานในการตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ลงได้ โดยจะนำเสนอการออกแบบกลไกในการแก้ไขปัญหาในบทที่ 3 ต่อไป

### บทที่ 3

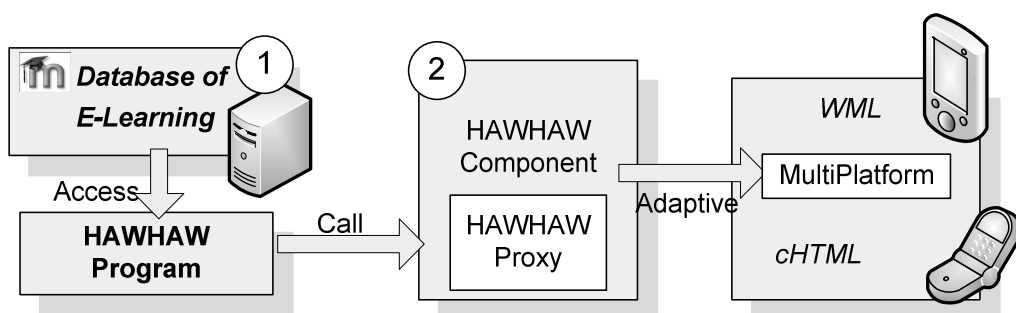
#### การออกแบบและการพัฒนาระบบ

ในบทนี้ออกแบบกลไกการทำงานจากสองประเด็นวิจัย คือ 1) ปัญหาการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย โดยเสนอกลไกการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายด้วยเทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย และ 2) ปัญหาขอบเขตที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่งในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยกลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น และอธิบายให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงาน ถัดจากนั้นเป็นแสดงผลการทดลองของกลไกในบทที่ 4

#### 3.1 กลไกการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

##### 3.1.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและการพัฒนา

- 1) เพื่อแก้ไขปัญหาการ โปรแกรมหลากหลายชุดบนเพื่อรองรับอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่
- 2) เพื่อแก้ไขปัญหาการแก้ไข/ดัดแปลง/ศึกษาซอฟต์แวร์อีเลิร์นนิ่งเดิม



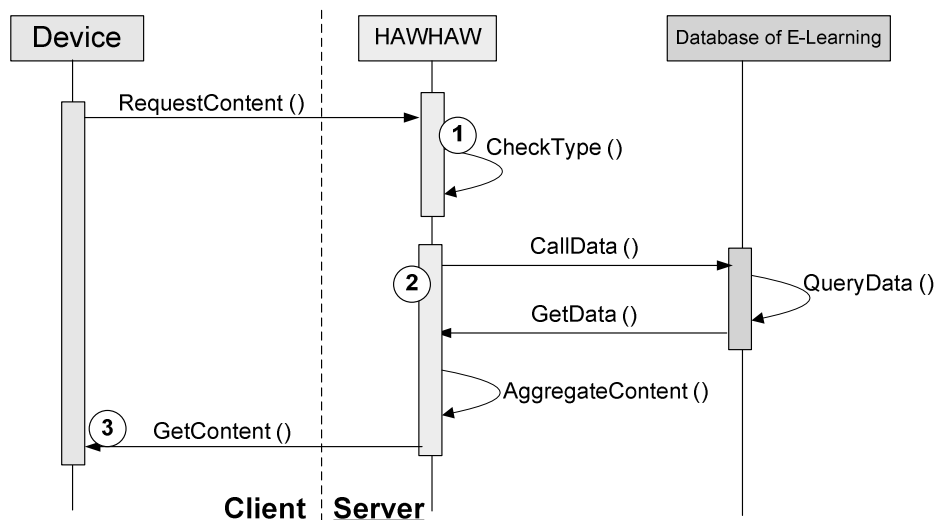
ภาพประกอบ 3-1 การออกแบบกลไกการเพิ่มขยายอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

กลไกในการออกแบบประกอบด้วยสององค์ความรู้ ดังภาพประกอบ 3-1 คือฐานข้อมูลมูเดล (หมายเลข 1) และโปรแกรม HAWHAW (หมายเลข 2) โดยจะเสนอเทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

ข้อมูลการศึกษาของระบบอีเลิร์นนิ่งจะถูกเก็บที่ฐานข้อมูลในลักษณะเป็นตารางข้อมูล จากส่วนนี้พัฒนาโปรแกรมด้วย HAWHAW แยกต่างหากเป็นอิสระ ซึ่งเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูล

อีเลิร์นนิ่งและผ่านหน่วยการทำงาน HAWHAW Component และ HAWHAW Proxy และปรับแต่งข้อมูลในหลากหลายรูปแบบจากกลไกที่จะนำเสนอในลำดับต่อไป โดยจะอธิบายถึงกระบวนการทำงานของการทำงานการเข้าถึงฐานข้อมูลบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

### 3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปประกอบ 3-2 ขั้นตอนการทำงานของอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

ลำดับการทำงานจากภาพประกอบ 3-2 สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนการทำงานหลัก คือ

- 1) **Device** เป็นอุปกรณ์ในการร้องขอข้อมูลการศึกษา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่, PDA เป็นต้น
- 2) **HAWHAW** เป็นหน่วยการทำงานการปรับแต่งข้อมูลให้เหมาะสมกับอุปกรณ์
- 3) **Database of E-Learning** เป็นฐานข้อมูลอีเลิร์นนิ่งมูเคิล

โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) เริ่มต้นด้วย Device ร้องขอที่อยู่ที่ต้องการ (RequestContent) พร้อมกับ URL ที่ต้องการเช่น <http://172.30.131.143/testadapt.php> ผู้วิจัยได้พัฒนาตัวอย่างโปรแกรมอย่างง่าย ดังนี้

#### ■ ตัวอย่างการโปรแกรมด้วยภาษา PHP ร่วมกับฟังก์ชันทำงาน HAWHAW

```

1      // newsmoodle.php
1      require("./hawhaw.inc");
      set deck, header, language,
      ....
2      {
      // query data & call table from databases
      $sql = 'SELECT subject,message FROM TableName';

      // add text & display output
  
```

```
$text1 = new HAW_text("text", SIZE);
....
}
```

ภาพประกอบ 3-3 ตัวอย่างการโปรแกรมด้วยภาษา PHP ร่วมกับฟังก์ชันทำงาน HAWHAW

การเชื่อมโยงไปยังคลังโปรแกรมของ hawhaw.inc เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นสร้าง deck ซึ่งเปรียบเสมือน HTML บนเทคโนโลยีเว็บ และกำหนดข้อความ รูปภาพ และรูปแบบการแสดงผลได้ ในขณะที่ต้องการข้อมูลการศึกษาจากอีเลิร์นนิ่งจะเชื่อมต่อโดยใช้สคริปต์ภาษา Standard relational database Query Language (SQL) ในการสืบค้นคลังโปรแกรมส่วนที่ 2 เพื่อนำ HAWHAW object มารับค่าในการสืบค้นและแสดงผลต่อไป

2) เมื่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เมื่อได้รับการร้องขอจากอุปกรณ์ WAP Phone ผ่านหน่วยงาน HAWHAW จากส่วนการทำงานนี้ จะผ่านส่วนการทำงาน HAWXY ทำการรับ HAWHAW Content โดยการปรับแต่งข้อมูลให้เหมาะสม (Optimize) กับชนิดเว็บเบราว์เซอร์ที่ทำการร้องขอ (CheckType) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**a. ส่วนการตรวจสอบชนิดเบราว์เซอร์ที่ร้องขอหรือฟังก์ชัน CheckType**

อยู่ในส่วนการทำงาน HAWXY ซึ่งทำงานร่วมกับ HAWHAW.inc ซึ่งเป็นคลังโปรแกรม โดยระบุฟังก์ชันการทำงาน เพื่อตรวจสอบชนิดข้อมูลไคลเอนต์

```
1 // hawhaw.inc
   define("HAW_OUTPUT_AUTOMATIC", "automatic");
   define("HAW_OUTPUT_BIGSCREEN", "bigscreen");
   define("HAW_OUTPUT_WAP", "wap");
   ....
2 class HAW_deck{
   function HAW_deck {if (Bigscreen) ... else .....}
   function add_text {if (Bigscreen) ... else .....}
   function add_image {if (Bigscreen) ... else .....}
   function set_waphome
   .... }
```

ภาพประกอบ 3-4 ส่วนของโปรแกรมตรวจสอบชนิดเบราว์เซอร์ที่ร้องขอ

จากภาพประกอบ 3-4 ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 เป็นการกำหนดตัวแปรพื้นฐาน และค่าในการตรวจสอบชนิดของอุปกรณ์ในการร้องขอ และส่วนที่ 2 กำหนดการแสดงผลสำหรับอุปกรณ์ที่ร้องขอนั้นๆ เช่น ตัวอักษร, รูปภาพ และหน้าเว็บเพจ เป็นต้น



เมื่อเรียกข้อมูล (CallData) โดย HAWHAW proxy ประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นที่อยู่ของตัวบริการแทน (Address proxy) และส่วนที่สองคือ ส่วนท้ายเอกสาร (Trailing part) ซึ่งบอกตำแหน่ง HAWHAW XML ถูกเก็บไว้ และเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมุเคิลอีกต่อหนึ่ง

3) หน่วยการทำงาน HAWHAW ภายในเครื่องเซิร์ฟเวอร์สอบถามข้อมูลสคริปต์ SQL ในฟังก์ชัน QueryData ซึ่งทำหน้าที่ในการเข้าถึงฐานข้อมูลด้านการศึกษา ซึ่งถูกแทรกในเอกสารที่ร้องขอ และร้องขอข้อมูล ไปยังฐานข้อมูลมุเคิล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### a. ส่วนการเชื่อมต่อข้อมูลด้านการศึกษาด้วยสคริป SQL

```
1 $link = mysql_connect("localhost","root","root");
2 mysql_select_db("moodle");
3 $result= mysql_query($sql);
4 $data = mysql_fetch_array($result);
5 $num= mysql_num_rows($result);
```

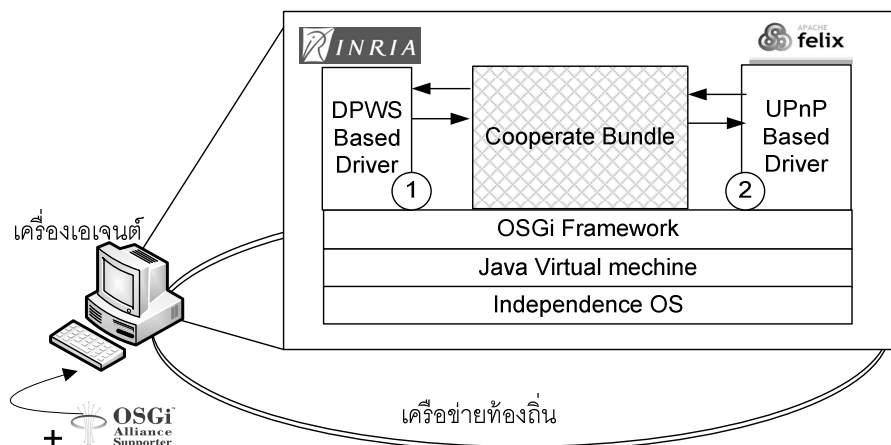
#### ภาพประกอบ 3-5 ส่วน โปรแกรมเชื่อมต่อฐานข้อมูลมุเคิล

จากส่วนสคริปต์ SQL เพื่อจัดการฐานข้อมูลในการนำมาแสดงผลบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย บรรทัดที่ 1 คำสั่งเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล โดยระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน บรรทัดที่ 2 คำสั่งเลือกฐานข้อมูลชื่อ “moodle” เพื่อร้องขอข้อมูล บรรทัดที่ 3 - 5 เก็บสถานะการเชื่อมต่อ ไปยังฐานข้อมูลและเก็บข้อมูลที่จำเป็นในตัวแปรอาร์เรย์ เพื่อประยุกต์ใช้งาน ในการแสดงผล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำส่วนฟังก์ชันการทำงาน Aggregate Content ใน HAWHAW เพื่อส่งกลับไปยังอุปกรณ์ที่ทำกรร้องขอ (GetContent)

### 3.2 กลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

#### 3.2.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและพัฒนา

เพื่อออกแบบและพัฒนา กลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่นแบบ UPnP ในการหลีกเลี่ยงความคับคั่งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ในการรอคอยการร้องขอข้อมูล ณ เวลาใกล้เคียงกัน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Push Service การแจ้งเตือนสถานะบริการที่มีอยู่เดิม และหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของเทคโนโลยี

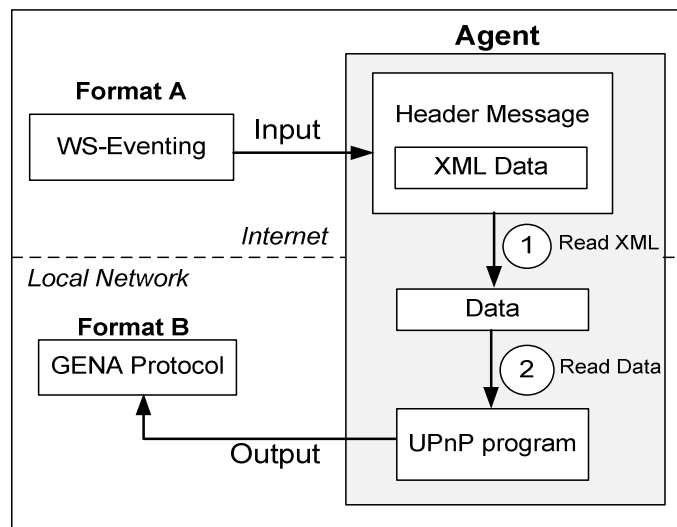


ภาพประกอบ 3-6 กลไกทำงานภายในหน่วยงานเอเจนต์

แนวคิดแบบมุมมองบริการหรือ SOA ถูกนำมาออกแบบบนกรอบงาน OSGi จากภาพประกอบ 3-6 จะเห็นได้ว่าประกอบด้วยสองโมดูลการทำงานฝั่งขาและซ้าย โดยฝั่งขวาคือโครงการ Felix UPnP Based Driver bundle [12] ทำหน้าที่จัดเตรียมสภาพแวดล้อมของ UPnP โดยสร้างไลบรารี และฟังก์ชันการทำงานตามมาตรฐาน UPnP ผ่านแพลตฟอร์ม OSGi และฝั่งซ้ายคือ DPWS Based Driver bundle [11] ทำหน้าที่จัดเตรียมสภาพแวดล้อมของเว็บเซอร์วิส ทั้งทางด้าน การเครือข่ายและบริการตามมาตรฐานเว็บเซอร์วิสตามแพลตฟอร์ม OSGi

อย่างไรก็ตามการนำบันเดิลทั้งสองมาติดตั้ง ไม่สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรง เนื่องจากความแตกต่างด้านเทคโนโลยีดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีตัวกลางในการตรวจสอบและการค้นหาบริการที่ทำการพัฒนาขึ้น คือ Cooperate bundle ที่ทำการคาดแถบสีดังภาพประกอบ 3-6

Cooperate bundle เป็นส่วนการทำงานเพิ่มเติม โดยพัฒนากลไกอย่างง่าย เพื่อรับการเชื่อมต่อระหว่าง 2 บันเดิลคือ UPnP Based Driver และ DPWS Based Driver ซึ่งทำในระดับแอปพลิเคชันเลเยอร์ไว้ ซึ่งมีการทำงานลักษณะ Publish/Subscribe System เป็นระบบที่มีลักษณะการแจ้งเตือนเหตุการณ์แบบอัตโนมัติไม่ประสานจังหวะการทำงาน (Asynchronous Messaging) เมื่อบริการเกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงเมื่อใด จึงเริ่มส่งการแจ้งเตือน โดยทดลองสร้างกลไกแบ่งเป็น 2 ส่วนการทำงาน ดังนี้



ภาพประกอบ 3-7 มุมมองรูปแบบข้อมูลการรับส่งบนหน่วยงานเอเจนต์

จากที่กล่าวข้างต้นซึ่งประกอบด้วยส่วนการทำงานในที่นี้ แสดงถึงส่วนของโปรแกรมการทำงาน และรูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการส่งในภาพประกอบ 3-7

1) กลไกรับการแจ้งเตือนจากอีเลิร์นนิงในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมายังเอเจนต์

```

1 // ส่วนการตรวจสอบตัวแปรบริการ

public void serviceChanged(ServiceEvent event) {
case ServiceEvent.REGISTERED:
... // เก็บชื่อบริการข้อมูลการศึกษา

case ServiceEvent.UNREGISTERING: ... }

```

ภาพประกอบ 3-8 ส่วนการลงทะเบียนบริการในการรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์

ส่วนการลงทะเบียนบริการในการรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์ (ดังหมายเลข 1) ซึ่งเรียกฟังก์ชัน subscribe และลงทะเบียนบริการที่พัฒนาด้วยภาษา Java เป็นการเรียกใช้คลังโปรแกรมของ DPWS คือ พัฒนาฟังก์ชันการแจ้งเตือนและส่วนหน้าต่างติดต่อผู้ใช้ (User Interface)

สำหรับการพัฒนาการทำงานของงานนั้นกระทำผ่าน OSGi DPWS based driver ซึ่งผู้วิจัยปรับแก้ไขจากโครงการ INRIAGForge ซึ่งสามารถติดตามเซอร์วิสที่สนใจด้วยโปรโตคอล WS-Eventing และควบคุมสถานะของเซอร์วิส เมื่อเซอร์วิสมีการเปลี่ยนแปลง จะทำการแจ้งเตือนบริการที่ได้ลงทะเบียนไว้ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงสถานะทันที ซึ่งจะทำงานในระดับแอปพลิเคชันเท่านั้น

```

<s:Envelope .....
<s:Header>
<wsa:Action>..... </wsa:Action>
<wsa:MessageID> uuid:</wsa:MessageID>
<wsa:To> URL-Endpoint</wsa:To>
</s:Header>
<s:Body>
[
<ow:Moodle>
<ow:MoodleSubject>Math001
|</ow:MoodleSubject>
<ow:MService>Homework
|</ow:MService>
<ow:MStatus>ON</ow:MStatus>
|
</s:Body>
</s:Envelope>

```

ภาพประกอบ 3-9 ข้อมูลแจ้งเตือนบริการ Homework มูเคิลด้วยโพรโทคอล WS-Eventing

ข้อมูลแจ้งเตือนบริการจะมีลักษณะเป็น SOAP Message ประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่างๆที่จำเป็นตามข้อกำหนดของ WS-Eventing จากภาพประกอบ 3-9 ในกรอบเส้นประ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่ส่งมา เช่น ชื่อรายวิชา และชื่อบริการ เป็นต้น

2) กลไกการส่งการแจ้งเตือนในเครือข่าย UPnP ของกลุ่มโพรโทคอล UPnP บนเอเจนท์

```

. // Service Description in XML Format
1 <serviceStateTable>
   <stateVariable sendEvents="yes">
     ....
   </stateVariable>
</serviceStateTable>

2 // Somecode in pseudoClient.java
  public void subscribe(){
    // อ่านข้อมูลการศึกษา
  }

```

ภาพประกอบ 3-10 ส่วนการส่งการแจ้งเตือนในเครือข่าย UPnP ของกลุ่มโพรโทคอล UPnP

การแจ้งเตือนสถานะบริการประกอบด้วยสองขั้นตอนสำคัญ คือ 1) สร้างตัวแปรสถานะ (Event variable) โดยจะระบุใน Service Description และ Device Description ซึ่งอยู่ในรูปแบบภาษา XML ทั้งสองจะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับบริการ ค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ โดยใช้พัฒนาโปรแกรมผ่านบันเดิล UPnP Based Driver และ 2) ส่งเหตุการณ์ไปยังอุปกรณ์ที่ลงทะเบียนโดยในที่นี้ จะเรียกใช้ฟังก์ชัน subscribe ในการลงทะเบียนบริการ

```

Notify delivery path HTTP/1.1
HOST : delivery host.delivery: port
CONTENT-TYPE: text/xml
NT: upnp:event
NTS : upnp:propchange
SID: uuid:subscription-UUID
SEQ: event_key
|-----|
|<e:propertyset xmlns e="urn:schemas-upnp-|
|org:event-1-0">|
|<e:property>|
|<variableName>Homework</variableName>|
|</e:property>|
|</e:propertyset>|
|-----|

```

ภาพประกอบ 3-11 ข้อมูลแจ้งเตือนบริการ Homework มูเคิลด้วยโพรโทคอล GENA

ข้อมูลแจ้งเตือนบริการมูเคิลด้วยโพรโทคอล GENA ประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่างๆที่จำเป็น โดยข้อมูลที่ส่งจะแนบมาด้วยจากภาพประกอบ 3-11 ในกรอบเส้นประ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่ส่งมา เช่น ชื่อรายวิชา และชื่อบริการ เป็นต้น

### 3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วยลำดับการทำงาน 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การเตรียมความพร้อม 2) ส่วนการทำงานการแจ้งเตือนเหตุการณ์ และ 3) การส่งต่อไฟล์เอกสาร ดังนี้

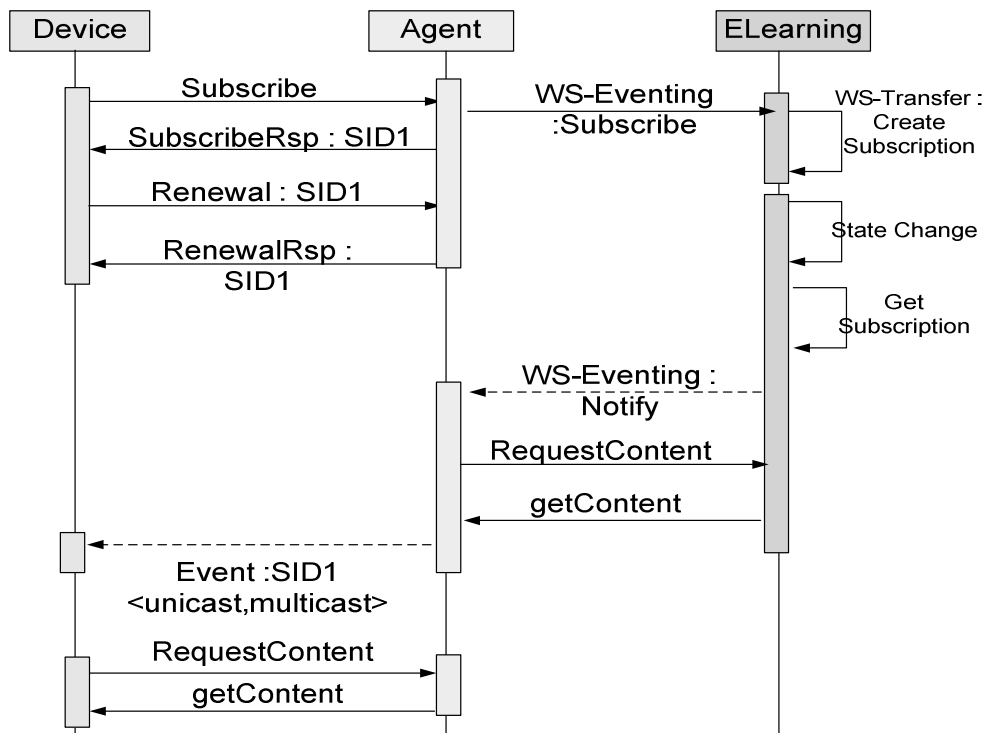
#### 1) การเตรียมความพร้อม (Setup)

- คอมพิวเตอร์ผู้เรียน (หรือ Device จากภาพประกอบ 3-12)

แม้ว่าคอมพิวเตอร์ทั่วไปมีโพรโทคอล UPnP ซึ่งช่วยให้ค้นหาบริการแบบอัตโนมัติ และไม่ต้องการการตั้งค่าใดๆ แต่หากต้องการรับเหตุการณ์แจ้งเตือน จะต้องเพิ่มส่วนการทำงานแบบหน่วยควบคุม หรือ Control Point เข้าไป โดยสามารถใช้งานเป็นแบบโปรแกรมพกพา (Portable Application) ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในติดตั้งโปรแกรมและใช้งานได้เพียงคลิกเดียว

- คอมพิวเตอร์ผู้สอน (หรือ Agent จากภาพประกอบ 3-12)

ก่อนการใช้งานต้องดาวน์โหลดจาวาโปรแกรมแบบพกพาเช่นเดียวกับผู้เรียน แต่จะมีบันเดิลเพิ่มเติมสำหรับการจัดการของอีเลิร์นนิ่งเว็บแอปพลิเคชันคือ Cooperate Bundle ซึ่งทำการรันบน OSGi และ Java Virtual Machine (JVM) อีกทีหนึ่ง



ภาพประกอบ 3-12 ขั้นตอนระบบให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

## 2) การแจ้งเตือนเหตุการณ์ (Event Notification)

เริ่มการทำงาน โดยคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียน ค้นพบบริการแบบอัตโนมัติในเครือข่ายด้วย โพรโทคอล SSDP จากการทำงานส่วนนี้ ทำให้สามารถรับทราบเกี่ยวกับบริการต่างๆ บนอุปกรณ์ ด้วยการอ่าน Description ในเครือข่ายท้องถิ่น

จากภาพประกอบ 3-12 ขั้นตอนแรกผู้เรียนส่ง Subscribe Message ลงทะเบียนบริการไปยัง เอเจนต์ จากนั้นเอเจนต์จะตอบกลับด้วย SubscribeResponse พร้อมกับหมายเลขของการ Subscribe นั้นๆ ในที่นี้คือ SID1 ของอุปกรณ์ที่ร้องขอนั้นๆ จากนั้น เอเจนต์จะสร้างช่องทาง การเชื่อมต่อไปยังอีเลิร์นนิ่ง เพื่อค้นหาบริการบนเซิร์ฟเวอร์ และลงทะเบียนบริการด้วยการอ่าน WSDL จากนั้นอีเลิร์นนิ่งจะสร้าง Subscription เก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อทำงานไปช่วงเวลาหนึ่ง หากบริการที่ลงทะเบียนไว้มีการเปลี่ยนแปลง จะเรียก Subscription ที่เก็บไว้ และแจ้งเตือนกลับไปยัง เอเจนต์ของกลุ่ม เมื่อเอเจนต์ได้รับการแจ้งเตือน ก็สามารถแจ้งเตือน ไปยัง Device ในกลุ่มเครือข่าย UPnP ได้

### 3) การส่งต่อไฟล์เอกสาร (Content Transfer on Agent)

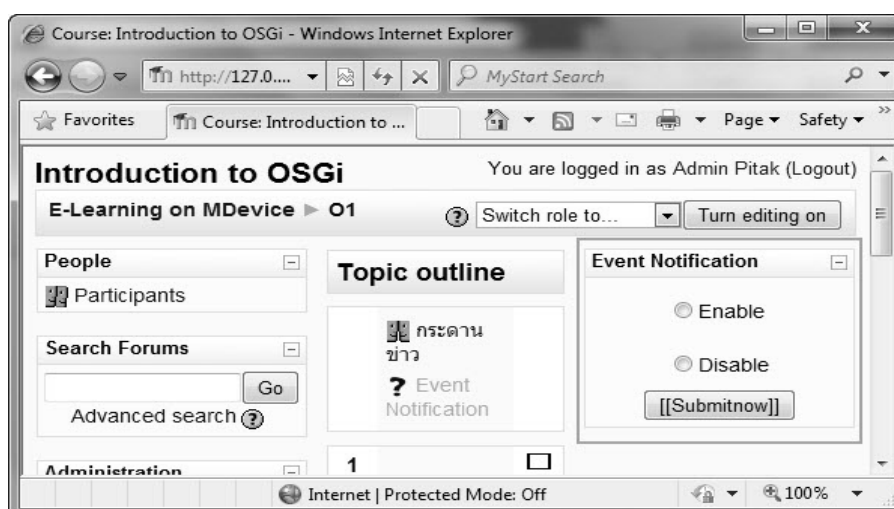
การทำงานส่วนนี้ พัฒนาเป็นบันเดิลชื่อ Moodle File Transfer บนแพลตฟอร์ม OSGi ซึ่งเป็นโปรแกรมโดยเปิด Socket และ Port เพื่อรอรับการติดต่อ ส่วนนี้ได้นำลักษณะทำงานแบบ Push Service มาประยุกต์ใช้กับการส่งต่อไฟล์เอกสาร เมื่อเอเจนต์ในเครือข่ายทราบว่ามีสถานะเปลี่ยนแปลง โดยร้องขอ (RequestContent) และรับไฟล์ดังกล่าว (getContent)

สำหรับการแจ้งเตือนจากเอเจนต์ไปยัง Device (เครื่องผู้เรียน) ในเครือข่ายใช้การจัดการโดยผู้ใช้งานบนเครื่องเอเจนต์ โดยส่งคำสั่งการแจ้งเตือนเหตุการณ์ไปยัง Device ในเครือข่าย LAN ก็จะทราบว่าไม่มีบริการดังกล่าว อยู่ในเครือข่าย ก็จะร้องขอ(RequestContent) และดาวน์โหลดจากเอเจนต์ (getContent) โดยตรง ไม่ต้องกระทำบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เมื่อเอเจนต์ในเครือข่ายท้องถิ่น UPnP ทราบว่ามีสถานะบริการเปลี่ยนแปลงไป ก็จะทำการร้องขอบริการ โดยดาวน์โหลดมาเก็บหน่วยความจำในเอเจนต์ จากนั้น Device ในเครือข่าย LAN ก็จะทราบว่าไม่มีบริการดังกล่าว อยู่ในเครือข่าย ก็จะร้องขอและดาวน์โหลดจากเอเจนต์โดยตรง

### 3.3 กลไกสำหรับโมดูลควบคุมการทำงานบนมูเดิล

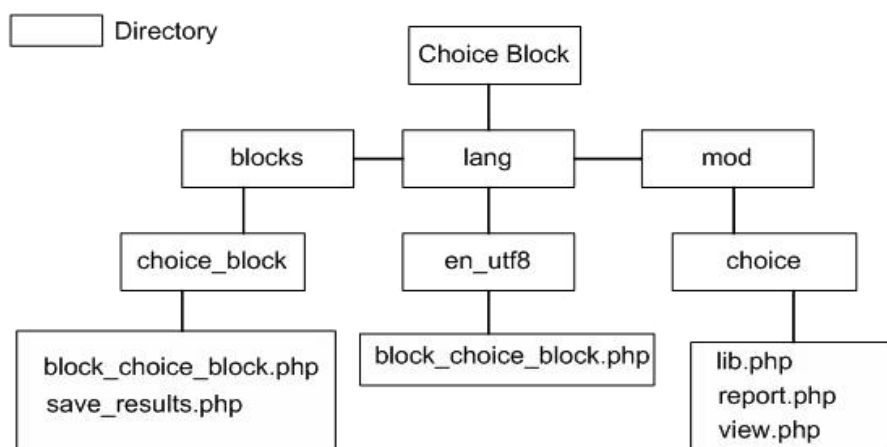
#### 3.3.1 จุดประสงค์ในการออกแบบและการพัฒนา

เพื่อออกแบบและพัฒนากลไกเพื่อควบคุมผ่านบริการเว็บเซอร์วิสผ่านหน้าเว็บอีเลิร์นนิ่งมูเดิล ในลักษณะการสร้างโมดูลบล็อกควบคุมบริการเข้ากับหน้าเว็บอีเลิร์นนิ่งเดิมเพื่อง่ายต่อการใช้งาน



ภาพประกอบ 3-13 การเพิ่มโมดูลควบคุมการทำงานในซอฟต์แวร์มูเดิล

การเพิ่มโมดูลหรือ Plug-in ยิงมูเดิล เนื่องจากซอฟต์แวร์มูเดิลมีโครงสร้างเป็นภาษา PHP เป็นหลัก และมีงานส่วนอื่นๆ Moodle Choice Block [13] ได้เพิ่มโมดูลเพื่อประสานงานกับมูเดิล ต้นฉบับ ดังเช่น โครงงานส่วนโปรแกรมเสริมแบบตัวเลือก (Choice Block) ซึ่งทำการติดต่อกับ ซอฟต์แวร์มูเดิล ซึ่งจากส่วนนี้ ผู้วิจัยได้แก้ไขให้เหมาะสมกับการนำมาใช้การเพิ่ม โมดูลบนมูเดิล ประกอบด้วยโครงสร้างการทำงานดังภาพประกอบ 3-14 ซึ่งมีวิธีการเพิ่มโมดูลมีวิธีการดังนี้



ภาพประกอบ 3-14 โครงสร้างส่วนการทำงานการเพิ่มโมดูล

### วิธีการเพิ่มโมดูลในการควบคุมบริการบนหน้าเว็บไซต์มูเดิล

นำซอร์สโค้ด (Source Code) จากส่วนโปรแกรมเสริมแบบตัวเลือก ซึ่งจากภาพประกอบ 3-14 ใน เพิ่มข้อมูล Choice Block จะประกอบด้วย 3 เพิ่มข้อมูลคือ

- **blocks** ประกอบด้วยเพิ่มข้อมูล choice\_block ดังไฟล์

block\_choice\_block.php ทำหน้าที่เตรียมฟังก์ชันและพัฒนาฟังก์ชันเพื่อรอการเรียกใช้

save\_result.php ทำหน้าที่ในการตรวจสอบข้อมูลที่ถูกรับเข้ามา และอ่านค่าจากฐานข้อมูล choice และ id พร้อมกับตรวจสอบสิทธิ์ผู้ป้อนข้อมูลก่อนทำการตอบกลับ

- **lang** ประกอบด้วยเพิ่มข้อมูล en\_utf8 ซึ่งภายในประกอบด้วยไฟล์ดังนี้

block\_choice\_block.php ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าข้อความให้กับตัวแปรที่ใช้ใน block

- **mod** ประกอบด้วยเพิ่มข้อมูล choice ซึ่งภายในประกอบด้วยไฟล์ดังนี้

lib.php ทำหน้าที่กำหนดค่าตัวแปร และฟังก์ชันพื้นฐาน การแสดงผลแนวตั้ง, แนวนอน การเรียก การใช้งานจากฐานข้อมูล report.php ทำหน้าที่ในการตรวจสอบ ความถูกต้องในการทำงาน

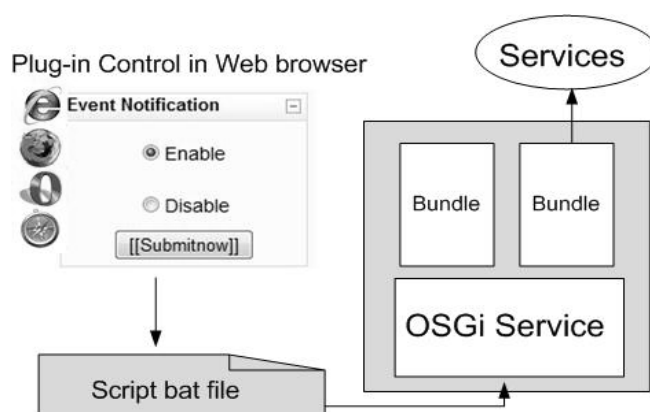
และ view.php ทำหน้าที่จัดเตรียมการแสดงผลบนหน้าเว็บเพจ



สาเหตุที่ต้องกำหนดโครงสร้างส่วนโปรแกรมเสริม เนื่องจากต้องกำหนดตามโครงสร้างซอฟต์แวร์มูลเดิม ซึ่งประกอบด้วยหลากหลายแฟ้มข้อมูล ซึ่งเป็นการเพิ่มเติมส่วน โปรแกรมมูลเดิมให้สามารถควบคุมการทำงานต่างๆผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไปได้ จากขั้นตอนดังกล่าว ทำให้สามารถสร้างโมดูลส่วนควบคุมเบื้องต้นได้ หรือหน้าต่าง โปรแกรมเบื้องต้นดังภาพประกอบ 3-14

### 3.3.2 ลักษณะการทำงานของกลไก

กลไกทำงานลักษณะเป็นสคริปต์ BAT File ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยเขียนสคริปต์เพื่อเรียกการทำงานการสร้างเซิร์ฟเวอร์แบบ DPWS บนระบบโอเอสเอ็นิ่งมูลเดิม เพื่อสร้างเซิร์ฟเวอร์ต้นแบบในการให้บริการในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีการทำงานดังภาพประกอบ 3-15



ภาพประกอบ 3-15 การทำงาน โมดูลเสริมกับการจัดเตรียมบริการ

กลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี UPnP ที่มีอยู่เดิม นำแนวคิดแบบ SOA บริการมาตรฐาน OSGi เพื่อช่วยในการประสานงานและควบคุมบริการ DPWS ที่ใช้บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งเสนอการเพิ่มโมดูลเข้ากับเว็บโอเอสเอ็นิ่งมูลเดิม ให้สะดวกต่อการใช้งาน อีกทั้งเครื่องเอเจนต์ในเครือข่ายท้องถิ่นสามารถรับแจ้งเตือนบริการและส่งต่อให้กับเครื่องไคลเอนต์ในกลุ่มเครือข่ายใดๆได้ ซึ่งในบทที่ 4 เป็นการนำเสนอการทดลองจากกลไกที่นำเสนอเป็นกรณีศึกษาต่อไป

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบต้นแบบของวิทยานิพนธ์นี้ทั้งหมด สามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบกลไกอีเลิร์นนิ่งใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายเพื่อการทดสอบ 2) กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบกลไกอีเลิร์นนิ่งให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่นเพื่อการทดสอบ และวิธีการจัดการต่อปัญหาความคับคั่งซึ่งเกิดขึ้นที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ พร้อมการประเมินผลเชิงประสิทธิภาพด้านความเร็วในการตอบสนองต่อการร้องขอที่เพิ่มขึ้น

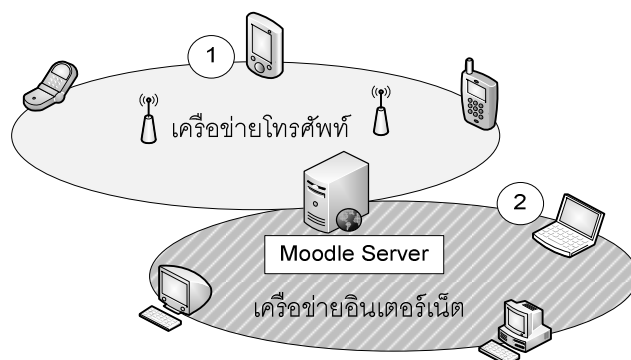
#### 4.1 กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบอีเลิร์นนิ่งใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

##### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เครื่องมือ HAWHAW Toolkit
- 2) โปรแกรมจำลองแบบ Windows mobile 5.0 และ 6.0
- 3) WAP Browser และ Internet Explorer
- 4) เครื่องเซิร์ฟเวอร์คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

##### 4.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

สภาพแวดล้อมในการทดลองระบบโดยรวม



ภาพประกอบ 4-1 การทดลองกลไกการใช้งานอีเลิร์นนิ่งบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

ทำการทดลองกลไกด้วยเทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงเพื่อแสดงผลบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย จากภาพประกอบ 4-1 (หมายเลข 1) และเปรียบเทียบกับการแสดงผลใช้งานอีเลิร์นนิ่งบนคอมพิวเตอร์ทั่วไป (หมายเลข 2) โดยมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

#### 1) การเตรียมความพร้อม (Setup)

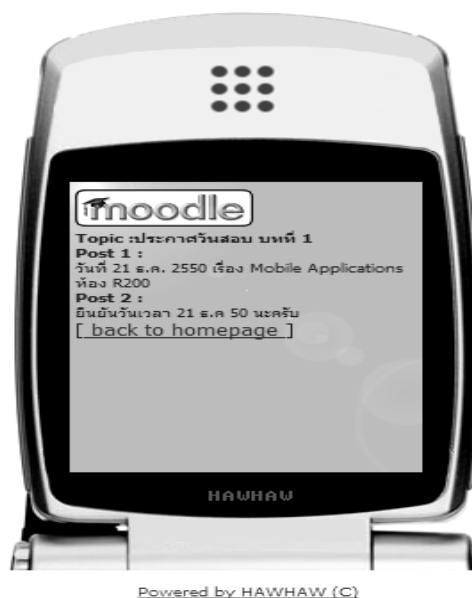
- ติดตั้งโปรแกรมเพื่อทดสอบเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ XAMPP ซึ่งมี Apache server และ MySQL ในการดูแลฐานข้อมูล และติดตั้งซอฟต์แวร์มูเดิลเป็นอีเลิร์นนิ่งสาธิต
- ติดตั้ง HAWHAW.inc ซึ่งเป็นคลังโปรแกรมภาษา PHP และ HAWXY โดยการสำเนาส่วนโปรแกรมดังกล่าว ไปยังไดเรกทอรีของเครื่องเซิร์ฟเวอร์
- สร้างไฟล์ news.php เพื่อทดสอบโดยแทรกส่วนโปรแกรมติดต่อฐานข้อมูล หรือ SQL

#### 2) เรียกหน้าเว็บไซต์จากโทรศัพท์มือถือ เพื่อเปรียบเทียบการแสดงผลกับแบบปกติ

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยภาษา PHP และไลบรารี HAWHAW โดยการใช้เทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลมูเดิลโดยตรง ตัวอย่างของโปรแกรมใน เป็นการเรียกข้อมูลจากกระดานข่าวของมูเดิล ขึ้นมาแสดงผล ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับตาราง mdl\_forum\_posts

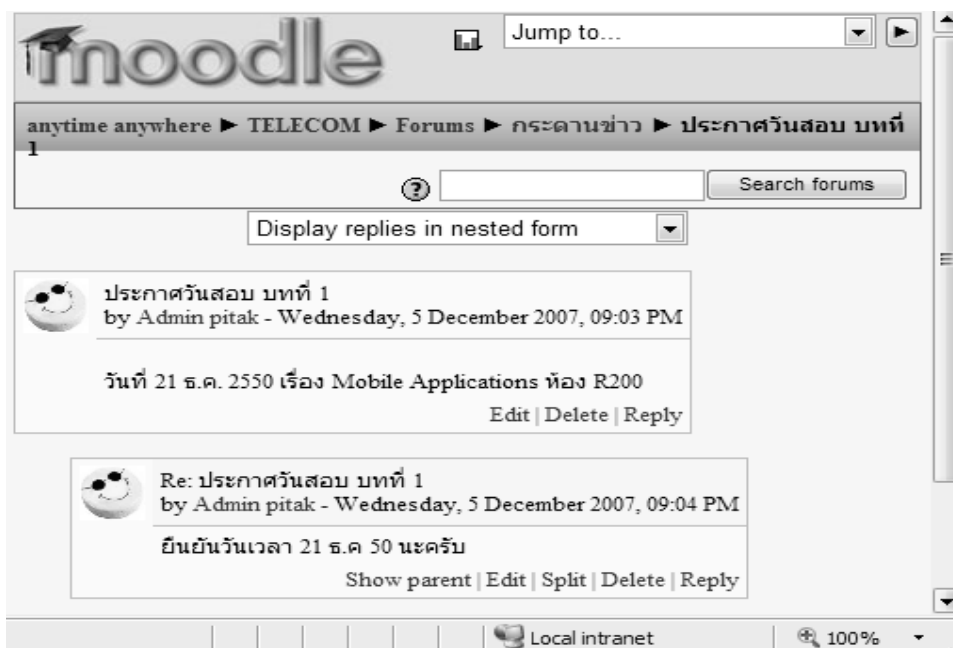
#### 4.1.2 ผลการทดลอง

จากเทคนิคกลไกที่เสนอข้างต้น จะนำข้อมูลด้านการศึกษาสำหรับกระดานสนทนาในมูเดิล มาทดลองบนโปรแกรมจำลองโทรศัพท์มือถือ สามารถแสดงผลได้ดังภาพประกอบ 4-2



ภาพประกอบ 4-2 ผลลัพธ์ที่แสดงด้วยโปรแกรมจำลองแบบ

ผลการทำงานจากโปรแกรมตัวอย่างในภาพประกอบ 4-2 ข้างต้น สามารถแสดงโดยใช้โปรแกรมจำลองแบบได้ในภาพประกอบที่ 4-2 ซึ่งเทียบได้กับการแสดงผลของมูเดิลที่ทำงานปกติบนเว็บเบราว์เซอร์ในภาพประกอบที่ 4-3



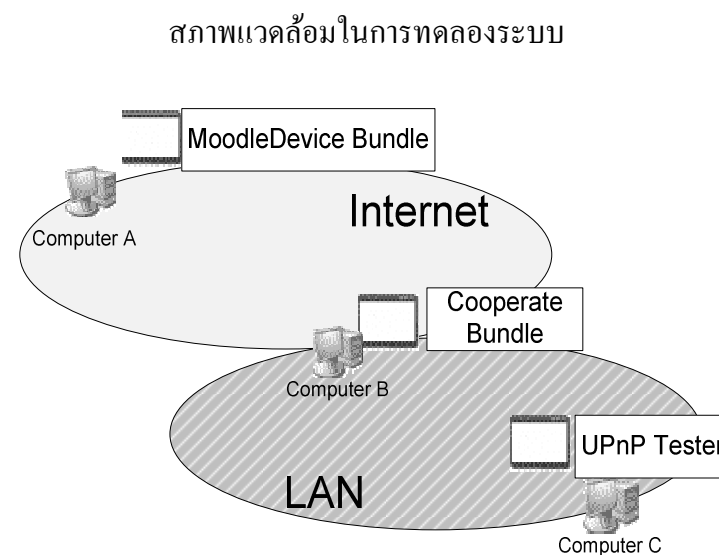
ภาพประกอบ 4-3 ผลลัพธ์ที่แสดงในมูเดิลปกติ

## 4.2 กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบการให้บริการข้อมูลศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) Apache Felix โครงงานแพลตฟอร์ม OSGi สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- 2) Concierge โครงงานแพลตฟอร์ม OSGi สำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
- 3) โปรแกรมจำลองอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย Emulator Windows Mobile 6.0
- 4) โปรแกรม Java Virtual Machine (JVM)
- 5) เครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง

#### 4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง



ภาพประกอบ 4-4 การทดลองกลไกการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

จากภาพประกอบ 4-4 กำหนดหน้าที่การทำงาน แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์ดังนี้  
 คอมพิวเตอร์ A เป็นอีเลิร์นนิ่งมูเดิลบนอินเทอร์เน็ต  
 คอมพิวเตอร์ B เป็นเครื่องผู้สอน หรือเอเจนต์  
 คอมพิวเตอร์ C เป็นเครื่องผู้เรียน

- 1) ทดลองสร้างบันเดิลการแจ้งเตือนและค้นหาบริการบนเอเจนต์ด้วยแพลตฟอร์ม OSGi อย่างง่ายจากการออกแบบหัวข้อ 3.3
- 2) ติดตั้งส่วนโปรแกรมเป็น 3 ส่วน คือ คอมพิวเตอร์ A ติดตั้งบันเดิล MoodleDevice Bundle คอมพิวเตอร์ B ติดตั้ง Cooperate Bundle และคอมพิวเตอร์ C ติดตั้งบันเดิล UPnP Tester

#### 4.2.2 ผลการทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

แสดงให้เห็นส่วนการทำงานอย่างง่าย ซึ่งเป็นบันเดิลติดตั้ง ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

- 1) MoodleDevice bundle ทำหน้าที่สร้างเซอร์วิสมูเดิลด้วยมาตรฐานเว็บเซอร์วิส
- 2) Cooperate bundle ทำหน้าที่ลงทะเบียนบริการ และแจ้งเตือนบริการไปยังอุปกรณ์ที่ลงทะเบียนบริการ
- 3) UPnP Tester bundle ทำหน้าที่ลงทะเบียนบริการที่สนใจบนเอเจนต์ และรอรับการแจ้งเตือนบริการ

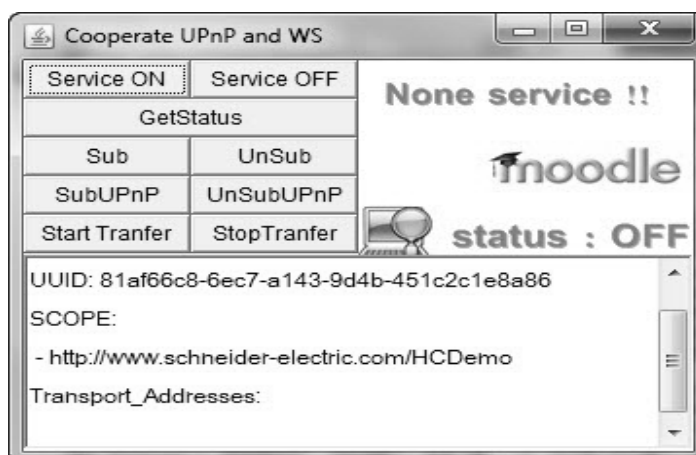
คอมพิวเตอร์ A ติดตั้ง MoodleDevice bundle และสร้างเซอร์วิสโมดูลด้วยมาตรฐานเว็บเซอร์วิสและ  
 สั่งเริ่มต้นการทำงาน จะจัดเตรียมการเชื่อมต่อ, องค์กรประกอบที่สำคัญของเซอร์วิสคือ UDDI,  
 WSDL, เอกสารการเรียนรู้บนอีเลิร์นนิ่งโมดูล ติดตั้ง MoodleDevice GUI และสั่งเริ่มต้นการทำงาน  
 ซึ่งแสดงหน้าต่างอินเทอร์เน็ตและรายละเอียดของบริการ ดังภาพประกอบ 4-5



ภาพประกอบ 4-5 บันทึกลับ MoodleDevice บนคอมพิวเตอร์ A

ภาพประกอบ 4-5 แสดงรายละเอียดผ่านหน้าต่างโปรแกรมเช่น UDDI สำหรับบริการ,  
 ตำแหน่งของ WSDL ไฟล์, ตำแหน่งของ Content ที่ต้องการโดยประกาศบริการที่อีเลิร์นนิ่งโมดูลจะ  
 จัดเตรียมการเชื่อมต่อ, องค์กรประกอบที่สำคัญของเซอร์วิสที่ต้องทราบ

คอมพิวเตอร์ B ซึ่งติดตั้งบันเดิล Cooperate bundle ซึ่งได้พัฒนาดังภาพประกอบ 4-6



ภาพประกอบ 4-6 บันทึกลับเอเจนท์บนคอมพิวเตอร์ B

Service ON / Service OFF: ควบคุมการเปิดปิดเซอร์วิสของบันเดิล Moodle Device GUI บนมูเดิล

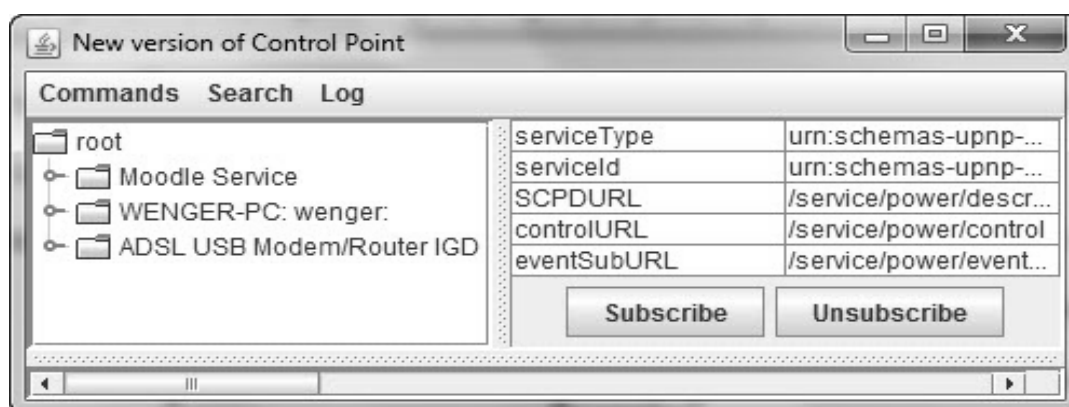
Getstatus: ร้องขอสถานะของบริการที่ลงทะเบียนไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

Sub: ลงทะเบียนเซอร์วิสและรอรับการแจ้งเตือน

UnSub: ยกเลิกการลงทะเบียนเซอร์วิส

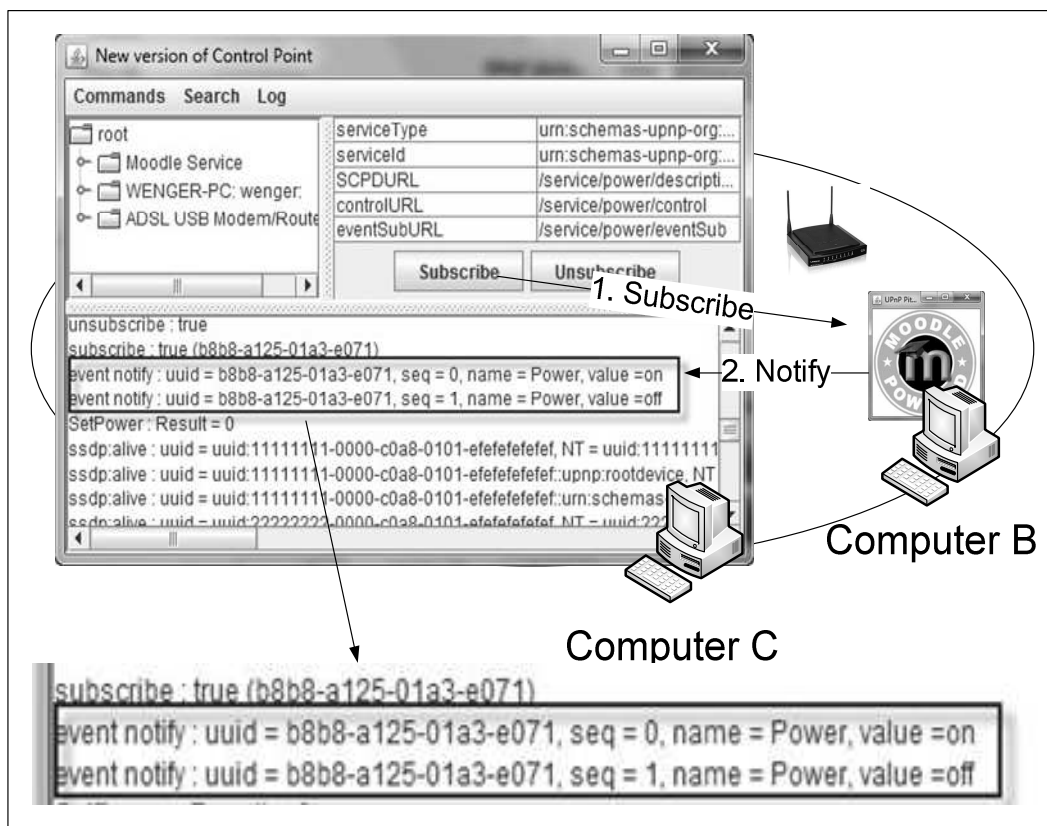
Start Transfer/ Stop Transfer: รับส่งไฟล์

คอมพิวเตอร์ C จะติดตั้งบันเดิล UPnP Tester ทำหน้าที่ลงทะเบียนบริการที่สนใจ



ภาพประกอบ 4-7 บันเดิล UPnP Tester บนคอมพิวเตอร์ C

เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมด้วยบันเดิล UPnP Tester จะค้นหาบริการด้วยโปรโตคอล SSDP ในเครือข่าย LAN ซึ่งจากภาพประกอบ 4-7 จะพบทั้งหมด 3 อุปกรณ์ ในที่นี้ทดลองการรับเหตุการณ์โดยกด Subscribe ไปยัง Moodle Service เพื่อลงทะเบียนบริการและรอรับการแจ้งเตือน เหตุการณ์ดังภาพประกอบ 4-8



ภาพประกอบ 4-8 อุปกรณ์ที่ค้นพบบนเครือข่าย UPnP ในสภาพแวดล้อมการทดลอง

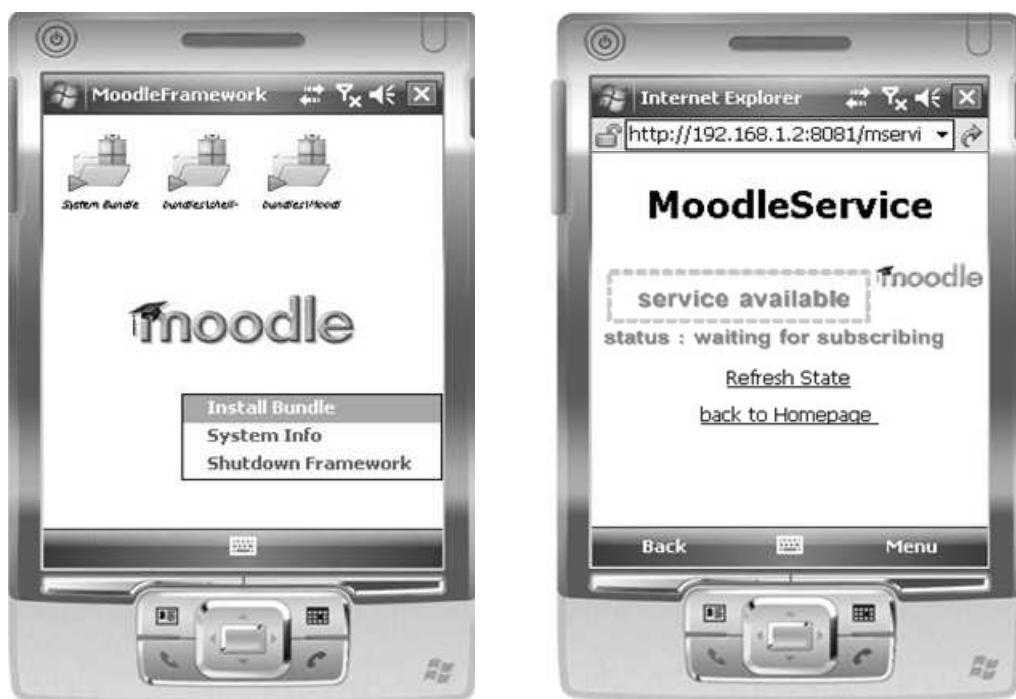
จากส่วนการทำงานของ UPnP Tester ส่วนควบคุม Subscribe ทำหน้าที่ในการลงทะเบียนเซอร์วิส ในตัวแปรสถานะที่สนใจ เมื่อสั่งการทำงานดังกล่าว

ส่วนควบคุม Unsubscribe ทำหน้าที่ยกเลิกการลงทะเบียนเซอร์วิส ซึ่งจากการทดลองคอมพิวเตอร์ C ลงทะเบียน (Subscribe) ไปยังคอมพิวเตอร์ B ซึ่งให้บริการ Moodle Service (uuid = b8b8-a125-01a3-e071) เมื่อบริการมีการเปลี่ยนแปลง ก่อน Subscribe จะเห็นว่าบริการมีสถานะเป็น ON ซึ่งดูจาก value = on จากนั้นคอมพิวเตอร์ B จะเก็บรายชื่อ Subscriber (ผู้ลงทะเบียนบริการ) ดังนั้นเมื่อใดก็ตาม ที่สถานะของตัวแปร Power ของ Moodle Service เปลี่ยนแปลง ก็จะแจ้งเตือนสถานะไปยังคอมพิวเตอร์ C

#### 4.2.4 ผลการทดลองบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

ผลการทดลองบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายโดย 1) ติดตั้งบนเดสทอปแพลตฟอร์ม OSGi ของโครงการ Concierge ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม OSGi ซึ่งสามารถติดตั้งบนเดสทอปได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ C และ 2) การตรวจสอบสถานะบริการด้วยเบราว์เซอร์





(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 4-9

(ก) การใช้งานกรอบงาน OSGi บนอุปกรณ์ (ข) สถานะของบริการด้วยเบราว์เซอร์

จากภาพประกอบ 4-9 (ก), (ข) อุปกรณ์สื่อสารไร้สายรันกรอบงาน OSGi โดยในที่นี่สามารถติดตั้ง บันเดิลการทำงานเพิ่มเติมเพื่อค้นหาบริการในเครือข่าย LAN และตรวจสอบสถานะบริการผ่าน เบรว่าเซอร์บนอุปกรณ์ได้

#### 4.3 กรณีศึกษาการประเมินผลเชิงประสิทธิภาพด้านความเร็ว

##### จุดประสงค์การทดลอง

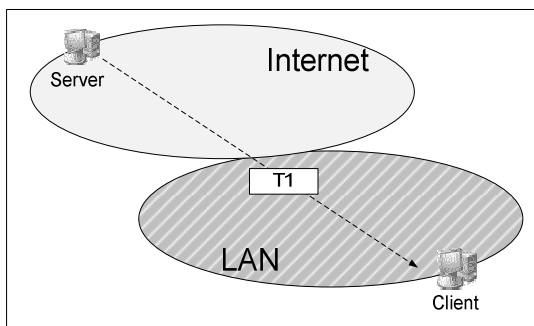
ประเมินผลการปฏิบัติงานเชิงประสิทธิภาพด้านความเร็วในการตอบสนองต่อการร้องขอที่เพิ่มขึ้น (Performance evaluation) ของระบบเมื่อนำเอเจนต์เข้ามาร่วมงานในการลดภาระที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ในด้านของระยะเวลาในการรอคอยในการร้องขอ จากนั้นสรุปและวิจารณ์ผล

##### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

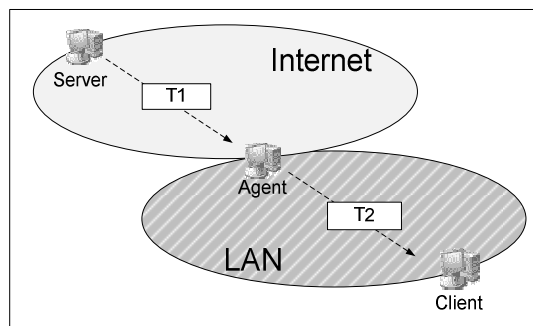
- 1) จำนวนโหนด (n) = 2, 8, 16, 32 ตามลำดับ
- 2) จำนวนเอเจนต์ = 1 เครื่อง (ในระบบซึ่งนำเอเจนต์มาร่วมด้วย กรณี worst case)

ข้อกำหนดการทดลองแบ่งลักษณะการทำงานของระบบเป็นสองลักษณะคือ

- 1) การทำงานระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์เดิม
- 2) การทำงานระบบเมื่อนำเอเจนต์ร่วมด้วย



(ก) การทำงานระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์เดิม



(ข) การทำงานระบบเมื่อนำเอเจนต์ร่วมด้วย

ภาพประกอบ 4-10 ภาพการทดลองระบบของสองระบบ

- กำหนดตัวแปรในการเก็บค่าของเวลาดังนี้

$T_0$  = เวลาในการร้องขอทั้งหมด

$T_1$  = เวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการดาวน์โหลดจากเซิร์ฟเวอร์จนเสร็จสมบูรณ์

$T_2$  = เวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการดาวน์โหลดจากเอเจนต์จนเสร็จสมบูรณ์

โดยจะเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย, ขนาดข้อมูลการศึกษาอีเลิร์นนิ่งในการสาธิตคือ 2 Megabyte, อัตราความเร็วอินเทอร์เน็ต 2.048 Mbps และเครือข่าย LAN 100 Mbps ใช้กำหนดช่วงเวลาในการสุ่มการเริ่มร้องขอของไคลเอนต์ 5 วินาที

### 4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) การทำงานระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์เดิม

กำหนดให้เครื่องไคลเอนต์ดาวน์โหลดข้อมูล ณ เวลาใกล้เคียงกัน บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเก็บค่าเวลาในการรอนเครื่องไคลเอนต์จนเสร็จ ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาในการรอคอยของไคลเอนต์

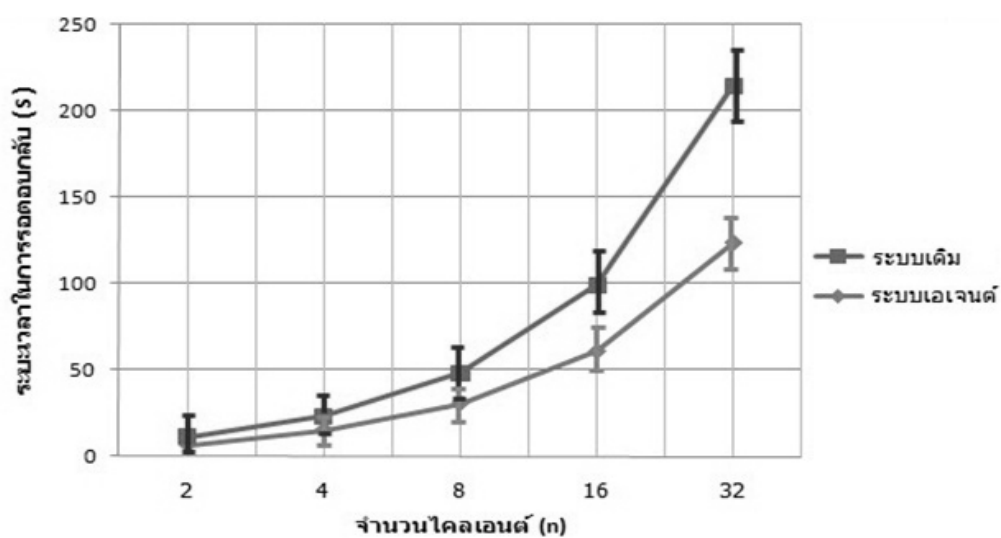
- สมการเวลาที่ใช้ของระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์เดิม  $T_0 = T_1$

## 2) การทำงานระบบเมื่อนำเอเจนต์ร่วมด้วย

กำหนดให้เครื่องไคลเอนต์ดาวน์โหลดข้อมูล ณ เวลาใกล้เคียงกัน บนเครื่องเอเจนต์ในเครือข่าย LAN ซึ่งดาวน์โหลดข้อมูลต่อจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยเก็บค่าเวลาในการรอจนเครื่องไคลเอนต์จนเสร็จ

- สมการเวลาที่ใช้ของระบบเมื่อนำเอเจนต์ร่วมด้วย  $T_0 = T_1 + T_2$

### 4.3.2 ผลการทดลอง



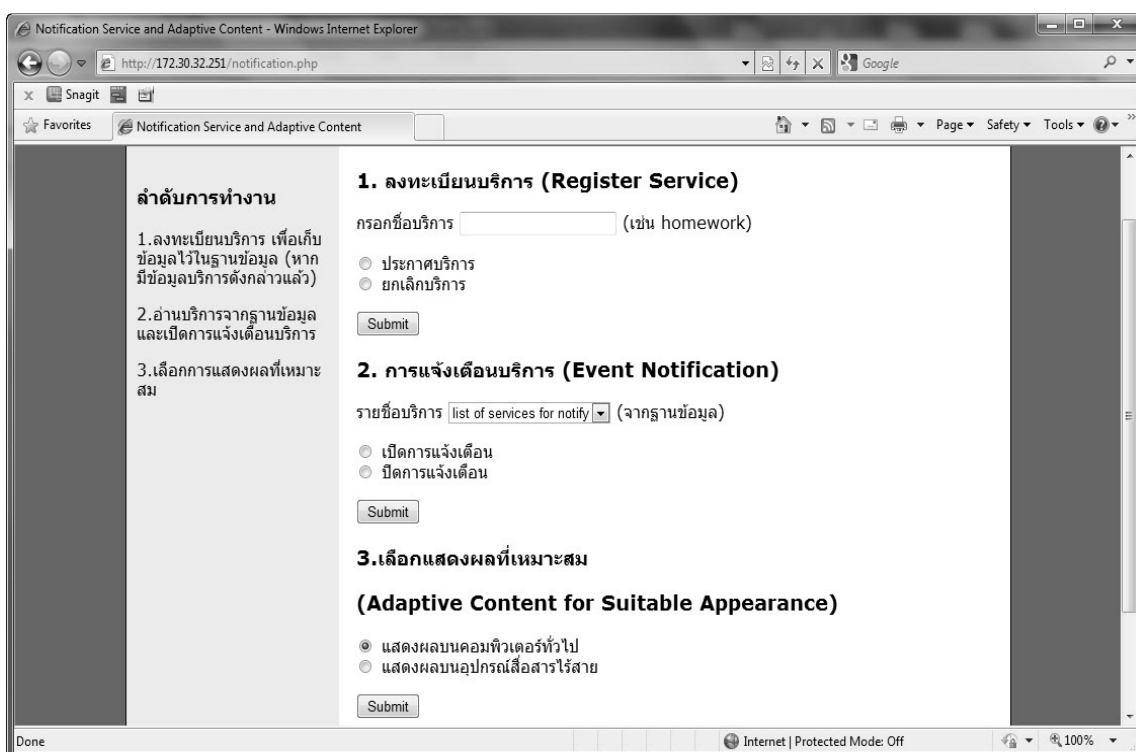
ภาพประกอบ 4-11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาตอบรับบริการที่เซิร์ฟเวอร์ กับจำนวนการร้องขอบริการ

### สรุปผล และวิจารณ์ผลประเมินผลการปฏิบัติงานด้านประสิทธิภาพ

วิธีการนำเอเจนต์มาช่วยงาน แม้ว่าจะเพิ่มขึ้นตอนในการทำงานซึ่งเกิด Overhead ของระบบ (ค่าของเวลาเสียไปในจัดการข้อมูลการศึกษาเอาไว้ที่เครื่องเอเจนต์) แต่เมื่อจำนวนไคลเอนต์เพิ่มขึ้น ระบบซึ่งนำเอเจนต์มาช่วยงาน สามารถลดระยะเวลาในการรอคอยข้อมูลได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิม ทั้งนี้เนื่องจากประโยชน์การใช้งานทรัพยากรที่มากมายในเครือข่ายท้องถิ่น และการนำ Push Service มาช่วยงาน และเล็กลงความคับคั่งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยที่วัดได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

### 4.4 วิธีการประยุกต์ใช้งานร่วมกันในสองกรณีศึกษา

การประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่างกลไกการปรับแต่งข้อมูลสำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย และการแจ้งเตือนบริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ แม้ว่าจะถูกออกแบบให้ทำงานอิสระต่อกัน แต่แนวทางประยุกต์ใช้ร่วมกัน คือ ออกการสร้างหน้าเว็บไซต์เป็นภาษา PHP อย่างง่าย เพื่อควบคุมการทำงาน ส่วนกลาง โดยการใช้คำสั่งส่งต่อ (redirect URL) สำหรับหน่วยงานปรับแต่งให้เหมาะสมกับ อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย และนำเทคนิคการเพิ่มโมดูลควบคุมการทำงานบนมูเดิลสำหรับหน่วยการแจ้งเตือนบริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์



ภาพประกอบ 4-12 ตัวอย่างหน้าต่างการใช้งานร่วมกันระหว่างสองประเด็นวิจัย

จากภาพประกอบ 4-12 เป็นตัวอย่างการใช้งานร่วมกันระหว่างกลไกสนับสนุนอิเล็กทรอนิกส์บน อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย และกลไกให้บริการข้อมูลด้านการศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น จากการทดลอง ส่วนนี้ ผู้วิจัยพัฒนาไฟล์โปรแกรมภาษา PHP ในลักษณะรูปแบบฟอร์ม ในประสานงานการจัดการ ฐานข้อมูลมูเดิล การแจ้งเตือนเหตุการณ์ และการเลือกแบบการแสดงผลที่เหมาะสม

#### 4.5 สรุปผลการทดลองหัวข้อ 4.1, 4.2 และอภิปรายผล

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล จากแบ่งออกเป็นสองประเด็นย่อย ดังนี้

##### 1) กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบอีเลิร์นนิ่งใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

เทคนิคการนำฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์มูเดิลมาเพื่อใช้ประโยชน์โดยตรง ช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยที่ไม่ต้องข้องเกี่ยวกับโปรแกรมมูเดิลต้นฉบับ อีกทั้งลดภาระการพัฒนาชุดโปรแกรม แต่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน ผู้พัฒนาโปรแกรมก็ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงโครงสร้างของฐานข้อมูลของมูเดิลถึงความเกี่ยวพันของตารางข้อมูล เช่น การแสดงกระดานข่าวและผู้เขียนข่าวนั้น ต้องศึกษาตาราง mdl\_forum\_posts ร่วมกับตารางอื่นๆควบคู่ไปด้วย เนื่องจาก โมดูลซอฟต์แวร์หนึ่งๆ อาจจะสัมพันธ์กับข้อมูลหลายๆ ตารางได้

##### 2) กรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบการให้บริการข้อมูลศึกษาในเครือข่ายท้องถิ่น

เทคนิคการให้บริการข้อมูลด้านการศึกษา โดยการพัฒนาบนเดสทอปแพลตฟอร์ม OSGi ชื่อ Cooperate bundle ซึ่งสามารถรับเหตุการณ์อัตโนมัติจากเว็บอีเลิร์นนิ่งบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ และแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่อไปยังเครือข่ายไร้สายท้องถิ่นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปและอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

อย่างไรก็ตามการใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซึ่งมีความเร็วในการประมวลผลจำกัด การใช้โพรโทคอล UPnP ส่งข้อมูลรูปแบบ XML ในการแจ้งเตือน มีปัญหาเรื่องการถอดข้อมูล หรือ XML Parser ที่พบในงานวิจัย [15] หากมีสถานะบริการข้อมูลเปลี่ยนแปลงสูง ทำให้อุปกรณ์สื่อสารไร้สายไม่สามารถตอบสนองให้บริการได้

การนำเอาเกณฑ์บริการข้อมูลเว็บอีเลิร์นนิ่งด้วยเทคนิคการจัดการผ่านแพลตฟอร์ม OSGi ซึ่งจากวิธีการนี้ทำให้ลดความคับคั่งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ จากการใช้เทคนิคการแจ้งเตือนเหตุการณ์และการใช้ Push Service ดังโปรแกรมส่งต่อไฟล์เอกสาร นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแนวทางในประยุกต์ใช้กับงานเว็บแอปพลิเคชันอื่นๆได้เป็นอย่างดี

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อศึกษาข้อจำกัดอีเลิร์นนิ่งทั่วไปที่มีสถาปัตยกรรมแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ ด้านการไม่รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย โดยได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาของซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สอีเลิร์นนิ่งมูเคิลเท่านั้น เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยผลการวิจัยสามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ปัญหาการนำระบบอีเลิร์นนิ่งมาใช้บนอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย ที่มีสภาพแวดล้อมที่จำกัดทั้งความสามารถในการแสดงผล รวมทั้งความหลากหลายในอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย โดยเสนอกลไกการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงร่วมกับการปรับแต่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ
- ปัญหาความคับคั่งแบบทันทีทันใดที่เซิร์ฟเวอร์ของระบบอีเลิร์นนิ่งในกรณีที่มีการใช้งานระบบอีเลิร์นนิ่งจำนวนมาก ด้วยเทคนิควิธีการนำเอาเจ้าหน้าที่เข้ามาช่วยในการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ด้วยการนำกลไกการแจ้งเตือนบริการเป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างกลไกแจ้งเตือน DPWS จากเซิร์ฟเวอร์และการแจ้งเตือนในเครือข่าย UPnP

#### 5.2 สรุปสิ่งที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์

- 1) แนะนำแนวทางในการใช้ประโยชน์ข้อมูลในระบบอีเลิร์นนิ่งเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายลักษณะของ Thin Client ผ่านทางกลไกการปรับแต่งข้อมูลอัตโนมัติแบบชาญฉลาด ด้วยการตรวจสอบประเภทของอุปกรณ์ และปรับเปลี่ยนประเภทของภาษา Markup Language ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์นั้นๆต่อไป เป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานบนแอปพลิเคชัน
  - ได้นำเสนอบทความเรื่อง “เทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงเพื่อใช้งานซอฟต์แวร์มูเคิลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่” ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8 (PEC-8), สงขลา, ประเทศไทย, 22-23 เมษายน 2553
- 2) นำเสนอการนำหน่วยงานแบบเอเจนต์มาใช้ประโยชน์ เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวแทนในการรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์อีเลิร์นนิ่ง ก่อนที่จะกระจายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายจำนวนมากภายใน

เครือข่าย UPnP ต่อไป ผ่านทางกลไกทำงานแบบสะพานเชื่อมต่อ เพื่อจับคู่บริการระหว่าง โพรโทคอล DPWS และ โพรโทคอล UPnP ในการแจ้งเตือนเหตุการณ์แบบอัตโนมัติ ดังนั้นสามารถลดความคับคั่งที่เซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งกำจัดการะงันในการตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ลงได้

- ได้นำเสนอบทความเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาเอเจนต์บริการข้อมูลเว็บอีเลิร์นนิ่งให้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายในเครือข่าย UPnP” ในการประชุมวิชาการผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมกับสมาชิกเครือข่ายอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 27 แห่ง ครั้งที่ 11, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 12 กุมภาพันธ์ 2553

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- แนวทางในการใช้ประโยชน์ข้อมูลในระบบอีเลิร์นนิ่งเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย หากต้องการนำไปใช้กับข้อมูลสำคัญเฉพาะ ควรพิจารณาเรื่องความปลอดภัยในสิทธิ์ผู้ใช้งานควบคู่ไปด้วย เช่น ก่อนที่จะเข้าถึงข้อมูลสำคัญ ควรทำลงชื่อเข้าใช้งาน (Session) ของธุรกรรมใดๆ เพื่อตรวจสอบกับข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของฐานข้อมูลอีเลิร์นนิ่ง เป็นต้น
- การนำหน่วยงานแบบเอเจนต์มาใช้ประโยชน์ สามารถลดภาระที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์จากปัญหาคอขวดที่เซิร์ฟเวอร์ได้อย่างชัดเจนจากผลการปฏิบัติการด้านประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม หากเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ไฟล์วิดีโอ ควรพิจารณาแนวทางอื่นๆซึ่งช่วยในการกระจายไฟล์แบบเพียร์ทูเพียร์ เพื่อลดระยะเวลาในการดาวน์โหลดของผู้ใช้งาน เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- [1] C. Houser and P. Thornton, "Poodle: a course-management system for mobile phones," in *Proceeding of the 2005 IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)*, 2005, pp. 211-215.
- [2] M. Yingling, "MOBILE MOODLE," *Journal of Computing Sciences in Colleges Volume 21*, Issue 6, 2006, pp. 280 – 281.
- [3] S. Channarukul, "Adaptations of Multimodal Content in Dialog Systems Targeting Heterogeneous Devices," in *Proceedings of the 6th international conference on Multimodal interfaces*, 2004, pp. 341.
- [4] M.K. Stern and B.P. Woolf, "Adaptive Content in an Online Lecture System," [Online] Available: [www.springerlink.com/index/C1C9KPGLTFGM5876.pdf](http://www.springerlink.com/index/C1C9KPGLTFGM5876.pdf) [Accessed: May. 3, 2010].
- [5] HAWHAW web site [Online], Available: <http://www.hawhaw.de/> [Accessed: May. 3, 2010].
- [6] อัจราพร ยกขุน และ สุนทร วิฑูสูรพจน์, "การเปรียบเทียบซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส Atutor และ Moodle สำหรับช่วยพัฒนาระบบจัดการข้อมูล e-Learning ในประเทศไทย," ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3, สงขลา, ประเทศไทย, 2547.
- [7] R Chowdhury, A. Arjona, J. Lindqvist and AY. Jaaski, "Interconnecting multiple home networks services," in *International Conference Telecommunications (ICT 2008)*, 2008, pp. 1 – 7.



- [8] K.S. Kim, C. Park and J. Lee, "Internet Home Network Electrical Appliances Control on the Internet with the UPnP Expansion," In *Proceedings of the 2006 International Conference on Hybrid Information Technology (ICHIT'06)*, 2006, pp. 629-634.
- [9] S.T. Kim, A. Iqbal, B.J. Yun, and J. Baek, "Mobile eLearning System Employing a Jini-Agent," in *4th International Conference on eLearning for Knowledge-Based Society*, 2007, pp 37.1-37.5,
- [10] UPnP Forum web site [Online], Available: <http://www.upnp.org/> [Accessed: May. 3, 2010].
- [11] OSGi -The Dynamic Module System for Java [Online], Available: <http://www.osgi.org> [Accessed: May. 3, 2010].
- [11] INRIAForge web site [Online], Available: [http://gforge.inria.fr/frs/?group\\_id=160&release\\_id=1804](http://gforge.inria.fr/frs/?group_id=160&release_id=1804) [Accessed: May. 3, 2010].
- [12] OSGi DPWS Base Driver [Online], Available: <http://felix.apache.org/site/apache-felix-upnp.html>. [Accessed: May. 3, 2010].
- [13] Moodle Choice Block [Online], Available: <http://moodle.org/mod/data/view.php?d=13&rid=285&filter=1> [Accessed: May. 3, 2010].
- [14] A. Haber, F. Reichert, and A. Fasbender, "UPnP Control Point for Mobile Phones in Residential Network," [Online], Available: <http://ikt.hia.no/aml/papers/060100-IST-Mobile%20Summit-2006/andreas-haber-phone-based-upnp-control.pdf> [Accessed: May. 3, 2010].
- [15] Moodle.org: open-source community-based tools for learning [Online], Available: <http://moodle.org/> [Accessed: May. 3, 2010].

- [16] Eclipse web site [Online], Available: <http://www.eclipse.org/> [Accessed: May. 3, 2010].
- [17] Microsoft Device Emulator.Windows Mobile 6 on your PC. [Online], Available: <http://www.downloadsquad.com/2008/03/02/microsoft-device-emulator-lets-you-run-windows-mobile-6-on-your/> [Accessed: May. 3, 2010].
- [18] Concierge OSGi [Online], Available: <http://conciierge.sourceforge.net/> [Accessed: May. 3, 2010].
- [19] S.M. Issack, M. Hosany and R. Gianeshwar, “A M-E (Mobile-Elearning) Adaptive Architecture to Support Flexible Learning,” *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MoJIT)*, 2006, pp. 19 – 28
- [20] R. Schatz, R. Simon, H. Anegg, F. Wegscheider and G. Nikfeld, “Developing Mobile Multimodal Applications,” [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.87.5147&rep=rep1&type=pdf> [Accessed: May. 3, 2010].
- [21] Box,D., et al.,WS-Eventing (August 2004) “Web Services Eventing (WS-Eventing),” [Online]. Available: <http://specs.xmlsoap.org/ws/2004/08/eventing/WS-Eventing.pdf> [Accessed: May. 3, 2010].
- [22] Beatty, J., et al., “Web Services Dynamic Discovery (WS-Discovery),” [Online]. Available: <http://specs.xmlsoap.org/ws/2005/04/discovery/ws-discovery.pdf> [Accessed: May. 3, 2010].
- [23] Wireless Universal Resource File (WURFL) [Online].Available: <http://wurfl.sourceforge.net/> [Accessed: May. 3, 2010].

- [24] Devices Profile for Web Services [Online]. Available:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Devices\\_Profile\\_for\\_Web\\_Services](http://en.wikipedia.org/wiki/Devices_Profile_for_Web_Services) [Accessed: May. 3, 2010].
- [25] J. Allard, V. Chinta, S. Gundala, and G. Richard “Jini Meets UPnP: An Architecture for Jini/UPnP Interoperability,” in *Proceedings of the 2003 Symposium on Applications and the Internet*, 2003, pp. 268.
- [26] T.F. Abdelzaher and N. Bhatti, “Web Content Adaptation to Improve Server Overload Behavior,” in *The International Journal of Computer and Telecommunications Networking*, Volume 31, Issue 11-16, May 1999.

**ภาคผนวก**

**ภาคผนวก ก : ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่**

1. พัทธ์ชัย เสวตสุนทร และสุนทร วิฑูสูรพจน์, “เทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงเพื่อใช้งานซอฟต์แวร์มัลติมีเดียบนโทรศัพท์เคลื่อนที่” ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8, อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา, ประเทศไทย, 22-23 เมษายน 2553.
2. พัทธ์ชัย เสวตสุนทร และ สุนทร วิฑูสูรพจน์, “การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบริการข้อมูลเว็บอิเล็กทรอนิกส์ให้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายในเครือข่าย UPlnP” ในการประชุมวิชาการผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมกับสมาชิกเครือข่ายอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 27 แห่ง ครั้งที่ 11, อ.เมือง จ.ขอนแก่น, ประเทศไทย, 12 กุมภาพันธ์ 2553.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายพิทักษ์ เสวตสุนทร

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010120125

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2550

### การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

- พิทักษ์ เสวตสุนทร และสุนทร วิฑูสูรพจน์. “เทคนิคการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยตรงเพื่อใช้งานซอฟต์แวร์มัลติมีเดียบนโทรศัพท์เคลื่อนที่” ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8, อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา, ประเทศไทย, 22-23 เมษายน 2553.
- พิทักษ์ เสวตสุนทร และ สุนทร วิฑูสูรพจน์. “การออกแบบและพัฒนาเอเจนต์บริการข้อมูลเว็บอิเล็กทรอนิกส์ให้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายในเครือข่าย UPLP” ในการประชุมวิชาการผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมกับสมาชิกเครือข่ายอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 27 แห่ง ครั้งที่ 11, อ.เมือง จ.ขอนแก่น, ประเทศไทย, 12 กุมภาพันธ์ 2553.