

การพัฒนาระบบให้บริการคิดราคาอินเทอร์เน็ตตามระยะเวลาใช้งาน

ณัฐ กิริธาสำนัต์

หลักสูตรมหาบัณฑิตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

hs9lfj@hotmail.com

สุนทร วิฑูสุรพจน์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

wsuntorn@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการพัฒนาระบบช่วยจัดการข้อมูลใช้งานอินเทอร์เน็ต และคิดราคาตามเวลาที่ใช้งานจริง เพื่อใช้งานกับเครือข่ายส่วนบุคคล ขนาดกลางถึงเล็ก เช่น หอพัก/อพาร์ทเมนต์ ระบบที่ออกแบบพัฒนาขึ้น ใช้ประโยชน์จากซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สต่างๆ เพื่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของระบบมากขึ้น (เช่น FreeRadius เพื่อพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งาน และจับเวลาใช้งาน Captive Portal เพื่อเปลี่ยนทิศทางไปยังเว็บไซต์ที่ต้องการขณะเมื่อเริ่มใช้งาน และ HotCake HotSpot Manager เพื่อจัดการสารบัญผู้ใช้และรายงาน) ต้นแบบระบบซึ่งได้พัฒนาขึ้นตามกรอบพัฒนาซอฟต์แวร์ CakePHP นอกจากนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบลงได้แล้ว ยังทำให้มีคุณลักษณะเทียบเคียงได้กับระบบเชิงพาณิชย์ แต่ด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่ามาก ส่งผลทำให้ได้รับการประเมินจากผู้ใช้งานในระดับที่ดี หลังจากทดลองใช้ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง

Abstract

This paper describes an application of Information Management for Administrating and Charging users for network usages in the medium-sized residential units, e.g. apartments and dormitories. Our preferred approach is to incorporate a number of open source software for building a system with desired features. For instance, FreeRadius for authenticating and monitoring users for their elapsed times of usages, Captive Portal for redirecting the initial screen to a particular site, and HotCake HotSpot for managing user directory and reports. The first prototype of system has been developed using the CakePHP Application Development Framework and shown comparable features like most commercial system, but with a cheaper cost. As a consequence, the system has been received the good result in the evaluation from users.

คำสำคัญ

การคิดราคาใช้งานอินเทอร์เน็ต, ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส

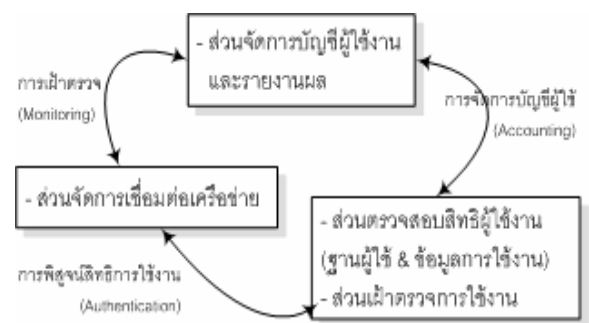
1. บทนำ

ในปัจจุบัน กลไกคิดราคาค่าใช้งานอินเทอร์เน็ตสาธารณะจากผู้ให้บริการ (ISP) นิยมใช้แบบเหมาจ่ายรายเดือนในอัตราเดียว (Flat Rate Charging) [1] โดยไม่สนใจระยะเวลาที่ใช้งานจริง

แม้ว่ากลไกคิดราคาแบบนี้ไม่เป็นธรรม (Unfairness) ต่อผู้ใช้ที่มีทรัพยากรจำกัดรายจ่ายน้อย แต่ก็ช่วยผู้ให้บริการลดภาระการลงทุน/ภาระงาน ที่เกี่ยวกับการคิดราคากับผู้ใช้งานจำนวนมากๆ ในเครือข่ายสาธารณะได้ อย่างไรก็ตาม ในบริบทของเครือข่ายส่วนบุคคล/องค์กร ซึ่งจำนวนผู้ใช้และปริมาณทรัพยากรที่ดูแล/จัดการมีน้อยกว่ามาก จึงควรพิจารณาสนับสนุนให้มีการนำกลไกคิดราคาการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบอื่นๆ เข้ามาใช้งาน เช่น การคิดตามระยะเวลาที่ใช้งานจริง (Time-based Charging) หรือตามปริมาณจราจรที่ใช้งาน (Usage-based Charging) เป็นต้น ซึ่งไม่เพียงสร้างความเป็นธรรมต่อผู้ใช้งานเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้ใช้ทรัพยากรเครือข่ายที่มีจำกัดตามสภาพการใช้ที่เป็นจริงของผู้ใช้แต่ละรายมากขึ้นด้วย [2]

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

มูลเหตุจูงใจของงานพัฒนานี้เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ทางด้านราคาของซอฟต์แวร์ช่วยจัดเก็บและคิดคำนวณค่าบริการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์จะพบว่ามีความสูง ไม่จูงใจให้ซื้อเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาแยกหน้าที่ทำงานภายในระบบออกเป็นส่วนๆ แล้ว (ดูรูปที่ 1) พบว่ามีความเป็นไปได้มาก ที่จะพัฒนาระบบ “ต่อยอด” จากการรวมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เครือข่าย และซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส



รูปที่ 1 หน่วยการทำงานภายในระบบ

หลายๆ ตัว เพื่อให้มาทำงานร่วมกันสำหรับจัดเก็บค่าบริการใช้ อินเทอร์เน็ตตามระยะเวลาที่ใช้งานจริงได้ จึงลดภาระต้นทุน การผลิต (เช่น จำนวนคน และระยะเวลา) ลงได้อย่างมาก

2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เครือข่าย

แม้ว่าราคาอุปกรณ์เครือข่ายทั้งแบบใช้สายและไร้สาย จำพวก สวิตช์ (Switch) และแอ็กเซสพอยต์ (Access Point) จะถูกลง กว่าเดิมมาก (3 พันบาทขึ้นไป) แต่ก็รองรับคุณลักษณะตาม มาตรฐาน 802.1x สำหรับการพิสูจน์ตัวตน ซึ่งมีความจำเป็น ต่อการใช้งานภายในระบบการคิดค่านานค่าใช้งานนี้

2.2 ซอฟต์แวร์ช่วยงานแบบโอเพ่นซอร์ส

ซอฟต์แวร์เหล่านี้ต่างล้วนแพร่หลายอยู่เดิมแล้ว เพียงแต่ขาด ตัวเชื่อมประสานให้เป็นไปตามแนวทางที่ต้องการเท่านั้น

2.2.1 Freeradius [3]

เป็นซอฟต์แวร์จำพวก RADIUS (Remote Access Dialing User Service) ทำหน้าที่ซึ่งเรียกโดยย่อว่า AAA ได้แก่ ก) การ ยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน (Authentication) ข) รับรองสิทธิ์การใ้ งาน (Authorization) และค) บันทึกการใช้งาน (Accounting) ดังนั้น ซอฟต์แวร์นี้จึงเป็นหัวใจของระบบ เนื่องจากทำให้ทราบ ถึงรายละเอียดการใช้งานต่างๆ ของผู้ใช้แต่ละราย เช่น จำนวน ของแพ็กเก็ตส่งหรือรับ และระยะเวลาที่ใช้งานโดยรวม เป็นต้น

2.2.2 Chillispot [4]

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคนิค Captive portal ซึ่งสามารถช่วยให้ ผู้ใช้จากอุปกรณ์สวิตช์และแอ็กเซสพอยต์ เข้าถึงเว็บเพจที่ ต้องการสำหรับล็อกอินเข้าสู่ระบบ ก่อนที่จะใช้งานอื่นๆ ต่อไป ดังนั้น จึงต้องทำงานร่วมกับเซิร์ฟเวอร์ AAA อีกทอดหนึ่ง

2.2.3 CakePHP [5]

เป็นซอฟต์แวร์ตัวช่วยที่ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมภาษา PHP สามารถสร้างเว็บแอปพลิเคชันให้สำเร็จได้รวดเร็วขึ้น (Rapid Development Framework) โดยนำเทคนิค MVC (Model-View-Controller) เข้ามาใช้งาน จึงทำให้ง่ายและสะดวกต่อ การเพิ่มเติม จัดการ และบำรุงรักษาโปรแกรมในภายหลัง

2.2.4 HotCakes Hotspot Manager [6]

เป็นซอฟต์แวร์ที่มีพื้นฐานของ CakePHP แต่ช่วยสนับสนุนงาน พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจุดให้บริการของเครือข่ายไร้สาย (Hotspot) โดยตรง เนื่องจากได้เตรียมโมดูลช่วยงานสำคัญๆ

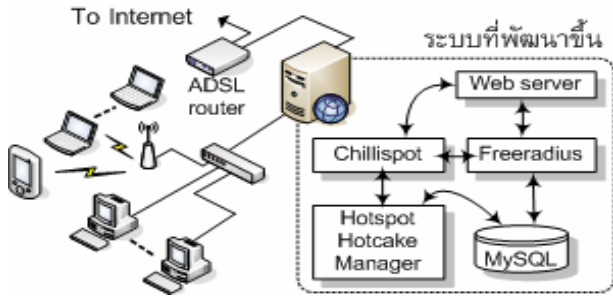
เช่น การประสานงานกับเซิร์ฟเวอร์ AAA เพื่อพิมพ์รายงาน ข้อมูลผู้ใช้ หรือการคิดค่าบริการกับผู้ใช้แต่ละราย เป็นต้น

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แม้ว่าระบบเชิงพาณิชย์ช่วยจัดการข้อมูลใช้งานของผู้ใช้ อินเทอร์เน็ตและช่วยการคิดราคาตามเวลาที่ใช้งาน ซึ่งมี คุณสมบัติคล้ายคลึงกับระบบที่พัฒนาขึ้น จะมีเผยแพร่ใน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ตาม แต่ในที่นี่ได้ศึกษาเปรียบเทียบ เฉพาะผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ชื่อ ซอฟต์แวร์บริหารจัดการ ระบบอินเทอร์เน็ตประสิทธิภาพสูง (NAX Linux authenticate gateway) [7] ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าระบบทั้งสอง มีฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน แต่ในบทความนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นยังขาดส่วนการป้องกันการโจมตีระบบ (Protection) และเครื่องมือช่วยสนับสนุนการออกแบบบัตรเติม เงิน แต่กลับมีข้อดีกว่าตรงที่รองรับการใช้งานได้ทั้งผู้ใช้ที่เป็น แบบจ่ายก่อนใช้ (Pre-paid) และใช้ก่อนจ่าย (Post-paid) นอกจากนั้น เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านการรองรับจำนวน ผู้ใช้หลายๆ พร้อมกัน แม้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะยังไม่ได้รับการ ทดสอบ แต่โดยหลักการแล้ว คาดว่าจะเป็นผลจากปัจจัยด้าน สมรรถนะของฮาร์ดแวร์ต่างๆ เป็นสำคัญ เช่น 1) ความเร็วการ ประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ และการ์ดเครือข่ายที่นำมาใช้ เพื่อทำเซิร์ฟเวอร์ และ 2) ความเร็วของหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำในอุปกรณ์เครือข่าย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	ระบบเชิงพาณิชย์	ระบบที่พัฒนาขึ้น
การจัดการผู้ใช้ (User management)	มี	มี
ไฟร์วอลล์ (Firewall)	มี	มี
การป้องกันการโจมตี แบบต่างๆ (Protection)	มี	ไม่มี
เครื่องมือช่วยออกแบบ บัตรเติมเงิน (Designer)	มี	ไม่มี
ระบบเติมเงิน	มี (เฉพาะแบบPre-paid)	มี (แบบ Pre-paid และ Post-paid)
การควบคุมแบนวิดท์ เครือข่ายของผู้ใช้งาน	มี	มี
การรองรับผู้ใช้พร้อมกัน	250 – 1000 คน (ขึ้นกับรุ่นของผลิตภัณฑ์)	ไม่มีข้อมูล (Not Available)



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบ

4. รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

จากหน่วยการทำงานของระบบในรูปที่ 1 ข้างต้น ประกอบด้วย

- ส่วนที่ 1 จัดการควบคุมเพื่อเข้าใช้งานระบบ ถือเป็นด่านแรก ที่จะดำเนินการเมื่อมีผู้ใช้งานประสงค์จะเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยได้ออกแบบให้ดำเนินการผ่านทางหน้าเว็บเพจเริ่มต้น (Initial Web Page) ซึ่งภายหลังจากจะส่งต่อข้อมูลผู้ใช้ (เช่น ชื่อ และรหัสผ่าน เป็นต้น) ให้กับส่วนทำงานอื่นเพื่อตรวจสอบสิทธิ์ต่อไป
- ส่วนที่ 2 จัดการฐานข้อมูลผู้ใช้และเฝ้าตรวจการใช้งาน มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ เช่น ชื่อ รหัสผ่าน และรายการใช้งานของผู้ใช้จากการเฝ้าตรวจ (Monitoring) เป็นต้น เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบสิทธิ์ เมื่อได้รับการร้องขอจากส่วนทำงานอื่นในภายหลัง
- ส่วนที่ 3 จัดการบัญชีผู้ใช้และการรายงานผล มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับส่วนอินเทอร์เน็ตเฟสกับผู้บริหารระบบ เพื่อทำคำสั่งต่างๆ เช่น การเพิ่ม/ถอนรายการผู้ใช้ รายงานการใช้งานของผู้ใช้ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งคำสั่งเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยังส่วนจัดการฐานข้อมูลผู้ใช้เพื่อดำเนินการอีกทอดหนึ่ง

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากภาพรวมของระบบซึ่งได้กล่าวมาข้างต้น สามารถพิจารณาเลือกนำซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สเข้าทำหน้าที่ในส่วนต่างๆ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ส่วนที่ 1 ได้นำซอฟต์แวร์ Chillispot เข้ามาใช้งานเพื่อจัดการควบคุมเพื่อเข้าใช้งานระบบ ตามข้อมูลที่ได้อธิบายข้างต้นในหัวข้อ 2.2.1 จะมีการกำหนดค่าเพื่อจุดประสงค์ 2 อย่างคือ a) ต้องการให้ผู้ผู้ใช้แสดงตนผ่านทางหน้าเว็บ

ล็อกอิน (Web Log in) ก่อนเข้าสู่ระบบ และ b) กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเซิร์ฟเวอร์ Freeradius ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการประสานงานร่วมกัน ดังนั้น จึงต้องแก้ไขข้อมูลภายในไฟล์ /etc/chilli.conf เพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการทั้งสองข้างต้น โดยสรุปจะแก้ไขในส่วนของ net, domain, uanmlisten, uamallowed และแก้ไขไฟล์ /etc/freeradius/clients.conf เพื่อที่จะทำให้ Chillispot รู้จักแอดเดรสของ Freeradius (ซึ่งคือ localhost เนื่องจากซอฟต์แวร์ทั้งคู่ทำงานอยู่ในเครื่องเดียวกัน) โดยกำหนดให้ client 127.0.0.1 มีค่า secret = radiussecret

- ส่วนที่ 2 ได้นำซอฟต์แวร์ Freeradius เข้ามาใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ a) เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน และ b) เพื่อเฝ้าตรวจการใช้งานของผู้ใช้ต่างๆ อย่างไรก็ตาม แต่เดิมนั้นการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานจะตรวจสอบจากไฟล์ข้อมูล (แบบตัวอักษร) แต่ในที่นี้ได้เลือกให้ดำเนินการ ผ่านตัวจัดการฐานข้อมูลโอเพ่นซอร์ส MySQL ทำให้ต้องแก้ไขข้อมูลในไฟล์ /etc/radius.conf ในส่วนของ authorize จาก files ให้เป็น sql และตามด้วยชื่อ radius เป็นฐานข้อมูลที่ต้องการ ภายในประกอบด้วยตารางข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางข้อมูลที่ใช้ร่วมกับ Freeradius

ชื่อตาราง	ความหมาย
radcheck	ตารางเก็บรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน
radreply	ตารางเก็บรูปแบบการตรวจสอบ
radacct	ตารางเก็บรายละเอียดการใช้งานของผู้ใช้

ตารางที่ 3 ตารางข้อมูลพิเศษของ HotCake Hotspot

ชื่อตาราง	ความหมาย
account_types	ประเภทบัญชีการจ่ายเงิน
billing_plans	รูปแบบการให้บริการเครือข่าย
invoices	รายละเอียดใบเสร็จการใช้งาน
payment_methods	ประเภทการชำระเงิน
permanent_users	รายละเอียดผู้ใช้งานรายเดือน
received_payments	รายการการรับชำระเงิน

- ส่วนที่ 3 ใช้ซอฟต์แวร์ HotCake Hotspot Management เข้ามาดำเนินการเพื่อจัดการบัญชีผู้ใช้และรายงานผล โดยประสานงานกับ Freeradius อีกทอดหนึ่ง ซึ่งในที่นี้เป็น การค้นหาข้อมูลจากตารางข้อมูลพิเศษที่ HotCake Hotspot เพิ่มเติมขึ้นใช้งานเองภายในฐานข้อมูล radius (ดูตารางที่ 3 ประกอบ) นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์นี้ยังช่วยให้ กำหนดการควบคุมอื่นๆ ให้กับ Chillispot ผ่านทาง พารามิเตอร์พิเศษ (ดูตัวอย่างในตารางที่ 4) เช่น การ กำหนดอัตราแบนวิดท์ให้ผู้ใช้งาน หรือ ระยะเวลาที่ ยินยอมให้ใช้งานได้ เป็นต้น

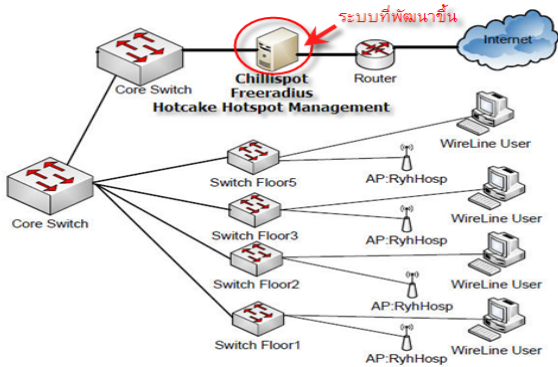
ตารางที่ 4 ตัวอย่างคุณลักษณะควบคุมของ Chillispot [3]

Attribute	Type	Comment
User-name	String	Full username entered by user.
Session-Timeout	Integer	Logout once session timeout is reached (seconds)
WISPr-Location-ID	String	Location ID is set to the radius location id
WISPr-Bandwidth-Max-Up	Integer	Maximum transmit rate (b/s).
WISPr-Bandwidth-Max-Down	Integer	Maximum receive rate (b/s).
WISPr-Session-Terminate-Time	Integer	The time when the user should be disconnected

5. การทดสอบการใช้งาน

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของระบบในสภาพแวดล้อมจริง ได้นำต้นแบบระบบ ไปใช้งานกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่ง ประสงค์จะนำระบบที่ออกแบบนี้ ไปใช้สำหรับบริหารจัดการ ผู้ใช้ (ภายในห้องพักรักษาผู้ป่วยของโรงพยาบาล) และเรียก เก็บค่าใช้บริการเครือข่าย ของโรงพยาบาลตามเวลาที่ใช้จริง



รูปที่ 3 สภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบ

จากรูปที่ 3 ระบบต้นแบบซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ Ubuntu ถูกนำไปติดตั้งเพิ่มบริเวณระหว่างอุปกรณ์ สวิตช์แกนหลัก (Core Switch) และเกตเวย์ (ADSL Router) ของเครือข่ายฯ ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครื่อง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบต้นแบบนั้น ยังได้มีซอฟต์แวร์บริการ อื่นๆ ติดตั้งและทำงานร่วมด้วย เช่น บริการแจกหมายเลขไอพี อัตโนมัติ (DHCP) บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และ ไฟร์วอลล์ (FireWall) เป็นต้น

ในเครือข่ายฯ ของโรงพยาบาลนั้น คอมพิวเตอร์ไหนดูแบบไร้ สายทั้งหมดจะทำงานผ่านอุปกรณ์แอกเซสพอยต์ ซึ่งติดตั้งอยู่ ตามจุดให้บริการตามชั้นต่างๆ แต่ได้กำหนดชื่อของการเรียกใช้ อุปกรณ์ไร้สาย (ssid) เป็นชื่อ RyhHosp เหมือนกันทั้งหมดเพื่อ ประโยชน์ในการทำโรมมิ่งระหว่างชั้นอาคาร ส่วนคอมพิวเตอร์ อื่นๆ แบบใช้สายจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสวิตช์ย่อยๆ ในแต่ละชั้น อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเครื่องคอมพิวเตอร์แบบใช้สาย หรือไร้สาย ก็ไม่ต้องการซอฟต์แวร์พิเศษใดๆ ติดตั้งลงไปก่อนเลย ยกเว้น เพียงโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งจะปรากฏเว็บเพจเริ่มต้นขึ้น เมื่อเริ่มการล็อกอิน ดังแสดงเป็นตัวอย่างในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าเว็บเริ่มต้นเพื่อการล็อกอิน

สำหรับผู้ดูแลระบบนั้น จะใช้การเรียกผ่านเว็บเบราว์เซอร์เช่นกัน ที่ <http://<ip address>/cake/hotcakes> ซึ่งเมื่อแสดงหน้า เว็บหลัก (ดังในรูปที่ 5) แล้ว ก็สามารถใช้คำสั่งอื่นๆ ได้ต่อไป



รูปที่ 5 ตัวอย่างเว็บเพจเริ่มต้นเพื่อการล็อกอิน

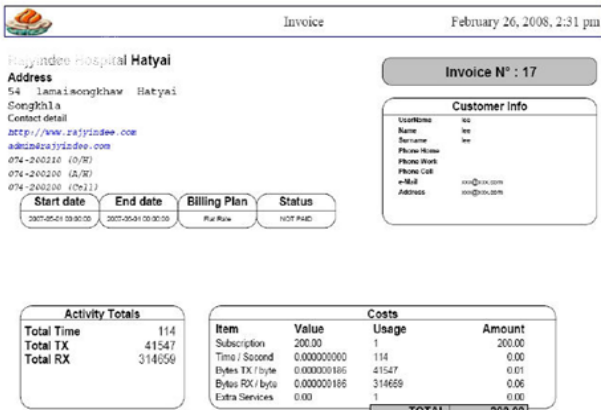
ตารางที่ 5 ตัวอย่างคำสั่งจากหน้าหลักของระบบพัฒนา

รายการ	คำอธิบาย
Home	แสดงหน้าหลักของระบบ
Users	จัดการผู้ใช้และดูข้อมูลเฝ้าตรวจการใช้งาน
Invoices	จัดการใบเสร็จ และการชำระเงิน
HelpDesk	บริการช่วยแก้ปัญหาในการใช้งาน
Profiles	กำหนดโพรไฟล์ประเภทของการใช้งาน
Settings	กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ในระบบ
Documents	อธิบายการใช้งานระบบ
About	อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับระบบ

ในตารางที่ 5 แสดงคำสั่งจากหน้าหลักทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดของบทความ ขอยกตัวอย่างรายการใช้งานและใบเสร็จเพื่อชำระเงินของผู้ใช้ตัวอย่างแบบ Flat rate ที่นิยมกัน (แม้ว่าจะรองรับแผนการจ่ายเงินแบบอื่นๆ ได้ก็ตาม) ดังรูปที่ 6



(ก) ตัวอย่างรายการใช้งานของผู้ใช้ lee



(ข) ตัวอย่างรายการใบเสร็จของผู้ใช้ lee

รูปที่ 6 รายการใช้งานและใบเสร็จที่ได้จากระบบ

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบระบบ [8] พบว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และยังได้จัดทำแบบประเมินผล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและวัดระดับความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบทดสอบในโรงพยาบาล เป็นระยะประมาณ 1 เดือน ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผู้ดูแลระบบ (จำนวน 2 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ (ส่วนผู้ดูแลระบบ)	4.20	0.46	ดี
1.1 ความเหมาะสมของหน้าสื่ออื่น เพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ต	4.00	0.00	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อสื่ออื่นไม่สำเร็จ	4.00	0.00	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงไปกดปุ่มเพิ่มเติม	4.50	0.70	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ดูแลระบบ)	4.13	0.35	ดี
2.1 ความเหมาะสมของหน้าจัดการระบบ	4.00	0.00	ดี
2.2 ความน่าเชื่อถือของระบบในการกำหนดผู้ใช้งาน	4.50	0.70	ดี
2.3 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	4.50	0.70	ดี
2.4 ความถูกต้องในการติดตามเวลาการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3.50	0.70	ดี

กลุ่มที่ 2 ผู้ใช้งานเครือข่ายแบบไร้สาย (จำนวน 8 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ	3.90	0.37	ดี
1.1 ความเหมาะสมของหน้าสื่ออื่น เพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ต	4.00	0.60	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อสื่ออื่นไม่สำเร็จ	3.70	0.50	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงไปกดปุ่มเพิ่มเติม	4.00	0.00	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ใช้ระบบ)	3.80	0.40	ดี
3.1 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	3.80	0.40	ดี

กลุ่มที่ 3 ผู้ใช้งานเครือข่ายแบบใช้สาย (จำนวน 2 คน)

รายการประเมินผล	ประสิทธิภาพ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
การประเมินส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ	4.33	0.47	ดี
1.1 ความเหมาะสมของหน้าสื่ออื่น เพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ต	4.50	0.70	ดี
1.2 ความเหมาะสมของหน้าแสดงข้อผิดพลาดเมื่อสื่ออื่นไม่สำเร็จ	4.00	0.00	ดี
1.3 การใช้งานง่ายโดยไม่ต้องลงไปกดปุ่มเพิ่มเติม	4.50	0.70	ดี
การประเมินส่วนประสิทธิภาพของระบบ (ส่วนผู้ใช้ระบบ)	4.00	0.00	ดี
3.1 ความน่าเชื่อถือของระบบในการตรวจสอบผู้ใช้งาน	4.00	0.00	ดี

สรุปผลโดยรวมจากการวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบพบว่าการยอมรับในส่วนของติดต่อกับผู้ใช้ และประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี ในส่วนข้อเสนอแนะที่ได้รับคือ ในส่วนของการจัดการระบบควรที่จะเป็นภาษาไทยให้มากกว่านี้ เพราะจะทำให้ผู้ดูแลระบบเข้าใจ และเข้าถึงระบบได้มากกว่านี้ในส่วนของความพึงพอใจในการของผู้ใช้งาน จากแบบสอบถามที่ได้สอบถามกับผู้ใช้งานเครือข่าย ล้วนพึงพอใจที่ไม่จำเป็นต้องลงไม่ต้องติดตั้ง ซอฟต์แวร์เพิ่มเติมใดๆ ในเครื่องของผู้ใช้งาน ยกเว้นเว็บเบราว์เซอร์ ส่วนของผู้ดูแลระบบก็มีความพึงพอใจในระดับมาก เพราะสามารถที่จะควบคุมการใช้งานผู้ใช้งาน รวมถึง สามารถเก็บค่าบริการการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้

6. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายอย่างเป็นธรรมตามระยะเวลาที่ใช้จริง ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล/องค์กร แทนที่จะเป็นแบบเหมาจ่ายรายเดือนเช่นในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาธารณะ นอกจากนี้ ยังได้อธิบายและแนะนำให้เห็นว่าซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์สใดที่สามารถจะนำมาใช้สนับสนุนงาน หรือช่วยการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบดังกล่าวได้บ้าง แม้ว่าต้นแบบของระบบที่พัฒนาด้วยภาษา PHP จะได้นำไปทดสอบเบื้องต้นในสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง และได้ผลการประเมินจากกลุ่มประชากรผู้ใช้เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตาม การทดสอบเชิงประสิทธิผลภาพระบบโดยรวมก็ยังคงเป็นสิ่งจำเป็นและจะต้องดำเนินการต่อไป

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ผลจากการพัฒนาต้นแบบของระบบที่พัฒนาขึ้น ได้พบข้อควรปรับปรุงสำคัญๆ หลายประการ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในลำดับต่อไป ดังนี้

- การติดตั้งระบบค่อนข้างซับซ้อน และยังต้องอาศัยความรู้เชิงเทคนิคในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในไฟล์หลายแห่งได้อย่างถูกต้องอีกด้วย ดังนั้น จึงควรปรับปรุงเพื่อใช้แนวทางจัดการที่สะดวกต่อผู้ใช้งานมากขึ้น
- การนำเสนอข้อมูลภายในหน้าเว็บของระบบต้นแบบปัจจุบันไม่ได้เป็นภาษาไทยทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการดำเนินงาน การปรับปรุงส่วนนี้จะทำให้มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้งานมากขึ้น

- การขยายระบบให้มีการวิเคราะห์กราฟฟิคจราจรที่จัดเก็บภายในระบบอยู่เดิมแล้ว ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Odlyzko, A., Internet pricing and the history of communications, Internet pricing and the history of communications, J. of Computer Networks, Vol. 36, 2000, pp. 493-517.
- [2] Henderson, T., Crowcroft, J., and Bhatti, S., Congestion pricing: Paying your way in communication networks, IEEE Internet Computing, Vol. 5 (5), pp. 85-89.
- [3] Freeradius, <http://freeradius.org/>
- [4] Chillispot, <http://www.chillispot.info/>
- [5] CakePHP, <http://cakephp.org/>
- [6] HotCakes Hotspot Manager, <http://cakeforge.org/projects/hotcakes/>
- [7] NAX Linux authenticate gateway, <http://www.nax.co.th/>
- [8] ธนัชพัทธ์ กริธาสันต์, การจัดการเทคโนโลยี สำหรับการบริหารจัดการและจัดเก็บเงินการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ภายในอาคารห้องพัก, สารนิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พ.ศ. 2550