การพัฒนาระบบโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบ IaaS
Development of Electronic School System on IaaS Cloud Computing

นครินทร์ ปรีชา[1], สมนึก พ่วงพรพิทักษ์[2]
Nakharin Preecha[1], Somnuk Puangpronpitag[2]

บทคัดย่อ
ในปัจจุบันระบบอีเลิร์นนิ่งได้เกิดการพัฒนาและนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม โรงเรียนส่วนมากในประเทศไทยยังไม่พร้อมที่จะรองรับการตั้งระบบศูนย์กลางข้อมูลและการมีเครื่องแม่ข่ายเพื่อใช้สำหรับระบบอีเลิร์นนิ่งของโรงเรียนเอง แต่การที่มีบริการด้าน Cloud Computing เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Infrastructure as a Service: IaaS) โดย IaaS เช่น Amazon EC2 สามารถทำให้โรงเรียนสามารถติดตั้งระบบอีเลิร์นนิ่งได้อย่างสะดวกมากขึ้น แต่ยังไม่มีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการสร้างและใช้งานอีเลิร์นนิ่งบน Cloud Computing แบบ IaaS กับเครื่องแม่ข่ายแบบเดิมเพื่อใช้งานในโรงเรียน ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองระบบ เพื่อหาประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ซึ่งโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยเลย เป็นตัวอย่างกรณีศึกษาในอนาคต

คำสำคัญ: คลาวด์คอมพิวติ้ง ระบบโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์กลางข้อมูลระบบโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์

Abstract
E-learning has been widely deployed to support the academic system for schools. However, most schools in Thailand still have not been ready to provide data center facilities and servers to host their own e-learning system. Due to the widespread of Cloud computing (particularly Infrastructure as a Service: IaaS), the IaaS services such as Amazon EC2 can be deployed to facilitates the e-Learning of the schools. Yet, there have been no known comparative study between IaaS and classical data center in supporting the e-learning for the schools. So, this paper proposes to comparatively study it, in terms of effectiveness, efficiency and cost by using the Princess Chulabhorn's school at Loei Province as a case study.

Keywords: Cloud Computing, E-School, E-School Data Center

บทนำ
ในปัจจุบันการเรียนการสอนในยุคโลกาภิวัฒน์นั้นเน้นให้มีการเรียนการสอนโดยเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้เรียนต้องมีการค้นคว้า ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมนอกจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน นักเรียนสามารถกลับไปค้นคว้าได้จากการใช้งานอินเทอร์เน็ตหลังเลิกเรียนในที่พักอาศัยได้และในบางรายวิชาผู้สอนอาจต้องการให้แหล่งความรู้ การบ้านหรือข้อเสนอแนะจากแหล่งอื่นเพิ่มเติม ดังนั้นการใช้งาน E-Learning จึงเป็นเครื่องมือที่มีสะดวกในการใช้งานสำหรับการเรียนการสอนในปัจจุบัน โดยระบบe-Learning นั้นเป็นระบบเป็นระบบ Learning Management System (LMS)[1]โดยสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ได้จัดทำโครงการพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนและการทำเว็บไซต์โดยสร้างเป็นโปรแกรม OBECLMS[2]แต่ทางสพฐ. ไม่สามารถที่จะพัฒนาระบบโดยมีแนวคิดที่จะมีเครื่องแม่ข่าย (Server) เป็นศูนย์กลางการให้บริการและโรงเรียนที่ต้องการใช้งานระบบ (Client) เข้าไปร้องขอการบริการจากแม่ข่ายได้เนื่องจากเครื่องแม่ข่ายที่สามารถรองรับการใช้งานจากโรงเรียนทั้งหมดรวมทุกเขตประมาณ 30,000 กว่าโรงเรียนนั้นมีความเป็นไปได้ยากที่จะสร้างศูนย์กลางของระบบการศึกษาต้องใช้ทรัพยากรอย่าง

[1] *นิสิตปริญญาโท, [2]อาจารย์, สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *Master student, [2]Lecturer, Department of Computer Science,Faculty of Informatics,Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakham, Thailand 44150*

มหาศาลในการสร้างระบบ วิธีการดำเนินการจึงต้องให้โรงเรียนมีเครื่องแม่ข่ายเป็นของโรงเรียนเอง แต่จากที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้นคือโรงเรียนจะต้องมีการจัดหาระบบเครื่องแม่ข่ายมารองรับระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบ OBECLMS หรือ Learning Management System (LMS)และ Content Management System (CMS) อื่นๆ ก็ตาม ซึ่งต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างระบบแม่ข่ายขึ้นมา โรงเรียนใดที่ไม่มีงบประมานไม่เพียงพอในด้านจำนวนและความรู้ของบุคคลากร ต้องมีการจ้างหรือจัดสรรงบประมานให้เจ้าหน้าที่ไปอบรมเพื่อจะมาดูแลระบบ ทำโรงเรียนเกิดปัญหางบประมาณไม่เพียงพอ

ในปัจจุบัน Cloud Computing มีการให้บริการในลักษณะที่เป็นแบบ PaaS (Platform as a Service), แบบ SaaS (Software as a Service) และแบบ IaaS (Infrastructure as a Service) ซึ่งองค์กรทางด้าน IT ระดับโลกหลายๆ องค์กรก็ปรับลักษณะของมาให้บริการด้าน Cloud Computing เช่น Google, Microsoft และ Amazonเป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเอาระบบ CMS และ LMS มาติดตั้งบนCloud Computing และนำมาใช้แทนเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน โดยจะเปรียบเทียบแม่ข่ายทั้งสองระบบ เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบว่าแตกต่างกันอย่างไร หาประสิทธิผลว่าระบบใช้งานได้ตรงความต้องการของโรงเรียนหรือไม่ และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งทั้งสองระบบ ว่าแบบใดเหมาะสมกับโรงเรียนกรณีตัวอย่าง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Electronic School (e-school)

จากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี การสื่อสารข้อมูลสามารถติดต่อกันและการเข้าถึงแหล่งข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว การเรียนการสอนจึงต้องปรับให้เกิดการเรียนการสอนโดยเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้เกิดแนวคิด การวิเคราะห์ การค้นคว้าด้วยตัวเองมากขึ้น ปัจจุบันสถานศึกษาในประเทศไทยเริ่มมีการใช้งานการเรียนการสอนด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) และเริ่มมีการพัฒนาเว็บไซต์ของโรงเรียนมากขึ้นตามลำดับ โดยมีงานวิจัยในเชิงของการนำระบบ e-Learning มาใช้ในการเรียนการสอน ในงานวิจัย

สุนีย์ศีลพิพัฒน์และคณะ[3]ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ในชุดวิชาเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศโดยใช้ T5 Model มีการทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนและปลายภาคเรียน การทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และมีแบบสังเกตุความประพฤติการเรียนของนักศึกษาในการใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ถนอมพร เลาหจรัสแสงและอุไรวรรณ หาญวงค์[4] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยี e-Learning ประเภทเกมในชั้นเรียน ซึ่งได้ศึกษาและบูรณาการ ICT และการใช้ e-Learning ประเภทเกมในชั้นเรียน โดยการอบรมครูผู้สอนและให้ครูสอนเด็กนักเรียนชั้น ป.5 จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในด้านประสิทธิผลของการบูรณาการในชั้นเรียน

ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทั้งที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้นและงานวิจัยอื่นๆ ได้มีการบูรณาการเรียนการสอนโดยการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น

Cloud Computing

Cloud Computing คือเทคโนโลยีที่สามารถใช้ทรัพยากรได้ตามที่ต้องการ สามารถปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมได้โดยที่ไม่ต้องติดต่อผู้ให้บริการPeter Mell และ Tim Grance[5] ได้กล่าวถึงจุดเด่นของ Cloud Computing ว่าเป็นการจำลองทรัพยากร (Virtual Machine) ตามที่ผู้ใช้บริการร้องขอโดยที่ผู้ใช้จะจ่ายค่าบริการตามทรัพยากรและบริการที่ใช้งานจริงเท่านั้น(Pay-As-You-Go) ผู้ใช้สามารถระบุความต้องการและร้องขอใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ เช่นเครื่องแม่ข่าย และระบบบันทึกข้อมูลที่เป็นเครือข่ายด้วยตนเองได้ทุกเวลา โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากผู้ให้บริการ (On-Demand : Self Service)และมีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว การบริการสามารถเพิ่มและลดขนาดอุปกรณ์ที่ให้บริการลูกค้าตามความต้องการ และ สามารถจัดสรรทรัพยากรได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ผู้ใช้สามารถสั่งให้เพิ่มหรือลดได้ตลอดเวลาตามความต้องการ (Rapid elasticity)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Cloud Computing แบบ IaaS (Infrastructure as a Service) ซึ่ง Mirostและ Krzysztof[6] ได้กล่าวถึงรูปแบบของ Cloud Computing แบบ IaaS (Infrastructure as a Service) หมายถึงบริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นการให้บริการฮาร์ดแวร์สำหรับแม่ข่าย หน่วยจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่ายและระบบรักษาความปลอดภัย ในรูปแบบเวอร์ชวลไลเซชั่น (virtualization) ซึ่งทำให้เราสามารถจัดสรรทรัพยากรได้แบบไดนามิก เช่น การเพิ่ม-ลดขนาดของซีพียู ฮาร์ดดิสก์ หรือ RAM ของเครื่องแม่ข่าย เป็นต้น

Amazon EC2

องค์กรหลายๆ องค์กรได้เปลี่ยนแนวทางมาให้บริการทางด้าน Cloud Computing มากขึ้น เช่น Google, Microsoft

และ Amazon ซึ่งโดย Amazon นั้นได้ปรับเปลี่ยนลักษณะการบริการจากการขายเอกสารและหนังสือบนอินเทอร์เน็ตมาเป็นผู้ให้บริการทางด้าน PublicCloud Computing โดยเรียกว่า Amazon EC2[7] โดยเป็นการให้บริการ Cloud Computing ในลักษณะ IaaS ดังที่ได้กล่าวไปเบื้องต้น ซึ่งสามารถเช่าทรัพยากรได้และจ่ายเท่าที่ใช้จริง

ในปัจจุบันไม่ว่าองค์กรใดก็มีความต้องการทางด้านไอทีสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นองค์กรในภาครัฐบาลหรือเอกชนก็ตาม ประกอบกับการที่ภาวะเศรษฐกิจที่ไม่มีความคล่องตัวในปัจจุบันทำให้ Cloud Computing ถือเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจที่จะนำมาสร้างเป็นระบบแม่ข่าย แต่ยังไม่มีการศึกษาว่า Cloud Computing นั้นเหมาะสมหรือไม่ที่จะนำมาใช้กับโรงเรียน ทั้งในแง่ของความต้องการและความพร้อมของโรงเรียน ประสิทธิภาพหรือแม้แต่ความปลอดภัยของข้อมูลหลังจากที่เปลี่ยนไปใช้ Cloud Computing ซึ่งในการศึกษานี้จะเป็นการศึกษาการนำ Cloud Computing เข้าไปใช้กับโรงเรียนเพื่อเป็นแนวทางให้กับโรงเรียนให้เป็น e-School หรือแม้แต่องค์กรอื่นๆเช่นกัน

แรงจูงใจในการทำงานวิจัย

ด้านฟังก์ชันการใช้งาน

อย่างที่ทราบกันดีว่าการจัดทำระบบแม่ข่ายเพื่อใช้ในโรงเรียนหรือองค์กรนั้นย่อมมีค่าใช้จ่ายที่สูงในการติดตั้งหรือจัดซื้อจัดจ้าง โรงเรียนที่มีงบประมาณน้อยย่อมติดตั้งลำบาก แต่การที่มีระบบ Cloud Computing แบบ IaaS เกิดขึ้นมา ซึ่งเป็นลักษณะของการเช่าทรัพยากรแทนที่การซื้อขาดมาอาจจะเป็นจุดที่ทำให้โรงเรียนที่มีงบประมาณน้อยสามารถจัดตั้งระบบแม่ข่ายเสมือนได้ และข้อได้เปรียบของ IaaS คือความสามารถในการปรับแต่งหรือยืดหยุ่นของทรัพยากรได้อย่างอิสระโดยผู้ใช้เอง (Flexibility) เช่นณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่มีผู้ใช้งานมากขึ้นก็สามารถปรับทรัพยากรขึ้นได้เพื่อรองรับและสามารถปรับลดได้เมื่อมีผู้ใช้งานระบบลดลง

อีกปัจจัยในด้านการใช้งานของ IaaS คือการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง ใน Cloud Computing นั้นเป็นการเช่าทรัพยากรดังนั้นผู้ใช้บริการไม่มีความจำเป็นต้องเสียเวลาในการดูแลรักษาหรือซ่อมบำรุงทรัพยากรแต่อย่างใด ผู้ให้บริการมีหน้าที่ดูแลในส่วนนี้อยู่แล้ว เพิ่มความสะดวกในการทำงานของผู้ดูแลระบบได้

ประสิทธิภาพของระบบ IaaS

ในการจะนำ IaaS เข้ามาใช้งานแทนเครื่องแม่ข่ายจริงของโรงเรียนนั้นในแง่ของการนำ IaaS เข้ามาใช้ทดแทนทรัพยากรของระบบควรจะมีความใกล้เคียงกันหรือเท่ากันเพื่อประสิทธิภาพที่ไม่ด้อยลงไปกว่าปกติ แต่ในการทำงานจริงของระบบเกิดคำถามขึ้นว่าเครื่องแม่ข่ายจริงที่ซื้อไปติดตั้งในโรงเรียน ผู้ใช้งานในโรงเรียนได้ใช้เต็มประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่ายหรือไม่ ถ้าไม่เต็มประสิทธิภาพก็อาจเกิดความไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนจัดซื้อเครื่องแม่ข่ายเข้ามา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงอยากทดลองใช้ IaaS ที่มีทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ (Instance) น้อยที่สุดของ Amazon EC2 (สามารถใช้ได้ฟรี 1 ปี) เรียกว่า t1.Micro ในงานวิจัยนี้อยากทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานจริงภายในโรงเรียน t1.Micro สามารถรองรับการใช้งานได้จริงหรือไม่ ซึ่งยังไม่ได้มีการศึกษา

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการนำ Cloud Computing แบบ IaaS ไปประยุกต์ใช้กับโรงเรียนเพื่อวัดประสิทธิภาพของเทคโนโลยี Cloud Computing ว่ามีประสิทธิภาพที่เพียงพอต่อการใช้งานในโรงเรียนหรือไม่ ซึ่งมีกระบวนการศึกษาคือ การเลือก Cloud Computing ที่จะนำมาทดสอบ โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ของ Amazon EC2 เนื่องจาก Amazon EC2 มีความสามารถปรับยืดหยุ่นขีดจำกัดของระบบไปตามความต้องการของผู้ใช้ได้ มีแม่ข่ายให้บริการกระจายไปยังจุดต่างๆ ของโลก และการคิดค่าบริการตามที่ผู้ใช้งานเท่านั้น จึงเป็นปัจจัยให้งานวิจัยนี้เลือก Amazon EC2 เป็น Cloud Computing

การเลือกโรงเรียนกรณีศึกษา

ในการศึกษานี้ต้องมีการเลือกโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่งมาเป็นกรณีศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของ Cloud Computing แต่การเลือกโรงเรียนกรณีศึกษานั้นมีข้อจำกัดคือโรงเรียนต้องมีเครื่องแม่ข่ายเป็นของโรงเรียนเองเพื่อที่จะนำไปวัดประสิทธิภาพกับ Cloud Computing และมีแผนกที่ดูแลระบบแม่ข่าย โดยผู้ทำการศึกษาต้องการที่จะสอบถามข้อมูลในเชิงลึกในแง่ของการประยุกต์นำไปใช้ โดยการสำรวจหาโรงเรียนกรณีศึกษาด้วยวิธีการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นไปยังโรงเรียนในจังหวัด

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลยเป็นโรงเรียนที่มีความเหมาะสมเนื่องจากเป็นโรงเรียนประจำและสามารถไปกลับได้ สภาวะแวดล้อมในการเรียนการสอนมีระบบแม่ข่าย e-Learning และระบบแม่ข่ายเว็บไซต์ของโรงเรียนมีอินเทอร์เน็ตรองรับการเรียนการสอนตลอดเวลา อีกทั้งมีอาจารย์ผู้ดูแลระบบที่มีความสามารถดูแลระบบ ผู้ทำการศึกษาจึงเลือกโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลยเป็นโรงเรียนกรณีศึกษา

การสังเกตุการณ์

ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ IaaS ของ Amazon EC2 และเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน จึง

ต้องมีการสังเกตุการณ์ทั้ง IaaS และโรงเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของโรงเรียนว่าเป็นลักษณะของเครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายอย่างไร การใช้งานเครือข่ายของนักเรียนและครูอาจารย์ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบวิธีการทดลอง โดยจะสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่สามารถตัดสินใจเลือกใช้ระบบแม่ข่ายของโรงเรียนได้ ซึ่งใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสัมภาษณ์เป็นรองผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้ดูแลระบบเครือข่ายของโรงเรียน และครูผู้ใช้ระบบ

การทดลองวัดประสิทธิภาพ

ในการทดลองจะเป็นการวัดประสิทธิภาพระหว่างการใช้ IaaSเป็นเครื่องแม่ข่ายกับการใช้เครื่องแม่ข่ายจริง โดยแม่ข่ายทั้งสองระบบนั้นจะมีการติดตั้ง ระบบ LMS และ CMS โดยจะใช้ Moodle และ Joomla ติดตั้งลงไปยังแม่ข่ายทั้งสองแบบ[8] โดยมีรายละเอียดของแม่ข่ายทั้งสองระบบดัง Table 1

Table 1 Server Specification of IaaS and Native Server

Server	IaaS	Native
CPU	2.5 GHz	3.10 GHz
CPU Core	1	4
Storage	EBS 30GB	1 TB
RAM	1 GB	4 GB

1. ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 14.04 LTS และ LAMP Server ลงใน IaaS แบบ Free Tier Instance ของ Amazon EC2 ที่เตรียมไว้และบนเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน

2. ติดตั้งระบบ LMS และ CMS ลงไปยัง IaaS และเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน

3. วัดประสิทธิภาพของระบบทั้ง 3 ด้านลงใน Iaa Sและเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน ด้านการประมวลผลของหน่วยประมวลผล ใช้โปรแกรม Unixbenchในด้านประสิทธิภาพทางการเก็บข้อมูลใช้โปรแกรม Bonnie++ ด้านการรับส่งข้อมูลใช้โปรแกรม iperf

4. การวัดประสิทธิภาพในแต่ละด้านจะวัดประสิทธิภาพเป็นจำนวน 30 ครั้งและหาค่าความเชื่อมั่น 95% โดยจะมีในการวัดประสิทธิภาพด้านการรับส่งข้อมูลที่ต้องมีการวัดประสิทธิภาพเพื่อหา Bandwidth และ Transfer Rate ในการใช้งานทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน

ประสิทธิผลของระบบ

ทฤษฎีด้านต้นทุนการลงทุนที่นำมาศึกษาแนวทางการวิเคราะห์และตัดสินใจด้านต้นทุนของการลงทุน ได้แก่ ต้นทุนทั้งหมดของความเป็นเจ้าของ เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนของการลงทุน ซึ่งจะได้เป็นข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์การตัดสินใจของผู้มีอำนาจตัดสินใจ ในการลงทุนใช้ Cloud Computing เพื่อใช้กับระบบเครื่องแม่ข่ายที่ใช้เป็นระบบศูนย์กลางข้อมูล โดยจะใช้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก(In-Depth Interview) โดยผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) โดยจะสัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียนเนื่องจากเป็นผู้ที่สามารถตัดสินใจเลือกได้ว่าจะใช้ระบบใดในโรงเรียนได้ สัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและครูผู้ทดลองใช้ระบบ ว่าการใช้งานระบบมีผลอย่างไร เพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ ผลสัมฤทธิ์ของการทำงานของระบบเป็นอย่างไร

ผลการทดลอง

ในการติดตั้งระบบลงในแม่ข่ายทั้งสองแบบ ได้ให้ผู้ดูแลระบบเครือข่ายของโรงเรียนทดสอบการติดตั้งโดยอันดับแรกได้มีการติดตั้งระบบปฏิบัติการลงในแม่ข่าย ซึ่งพบว่าการติดตั้งระบบปฏิบัติการใน IaaSทำได้สะดวกกว่าบนแม่ข่ายจริง เพียงแค่เลือกระบบปฏิบัติการที่ต้องการได้จากบนเว็บเบราว์เซอร์ทันที ไม่ต้องมีแผ่นติดตั้งดัง Figure 1

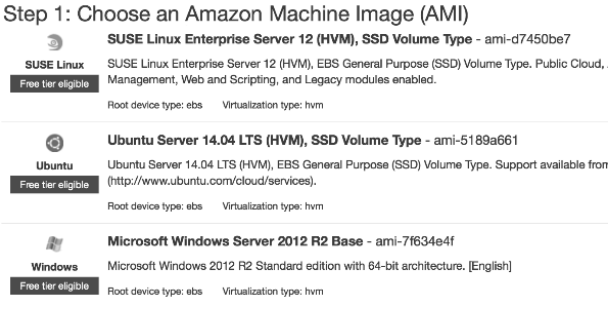

Figure 1 Installing OS in EC2

ใน IaaS ของ Amazon EC2 จะมีไฟล์ที่มีไว้สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการอยู่ภายใน IaaS คือไฟล์ที่เรียกว่า Amazon Machine Image (AMI) ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการได้อย่างสะดวกขึ้น ด้านการติดตั้ง LAMP Server, Moodle และ Joomla ใช้การติดตั้งโปรแกรมแบบ Command Line จากในระบบปฏิบัติการ Ubuntu เหมือนกันทั้งสองแม่ข่าย การทดลองนี้จะแบ่งระบบออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรก IaaS (Infrastructure as a Service) บน Cloud Computing ของ Amazon EC2 และส่วนที่ 2 คือระบบที่ใช้เครื่องแม่ข่าย การติดตั้ง E-Learning บน Cloud Computing เบื้องต้นสร้าง

Instance ของ Amazon EC2 แบบ t1.micro การตั้งค่าต่างๆ นั้น จะมีค่าพื้นฐานการใช้งานที่ Instance สามารถรัน Service ได้ แต่ต้องเพิ่ม Service HTTP ใน Security Group เพื่อให้เว็บเบราว์เซอร์สามารถรัน HTTP ได้ ในการติดต่อ Instance โดยต้องมีการใช้ Private Key ที่สร้างขึ้นเพื่อยืนยันตัวผู้ที่จะเข้าสู่ Instance โดยผ่าน Protocol SSH ติดตั้ง LAMP Server (Apache PHP, MySql) และมีการติดตั้งบริการMoodle และเว็บไซต์ของโรงเรียนโดย Moodle จะติดตั้งในไดเรกทอรี่ชื่อว่า Moodle ส่วนเว็บไซต์ของโรงเรียนนั้นจะเรียกใช้ผ่านชื่อโดเมนเว็บไซต์ ในการ Configuration เซิร์ฟเวอร์โดยจัดการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ได้ที่ https://aws.amazon.com/ เรียกว่า "Dashboard" ของผู้ให้บริการซึ่งสามารถจัดการ Instance ทั้งหมดได้โดยการใช้ Public DNS จะทำหน้าเสมือนเป็นโฮสต์ให้กับแม่ข่าย

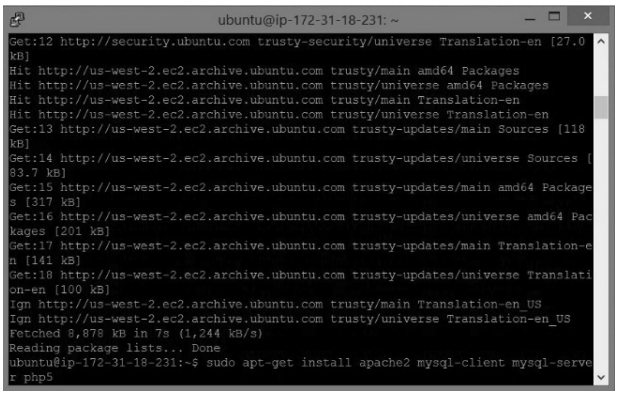

Figure 2 Installing Apache on Server

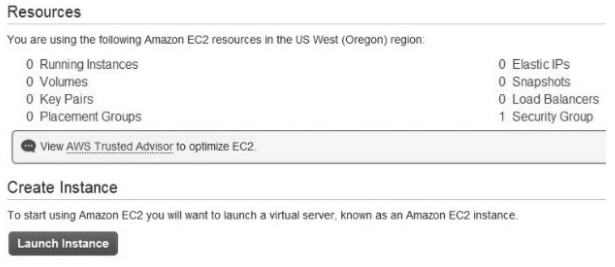

Figure 3 Amazon EC2 Dashboard

ประสิทธิภาพทางด้านการประมวลผล

เริ่มต้นการวัดประสิทธิภาพของ IaaS และแม่ข่ายของโรงเรียน หลังจากที่ได้ติดตั้ง Moodle และ Joomla ใน Instance แบบ t1.micro ของ Amazon EC2 การวัดประสิทธิภาพด้านการประมวลผลของ CPU โปรแกรม UnixBench จะจำลองการทำงานให้แก่ CPU ในด้านต่างๆ CPU ประมวลผลและคำนวนออกมาเป็นคะแนนในแต่ละงาน จากนั้นนำคะแนนในแต่ละงานมารวมกันเป็น Score Index ซึ่ง Score Index จะเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านการประมวลผลของ CPU ในทุกๆ ด้านโดยวัดค่าเพื่อหา Score Index ทั้งหมด 30 ครั้ง โดยแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95%เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผล

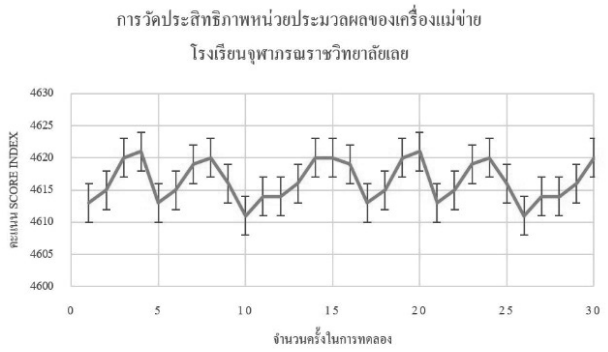

Figure 4 Efficiency CPUScores Index of Native Server

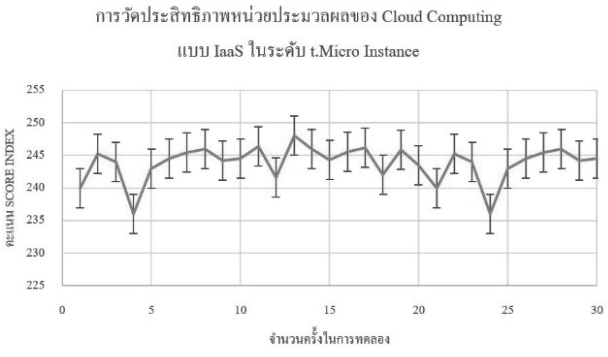

Figure 5 Efficiency CPUScores Index of t1.Micro EC2

จาก Figure 4 และ Figure 5 แสดงให้เห็นถึงScore Index คือประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลของ CPU โดยโปรแกรม Unixbenchจะจำลองการประมวลผลให้ CPU ทำงานในด้านต่างๆ โดยจะทดสอบทั้ง IaaS และแม่ข่ายจริง จากการทดสอบทั้งหมด 30 และนำคะแนน Score Index มาหาค่าเฉลี่ยภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% โดย IaaS ได้คะแนนอยู่ที่ 236 – 248 น้อยกว่าแม่ข่ายจริงที่ได้คะแนนที่ 4611 – 4621 ซึ่งระบบแม่ข่ายจริงได้คะแนนสูงกว่าหมายความว่าระบบแม่ข่ายจริงมีประสิทธิภาพการประมวลผลที่สูงกว่าระบบ IaaS ซึ่งได้คะแนนน้อยกว่า

ประสิทธิภาพด้านการจัดเก็บข้อมูล

ในส่วนของประสิทธิภาพด้านการเก็บข้อมูลจะใช้โปรแกรม Bonnie++ เป็นโปรแกรมทดสอบระบบการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งจะจำลองสร้างไฟล์ โดยจะถูกจัดเก็บไว้ในพื้นที่จัด

เก็บข้อมูลเพื่อทดสอบการจัดเก็บและอ่านข้อมูลจากพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่เป็นทั้งตัวอักษร บล็อกข้อความ รวมถึงการค้นหาข้อมูล ซึ่งจะมีหน่วยต่อวินาที

Table 2 Efficiency of Data Management: t1.micro EC2 vs. Native

Server	Readable		Writeable		Search
	Character (Sec)	Block (Sec)	Character (Sec)	Block (Sec)	Search Time(Sec)
IaaS	79	15,265	349	83,703	0.3
Native	610	77,999	2,816	118,738	0.02

จาก Table 2 แสดงถึงประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูลที่ IaaSและแม่ข่ายจริงที่ได้มีการจัดเก็บลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูล จากผลการทดลองแม่ข่ายจริงมีคะแนนสูงกว่า IaaS ในภาพรวม โดยในการอ่านข้อมูลแบบทีละตัวอักษรและแบบเป็นบล็อก แม่ข่ายจริงมีประสิทธิภาพในการอ่านที่สูงกว่า IaaS โดยการอ่านทีละตัวอักษรแม่ข่ายจริงสามารถอ่านได้ 610 อักษรต่อวินาที การอ่านเป็นบล็อกสามารถอ่านได้ 15,265 บล็อกต่อวินาที ซึ่งมากกว่า IaaS ที่อ่านทีละตัวอักษรได้ 79 อักษรต่อวินาที และอ่านเป็นบล็อกได้ 77,999 บล็อกต่อวินาที

การเขียนข้อมูลแม่ข่ายจริงมีประสิทธิภาพสูงกว่า IaaS เช่นกันโดยการเขียนทีละตัวอักษรสามารถเขียนได้ 2,816 ต่อวินาที การเขียนเป็นบล็อกสามารถเขียนได้ 118,783 บล็อกต่อวินาที มากกว่า IaaS ที่เขียนทีละตัวอักษรได้เพียง 349 ตัวอักษรต่อวินาทีและการเขียนเป็นบล็อกเขียนได้ 83,703 บล็อกต่อวินาที การค้นหาข้อมูลโดยจะเป็นการจำลองการค้นหาไฟล์ที่อยู่ในพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ซึ่งจากการทดลองพบว่าแม่ข่ายจริงค้นหาข้อมูลได้เร็วกว่าโดยใช้เวลา 0.02 วินาทีเร็วกว่า IaaS ซึ่งใช้เวลา 0.3 วินาที

ประสิทธิภาพด้านเครือข่าย

สำหรับการวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายนั้นจะเป็นการวัดประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลในแต่ละระบบโดยใช้โปรแกรม iperfหาค่า Transfer Rate สูงสุดและ Bandwidth สูงสุดที่แต่ละระบบสามารถทำได้ การทดสอบวัดประสิทธิภาพจะทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง โดยแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% การวัดประสิทธิภาพจะวัดจากทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน โดยทดสอบทั้ง IaaSกับแม่ข่ายจริงจากเครือข่ายภายนอกโรงเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและทดสอบจากเครือข่ายภายในโรงเรียน

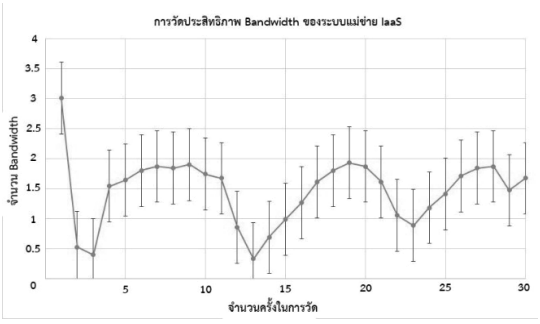

Figure 6 Bandwidth of Amazon EC2 IaaS Server

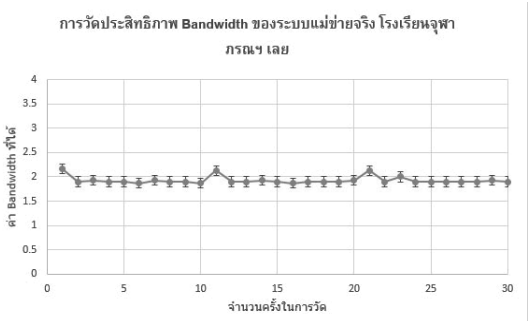

Figure 7 Bandwidth of PCC Loei Native Server

Figure 8 Transfer Rate of Amazon EC2 IaaS Server

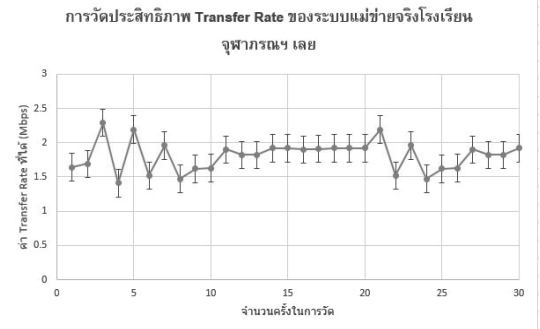

Figure 9 Transfer Rate of PCC Loei Native Server

จากการทดลองพบว่าใน Figure 6 และ Figure 7ค่า Bandwidth สูงสุดของ IaaSนั้นจะเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5 ± 0.6

Mbpsภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95%ซึ่งจะน้อยกว่าแม่ข่ายจริงที่มีค่าเฉลี่ย 1.9 ± 0.1 Mbps ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95%และเครื่องแม่ข่ายจริงจะมีค่า Bandwidth ที่คงที่มากกว่า IaaSจะสังเกตุได้จากลักษณะของกราฟที่ค่อนข้างจะเป็นเส้นตรง ต่างกับ IaaSนั้นความคงที่ของแต่ละรอบของการทดสอบนั้นจะไม่แน่นอน

ส่วนด้านประสิทธิภาพด้าน Transfer Rateของ IaaS จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.4± 0.1Mbps ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งจะน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของแม่ข่ายจริงที่มีค่าเท่ากับ 1.8± 0.2Mbps ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% ดัง Figure 8 และ Figure 9 ตามลำดับ จึงในการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าด้านประสิทธิภาพด้านเครือข่ายของเครื่องแม่ข่ายจริงมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบ IaaS

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งด้านการประมวลผลของหน่วยประมวลผล (CPU) ด้านการจัดเก็บข้อมูล และด้านประสิทธิภาพของเครือข่าย ซึ่งในทุกการทดลองจะเห็นว่าคะแนนของ IaaS นั้นจะน้อยกว่าเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลยทุกด้าน ซึ่งในการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นว่าเครื่องแม่ข่ายมีประสิทธิภาพที่สูงกว่า IaaS แต่ไม่ได้หมายความว่า Cloud Computing จะมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าเครื่องแม่ข่ายเสมอไป เนื่องจากในการทดลองนี้ผู้วิจัยใช้ Instance ที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในระบบคือ t1.Micro มีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียนอยู่มาก แต่ในการใช้งานจริงนั้น t1.Micro สามารถรองรับการใช้งานอย่างเพียงพอต่อความต้องการของโรงเรียน จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานจริง ผู้บริหาร และครูอาจารย์จำนวน 3 ท่าน โดยสัมภาษณ์อาจารย์พิเชษฐ์ กัลป์ชัย อาจารย์ประจำห้องคอมพิวเตอร์และเป็นผู้ดูแลระบบเครือข่ายของโรงเรียน อาจารย์ดารณี ชัยเวทย์ ตำแหน่งเลขานุการผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยและอาจารย์ประจำรายวิชาเคมี และอาจารย์เสกสรรตาสี รองผู้อำนวยการโรงเรียน

จากการสัมภาษณ์และสอบถามการใช้งานระบบที่ทำงานอยู่บน IaaS ได้ผลลัพธ์เป็นที่พึงพอใจ การใช้งานระบบถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่า แต่สามารถทำให้ระบบทำงานได้ ซึ่งในมุมมองของอาจารย์ผู้สอน ไม่ได้ต้องการให้ความเร็วในการประมวลผลหรือความเร็วเป็นสำคัญ แต่ขอให้ระบบทำงานได้ปกติก็เพียงพอต่อการใช้งาน แม้เครื่องแม่ข่ายจริงแม้จะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าระบบ IaaS แต่การใช้งานจริงนั้นไม่ได้ต้องการทรัพยากรที่สูงมาก เครื่องแม่ข่ายจริงอาจใช้ทรัพยากรได้ไม่คุ้มค่า การใช้ IaaS t1.Micro ก็สามารถรองรับได้เพียงพอ และในกรณีที่ถ้ามีการใช้งานมากขึ้นเกินกว่าที่ t1.Micro จะรองรับได้ก็สามารถที่จะเพิ่มทรัพยากรได้ สามารถใช้ฟังก์ชั่นการเพิ่มหรือลดทรัพยากรตามผู้ใช้งานจริง (Auto Scaling) โดยเข้าไปเพิ่มผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ได้ทันที และการติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ลงไปยัง IaaS นั้นยังมีการติดตั้งลงไปแบบผ่านทาง AWS Marketplace[9]ซึ่งเป็นตลาดแอพพลิเคชั่นสำหรับ Amazon EC2 ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกแอพพลิเคชั่นได้และติดตั้งผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ได้ทันที ง่ายและสะดวกต่อการติดตั้งเป็นอย่างมาก

ด้านเครือข่ายในการใช้งานระบบ ถ้าใช้งานเครื่องแม่ข่ายจากภายในโรงเรียนย่อมมีประสิทธิภาพที่สูงและเร็วกว่าการใช้งานจากภายนอกโรงเรียน ซึ่งหากจะกล่าวว่าเครือข่ายภายในโรงเรียนเร็วกว่า ก็เป็นเรื่องที่ถูกต้องอยู่แล้ว แต่ในการใช้งานจริง การเข้าเว็บไซต์หรือระบบอีเลิร์นนิ่ง มักจะมีการเข้าใช้จากภายนอกโรงเรียนด้วย ไม่ได้เข้าจากภายในโรงเรียนอย่างเดียว

ด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล มีคำถามเกิดขึ้นเสมอว่าการนำข้อมูลที่มีความสำคัญไปเก็บไว้ใน Cloud Computing จะปลอดภัยหรือไม่ ถ้าหากจะเปรียบเทียบถึงความสามารถในการป้องกันสิ่งที่ไม่หวังดีเข้ามาในระบบนั้น ทีมดูแลรักษาความปลอดภัยของ Amazon EC2 ย่อมมีความสามารถในการป้องกันได้ดีกว่าผู้ดูแลระบบของโรงเรียน ทั้งทางด้านซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์และพีเพิลแวร์ ดังนั้นความปลอดภัยของ IaaS น่าจะมีประสิทธิภาพที่มากกว่าทางเครื่องแม่ข่ายของโรงเรียน ส่วนข้อมูลต่างๆ ของโรงเรียนถึงจะมีความสำคัญมากแต่ในมุมมองของผู้วิจัยข้อมูลที่ใช้ในโรงเรียนก็สามารถนำไปฝากไว้บน Cloud Computing ได้ เพราะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อมูลภายในโรงเรียนซึ่งไม่ได้เป็นข้อมูลลับเฉพาะหรือข้อมูลที่ต้องมีความลับ ส่วนถ้าข้อมูลใดที่เป็นความลับก็อาจจะเก็บไว้ภายในโรงเรียนก็ได้ อีกทั้งใน Cloud Computing นั้นยังมีระบบที่สามารถพร้อมใช้ได้ตลอดเวลา (Availability) ระบบของ Amazon EC2 นั้นมีการเชื่อมต่อกันในทุกๆ จุดทั่วโลก แม้ว่าจุกที่เช่าจะเกิดปัญหา แต่ยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ

ด้านค่าใช้จ่าย Amazon EC2 จะมีการคิดค่าใช้จ่ายเป็นรายเดือน ซึ่งใน t1.Micro นั้นสามารถใช้งานได้ฟรี 1 ปี หรืออาจจะมีค่าใช้จ่ายในกรณีที่มีการใช้ฟังก์ชั่นอื่นๆ เพิ่มเติมเมื่อมีปริมาณการใช้งานที่มากขึ้น สามารถปรับทรัพยากรเพิ่มขึ้นได้ โดยที่ Amazon EC2 ได้กำหนด Instance ต่างที่สูงขึ้นกว่า t1.Micro ไว้ดัง Figure 10 ซึ่งราคาก็จะเพิ่มขึ้นตามทรัพยากรที่ต้องการ มีการเก็บค่าบริการเป็นรายชั่วโมง สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบแม่ข่ายได้

โรงเรียนหรือองค์กรใดๆ ที่มีงบประมาณน้อย แต่มีความประสงค์ต้องการที่จะจัดตั้งระบบแม่ข่าย สามารถใช้ IaaS เป็นเครื่องแม่ข่ายแทนที่การจัดซื้อเครื่องแม่ข่ายจริงมา นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการติดตั้ง ยังสามารถที่จะเลือกทรัพยากรตามการใช้งานจริงได้

	vCPU	ECU	Memory (GiB)	Linux/UNIX Usage
General Purpose - Current Generation				
t2.micro	1	Variable	1	$0.013 per Hour
t2.small	1	Variable	2	$0.026 per Hour
t2.medium	2	Variable	4	$0.052 per Hour
m4.large	2	6.5	8	$0.126 per Hour
m4.xlarge	4	13	16	$0.252 per Hour
m4.2xlarge	8	26	32	$0.504 per Hour
m4.4xlarge	16	53.5	64	$1.008 per Hour
m4.10xlarge	40	124.5	160	$2.520 per Hour

Figure 10 Pricing of Amazon EC2 Instance

เอกสารอ้างอิง

1. G. Rößling and A. Kothe. Extending Moodle to Better Support Computing Education. Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE), Paris, France, July 6 – 9, 2009, vol. 41, no. 3, pp. 146-150.
2. โปรแกรมระบบการบริการการจัดการเรียนการสอน E-Learning สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน. http://www.obeclms.net/index.php
3. สุนีย์ ศีลพิพัฒน์, ศิริพร สัจจานันท์, ระวีวรรณ มาลัยวรรณ, วิไล วัฒนดำรงค์กิจ และ นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. การเรียนการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ ชุดวิชาเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศโดยใช้ T5 Model.รายงานการวิจัยทุนอุดหนุนสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2550.
4. ถนอมพร เลาหจรัสแสง และ อุไรวรรณ หาญวงค์.การบูรณาการเทคโนโลยี e-Learning ประเภทเกมในชั้นเรียน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 30 มกราคม – 2 กุมพาพันธ์ พ.ศ. 2550 หน้า 251-258.
5. Peter Mell, Tim Grance. The NIST Definition of Cloud Computing. Computer Security Publications from the National Institute of Standards and Technology (NIST)National Institute of Standards & Technology 2011.
6. MirostKlinkowski andKrzysztofWalkowiak. On the Advantages of Elastic Optical Networks for Provisioning of Cloud Computing Traffic. IEEE Network, Vol. 27, No. 6, pp. 44-51
7. Amazon Web Service (Elastic Computing). http://aws.amazon.com/ec2/
8. ประณต บุญไชยอภิสิทธิ. การพัฒนา Private Cloud รูปแบบบริการ IaaS ถึง SaaS สำหรับอีเลิร์นนิง. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิง, เมืองทองธานี, กรุงเทพมหานคร, 5-6 สิงหาคม, 2556, หน้า 53-58.
9. AWS Marketplace. https://aws.amazon.com/marketplace