

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในงานทางการศึกษา

Cloud Computing for Education

วิวัฒน์ มีสุวรรณ¹

Wiwat Meesuwat

บทคัดย่อ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud computing) เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่อการนำมาใช้ในงานทางการศึกษา มีส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียน และผู้สอน สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดมิติใหม่ทางการเรียนได้จากทุกที่ ทุกเวลา ได้อย่างแท้จริง ตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้วยอุปกรณ์พกพา สนับสนุนการเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาอย่างแท้จริง เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน ส่งเสริมความร่วมมือ และเชื่อถือได้ในความปลอดภัยของข้อมูลและการเก็บสำรองข้อมูล ประหยัดค่าใช้จ่าย ยืดหยุ่นในการใช้งาน

คำสำคัญ: ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ, การจัดการเรียนการสอน

Abstract

Cloud computing (CC) is a type of computer network to implement effective solutions for Education. Students and teachers can use information technology more effectively and achieve new dimensions of learning anytime, anywhere. CC supports moving system to portable devices for access anytime and information sharing. It promotes co-operation and reliable means for security and storage backup with low cost and flexibility.

Key words: Cloud computing, Teaching and learning

บทนำ

การนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบโทรคมนาคม และระบบมวลชน มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเรียนการสอน กำลังเพิ่มมากขึ้น ทำให้การเรียนรู้ในชั้นเรียนและนอกห้องเรียนกำลังเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิม ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ ทุกเวลาได้อย่างแท้จริง ปัจจุบันผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ทั้งผู้บริหาร ผู้สอน และผู้เรียน หรือแม้แต่ผู้ปกครองนักเรียนเริ่มจะเรียกร้องบริการทางเทคโนโลยีสารสนเทศจากทางโรงเรียน ให้มีความสำคัญกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ต้องปรับเปลี่ยนให้ทันกับความต้องการเพื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นการเตรียมตัวเพื่อตอบสนองต่อการทำงานหรืออาชีพของผู้เรียนในอนาคตด้วย

ในขณะที่สถาบันการศึกษาได้รับแรงกดดันในการให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงมีความพยายามค้นหาวิธีในการเสนอบริการและเครื่องมือสมัยใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการต่อการเรียนรู้ มีนักวิชาการทางการศึกษาได้เสนอระบบการสื่อสารรูปแบบต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในระบบงานทางการศึกษา เช่น Desktop applications ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเพิ่มพูนความรู้และเพิ่มโอกาสที่ดีต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้ความต้องการต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่จะตอบคำถามต่างๆ ต่อความต้องการได้นั้น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบที่เรียกว่า “ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing)”

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ความหมาย

คำว่า Cloud มาจากสัญลักษณ์รูปก้อนเมฆ (Cloud) ที่ใช้แทนสัญลักษณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการเขียนแผนผังระบบคอมพิวเตอร์ เปรียบเสมือนกลุ่มก้อนเมฆที่ปกคลุมทรัพยากรคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ทรัพยากรอื่นๆ และผู้ใช้งานจำนวนมาก แลกเปลี่ยน แบ่งปันความรู้ สารระ เรื่องราวต่าง ๆ ส่วนคำว่า Computing ก็คือ การนับ หรือ การคำนวณ การประมวลผล แต่ในปัจจุบันมักจะหมายถึงคือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม (Software) ที่มีการกำหนดคำสั่ง ชุดคำสั่ง หรือสิ่งอื่นใด เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลโดยอัตโนมัติ เสมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆ ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ เมื่อนำคำทั้งสองคำมาใช้ร่วมกันเป็น Cloud Computing จึงหมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต บนรูปแบบของโครงสร้างการประมวลผลขนาดใหญ่ที่ทำงานร่วมกัน ผู้ใช้มองเห็นทรัพยากรผ่านทางบริการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้เข้าถึงการประมวลผลและการใช้ทรัพยากรต่างๆ และร่วมกันแบ่งปันทรัพยากรการประมวลผลร่วมกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ไมโครซอฟท์ (2010) กล่าวว่า ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud computing) เป็นเครือข่ายประมวลผลข้อมูล ที่สามารถแบ่งปันข้อมูลกันได้ เป็นการรวมซอฟต์แวร์ แหล่งข้อมูล และบริการต่างๆ ไว้ในรูปแบบที่เรียกว่า ระบบกลุ่มเมฆ (Cloud System) เป็นทางเลือกใหม่ในการสร้างความสมดุลให้กับการจัดการระบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จัดการต้นทุน ความปลอดภัย รวมถึงช่วยปรับปรุงบริการ สามารถให้บริการได้ทันทีและสามารถใช้งานได้อย่างกว้างๆ ทำให้มีอิสระที่ในการใช้งานโดยไม่ต้องกังวลในการจัดการโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับงานบริการในหน่วยงาน

อีนา อเล็กซ์ (2011) กล่าวว่า ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ หรือ Cloud computing เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐาน ที่นำเสนอศักยภาพการเช่าบริการอินเทอร์เน็ตให้แก่ผู้ใช้ เช่น โครงสร้างพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโทรคมนาคม ซอฟต์แวร์ และบริการอื่น ๆ จากผู้ให้บริการ เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างสะดวกและยืดหยุ่น โดยผ่านระบบ

คอมพิวเตอร์ออนไลน์ และสามารถเปลี่ยนแปลงบริการได้ตามต้องการ

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติ (The National Institute of Standards and Technology : NIST) ได้ให้คำจำกัดความ “ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ” (Cloud Computing) ไว้ดังนี้

- ▶ เป็นบริการตามคำเรียกร้องจากผู้ให้บริการ และผู้ใช้บริการจะได้รับข้อมูลตามคำขอ
- ▶ เป็นการเข้าถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การบริหารจัดการระบบเครือข่าย ซอฟต์แวร์ และการให้บริการได้จากทุกที่ ที่ และทุกเวลา
- ▶ ผู้ใช้จำนวนมากสามารถแบ่งปันข้อมูลได้ โดยไม่ขึ้นอยู่กับสถานที่ และต้นทุน ได้ตลอดเวลาอย่างยั่งยืน และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้ให้บริการ
- ▶ การจัดสรรทรัพยากรมีความยืดหยุ่นตามความเปลี่ยนแปลงทางด้านความต้องการใช้บริการ และสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ผู้ใช้ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้บริการ
- ▶ เป็นบริการที่วัดผลได้จากจำนวนผู้ใช้ หรือ ชั่วโมงการให้บริการ

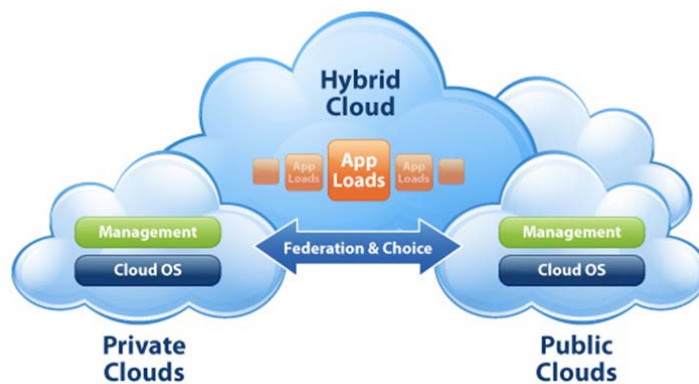
ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงเป็นรูปแบบหนึ่งสำหรับการเข้าถึงเครือข่ายที่สะดวกรวดเร็วได้ตามคำขอของผู้ใช้ สามารถจัดหาและแสดงผล โดยใช้การจัดการทรัพยากรน้อยที่สุด แนวคิด “ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ” เป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพ หรือเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตร่วมกัน ในรูปของโครงสร้างพื้นฐาน (เหมือนระบบไฟฟ้า ประปา) ที่พร้อมให้บริการกับผู้ใช้งาน เมื่อมีความต้องการใช้ ผู้ให้บริการ (Cloud Provider) ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนใหญ่ จะให้บริการในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ขณะเดียวกันซอฟต์แวร์และข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ โดยไม่ต้องลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานไม่ว่าจะเป็นติดตั้งระบบทางกายภาพ การฝึกอบรมบุคลากรทางด้านคอมพิวเตอร์ หรือขอใบอนุญาตเพื่อใช้ซอฟต์แวร์ใหม่กับเจ้าของลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ประกอบด้วยบริการที่ต้องสมัครสมาชิก และชำระค่าใช้จ่ายตามการใช้งานจริงผ่านอินเทอร์เน็ต (Pay per Use) เป็นการขยายความสามารถที่มีอยู่ของเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน

จากความหมายจะเห็นได้ว่าระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นการให้บริการที่เน้นการทำงานแบบไม่เฉพาะเจาะจง เพื่อบริการกับผู้ใช้จำนวนมาก ประหยัดค่าใช้จ่าย และสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้ให้สามารถเข้าถึงได้และทำงานร่วมกันได้ ผ่านการเชื่อมต่อจากหลาย ๆ พื้นที่ที่เซิร์ฟเวอร์ และกับผู้ใช้คนอื่น ๆ ที่อาจจะอยู่ที่ใดก็ได้ และใช้งานอยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจึงเป็นการเสนอทางเลือกที่หลากหลายให้แก่องค์กรที่ต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่สนองความต้องการและมีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานด้วย เพิ่มความสามารถ

ของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือปรับปรุงการทำงานโดยไม่ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน บุคลากร และซอฟต์แวร์ ในปัจจุบันมีผู้ให้บริการอยู่มากมาย เช่น Google Apps, Google App Engine, IBM Blue Cloud, Amazon EC2 เป็นต้น

ประเภทของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

สามารถจำแนกประเภทของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้



1. Public Clouds หรือเรียกว่า External cloud เป็นองค์ประกอบที่มีทรัพยากรเพื่อสาธารณะสามารถบริการผ่านทาง Internet, Web Application หรือ Web service ให้บริการการแลกเปลี่ยนทรัพยากรและการใช้งานพื้นฐานที่จำเป็น เป็นบริการที่เน้นไปที่การทำงานแบบไม่เฉพาะเจาะจง เพื่อบริการแก่ผู้ใช้จำนวนมาก เป็นการให้ทรัพยากรที่ถูกแชร์และใช้ร่วมกันกับคนอื่น มีความยืดหยุ่นในทรัพยากรของไอที ในต้นทุนที่ต่ำ ราคาไม่แพงผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึง ติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานอื่นๆ ได้ทั้งในและนอกองค์กร โดยทั่วไปแล้วระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่กล่าวถึงกันทั่วไปนั้น มักจะหมายถึง Public Cloud Computing ที่มีขนาดใหญ่ มีเซิร์ฟเวอร์หลายแห่งทั่วโลก หรืออยู่ในที่ต่าง ๆ ที่แตกต่างกันไป และมีจุดประสงค์เพื่อให้บริการผู้ใช้ทั่วไปนั่นเอง (Katz, Richard Goldstein, Phil and Yanosky, Ron, 2010)

2. Private Clouds หรือเรียกว่า Internal Cloud เป็นระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร ทั้งนี้ระบบ Private Cloud ถูกพัฒนาขึ้นบนแนวคิดในการรักษาสิทธิประโยชน์ขององค์กร เพื่อเป็นศูนย์กลาง

ของการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในองค์กร ที่ไม่ต้องการให้เผยแพร่สู่สาธารณะเหมือนกับการใช้ Public Cloud ซึ่งการรักษาความปลอดภัยที่ดีใน Private Cloud นั้นนับเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพราะข้อมูลต่างๆ ขององค์กรย่อมมีความสำคัญต่อองค์กร และผู้ใช้งานทั้งหมดในองค์กรด้วย หลายองค์กรจึงหันมาใช้ Private Cloud เพื่อแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยของข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ภายใต้ นโยบายและการควบคุมด้านความปลอดภัยขององค์กรนั่นเอง (Katz, Richard Goldstein, Phil and Yanosky, Ron, 2010) ดังนั้น Private Cloud จึงเป็นให้บริการกับผู้ใช้ภายในองค์กร และมีขนาดการใช้บริการที่ไม่ใหญ่เหมือน Public Cloud โดยเชื่อมต่อการทำงานโดยตรงผ่าน Cloud Provider เช่นกันแต่จะมีระบบการจัดการข้อมูล การรักษาความปลอดภัยที่ดีกว่า

3. Hybrid Clouds เป็นระบบแบบเชื่อมประสานการทำงานของทั้ง Public Clouds และ Private clouds สามารถส่งต่อข้อมูลและคำสั่งข้ามระหว่างแอปพลิเคชันของ Public Cloud และ Private Cloud ได้

รูปแบบบริการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นรูปแบบบริการที่ยืดหยุ่นต่อผู้ใช้บริการ ประกอบด้วย 3 กลุ่มดังนี้

1. **Software as a Service: SaaS** เป็นการให้บริการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Application) เพื่อใช้งานร่วมกันได้ทุกที่ ทุกเวลา ทุกอุปกรณ์ ด้วยบริการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นและเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ จัดหาแอปพลิเคชันให้แก่ผู้ใช้ได้หลายราย โดยใช้บริการเพื่อเข้าสู่บริการ SaaS ซึ่งนิยมใช้ในงานทางด้านการตลาด ด้านงานฝ่ายบุคคล และด้านการบริหารทรัพยากรองค์กร (Strukhoff, Roger, O'Gara, Maureen, O'Connor, Greg, Geelan, Jeremy, White, Elizabeth, 2011) ผู้ใช้บริการสามารถติดตั้งและทำงานได้จากเครื่องแม่ข่าย (Server) ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกันได้ เช่น การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการภายในองค์กร การติดต่อสื่อสารระหว่างกัน หรือแม้แต่งานที่เกี่ยวข้องกับระบบการเงินขององค์กร เป็นต้น

การใช้ประโยชน์จาก SaaS ในระยะสั้นจะทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจัดซื้อซอฟต์แวร์ ผู้ให้บริการจะเสียค่าใช้จ่ายโดยขึ้นกับการใช้งานที่แท้จริง (pay-per-use) และในระยะยาวช่วยให้องค์กรมีทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมกับองค์กร ช่วยเก็บรักษาซอฟต์แวร์ที่จำเป็นได้อย่างเหมาะสม ในขณะที่เดียวกันก็สามารถลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

สำหรับในสถาบันการศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความหลากหลาย ทำให้การบริหารจัดการการจัดซื้อจัดหา ต้องใช้งบประมาณที่สูง ซึ่งระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะให้บริการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกันภายในสถาบันการศึกษา ทำให้ประหยัดงบประมาณ การดูแล หรือแม้แต่การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในแต่ละงาน เช่น การให้บริการอีเมลของ Gmail ที่มีอยู่ในระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเจ้าหน้าที่ และผู้บริหารที่มีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและอุปกรณ์มือถือแบบพกพาต่างๆ สามารถใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกัน โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ไม่ต้องลงทุนในการจัดหา

เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โปรแกรมบริหารจัดการอีเมลและระบบอื่นๆ เพื่อการบริหารจัดการอีเมลของสถาบัน ทำให้การบริหารจัดการระบบการสื่อสารผ่านเครือข่ายเป็นเรื่องง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย

2. **Platform as a Service: PaaS** เป็นการให้ระบบปฏิบัติการ และการสนับสนุนต่างๆ ร่วมกันผ่านเว็บแอปพลิเคชัน (Web Applications) ผู้ใช้สามารถใช้บริการได้จากอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ หรือระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันได้ ผู้ใช้สามารถใช้งานแอปพลิเคชันของตนเอง บนการใช้งานของโครงสร้างพื้นฐานจากผู้ให้บริการ (Strukhoff, Roger, O'Gara, Maureen, O'Connor, Greg, Geelan, Jeremy, White, Elizabeth, 2011)

ปัจจุบันการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษา มีระบบปฏิบัติการ โปรแกรม ข้อมูล หรือแม้แต่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับแต่ละหน่วยงานในสถาบันการศึกษาจะจัดหา หรือมีไว้เพื่อตามจุดมุ่งหมายที่ใช้งานแตกต่างกันไป ดังนั้นเพื่อให้ตอบสนองความหลากหลายของแพลตฟอร์ม ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ที่มีการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล หรือระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ให้สามารถใช้งานได้ร่วมกันได้ทั้งกับนักศึกษา ครู และเจ้าหน้าที่ สามารถตอบสนองต่อปริมาณการใช้งานจำนวนมาก ประหยัดงบประมาณลงทุนการจัดหาระบบปฏิบัติการ ทำให้สามารถใช้บริการต่างๆ บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆได้อย่างไม่จำกัดแพลตฟอร์ม ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาโปรแกรมระบบปฏิบัติการ หรือซอฟต์แวร์ชนิดอื่นๆ สามารถทำงานได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ได้อย่างสะดวก ตัวอย่างเช่น การใช้งานระบบลงทะเบียนสามารถเปิดใช้งานได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และขณะเดียวกันเมื่อเปลี่ยนไปใช้งานอุปกรณ์แบบพกพา อย่างโทรศัพท์มือถือ ก็สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องเช่นกัน

การให้บริการแพลตฟอร์ม (PaaS) อาจเรียกได้ว่าเป็นระบบปฏิบัติของสำหรับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ที่มีเครื่องมือสำหรับตอบสนองความต้องการเพื่อสร้างและให้บริการออนไลน์ มีซอฟต์แวร์ มีเว็บไซต์ รวมทั้งแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile

applications) ไว้ให้บริการมากมาย สามารถให้บริการพร้อม ๆ กันได้หลายราย ผู้ให้บริการ PaaS หรือที่เรียกว่า Cloud Provider ผู้ให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เช่น Google App Engine, IBM Blue Cloud, Amazon, Heroku, Engine Yard, Joyent เป็นต้น จะทำหน้าที่รักษาและปรับปรุงการใช้งานไว้ในศูนย์ข้อมูลของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Storage) และพัฒนาแอปพลิเคชันไว้ให้บริการแบบทั้งแบบฟรี และเพื่อการค้า

นอกจากนี้แนวคิดการให้บริการ PaaS ยังสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันหรือบริการใหม่ๆ ในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยไม่ต้องพึ่งแพลตฟอร์มในการทำงานเฉพาะทาง สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางผ่านอินเทอร์เน็ต PaaS ยังมีเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการทดสอบ การใช้งาน ความร่วมมือ และการบำรุงรักษาแอปพลิเคชัน การเข้าถึง PaaS ทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถสร้างระบบในองค์กรที่ผสมผสานกับ Web services และฐานข้อมูลอื่นๆ ที่เรียกว่าสถาปัตยกรรมแบบเปิด (Open Architecture) PaaS สนับสนุนการเข้าแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถพัฒนาใช้ในองค์กรและการทำงานร่วมกันบนเว็บไซต์ แนวคิดนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสารสนเทศในปัจจุบันจะเป็นแบบผสมผสาน ทำงานร่วมกันมีความยืดหยุ่นในการใช้รูปแบบของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงเปิดโอกาสสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาระบบสารสนเทศ

3. Infrastructure as a Service: IaaS
เป็นการให้บริการโครงสร้างพื้นฐานในระบบคอมพิวเตอร์และบริการศูนย์ข้อมูลตามคำขอ (Data centers on demand) ร่วมกัน

การให้บริการโครงสร้างพื้นฐานและบริการของศูนย์ข้อมูลตามคำขอ หรือที่รู้จักกันในชื่อเรียก "IaaS" จะมีระบบประมวลผล หน่วยความจำ และพื้นที่จัดเก็บ ซึ่งโดยทั่วไปคิดค่าบริการหรือราคาต่อชั่วโมงตามการใช้ทรัพยากร ผู้ใช้บริการจะเสียค่าใช้จ่ายเฉพาะที่ใช้ ผู้ใช้มีหน้าที่ควบคุม จัดการ และติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานตามคำขอ ความได้เปรียบที่สำคัญประการหนึ่งของ IaaS คือ มีศูนย์ข้อมูล โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ใหม่หรือรอคอยการจัดหาฮาร์ดแวร์ ซึ่งหมายความว่า ผู้ให้บริการสามารถเข้าถึงข้อมูลโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยได้จากทุกที่พร้อมกันได้

IaaS จะช่วยให้ประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านฮาร์ดแวร์และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง แต่อาจไม่ช่วยประหยัดในด้านบุคลากรเสียทีเดียว เนื่องจากยังจำเป็นต้องรับผิดชอบในการจัดการระบบ การติดตั้ง การสำรองข้อมูล และงานด้านการจัดการระบบอื่นๆ โดยขึ้นอยู่กับภาระงานที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงาน ผู้ให้บริการ IaaS มักจัดการเกี่ยวกับความสามารถในการโหลดข้อมูล การควบคุม ส่วนผู้ใช้งานจะดำเนินการจัดการการใช้งานบนระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆของตนเอง



จากรูปแบบทั้ง 3 การใช้ศักยภาพของระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จะช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถทำงานต่างๆ ได้ผ่านเว็บไซต์ที่ยืดหยุ่นทั้งในด้านเวลา งบประมาณ และบุคลากร เช่น ด้วยการใช้ SaaS ผู้ใช้บริการสามารถเพิ่มบริการได้มากมาย เช่น อีเมล หรือการใช้ PaaS สามารถส่งมอบบริการไปยังเครือข่ายได้อย่างกว้าง ๆ โดยไม่ต้องจัดการโครงสร้างพื้นฐานใหม่ภายในองค์กร และ การใช้ IaaS ผู้ใช้สามารถเพิ่มศักยภาพการทำงานได้จากศูนย์ข้อมูลไม่ว่าจะเป็น CPUs, Storage, Networking, หรือ Web hosting

ความแตกต่างระหว่างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และ เว็บ 2.0 (WEB 2.0)

หลายคนอาจเข้าใจผิดว่า ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ หมายถึง บริการใดๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีระบบแม่ข่ายจากสถาบัน ซึ่งมักมีความสับสนระหว่างคำว่า “เว็บ 2.0” และ “ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ” ด้วยคำว่า “ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ” จากความหมายและแนวความคิดการให้บริการจะเห็นว่ามีความคิดและการให้บริการที่แตกต่างจากความหมายของคำว่า “WEB 2.0” ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว Blogs, Wikis และ Social Bookmarking ถือว่าเป็น “WEB 2.0 application” ที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปเปลี่ยนแปลงเนื้อหาบนเว็บไซต์และมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นได้ เว็บ 2.0 มีความเชื่อมโยงกับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ซึ่งมีลักษณะส่งเสริมให้เกิดการแบ่งปันข้อมูล การพัฒนาในด้านแนวความคิดการออกแบบที่เน้นผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง user-centered design และ การร่วมสร้างข้อมูลในโลกของอินเทอร์เน็ตเวปไซด์เว็บ เว็บไซต์ที่ออกแบบโดยใช้หลักการของเว็บ 2.0 ทำให้กลุ่มผู้ใช้งานสามารถปฏิสัมพันธ์และร่วมมือกันในลักษณะของสื่อสังคมออนไลน์ โดยกลุ่มผู้ใช้งานเป็นผู้สร้างเนื้อหาขึ้นเอง ที่ต้องมีซอฟต์แวร์แม่ข่ายจากสถาบันเองและสามารถเข้าถึงได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาจจะไม่มีระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่มีลักษณะที่ได้กล่าวในรูปแบบของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในหัวข้อที่ผ่านมาทั้ง 3 รูปแบบ ก็ได้ ซึ่งเว็บ 2.0 อาจถือว่าเป็นรูปแบบแอปพลิเคชันเฉพาะ ที่เป็นจุดพลิกผันให้เกิดระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ในขณะที่ “ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ” เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่มีแม่

ข่ายและมีการจัดการแอปพลิเคชันและข้อมูล และเมื่อไหร่ก็ตามที่บริการและแอปพลิเคชันต่างๆ ในเว็บ 2.0 สามารถทำงานร่วมกันเสมือน เป็นระบบเดียว รวมไปถึงสามารถแชร์ทรัพยากรและใช้งานร่วมกันระหว่างผู้ใช้อื่นๆ ได้ก็จะทำให้เกิด ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆขึ้นมาในที่สุด (UNESCO, 2010)

ข้อดี - ข้อเสียของการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ข้อดี

1. สามารถทำงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้หลายเครื่อง (เช่น คอมพิวเตอร์บ้าน ที่ทำงาน ห้องสมุด เป็นต้น) ค้นหาไฟล์ แก้ไขไฟล์งานผ่านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
2. สามารถช่วยการสอนและการเรียนรู้ จากบทเรียนเดียวกันได้จากทุกที่ ทุกเวลาพร้อมกันได้
3. มีซอฟต์แวร์ให้เลือกใช้ได้ทั้งแบบฟรี และแบบจัดซื้อใช้งานได้มากมาย พร้อมใช้งานได้ทันที
4. สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้มากมายและหลากหลาย แม้ว่าจะไม่อยู่ในชั้นเรียน
5. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน เช่น ใช้บริการอีเมลสำหรับสถาบันกับ Google หรือ Microsoft แทนที่ระบบเดิมที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ ระบบสื่อสาร หรืออื่นๆ อีกมากมายภายในองค์กรเพื่อเพียงให้บริการอีเมล
6. สามารถสร้างเนื้อหาผ่านบราวเซอร์แทนการค้นหาผ่านบราวเซอร์เพียงอย่างเดียว

ข้อเสีย

1. ไม่ใช่ว่าทุกแอปพลิเคชันที่ให้บริการจะสามารถใช้งานได้บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อสาธารณะ (public cloud) เพราะบางแอปพลิเคชันจัดทำขึ้นมาเพื่อจำหน่าย หรือเพื่อทางธุรกิจเท่านั้น ไม่ได้มีไว้เพื่อสาธารณะ
2. ข้อมูลบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับสถาบัน ผู้สอน ผู้เรียน ที่เป็นความลับ หรือมีผลต่อความอ่อนไหว จะไม่ถูกควบคุมโดยโรงเรียนหรือครูอีกต่อไป
3. เครือข่ายแบบภายในยังคงจำเป็นสำหรับการเผยแพร่นโยบาย พิมพ์งาน จัดกลุ่มนักเรียน กรองเว็บไซต์ และพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเฉพาะขององค์กร

4. ปัญหาเรื่อง เจ้าของกรรมสิทธิ์ทรัพย์สินทางปัญญา ในสิ่งที่โพสต์ลงในบริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ อาจเกิดความผิดพลาดได้

5. ชื่อผู้ใช้งาน หรือ User Account ที่ถูกลบทิ้งหรือไม่ใช้งานแล้ว ไม่ได้หมายความว่าเนื้อหาที่สร้างขึ้นบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะถูกลบทิ้งไปด้วย

6. การใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆได้อย่างแท้จริงนั้น มีประเด็นคำถามที่ต้องหาคำตอบต่อไปว่าสามารถสร้างความเชื่อมั่นในด้านการกลั่นกรองเนื้อหาอย่างถูกต้องได้อย่างไร

ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในงานทางการศึกษา

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นการให้บริการกับสมาชิกที่เป็นผู้ใช้งานหรือบริการทุกคนสามารถเข้าใช้บริการร่วมกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูล และประมวลผล ด้วยฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพจากแอปพลิเคชันและบริการต่าง ๆ ในลักษณะที่มีระบบการจัดการด้านความปลอดภัยที่น่าเชื่อถือ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ยังช่วยองค์กรในการจัดสรรการใช้ทรัพยากรข้ามเซิร์ฟเวอร์ เดสท็อป และแอปพลิเคชันได้ ซึ่งเมื่อมีแนวคิดมาใช้ในการศึกษา จะทำให้สามารถลดต้นทุนเซิร์ฟเวอร์และต้นทุนทั้งหมดด้านฮาร์ดแวร์ ทำให้การจัดการระบบคอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษาทำได้ง่าย สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้บริหาร ครู และนักเรียน รวมถึงลดความซับซ้อนของระบบคอมพิวเตอร์ที่นำใช้แบบเดิมได้มากขึ้น สามารถปรับปรุงการเข้าถึงแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มความคล่องตัวของสถาบันการศึกษา ให้สามารถเข้าถึงแอปพลิเคชันที่ต้องการได้ตามคำขอ และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในทุกที่ตลอดเวลาได้อย่างแท้จริง

ระบบโครงสร้างการให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศของสถาบันการศึกษาแบบเดิมนั้น เป็นโครงสร้างที่มีหน่วยงานหรือแผนกเพื่อให้บริการ เป็นศูนย์กลางที่มีทุกอย่างให้บริการ สถาบันการศึกษาต้องมีการวางแผนการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการวางแผน งบประมาณ และความต้องการ แม้ว่าจะได้มาจากการศึกษาและสำรวจของศูนย์ไอทีก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่า มักจะมี

ข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณ ประสิทธิภาพการใช้งาน การฝึกอบรม และความปลอดภัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านั้น ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงเป็นแนวทางในการตอบสนองสิ่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ข้อจำกัดต่างๆ ลดลง ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการใช้งานได้ตามความต้องการประหยัดงบประมาณ

เมื่อพิจารณาจากเทคโนโลยีระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะพบว่า มีส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียน และผู้สอน สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดมิติใหม่ทางการเรียนได้จากทุกที่ตลอดเวลา ได้อย่างแท้จริงดังนี้

1. บทบาทสำหรับผู้เรียน

▶ บทบาทในการเคลื่อนที่ : ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะเพียงอย่างเดียวอีกต่อไป (ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ที่บ้านไว้ได้เลย) แต่อุปกรณ์ที่ใช้งานจะปรับเปลี่ยนเป็นการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือ หรือเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (Tablet PC) ทำให้การเข้าถึงข้อมูลจากอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือพกพา สามารถเข้าถึงข้อมูล หรือแชร์ไฟล์ร่วมกันได้ ทำให้มีความสะดวกต่อการพกพาและใช้งาน เพียงหยิบอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ต้องการ ก็สามารถ เข้าถึงไฟล์งาน ไฟล์เพลง ไฟล์รูปภาพ การบ้าน บทเรียนออนไลน์ ส่งงาน สนทนาแบบเวลาจริง (Real Time) ได้พร้อมกัน รวมทั้งระบบบริการอื่นๆ ของสถาบันการศึกษาได้จากระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นต้นโดยผ่านกลุ่มเมฆ

▶ บทบาทในการเข้าถึงได้ทันทีทุกที่ทุกเวลา - ผู้เรียนสามารถเข้าถึงรายงาน การนำเสนอ ภาพ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนได้จากทุกที่ทุกเวลาได้อย่างแท้จริง โดยการนำอุปกรณ์เคลื่อนที่มาใช้สนับสนุนการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพด้วยการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อสนับสนุนทั้งการเรียนรู้รายบุคคล และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่เกิดขึ้นทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ที่เรียนว่า m-Learning (Mobile Learning) ซึ่งไม่ได้เป็นเพียงแค่มีเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายหรืออินเทอร์เน็ตเท่านั้น แต่คำจำกัดความของการเรียนรู้แบบ m-Learning ยังรวมถึงความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ทุกแห่งในตลอดเวลา โดย

ปราศจากการกีดกันทางกายภาพอย่างถาวรกับเครือข่ายแบบสายเคเบิล สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ได้ เพื่อนำเสนอและให้บริการข้อมูลทางการศึกษา และเพื่อใช้ในกระบวนการเรียนการสอนระหว่างนักเรียนและครู

- ▶ บทบาทในการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน ผู้เรียนสามารถแชร์ไฟล์หรือภาพกับเพื่อนๆ นำเสนองานกับอาจารย์ผู้สอน ง่ายและรวดเร็ว แก้ไขงานและส่งคืนโดยบันทึกข้อมูลไว้ในแฟ้มออนไลน์ได้

- ▶ บทบาทในการส่งเสริมความร่วมมือการเรียนรู้ ด้วยระบบการสื่อสารร่วมกันของผู้ใช้ (multi-user sync) ผู้เรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือกลุ่มทำงานสามารถเชื่อมต่อไฟล์บนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเปลี่ยนแปลง เพิ่ม แก้ไข ข้อมูลของไฟล์ร่วมกันได้ และทำการอัปเดตข้อมูลอัตโนมัติบนเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือของผู้เรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือกลุ่มทำงานได้โดยไม่ต้องขนรายงานหรือภาพกลับไปกลับมาระหว่างโรงเรียน บ้าน ห้องปฏิบัติการ แต่สามารถใช้งานข้อมูลที่อัปเดตไว้ล่าสุดได้ทันที

- ▶ บทบาทในการข้อมูลสำรอง การสำรองข้อมูลถือว่าเป็นส่วนสำคัญของระบบ เพราะเป็นการเก็บข้อมูลไว้เพื่อ ป้องกันการสูญหายแล้ว การถูกขโมย หรือตกหล่นของเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลของผู้เรียนจะถูกจัดเก็บและสำรองข้อมูลบนระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆไว้ทุกครั้งโดยอัตโนมัติ

2. บทบาทสำหรับครู

- ▶ ครูผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุดจากแท็บเล็ต (Tablet) ในชั้นเรียน ครูใช้โปรแกรมขนาดเล็กที่มีอยู่ในแท็บเล็ต หรือที่เรียกว่า gadgets ใช้งานการนำเสนอ วิดีโอ เพลง และอื่น ๆ ได้ทันที

- ▶ ครูผู้สอนสามารถสร้างความร่วมมือในชั้นเรียน ด้วยการแชร์ไฟล์ผลงานระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือกำหนดให้มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียนแต่ละคน เพื่อให้ทุกคนสามารถดูงานของตนเองร่วมกันทำงาน รายงาน หรือการบ้านที่มอบหมายให้ได้

- ▶ ครูผู้สอนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันทีจากคอมพิวเตอร์ในที่ทำงาน คอมพิวเตอร์บ้าน อุปกรณ์มือถือ เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ การบันทึกคะแนน จัดระบบข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอน และสามารถ

รับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ทันที

- ▶ ครูผู้สอนสามารถใช้งานเพื่อนงานอื่นๆ และใช้งานส่วนตัวได้ สามารถสร้างแฟ้มสำหรับการทำงานและการใช้งานส่วนตัว ให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ไม่ว่าจะเป็นการแชร์ภาพถ่ายกิจกรรมการทัศนศึกษา หรือเพื่อให้การจัดระบบและการกระจายเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

- ▶ ครูผู้สอนสามารถใช้ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ในลักษณะที่เรียกว่า Syncing ซึ่งเป็นการให้บริการเพื่อแชร์ไฟล์เอกสารสำคัญในชั้นเรียน สำหรับการเรียนการสอน โดย Syncing เป็นระบบที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา เข้าถึงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์โรงเรียน สามารถบันทึกข้อมูลจากที่ทำงาน เปิดดูข้อมูลจากที่บ้าน สร้างข้อมูลจากที่บ้าน หรือเข้าถึงเอกสารทั้งหมด แผ่นงาน การนำเสนอ ภาพ กราฟิก และไฟล์อื่น ๆ จากที่ไหนก็ได้ ทุกสิ่งที่จัดเก็บอยู่ในระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ สามารถเข้าถึงได้จากคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต (iPhone, iPad, Android, หรือ BlackBerry) ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ในการดูไฟล์ ส่งเอกสารหรือแชร์เอกสารได้จากทุก ๆ ที่ ผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือเข้าถึงเอกสารได้แม้ว่าจะออฟไลน์ (Henshaw, Robb, 2011)

สรุป

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือกระบวนการประมวลผลการทำงานที่หลากหลายร่วมกันผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ความได้เปรียบจากข้อดีของเทคโนโลยีนี้ ไม่เพียงแต่ในแง่ของต้นทุน แต่รวมถึงประสิทธิภาพและสิ่งแวดล้อมด้วย ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการนำมาใช้เพื่อพัฒนาการศึกษา ถึงแม้จะมีข้อคิดเห็นบางประการว่า ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ไม่เหมาะสมสำหรับองค์กรบางแห่ง โดยเฉพาะองค์กรขนาดใหญ่ เนื่องจากปัญหาด้านความปลอดภัย การลงทุนทางด้านโครงสร้างพื้นฐานทั้งระบบการสื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องทันสมัยและมั่นคง ส่งผลต้องงบประมาณในการจัดหา ตลอดจนการเตรียมความพร้อมให้กับบุคลากรทุกฝ่ายด้วย แต่จากการศึกษา

และตัวอย่างการใช้งานในสถานที่ต่างๆ โดยเฉพาะใน ทำความเข้าใจ เกี่ยวกับความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ สถาบันการศึกษา ซึ่งเห็นว่ามุมมองนี้ไม่ถูกอีกต่อไป และดูแลรักษาระบบ ให้ดี เพื่อให้การนำระบบมาใช้นั้น อย่างไรก็ตามระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็น สามารถใช้งานตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เทคโนโลยีใหม่และแนวทางใหม่ๆ ที่การนำมาใช้งานเพื่อ ประสิทธิภาพสูงสุด พัฒนาระบบสารสนเทศนั้น ผู้พัฒนาระบบควรศึกษาและ

เอกสารอ้างอิง

- คอมไพร์ดาว. (2554). *Cloud Computing คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2554 จาก <http://www.com5dow.com/>
- Alex, Ena. (2011). *Where To Get Cloud Computing Education*. Retrieved October 25, 2011, form <http://www.eco20-20.com/where-to-get-cloud-computing-education.html>.
- Hopkins, David. (2009). *What is 'Cloud Computing', and what can it do for Education?*. Retrieved October 20, 2011, form <http://www.dontwasteyourtime.co.uk/elearning/what-is-cloud-computing-and-what-can-it-do-for-education-2/>.
- Henshaw, Robb. (2011). *The Cloud for Education*. SugarSync. Retrieved October 29, 2011, form <https://www.sugarsync.com/cloudu/details/cloud-for-education.html>.
- Katz, Richard., Goldstein, Phil., and Yanosky, Ron. (2011). *Cloud Computing in Higher Education*. Retrieved October 29, 2011, form http://net.educause.edu/section_params/conf/CCW10/highered.pdf.
- Microsoft Corporation. (2010). *Cloud computing in education Savings, flexibility, and choice for IT*. Retrieved October 29, 2011, form www.microsoft.com/educloud
- (2011). *Private Cloud for Education*. Retrieved October 29, 2011, form <http://www.microsoft.com/education/solutions/virtualization.aspx>.
- Strukhoff, Roger, O'Gara, Maureen, O'Connor, Greg, Geelan, Jeremy, White, Elizabeth. (October 27, 2011). Six Types of Cloud Computing, *Cloud Computing Journal*. Retrieved October 29, 2011, form <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/2038121>.
- Sultan, Nabil. (2010). Cloud computing for education: A new dawn?. *International Journal of Information Management*, 30 (2010), p109–116. Retrieved October 20, 2011, form <http://oldwww.just.edu.jo/~qamerb/teaching/1-10-11/cs728/8.pdf>.
- UNESCO. (2010). *Cloud Computing in Education*. *Institute for Information Technologies in Education*. Retrieved October 25, 2011, form [http://www.ictliteracy.info/rf.pdf/Cloud Computing.pdf](http://www.ictliteracy.info/rf.pdf/Cloud%20Computing.pdf).