การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ
Implementation of a Server Diskless for Automatic Classroom

ชนนิกานต์ รอดมรณ์ และมธุรส ผ่านเมือง
Chonnikarn Rodmorn and Mathuros Panmuang
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
Faculty of Business Administration, Bangkokthonburi University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท (server diskless) ในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์ และเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย (1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ระบบ โดยในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาปัญหาและการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท (2) การออกแบบระบบ โดยใช้ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ในการเชื่อมต่อจำนวน 50 เครื่อง ใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram--DFD) ในการจำลองการทำงานของระบบ และใช้แผนภาพอี-อาร์ (Entity-Relationship Diagram--ERD) ในการจำลองโครงสร้างของข้อมูลที่จัดเก็บ (3) การพัฒนาและทดสอบระบบ โดยทำการพัฒนาระบบจากแนวทางที่ได้ออกแบบเอาไว้ พร้อมทั้งทดสอบระบบในทุกฟังก์ชันการทำงาน และ (4) การประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยการประเมินความคิดเห็นจากของผู้ใช้ระบบ จำนวน 114 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทสามารถบูรณาการเข้ากับระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นได้ โดยสามารถสร้างผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย กำหนดคะแนนให้ผู้เรียน บันทึกการใช้งาน และจัดการระบบผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นผลการประเมินประสิทธิภาพยังพบว่าในภาพรวมผู้ใช้งานมีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท, ห้องเรียนอัตโนมัติ, ระบบสารสนเทศ

Abstract

The objective of this research is to study the implementation of a Server Diskless to control the computer room and to develop an information system which can be integrated with a Server Diskless for automatic classroom. The processes is composed of the following steps: (1) study the basic information and analyses the system for problem solving and implementing of a Server Diskless, (2) Design a system to create a Local Area Network to connect 50 computers and use Data Flow Diagram (DFD) to stimulate the system and use Entity-Relationship Diagram (ERD) to stimulate the structure of data storage, (3) Development of a testing system in terms of concept and all of the related functions, and (4) Evaluation of the performance of the system from 114 users and the results that have shown which are good performance from the integration between Server

Diskless system and the information system which is developed. The processes by; creating users and passwords to control the client computer, scoring assignments, recording and managing users effectively. Furthermore, the evaluation of the performance from users found that the performance of the system was at a high level.

Keywords: server diskless, electronic classroom, information system

บทนำ

เทคโนโลยีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งการทำงานและการใช้ชีวิต หรือแม้กระทั่งในด้านการศึกษาโดยเทคโนโลยีได้เริ่มเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษที่ 1990 เนื่องจากในช่วงนั้น เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ถูกคิดค้นและออกแบบขึ้นเกือบทุกเดือน (Firmin & Genesi, 2013) ดังนั้นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงตามไปทั้งในด้านความรู้ ทักษะของผู้สอนและผู้เรียน (Shen, Wu & Lee, 2014) อีกทั้งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น เป็นผลให้การเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปจากเดิม กล่าวคือสามารถลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และผู้สอนให้มีการติดต่อสื่อสารกันได้สะดวก รวดเร็ว รวมทั้งมีการพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้อยู่ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (electronic media) (Nishigawa et al., 2017) ด้วยเหตุนี้การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นส่วนประกอบในการจัดการเรียนการสอน จึงถือว่าเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนทั้งความรู้ ทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่จำเป็นสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 (Roungrong et al., 2014)

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อนำมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนจึงถือเป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้สอนและผู้เรียน อันจะนำมาซึ่งประโยชน์ในการบริหารจัดการระบบห้องเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบดิสก์เลทมาใช้ในการควบคุมระบบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทนั้นได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทางด้านคอมพิวเตอร์ (Headrick & Jennings, 2016) ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (server) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) ทั้งหมดในห้องเรียนผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network--LAN) ดังนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) แต่จะใช้ระบบ iSCSI (Internet Small Computer System Interface) ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานในการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยกลุ่มวิศวกรของ IETF (Internet Engineering Task Force) และไมโครซอฟท์ ที่ช่วยให้สามารถจัดเก็บ เรียกใช้และจัดการข้อมูลได้จากระยะไกลด้วยการใช้คำสั่ง (SCSI command) ที่ถูกห่อหุ้มไว้ผ่านแพ็กเกจ TCP/IP ซึ่งเป็นโพรโทคอลหลักของระบบเครือข่ายที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (Jantana, 2012) นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศในการใช้งานร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทโดยระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถควบคุมหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายกำหนดเวลาการใช้งาน การให้คะแนนในการปฏิบัติงานของผู้เรียน เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฮาร์ดดิสก์ และมีความสะดวกต่อผู้สอนและผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์

2. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิด ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาทบทวนให้เกิดองค์ความรู้อย่างเพียงพอต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ ดังนี้

ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท

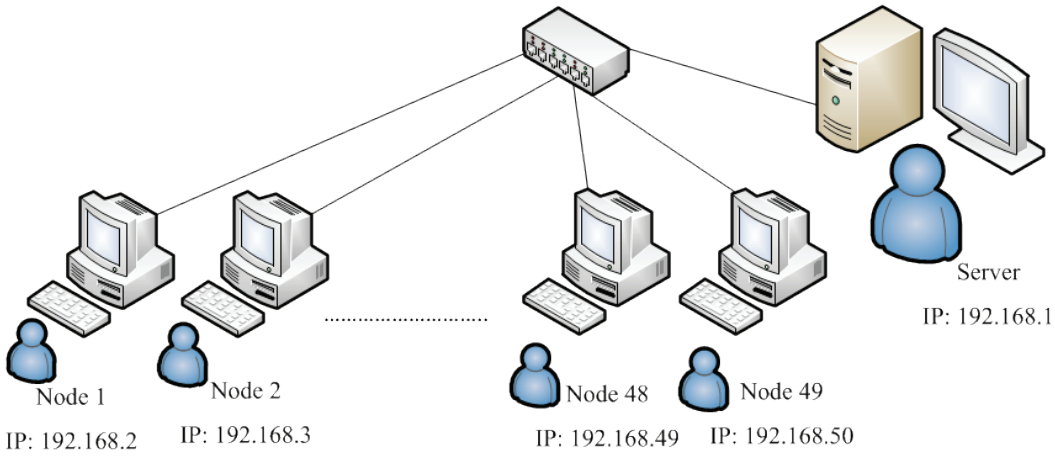
การทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทคือการลดข้อจำกัดของทรัพยากรในการใช้ฮาร์ดดิสก์ เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทจะทำงานผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่จำเป็นต้องมีฮาร์ดดิสก์ แต่จะอาศัยการประมวลผลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และโปรแกรมต่าง ๆ จะถูกติดตั้งไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพียงเครื่องเดียว (Headrick & Jennings, 2016) ทำให้สามารถลดขนาดและคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายลงให้เหมาะสมกับงาน โดยระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทแบ่งเป็น 2 แบบ (Jantana, 2012) คือ

1. ระบบ LanDisk หรือ SAN Technology คือการใช้งานพื้นที่ฮาร์ดดิสก์ผ่านระบบเครือข่าย สามารถใช้ความเร็วการรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย แต่หากมีการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายพร้อมกันหลายเครื่องอาจจะทำให้การใช้งานล่าช้า แต่ถือได้ว่าไม่เป็นอุปสรรคจนเกินไป

2. ระบบ No Harddisk เป็นการใช้งานฮาร์ดดิสก์จำลองผ่านระบบเครือข่ายเหมือนกับระบบ LanDisk แต่มีการใช้งานทั้งหมดผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายโดยตรง เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะทำการบูตผ่านระบบเครือข่ายทั้งหมด ขั้นตอนการทำงานจะเริ่มมาจาก หน่วยความจำบนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง ทำการเรียกไฟล์ต่าง ๆ จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อทำการบูตเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ และใช้งานต่อไปเสมือนว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีฮาร์ดดิสก์

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

พื้นฐานการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือ การเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันรวมถึงการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ร่วมกัน โดยอาศัยโพรโทคอล TCP/IP ในการรับส่งข้อมูล ซึ่งเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นมีหลายประเภท และระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network--LAN) คือเครือข่ายอีกหนึ่งประเภทที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ โดยเครือข่ายท้องถิ่นนั้นสามารถเชื่อมต่อภายในห้องเรียนได้ครอบคลุมทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ทั้งการใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท รวมไปถึงการโอนถ่ายย้ายข้อมูลเป็นต้น จากการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทผ่านทางระบบเครือข่ายท้องถิ่น ผู้วิจัยได้จำลองการทำงานของระบบดังภาพ 1 โดยภาพ 1 จะเป็นการกำหนดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 49 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง และกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP address) ให้แต่ละเครื่องเรียงลำดับกันไปเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายคือ IP: 192.168.1 และสิ้นสุดที่ IP: 192.167.50 สาเหตุที่ต้องกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 50 เครื่อง จำเป็นต้องอยู่ในกลุ่มของเครือข่ายท้องถิ่นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ทุกเครื่อง



ภาพ 1 สถาปัตยกรรมของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท

ระบบห้องเรียนอัตโนมัติ

ตั้งแต่ปี 1970 ปัญหาในเรื่องของการเรียนได้รับความสนใจจากนักวิจัยอย่างกว้างขวางทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อคิดค้นและพัฒนาทฤษฎีในการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากนั้นค้นพบว่าการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Zhang et al., 2017) ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่น ๆ ตามมาเพื่อให้กลายเป็นห้องเรียนอัจฉริยะ เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือในการเชื่อมต่อสู่ระบบการเรียนการสอนในการอ่านข้อมูล บันทึกการบรรยาย การค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ (Mahesh, Jayahari & Bijlani, 2016) หรือจะเป็นการสอนแบบออนไลน์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เนื่องจากมีระบบการสอนแบบเสมือน (virtual teaching) ที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถดาวน์โหลดและอัพโหลดข้อมูลในแบบไม่จำกัดสถานที่และเวลา (Zhang et al., 2017) นอกจากนั้น ยังสามารถนำระบบอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification--RFID) มาเป็นประยุกต์ใช้ในการสแกนบัตรก่อนเข้าเรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบรายชื่อผู้เรียนได้แบบทันที และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้จากข้อมูลที่เก็บบันทึกเอาไว้ (Bargaoui & Bdiwi, 2014) หรือจะเป็นการจัดการห้องเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยระบบดิสก์เลท โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทำเป็นระบบดิสก์เลท ซึ่งทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่ต้องติดตั้งฮาร์ดดิส ดังนั้นระบบปฏิบัติการทั้งหมดจะอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะทำการบูตระบบ ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น และนำอิมเมจบนเซิร์ฟเวอร์ไปทำงาน ซึ่งจะทำให้ผู้ดูแลระบบหรือผู้สอนไม่ต้องคอยแก้ไขเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายเป็นรายเครื่อง จึงเป็นการลดปัญหาในการดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์ (Soonthorn & Soonthon, 2015) ดังนั้นระบบห้องเรียนอัตโนมัติจึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนและควบคุมห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลถือเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาระบบสารสนเทศ เนื่องจากจะทำให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและเข้าใจกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของระบบเดิม (Stair & Reynolds, 2014) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งพบว่าระบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนได้อย่างทั่วถึงในตลอดระยะเวลาของการสอน เป็นเหตุให้ผู้เรียนสามารถเข้าใช้โปรแกรมอื่น ๆ รวมถึงการใช้อินเทอร์เน็ตได้อย่างอิสระ นอกจากนั้นเมื่อผู้เรียนทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอน แล้วเกิดติดปัญหา เช่น ไม่สามารถใช้งานโปรแกรม หรือมีข้อผิดพลาดต่าง ๆ เกิดขึ้น เป็นต้น ผู้สอนจะต้องเดินไปตรวจสอบยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาหากจะต้องเดินตรวจสอบโดยรอบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาแนวทางในการแก้ไขด้วยการพัฒนาระบบสารสนเทศ

ขึ้นมาควบคุมการทำงานเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน และได้ทำการศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งพบว่าระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทซึ่งเป็นแบบโอเพนซอร์ซนั้น มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นมาเพื่อบูรณาการร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทให้สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเก็บรายละเอียดคะแนนในแต่ละครั้งที่สอนได้ ซึ่งขอบเขตของการพัฒนาระบบมีดังนี้

1.1 การรันโปรแกรมผ่านเครือข่ายท้องถิ่น โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสามารถบูตระบบปฏิบัติการและโปรแกรมต่าง ๆ มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจึงไม่จำเป็นต้องมีฮาร์ดดิสก์

1.2 การเข้าใช้งานระบบจะต้องทำการลงทะเบียน และตั้งรหัสผ่าน โดยผู้สอน

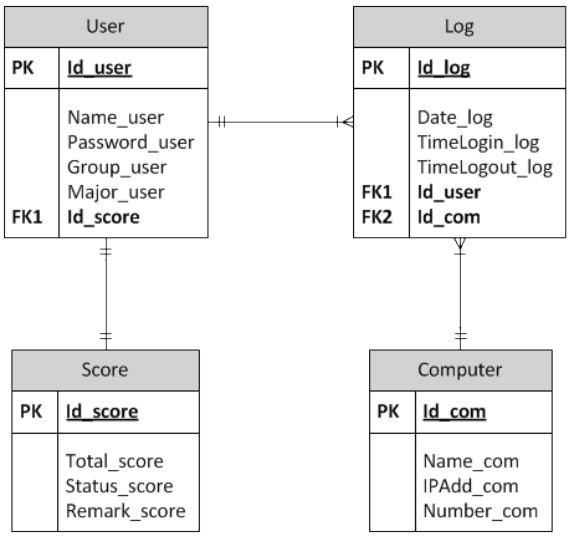
1.3 ระบบสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เช่น ผู้เข้าใช้ระบบ เวลาเข้า-ออกจากระบบ เป็นต้น

1.4 การควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสามารถทำการเปิดหรือปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ นอกจากนั้น สามารถเรียกดูหน้าจอ กำหนดเวลาใช้งาน และควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายด้วยการล็อคหน้าจอ

1.5 ระบบสามารถให้คะแนนแก่ผู้เรียน โดยการตรวจสอบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแต่ละเครื่องและลงคะแนนบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย พร้อมทั้งสามารถพิมพ์รายงานออกมาในรูปแบบไฟล์

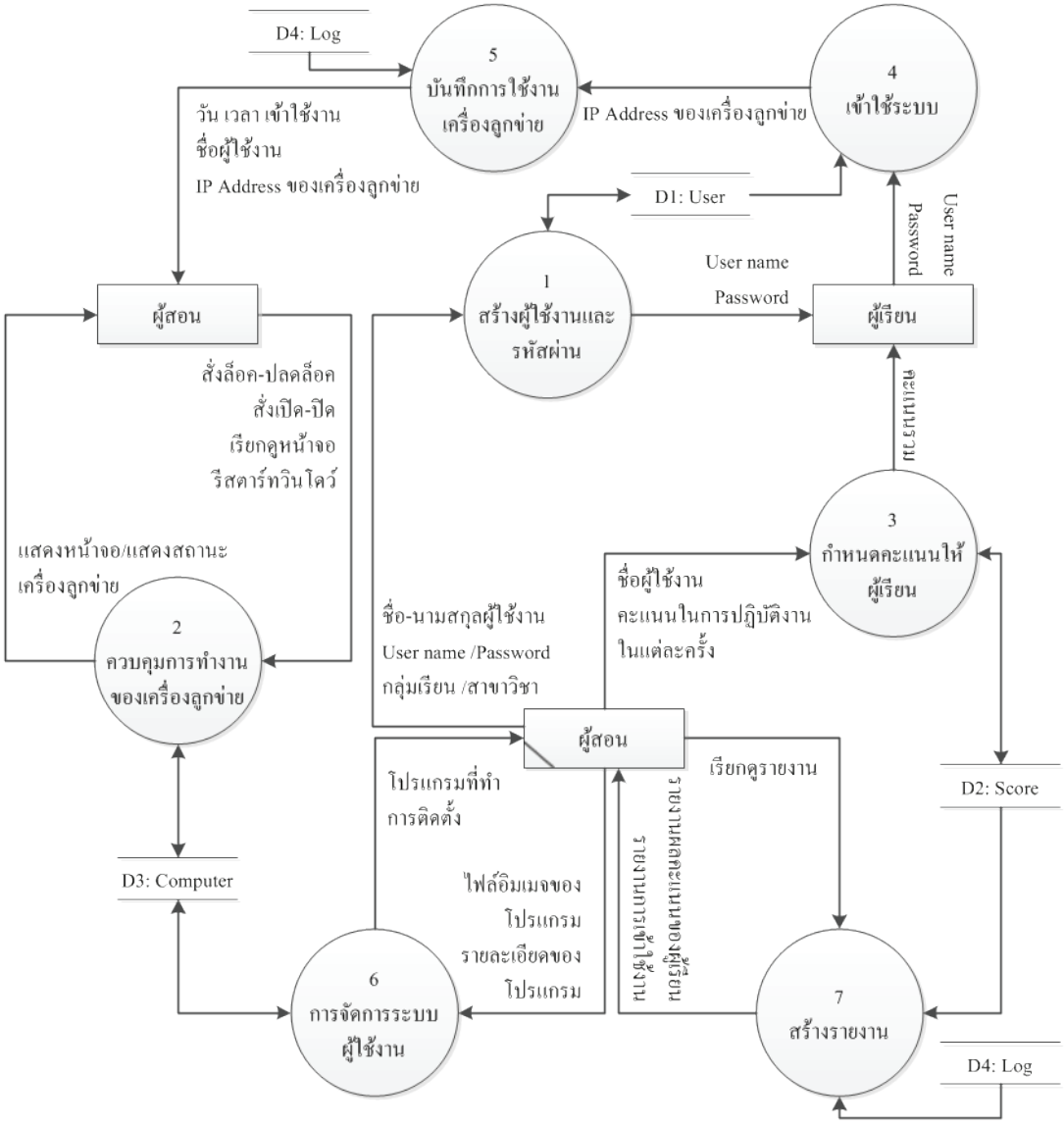
2. การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้ทำงานภายใต้ระบบเครือข่ายท้องถิ่น โดยจำลองจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อทั้งสิ้น 50 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 49 เครื่อง และใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram--DFD) ดังภาพ 3 ในการจำลองการทำงานของระบบ ซึ่งแผนภาพกระแสข้อมูลจะช่วยให้เข้าใจข้อมูลและการไหลของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบ อีกทั้งยังช่วยอธิบายกระบวนการทำงานของระบบได้อย่างครอบคลุมและเข้าใจง่าย (Stair & Reynolds, 2014) สำหรับการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการเข้าใช้ระบบของผู้เรียน ข้อมูลการให้คะแนน และข้อมูลผู้ใช้งานพร้อมรหัสผ่าน ผู้วิจัยได้ใช้แผนภาพอี-อาร์ (Entity-Relationship Diagram--ERD) ดังภาพ 2 ในการจำลองโครงสร้างของข้อมูลที่จัดเก็บ เนื่องจากสามารถจำลองเค้าร่างแนวคิด และแปลงเค้าร่างให้อยู่ในรูปแบบของตารางฐานข้อมูลได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย (Thalheim, 2000) ซึ่งสามารถแสดงการออกแบบแผนภาพอี-อาร์ และแผนภาพกระแสข้อมูล ได้ดังนี้



ภาพ 2 แผนภาพอี-อาร์

จากภาพ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท จำนวน 4 ตาราง ประกอบด้วย (1) ตารางผู้ใช้งาน โดยจะเก็บข้อมูลของผู้เรียนที่เข้ามาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเก็บข้อมูลรหัสผู้ใช้ ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่านการเข้าใช้ กลุ่มของผู้ใช้ สาขาวิชาของผู้ใช้ และรหัสการให้คะแนน (2) ตารางการเข้าใช้งาน โดยจะเก็บรหัสการเข้าใช้ วันที่ เวลาเข้า-ออก รหัสผู้ใช้ และรหัสเครื่องคอมพิวเตอร์ (3) ตารางเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะเก็บรหัสเครื่องคอมพิวเตอร์ ชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ หมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP address) และหมายเลขของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ (4) ตารางคะแนน โดยจะเก็บข้อมูลคะแนนของผู้เรียนที่อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้กำหนดให้จากการทำงานภายในคาบเรียน ซึ่งจะเก็บรหัสคะแนน คะแนนรวม สถานะของคะแนน และหมายเหตุ



ภาพ 3 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1

จากภาพ 3 ประกอบด้วยกระบวนการทั้งสิ้น 7 กระบวนการ ได้แก่ (1) สร้างผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้สร้างขึ้นและเก็บข้อมูลไว้ที่ข้อมูลผู้ใช้งาน (D1: user) (2) ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ผู้สอนเท่านั้นที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ โดยสามารถสั่งล็อค-ปลดล็อค สั่งเปิด-ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกดูหน้าจอ และรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์ (3) กำหนดคะแนนให้ผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถกรอกคะแนนของผู้เรียนไว้ในระบบซึ่งจะตรวจสอบชื่อผู้เรียนได้จากการล็อคอินเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (4) เข้าใช้ระบบ ในกระบวนการนี้ผู้เรียนจะต้องป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเพื่อเข้าปลดล็อคเครื่องคอมพิวเตอร์ (5) บันทึกการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เมื่อผู้เรียนล็อคอินเข้ามาใช้งานระบบจะทำการบันทึกข้อมูลการใช้งาน เช่น วัน เวลา ชื่อผู้ใช้ เป็นต้น (6) การจัดการระบบผู้ใช้งาน ผู้สอนจะทำหน้าที่ในการติดตั้งโปรแกรมที่ตนเองต้องการจะสอนโดยติดตั้งไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและทำไฟล์อิมเมจไปไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสามารถบูตโปรแกรมผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นได้โดยไม่ต้องมีฮาร์ดดิสก์ และ (7) สร้างรายงาน ซึ่งสามารถสร้างรายงานการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนแต่ละคน และรายงานการให้คะแนน

3. การพัฒนาและทดสอบระบบ

ในขั้นตอนของการพัฒนาระบบจะต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบไว้จากขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นสอดคล้องและตรงตามข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ (Rosenblatt, 2014) โดยการเขียนโปรแกรมตามกระบวนการจากภาพ 3 พร้อมทั้งพัฒนาฐานข้อมูลให้สามารถรองรับกับการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ตามภาพ 2 ในระหว่างพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบเป็นระยะ ๆ โดยการทดสอบระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้น เมื่อรวมกันเป็นระบบการทำงานแล้วสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และเพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น หรือถ้ามี จะสามารถแก้ไขได้ก่อนการใช้ระบบจริง โดยความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระดับนี้ ได้แก่ ความผิดพลาดของขั้นตอนวิธี (algorithm error) ความผิดพลาดด้านไวยากรณ์ (syntax error) ความผิดพลาดทางด้านการคำนวณ (computation and precision error) เป็นต้น (Thonghuaphai, 2015)

4. การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยการประเมินจากของผู้ใช้ระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็นผู้สอน จำนวน 16 คน และผู้เรียน จำนวน 98 คน รวมทั้งสิ้น 114 คน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 49 คน ตามเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่อยู่ในระบบเครือข่าย ส่วนผู้สอนได้ทำการประเมินพร้อม ๆ กันทั้ง 16 คน ซึ่งข้อคำถามมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ตามแนวคิดของ Likert ซึ่งแบ่งระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางการประเมินมาจากการศึกษาของจันทร์จิรา ตลับแก้ว และเพ็ญพันธ์ เพชรศร (Talabkaew & Pecharasorn, 2016) โดยจะประเมินทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความสามารถ (functional requirement test) เป็นการประเมินความสามารถของระบบว่าตรงตามความต้องการมากน้อยเพียงใด

4.2 ด้านความถูกต้อง (functional test) เป็นการประเมินความถูกต้องของระบบว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงตามหน้าที่มากน้อยเพียงใด

4.3 ด้านความยากง่ายในการใช้งาน (usability test) เป็นการประเมินลักษณะการใช้งานของระบบว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

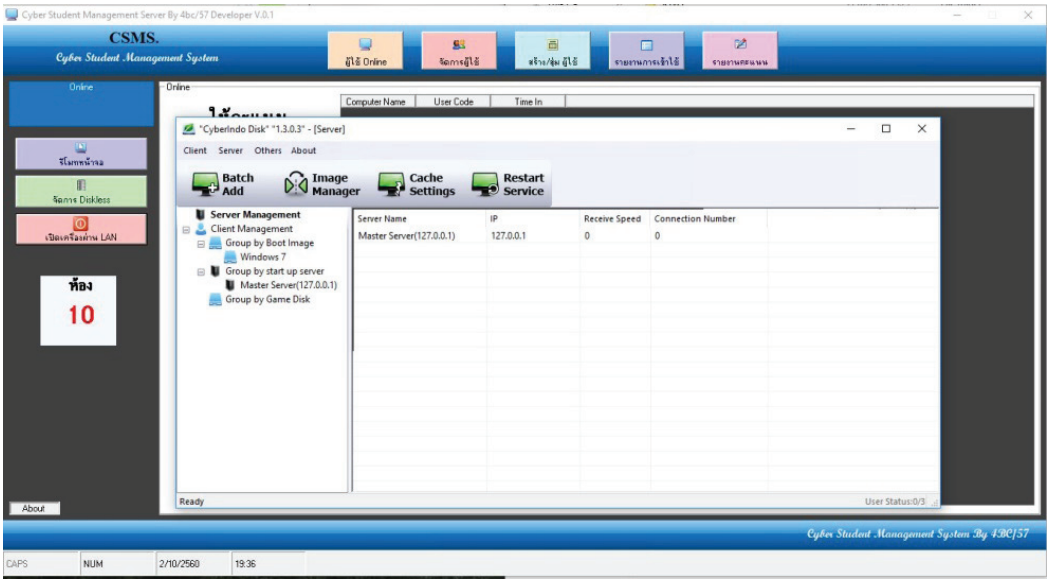
4.4 ด้านสมรรถนะ (performance test) เป็นการประเมินสมรรถนะของระบบว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

4.5 ด้านการรักษาความมั่นคง (security test) เป็นการประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลว่ามีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด

ผลการวิจัย

1. การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์

ในการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม CyberIndo Disk ในการติดตั้งการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทและรันคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งคุณสมบัติของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทนั้นจะสามารถควบคุมการทำงานเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย แต่จะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแล้วนำไฟล์ไปเก็บไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิด สั่งล็อคและปลดล็อคเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ และเมื่อทำการรีสตาร์ทวินโดว์ โปรแกรมทุกอย่างจะกลับมาทำงานตามเดิม กล่าวคือ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ในการ Undo หรือ Undo Card เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทจะคืนค่ากลับมาเป็นค่าเริ่มต้น ในการติดตั้งระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ปรากฏว่าสามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ทุกเครื่อง แต่ทั้งนี้จะต้องมีการกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP Address) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายในทุกเครื่อง ซึ่งสามารถแสดงหน้าจอของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 หน้าจอการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท

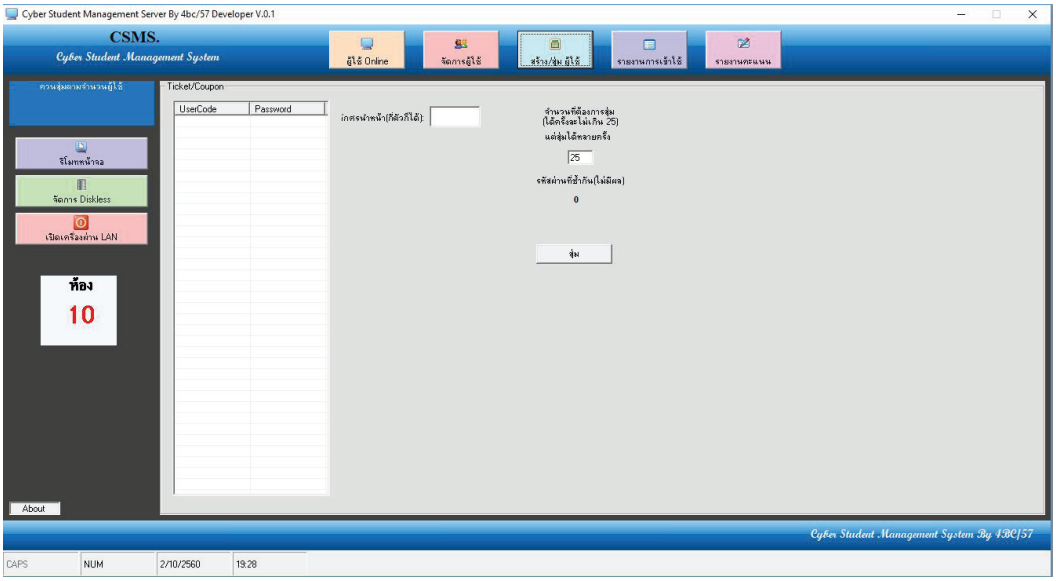
ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นเพื่อนำมาเชื่อมโยงเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ดังนั้นจะมีเมนูต่าง ๆ เพิ่มเติมขึ้นจากเดิม แต่เมื่อต้องการจะใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทสามารถคลิกเลือกที่เมนูจัดการ Diskless หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอขึ้นมาดังภาพ 4

จากภาพ 4 เป็นการแสดงการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิก์เลท เมื่อคลิกเลือกที่เมนูจัดการ Diskless จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ซึ่งในหน้าต่างนี้จะแสดงชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์และหมายเลขไอพี นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มลูกข่ายได้ในลักษณะแบบกลุ่ม โดยเลือกที่เมนู Batch Add และถ้าหากต้องการจัดการโปรแกรมต่าง ๆ ให้เลือกที่เมนู Image Manager เป็นต้น

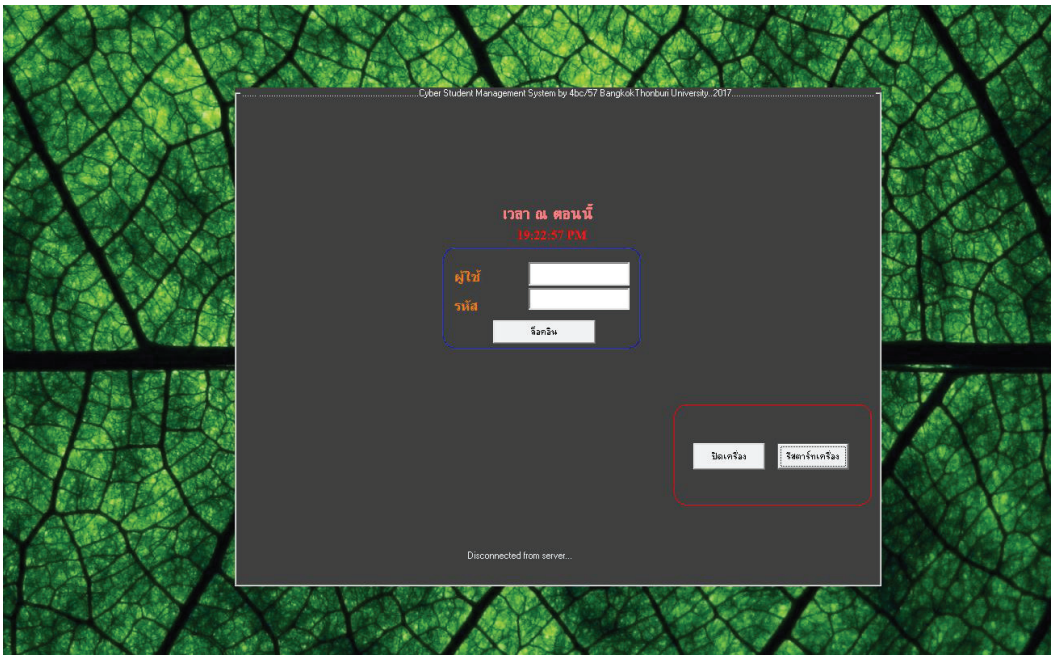
2. การพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ

ระบบสารสนเทศสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติถูกพัฒนาขึ้นมาให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทโดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเข้าสู่ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทโดยตรง แต่จะเข้าใช้งานผ่านระบบที่ได้พัฒนาขึ้น จึงทำให้มีความสะดวกมากกว่าและใช้งานง่าย สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะเข้าใช้งานได้ก็ต่อเมื่อมีการล็อคอินเข้าสู่ระบบก่อน โดยผู้สอนสามารถกำหนดชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ซึ่งสามารถกำหนดรหัสผ่านได้ใน 2 รูปแบบคือ การสุ่มและ

การกำหนดตามตัวอักษรหรือตัวเลขที่ต้องการ (ดังภาพ 5) เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้รับชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านจะสามารถทำการล็อคอินเข้าสู่ระบบได้ดังภาพ 6 หลังจากเข้าสู่ระบบแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะทำการบันทึกเวลาใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายและสามารถกำหนดระยะเวลาในการใช้งานได้ด้วย



ภาพ 5 หน้าจอการกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่าน



ภาพ 6 หน้าจอการเข้าสู่ระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

จากภาพ 5 ผู้สอนสามารถกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่านได้โดยการเลือกจำนวนของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วให้ระบบทำการสุ่มรหัสผ่าน หรือจะทำการกำหนดขึ้นมาเองก็ได้เช่นกันโดยการป้อนชื่อผู้ใช้ที่ UserCode และป้อนรหัสผ่านที่ Password แต่หากทำการสุ่มชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านจะปรากฏขึ้นมาเองตามจำนวนที่ให้ระบบสุ่ม และจากภาพ 6 เมื่อผู้เรียนต้องการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องทำการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เพื่อทำการล็อคอินเข้าสู่ระบบ และผู้ใช้งานปิดหรือรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่จำเป็นต้องล็อคอินเข้าสู่ระบบ

หากต้องการเรียกดูหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย หรือควบคุมเม้าส์ ควบคุมคีย์บอร์ดเพื่อไม่ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายทำงานได้ สามารถเลือกได้จากเมนูรีโมทหน้าจอ (ดังภาพ 7) นอกจากนั้นยังสามารถให้คะแนนผู้เรียนแต่ละคน พร้อมทั้งสร้างรายงานคะแนน และรายงานการเข้าใช้งานของผู้เรียนแต่ละคนตามเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ซึ่งจากภาพ 7 เมื่อต้องการเรียกดูเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย สามารถคลิกดูได้ตามลำดับของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น เมื่อต้องการเลือกดูเครื่องลำดับที่ 40 ให้คลิกเลือกที่ PC-40 หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอของเครื่องลำดับที่ 40 ออกมาให้เห็นว่าเครื่องกำลังทำอะไรอยู่



ภาพ 7 หน้าจอการเรียกดูเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

3. การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 5 ด้าน ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.19) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่อยู่ในระดับมากเป็นอันดับแรก คือ ด้านประสิทธิภาพ ($\overline{X}$ = 4.34) รองลงมาได้แก่ ด้านความยากง่ายในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.22) ด้านความถูกต้อง ($\overline{X}$ = 4.17) ด้านความสามารถ ($\overline{X}$ = 4.11) และด้านการรักษาความปลอดภัย ($\overline{X}$ = 4.09) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย ทำให้ค้นพบประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่สามารถนำมาสรุปเพื่ออภิปรายผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ใน 2 ประเด็น ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ระบบเชิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท

ผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้พบว่าการประยุกต์ใช้ระบบเชิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียน สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างสะดวก ลดระยะเวลาในการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียน และสามารถดูแลบำรุงรักษาได้โดยง่ายยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องปัญหาของไวรัสรวมไปถึงการติดตั้งซอฟต์แวร์ต่าง ๆ นอกเหนือจากการเรียนการสอน เนื่องจากระบบจะมีการกลับไปเป็นค่าเริ่มต้นในทุกครั้งที่เริ่มระบบใหม่ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของ Nan (2013) ที่พบว่าการพัฒนาห้องเรียนให้กลายเป็นระบบเครือข่ายนั้นถือว่าเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย แต่ส่วนใหญ่มักจะพบปัญหาของไวรัสทำให้ฮาร์ดดิสก์เสียหายโดยไม่อาจกู้คืนข้อมูลได้ เป็นต้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายดิสก์เลทจะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ นอกจากนั้น การบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องเรียนผ่านระบบเครือข่ายจะดำเนินการผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทั้งหมด จึงช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายและลดภาระงานบำรุงรักษา เนื่องจากเทคโนโลยีดิสก์เลทได้เข้า

มาดำเนินงานในส่วนนี้ทั้งหมด นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Yang, Hsieh and Chen (2008) ที่ได้ทำการติดตั้งระบบดิสก์เลทในห้องเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ที่ทำงานภายใต้การใช้ระบบ ดิสก์เลท โดยพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์มากนัก แต่มักจะใช้ในการจัดการและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปมากกว่า ดังเช่นการศึกษาของ Salah, Al-Shaikh and Sindi (2011) ที่ได้ประยุกต์ใช้ระบบดิสก์เลทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการเปรียบเทียบกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ใช้ระบบดิสก์เลทกับกลุ่มที่ใช้ พบว่า กลุ่มที่ใช้ระบบ ดิสก์เลทนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าและทำงานได้อย่างรวดเร็วมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Parase and Apte (2014) ที่ได้ทำการทดลองนำระบบดิสก์เลทเข้ามาช่วยตรวจสอบข้อผิดพลาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ในสภาวะแวดล้อมของระบบแบบกระจาย ซึ่งระบบ ดิสก์เลทสามารถดำเนินงานได้อย่างดีและถูกต้อง สอดคล้องกับการศึกษาของ Headrick and Jennings (2016) ที่พบว่าระบบดิสก์เลทใช้งานง่ายและช่วยให้ระยะเวลาทำงานมีความรวดเร็ว ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Eckart et al. (2012) โดยพบว่าการประมวลการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อใช้ระบบดิสก์เลทสามารถลดข้อผิดพลาด ช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการและการดูแลรักษาระบบได้เป็นอย่างดี

2. การพัฒนาระบบสารสนเทศในการควบคุมห้องเรียนและการจัดการเรียนการสอน

ระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทนั้น พบว่าสามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี และสามารถใช้งานควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน และช่วยให้ผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิระศักดิ์ สุทธิจันทร์ และสุทธิรักษ์ จริตงาม (Suttichan & Jaritngam, 2017) ที่ได้พัฒนาระบบ e-Lecture Recording Online มาเป็นระบบสนับสนุนการเรียนการสอนให้แก่อาจารย์และนักศึกษา ระบบนี้สามารถบันทึกการเรียนการสอนทางออนไลน์ได้ 15 ห้องเรียนพร้อมกัน ทำให้สามารถรองรับการเรียนรู้และการทบทวนบทเรียนย้อนหลังได้ทุกที่ทุกเวลา และไม่จำกัดจำนวนผู้เข้าเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของวิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (Meesuwan, 2014) ที่ได้นำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (cloud computing) มาประยุกต์ใช้ในงานทางการศึกษาเพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดมิติใหม่ทางการเรียนได้จากทุกที่ทุกเวลา และประหยัดค่าใช้จ่ายเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของณฐพล พันธุวงศ์ (Pantuwong, 2013) ที่ได้พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปแบบใหม่ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและใช้งานระบบสารสนเทศได้ง่ายขึ้น จึงทำให้สามารถเพิ่มคุณภาพทางการศึกษาและเชื่อมโยงผู้ใช้กับระบบสารสนเทศให้สามารถเรียนรู้ใช้งานระบบสารสนเทศได้อย่างง่าย นอกจากนั้นยังสอดคล้องการศึกษาในต่างประเทศ ดังเช่นการศึกษาของ Gallagher and Sixsmith (2014) ที่ได้ประยุกต์ใช้ระบบ e-Learning Information System ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิชาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนไปในทิศทางที่ดีขึ้น ผู้สอนมีความสะดวกสบายและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง เกิดการทำงานร่วมกันเป็นทีม และผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนและทบทวนการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก และสอดคล้องกับศึกษาของ Davies, Dean and Ball (2013) ที่ได้ศึกษาถึงการนำระบบสารสนเทศมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียนในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งผลการทดลองทำให้พบว่าการนำระบบสารสนเทศมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิผลและประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์มากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

อย่างไรก็ตาม ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความสามารถด้านความถูกต้อง ด้านความยากง่ายในการใช้งาน ด้านประสิทธิภาพ และด้านการรักษาความปลอดภัย ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียน มีความคิดเห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเยาวเรศ กาฬภักดี (Karapukdee, 2016) ที่ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ระบบระบบสารสนเทศในการจัดการรายวิชา และพบว่า ขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ของระบบทำให้การดำเนินงานสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น และผลประเมินความพึงพอใจในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ด้านความตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน นอกจากนั้น Janczarek & Sosnowski (2015) ยังได้นำเสนอว่าการทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์นั้นจะช่วยเพิ่มความถูกต้องของระบบ และเป็นการตรวจสอบเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผลการประเมินระบบประสิทธิภาพของระบบในครั้งนี้จึงเปรียบเสมือนเป็นการยืนยันถึงคุณภาพของระบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ในอนาคตควรพัฒนาระบบเพิ่มเติมให้สามารถบันทึกการสอนของผู้สอน และบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เรียนผ่านทางระบบประมวลผลกลุ่มเมฆ (cloud computing) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้กลับไปทบทวนในสิ่งที่ได้ปฏิบัติในห้องเรียน นอกจากนั้นควรเชื่อมโยงกับระบบการตรวจสอบรายชื่อผู้เรียนผ่านทางการสแกนบัตรด้วยระบบอาร์เอฟไอดี เพื่อให้ข้อมูลของการเข้าเรียนเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติ

References

Bargaoui, H., & Bdiwi, R. (2014). Smart classroom: Design of a gateway for ubiquitous classroom. *2014 International Conference on Web and Open Access to Learning (ICWOAL)*, Dubai.

Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, *61*(3), 563-580.

Eckart, B., He, X., Wu, C., Aderholdt, F., Han, F., & Scott, S. (2012). Distributed virtual diskless checkpointing: A highly fault tolerant scheme for virtualized clusters. *26th IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium*, Shanghai.

Firmin, M. W., & Genesi, D. J. (2013). History and implementation of classroom technology. *Social and Behavioral Sciences*, *93*(3), 1603-1617.

Gallagher, S., & Sixsmith, A. (2014). Engaging IT undergraduates in non-IT content: Adopting an eLearning information system in the classroom. *Interactive Technology and Smart Education*, *11*(2), 99-111.

Headrick, W. J., & Jennings, S. (2016). Diskless clients in modern ATE. *IEEE AUTOTESTCON 2016*, California.

Janczarek, P., & Sosnowski, J. (2015). Investigating software testing and maintenance reports: Case study. *Information and Software Technology*, *25*(2015), 272-288.

Jantana, Y. (2012). *Conducting and managing the server diskless.* Retrieved from http://research.pcru.ac.th/service/code/index.php?filename=search/s_byAll.php (in Thai)

Karapukdee, Y. (2016). The efficiency of information system for details and operational report of the courses. *12sd Naresuan Research Conference, Research and Innovation for National Development*, Phitsanulok. (in Thai)

Mahesh, G., Jayahari, K. R., & Bijlani, K. (2016). A smart phone integrated smart classroom. *10th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Security and Technologies (NGMAST)*, Cardiff.

Meesuwan, W. (2014). Cloud computing for education. *Journal of Education Naresuan University*, 16(1), 149-157. (in Thai)

Nan, Z. (2013). Application of diskless network technology in the construction of multimedia network classroom. *Journal of Chinese Information Processing*, *26*(3), 77-83.

Nishigawa, K., Omoto, K., Hayama, R., Okura, K., Tajima, T., Suzuki, Y., . . . Matsuka, Y. (2017). Comparison between flipped classroom and team-based learning in fixed prosthodontic education. *Journal of Prosthodontic Research*, *61*(2), 217-222.

Pantuwong, N. (2013). Implementation of tangible users interfaces for information system development in classroom. *KMITL Information Technology Journal*, *2*(1), 1-13. (in Thai)

Parase, D. B., & Apte, S. S. (2014). A new diskless checkpointing approach for handling multiple processor failures. *International Journal of Engineering and Computer Science*, *3*(10). 8589-8591.

Rosenblatt, H. J. (2014). *Systems analysis and design*. New York: Cengage.

Roungrong, P., Jiravarapong, B., Manyum, W., Somyaron, W., Moundet, S., & Srisurat, C. (2014). Educational technology VS Thai teachers in 21st. *Panyapiwat Journal*, *5*(Special), 195-207. (in Thai)

Salah, K., Al-Shaikh, R., & Sindi, M. (2011). Towards green computing using diskless high performance clusters. *7th International Conference on Network and Service Management*, Paris.

Shen, C., Wu, Y. C. J., & Lee, T. (2014). Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science. *Computers in Human Behavior*, *30*(1), 731-738.

Soonthorn, S., & Soonthon, T. (2015). *Computer classroom management with diskless system.* Retrieved From https://www.technicchan.ac.th/UserFiles/File/2_การติดตั้งโปรแกรม%20Richtech4%20Server.pdf (in Thai)

Stair, R. M., & Reynolds, G. W. (2014). *Principles of information systems*. New York: Cengage.

Suttichan, W., & Jaritngam, S. (2017). e-lecture recording online. *PULINET Journal*, *4*(3), 55-62. (in Thai)

Talabkaew, J., & Pecharasorn, P. (2016). The performance evaluation of E-document, Rajamangala University of Technology Isan. *Information*, *23*(1), 23-38. (in Thai)

Thalheim, B. (2000). *Entity-relationship modeling: Foundations of database technology*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Thonghuaphai, U. (2015). Software testing. *Kasem Bundit Journal*, *16*(2), 140-154. (in Thai)

Yang, C. T., Hsieh, W. F., & Chen, H. Y. (2008). Implementation of a diskless cluster computing environment in a computer classroom. *2008 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference*, Yilan.

Zhang, Z., Cao, T., Shu, J., Zhi, M., Liu, H., & Li, Z. (2017). Exploration of blended teaching pattern based on Hstar and Smart Classroom. *2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, Hong Kong.