

การประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองหน่วยประมวลผลกลางและระบบปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้รายวิชา ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ EMPLOYING CPU-OS SIMULATOR IN OPERATING SYSTEM COURSE FOR BACHELOR OF COMPUTER ENGINEERING

เกรียงไกร ลิมทอง*

Kriangkrai Limthong

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

* ผู้พิมพ์ประสานงาน: เกรียงไกร ลิมทอง อีเมล: kriangkrai.l@bu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้ศึกษาการประยุกต์ใช้ CPU-OS simulator เข้ากับหลักสูตรในรายวิชาระบบปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี โดยใช้เทคนิคการทดสอบ A/B เพื่อประเมินผลกระทบที่มีต่อความเข้าใจและความสนใจของผู้เรียนในเนื้อหาวิชานี้ ในแวดวงวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การส่งเสริมความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น งานวิจัยนี้แบ่งนักศึกษาเป็นสองกลุ่ม: กลุ่ม A คือกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม ในขณะที่กลุ่ม B ได้รับการสอนด้วย CPU-OS simulator ทั้งระยะเวลาเรียน ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมเพื่อประเมินผลการทดลองที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจและความสนใจของนักศึกษา ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดถึงพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญของผู้เรียน โดยผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นถึง 91.35% ในกลุ่มที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมจำลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ความสนใจของนักศึกษาในเนื้อหาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญถึง 87.32% ผลการวิจัยนี้ยังถึงศักยภาพในการประยุกต์เครื่องมือการเรียนรู้ที่มีความมั่นคงและมีประสิทธิภาพเช่น CPU-OS simulators ในการศึกษาด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ช่วยเสริมความเข้าใจของนักศึกษาในวิชา ระบบปฏิบัติการ และยังทำให้เนื้อหาวิชาน่าสนใจและน่าติดตามมากขึ้น ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้สรุปถึงศักยภาพในการใช้เครื่องมือการเรียนรู้ที่สามารถใช้งานได้ในทางปฏิบัติ ซึ่งมีประโยชน์ในการเตรียมนักศึกษาให้พร้อมรับกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

คำสำคัญ : ระบบปฏิบัติการ, โปรแกรมจำลองการทำงาน, วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

Abstract:

Incorporating a CPU-OS simulator into the curriculum of an Operating System course for Bachelor of Computer Engineering students, this research utilizes A/B testing methodology to evaluate its impact on learners' understanding and interest in the subject matter. In the face of a constantly evolving technological landscape, providing students with a solid grasp of operating systems is imperative. The study divides students into two groups: Group A, the control group, receives traditional instruction, while Group B is introduced to the innovative addition of a CPU-OS simulator. Data is collected throughout the semester to gauge the influence of this intervention on student comprehension and engagement. The results are striking, revealing a noteworthy 91.35% increase in learner understanding among those who experienced the simulator, compared to the control group. Moreover, student interest in the subject saw a remarkable boost of 87.32%. These findings emphasize the potential of incorporating practical, hands-on learning tools like CPU-OS simulators into computer science education, not only in deepening students' comprehension of operating systems but also in making the subject matter more captivating and appealing. The implications of this research are significant, underscoring the importance of modernizing educational approaches to equip students with the skills and enthusiasm needed to meet the demands of an ever-evolving technological landscape

Keywords: Operating System, Simulator, Computer Engineering

บทนำ:

ระบบปฏิบัติการ (Operating System) มีความสำคัญอย่างยิ่งในวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์หลักที่ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ภายในคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดสรรทรัพยากรของระบบ เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำ (Memory) และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices) ให้กับแอปพลิเคชันและโปรแกรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ระบบปฏิบัติการยังรับผิดชอบในการจัดการไฟล์ ควบคุมการเข้าถึงข้อมูล รักษาความปลอดภัยของระบบ และให้บริการพื้นฐานที่จำเป็นแก่ผู้ใช้ ดังนั้น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการจึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับวิศวกรคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาและออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

นอกจากความสำคัญของระบบปฏิบัติการในวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แล้ว การอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการให้กับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์อาจเป็นเรื่องที่ทำนายสำหรับอาจารย์ผู้สอน เนื่องจากระบบปฏิบัติการมีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับหลายองค์ประกอบ ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การอธิบายหลักการทํางาน โครงสร้าง และกลไกต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการให้เข้าใจได้อย่างลึกซึ้งนั้น ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ ทักษะการเขียนโปรแกรม และความเข้าใจในสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักศึกษาอาจมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน อาจารย์ผู้สอนจึงต้องปรับวิธีการสอนและยกตัวอย่างให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักศึกษา รวมถึงใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลาย เช่น การสาธิต การใช้ภาพประกอบ หรือการมอบหมายโครงการที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้นักศึกษาเข้าใจหลักการและการทำงานของระบบปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น ถึงแม้จะเป็นความท้าทาย แต่การสอนระบบปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพก็เป็นสิ่งสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาสำหรับการทำงานในสายวิชาชีพวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในอนาคต

ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์จำลองระบบปฏิบัติการหลายตัวที่สามารถช่วยให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของระบบปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของระบบปฏิบัติการ 4 ตัวที่น่าสนใจ ได้แก่ 1) OS Sim (OS Concepts Simulator), 2) Nachos, 3) XINU (Xinu Is Not Unix), และ 4) JOS (J Operating System) แต่ละซอฟต์แวร์จำลองมีจุดแข็งและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน แต่ทั้งหมดล้วนเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติในการเรียนการสอนวิชาระบบปฏิบัติการ

OS Sim (OS Concepts Simulator) เป็นซอฟต์แวร์จำลองระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนแนวคิดและอัลกอริธึมต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการ ข้อดีของ OS Sim คือ มีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่เข้าใจง่าย มีการนำเสนอแนวคิดที่หลากหลาย เช่น การจัดการโปรเซส การจัดการหน่วยความจำ และการซิงโครไนซ์ ทำให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจหลักการพื้นฐานของระบบปฏิบัติการได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ OS Sim ยังมีแบบฝึกหัดและการทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของนักศึกษา อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ OS Sim คือ เป็นการจำลองในระดับแนวคิด จึงไม่สามารถสะท้อนความซับซ้อนและรายละเอียดปลีกย่อยของระบบปฏิบัติการจริงได้อย่างครบถ้วน รวมถึงไม่สามารถปรับแต่งหรือขยายความสามารถของซอฟต์แวร์ได้มากนัก ทำให้อาจจำกัดขอบเขตการเรียนรู้ในบางประเด็นที่ซับซ้อนหรือเฉพาะ

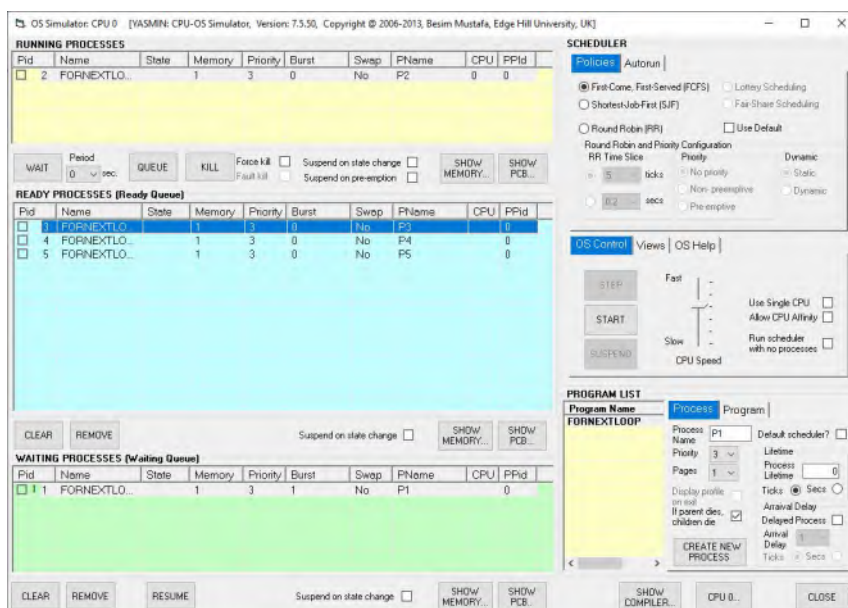
Nachos เป็นระบบปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนที่ออกแบบมาให้มีความเรียบง่าย แต่ครอบคลุมแนวคิดหลักของระบบปฏิบัติการ ข้อดีของ Nachos คือ มีโครงสร้างที่กระชับและเข้าใจง่าย มาพร้อมกับซอร์สโค้ดที่สามารถศึกษาและปรับแต่งได้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้การทำงานของระบบปฏิบัติการผ่านการสำรวจและดัดแปลงโค้ด Nachos ยังมีส่วนประกอบหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น ระบบไฟล์ การจัดการหน่วยความจำ และการจัดการโปรเซส ซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้การทำงานของส่วนประกอบเหล่านี้ได้อย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ Nachos คือ เป็นระบบปฏิบัติการที่เรียบง่ายเกินไป อาจไม่ครอบคลุมคุณสมบัติและความซับซ้อนทั้งหมดของระบบปฏิบัติการสมัยใหม่ นอกจากนี้ การปรับแต่ง Nachos อาจต้องอาศัยความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมในระดับหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำหรับนักศึกษาที่มีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมไม่มากนัก

XINU (Xinu Is Not Unix) เป็นระบบปฏิบัติการขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนหลักการของระบบปฏิบัติการ ข้อดีของ XINU คือ มีสถาปัตยกรรมที่เรียบง่าย กระชับ และเข้าใจง่าย โค้ดของ XINU มีความชัดเจนและเป็นระเบียบ เหมาะสำหรับการศึกษาและทำความเข้าใจการทำงานของระบบปฏิบัติการ XINU ครอบคลุมแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ เช่น การจัดการโปรเซส การสื่อสารระหว่างโปรเซส และการจัดการอุปกรณ์ ซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการเหล่านี้ได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ XINU ยังสามารถปรับแต่งและขยายความสามารถได้ง่าย เหมาะสำหรับการทดลองและวิจัย อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ XINU คือ เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการขนาดเล็ก จึงอาจไม่ครอบคลุมคุณสมบัติและความซับซ้อนทั้งหมดของระบบปฏิบัติการเต็มรูปแบบ รวมถึงอาจมีข้อจำกัดในการรองรับฮาร์ดแวร์บางประเภท ซึ่งอาจจำกัดขอบเขตการเรียนรู้ในบางด้านที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิบัติการสมัยใหม่

JOS (J Operating System) เป็นระบบปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) มีจุดเด่นคือใช้วิธีการเรียนรู้แบบปฏิบัติ ผ่านการทำโครงงานและแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม นักศึกษาจะได้สร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในหลักการและการทำงานของระบบปฏิบัติการ JOS ครอบคลุมแนวคิดสำคัญ เช่น การจัดการหน่วยความจำเสมือน ระบบไฟล์ และการสื่อสารระหว่างโพรเซส ซึ่งนักศึกษาจะได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ JOS คือ เนื่องจากเน้นการเรียนรู้ผ่านการเขียนโปรแกรม นักศึกษาจึงจำเป็นต้องมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมที่ดีพอสมควร นอกจากนี้ JOS อาจมีความซับซ้อนและใช้เวลาในการทำความเข้าใจมากกว่าระบบปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ และเนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา จึงอาจมีข้อจำกัดในแง่ของประสิทธิภาพและความสามารถในการรองรับฮาร์ดแวร์จริง

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ เราได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์จำลอง CPU-OS Simulator จาก Informer Technologies, Inc. ซึ่งมีคุณสมบัติโดดเด่นหลายประการ ได้แก่ 1) สามารถจำลองการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ควบคู่ไปกับระบบปฏิบัติการ 2) มีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ใช้งานง่าย 3) สามารถปรับแต่งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ตามต้องการ และ 4) มีเครื่องมือในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ CPU-OS Simulator เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการในบริบทของวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ช่วยให้เราสามารถทดลองและวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบปฏิบัติการภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญคือเราสามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรี แม้ว่าซอฟต์แวร์จำลองนี้จะมีคุณสมบัติที่หลากหลายและยืดหยุ่น แต่อาจมีความซับซ้อนในการตั้งค่าและใช้งานสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับแนวคิดของระบบปฏิบัติการมากนัก การปรับแต่งพารามิเตอร์และการตีความผลลัพธ์อาจต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านระบบปฏิบัติการและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์

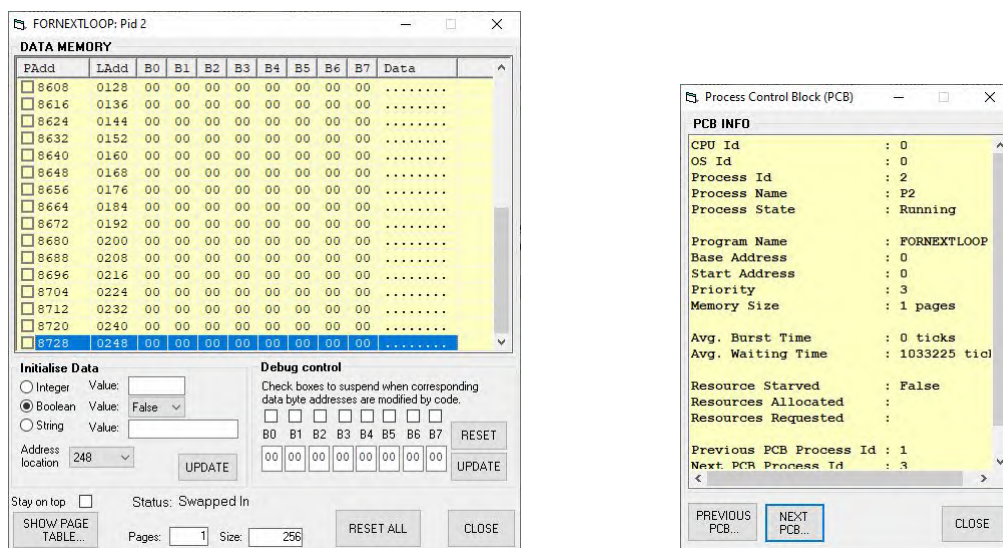
CPU-OS Simulator จาก Informer Technologies, Inc. มีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อต่าง ๆ ในรายวิชา ระบบปฏิบัติการ ซึ่งช่วยให้นักศึกษาเข้าใจแนวคิดและหลักการการทำงานของระบบปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น ซอฟต์แวร์จำลองนี้ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญ เช่น การจัดการโพรเซส โดยสามารถจำลองการสร้าง การทำงาน และการสิ้นสุดของโพรเซส รวมถึงอัลกอริธึมการจัดตารางเวลา เช่น First-Come-First-Served (FCFS), Shortest-Job-First (SJF) และ Round-Robin (RR) นอกจากนี้ยังสามารถจำลองการจัดการหน่วยความจำ เช่น การแบ่งหน่วยความจำเป็นส่วน (Partitioning) และการใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น Paging และ Segmentation รวมถึงอัลกอริธึมการแทนที่หน้า (Page Replacement) เช่น First-In-First-Out (FIFO), Least Recently Used (LRU) และ Optimal Page Replacement ในส่วนของการซิงโครไนซ์ CPU-OS Simulator สามารถจำลองปัญหา Race Condition, Deadlock และแสดงให้เห็นการใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น Semaphore และ Monitor ในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ คุณสมบัติเหล่านี้ช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้และทดลองแนวคิดสำคัญของระบบปฏิบัติการผ่านการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเสริมสร้างความเข้าใจและประสบการณ์การเรียนรู้ในรายวิชา ระบบปฏิบัติการ



รูปที่ 1 หน้าจอหลักของส่วนการจำลองระบบปฏิบัติการ (OS Simulator)

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นหน้าต่างหลักของซอฟต์แวร์จำลอง OS Simulator ในภาพแสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ครอบคลุมคุณสมบัติและฟังก์ชันต่าง ๆ ในการจำลองการทำงานของระบบปฏิบัติการ ส่วนบนของหน้าต่างแสดงรายการโพรเซสที่กำลังทำงานและโพรเซสที่พร้อมทำงาน พร้อมทั้งรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชื่อ สถานะ หน่วยความจำ ลำดับความสำคัญ และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ส่วนบนขวาของหน้าต่างแสดงรายการ ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของโพรเซสผ่านปุ่มคำสั่งต่าง ๆ เช่น สร้าง ลบ หยุดชั่วคราว และเริ่มต้นใหม่ นอกจากนี้ยังมีส่วนของตัวจัดการระบบปฏิบัติการ (OS Control) ซึ่งอนุญาตให้ผู้เริ่มต้น หยุดชั่วคราว และทำงานต่อไปของตัวจำลอง รวมถึงตั้งค่าความเร็วในการประมวลผลของ CPU ส่วนล่างของหน้าต่างยังแสดงรายการและรายละเอียดของโพรเซสและโปรแกรมที่พร้อมสำหรับดำเนินการ ทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการและติดตามสถานะของโพรเซสต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ

นอกจากนี้ในส่วนของ Scheduler บนมุมขวาบนของหน้าต่างของรูปที่ 1 แสดงตัวเลือกนโยบายการจัดตารางเวลา (Scheduling Policies) ที่ใช้ในการกำหนดลำดับการทำงานของโพรเซส นโยบายเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการจัดสรรเวลาการประมวลผลให้กับโพรเซสต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในภาพแสดงนโยบายการจัดตารางเวลา 4 แบบ ได้แก่ 1) First-Come, First-Served (FCFS): โพรเซสที่มาถึงก่อนจะได้รับการประมวลผลก่อน ตามลำดับที่เข้ามาในคิว, 2) Shortest-Job-First (SJF): โพรเซสที่มีเวลาการประมวลผลสั้นที่สุดจะได้รับการประมวลผลก่อน, 3) Round-Robin (RR): โพรเซสแต่ละตัวจะได้รับเวลาการประมวลผลเท่า ๆ กันเป็นรอบ (time slice) และสลับกันทำงานจนกว่าจะเสร็จสิ้น, และ 4) Priority: โพรเซสที่มีลำดับความสำคัญ (priority) สูงกว่าจะได้รับการประมวลผลก่อน นอกจากนี้ยังมีตัวเลือกเพิ่มเติม เช่น "Round Robin and Priority Configuration" ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้กำหนดค่า time slice สำหรับ Round-Robin และลำดับความสำคัญของลำดับความสำคัญในการจัดตารางเวลา



รูปที่ 2 หน้าจอแสดง (ซ้าย) หน่วยความจำของโพรเซสและ (ขวา) บล็อกควบคุมโพรเซส (Process Control Block : PCB)

จากรูปที่ 2 (ซ้าย) แสดงตัวอย่างหน้าต่างซอฟต์แวร์จำลอง FORNEXTLOOP ที่มีหมายเลขโพรเซส Pid 2 แสดงส่วนของหน่วยความจำ (Data Memory) ของโพรเซส โดยหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นช่องหรือเซลล์ย่อยต่าง ๆ แต่ละเซลล์ประกอบด้วยที่อยู่ (Address) ตั้งแต่ 8608 ถึง 8728 และมีขนาดเท่ากับ 1 ไบต์ ในแต่ละเซลล์ประกอบด้วยข้อมูลเป็นเลขฐานสิบหก (Hexadecimal) ซึ่งแสดงค่าของข้อมูลที่ถูเก็บไว้ในหน่วยความจำ ส่วนการควบคุมการดีบัก (Debug control) ทางด้านขวามือ ประกอบด้วยตัวเลือกต่าง ๆ ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำ เช่น การกำหนดจุดขัดจังหวะ (Breakpoint) การเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูล (Integer, Boolean, String) ที่ที่อยู่ใดที่อยู่หนึ่ง นอกจากนี้ยังมีปุ่มคำสั่งต่าง ๆ เช่น แสดงตารางเพจ (SHOW PAGE TABLE) รีเซ็ตค่า (RESET ALL) และปิดหน้าต่าง (CLOSE) ส่วนของหน่วยความจำและการดีบักนี้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการเรียนรู้และทำความเข้าใจการจัดการหน่วยความจำของระบบปฏิบัติการ

จากรูปที่ 2 (ขวา) แสดงหน้าต่าง Process Control Block (PCB) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการจัดการโพรเซสของระบบปฏิบัติการ PCB เก็บข้อมูลและสถานะต่าง ๆ ของโพรเซส เช่น รหัสประจำโพรเซส (Process Id) รหัสประจำตัวของ CPU และ OS ที่โพรเซสกำลังทำงานอยู่ สถานะปัจจุบันของโพรเซส (Process State) ชื่อโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง (Program Name) ค่า Base Address และ Start Address สำหรับหน่วยความจำ ลำดับความสำคัญ (Priority) และขนาดหน่วยความจำ (Memory Size) ที่โพรเซสใช้ นอกจากนี้ยังแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Burst Time, Waiting Time และการเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ เช่น การเข้าถึง I/O การจอง

ทรัพยากร (Resource Starved) และการขอใช้ทรัพยากร (Resources Requested) PCB ยังเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโปรเซสก่อนหน้าและโปรเซสถัดไป (Previous PCB Process Id และ Next PCB Process Id) ที่เชื่อมโยงกันเป็นลำดับ ข้อมูลทั้งหมดนี้ช่วยให้ระบบปฏิบัติการสามารถจัดการและติดตามสถานะของโปรเซสได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงใช้ในการจัดสรรทรัพยากรและการสลับการทำงานระหว่างโปรเซสได้อย่างเหมาะสม

กล่าวได้ว่าระบบปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่งในวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ แต่การอธิบายรายละเอียดของระบบปฏิบัติการให้นักศึกษาเข้าใจอาจเป็นเรื่องท้าทาย ดังนั้นซอฟต์แวร์จำลองระบบปฏิบัติการ เช่น OS Sim, Nachos, XINU และ JOS จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการเรียนการสอน โดยแต่ละซอฟต์แวร์มีจุดแข็งและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ CPU-OS Simulator ซึ่งมีคุณสมบัติที่โดดเด่นและเหมาะสมสำหรับศึกษาการประยุกต์ใช้ CPU-OS simulator เข้ากับหลักสูตรในรายวิชาระบบปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยซอฟต์แวร์นี้ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญต่าง ๆ ในรายวิชาระบบปฏิบัติการ และมีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่แสดงรายละเอียดของโปรเซส การจัดการหน่วยความจำ การจัดการตารางเวลา และบล็อกควบคุมโปรเซส ซึ่งช่วยให้นักศึกษาเข้าใจแนวคิดและหลักการการทำงานของระบบปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้น

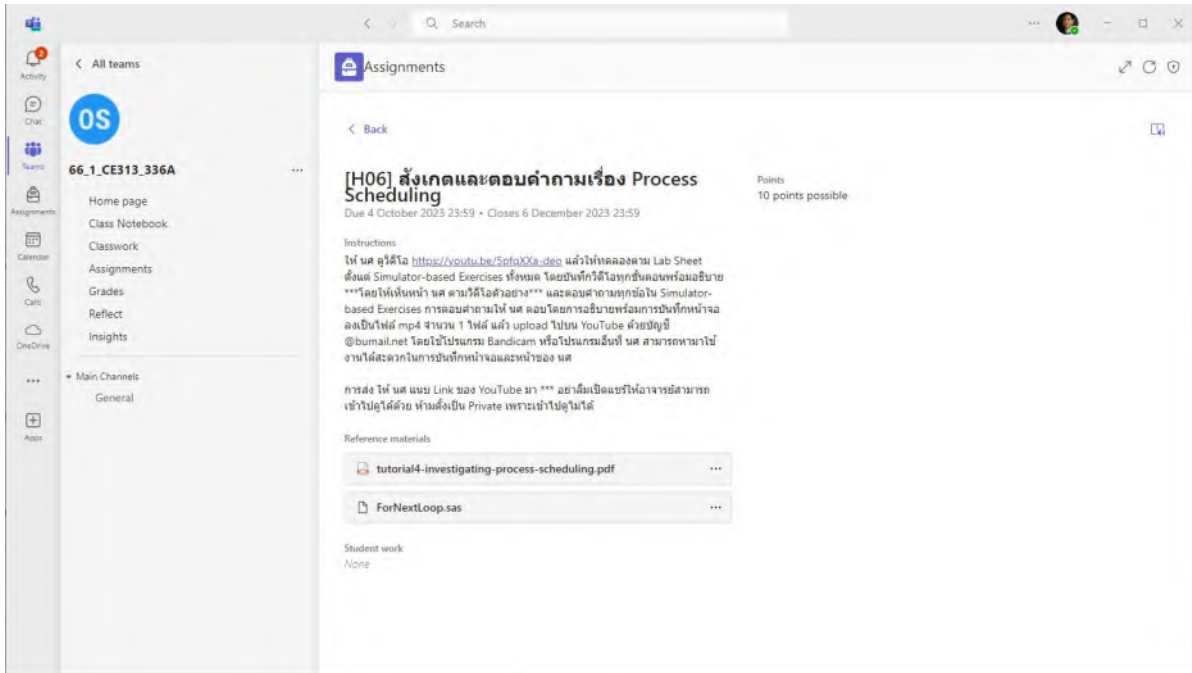
วิธีการทดลอง:

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) ที่ใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participation) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ CPU-OS simulator เข้ากับหลักสูตรในรายวิชาระบบปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียน ระหว่างใช้รูปแบบการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการกับไม่ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ อีกทั้งเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ ทั้งนี้ทีมผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยเกี่ยวกับประชากร กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและการพัฒนาคุณภาพ แบบแผนการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากร เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา คต.313 ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 83 คนที่ลงทะเบียนในปี 2565 และ 103 คนที่ลงทะเบียนในปี 2566 เหตุผลที่เลือกวิชานี้เพราะกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นนักศึกษาที่ต้องเรียนรู้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการการทำงานของระบบปฏิบัติการ อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างนี้มีพื้นฐานความรู้ทางคอมพิวเตอร์มาก่อน และมีความชำนาญและเชี่ยวชาญในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี

เครื่องมือ ในงานวิจัยนี้มีเครื่องมือหลักอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ระบบบริหารการเรียนการสอนที่ชื่อ MS Team และอีกระบบที่ถูกนำมาใช้งานคือโปรแกรมจำลองหน่วยประมวลผลกลางและระบบปฏิบัติการ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการที่ชื่อ CPU-OS Simulator จาก Informer Technologies, Inc. โดยจะใช้ทั้งสองระบบควบคู่กันไป ในการทดลองนี้จะใช้กระบวนการวิจัยแบบ AB เป็นวิธีการวิจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางเลือกหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่ม A คือกลุ่มที่ไม่มีการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการและกลุ่ม B คือกลุ่มที่มีการใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ หลังจากดำเนินการแล้ว จะมีการวัดผลและเปรียบเทียบตัวชี้วัดหรือเมตริกต่าง ๆ ระหว่างสองกลุ่ม เพื่อประเมินว่ารูปแบบการสอนแบบใดให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า วิธีการวิจัยแบบ AB นี้มักใช้ในการทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติเพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้การวิจัยดังกล่าวยังใช้แบบสอบถามสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการประเมินสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของตนเองผ่านทางแบบฟอร์มออนไลน์ที่อยู่ใน MS Team

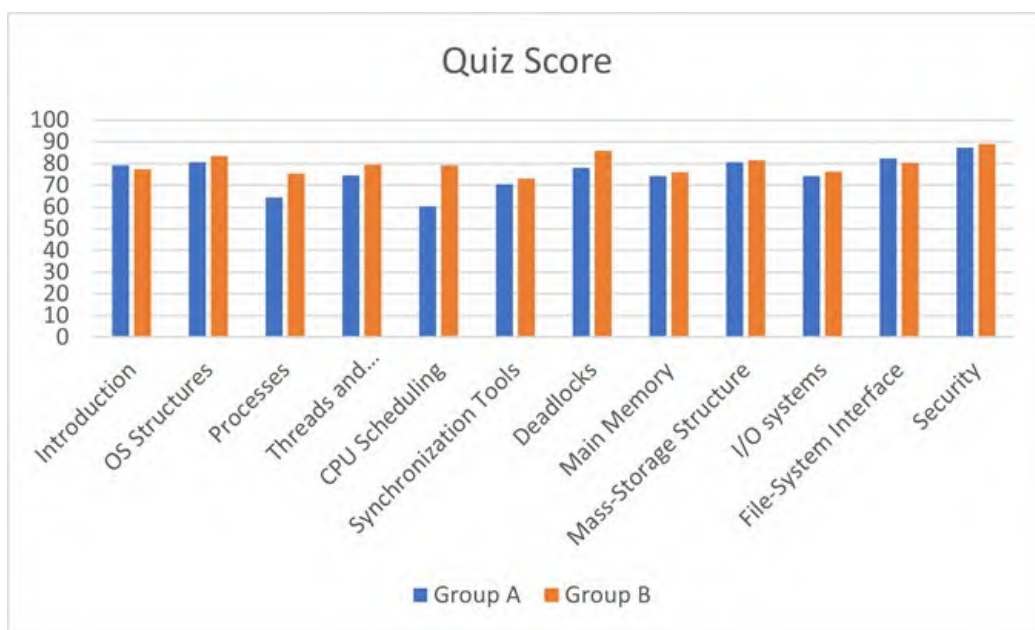
ในการเรียนการสอนมีหัวข้อทั้งหมด 12 หัวข้อ ดังนี้ Introduction, OS Structures, Processes, Threads and Concurrency, CPU Scheduling, Synchronization Tools, Deadlocks, Main Memory, Mass-Storage Structure, I/O systems, File-System Interface, และ Security โดยใช้เวลาในการเรียนการสอน 1 หัวข้อต่อ 1 สัปดาห์โดยเฉลี่ย โดยมีบางหัวข้อที่สามารถใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการเพื่อทดลองและสังเกตการทำงานได้ เช่น Process, CPU Scheduling, Deadlocks เป็นต้น แต่ก็มีหลายหัวข้อที่ไม่สามารถใช้โปรแกรมจำลองระบบการทำงานได้ โดยได้มีการมอบหมายให้เป็นการบ้านและมีวิดีโอแนะนำเพื่อให้นักศึกษาสามารถทดลองและสังเกตการทำงานในหัวข้อดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 3 และเมื่อจบในแต่ละหัวข้อจะมีการทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อผ่านทางระบบ Quiz ของ MS Team นอกจากนี้ยังใช้แบบสอบถามสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการประเมินสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของตนเองจำนวน 2 ครั้งก่อนสอบกลางภาคและก่อนสอบปลายภาค



รูปที่ 3 ตัวอย่างคำสั่งที่มอบหมายให้เป็นการบ้านโดยใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ

การรวบรวมข้อมูล เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจึงใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบออนไลน์ นอกจากนี้ยังใช้เครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ โดยส่งเป็นแบบสอบถามออนไลน์ผ่านทาง MS Team ให้กับกลุ่มตัวอย่างใช้สำหรับการตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าทางสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าความถี่ (Frequency), ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ตัววิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ (T-Test) เป็นต้น นอกจากนี้จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กราฟและการวิเคราะห์เมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measure) โดยตัวแปรต้นมี 2 ตัวแปรคือกิจกรรมการใช้งานผ่านทาง MS Team และการใช้งานโปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ ส่วนตัวแปรตามคือการเข้าชั้นเรียน (Attendance), ความตั้งใจ (Engagement), และคะแนนการทดสอบความรู้ (Scores)



รูปที่ 4 เปรียบเทียบผลการทำแบบทดสอบในหัวข้อต่างๆ

ผลการทดลอง:

ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ผลการวิจัยในส่วนแรกคือคะแนนของการทดสอบความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลการทดสอบทุกสัปดาห์และแบ่งออกเป็น 12 หัวข้อ และผลการวิจัยในส่วนที่สองคือผลจากแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจในการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการในชั้นเรียนจากผู้เรียนทั้งหมด

จากรูปที่ 4 แสดงคะแนนผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม A คือกลุ่มที่ไม่มีการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการและกลุ่ม B คือกลุ่มที่มีการใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ จากบทเรียนทั้งหมด 12 หัวข้อ โดยมี 5 หัวข้อที่ใช้โปรแกรมการจำลองในการเรียนรู้ ได้แก่ Processes, Threads & Concurrency, CPU Scheduling, Synchronization Tools, และ Deadlocks ส่วนอีก 6 หัวข้อที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมจำลองในการเรียนรู้ ได้แก่ Introduction, OS Structures, Main Memory, Mass-Storage Structure, I/O Systems, File-System Interface, และ Security รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าในภาพรวม กลุ่ม B มีคะแนนทดสอบเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนจากกลุ่ม A โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อ CPU Scheduling, Processes, และ Deadlocks ที่คะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม B มากกว่าคะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม A เป็น 18.9, 11.2 และ 8.0 คะแนนตามลำดับ ซึ่งในหัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่ผู้สอนได้มอบหมายให้นักศึกษาใช้โปรแกรมการจำลองระบบปฏิบัติการในการเรียนรู้ ในหัวข้อที่มีคะแนนใกล้เคียงกันมากที่สุดได้แก่ Mass-Storage Structure, Main Memory, Security, และ I/O systems โดยมีคะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม B มากกว่าคะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม A เป็น 1.9, 1.7, 1.7, และ 1.1 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 หัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่ผู้สอนไม่ได้มอบหมายให้ใช้โปรแกรมการจำลองระบบปฏิบัติการในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นหัวข้อที่ไม่มีการจำลองการทำงานในโปรแกรม CPU-OS Simulator ในตารางดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่ามีบางหัวข้อที่คะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม B น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยในกลุ่ม A ได้แก่ File-System Interface และ Introduction โดยมีคะแนนต่างกันอยู่ที่ 2.3 และ 1.7 ตามลำดับ ซึ่งหัวข้อเหล่านี้เป็นหัวข้อที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมการจำลองระบบปฏิบัติการในการเรียนรู้เช่นกัน

ผลจากแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการแสดงในตารางที่ 1 โดยคำถามทั้งหมดสามารถนำมาจัดเป็นกลุ่มหัวข้อสำหรับการประเมินได้ทั้งหมด 5 หัวข้อ ในแต่ละหัวข้อผู้เรียนจะให้คะแนนระหว่าง 0-5 โดยคะแนน 0 หมายถึงค่าน้อยมากและคะแนน 5 หมายถึงค่ามากที่สุด ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์มากและมากที่สุด และผู้เรียนมีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมจำลองดังกล่าวช่วยให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดความสนุกสนานในการเรียนและช่วยทำให้ผู้เรียนต้องการเข้าร่วมชั้นเรียนมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 1 ผลจากแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
ความต้องการเข้าชั้นเรียน	4.43	0.61	มาก
ความสนใจในเนื้อหาที่เรียน	4.39	0.53	มาก
ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	4.12	0.57	มาก
ความสนุกสนานในการเรียน	4.89	0.55	มากที่สุด
ความชอบต่อโปรแกรมจำลอง	4.91	0.51	มากที่สุด

ผลจากแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการที่นำมาใช้ในชั้นเรียนแสดงในตารางที่ 1 เป็นการสอบถามเฉพาะนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในเทอม 2566 โดยคำถามทั้งหมดสามารถนำมาจัดเป็นกลุ่มหัวข้อสำหรับการประเมินได้ทั้งหมด 5 หัวข้อ ในแต่ละหัวข้อผู้เรียนจะให้คะแนนระหว่าง 0-5 โดยคะแนน 0 หมายถึงค่าน้อยมากและคะแนน 5 หมายถึงค่ามากที่สุด ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกรายการประเมิน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านความสนุกสนานในการเรียน (4.89) และความชอบต่อเกมสื่อนั้น (4.91) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือความต้องการเข้าชั้นเรียน (4.43) และความสนใจในเนื้อหาที่เรียน (4.39) ซึ่งอยู่ในระดับมาก ส่วนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (4.12) แต่ยังคงอยู่ในระดับมากเช่นกัน ผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการช่วยเพิ่มความสนุกสนาน ความน่าสนใจ และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักศึกษา อีกทั้งยังช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น แม้ว่าอาจจะไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ โดยรวมแล้วการนำซอฟต์แวร์จำลองมาใช้ในการเรียนการสอนระบบปฏิบัติการได้รับการตอบรับเป็นอย่างดีจากนักศึกษา และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากผลการทดลองระหว่างกลุ่ม A คือกลุ่มที่ไม่มีการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการและกลุ่ม B คือกลุ่มที่มีการใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ ทั้งหมด 12 หัวข้อพบว่า ในหัวข้อที่ผู้สอนมอบหมายให้มีการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ กลุ่ม B ทำคะแนนทดสอบเฉลี่ยได้มากกว่ากลุ่ม A ใน 3 หัวข้อหลักได้แก่ CPU Scheduling, Processes, และ Deadlocks ซึ่งมีการมอบหมายงานด้วยโปรแกรมจำลองมากที่สุด ส่วนหัวข้อที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ คะแนนทดสอบเฉลี่ยของกลุ่ม A ไม่ต่างจากคะแนนทดสอบเฉลี่ยของกลุ่ม B โดยถ้าคำนวณจาก 3 หัวข้อหลัก CPU Scheduling, Processes, และ Deadlocks และเปรียบเทียบกับจำนวนคนจะพบว่ากลุ่ม B มีความเข้าใจเพิ่มขึ้นใน 3 หัวข้อหลักข้อดังกล่าวถึง 91.35% นอกจากนี้จากการสำรวจผ่านแบบสอบถามพบว่ากลุ่ม B มีความสนใจในเนื้อหาเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการเพิ่มขึ้นถึง 87.32%

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนระหว่างการสอนแบบประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการกับไม่ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ โดยประชากรเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยกรุงเทพและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 83 คนและ 103 คน ในการทดลองนี้จะใช้กระบวนการวิจัยแบบ AB และใช้ค่าทางสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าความถี่ (Frequency), ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ทวีวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ (T-Test) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ ช่วยให้ผู้เรียนมีความต้องการเข้าชั้นเรียนและต้องการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมาก ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นกว่าการเรียนรู้อยู่แบบเดิมที่ไม่ใช้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ นอกจากนี้โปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการ ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียนและเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ดังนั้นกิจกรรมผ่านโปรแกรมจำลองระบบปฏิบัติการจึงเป็นเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในระดับอุดมศึกษาให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้การศึกษาไทยก้าวหน้าขึ้นไปให้ทัดเทียมกับการศึกษาในต่างประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการเผยแพร่จากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

เอกสารอ้างอิง

- Atkin, B., and Sire, E.G. (2002). PortOS: An educational operating system for the post-PC environment. Proceedings of the 33rd ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, pages 116-120.
- Maia, L.P. and Pacheco, A.C. (2003). A Simulator Supporting Lectures on Operating Systems. 33rd ASEE/IEEE Frontiers in education Conference, November 5-8.
- Stallings, W. (2009). Operating Systems Internals and Design Principles. Sixth edition. Pearson.
- Morsiani, M. and Davoli, R. (1999). Learning operating systems structure and implementation through the MPS computer system simulator. SIGCSE'99 3/99 New Orleans, LA, USA.
- Robbins, S. and Robbins, K.A. (1999). Empirical exploration in undergraduate operating system. SICSE'99, 3/99 New Orleans, LA, USA.