

# ระบบสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อการออกแบบขั้นตอนวิธีบนเว็บ

อรรยา ปรีชาพานิช และ สุดา เชียรมนตรี

สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

Emails: oraya@tsu.ac.th, suda@tsu.ac.th

## บทคัดย่อ

การคิดเชิงวิจารณ์ถูกมองเป็นปัญหาสำคัญสำหรับนิสิตสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลให้นิสิตไม่สามารถกำหนดองค์ประกอบทางคอมพิวเตอร์ที่สัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนแบบกราฟิกโดยใช้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายเป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนฝึกทักษะในการออกแบบขั้นตอนวิธีโดยใช้ผังงานโปรแกรมและรหัสเทียม จากนั้นระบบจะสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนโดยวัดจากเวลาที่ใช้ไปและความถูกต้องของขั้นตอนวิธี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะให้ดียิ่งขึ้น ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้เรียนจำนวน 30 คน สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมากและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ดังนั้นงานในระยะถัดไปจะเป็นการนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่ใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้เปรียบเทียบกับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้ระบบดังกล่าว รวมทั้งประเมินเจตคติของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มที่มีต่อการเรียนรู้เรื่อง “การออกแบบขั้นตอนวิธี”

**คำสำคัญ**—ระบบสนับสนุนการเรียนรู้บนเว็บ; การออกแบบขั้นตอนวิธี; ผังงานโปรแกรม; รหัสเทียม

## 1. บทนำ

การผลิตบัณฑิตในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบและพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันที่มีผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภาษาที่ใช้พัฒนาระบบ การออกแบบโปรแกรม และการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาโปรแกรม เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศจึงมุ่งเน้นให้นิสิตได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

การพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ขั้นปีที่หนึ่งจนกระทั่งจบการศึกษาตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

ปัจจุบันพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการโปรแกรมในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผู้เรียนขาดทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ จึงไม่สามารถกำหนดองค์ประกอบหลักของโปรแกรมทั้งในส่วนของตัวแปรที่ใช้ในการรับค่า ตัวแปรที่ใช้ในการประมวลผล และตัวแปรที่ใช้ในการจัดเก็บค่าผลลัพธ์ วิธีการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ได้ซึ่งนอกจากอาศัยการคำนวณขั้นพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าในเชิงปริมาณแล้ว ผู้เรียนยังต้องสามารถกำหนดโครงสร้างควบคุมการทำงานของโปรแกรมอีกด้วย ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นปัญหาที่สำคัญมากเนื่องจากส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับผู้เรียนในด้านความสำเร็จในการเรียนทุกรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการ โปรแกรมและรายวิชาโครงงานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งท้ายที่สุดแล้วจะส่งผลกระทบต่อการประกันคุณภาพการศึกษาในด้านคุณภาพของบัณฑิตที่จะสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างระบบที่สามารถพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ผังงาน โปรแกรมและรหัสเทียม และสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบกราฟิกที่โต้ตอบกับผู้เรียนเพื่อให้รู้ว่าคุณเรียนกำลังดำเนินการอยู่ในขั้นตอนใดและมีการประเมินผลความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนเพื่อเป็นผลสะท้อนกลับให้ผู้เรียนได้นำไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านนั้น ๆ ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ระบบดังกล่าวประกอบการเรียนในแต่ละรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้ตลอดเวลา

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ขั้นตอนวิธี (Algorithm)

ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ [1, 2] เป็นวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือดำเนินการและมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน แต่ละปัญหาอาจออกแบบขั้นตอนวิธีได้

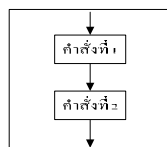
มากกว่าหนึ่งขั้นตอนวิธีที่แตกต่างกัน ดังนั้นการตัดสินใจเลือกใช้ขั้นตอนวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในสถานการณ์นั้น ๆ โดยทั่วไปการออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์มักใช้รูปแบบที่ง่ายต่อการสื่อความหมายร่วมกันระหว่างนักพัฒนาโปรแกรมและยังเอื้อต่อการนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนถัดไป ได้แก่

1. ฟังงานโปรแกรม (Program Flowchart) เป็นรูปแบบหนึ่งในการนำเสนอขั้นตอนวิธีโดยใช้แผนภาพซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่มีความหมายเฉพาะตัว เช่น การนำเข้าข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผลลัพธ์ เป็นต้น และใช้แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรมนั้น
2. รหัสเทียม (Pseudo Code) เป็นรูปแบบหนึ่งในการนำเสนอขั้นตอนวิธีโดยใช้ประโยคภาษาอังกฤษที่ใกล้เคียงกับภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่รหัสเทียมไม่มีการกำหนดหลักไวยากรณ์ (Syntax) ที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นรหัสเทียมที่สร้างขึ้นจากผู้เขียนแต่ละคนจึงมีความแตกต่างกันได้

## 2.2 โครงสร้างควบคุมการทำงาน (Control Structure)

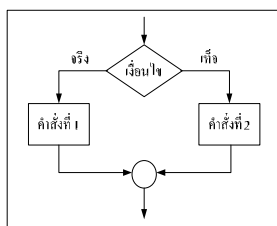
โครงสร้างควบคุมการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ [3] มีรูปแบบพื้นฐาน 3 ลักษณะคือ

1. โครงสร้างควบคุมการทำงานแบบลำดับขั้น เป็นโครงสร้างที่มีการทำงานตามลำดับ เริ่มจากคำสั่งที่ 1 แล้วจึงทำคำสั่งที่ 2 จากนั้นจึงทำคำสั่งถัดไปเรื่อย ๆ จนหมดชุดคำสั่ง



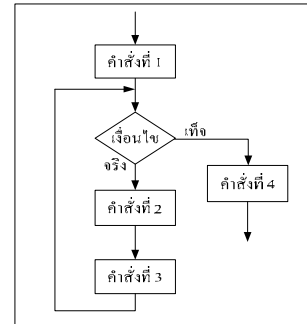
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างควบคุมการทำงานแบบลำดับขั้น

2. โครงสร้างควบคุมการทำงานแบบทางเลือก เป็นโครงสร้างที่มีการตรวจสอบเงื่อนไขและมีทางเลือกให้เลือกทำงาน โดยทั่วไปจะกล่าวถึงกรณีมีทางเลือกสองทางให้เลือกทางใดทางหนึ่ง ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้ทำคำสั่งที่ 1 แต่ถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จให้ทำคำสั่งที่ 2 จากนั้นจึงทำคำสั่งถัดไป



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างควบคุมการทำงานแบบทางเลือก

3. โครงสร้างควบคุมการทำงานแบบทำซ้ำ เป็นโครงสร้างที่มีการทำชุดคำสั่งย่อยภายใต้เงื่อนไขที่เป็นจริงไปเรื่อย ๆ จนกว่าเงื่อนไขจะเป็นเท็จ จึงจะทำคำสั่งถัดไปที่อยู่นอกเงื่อนไขดังกล่าว



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างควบคุมการทำงานแบบทำซ้ำ

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบเพื่อช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขั้นตอนวิธีให้แก่ Program ALGORITHMS [4] เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาผ่านทางหน้าจอ จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแทนค่าในตัวแปรตามที่กำหนดไว้ในแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งจะแสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเพื่อแจ้งให้ผู้เรียนทราบ ระบบดังกล่าวคือเว็บแอปพลิเคชัน ALGDS [4] ได้แบ่งการฝึกทักษะออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ การเติมคำในช่องว่างของรหัสเทียม การจัดเรียงลำดับขั้นตอนวิธีที่ระบบได้กำหนดไว้แล้วให้ถูกต้อง และการคำนวณค่าที่จัดเก็บไว้ในแต่ละตัวแปรให้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัย www Based Learning Environment for C Programming. An Algorithm Learning Support System with PAD Editor [5] เป็นระบบช่วยออกแบบขั้นตอนวิธีโดยใช้ Problem Analysis Diagram (PAD) และระบบจะทำการแปลงขั้นตอนวิธีเป็น โปรแกรมภาษาซีเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการออกแบบขั้นตอนวิธีและการสร้างโปรแกรม เป็นต้น จุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะแตกต่างจากระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาซึ่งมุ่งเน้นการฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ และแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งประเมินความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างถูกต้อง

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้แนวคิดในการพัฒนาแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Model) และใช้ภาษายูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 กระบวนการหลักดังนี้

### 3.1 การรวบรวมข้อมูลความต้องการใช้งาน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการใช้ระบบจากอาจารย์และผู้เรียนในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศพบว่าในส่วนของอาจารย์ต้องการให้ระบบช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมเนื้อหาและแบบฝึกหัดต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาและพัฒนาตนเองให้มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงการจัดเตรียมแบบทดสอบที่หลากหลายให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนทักษะได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนวิธีที่ผู้เรียนกำหนดไว้ได้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของผู้เรียนต้องการทำแบบทดสอบและรับทราบผลการทดสอบทันทีว่าตนเองทำแบบทดสอบแต่ละข้อ ได้ถูกต้องและรวดเร็วมากน้อยเพียงใดเพื่อที่จะได้นำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาตนเองได้อย่างถูกต้อง ส่วนรูปแบบการใช้งานระบบก็ควรมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบกราฟิกเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เพลิดเพลินและไม่สร้างความกดดันมากเกินไปในระหว่างการทำแบบทดสอบ

ผู้วิจัยจึงได้จัดทำข้อกำหนดของความต้องการใช้งานซอฟต์แวร์ (Software Requirement Specification : SRS) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบในขั้นตอนถัดไปดังนี้

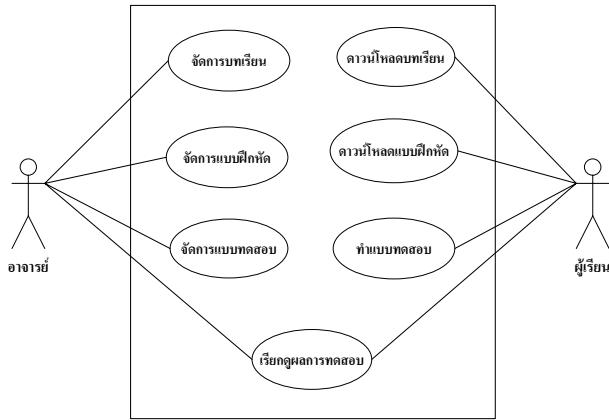
1. พัฒนาระบบในรูปแบบของเว็บไซต์ที่อาจารย์และผู้เรียนทุกคนสามารถเรียกใช้งานได้ตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาในการใช้งาน
2. ระบบสามารถจัดการเนื้อหาบทเรียนและแบบฝึกหัดเพื่อให้อาจารย์สามารถเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนเพิ่มเติมจากที่ได้ศึกษาในห้องเรียนแล้ว โดยให้ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดไฟล์เพื่อนำไปศึกษาและฝึกฝนทักษะด้วยตนเอง
3. ระบบสามารถจัดการคลังแบบทดสอบที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ พร้อมทั้งสามารถนำโจทย์ปัญหาเดิมมาดัดแปลงแก้ไขให้มีความซับซ้อนขึ้นได้ตามความต้องการ รวมทั้งสามารถเลือกใช้แบบทดสอบที่แตกต่างกันในการทดสอบแต่ละครั้งและสามารถกำหนดลำดับการแสดงผลโจทย์ปัญหา ก่อน-หลังได้ตามความเหมาะสม
4. ระบบสามารถให้ผู้เรียนเลือกทำโจทย์ปัญหาแต่ละข้อได้อย่างอิสระ และเมื่อได้ทำโจทย์ปัญหาข้อใดแล้วระบบจะไม่อนุญาตให้ทำซ้ำในข้อเดิมเนื่องจากก่อนจบการทดสอบในแต่ละข้อจะมีการแสดงผลที่ถูกต้องไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจโดยไม่จำกัดเวลา ดังนั้นการทำซ้ำในโจทย์ข้อเดิมจึงอาจส่งผลให้การประเมินผลทักษะในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
5. ระบบสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการกำหนดองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขั้นตอนวิธี

และประเมินผลความถูกต้องในประเด็นต่าง ๆ เป็นร้อยละประกอบด้วย

- 5.1 ตัวแปรต่างๆ ทั้งตัวแปรนำเข้า ตัวแปรที่ใช้ประกอบการประมวลผล และตัวแปรแสดงผลลัพธ์ ซึ่งในการสร้างโจทย์ปัญหาอาจารย์จะสามารถกำหนดตัวแปรล่วงหน้าได้มากกว่าหนึ่งตัวเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน
- 5.2 โครงสร้างควบคุมการทำงานของโปรแกรมว่าเป็นการทำงานแบบลำดับขั้น การกำหนดทางเลือก และ/หรือการทำซ้ำ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกได้มากกว่าหนึ่งรูปแบบแล้วแต่ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา
- 5.3 สูตรการคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่โจทย์กำหนด โดยให้ระบบตรวจสอบตามที่อาจารย์ได้เฉลยไว้แล้วในคลังแบบทดสอบเป็นหลัก แต่ระบบจะต้องสามารถตรวจสอบความถูกต้องในกรณีที่ผู้เรียนกำหนดสูตรการคำนวณที่มีตัวแปรสลับตำแหน่งกับที่เฉลยไว้โดยที่ผลลัพธ์ยังคงถูกต้องเหมือนเดิมได้ เช่น ในกรณีการบวกและการคูณ เป็นต้น และสามารถตรวจสอบการพิมพ์ค่าของตัวเลขที่อาจมีเลขศูนย์นำหน้าหรือต่อท้ายทศนิยมที่แตกต่างกัน รวมไปถึงการเคาะเว้นวรรคในแต่ละตำแหน่งของสูตรการคำนวณที่ต่างกันแต่ให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันได้อย่างถูกต้อง
- 5.4 ฟังก์ชันโปรแกรมหรือรหัสเทียมแล้วแต่ที่กำหนดไว้ในโจทย์ปัญหา ในกรณีที่เป็นการสร้างฟังก์ชันโปรแกรมระบบจะแสดงแผนภาพที่มีสัญลักษณ์แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องไว้ให้แล้ว ดังนั้นผู้เรียนสามารถกำหนดองค์ประกอบของการทำงานในแต่ละขั้นตอนลงในกล่องข้อความภายในรูปสัญลักษณ์นั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้การตรวจสอบความถูกต้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ที่ได้กล่าวไว้แล้วก่อนหน้านี้สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ในกรณีที่เป็นการสร้างรหัสเทียมก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน
6. ระบบสามารถประเมินผลความสำเร็จในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้โจทย์ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จากเวลาที่ผู้เรียนใช้ไปทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการสร้างฟังก์ชันโปรแกรมหรือรหัสเทียมเมื่อเทียบกับเวลาโดยเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้ทำโจทย์ปัญหานั้นๆ แล้ว
7. ระบบสามารถแสดงผลในรูปแบบฟังก์ชันโปรแกรมและรหัสเทียมที่สอดคล้องกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจวิธีการกำหนดขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหานั้นๆ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาที่ใกล้เคียงกันได้

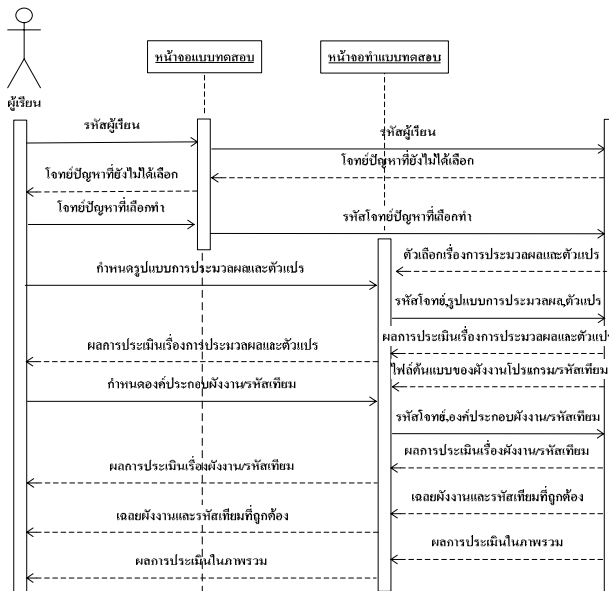
### 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยแบ่งผู้ใช้งานเป็น 2 กลุ่มคือ อาจารย์และนักเรียน โดยมีฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันดังรูปที่ 4 Use Case Diagram ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อการออกแบบ ขั้นตอนวิธีบนเว็บ



รูปที่ 4 Use Case Diagram

จากนั้นจึงได้ทำการออกแบบกระบวนการทำงานในแต่ละ Use Case โดยใช้ Sequence Diagram ซึ่งแสดงถึงขั้นตอนการทำงานระหว่างคลาสที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ดังตัวอย่าง Sequence Diagram ของกระบวนการทำแบบทดสอบของนักเรียน ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 Sequence Diagram ของกระบวนการทำแบบทดสอบของนักเรียน

นักเรียนจะเข้าสู่หน้าจอแสดงรายการแบบทดสอบซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่อาจารย์กำหนดไว้ให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะในครั้งนั้น ๆ โดยจะมีการแสดงสถานะการทำแบบทดสอบแต่ละข้อว่าทำได้ทำไปแล้วหรือไม่ เมื่อผู้เรียนคลิกเลือกโจทย์ปัญหาแล้วระบบจะแสดงหน้าจอทำแบบทดสอบที่ผู้เรียนใช้กำหนดองค์ประกอบเพื่อแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้นๆ และมีการ

เรียกใช้ข้อมูลจากคลังแบบทดสอบเป็นระยะๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องกับเฉลยที่อาจารย์ได้กำหนดไว้แล้ว

### 3.3 การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบตามที่วิเคราะห์และออกแบบไว้แล้วโดยในส่วนการใช้งานของอาจารย์สามารถจัดการเนื้อหาบทเรียนและแบบฝึกหัดเพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียน นอกจากนั้นแล้วอาจารย์สามารถจัดการแบบทดสอบได้ดังรูปที่ 6 ทั้งในส่วนของโจทย์ปัญหาและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจสอบความถูกต้องในการทำแบบทดสอบของนักเรียน ประกอบด้วย 1) เฉลยซึ่งอาจารย์จะต้องกำหนดแยกเป็นส่วน ๆ สำหรับแต่ละขั้นตอน 2) ตัวแปรที่ใช้ทั้งหมดประกอบด้วย ตัวแปรนำเข้า ตัวแปรที่ใช้ประกอบการประมวลผล ตัวแปรแสดงค่าผลลัพธ์ และตัวแปรลวง 3) รูปแบบของการประมวลผลทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 4) ไฟล์แนบประกอบด้วยไฟล์ต้นแบบของผังงานโปรแกรม/รหัสเทียม และไฟล์เฉลย นอกจากนั้นแล้วยังมีส่วนแสดงค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบนี้ เช่น เวลาเฉลี่ยที่ผู้เรียนทุกคนใช้ไป และคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทุกคนทำได้ ในการแก้ปัญหานี้ เป็นต้น และสุดท้ายคือส่วนกำหนดสถานะของแบบทดสอบว่าอาจารย์ต้องการเลือก/ไม่เลือกใช้งานแบบทดสอบดังกล่าวในการฝึกทักษะผู้เรียนหรือไม่ เนื่องจากบางครั้งแบบทดสอบอาจต้องมีการปรับปรุงในส่วนของเฉลยให้ครอบคลุมทุกกรณี หรือปรับปรุงในส่วน of ไฟล์ต้นแบบที่ใช้เป็นไฟล์แนบ ดังนั้นอาจารย์สามารถเลือกที่จะไม่ใช้งานแบบทดสอบนี้จนกว่าจะแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์

| แบบทดสอบที่ 10                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>จงรับจำนวนเต็มบวก 1 ค่า (n) และให้ค่ารวมหาผลบวก (sum) ของ 1 ไปจนถึง n โดยแสดงผลด้วยทางจอภาพ</p> <p>กำหนด</p> $i = 1; \text{sum} = 0; \text{while } i \leq n; \text{sum} = \text{sum} + i; i = i + 1; \text{end}$ |                                                                                                               |
| <p>สถิติการทำงาน</p> <p>เวลาเฉลี่ย 00:00:00</p> <p>จำนวนครั้ง 0</p> <p>คะแนนเฉลี่ย 0 %</p> <p>สถานะ ไม่เลือกใช้งาน</p>                                                                                              | <p>ตัวแปร</p> <p>ข้อมูลนำเข้า n</p> <p>ข้อมูลแสดงผล sum</p> <p>แสดงไว้ให้เลือก</p> <p>สำหรับภาพประมวลผล i</p> |
| <p>ไฟล์แนบ</p> <p>Pseudocode Pseudo/Pseudo10.php</p> <p>Template Template/Template10.php</p> <p>Flash Flowchart/Answer10.swf</p>                                                                                    | <p>สำหรับภาพประมวลผล</p> <p>แบบฝึกหัดเข้า True</p> <p>แบบฝึกหัดออก True</p> <p>แบบหาคำ True</p>               |

รูปที่ 6 หน้าจอรายละเอียดของแบบทดสอบ

ในส่วนการใช้งานของนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบแต่ละข้อได้ตามลำดับก่อน-หลังที่ตนเองนัดจากหน้าจอ ดังรูปที่ 7 โดยระบบจะแสดงสถานะการทำแบบทดสอบแต่ละข้อไว้ในกรณีที่แบบทดสอบนั้นยังไม่ถูกเลือกทำ ระบบจะแสดงสัญลักษณ์ 🚫 กำกับไว้ ส่วนแบบทดสอบใดได้เลือกทำไปแล้ว ระบบจะแสดงสัญลักษณ์ ✅ ซึ่งผู้เรียนจะไม่สามารถเลือกทำซ้ำแบบทดสอบเดิมได้อีก เพราะจะทำให้ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนไม่ตรงกับความเป็นจริง เนื่องจากหลังจากทำ

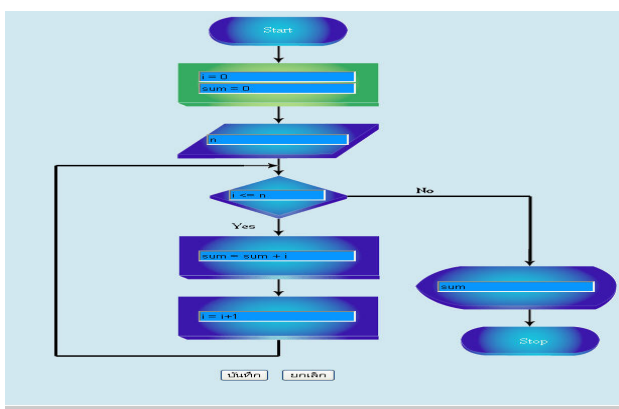
แบบทดสอบแต่ละข้อแล้ว ระบบจะแสดงเฉลยขั้นตอนวิธีทั้งในรูปแบบผังงานโปรแกรมและรหัสเทียม เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีที่ตนเองได้ออกแบบไว้ และผู้เรียนสามารถใช้เวลาศึกษาความสัมพันธ์ของการนำเสนอขั้นตอนวิธีทั้ง 2 รูปแบบได้โดยไม่จำกัดเวลา

| ลำดับที่ | รายละเอียด                                                                                                                                                                                                       | เลือก                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1        | จงคำนวณหาความยาวของเส้นรอบรูป (r) และแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ โดยรับค่าความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (w)                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2        | จงรับค่าข้อมูลชื่อนักศึกษา (name) รหัสนักศึกษา (id) และปี พ.ศ. ที่เกิด (bdate) จากนั้นให้คำนวณหาอายุของนักศึกษาคนนั้น และแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ประกอบด้วยชื่อนักศึกษา (name) รหัสนักศึกษา (id) และอายุ (age) | <input type="checkbox"/>            |

รูปที่ 7 หน้าจอแสดงรายการแบบทดสอบและสถานะของการทำแบบทดสอบ

เมื่อคลิกเลือกแบบทดสอบที่ต้องการฝึกทักษะแล้ว หน้าจอถัดไปจะเป็นการกำหนดลักษณะของการประมวลผลและตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมด ดังรูปที่ 8 เมื่อผู้เรียนกดปุ่มบันทึกแล้วจะเข้าสู่หน้าจอของการสร้างขั้นตอนวิธี ซึ่งระบบจะแสดงไฟล์ต้นแบบของผังงานโปรแกรมหรือโครงสร้างรหัสเทียมอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่แบบทดสอบนั้น ๆ กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนกำหนดองค์ประกอบของผังงาน โปรแกรมหรือรหัสเทียมให้สมบูรณ์ ดังรูปที่ 9

รูปที่ 8 หน้าจอการกำหนดลักษณะการประมวลผลและตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้งาน



รูปที่ 9 หน้าจอการสร้างผังงานโปรแกรม

จากนั้นระบบจะแสดงขั้นตอนวิธีที่ได้ต้นแบบเดียวกันซึ่งอาจารย์ได้สร้างเป็นไฟล์เฉลยไว้แล้ว รวมไปถึงไฟล์ขั้นตอนวิธีในอีกรูปแบบซึ่งอาจจะเป็นรหัสเทียมหรือผังงานโปรแกรมที่สอดคล้องกัน พร้อมทั้งแจ้ง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนในรูปแบบร้อยละของความถูกต้องด้านต่าง ๆ ให้ผู้เรียนทราบ พร้อมทั้งแสดงเวลาที่ผู้เรียนใช้ไปในการแก้ปัญหาเพื่อให้เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของเวลาที่ผู้เรียนทั้งหมดใช้ไปในการแก้ปัญหาเดียวกัน และทำการสรุปผลการประเมินในรูปแบบร้อยละของค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาทั้งหมดที่ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบไปแล้ว ดังรูปที่ 10

| Pseudocode            |  |
|-----------------------|--|
| Begin                 |  |
| Set i = 1, sum = 0    |  |
| Read n                |  |
| While i <= n Do       |  |
| Compute sum = sum + i |  |
| Compute i = i + 1     |  |
| Enddo                 |  |
| Display sum           |  |
| End                   |  |

| สรุป                                          |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของลักษณะการประมวลผล    | 66 %            |
| เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของตัวแปรนำเข้า         | 100 %           |
| เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของตัวแปรแสดงผล         | 100 %           |
| เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของ Flowchart           | 100 %           |
| เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของ Flowchart โดยเฉลี่ย | 92 %            |
| เวลาที่ใช้ในการทำโจทย์                        | 00:01:44 วินาที |
| เวลาที่ใช้ในการทำโจทย์โดยเฉลี่ย               | 00:02:50 วินาที |

รูปที่ 10 หน้าจอแสดงผลในรูปแบบของรหัสเทียมและสรุปผลการประเมิน

### 3.4 การประกันคุณภาพระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประกันคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นตามวงจรการพัฒนากระบวน [6] โดยทบทวนกิจกรรมที่เกิดขึ้นและตรวจสอบผลผลิตที่ได้ร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการประกอบด้วย

1. การรวบรวมข้อมูลความต้องการใช้งาน ผู้วิจัยได้นำเสนอ SRS แก่ผู้ใช้หลักทั้ง 2 กลุ่มเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนของระบบ
2. การวิเคราะห์ระบบ ผู้วิจัยได้นำเสนอองค์ประกอบทางโครงสร้างข้อมูลที่เป็นต้องใช้งาน กระบวนการทำงานของระบบ รวมไปถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบระบบ
3. การออกแบบระบบ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบให้ผู้เชี่ยวชาญร่วมกันตรวจสอบความครบถ้วนของระบบและการสื่อสารผ่านส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ตอบกับผู้เรียนก่อนจะทำการพัฒนาระบบ ทั้งนี้เพื่อรวบรวมผลสะท้อนกลับและนำมาใช้ปรับปรุง/เพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานของระบบให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานมากที่สุด
4. การพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบทางด้านเทคนิคเพื่อหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งได้ระบบที่สามารถทำงานได้ถูกต้องและสอดคล้องกับความต้องการใช้งานตามที่กำหนดไว้ใน SRS

### 4. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากการทดลองใช้งานระบบและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความสอดคล้องกับความต้องการใช้งาน ความถูกต้องของระบบ และความง่ายต่อการใช้งาน มีหลักเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับจากระดับน้อย

ที่สุดไปหาระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1 – 5 คะแนนตามลำดับ ผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และผู้เรียนในสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย สามารถสรุปผลการประเมินแยกตามกลุ่มของผู้ประเมินได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียน

| รายการประเมิน                    | ผู้เชี่ยวชาญ |      | ผู้เรียน |      |
|----------------------------------|--------------|------|----------|------|
|                                  | Mean         | S.D. | Mean     | S.D. |
| ความสอดคล้องกับความต้องการใช้งาน | 4.60         | 0.48 | 4.43     | 0.49 |
| ความถูกต้องของระบบ               | 4.80         | 0.32 | 4.56     | 0.49 |
| ความง่ายในการใช้งาน              | 4.40         | 0.48 | 4.30     | 0.56 |
| ประสิทธิภาพโดยรวม                | 4.60         | 0.48 | 4.50     | 0.50 |

สรุปได้ว่าผลการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ในส่วนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ซึ่งแสดงถึงการยอมรับในประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นจากผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มในระดับดีมาก และจากผลสะท้อนกลับในการประเมินประสิทธิภาพของระบบพบว่า ระบบยังมีข้อจำกัดในการใช้งานบางส่วนดังนี้ 1) ในส่วนของอาจารย์จะต้องมีเลือกใช้งานไฟล์ต้นแบบของผังงานโปรแกรม/รหัสเทียมให้เหมาะสมกับขั้นตอนวิธีที่จะใช้แก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ซึ่งในระบบที่พัฒนาขึ้นยังไม่มีส่วนการแสดงผลไฟล์ต้นแบบที่เลือกผ่านทางหน้าจอเพื่อให้อาจารย์ตรวจสอบความถูกต้องก่อนจะดำเนินการแนบไฟล์ นอกจากนั้นแล้วอาจารย์จะต้องสร้างเลขในส่วนของการประมวลผลให้ครบถ้วนและครอบคลุมทุกกรณีที่เป็นไปได้ เช่น กรณีที่มีการคูณด้วย 5% จะเท่ากับวิธีการคูณด้วย 0.05 หรือวิธีการคูณด้วย 5 แล้วหารด้วย 100 หรือวิธีการหารด้วย 20 เป็นต้น 2) ในส่วนของผู้เรียนจะถูกกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาตามสัญลักษณ์หรือคำสั่งที่อาจารย์ได้กำหนดไว้แล้วในไฟล์ต้นแบบ ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องทำความเข้าใจโครงสร้างของผังงานโปรแกรม/รหัสเทียมในไฟล์ต้นแบบก่อนดำเนินการกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในบางครั้งขั้นตอนวิธีที่ผู้เรียนได้คิดไว้เมื่ออ่านโจทย์ปัญหาอาจไม่ตรงกับไฟล์ต้นแบบที่กำหนดไว้ให้ ผู้เรียนจึงต้องใช้เวลาในการคิดเพื่อกำหนดขั้นตอนวิธีที่สอดคล้องกับไฟล์ต้นแบบอีกครั้ง ซึ่งในส่วนนี้แม้จะเป็นอุปสรรคสำหรับผู้เรียนแต่ผู้วิจัยก็มีความจำเป็นต้องแนบไฟล์ต้นแบบของผังงานโปรแกรม/รหัสเทียมเพื่อใช้ประกอบการทดสอบ มิเช่นนั้นแล้วระบบจะไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนวิธีที่ผู้เรียนสร้างขึ้น และไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนได้ เนื่องจากขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ มีได้หลายวิธีการ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.1

## 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อการออกแบบขั้นตอนวิธีบนเว็บโดยมีแนวความคิดที่จะหาวิธีการให้ผู้เรียนสามารถสร้างกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาที่มีความยากง่ายและความซับซ้อนแตกต่างกันโดยใช้ผังงานโปรแกรมและรหัสเทียม ระบบจะมีการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการกำหนดองค์ประกอบทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธี และเวลาที่ผู้เรียนใช้ไปในการทำแบบทดสอบเมื่อเทียบกับเวลาโดยเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้ทำแบบทดสอบข้อนั้น ๆ รวมไปถึงการสรุปผลการประเมินในรูปแบบร้อยละของค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาทั้งหมดที่ผู้เรียนได้ทำไปแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลผลการประเมินที่ได้มาใช้ในการพัฒนาทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น จากข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการใช้งานระบบพบว่า ระบบควรพัฒนาให้สามารถประเมินค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อจากผลการทำแบบทดสอบที่ผ่านมาของผู้เรียน และระบบควรจัดแบบทดสอบให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกทักษะได้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ข้อเสนอแนะดังกล่าวเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต และงานในระยะถัดไปจะเป็นการนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่ใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้เปรียบเทียบกับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้ระบบดังกล่าว รวมทั้งประเมินเจตคติของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มที่มีต่อการเรียนรู้เรื่อง “การออกแบบขั้นตอนวิธี”

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mark Allen Weiss, Data Structure and Algorithm Analysis in C, 3<sup>rd</sup> ed. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1992.
- [2] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. โครงสร้างข้อมูล (Data Structures) เพื่อการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2549.
- [3] Peter Norton, Introduction to Computer, 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1997.
- [4] Eva Milkova, “Algorithms: The Base of Programming Skills”, Proceedings of the ITI 2007 29<sup>th</sup> Int. Conf. on Information Technology Interfaces, June 25-28, 2007, Cavtat, Croatia.
- [5] Ishida Masaki, Kuwata Masayuki, “www Based Learning Environment for C Programming. An Algorithm Learning Support System with PAD Editor”, Joho Shori Gakkai Kenkyu Hokoku, vol. 2000, no. 117, pp. 41-48, 2000.
- [6] อรยา ปรีชาพานิช. “การประกันคุณภาพซอฟต์แวร์: คุณภาพสำคัญของความสำเร็จ”. วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ ปีที่ 2, ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2548). หน้า 10-17..