

การพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ

A Development of Butterfly Identification Supporting System

จามรกุล เหล่าเกียรติกุล¹ พิสุทธิ พวงนาค² วุฒินันท์ บุญโพธิ์¹

Jamornkul Laokietkul¹, Pisut Puangnak² and Wuttinun Boonpho¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับผีเสื้อและเพื่ออำนวยความสะดวกแก่บุคคลทุกเพศทุกวัยในการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ โดยการสังเคราะห์รูปแบบของระบบและปัจจัยสำหรับจำแนกชนิดผีเสื้อจากนั้นจึงนำรูปแบบที่ได้มาพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อโดยเริ่มจากรวบรวมข้อมูลผีเสื้อตัวอย่างจากข้อมูลผีเสื้อกลางวันในประเทศไทย จำนวน 189 ชนิด นำข้อมูลผีเสื้อที่รวบรวมได้มาทำการคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกชนิดผีเสื้อ โดยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแบบ CFS Subset Evaluable และเปรียบเทียบด้วยวิธีการค้นหา 2 วิธีการ คือ Best-first search และ Genetic Search พบปัจจัยที่สามารถใช้เพื่อจำแนก 9 ปัจจัย (ขนาด สีเด่น สีรอง ลักษณะของลำตัวลักษณะหาง ลักษณะการกินอาหาร ลักษณะการเกาะ ถิ่นที่พบ และ อาหาร) และทำการทดสอบระบบโดยวิธีการทดสอบแบบ Black-box หาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.77$ และ $S.D. = 0.45$) และสร้างความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานระบบในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.56$ และ $S.D. = 0.52$) ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวถือได้วาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อได้โดยผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบในการช่วยจำแนกชนิดผีเสื้อที่พบได้ด้วยตนเองได้

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ การจำแนก ผีเสื้อ

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

Abstract

The initial objectives of this research aims to develop the butterfly identification supporting system which could offer as a tool for a knowledge base of butterflies' data and to facilitate people of all ages in learn about butterflies. The Synthesis model and the factors of butterfly for classification were provided and applied the model to develop as the system. Firstly, the 189 records of butterfly data in Thailand were collected as a sample group of this study. Then, The 9 features were selected by CFS Subset Evaluable technique by compare with two searching methods is the Best-first search and Genetic Search (size, major color, minor color, body, tail, eating, character, habitat and food). The system was tested by using the Black-Box testing method and fined its performance and user satisfaction. The results of this study found that the butterfly identification support system in this research performed at a high level of performance ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.45) and the degree of satisfaction toward the butterfly identification support system by users was rated high ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.52). According to the results from this research as mentioned above, it can be concluded that this research has been delivered a knowledge based of butterfly which would be very useful as learning support tools of butterflies and users can use this systems for butterfly identification by themselves.

Keywords: Decision Support System, Identification, Butterfly

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

แมลงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการมา มากกว่า 400 ล้านปีก่อนการกำเนิดของไดโนเสาร์ และเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายมากที่สุด ทั้งความหลากหลายในรูปร่างและถิ่นที่อยู่ มีผู้ประเมินว่าในโลกนี้มีสิ่งมีชีวิตที่เป็นแมลงถึง ร้อยละ 50.8 ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด การศึกษาวิจัย จึงจำเป็นต้องกระทำโดยการคัดเลือกเฉพาะกลุ่ม หนึ่งกลุ่มใดของแมลงเท่านั้น ซึ่งในกรณีนี้ ผีเสื้อ กลางวันเป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญทั้งใน เรื่องของปริมาณและคุณภาพ มีการใช้ประโยชน์ ที่หลากหลาย มีแนวทางการสำรวจที่ชัดเจน แน่นนอน และมีเอกสารตำราที่สามารถวิเคราะห์ ชื่อได้แล้วเกือบทั้งหมด ประกอบกับในปัจจุบัน

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งหน่วยงานราชการยังให้การสนับสนุน การท่องเที่ยวในรูปแบบของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อย่างมาก และหนึ่งในความสนใจของกลุ่ม นักท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คือ การท่องเที่ยวดูผีเสื้อ เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่สวยงาม พบเห็นได้ง่าย ไม่มีอันตราย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากมาย การเข้าถึงทำได้ง่ายมีเพียงอุปสรรคเดียวของ การท่องเที่ยวดูผีเสื้อคือ คู่มือในการศึกษา มีอยู่น้อยเท่าที่มีเผยแพร่ก็ไม่สะดวกต่อการพกพา ดังนั้นนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จึงนิยมถ่ายภาพแล้ว ค่อยมาศึกษาจากเอกสารตำรา ซึ่งเป็นสิ่งที่ ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนในการเทียบเคียง ดังนั้น การสร้างระบบสนับสนุน การตัดสินใจจึงเป็น

แนวทางหนึ่งที่เราควรนำเข้ามาใช้เพื่อสนับสนุนการ
ท่องเที่ยวเชิงนิเวศแบบยั่งยืนเป็นอย่างยิ่ง เพราะ
ปัจจุบันความก้าวหน้า ของเทคโนโลยีสื่อสาร
และโทรคมนาคมทำให้ข้อมูลข่าวสารสามารถ
เดินทางได้อย่างคล่องตัวและเป็นอิสระ มากขึ้น
ส่งผลให้สามารถรับส่งข้อมูลข่าวสารและข้อสนเทศ
ได้ในระยะเวลาที่สั้นลงโดยข้อมูล มีความชัดเจน
ถูกต้องและสะดวกขึ้น นักวิชาการหลายท่านจึง
นิยมนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision
Support System) มาใช้ โดยได้เริ่มนำขึ้นมาใช้ในช่วง
ปี ค.ศ. 1970 ต่อมาได้ถูกนำมาช่วยในงาน
ที่หลากหลายขึ้นเรื่อยๆ ระบบสนับสนุน การ
ตัดสินใจ เป็นระบบย่อยหนึ่งในระบบสารสนเทศ
เพื่อการจัดการ โดยที่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
จะช่วยในเรื่องการตัดสินใจที่ไม่มีโครงสร้างแน่นอน
หรือ กึ่งโครงสร้างดังนั้นระบบสนับสนุน การตัดสินใจ
จึงเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการ
จัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล
และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน ภายใต้ซอฟต์แวร์
เดียวกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนก
ชนิดผีเสื้อที่มีประสิทธิภาพดี
2. เพื่อสร้างเครื่องมือสำหรับเป็นแหล่ง
รวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ และอำนวยความสะดวก
แก่บุคคลทุกเพศทุกวัยในการศึกษาเรียนรู้
เกี่ยวกับผีเสื้อ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบ
สนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ และส่วน
จัดการข้อมูลและองค์ความรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ
โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยี
คอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ
ดังกล่าว

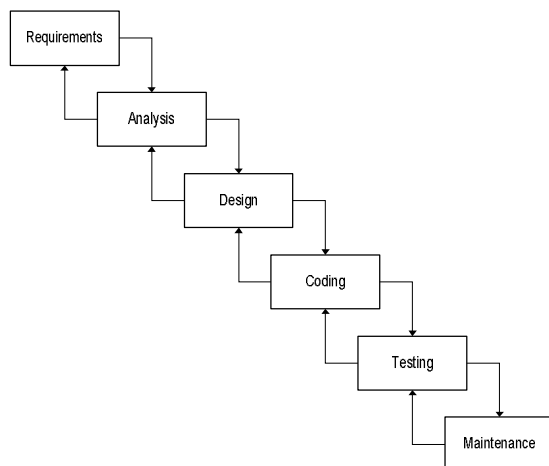
ประชากรในการวิจัยได้แก่ นักศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์เกษม และบุคคลทั่วไป
ที่สนใจศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผีเสื้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสำรวจ
ความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

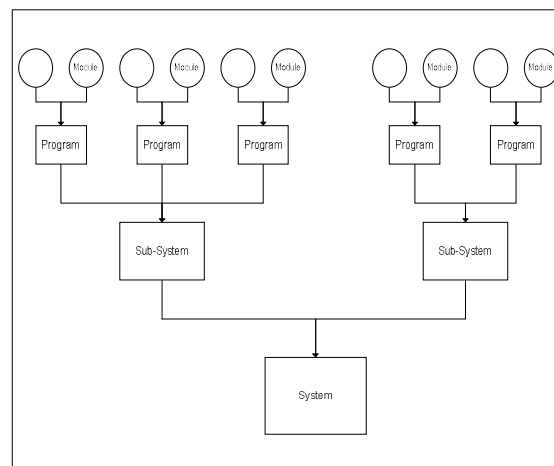
แนวคิดทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยใน
การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล
การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน
ประกอบด้วยชุดเครื่องมือ ข้อมูล ตัวแบบ (Model)
และทรัพยากรอื่นๆ ที่ผู้ใช้หรือนักวิเคราะห์นำมาใช้
ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหา ดังนั้นหลักการ
ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจึงเป็นการสร้าง
เครื่องมือที่จำเป็นแก่ผู้ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล
ที่มีรูปแบบที่ซับซ้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใน
การทำงาน

กระบวนการพัฒนาระบบสนับสนุน
การตัดสินใจ ในการพัฒนาระบบสนับสนุน
การตัดสินใจจัดเป็นการพัฒนาโปรแกรม
คอมพิวเตอร์อย่างหนึ่ง วงจรการพัฒนาระบบ
(System Development Life Cycle) จึงเป็นวิธีการ
สำหรับการวางแผนการพัฒนาระบบงาน เพื่อให้
การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจดำเนินไป
ตามขั้นตอนของวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมต่างๆ
ตั้งแต่ขั้นตอนการริเริ่มจนกระทั่งดำเนินการสำเร็จ
ในขณะที่แบบจำลองในการพัฒนาระบบตามวงจร
ดังกล่าวที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบงานจนถึง
ปัจจุบัน คือ แบบจำลองน้ำตก (Water Fall Model)
เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนสามารถย้อนกลับไป
แก้ไขในขั้นตอนก่อนหน้าได้ โดยตามสภาพความ
เป็นจริงย่อมเกิดขึ้นได้ เมื่อนักวิเคราะห์ระบบอาจ
มองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลังขั้นตอนนั้น ทำให้
จำเป็นต้องกลับไปแก้ไข ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 The Software Life Cycle: Water Fall Model (with iteration)



ภาพที่ 2 การทดสอบระบบงานจากล่างขึ้นบน (Bottom-up approach)

การตรวจสอบและยืนยันความถูกต้อง

ของระบบงาน (Verification & Validation: V & V) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลอดช่วงระยะเวลาพัฒนาระบบจนถึงการติดตั้ง และใช้ระบบได้จริงในสภาพการทำงานที่เป็นจริง โดยเป็นการตรวจสอบและประเมินว่าโปรแกรมหรือระบบงานที่สร้างขึ้นมานั้นตรงตามข้อกำหนดที่ตกลงกันหรือไม่และโปรแกรมหรือระบบงานนั้นตรงกับความต้องการหรือความต้องการของผู้ใช้ระบบงานนั้นหรือไม่ สำหรับวิธีการทดสอบโปรแกรมและระบบงานนั้นจะทำการทดสอบจากล่างขึ้นบน (Bottom-up approach) คือ การเริ่มทดสอบจากส่วนเล็กที่สุดในระบบก่อน แล้วจึงขยายการทดสอบขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งทำการทดสอบระบบงานทั้งระบบสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

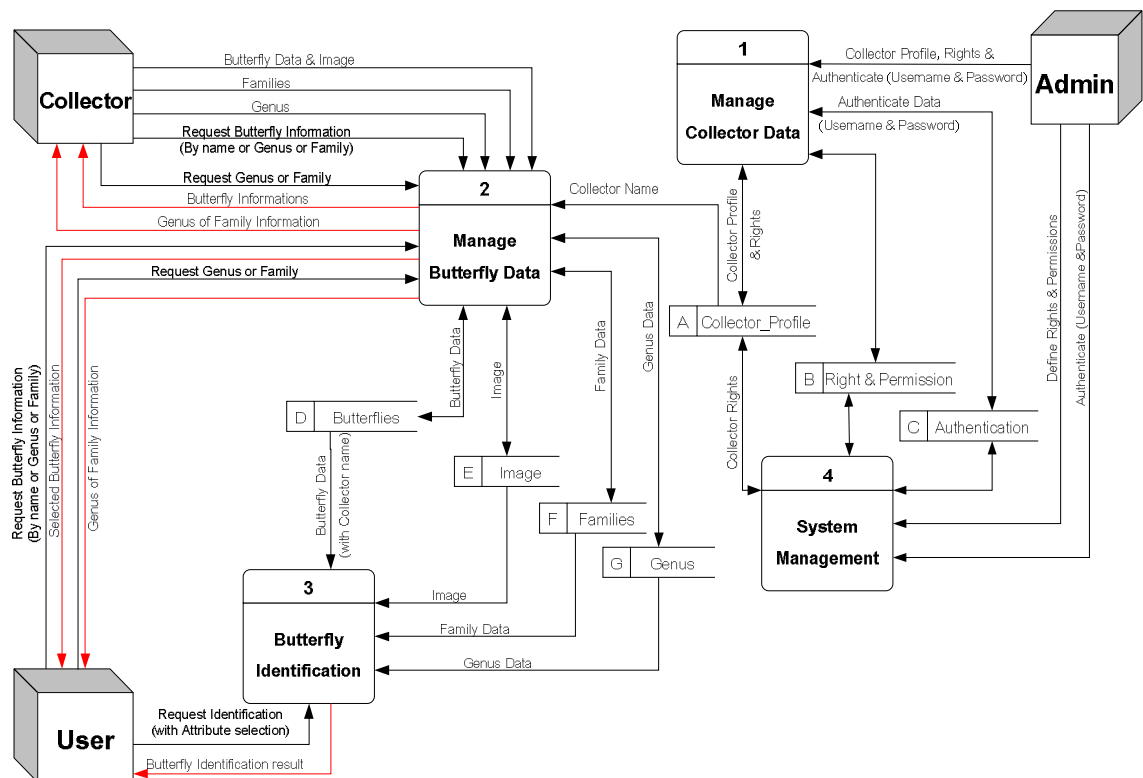
การศึกษาระบบจัดเก็บและการใช้ประโยชน์ข้อมูลผีเสื้อ เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ วิธีการรวมไปจนถึงระบบงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลผีเสื้อโดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเก็บไว้ในรูปแบบของเอกสาร คู่มือ หรือตำรา หรืออาจใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการบันทึกข้อมูล เช่น การบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์เอกสารหรือฐานข้อมูล เป็นต้น ซึ่งในส่วนของการศึกษาการใช้ประโยชน์ข้อมูลของผีเสื้อนั้น มีการบันทึกภาพถ่ายของผีเสื้อไว้ด้วยเป็นส่วนประกอบสำคัญ จะเห็นว่าคู่มือในการศึกษาผีเสื้อมีอยู่น้อยและไม่มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกหรือสนับสนุนการเทียบเคียงผีเสื้อเพื่อจำแนกชนิดผีเสื้อซึ่งอาจทำให้ผู้ศึกษาข้อมูลต้องใช้เวลาพอสมควรในขณะที่การจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูลผีเสื้อในอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ เป็นการให้ข้อมูลเทียบเคียงจากภาพ และให้ข้อมูลเบื้องต้นคือชื่อผีเสื้อโดยไม่ได้ให้ข้อมูลรายละเอียดคุณลักษณะอื่นๆ ที่จำเป็นของผีเสื้อเช่น ชื่อวงศ์ ลักษณะของผีเสื้อ ลักษณะถิ่นอาศัย ฯลฯ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการศึกษามูลผีเสื้อ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ
สนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ ในการวิเคราะห์ระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีทางด้าน เว็บ-เบส เข้ามาประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บและการใช้ประโยชน์ข้อมูลผีเสื้อเพื่อให้บริการข้อมูลแก่ นักสำรวจและวิจัยผีเสื้อและผู้ใช้งานทั่วไป โดยการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาจัดการกับข้อมูลผีเสื้อ และ ใช้ประโยชน์ข้อมูลผีเสื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1) การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ

จากการวิเคราะห์ระบบงาน ทำให้สามารถออกแบบกระบวนการทำงานของระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ รวมถึงกระแสของข้อมูล โดยสามารถแสดงออกมาเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลของระบบ BISS (Data Flow Diagram) ที่ถือเป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นกระแสข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3 ที่มีผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ นักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ (Collector) ผู้ใช้งานทั่วไป (User) และ ผู้ดูแลระบบ (Administrator)

จากอินเทอร์เน็ต และเว็บ-เบส ในการให้บริการข้อมูลแก่ผู้ใช้งาน เพื่อให้สามารถจัดเก็บและการใช้



ภาพที่ 3 แสดง Butterfly Identification Support System (BISS) Data Flow Diagram Level 0

จากการออกแบบระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วยย่อยๆ 4 ส่วน ด้วยกัน ได้แก่

- ส่วนจัดการนักสำรวจและวิจัย (Collector Data Management) เกี่ยวข้องกับการจัดการผู้ใช้งานระบบ อันได้แก่ การลงทะเบียนผู้ใช้งานระบบ การปรับปรุง แก้ไข ผู้ใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบ

- ส่วนจัดการข้อมูลผีเสื้อ (Butterfly Data Management) ครอบคลุมตั้งแต่ การจัดเก็บเอกสารโดยนักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ การสืบค้นเอกสารโดยผู้ใช้งานเอกสาร ไปจนถึง การจัดส่งเอกสารและการปรับปรุงแก้ไขเอกสาร โดยนักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ

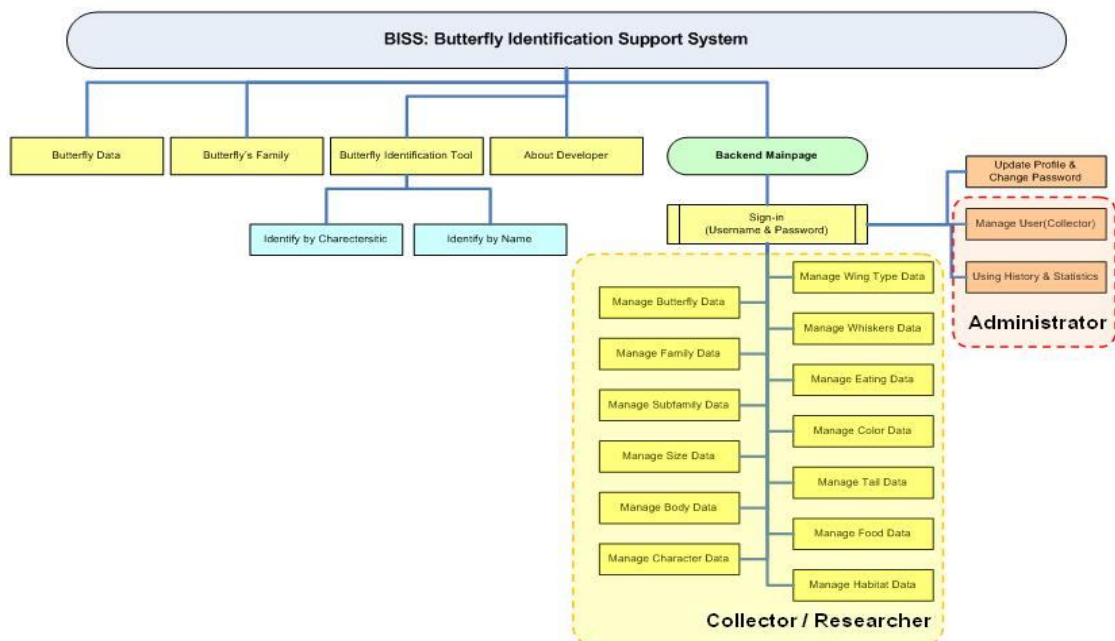
- ส่วนเครื่องมือจำแนกผีเสื้อ (Butterfly Identification) เป็นเครื่องมือช่วยจำแนกและระบุชนิดผีเสื้อโดยอาศัยข้อมูลคุณลักษณะของผีเสื้อที่เหมาะสมต่อการจำแนก เป็นเครื่องมือสนับสนุนการศึกษาชนิดผีเสื้อ

- ส่วนจัดการระบบ (System Management)

เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้ดูแลระบบในการกำหนดค่าที่จำเป็นพื้นฐาน ในการใช้งานระบบ เช่น ข้อมูลหน่วยงาน ฝ่าย แผนก ข้อมูล หมวดหมู่ และประเภท ของเอกสาร เป็นต้น

2) การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

หลังจากทำการวิเคราะห์กระแสของข้อมูลภายในระบบแล้ว ซึ่งทำให้สามารถเห็นทิศทางกระแสของข้อมูล และฟังก์ชันการทำงานภายในระบบ ขั้นตอนนี้จึงเป็นการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างการทำงานโดยภาพรวมของระบบได้ โดยใช้แผนภาพโครงสร้างการทำงาน (Structure Chart) จากการออกแบบโครงสร้างการทำงานทำให้สามารถแบ่งส่วนของการทำงาน ในเบื้องต้นออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของผู้ใช้งานระบบ ส่วนของนักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ และส่วนของผู้ดูแลระบบ ดังแสดงในภาพที่ 4

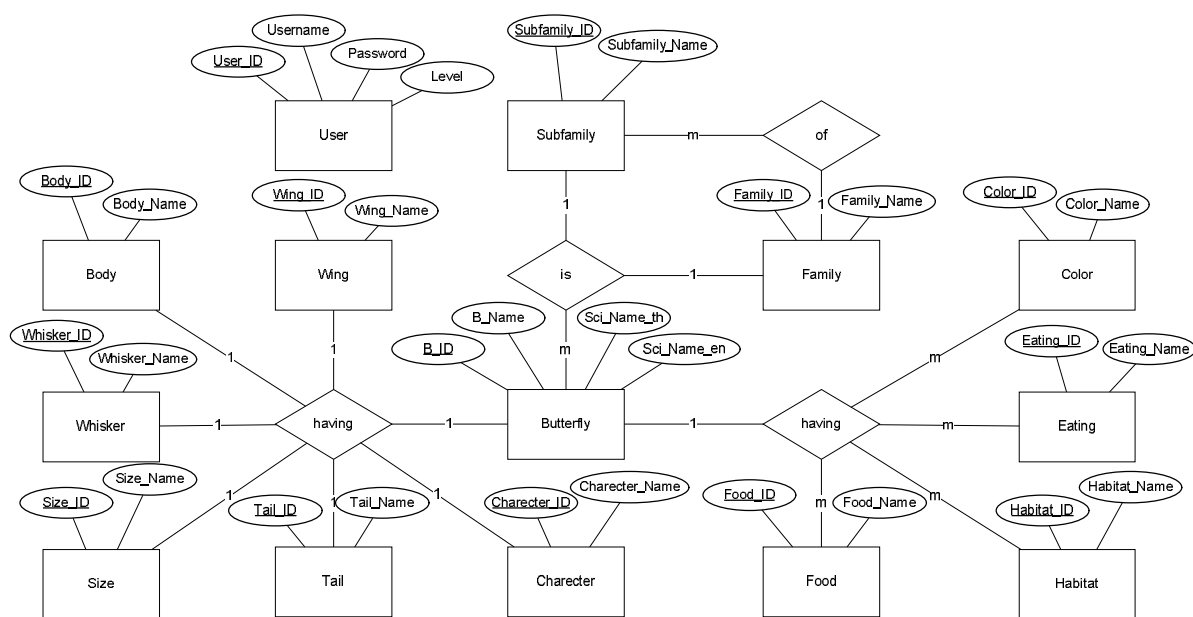


ภาพที่ 4 แสดงภาพรวมของระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ (Organizational Structure Chart)

3) การออกแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล

เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ระบบ มาทำการกำหนดโครงสร้างของระบบฐานข้อมูล เพื่อกำหนดแฟ้มข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูลและปรับปรุงโครงสร้างฐานข้อมูลให้ถูกต้องตามทฤษฎีและ

ขั้นตอนของการออกแบบระบบฐานข้อมูล จนกระทั่งครอบคลุมกับความต้องการของระบบ สนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ โดยอาศัยแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ (Entity- Relationship Diagram: E - R Diagram) ในการนำเสนอรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 Entity – Relationship Diagram: E – R Diagram

สถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ ซึ่งได้ออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ รวมไปถึงโครงสร้างการทำงานระบบ และโครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลแล้ว ทำให้ได้สถาปัตยกรรมของระบบ ที่จะรองรับลักษณะการใช้งานสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในภาพที่ 6 ซึ่งจะครอบคลุมการใช้งานของผู้ใช้งานประเภทต่างๆ ได้แก่ นักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ ผู้ใช้งานทั่วไป และ 3) ผู้ดูแลระบบ

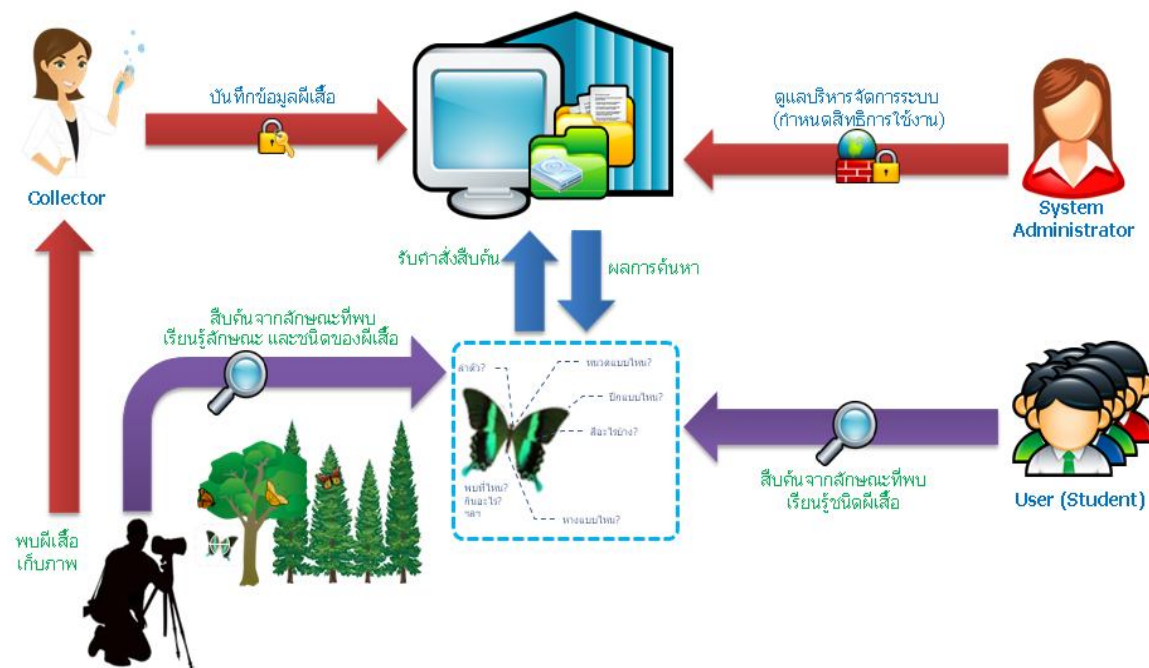
1) นักสำรวจและวิจัยผีเสื้อ (Collector) ที่จะทำหน้าที่ รวบรวมและจัดเก็บ ข้อมูลผีเสื้อที่ได้จากการสำรวจรวบรวมมา รวมไปถึงข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น เช่น วงศ์ ลักษณะปีก ลักษณะหางแบบต่างๆ บันทึกเข้าสู่ระบบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของระบบ

2) ผู้ใช้งานทั่วไป (User) สามารถเรียกใช้งานระบบผ่านเว็บไซต์ เพื่อศึกษาและสืบค้นข้อมูลผีเสื้อ ได้ตามลักษณะทางกายภาพที่พบ หรือศึกษาข้อมูลผีเสื้ออื่นๆ ได้

3) ผู้ดูแลระบบ (Administrator) มีหน้าที่ในการควบคุมสิทธิการใช้งานระบบ โดยสามารถ

กำหนดสิทธิการใช้งานให้นักสำรวจและวิจัย
ผีเสื้อ และจัดการข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อระบบ

รวมไปถึงดูแลระบบให้สามารถทำงานได้ตามปกติ



ภาพที่ 6 ลักษณะการทำงานและสถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ

ผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบสนับสนุนการ
จำแนกชนิดผีเสื้อ ตามขั้นตอนและกระบวนการใน
การพัฒนาระบบ รวมไปถึงการประเมินความ
พึงพอใจในการใช้งานระบบนั้น ผู้วิจัยได้แบ่ง
ผลการวิจัยเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1) ผลการศึกษารวบรวมข้อมูลผีเสื้อ
จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลผีเสื้อสำหรับ
งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลผีเสื้อ
กลางวันในประเทศไทย ซึ่งสามารถศึกษารวบรวม
ข้อมูลผีเสื้อได้จำนวนทั้งสิ้น 189 ชนิด โดยสามารถ
จำแนกเป็นผีเสื้อในวงศ์ ทั้งสิ้น 5 วงศ์ ได้แก่ ขาว
เหลือง (Coliadinae) หนอนกะหล่ำ (Pieridae) ขา
หน้าฟู (Nymphalidae) สีนํ้าเงินหรือสีมรกต
(Lycaenidae) และบินเร็ว (Hesperiidae)

2) ผลการคัดเลือกปัจจัยสำหรับจำแนก
ข้อมูลชนิดผีเสื้อ การคัดเลือกโดยอาศัยเครื่องมือ
การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ Weka

Version 3.5.6 เลือกใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ
แบบ CFS Subset Evaluable และวิธีการค้นหาแบบ
Best-first search เปรียบเทียบกับวิธีการค้นหา
แบบ Genetic Search เพื่อค้นหาคุณลักษณะ
ที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดผีเสื้อ

จากผลการคัดเลือกคุณลักษณะโดย
วิธีการค้นหาทั้ง 2 วิธีการพบ 9 ปัจจัยที่สามารถใช้
เพื่อจำแนกวงศ์ย่อยของผีเสื้อนั้นสอดคล้องกันทั้ง
2 วิธีการ ที่สามารถนำมาใช้ในการค้นหา
เพื่อจำแนกชนิดผีเสื้อต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 1

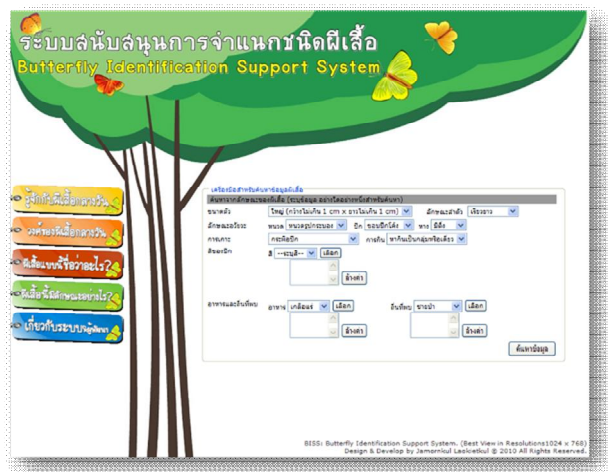
ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ได้จากการคัดเลือกคุณลักษณะ

ปัจจัย พิจารณา	วิธีการค้นหา	
	Best-First Search	Genetic Search
วงศ์ย่อย	-	-
ขนาด	✓	✓
สีเด่น	✓	✓
สีรอง	✓	✓
ลำตัว	✓	✓
หนวด	-	-
ปีก	✓	✓
หาง	✓	✓
การกิน	✓	✓
การเกาะ	✓	✓
ถิ่นที่พบ	✓	✓
อาหาร	✓	✓

3) ผลการพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ จากการพัฒนาระบบโดยการนำเอาข้อมูลผีเสื้อที่รวบรวมได้มาสร้างเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นแหล่งในการเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ รวมทั้งนำเอาปัจจัยที่ได้จากการคัดเลือก มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับจำแนกชนิดผีเสื้อ จากนั้นทำการทดสอบระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ กระทำโดยวิธีการทดสอบแบบ Black-Box Testing ซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของระบบ เป็นการทดสอบตรวจสอบความถูกต้องและค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงาน ที่จะเกิดขึ้นกับระบบ โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ตามลักษณะการใช้งานของผู้ใช้งาน ได้แก่ การทดสอบส่วนการใช้งานของระบบ (ผู้ใช้) การทดสอบส่วนบันทึกข้อมูลผีเสื้อ (นักสำรวจวิจัยผีเสื้อ) และการทดสอบส่วนการจัดการระบบ (ผู้ดูแลระบบ) โดยรวมพบว่า ระบบมีกระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ดังแสดงในภาพที่ 7-10



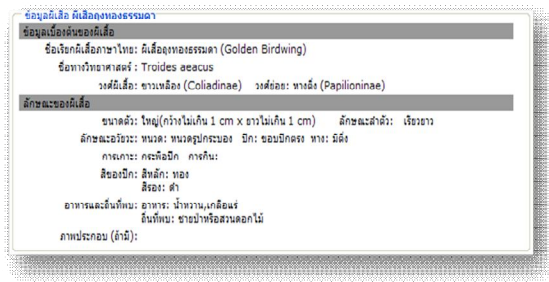
ภาพที่ 7 หน้าจอการทำงานหลักของระบบฯ



ภาพที่ 8 เครื่องมือการค้นหาจำแนกชนิดผีเสื้อตามลักษณะทางกายภาพที่พบ



ภาพที่ 9 ผลการค้นหาจำแนกชนิดผีเสื้อ



ภาพที่ 10 ข้อมูลผีเสื้อในระบบ

4) ผลการประเมินระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ หลังจากออกแบบพัฒนาและทดสอบระบบ จนเป็นที่น่าพอใจแล้ว จึงทำการประเมินระบบ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของระบบ และการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- การประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ โดยการประเมินในภาพรวมทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนย่อยด้านการทำงานทั้งหมด ด้านแต่ละหน้าที่การทำงาน ด้านความง่ายต่อการใช้งาน และด้านประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งผลจากการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) อยู่ที่ 4.77 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) อยู่ที่ 0.45 โดยมีระดับความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงรายละเอียดผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ต่อระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ ในแต่ละด้านในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นทั้ง 5 ด้านต่อระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อ ($n = 3$)

รายการประเมิน	ประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
1. ด้านหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนย่อย	4.78	0.41	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานทั้งหมด	4.57	0.57	มากที่สุด
3. ด้านแต่ละหน้าที่การทำงาน	4.90	0.34	มากที่สุด
4. ด้านความง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน	4.60	0.61	มากที่สุด
5. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.80	0.41	มากที่สุด
ผลการประเมินความคิดเห็นทั้ง 5 ต่อระบบ	4.77	0.45	มากที่สุด

- การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อโดยรวมทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้าที่การทำงานของระบบ ด้านความสามารถของระบบ ด้านการใช้งานระบบ โดยภาพรวม ด้านการควบคุมสิทธิและความปลอดภัยในการใช้งานระบบ และด้านความปลอดภัยในการใช้งานระบบ พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) อยู่ที่ 4.56 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) อยู่ที่ 0.52 โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงผลการประเมินในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบทั้ง 5 ด้าน (n = 34)

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความพึงพอใจในด้านหน้าที่การทำงานของระบบ	4.55	0.41	มากที่สุด
2. ความพึงพอใจในด้านความสามารถของระบบ	4.61	0.57	มากที่สุด
3. ความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยภาพรวม	4.56	0.34	มากที่สุด
4. ความพึงพอใจในการควบคุมสิทธิและความปลอดภัยในการใช้งานระบบ	4.59	0.61	มากที่สุด
5. ความพึงพอใจในการนำไปใช้ประโยชน์ของระบบ	4.59	0.41	มากที่สุด
ผลการประเมินความพึงพอใจทั้ง 5 ด้าน	4.56	0.52	มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อในครั้งนี้ เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลผีเสื้อ ตัวอย่างจากข้อมูลผีเสื้อกลางวันในประเทศไทย 189 รายการ นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกชนิดผีเสื้อ โดยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะแบบ CFS Subset Evaluatable ซึ่งพบปัจจัยที่สามารถใช้เพื่อจำแนก 9 ปัจจัย (ขนาด สีเด่น สีรอง ลักษณะของลำตัว ลักษณะหาง ลักษณะการกินอาหาร ลักษณะการเกาะ ถิ่นที่พบ และอาหาร) จากนั้นจึงพัฒนาและทดสอบระบบโดยวิธีการทดสอบแบบ Black-box Testing

หาประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.77$ และ S.D. = 0.45) และสร้างความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานระบบในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.56$ และ S.D. = 0.52)

จากการวิจัยนี้ทำให้ได้ระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อที่มีความสามารถในการจำแนกชนิดของผีเสื้อด้วยลักษณะทางกายภาพที่พบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับผีเสื้อได้โดยผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบในการช่วยจำแนกชนิดผีเสื้อที่พบได้ด้วยตนเองได้

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการจำแนกชนิดผีเสื้อในครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปคือการสำรวจข้อมูลผีเสื้อในอาณาบริเวณอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้สามารถคัดเลือกคุณลักษณะที่ใช้ในการจำแนกชนิดผีเสื้อได้ดียิ่งขึ้น และหากมีการพัฒนาปรับปรุงลักษณะการใช้งานระบบให้มีการใช้ภาพให้การโต้ตอบยิ่งขึ้น จะทำให้ระบบสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น และในแง่ของข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ระบบนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจำแนกชนิดสัตว์ปีกอื่นๆ ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และจำลอง คุรุอุตสาหะ. 2542. **การออกแบบฐานข้อมูล**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.
- _____. 2546. **คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์คอนซัลท์.
- _____. 2535. **คัมภีร์ระบบสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2546.
- ฉันทวิฑู กุลไพศาล. **คู่มือการวิเคราะห์และพัฒนาระบบงาน**. กรุงเทพฯ: บริษัท อินฟอร์เมติก บิซิเนส พับลิเคชัน จำกัด.
- วุฒิพงศ์ พงศ์สุวรรณ และคณะ. 2543. **Web Mastering ด้วย PHP**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซอฟต์แวร์ปาร์ค จำกัด.
- สมจิตร อาจอินทร์, งามนิจ อาจอินทร์. 2542. **ระบบฐานข้อมูล Database System**. ขอนแก่น: ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุพิน วรรณ. 2543. **PHP Web Application Development**. กรุงเทพฯ: บริษัท เบนมาร์ค จำกัด.
- โสภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2545. **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Bakken, SS., Aulbach, A., and Schmid, E. 2000. **PHP Manual**. PHP Documentation Group.
- Daniel J. Power. 2002. **Decision Support System–Concept and Resources for Managers**. Quorum Books, London.
- _____. 2000. **Decision Support Systems: Frequently Asked Questions**. iUniverse, Inc., 2004
- DuBoi, P. **MySQL**. New Riders Publishing Indiana.
- Turban, E. and Arunson, J. 2001. **Decision Support System and Intelligent Systems**. Prentice Hall.
- George, M. 2002. **Decision Support Systems**. Prentice Hall.
- Hoffer, Jeffrey A., George, Joey F., Valacich, Joseph S. 1999. **Modern Systems Analysis & Design**. United States of America: Addison Wesley Longman, Inc.