

การใช้มดประดิษฐ์ในการวาดภาพและการใช้ปัจจัยความขัดรวมในการประเมิน ความงามของภาพ*

Using Artificial Ant to Generate Images and Global Contrast Factor to Evaluate the Aesthetic of the Images

ปฐมกานต์ บุญนาค (Pathomgant Bunnag) **

คทา ประดิษฐ์วงศ์ (Kata Praditwong) ***

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ มีการนำเสนอวิธีการของการสร้างภาพศิลปะโดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) การสร้างภาพในเชิงศิลปะแบ่งงานออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งใช้ระบบมดประดิษฐ์ (Artificial Ant) ในการสร้างภาพ การประเมินความงามของภาพที่ได้โดยใช้ปัจจัยความขัดรวม (Global Contrast Factor) และการพัฒนาการสร้างภาพโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) โดยระบบทั้งหมดจะไม่มีมนุษย์เข้ามาตัดสินใจในระหว่างกระบวนการทำงานทั้งหมด ในการสร้างภาพจากระบบพบว่าในช่วงแรกภาพจะมีค่าปัจจัยความขัดรวมต่ำแต่ก็สามารถทำให้ภาพในช่วงหลังมีค่าปัจจัยความขัดรวมเพิ่มขึ้นได้ จากนั้น นำภาพที่ระบบสร้างขึ้นมาให้มนุษย์เป็นผู้ประเมินความงามอีกครั้ง บางภาพที่มีค่าปัจจัยความขัดรวมสูงที่ระบบประเมินว่ามี ความงามสอดคล้องกับการประเมินของมนุษย์ แต่บางภาพการประเมินของมนุษย์ก็ขัดแย้งกับค่าปัจจัยความขัดรวม เนื่องจากมนุษย์มีปัจจัยอื่นที่ไม่ได้ถูกพิจารณาในระบบ เช่น โทนของสี

คำสำคัญ : ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ระบบมดประดิษฐ์ ปัจจัยความขัดรวม

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของปริญยานิพนธ์ เรื่อง การใช้มดประดิษฐ์ในการวาดภาพและการประเมินความงาม

** นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Student of Bachelor of Computer Science, Department of Computing, Faculty of Science, Silpakorn University. E-mail: testworktu@gmail.com, 0-3424-5334-5

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Assistant Professor Doctor, Department of Computing, Faculty of Science, Silpakorn University.
E-mail : praditwong_k@su.ac.th, 0-3424-5334-5 (Corresponding Author)

Abstract

In this research work, we purposes a method to generate images using artificial intelligence. The visual art system consists of three subsystems. Artificial ant system creates an image. System of evaluation is values of a global contrast factor. Finally the development system uses a genetic algorithm. This system does not need human beings to decide. In the generating images process, the images in early generations have a low value of a global contrast factor but they improve in later generations. The images from the system are evaluated by human. Images with a high value of a global contrast factor are evaluated with a high score from human opinion. However, an evaluation of some images are conflicting between human beings and the system. Human beings have other factors that not including in the system such as color tone.

Keywords: Genetic Algorithm, Artificial Ant System, Global Contrast Factor

บทนำ

ในปัจจุบันงานที่ใช้มนุษย์สร้างสรรค์ส่วนหนึ่งได้ถูกแทนที่ด้วยเครื่องจักรหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับการศึกษาวิธีการสร้างภาพที่มีความงามและมีระบบที่สามารถนำค่าที่สามารถคำนวณจากภาพและนำมาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจ เพื่อให้คะแนนสำหรับความงามของภาพ ตามแบบที่มนุษย์ทำนั้น สำหรับระบบการสร้างภาพอาจจะต้องอาศัยเวลาในการสร้างภาพที่ให้คะแนนความงามสูง โดยต้องพัฒนาจากภาพที่มีคะแนนความงามน้อยไปเป็นภาพที่มีความงามที่ดีขึ้น งานสร้างสรรค์นี้ยังเป็นสิ่งที่ท้าทายในปัจจุบัน ในงานวิจัยนี้เสนอวิธีการสร้างภาพและมีระบบประเมินความงามโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีระบบที่ใช้พัฒนามดประดิษฐ์ที่สามารถสร้างภาพที่มีความงามและมีการพัฒนาภาพที่ดีขึ้นไปอีก ระบบการใช้มดประดิษฐ์ในการวาดภาพและการประเมินความงามเกิดมาจากแนวคิดที่ว่าต้องการจะสร้างโปรแกรมที่วาดภาพได้โดยอัตโนมัติ และมีส่วนที่สามารถประเมินความงามของภาพได้ นอกจากนั้นในส่วนของการวาดภาพนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ก็จะสามารถให้ผู้ใช้เข้ามามีส่วนในการกำหนดค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบได้ในตอนเริ่มต้น

ระบบนี้ถูกแบ่งออกเป็นระบบย่อย 3 ส่วนหลัก ในส่วนแรกคือการวาดภาพด้วยมดประดิษฐ์ ซึ่งระบบทำการสร้างภาพโดยใช้มดเป็นตัวแทนในการลงสีในภาพ การลงสีของมดถูกกำหนดโดยการคำนวณค่าของพารามิเตอร์และกฎในการตัดสินใจ ในส่วนนี้ ผู้ใช้จะสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จะสร้างเป็นภาพได้ ส่วนที่สอง เป็นส่วนของการคำนวณค่าความงามของภาพที่วาดด้วยมดประดิษฐ์ที่ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งใช้เทคนิคที่เรียกว่า ปัจจัยความขัดรวม (Global Contrast Factor)

ระบบย่อยระบบที่สามเป็นส่วนที่พัฒนาให้มดที่สร้างภาพที่มีความงามมากขึ้น โดยเลือกมดที่สร้างภาพได้สวยงามมาสร้างภาพใหม่ต่อไปอีก โดยหวังว่าจะได้ภาพใหม่ที่มีค่าความงามที่ดีขึ้นกว่าปัจจุบัน การสร้างกลุ่มของมดรุ่นใหม่เพื่อผลิตภาพใหม่ให้มัน เริ่มจากนำมดที่สร้างภาพที่มีค่าปัจจัยความขัดรวมที่ดีมาเป็นต้นแบบ จากนั้นใช้เทคนิคที่เรียกว่า ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) มาดัดแปลงค่าคุณสมบัติของมด

ต้นแบบเพื่อให้ได้ค่าใหม่หรือสลับค่าบางอย่างเพื่อให้ได้คุณสมบัติของมดตัวใหม่แล้วหวังว่าจะมีภาพใหม่ที่ดีกว่าภาพเดิมถูกผลิตออกมา

ภาพที่ได้จากระบบในคอมพิวเตอร์จะต้องนำมาประเมินโดยมนุษย์ เพื่อตรวจสอบว่าสิ่งที่ระบบสร้างขึ้นสามารถตอบสนองได้เหมือนกับความต้องการเรื่องความงามของมนุษย์หรือไม่ สำหรับงานวิจัยนี้ระบบสามารถสร้างภาพที่มีความงามและมนุษย์ก็มีความเห็นตรงกัน แต่มีบางภาพที่มีข้อขัดแย้งระหว่างมนุษย์และระบบ เช่น บางภาพระบบระบุว่ามีความงามมากแต่มนุษย์ให้คะแนนประเมินที่น้อย หรือบางภาพระบบให้คะแนนความงามน้อยแต่มนุษย์ให้คะแนนความงามที่มาก ซึ่งระบบไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยบางอย่างที่มนุษย์ต้องพิจารณาด้วย เช่น สี ความสบายตาเมื่อมองภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการออกแบบ

เพื่อทำการสร้างภาพระบบจะต้องมีความซับซ้อนในระดับหนึ่ง เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบจะแบ่งโครงสร้างของระบบประกอบด้วย 3 ระบบต่อไปนี้

1. ระบบมดประดิษฐ์ (Artificial Ant System) เป็นการวาดรูปภาพหรือสร้างรูปภาพ
 2. ระบบการประเมินความงามของรูปที่สร้างขึ้นมา
 3. ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ใช้พัฒนาระบบมดประดิษฐ์ให้ทำงานได้ดีขึ้น
- ความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ระบบ เป็นดังนี้ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นระบบที่มีส่วนประกอบเป็นระบบมดและระบบประเมินความงาม หลักการพื้นฐานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือ การสร้างรูปภาพขึ้นมาหลายรูป โดยใช้มดประดิษฐ์ ซึ่งข้อมูลของมดประดิษฐ์ในขณะเริ่มต้นนั้นจะเกิดจากการสุ่ม เช่น สีของมดที่จะลงไปในภาพ แล้วทำการประเมินความงามของรูปภาพที่สร้างมา จากนั้นจะเลือกมดที่สร้างรูปภาพที่ดีขึ้นมาเข้ากระบวนการที่เลียนแบบธรรมชาติ คือ การไขว้เปลี่ยน (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) เพื่อสร้างมดรุ่นใหม่หรือชุดใหม่ขึ้นมา แล้วให้มดชุดใหม่สร้างรูปภาพชุดใหม่ขึ้นมาแล้วประเมินความงาม เลือกมดที่สร้างภาพที่ดีขึ้นมาทำซ้ำจนครบจำนวนรอบที่ต้องการ

1. ระบบมดประดิษฐ์ (Artificial Ant System)

งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้นำเสนอมดประดิษฐ์มาใช้งานในการสร้างภาพ (Aupetit et al., 2003) โดยเป็นระบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบตอบโต้ (Interactive Genetic Algorithm) ที่ต้องพึ่งพามนุษย์ในการให้คะแนนความงาม ซึ่งต่อมาได้มีงานวิจัยหลายงานที่ได้ใช้มดประดิษฐ์นี้เป็นต้นแบบ เช่น การพัฒนารูปแบบการวัดผลเพื่อสอดคล้องกับรูปแบบของภาพ (Greenfield, 2005) และการใช้พฤติกรรมการหาอาหารของมดมาร่วมสร้างภาพ (Greenfield, 2013)

การออกแบบระบบการทำงานของมดประดิษฐ์แต่ละตัวประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือ

1. การเคลื่อนที่ของมด เพื่อไปยังจุดภาพถัดไป
2. การลงสีของมด

การสร้างภาพจะใช้มดลงสีในจุดภาพโดยมดแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติที่ใช้ในการเคลื่อนที่และการลงสีที่แตกต่างกันและเพื่อให้เกิดความหลากหลายของวิธีการที่ใช้ในการลงสีจะมีการสุ่มค่าเพื่อใช้ในการตัดสินใจด้วย

การสร้างภาพจำนวน 1 ภาพใช้มดจำนวน 2-10 ตัว ขึ้นอยู่กับการสุ่ม โดยมดแต่ละตัวจะมีค่าที่ใช้เป็นคุณสมบัติในการลงสีดังต่อไปนี้

- สีที่มดจะลง ซึ่งประกอบด้วยค่าผสมแม่สี 3 สีโดยกำหนดค่าของแม่สี สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ค่าที่ได้ อยู่ระหว่าง 0–255 ซึ่งค่าของแม่สีจะเกิดจากการสุ่ม แทนด้วย (C_r, C_g, C_b)
- สีที่มดจะตาม ซึ่งเป็นสีที่กำหนดไว้ให้มดติดตามและส่งสีของตนเองลงไป เพื่อสร้างภาพที่มีเส้นขึ้นมา โดยกำหนดค่าของแม่สี สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ซึ่งค่าของแม่สีจะเกิดจากการสุ่ม แทนด้วย (F_r, F_g, F_b)
- ความน่าจะเป็นของการตามสีของมด หมายถึง ความน่าจะเป็นที่มดจะติดตามสีที่กำหนดให้ตาม (F_r, F_g, F_b) ในข้อก่อนหน้านี้ แทนด้วย P_s ซึ่งมีความหมายหมายความว่าโอกาสมดจะลงสีตามสีที่กำหนดให้มากกว่าค่าของ P_s ที่น้อย
- แนวทางการเคลื่อนที่ของมด มีได้ 2 แบบคือ มดเคลื่อนที่ไปแนวขนานกับแกน X และ Y ขอเรียกว่า แนวขนาน ซึ่งแทนด้วย D_d อีกแบบหนึ่งคือ การเคลื่อนที่ในแนวทแยง เรียกว่า แนวทแยง ซึ่งแทนด้วย D_o มดมีการเคลื่อนที่ได้แบบเดียวจาก 2 แบบที่กำหนดให้ โดยลักษณะการเคลื่อนที่นี้จะถูกสุ่มเลือก
- ความน่าจะเป็นของการเคลื่อนที่ สิ่งที่กำหนดการเคลื่อนที่ของมดอีกอย่างหนึ่งคือทิศทางการเคลื่อนที่ของมด หมายถึง ทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างจุดภาพปัจจุบันและจุดภาพถัดไป โดยทิศทางมี 3 แบบ คือ ทางซ้าย ทางขวา และด้านหน้า แต่ละทิศทางจะมีความน่าจะเป็นที่มดเลือกไปทิศทางใดที่ไม่เท่ากัน ซึ่งค่าของความน่าจะเป็นแทนด้วย P_l, P_r, P_a เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ไปทางซ้าย ทางขวาและด้านหน้า ตามลำดับ โดยค่าความน่าจะเป็นที่จะไปทิศทางใดจะเกิดจากการสุ่ม ซึ่งการตัดสินใจจุดภาพถัดไปว่าจะไปจุดภาพใด ต้องพิจารณาทั้งทิศทางและแนวทางการเคลื่อนที่ของมดร่วมกัน

กำหนดให้มดอยู่ในจุดภาพที่ตำแหน่งแทนด้วย C ซึ่งตำแหน่งนี้ต้องไม่เป็นตำแหน่งที่เป็นขอบของภาพ โดยมดเคลื่อนมาจากจุดภาพ P จากนั้นมดจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้อีก 3 ทิศทางคือ ทางซ้าย ทางขวา และด้านหน้า ซึ่งตำแหน่งของจุดภาพถัดไปของแทนด้วย L, R และ A ตามลำดับ ถ้าแนวทางการเคลื่อนที่ของมดต่างกันตำแหน่งของ L, R และ A จุดภาพถัดไปจะแตกต่างกันแม้ว่า ตำแหน่งปัจจุบันของมดและตำแหน่งก่อนหน้านี้เป็นแบบเดียวกัน ซึ่งแสดงในรูปที่ 1

	L	
P	C	A
	R	

(ก)

		L
P	C	A
		R

(ข)

รูปที่ 1 การเคลื่อนที่ของมด

(ก) การเคลื่อนที่แบบแนวขนาน D_d

(ข) การเคลื่อนที่แบบแนวทแยง D_o

สำหรับรูปที่ 1 ตำแหน่งของ C และ P มีลักษณะเป็นแนวแกน X ในกรณีตำแหน่งของ C และ P มีลักษณะเป็นแนวทแยง มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงในรูปที่ 2

L		A
	C	
P		R

(ก)

	L	A
	C	R
P		

(ข)

รูปที่ 2 การเคลื่อนที่ของมด C และ P มีลักษณะเป็นแนวทแยง

(ก) การเคลื่อนที่แบบแนวขนาน D_d

(ข) การเคลื่อนที่แบบแนวขนาน D_o

เมื่อทำการหมุนทิศทางของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ก็จะครอบคลุมกรณีอื่น ๆ ทั้งหมด สำหรับกรณีที่ตำแหน่งของการคำนวณตำแหน่งของ L , R และ A จะไปอีกด้านหนึ่งของภาพ ที่เรียกว่า การวนรอบ (Wrap around)

การลงสีของมดมีการพิจารณาสิ่งที่เรียกว่า การเปรียบเทียบเชิงความสว่าง (Luminance Comparison) โดยคำนวณค่าความสว่างของจุดภาพที่มีค่าแม่สีเป็น R, G, B ตามลำดับ ค่าความสว่างแทนด้วย $Lum(R, G, B)$ ด้วยสมการที่ 1

$$Lum(R, G, B) = (0.2426 * R) + (0.7152 * G) + (0.0722 * B) \quad (1)$$

การเปรียบเทียบเชิงความสว่างเป็นค่าผลต่างของค่าความสว่างของจุดภาพและค่าความสว่างของสีมดจะตามผลต่างระหว่างสีทั้ง 2 ค่าแทนด้วย $Dif(F_r, F_g, F_b, R, G, B)$ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$Dif(F_r, F_g, F_b, R, G, B) = |Lum(F_r, F_g, F_b) - Lum(R, G, B)| \quad (2)$$

ถ้าค่าของ $Dif(F_r, F_g, F_b, R, G, B)$ มีค่ามากกว่าขีดแบ่ง (Threshold) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเป็น 40 ก็จะไม่ลงสีของมด แต่ถ้าค่า $Dif(F_r, F_g, F_b, R, G, B)$ มีค่าน้อยกว่า 40 ก็จะทำการสุ่มค่าขึ้นมาระหว่าง 0.0-1.0 โดยให้เป็นค่า r ซึ่งถ้าค่าของ r น้อยกว่าค่าความน่าจะเป็นของการตามสีของมด (P_s) มดจะทำการลงสี (C_r, C_g, C_b) แต่ถ้าค่าของ r มากกว่าค่า P_s ก็จะไม่ลงสี

2. ปัจจัยความซับซ้อน

การนำเสนอปัจจัยความซับซ้อนครั้งแรกเป็นการวัดค่าความแตกต่างของความจุดที่มืดที่สุดและจุดที่สว่างที่สุดในรูปซึ่งจะใกล้เคียงกับความรู้สึกของมนุษย์ (Matkovic et al., 2005) แต่ต่อมาได้นำมาใช้วัดความความงามโดยวิธีการสร้างภาพด้วยโปรแกรมเชิงพันธุกรรม (Genetic Programming) ซึ่งพบว่าปัจจัยความซับซ้อนมีประโยชน์ในด้านนี้ด้วย (den Heijer and Eiben, 2010) ขั้นตอนการคำนวณค่าปัจจัยความซับซ้อนในงานวิจัยนี้เป็นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแปลงภาพสีเป็นภาพสเกลสีเทา (Grayscale) ใช้สมการต่อไปนี้

$$k = (0.299 * R) + (0.587 * G) + (0.114 * B) \quad (3)$$

ซึ่งตัวแปร k หมายถึงค่าสีเทาที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 255 ในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ส่วนตัวแปร R, G, B เป็นการเก็บค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินในจุดภาพนั้น

ขั้นตอนที่ 2 ทำการแปลงค่าสีเทา k เป็นความสว่าง (Luminance) โดยแทนด้วยตัวแปร l ซึ่งจะทำให้การแปลงโดยใช้สมการที่ 4

$$l = \left(\frac{k}{255}\right)^\gamma \quad (4)$$

โดย ค่า γ เท่ากับ 2.2 จากนั้นคำนวณความสว่างเชิงการรับรู้ (Perceptual Luminance) แทนด้วยตัวแปร L สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$L = 100 * \sqrt{l} \quad (5)$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดให้ภาพมีความกว้าง w และความสูง h ซึ่งความชัดเจนที่ (Local Contrast) ที่จุดภาพ i แทนด้วยตัวแปร lc_i ที่ตำแหน่ง (x, y) ถูกคำนวณด้วยสมการที่ 6 ดังต่อไปนี้

$$lc_i = \frac{|L_{x,y} - L_{x,y-1}| + |L_{x,y} - L_{x,y+1}| + |L_{x,y} - L_{x-1,y}| + |L_{x,y} - L_{x+1,y}|}{4} \quad (6)$$

โดยที่ $L_{x,y}$ หมายถึง ค่าข้อมูลสีในตำแหน่ง (x, y) ในภาพ สำหรับส่วนที่เป็นขอบของภาพนั้นการคำนวณคิดเฉพาะจุดภาพที่มีอยู่เท่านั้น เช่น ที่ตำแหน่งมุมของภาพจะเป็นการเฉลี่ยของ 2 จุดที่มีอยู่ข้างเคียงหรือที่ขอบภาพจะเป็นการเฉลี่ยของ 3 จุดที่อยู่ข้างเคียง

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของความชัดเจนที่ของทั้งภาพ ค่าที่ได้จะเก็บใน C_i สมการที่ใช้คือสมการที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$C_i = \frac{1}{w * h} * \sum_{i=1}^{w*h} lc_i \quad (7)$$

ขั้นตอนที่ 5 ทำการปรับความละเอียดของภาพ ซึ่งเป็นการลดขนาดของภาพ มีความกว้างลดลงครึ่งหนึ่งและความสูงลดลงครึ่งหนึ่งเช่นกัน โดยทำการรวม 4 จุดภาพที่ติดกันมาเป็นจุดภาพใหม่ ซึ่งค่า k เป็นค่าเฉลี่ยของค่า k เดิมใน 4 จุดภาพนั้น เช่น รูปภาพขนาดกว้าง 4 และสูง 4 มีข้อมูลดังต่อไปนี้

255	123	254	12
52	114	55	21
52	123	54	55
14	245	2	58

เมื่อลดขนาดจะกลายเป็นรูปภาพที่กว้าง 2 และสูง 2 และข้อมูลเป็นดังนี้

136	85
110	42

โดยข้อมูลเกิดจาก $(255+123+52+114)/4 = 136$, $(254+12+55+21)/4 = 85$, $(52+123+14+354)/4 = 110$ และ $(54+55+2+58)/4 = 42$ ถ้าความกว้างของรูปภาพเป็นจำนวนคี่จะตัดข้อมูลในด้านขวามือสุดออก ทำนองเดียวกันถ้าความสูงของภาพเป็นจำนวนคี่จะตัดข้อมูลด้านล่างออก จากนั้นจะเริ่มทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 จนครบ N ครั้ง โดยแต่ละรอบจะเก็บค่าของ C_i ไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณปัจจัยความชัดเจนแทนด้วย GCF โดยสมการต่อไปนี้

$$GCF = \sum_{i=1}^N w_i * C_i \quad (8)$$

โดย w_i คือปัจจัยน้ำหนัก (Weight Factor)

สำหรับ จำนวนของ N ที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ คือ 8 ซึ่งได้จากการคำนวณภาพต้นฉบับขนาด 500×500 แล้วลดขนาดภาพอีกจำนวน 7 ครั้ง สำหรับปัจจัยน้ำหนักสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$w_i = \left(-0.0406384 * \frac{i}{8} + 0.334573 \right) * \frac{i}{8} + 0.0877526 \quad (9)$$

โดยค่าปัจจัยความชัดเจนนี้บอกค่าที่มากกว่าถือว่ามีความสวยงามมากกว่า

3. ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ในธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่าการคัดสรรจากธรรมชาติ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ (Goldberg, 1989: 1) การประยุกต์ใช้งานขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีหลายแบบ เช่น การหาวิธีการจัดสิ่งของบรรจุลงตู้สำหรับขนส่ง (คทา ประดิษฐ์วงศ์ และธีรศักดิ์ ทะเลทอง, 2559).

การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในงานวิจัยนี้ สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

1. รับพารามิเตอร์ของระบบ
2. สร้างมดประดิษฐ์สำหรับรูปในชุดแรกและสร้างภาพ
3. ประเมินค่าความสวยงามด้วยค่าความชัดเจน
4. เลือกมดประดิษฐ์ในรูปที่มีความสวยงามและสร้างมดประดิษฐ์ชุดใหม่
5. ให้มดประดิษฐ์ชุดใหม่สร้างรูปชุดใหม่ด้วยค่าความชัดเจน
6. ประเมินค่าความสวยงามด้วยค่าความชัดเจน
7. ถ้าจำนวนรุ่น (Number of Generations) ยังไม่ครบตามที่กำหนดไว้ให้ทำข้อ 4. แต่ถ้าครบ

แล้วให้หยุด

ในการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีส่วนต้องอธิบายเพิ่มคือ ขั้นตอนการเลือกมดประดิษฐ์ในรูปที่มีความสวยงามและสร้างมดประดิษฐ์ชุดใหม่ โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือการเลือกรูปภาพที่มีความสวยงามออกมา อีกส่วนหนึ่งคือการสร้างมดประดิษฐ์ชุดใหม่จากมดประดิษฐ์เดิม

กำหนดให้มีจำนวนภาพที่ต้องเลือกเท่ากับ N เริ่มการเลือกรูปภาพที่มีค่าความชัดรวมสูงสุดใน 4 อันดับแรกออกมา ซึ่งเป็นการเลือกภาพด้วยลักษณะของภาพที่ดีที่สุด (Elitism) ก่อน จากนั้นจำนวนภาพที่เลือกต่อไปเท่ากับ $N - 4$ โดยจะมีวิธีการเลือก 2 แบบ คือ การเลือกแบบวงล้อรูเล็ต (Roulette Wheel Selection) และการเลือกแบบแข่งขัน (Tournament Selection)

การเลือกแบบวงล้อรูเล็ตทำการเลือกภาพที่ได้ออกมาตามค่าความน่าจะเป็น (Eiben and Smith, 2003:59) ซึ่งค่าความน่าจะเป็นนี้ขึ้นกับค่าปัจจัยความชัดรวม โดยภาพที่มีค่าปัจจัยความชัดรวมมากจะมีโอกาสถูกเลือกได้มากกว่าภาพที่มีค่าปัจจัยความชัดรวมน้อย การเลือกแบบแข่งขันสุ่มเลือกภาพมาจำนวนหนึ่งแล้วทำการเลือกภาพที่ดีในกลุ่มย่อยนั้น (Eiben and Smith, 2003:63) การเลือกแบบแข่งขันทำการสุ่มเลือกภาพมา 4 ภาพโดยทุกภาพมีโอกาสถูกเลือกเท่ากันโดยไม่ใส่ค่าน้ำหนัก จากนั้นเลือก 2 ภาพ ซึ่งมีค่าความชัดรวมที่มีค่าสูงสุดใน 2 อันดับแรก

การสร้างมดกลุ่มใหม่สำหรับการสร้างรูป โดยมีมดจากรูปที่ถูกเลือกมาด้วยวิธีการเลือกที่อธิบายก่อนหน้านี้ โดยเป็นรูป img_1 และ img_2 เริ่มจากการกำหนดค่าจำนวนมดโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มค่าจำนวนเต็มที่อยู่ระหว่างจำนวนมดของทั้ง 2 รูป เช่น รูป img_1 มีมดจำนวน 5 ตัวและรูป img_2 มีมดจำนวน 8 ตัว จะสุ่มค่าจำนวนเต็มระหว่าง 5 และ 8 กำหนดให้ค่าที่สุ่มได้เป็น 6

2. นำค่าที่สุ่มได้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ มาบวกกับจำนวนเต็มที่ได้ระหว่าง -2 ถึง 2 เช่น สุ่มได้ -1 บวกกับ 6 ได้เป็น 5 โดยจำนวนของมดที่เป็นไปได้ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ด้วยการสร้างมดจะเป็นลักษณะการไขว้เปลี่ยนแบบเอกรูป (Uniform Crossover) ซึ่งโอกาสสุ่มเลือกคุณสมบัติของมดนั้นสามารถถูกเลือกจากรูปต้นแบบ 2 รูปด้วยความน่าจะเป็นที่เท่ากัน โดยคุณสมบัติของมดตัวใหม่ เช่น สีที่มดจะลง, สีที่มดจะตาม, แนวการเคลื่อนที่ของมด, ความน่าจะเป็นของการเคลื่อนที่ และความน่าจะเป็นของการตามสีของมด ใช้กระบวนการทำงานแบบเดียวกัน กำหนดรูป img_1 และ img_2 ที่เลือกมาเป็นพ่อแม่ (Parent) ในการไขว้เปลี่ยน

1. สุ่มเลือกรูป img_1 หรือ img_2 เช่น เลือกรูป img_1
2. สุ่มเลือกมดในรูปที่ถูกเลือก เช่น รูป img_1 มีมด 5 ตัว สุ่มได้มดตัวที่ 3
3. นำค่าต่าง ๆ มาใส่มดตัวใหม่

สำหรับสีที่มดจะลงและสีที่มดจะตามต้องผ่านกระบวนการกลายพันธุ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มค่าจำนวนเต็มระหว่าง -64 ถึง 64
2. นำค่าที่สุ่มได้จากข้อ 1 ไปบวกกับแม่สี
3. ทำซ้ำข้อ 1 และ 2 จนกระทั่งครบแม่สีทั้ง 3 ค่า

จากนั้นจะได้มดตัวใหม่ที่จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการสร้างภาพต่อไป

ผลการวิจัย

การทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการสร้างระบบมด เพื่อให้สร้างภาพแล้ววัดความงามของภาพแล้วพัฒนาให้ภาพมีค่าปัจจัยความซับซ้อนที่ดีขึ้นหรือไม่ จากนั้น จะนำภาพที่ได้จากการทดลองส่วนแรกมาประเมินโดยมนุษย์ เพื่อเปรียบเทียบค่าความงามของระบบมดประดิษฐ์และความเห็นของมนุษย์

การทดลองส่วนแรก เพื่อทดสอบระบบที่ใช้ว่าสามารถพัฒนาความงามให้ภาพได้หรือไม่ ระบบที่นำเสนอได้ถูกนำมาสร้างเป็นโปรแกรมโดยใช้ภาษา Java จากนั้นได้ทดสอบโดยการสร้างภาพออกมา จากนั้นพิจารณาว่าภาพที่อยู่ในรุ่นแรกจะสามารถสร้างภาพที่ได้ในรุ่นต่อไปที่มีค่าความงามหรือค่าของปัจจัยความซับซ้อน โดยกำหนดให้มีภาพเริ่มต้นจำนวน 10 ภาพ การสร้างภาพเริ่มต้นนั้นให้ระบบทำการสุ่มทั้งหมด แล้วจะสร้างภาพใหม่จำนวน 10 ภาพในแต่ละรุ่น จำนวนรอบในการวิ่งของมดแต่ละตัว 50000 รอบ ภาพขนาด 500X500 (จุดภาพ) จำนวนรุ่นที่จะคำนวณ 10 รุ่น (รอบ) โดยการเลือกต้นแบบของภาพที่จะนำมาคำนวณค่าพารามิเตอร์ของภาพในรุ่นใหม่นั้นมี 2 แบบคือ การเลือกแบบวงล้อรูเล็ต (Roulette Wheel Selection) และการเลือกแบบแข่งขัน (Tournament Selection) โดยทำการทดลอง 4 ครั้ง ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่าปัจจัยความซับซ้อนของภาพทั้งหมดในแต่ละรุ่นได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าปัจจัยความซับซ้อนของภาพทั้งหมดระหว่างวิธีการเลือกทั้ง 2 แบบ

รุ่น	การเลือกแบบวงล้อรูเล็ต	การเลือกแบบแข่งขัน
0	15.52	16.82
1	15.99	20.14
2	17.97	22.20
3	17.97	23.08
4	19.13	25.29
5	21.47	28.02
6	22.85	28.26
8	23.71	29.21
9	23.71	29.86
10	24.65	30.77

จากการทดลองทั้งแบบการเลือกแบบวงล้อรูเล็ต (Roulette Wheel Selection) และการเลือกแบบแข่งขัน (Tournament Selection) นั้นในตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของค่าปัจจัยความซับซ้อนของการเลือกทั้งสองแบบนี้มีการเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรุ่นเพิ่มขึ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่าระบบสามารถพัฒนาภาพให้สวยงามขึ้นได้ ในแง่ของการใช้ค่าปัจจัยความซับซ้อนเป็นเกณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างวิธีการเลือกทั้งสองแบบนี้ พบว่าการเลือกแบบแข่งขันให้ผลของการเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า

การทดลองส่วนที่ 2 การประเมินความงามของภาพที่ได้จากระบบและมนุษย์ ในการประเมินนี้ได้นำภาพที่มีค่าความงามสูง 5 ภาพและภาพที่มีค่าความงามน้อย 5 ภาพมาคละกัน แล้วให้มนุษย์เป็นผู้ประเมินความงามโดยไม่ทราบค่าปัจจัยความชัดรวม การทดลองนี้ทำให้ผู้ประเมินจำนวน 15 คนทำการประเมินภาพการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ดี ปานกลาง และ ต้องปรับปรุง โดยมีคะแนนเป็น 3, 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นจะหาค่าเฉลี่ยออกมา ผลของการประเมินแสดงในตารางที่ 2 สำหรับภาพทั้ง 10 ภาพที่ใช้ในการประเมินแสดงในตารางที่ 3

โดยทั่วไป พบว่าผู้ประเมินความพึงพอใจความความงามของภาพที่สร้างโดยโปรแกรมการใช้מדประดิษฐ์ในการวาดภาพ ซึ่งผู้ประเมินส่วนใหญ่ให้คะแนนอยู่ในระดับดี และระดับปานกลาง ในสัดส่วนที่เท่า ๆ กัน โดยภาพที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 รองลงมาคือ ภาพที่ 8 ภาพที่ 9 และ ภาพที่ 10 และภาพที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ภาพที่ 3

การประเมินความงามของภาพจากมนุษย์มีความแตกต่างจากค่าปัจจัยความชัดรวม ซึ่งความแตกต่างบางส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้ จากผลการประเมินนั้นจะเห็นว่าภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6 มีความพึงพอใจมากที่สุดเหมือนกัน แต่ค่าความงามที่เป็นค่าปัจจัยความชัดรวมของภาพที่ 5 มีค่าความงามที่ต่ำ แต่ภาพที่ 6 มีค่าความงามที่สูง ซึ่งผู้ประเมินให้ความเห็นว่าทั้ง 2 ภาพมีความงามในระดับเดียวกัน จากการสอบถามผู้ประเมินความงามของภาพจะให้คะแนนตามความรู้สึก นอกจากนี้ผู้ประเมินพิจารณาภาพจาก องค์ประกอบศิลป์ ความยุ่งเหยิงของเส้น ความสบายตาของสีในภาพ ในภาพที่ 5 ผู้ประเมินจะมองว่ามีความสบายตามากกว่าภาพที่ 6

เมื่อพิจารณาภาพที่ 4 ซึ่งเป็นภาพที่มีค่าความงามที่สูงจากค่าปัจจัยความชัดรวมที่ประเมินค่าออกมา แต่ผู้ประเมินบางคนมีความเห็นว่าไม่สวยเนื่องจากการใช้สีที่หนักหน่วง ดูแล้วไม่สบายตา หรือในกรณีของภาพที่ 9 นั้นมีค่าความงามน้อยและภาพที่ 8 มีความความงามที่สูงจากโปรแกรมที่ประเมิน ผู้ประเมินมีความเห็นว่าทั้ง 2 ภาพนั้นมีความงามระดับเดียวกัน เนื่องจากทั้ง 2 ภาพมีความสบายตา เหมือนกัน หรือในขณะที่ภาพที่ 8 และภาพที่ 6 มีค่าความงามที่สูงเหมือนกัน ถ้ามองจะเห็นว่าภาพทั้ง 2 มีความยุ่งเหยิงของเส้นไม่ต่างกันมาก แต่ผู้ใช้ระบุว่าภาพที่ 8 ที่มีสีออกโทนอ่อนมีความสวยงามมากกว่า ต่างจากภาพที่ 6 ที่มีสีออกโทนเข้ม เนื่องจากผู้ประเมินพิจารณาจากความรู้สึกว่าให้สีที่สบายตามากกว่า ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าภาพที่ 7 แม้จะได้ค่าปัจจัยความชัดรวมสูงแต่คะแนนจากผู้ประเมินกลับไม่ได้มาก เนื่องจากสีที่ค่อนข้างเข้มทำให้ผู้ประเมินให้คะแนนน้อย

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความงามของผู้ประเมินและค่าปัจจัยความซับซ้อนของภาพ

ภาพที่	ความพึงพอใจ (คน)			ค่าเฉลี่ย	ปัจจัยความซับซ้อน
	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ต้องปรับปรุง (1)		
1	6	7	2	2.26	4.24
2	6	9	0	2.40	36.60
3	4	9	2	2.13	4.68
4	7	5	3	2.27	37.16
5	10	5	0	2.67	5.92
6	12	1	2	2.67	37.15
7	7	5	3	2.27	37.49
8	8	7	0	2.53	34.80
9	8	7	0	2.53	3.14
10	8	7	0	2.53	5.06

สรุปผล

การสร้างภาพโดยใช้มตประดิษฐ์ ค่าปัจจัยความซับซ้อนและขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นสามารถสร้างภาพที่มีการพัฒนาให้มีค่าปัจจัยความซับซ้อนได้มากขึ้น เมื่อพิจารณาเฉพาะระบบที่สร้างภาพจากมตประดิษฐ์ โดยไม่ได้พิจารณาจากการประเมินของมนุษย์ สามารถกล่าวว่าภาพที่มีค่าปัจจัยความซับซ้อนสูงก็จะมีงามที่มากขึ้น ซึ่งค่านี้ใช้ในการตีความได้ว่า ค่าปัจจัยความซับซ้อนที่แสดงว่าภาพมีงามที่มากขึ้น ภาพจะมีลักษณะที่มีความยุ่งเหยิงมาก มีจำนวนเส้นในภาพมาก หรือลักษณะของสีในภาพที่มีความต่างกันมาก เนื่องจากการคำนวณค่าความงามของภาพด้วยค่าปัจจัยความซับซ้อนนั้นจะพิจารณาความต่างของสีในแต่ละจุดภาพของรูปนั้น ซึ่งอาจจะแปลความหมายได้ว่าภาพที่มีเส้นจำนวนมากจะสวยมากกว่าภาพที่มีจำนวนเส้นน้อยกว่า

จากการใช้ปัจจัยความซับซ้อนในการคำนวณความงามของภาพนั้นยังไม่สามารถตัดสินความงามของภาพแทนการประเมินของมนุษย์ เนื่องจากการตัดสินนี้ได้พิจารณาจากความต่างของสีในแต่ละจุดภาพของภาพ ไม่นับรวมคุณสมบัติอื่นที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินความงามของภาพ เช่น โทนสี แต่ในบางภาพก็สามารถประเมินออกมาได้ว่าสวยงามสอดคล้องตามความรู้สึกของผู้ประเมินที่เป็นมนุษย์ แม้จะไม่ใช่ทั้งหมด เพราะองค์ประกอบอื่น เช่น ความชอบส่วนบุคคล องค์ประกอบศิลป์ และลักษณะของสี ก็มีผลแต่ในการวิจัยนี้ไม่ได้นำมาพิจารณา ดังนั้นการพัฒนาระบบที่สร้างงานที่เป็นลักษณะเชิงศิลปะยังต้องการความรู้จากงานวิจัยเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

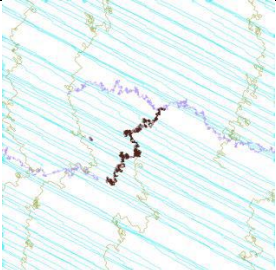
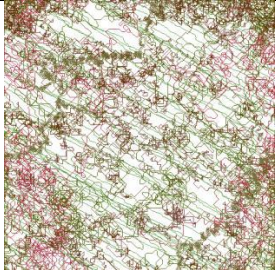
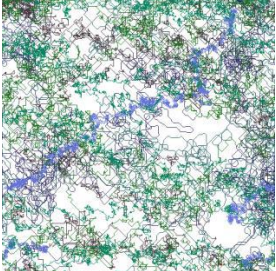
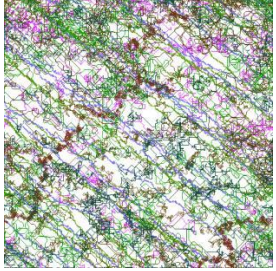
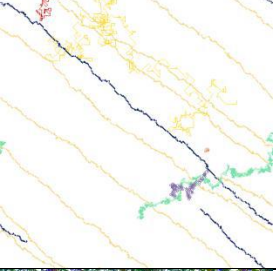
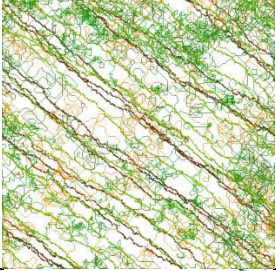
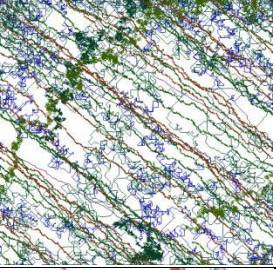
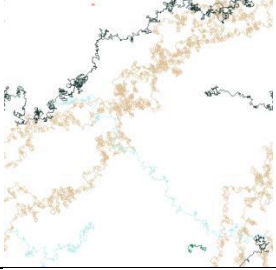
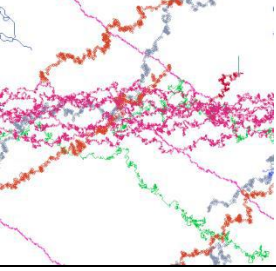
ภาษาไทย

คทา ประดิษฐ์วงศ์ และธีรศักดิ์ ทะเลทอง (2559). “ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและการค้นเฉพาะที่สำหรับการแก้ปัญหาการบรรจุผลิตภัณฑ์ในสามมิติ.” Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University 3, 6 (พฤศจิกายน – ธันวาคม) : 43-56.

ภาษาต่างประเทศ

- Aupetit, S., V. Bordeau, N. Monmarche, M. Slimane, and G. Venturini. (2003). Interactive Evolution of Ant Paintings. Processing of the 2003 Congress on Evolutionary Computation Proceedings, edited by B. McKay et al., pp. 1376-1383.
- den Heijer, E., and A.E. Eiben. (2010). Using Aesthetic Measures to evolve Art. Processing of the 2010 Congress on Evolutionary Computation Proceedings, pp. 1-8.
- Eiben, Agoston E., and J.E. Smith. (2003). Introduction to Evolutionary Computing, Springer.
- Goldberg, David E. (1989), Genetic Algorithm in Search Optimization and Machine Learning, New York, Addison Wesley.
- Greenfield, G., (2005). Evolutionary Methods for Ant Colony Paintings. Applications of Evolutionary Computing, EvoWorkshops 2005 Proceedings, Springer-Verlag Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3449 edited by Franz Rothlauf et al. pp. 478-487.
- Greenfield, G., (2013). On Simulating Seed Foraging by Red Harvester Ant. Proceedings of the 2013 IEEE Symposium on Artificial Life (ALife), pp. 105-112.
- Matkovic, K., L. Neumann, A. Neumann, T. Psik, and W. Purgathofer. (2005). Global contrast factor - a new approach to image contrast. In Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging 2005, pp. 159-168.

ตารางที่ 3 ภาพที่ใช้ในการประเมินของมนุษย์จำนวน 10 ภาพ

ภาพที่		ภาพที่	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	