อาณาจักรแห่งความรู้แบบปัญญารวมหมู่

Colony of knowledge with Swarm Intelligence

เสาวคนธ์ ชูบัว* และ ปรัชญนันท์ นิลสุข*

บทคัดย่อ

อาณาจักรแห่งความรู้แบบปัญญารวมหมู่ คือการศึกษาและเลียนแบบพฤติกรรมของสัตว์ในธรรมชาติ ที่มีรูปแบบการดำรงชีวิตกันเป็นสังคม ได้แก่ อาณาจักรมดและปลวก ฝูงนกและฝูงปลา ในการจัดการองค์กรของสัตว์เหล่านี้ไม่มีผู้นำฝูงไม่มีการควบคุมจากส่วนกลาง แต่เป็นวิธีการจัดการตนเองของสมาชิกแต่ละตัว ในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาจากสารสนเทศที่มีในขณะนั้น เช่น ระยะทาง อัตราความเร็วและทิศทางในการเคลื่อนที่ จากแนวคิดนี้มนุษย์ได้นำไปประยุกต์ใช้กับหลากหลายสาขา ทั้งในกลุ่มวิทยาศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

คำสำคัญ: การค้นคืนสารสนเทศ

Abstract

Colony of knowledge with Swarm Intelligence is a study and imitate of animals behavior in the nature that its livelihood is a group; such as the colonies of ants and termites, flocks of birds and schools of fish. They have not a leader within a group and not centralized control. The members use individual based management in decision making and problem solving from the current information available; such as the distance, the speed rate and the direction of movement. This concept can be applied into Science, Humanity and Engineering.

Keyword: Artificial Intelligence, Swarm Intelligence, Robotics, Ant colony, Artificial ants.

* *คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

1. บทนำ

ในยุคแห่งการบูรณาการข้ามศาสตร์ เมื่อวิทยาศาสตร์รวมเข้ากับสังคมศาสตร์และรวมเข้ากับมนุษยศาสตร์ เกิดการแตกแขนงของหลากหลายสาขา แม้แต่สาขาย่อยของศาสตร์ใหญ่ยังมีบูรณาการร่วมกันภายในศาสตร์นั้น ดังสังเกตได้จากการเปิดสอนสาขาที่หลากหลายมากขึ้นตามสถานศึกษาเพื่อรองรับความต้องการและผลิตบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน มีการต่อยอดความรู้พัฒนานวัตกรรมใหม่ในกลุ่มสาขาเหล่านั้น เกิดข้อมูลและสารสนเทศขึ้นมากมายกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีอยู่ทั่วไป จากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาบูรณาการรวมกันกับศาสตร์ดังกล่าวเกิดเป็นแหล่งเก็บสะสมข้อมูลขนาดมหึมาที่มีมูลค่ามากมายมหาศาล แต่ถูกนำมาใช้งานได้ไม่เต็มศักยภาพเท่าที่ควรจะเป็น

อาณาจักรแห่งความรู้ มีการจัดสรรข้อมูลเฉพาะอย่างที่ต้องการได้อย่างทันทีทันใด ต้องสามารถค้นหาและค้นคืนสารสนเทศทั้งในอดีต และปัจจุบันเพื่อการทำนายอนาคตได้ ประโยชน์จะเกิดขึ้นแก่มวลมนุษยชาติ จากการสร้างนักสรรหาแหล่งข้อมูลเสมือนการหาอาหารของฝูงนกและปลา การสร้างนักล่าและทำเหมืองข้อมูลเสมือนฝูงมดงาน และการสำรองข้อมูลดั่งฝูงผึ้งที่เลือกแหล่งอาหารเพื่อการย้ายที่อยู่ในขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนตลอดจนการสร้างอัลกอริทึมที่วุ่นวายนับว่าเป็นงานที่ท้าทายและยากยิ่งซึ่งจะต้องอาศัยทั้งศาสตร์ของชีววิทยา

ในการศึกษาระบบตามธรรมชาติ ร่วมกับสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเทคโนโลยีสารสนเทศ และทฤษฎีทางด้านการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจและสร้างสรรค์งานที่ต้องการความร่วมมือจากนักวิจัยตามความเชี่ยวชาญเฉพาะในหลากหลายสาขา จึงเกิดเป็นเครือข่ายและทีมงานวิจัย ในทั่วทุกมุมโลก

2. นิยามและความหมาย ของปัญญารวมหมู่

ปัญญารวมหมู่ (Swarm Intelligence หรือ SI) คือความฉลาดแบบรวมกันเป็นกลุ่ม เป็นแขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) และเป็นแขนงหนึ่งในสาขา Biologically-inspired computing โดยเป็นการศึกษาและเลียนแบบวิธีการทางธรรมชาติ ด้วยการสังเกตสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ดำรงชีวิตกันเป็นฝูง ซึ่งปกติแล้วปัญญารวมหมู่นี้ประกอบไปด้วยกลุ่มสมาชิกที่ทำงานที่ไม่ซับซ้อน

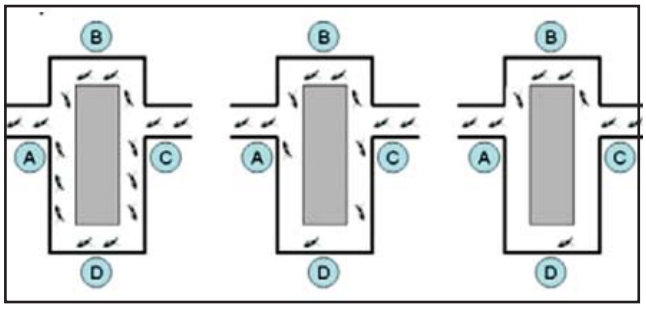
สมาชิกสามารถสื่อสารกันภายในกลุ่ม (Social Behavior) และสื่อสารกับสภาวะแวดล้อมได้ ไม่มีการควบคุมจากส่วนกลาง แต่กลับเป็นหน้าที่เฉพาะอย่าง มีการจัดระบบด้วยตัวเอง (Self Organization)โดยเมื่อรวมกันแล้วจะเป็นระบบใหญ่ ทั้งหมดอาศัยหลักการซึ่งสิ่งมีชีวิตใช้การร่วมมือกันแทนที่จะแข่งขัน บทความนี้จะนำเสนอแนวคิดจากการศึกษาฝูงสัตว์ที่มีสังคมแบบไม่มีผู้นำหรือจ่าฝูง เช่น มด ผึ้ง ต่อ ปลวก ปลาและนก เป็นต้น

กลุ่มที่ 1 Natural vs. Artificial เป็นการรวมศาสตร์ทางด้านชีวภาพตามธรรมชาติและปัญญาประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเลียนแบบเป็นปัญญารวมหมู่

กลุ่มที่ 2 Scientific vs. Engineering เป็นการศึกษาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานแบบร่วมมือกันโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างโมเดลของระบบปัญญารวมหมู่ขึ้น สำหรับนำไปประยุกต์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

จากกลุ่มข้างต้นดังกล่าวยังได้มีศึกษาและพัฒนาต่อยอดได้ได้อีก 4 กรณี ดังต่อไปนี้

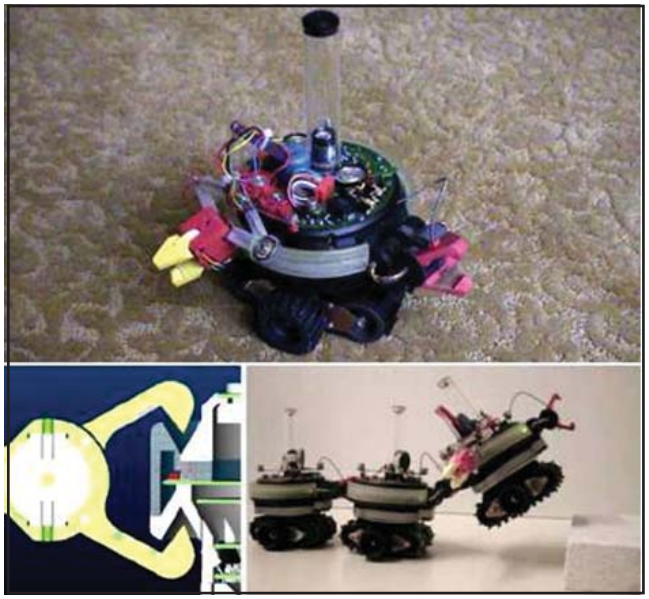
1) Natural vs. Scientific การศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของมด Deneubourg และคณะ [2] ได้ทำการศึกษานี้และแสดงเส้นทางที่มดเลือก เมื่อมีการออกหาอาหารของพวกมด ในการศึกษาความเป็นไปได้ที่มดจะเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดนั้น Deneubourg ได้แสดงให้เห็นการการตัดสินใจจากสารฟีโรโมน ที่พวกมดได้ปล่อยออกมาซึ่งจะเป็นตัวนำทางให้สมาชิกตัวอื่น ออกจากรังไปยังแหล่งอาหารและกลับมาได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 1 *เส้นทางที่สั้นที่สุดที่มดเลือกเดิน*

จากภาพที่ 1 แสดงเส้นทางที่สั้นที่สุดที่พวกมดเลือกเดินประกอบไปด้วย สองเส้นทางคือ A-B-C และ A-D-C จากภาพ มดจะศึกษาความเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล จารสารฟีโรโมนที่มากที่สุดบนเส้นทางเดิน ซึ่งหมายความว่าเส้นทางที่มีระยะยาวกว่า สารฟีโรโมนที่มดปล่อยจะระเหยมากกว่า เมื่อเทียบกับเส้นทางที่มีระยะสั้นกว่า มดจึงเลือกเดินเส้นที่สั้นกว่าโดยสมาชิกแต่ละตัวจะปล่อยสารฟีโรโมนของตัวเองลงไป ตลอดเส้นทาง [3] ปรับปรุงจาก [4]

2) Artificial vs. Scientific การประยุกต์พฤติกรรมของมดมาพัฒนาเป็นกลุ่มหุ่นยนต์ โดย Beckers และคณะ [5] ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจจากโมเดลที่อธิบายพฤติกรรมของมดที่พัฒนาขึ้นโดย Deneubourg และคณะ [2] ในส่วนของการขนย้ายวัตถุที่มีขนาดและน้ำหนักมาก กว่าน้ำหนักตัวของมดเองด้วยการรวมพลังช่วยเหลือกัน และยังสามารถคำนวณน้ำหนักของวัตถุว่าขนาดเท่าไรต้องใช้แรงงานจากมดงานจำนวนกี่ตัว จึงได้พัฒนากลุ่มหุ่นยนต์จิ๋ว โดยเลียนแบบพฤติกรรมของมดขึ้นมาเพื่อศึกษาการทำงานเฉพาะด้านแบบร่วมมือกัน และลดข้อจำกัดของหุ่นยนต์ที่จำเป็นต้องสร้างความฉลาดหลายอย่างไว้ภายในสมองกลเดียว



ภาพที่ 2 *หุ่นยนต์แมลง (Swarm-bots) จาก Laboratory of Intelligent Systems Swiss Federal Institute of Technology*

3) Natural vs. Engineering การค้นคว้าและศึกษาพฤติกรรมของกลุ่มสัตว์ที่อยู่รวมกันเป็นสังคม และการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาระบบปัญญารวมหมู่ จากโครงการ LEURRE [6] ได้พัฒนาหุ่นยนต์เล็ก เพื่อศึกษา

พฤติกรรมและสังคมของแมลงสาบ โดยมีการสร้างหุ่นยนต์เล็กจำนวนสี่ตัว จัดเป็นสองทีมเท่ากันจากนั้นได้ปล่อยทีมหุ่นยนต์ไปอยู่รวมกับแมลงสาปกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เมื่อเห็นว่าแมลงสาปทำความคุ้นเคยกับหุ่นยนต์และเข้าใจผิดว่าเป็นพวกเดียวกันแล้วก็จะนำทั้งสองกลุ่มมาอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หลังจากนั้นก็ทำการควบคุมหุ่นยนต์เล็กทั้งสองทีมมาอยู่ด้วยกัน จากการสังเกตพบว่าแมลงสาปทั้งสองกลุ่มเกิดปฏิสัมพันธ์กัน โดยผลที่ได้จากการทดสอบนี้ จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการเกษตร และการปศุสัตว์ต่อไป

4) Artificial vs. Engineering การวิเคราะห์ข้อมูลแบบปัญญารวมหมู่ ใช้แรงบันดาลใจจากมดมาออกแบบอัลกอริทึมสำหรับเหมืองข้อมูล Lumer และ Faieta [7] ได้นิยามถึงการสร้างสภาพแวดล้อมและการผลิตตัวมด เพื่อการขนย้าย การรับ และการวาง รายการข้อมูลต่างๆ ภายใต้การควบคุมตลอดจนสามารถพิจารณารายการข้อมูลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงด้วย ซึ่งแนวคิดนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ กับการแก้ปัญหาข้อมูลที่มีการจัดเก็บไม่เหมือนกัน และประยุกต์ใช้ร่วมกันกับอัลกอริทึมอื่นๆ เพื่อจัดการกับข้อมูลให้ถูกต้องและดีที่สุดด้วย [8]

Dorigo และ Birattari [1] ได้กำหนดคุณสมบัติของระบบปัญญารวมหมู่ ไว้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1) ต้องมีสมาชิกที่มีบทบาทหน้าที่เป็นของตัวเอง

2) สมาชิกทุกคนจะต้องมีน้ำหนึ่งใจเดียวกัน

3) ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในกลุ่มนั้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมและกฎเกณฑ์ภายใน อาจจะส่งผ่านจากตัวสมาชิกสู่สมาชิกโดยตรง หรือ อาจจะเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น

4) พฤติกรรมที่เกิดขึ้นทั้งระหว่างสมาชิกกับสมาชิก หรือจากสภาพแวดล้อม จะเป็นการจัดการและรู้ได้ด้วยตนเองในการปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มปัญญารวมหมู่นั้น เป็นความสามารถในการดำเนินการ และประสานงานได้ทั้งวิธีประสานแบบส่งต่อหรือแบบตัวต่อตัว และวิธีที่อยู่เหนือการควบคุม เช่น สามารถปฏิบัติการณ์แบบลักษณะฝูงได้โดยไม่ต้องมีผู้นำ การศึกษายังพบอีกว่า สายพันธุ์ตามท้องถิ่นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในการทำงานของสมาชิกอื่นๆ ภายในฝูงด้วย

3. การศึกษาพฤติกรรมและการประยุกต์ใช้ปัญญารวมหมู่

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างจากการศึกษาและการประยุกต์ใช้ปัญญารวมหมู่ทั้งในทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยอธิบายพอสังเขป

ตัวอย่างที่ 1 การศึกษาพฤติกรรมของมดและพัฒนาโมเดลเพื่อคำนวณหาความหนาแน่นของสมาชิกในรังโดย Bonabeau และคณะ [8]

มดสร้างสุสานสำหรับเก็บรวบรวมร่างกายที่ตายแล้วของสมาชิกไว้ในรัง พวกมันจัดแบ่งพื้นที่อย่างเป็นสัดส่วนไว้สำหรับมดวัยรุ่น และแบ่งช่องลมขนาดเล็กไว้สำหรับเป็นทางเดินทั้งในส่วนกลางและรอบนอกของรัง นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างโมเดลความน่าจะเป็นแบบง่ายเลียนแบบพฤติกรรมเหล่านี้ และมีการทดลองกับพวกมดในรังจำลองที่สร้างขึ้น โมเดลชุดแรกคือการศึกษาความน่าจะเป็นของจำนวนศพมดหรือดักแด้ ซึ่งผกผันตามสัดส่วนและความหนาแน่นของสมาชิกทั้งหมด จากผลการทดลองนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่สำรวจจริงของมดในพื้นที่ธรรมชาติ ซึ่งการประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่กรณีที่ 1) Natural vs. Scientific

ตัวอย่างที่ 2 ศึกษาพฤติกรรมการสร้างรังของ ต่อและจอมปลวก และพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำลองโครงสร้างโดยเลียนแบบโครงสร้างของรังจริง โดย Bonabeau และคณะ [8]

ต่อ สร้างรังที่มีความสูงและซับซ้อนมาก มีโครงสร้างภายในที่ดีเกินกว่าความรู้ความเข้าใจของต่อหนึ่งตัวจะทำได้ ปลวก สร้างรังเป็นมิติที่มีเส้นทางเดินภายในยาวหลายเมตร เมื่อเทียบกับความสูงของรังและเส้นผ่าศูนย์กลางแล้ว มันใหญ่โตมโหฬารเมื่อเปรียบเทียบกับ ปลวกตัวเล็ก 1 ตัว ที่มีความยาวเพียงไม่กี่มิลลิเมตร นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษากลไกและการประสานงานในการก่อสร้างโครงสร้างเหล่านี้ และมีการเสนอ โมเดลความน่าจะเป็นในการสร้างรัง รวมทั้งรูปแบบการสื่อสารเพื่ออธิบายพฤติกรรมของแมลงพวกนี้ หลายโมเดลได้รับการพัฒนาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำลองโครงสร้างดังกล่าวเลียนแบบโครงสร้างรังจริง ซึ่งการประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่กรณีที่ 1) Natural vs. Scientific

ตัวอย่างที่ 3 การศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารและการเรียนรู้ในกลุ่มของนกและปลา เพื่อสร้างเอนิเมชันในงานคอมพิวเตอร์กราฟิก โดย Reynolds [9]

พฤติกรรมการหาอาหารและการเคลื่อนขบวนของเหล่า

ฝูงนกและฝูงปลานั้น นักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่าการรวมหมู่ของสัตว์เหล่านี้เป็นการจัดกระบวนการของตนเองโดยไม่มีผู้นำฝูง การเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ สมาชิกแต่ละตัวในกลุ่มจะใช้วิธีการควบคุม และรักษาระยะห่างระหว่างสมาชิกด้วยกันตลอดระยะทาง ใช้ความรู้สึกเกี่ยวกับทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของสมาชิกภายในฝูง สำหรับการศึกษานี้มีการสร้างเป็นเอนิเมชันโดยคอมพิวเตอร์กราฟฟิกขึ้นเป็นครั้งแรกในปี 1986 โดยเลียนแบบพฤติกรรมของปลาและนก เรียกชื่อต้นแบบนั้นว่า “Boids” โดยต่อมาได้พัฒนาเป็นงานเกี่ยวกับการสร้างภาพยนตร์ และเกมคอมพิวเตอร์ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน การประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่กรณีที่ 1) Natural vs. Scientific และกรณีที่ 4) Artificial vs. Engineering

ตัวอย่างที่ 4 การประยุกต์อัลกอริทึม การหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยคอโลนีมด (Ant Colony Optimization หรือ ACO) และพัฒนาชุด Software agents โดย Dorigo และ Stützle [10]

จากการศึกษาพฤติกรรมการหาอาหาร การสร้างอาณาจักรและการล่าอาณานิคมของมด โดยลักษณะการทำงานเป็นความน่าจะเป็น สำหรับแก้ปัญหาการคำนวณ ด้วยการค้นหาเส้นทางซึ่งเป็นคำตอบที่เหมาะที่สุด จากการศึกษาพฤติกรรมในการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพของฝูงมด เช่นการเสาะหาอาหาร (Foraging) การแบ่งภาระหน้าที่และประเภทของงาน (Division of labor) การร่วมมือกันในการขนถ่ายสิ่งของ (Cooperative transport) มดจะใช้วิธีการสื่อสารระหว่างกันแบบทางอ้อม โดยใช้สารเคมีที่ผลิตออกมาจากตัวของมดเองเรียกว่า “ฟีโรโมน” (Pheromone) ซึ่งมดแต่ละตัวได้ฝากสารเคมีดังกล่าวไว้บนทางเดิน เมื่อมดตัวอื่นได้กลิ่นก็จะเพิ่มความเป็นไปได้ที่มดตัวดังกล่าวจะเลือกเดินตามเส้นทางเดียว กันกับมดตัวแรก พร้อมกับปล่อยสารฟีโรโมนเพิ่มมากขึ้น จึงพัฒนาชุด Software agents ที่เรียกว่า “Artificial ants” ซึ่งมีประสิทธิภาพสามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายโดยการใช้กราฟถ่วงน้ำหนัก สามารถกำหนดเงื่อนไขและใส่องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ การประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่ กรณีที่ 4) Artificial vs. Engineering

ตัวอย่างที่ 5 การประยุกต์อัลกอริทึม การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization หรือ PSO) และนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านระบบไฟฟ้ากำลัง โดย Kennedy และ Eberhart [11]

การศึกษาทฤษฎีการเคลื่อนที่ในการหาอาหารและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ของฝูงนก ฝูงปลาและฝูงแมลง กระบวนการของวิธีนี้ จะเป็นอัลกอริทึมของการเรียนรู้ในการปรับตำแหน่งของอนุภาคจนกระทั่งแต่ละอนุภาคอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมไม่มีการเคลื่อนที่อีก ปัจจุบันวิธีกลุ่มอนุภาคนี้ ได้นำไปประยุกต์ใช้กับแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ในหลายๆ แขนงวิชารวมถึงปัญหาระบบไฟฟ้ากำลัง เช่น ปัญหาการเลือกจ่ายพลังงานไฟฟ้า โดยคำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์ (Economic Dispatch) การควบคุมให้เหมาะสม (Optimal Control) การวางแผนระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Planning) และปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมอื่นๆ [12] ซึ่งการประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่ กรณีที่ 4) Artificial vs. Engineering

ตัวอย่างที่ 6 การจัดการเครือข่ายแบบใช้ปัญญารวมหมู่เป็นฐาน และการพัฒนา AntNet เพื่อหาเส้นทางของแพกเกจสวิตช์ โดย Schoonderwoerd และคณะ [13]

แนวคิดการจัดการเครือข่ายแบบใช้ปัญญารวมหมู่ได้ร่วมมือกับ Di Caro และ Dorigo [14] ในการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการควบคุม เรียกว่า Ant-based Control หรือ ABC ใช้สำหรับการ routing และ load balancing ในวงจรเครือข่ายสวิตช์มีชื่อว่า “AntNet” เป็นวิธีการหาเส้นทางของแพกเกจสวิตช์ การประยุกต์นี้จัดอยู่ในการบูรณาการระบบปัญญารวมหมู่ กรณีที่ 4) Artificial vs. En-gineering

ตัวอย่างที่ 7 การสร้างความร่วมมือเป็นกลุ่ม และการพัฒนาฝูงหุ่นยนต์เพื่ออนาคต

มีการศึกษาและสังเกตพฤติกรรมแบบรวมหมู่ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เพื่อพัฒนานวัตกรรม และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ฝูงหุ่นยนต์ อันเป็นการประยุกต์ระบบปัญญารวมหมู่เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ เช่น ฝูงหุ่นยนต์ขนถ่ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก หรือมีขนาดใหญ่ โดยใช้วิธีการขนถ่ายเลียนแบบพฤติกรรมการขนย้ายของจากพวกมด

4. แนวคิดแบบปัญญารวมหมู่ ที่ประยุกต์ในหลายสาขา

การนำแนวคิดแบบปัญญารวมหมู่ ไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขา ได้แก่ด้านเน็ตเวิร์คเราติ้ง สลับสวิตช์โทรศัพท์ตลอดจนการหาเส้นทางของพนักงานขาย การสร้างเกมส์

คอมพิวเตอร์ และภาพยนตร์เอนิเมชัน ในวงการทีวีก็ได้มีแนวคิดในการนำวิธีการเหล่านี้มาใช้จัดการ ส่งผ่านข้อมูลที่เป็นมัลติมีเดียในแบบ วีดีโอสตรีมมิ่งที่ยังคงให้คุณภาพของภาพและเสียงสูง การส่งและรับข้อมูลแบบบิตทอเรนท์เป็นแนวคิดหนึ่งในการรวมหมู่ของแพกเกจข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย การสร้างฝูงหุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำ การสร้างฝูงหุ่นยนต์สำรวจใต้ดินและลึกลงไปในใจกลางของโลก ตลอดจนการสำรวจอวกาศขององค์การนาซาปฏิบัติภารกิจในการสำรวจพื้นผิว [15] โดยมีแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์จิ๋วที่ทำงานร่วมกัน ง่ายต่อการบรรจุโปรแกรมการทำงานเฉพาะอย่างตามภารกิจที่ต้องการลดภาระและลดความซับซ้อนของโปรแกรมในหุ่นยนต์ที่มีสมองกลเดียว โดยคำนึงถึงความคล่องตัวในการขับเคลื่อน มีน้ำหนักเบา สามารถต่อตัวและปรับเปลี่ยนรูปร่างเพื่อฟันฝ่าอุปสรรคตามภูมิประเทศได้ เช่น อุโมงค์ หุบเหว หลุมลึก หน้าผาชัน และแม่น้ำ เป็นต้น

ภาพที่ 3 *การต่อตัวของหมู่หุ่นยนต์แมลงเป็นรูปต่างๆ (www.newscientist.com)*

มนุษย์ได้ประยุกต์แนวคิดที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ และวิถีชีวิตการอยู่รวมกันเป็นอาณาจักรในธรรมชาติเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันมากมาย นับเป็นแหล่งความรู้มหาศาลที่เกิดขึ้นกับการศึกษา หากมีการนำแนวคิดเหล่านี้มาใช้ในการค้นคืน และจัดการสารสนเทศที่มีอยู่ในโลกนี้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต้องรอให้มีผู้ผลิต ไม่ต้องรอการป้อน แต่ใช้วิธีการเสาะหาและสร้างเส้นทางในการเข้าถึงที่สะดวกที่สุด เกิดเป็นอาณาจักรแห่งความรู้ที่มีมูลค่าและเป็นคุณอนันต์ยิ่งต่อมวลมนุษยชาติ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] M. Dorigo and M. Birattari, “Swarm intelligence”. *Scholarpedia*, vol. 2(9) pp.1462, 2008.

[2] J.-L. Deneubourg, et al., “The self-organizing exploratory pattern of the Argentine ant”. *Journal of Insect Behavior*, vol. 3, pp. 159-168, 1990.

[3] ธวัชชัย ลือทุกสิ้น, อดิเรก ชัยนวล และ ภูพงษ์ พงษ์เจริญ. “การศึกษาปัจจัยและกฎการเลือกตำแหน่งถัดไปของวิธีการระบบมด”. *นเรศวรวิจัย*. ฉบับ ที่ 3, หน้า 345-354, (28-29 กรกฎาคม 2550).

[4] M. Dorigo and L. Gambardella, “Ant colonies for the traveling salesman problem”. BioSystems. vol. 43, pp. 73-81, 1997.

[5] R. Beckers, O. E. Holland and J.L.Deneubourg, *From local actions to global tasks : Stigmergy and collective robotics.* MIT Press, Cambridge, CA, 1994.

[6] G. Caprari et al., “Building Mixed Societies of Animals and Robots”. *IEEE Robotics & Automation Magazine.* vol. 12, pp. 58-65, 2005.

[7] E. Lumer and B. Faieta, “Diversity and adaptation in populations of clustering ants”. *Proceedings of the Third International Conference on Simulation of Adaptive Behavior : From Animals to Animats 3*, MIT Press, Cambridge, CA, pp. 501-508, 1994.

[8] E. Bonabeau, M. Dorigo, and G. Theraulaz, *Swarm Intelligence : From Natural to Artificial System*. Oxford University Press, New York, 1999.

[9] C. Reynolds, Boids “Flocks, Herds, and Schools : a Distributed Behavioral Model” [Online] (Sep 6, 2001). Available from: http://www.red3d.com/cwr/boids/ [2009, March 23].

[10] M. Dorigoand T. Stützle, *Ant Colony Optimization. A Bradford Book*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2004.

[11] J. Kennedy and R. Eberhart, “Particle Swarm Optimization,” *Proceeding of the IEEE International Conferrence on Neural Network*. Perth : Piscataway,

1995.

[12] ธวัช สิริสังกาส. *การหาตำแหน่งติดตั้งและขนาดคาปาซิเตอร์แบงค์ที่เหมาะสมเพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าพร้อมทั้งคำนึงถึงความไม่เป็นเชิงเส้นของโหลดโดยใช้วิธีกลุ่มอนุภาค*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[13] R. Schoonderwoerd, et al., "Ant-based Load Balancing in Telecommunications Networks". *Adaptive Behavior*. vol. 5(2), pp. 169-207, 1996.

[14] G. Di Caro and M. Dorigo, "AntNet : Distributed stigmergetic control for communications networks". *Journal of Artificial Intelligence Research*. vol. 9, pp. 317-365, 1998.

[15] G.M. Hinchey, R. Sterritt, and C. Rouf, "Swarms and Swarm Intelligence," *IEEE software technology.* pp. 111-113, Apr. 2007.