
ภาค III

เขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม SWARM INTELLIGENCE

“swarm” คือการเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต (อาจใช้คำว่าตัวแทนหรือ agent แทนได้) ที่สามารถโต้ตอบกันภายในกลุ่มได้ เขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่มถือเป็นการเลียนแบบพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติอย่างหนึ่ง เหมือนกับอีกหลายๆ อัลกอริทึม เช่นจินเนติกอัลกอริทึมหรือโครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น การเคลื่อนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตอย่างมีรูปแบบเฉพาะนี้สามารถนำไปสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ ลองจินตนาการตัวเราและกลุ่มเพื่อนๆ ที่ช่วยกันค้นหาสมบัติ แต่ละคนจะมีเครื่องตรวจจับโลหะ และสามารถสื่อสารสัญญาณและตำแหน่งปัจจุบันของตนเองกับคนที่อยู่ใกล้เคียงได้ ในกรณีนี้ แต่ละคนจะรู้ว่าคนอื่นๆ รอบๆ ข้างนั้นอยู่ใกล้สมบัติกว่าหรือไม่ กล่าวคือถ้าคนใดคนหนึ่งใช้เครื่องตรวจจับโลหะเจอวัตถุที่คาดว่าจะเป็สมบัติ คนอื่นๆ ก็จะรู้เห็นการค้นพบนี้ด้วย และทุกๆ คนก็จะมุ่งมายังจุดรอบๆ คนๆ นั้น ซึ่งเมื่อมีคนเพิ่ม จำนวนเครื่องตรวจจับโลหะก็เพิ่มขึ้นด้วย สามารถถือได้ว่าเป็นการเพิ่มโอกาสการค้นหาสมบัตินั้นเอง แน่นอนว่าสมบัติจะถูกค้นพบได้เร็วกว่าการค้นหาแต่เพียงผู้เดียว

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของ “swarm” โดยที่แต่ละตัวแทนภายในกลุ่มการเคลื่อนที่จะสามารถสื่อสารโต้ตอบกันได้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์แบบวงกว้าง (global) อย่างมีประสิทธิภาพ อันแตกต่างไปจากการค้นหาคำตอบด้วยตัวแทนเดี่ยวๆ ในเขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่มนี้ ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานเป็นกลุ่มเช่นมด ผึ้ง ปลวก ปลาและนก เป็นต้น โดยการเคลื่อนที่เป็นกลุ่มนี้ ถ้าพิจารณาตัวแทนเดี่ยวๆ ภายในกลุ่มจะเห็นได้ว่า แต่ละตัวแทนมีโครงสร้างที่ง่ายๆ แต่เมื่อแต่ละตัวแทนมีการสื่อสารโต้ตอบกันภายในกลุ่มแล้ว โครงสร้างการทำงานเป็นกลุ่มจะมีความซับซ้อนขึ้นมาทันที ยกตัวอย่างเช่นในอาณานิคมของมด (ant colony) มดแต่ละตัวจะทำงานอย่างง่ายๆ ไม่ก๊ออย่าง เมื่อมดหลายๆ ตัวรวมตัวกันทำงาน ผลที่ได้จะเป็นเช่นการสร้างรังที่เหมาะสมที่สุด การปกป้องราชินีมดและตัวอ่อน การหาแหล่งอาหารที่ดีที่สุด หรือการสร้างกลยุทธ์โจมตีที่เหมาะสมที่สุด เป็นต้น

เขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม (Swarm Intelligence หรือ SI) ถือเป็นปัญญาประดิษฐ์อย่างหนึ่ง ที่ประกอบไปด้วยกลุ่มการกระจายของพฤติกรรม (behavior of decentralized) และการจัดการตนเอง (self-organized) ที่มาของชื่อ SI นั้นนำเสนอโดย Gerardo Beni และ Jing Wang ในปีค.ศ.1989 ในเนื้อหาของงานเกี่ยวกับระบบโครงข่ายหุ่นยนต์ (cellular robotic systems)

ระบบ SI โดยปกติแล้วจะประกอบไปด้วยกลุ่มประชากรของตัวแทนที่ไม่ซับซ้อน แต่ละตัวแทนสามารถสื่อสารกับตัวแทนอื่นๆ ภายในพื้นที่และสามารถสื่อสารกับสภาวะแวดล้อมได้ ตัวแทนภายในกลุ่มจะทำหน้าที่ง่ายๆ โดยไม่มีโครงสร้างหรือหน้าที่ที่กำหนดจากส่วนกลางของระบบแต่อย่างใด การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดพฤติกรรม

กรรมของระบบที่ใหญ่และซับซ้อนขึ้นได้ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติที่ SI ได้รับอิทธิพลทางด้านแนวคิดเช่น การทำงานในอาณานิคมมด การแท่งกันไข่ของฝูงนกหรือปลา การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย การดื้อนฝูงสัตว์เลี้ยง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาแต่ละตัวแทนเดี่ยวๆ ภายในกลุ่ม พฤติกรรมโดยรวมของการทำงานเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตจะมีคุณลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear) ดังนั้นจะมีการคู่ควบแบบแนบแน่นระหว่างพฤติกรรมส่วนตัวของแต่ละตัวแทนเดี่ยวภายในกลุ่ม กับพฤติกรรมโดยรวมของกลุ่ม พฤติกรรมของแต่ละตัวแทนเดี่ยวๆ เมื่อรวมกันแล้วจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมรวมของกลุ่ม ในขณะที่พฤติกรรมรวมของกลุ่ม ก็เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขที่ตัวแทนแต่ละตัวจะต้องกระทำ การกระทำดังกล่าวอาจจะมีผลต่อสภาวะแวดล้อม ซึ่งทำให้พฤติกรรมของตัวแทนนั้นๆ เปลี่ยนไปด้วย การกำหนดเงื่อนไขของพฤติกรรมรวมของกลุ่มมีทั้งแบบเชิงพื้นที่และเชิงเวลา

พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกลุ่มไม่ได้กำหนดด้วยตัวแทนตัวใดตัวหนึ่ง แต่การสื่อสารโต้ตอบระหว่างแต่ละตัวแทนเป็นตัวกำหนดกฎเกณฑ์ในพฤติกรรมของกลุ่ม การสื่อสารโต้ตอบระหว่างตัวแทนนั้นช่วยทำให้เกิดการกลั่นกรองและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม และช่วยเพิ่มสมรรถนะการลู่เข้าสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานเป็นกลุ่มคือการจัดการตัวเอง (self-organize) เช่นในกรณีอาณานิคมของมด การจัดการตนเองนำไปสู่โครงสร้างของรังที่เหมาะสมที่สุด การกระจายแรงงานหรือการรวบรวมอาหาร เป็นต้น

อัลกอริทึมเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่มนั้นมีข้อดีที่มีขั้นตอนไม่ซับซ้อนแต่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดหลายๆ อย่างได้ เนื้อหาในภาคนี้จะนำเสนอรายละเอียดของอัลกอริทึมเชิงเคลื่อนที่สองแบบ ที่ซึ่งเป็นที่ยอมรับนำมาใช้ในงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย อัลกอริทึมดังกล่าวก็คือการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization หรือ PSO) และการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยคอลอนิมด (Ant Colony Optimization หรือ ACO)

PSO เป็นการจำลองพฤติกรรมทางสังคมของฝูงนกที่บินเป็นกลุ่มไปด้วยกัน ตัว PSO เองเป็นอัลกอริทึมการทำงานของคอมพิวเตอร์ ที่มีลักษณะเป็นการเฟ้นสุ่ม (stochastic) และทำงานด้วยกลุ่มประชากร รวมไปถึงการมีพฤติกรรมทางสังคมในตัวอัลกอริทึม PSO ได้รับความนิยมและนำมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านวิศวกรรมมากมาย อัลกอริทึม PSO ได้ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในปีค.ศ. 1995 โดย James Kennedy และ Russell Eberhart อย่างไรก็ตามอัลกอริทึม PSO ที่ใช้ในปัจจุบันได้ถูกพัฒนาไปอย่างมากเมื่อเทียบกับที่นำเสนอไว้เป็นครั้งแรก

ACO เป็นอัลกอริทึมที่ทำการจำลองพฤติกรรมของมด ที่ใช้การทิ้งฟีโรโมนตามรอยเดินเพื่อสื่อสารกับมดตัวอื่นๆ ในกลุ่ม อันนำไปสู่เส้นทาง (หาอาหาร) ที่เหมาะสมที่สุดในการทำงาน ดังนั้น ACO มีลักษณะการทำงานเชิงน่าจะเป็น (probabilistic) ในการแก้ปัญหาการคำนวณ ด้วยการค้นหาเส้นทางไปสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ ACO เป็นอัลกอริทึมการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงอภิศึกษาสำนึก (metaheuristic) ถูกนำเสนอไว้ครั้งแรกในงานวิทยานิพนธ์ของ Marco Dorigo ในปีค.ศ.1992 อัลกอริทึมแรกที่ได้นำเสนอมีเป้าหมายในการหาเส้นทาง (path) ที่เหมาะสมที่สุดในรูปของกราฟ (graph) โดยเลียนแบบพฤติกรรมของมด ในการหาเส้นทางล่าเหยื่ออาหารจากแหล่งอาหารไปยังรังหรือคอลอนิมด แนวความคิดดังกล่าวได้ถูกนำไปขยายความและประยุกต์ใช้งานในอีกหลายๆ แขนง

