



241-405 OPTIMIZATION

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) PART 1



Git repository : https://github.com/KorawichInt/particle_swarm_optimization



MEMBERS

Jaturawich Khochun 6410110060

Korawich Inthamusik 6410110625

Arifin Madsatun 6410110748



แนวคิดและทฤษฎี

Particle Swarm Optimization (PSO) เป็นอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นโดยได้รับแรงบันดาลใจจากพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของฝูงนกและฝูงปลาในธรรมชาติ ซึ่งมีการสื่อสารและเคลื่อนที่ร่วมกันเพื่อหาสิ่งที่ดีที่สุด เช่น แหล่งอาหารหรือที่หลบภัย

ใน PSO แต่ละอนุภาค (particle) จะแสดงถึงคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหา ซึ่งแต่ละอนุภาคจะเคลื่อนที่ในพื้นที่คำตอบ โดยใช้ความเร็วที่ถูกปรับตามทั้ง "ประสบการณ์ของตัวเอง" (ตำแหน่งที่ดีที่สุดที่เคยเจอ) และ "ประสบการณ์ของเพื่อน" (ตำแหน่งที่ดีที่สุดที่อนุภาคอื่นเจอ) โดยอนุภาคจะพยายามเคลื่อนที่ตาม "แนวทางของกลุ่ม" เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดในพื้นที่การค้นหา

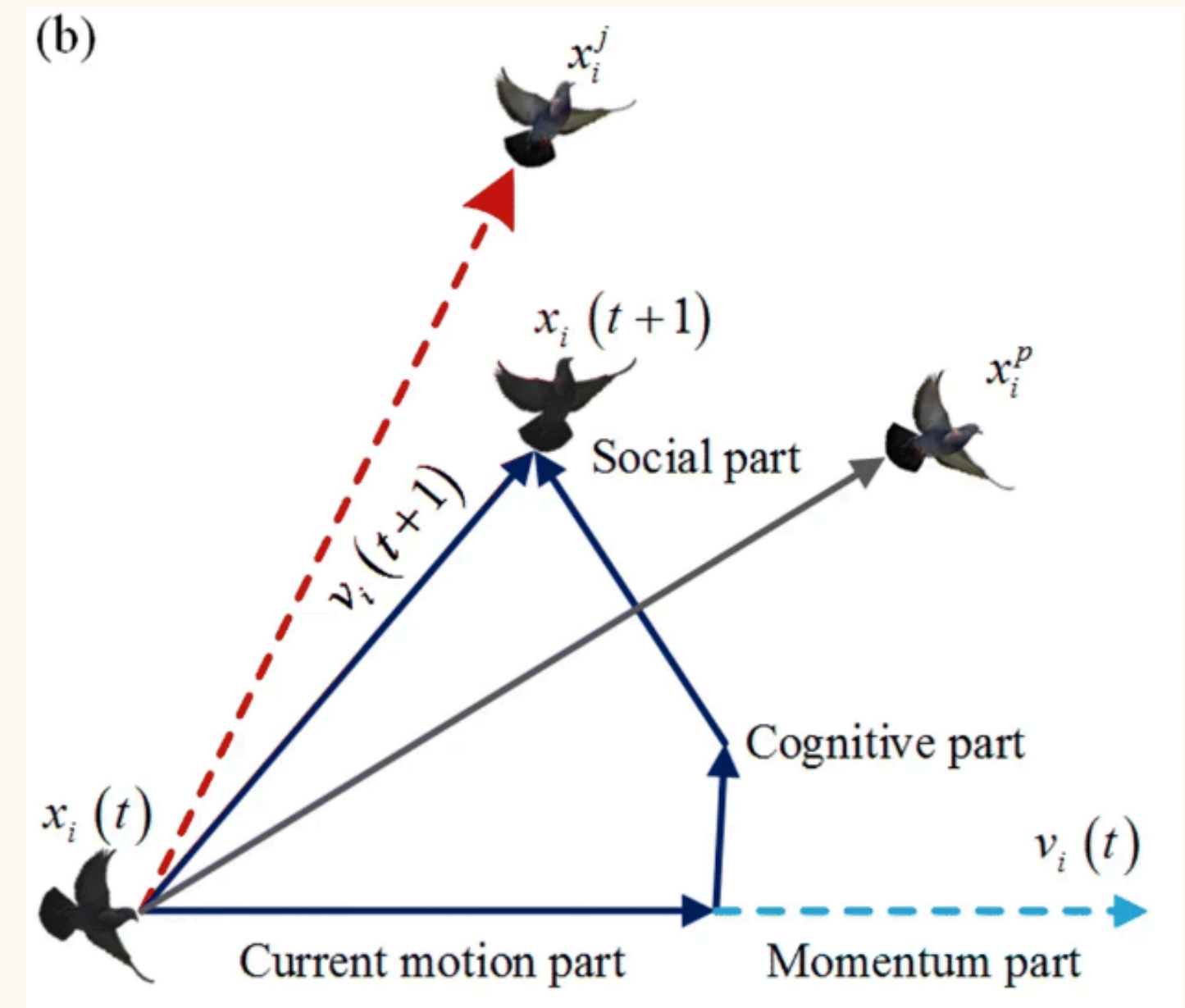


image ref : <https://machinelearningmastery.com/a-gentle-introduction-to-particle-swarm-optimization/>

ความเกี่ยวข้องกับ Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่ออกแบบมาเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด (optimal solution) ในพื้นที่การค้นหา โดยใช้หลักการจากพฤติกรรมของฝูงนกและฝูงปลาในการหาจุดที่ดีที่สุด เช่น แหล่งอาหาร

อัลกอริทึมนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งแบบ maximization (การหาค่าที่มากที่สุด) และ minimization (การหาค่าที่น้อยที่สุด) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)



วิธีการทำงานของ PSO (Algorithm)

1. การกำหนดอนุภาค (particles) : แต่ละอนุภาคจะแทนค่าคำตอบที่เป็นไปได้ในปัญหานั้นๆ และแต่ละอนุภาคจะมีค่าตำแหน่ง (position) และความเร็ว (velocity) ของตัวเองในแต่ละช่วงเวลาที่ถูกรับปรุงเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

2. การคำนวณความเหมาะสม (fitness) : ค่าของอนุภาคจะถูกประเมินผ่านฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) ที่นิยามไว้ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือฟังก์ชันเชิงประจักษ์ ผลลัพธ์จากฟังก์ชันนี้จะใช้ในการบ่งชี้ว่าอนุภาคใดมีตำแหน่งที่ดีมากที่สุด ณ ขณะนั้น

3. การปรับปรุงตำแหน่งและความเร็ว : อนุภาคจะอัปเดตความเร็วโดยพิจารณาทั้งตำแหน่งที่ดีที่สุดที่ตัวเองเคยเจอ (local best) และตำแหน่งที่ดีที่สุดของกลุ่ม (global best) ซึ่งจะทำให้อนุภาคเคลื่อนไปยังจุดที่ดีที่สุดที่ค้นพบและส่งผลให้กระบวนการค้นหาคำตอบเข้าสู่กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพ

วิธีการทำงานของ PSO (Algorithm)

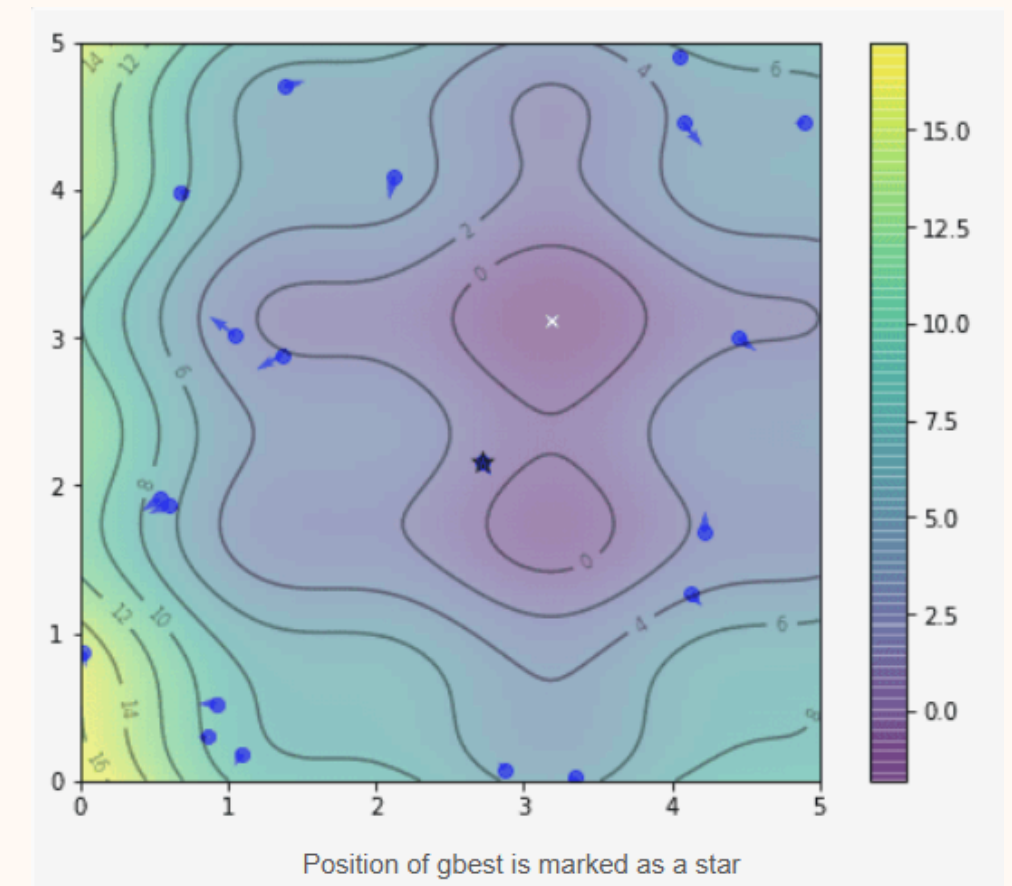
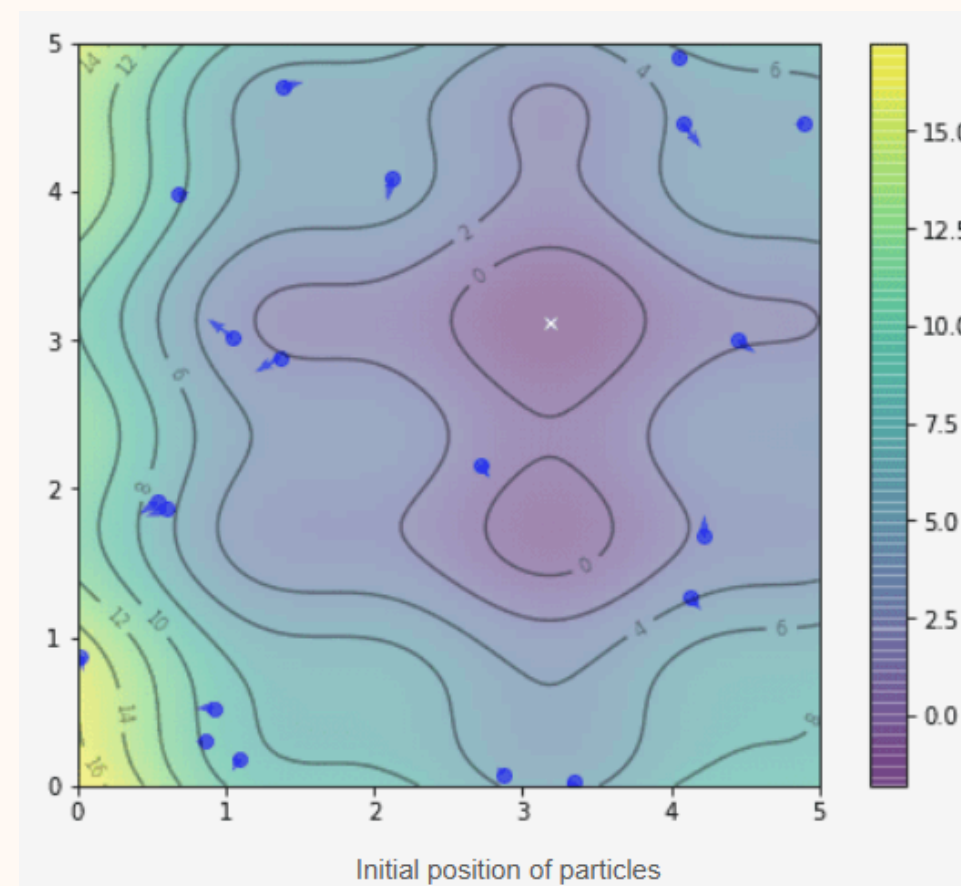
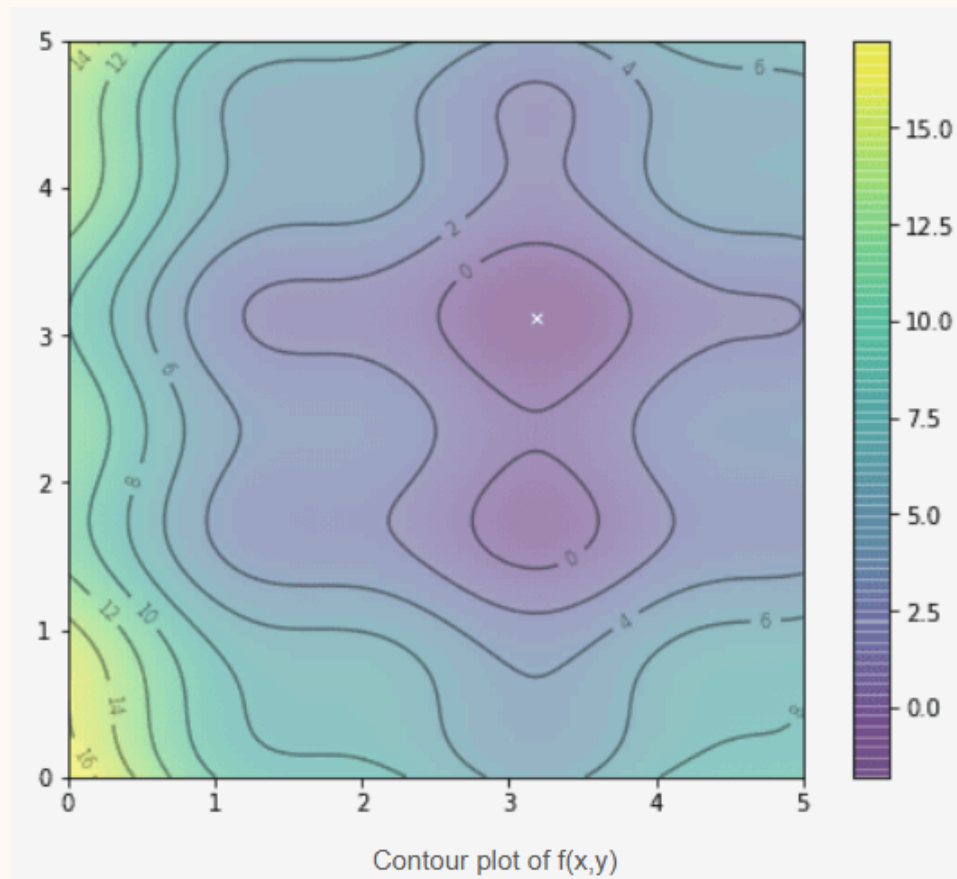
การปรับค่า Weight และการปรับค่า Value ของอัลกอริทึมเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ใน PSO การปรับค่า weight (ค่าความเฉื่อย, inertia weight) เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของอนุภาค เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด การปรับค่าเหล่านี้ช่วยให้อัลกอริทึมสามารถหลีกเลี่ยงการติดอยู่ในคำตอบที่ไม่เหมาะสมและกระจายการค้นหาไปยังพื้นที่อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบหลักที่ใช้ในการปรับปรุงตำแหน่งของอนุภาคประกอบด้วย

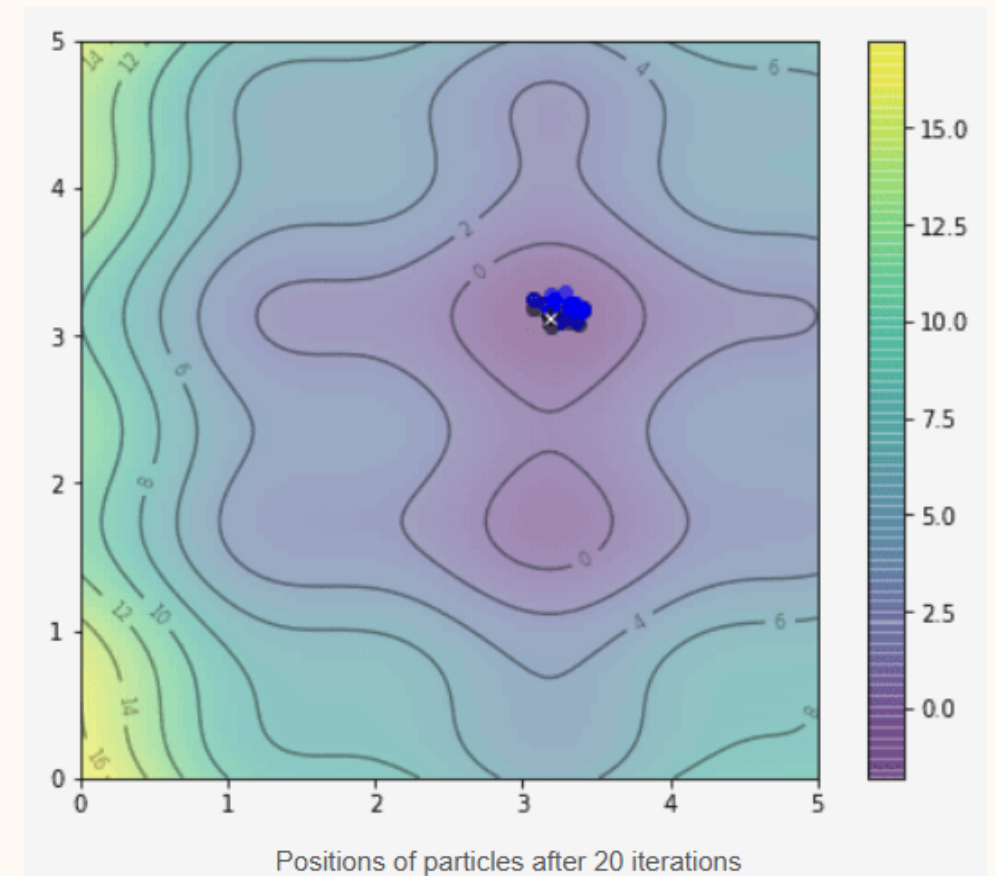
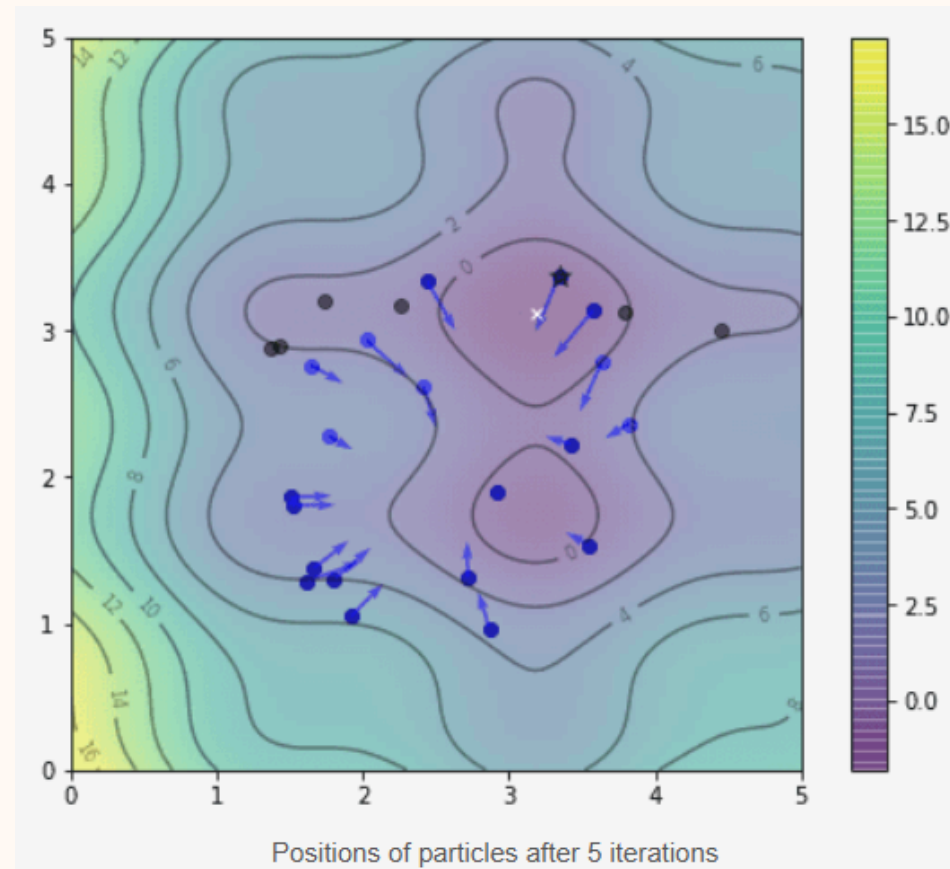
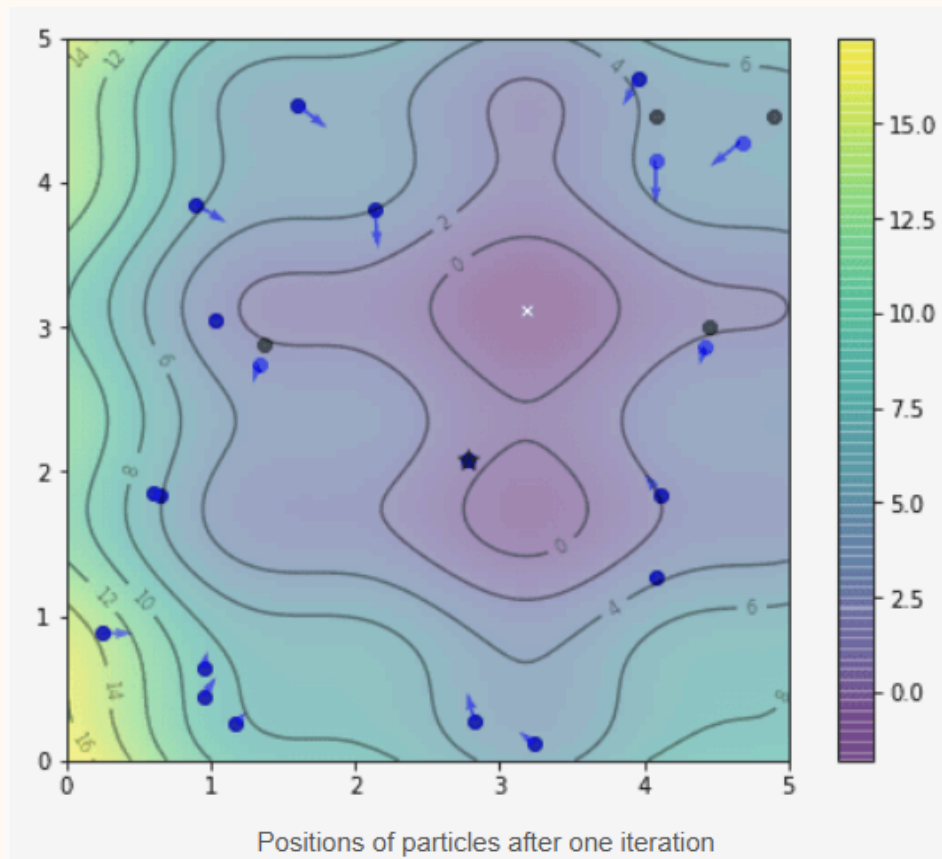
1. Inertia weight (w) : เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมความเร็วของอนุภาคในรอบถัดไป โดยถ้าค่าความเฉื่อยสูง อนุภาคจะเคลื่อนที่มากขึ้น (สำรวจพื้นที่กว้างขึ้น) แต่ถ้าต่ำเกินไป อนุภาคอาจเคลื่อนไหวได้ช้าหรือไม่เคลื่อนไหวเลย การปรับค่า w จึงเป็นการควบคุมความสมดุลระหว่างการค้นหาเชิงลึก (exploration) และการค้นหาเชิงกว้าง (exploitation)

2. ค่าเรียนรู้จากตัวเอง ($c1$) และ ค่าเรียนรู้จากกลุ่ม ($c2$) : เป็นพารามิเตอร์ที่ควบคุมว่าอนุภาคจะเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ตัวเองเคยเจอว่าดีที่สุดในเพียงใด และจะเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่อนุภาคอื่นเคยเจอว่าดีที่สุดในเพียงใด

วิธีการทำงานของ PSO (Algorithm)



วิธีการทำงานของ PSO (Algorithm)



วิธีการทำงานของ PSO (Algorithm)

การปรับค่า Weight และการปรับค่า Value ของอัลกอริทึมเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

$$X^i(t+1) = X^i(t) + V^i(t+1)$$

$$V^i(t+1) = wV^i(t) + c_1r_1(pbest^i - X^i(t)) + c_2r_2(gbest - X^i(t))$$

where

- $X^i(t+1)$ คือ ตำแหน่งของอนุภาคที่ i ในรอบที่ $t+1$
- $X^i(t)$ คือ ตำแหน่งของอนุภาคที่ i ในรอบที่ t
- $V^i(t+1)$ คือ ความเร็วของอนุภาคที่ i ในรอบที่ $t+1$
- $V^i(t)$ คือ ความเร็วของอนุภาคที่ i ในรอบที่ t
- w, c_1, c_2 คือ Inertia weight, ค่าเรียนรู้จากตัวเอง และ ค่าเรียนรู้จากกลุ่ม
- $pbest^i$ คือ ตำแหน่งที่ดีที่สุดของอนุภาค i
- $gbest$ คือ ตำแหน่งที่ดีที่สุดของอนุภาคทั้งหมด
- r_1 และ r_2 คือ ค่าสุ่มระหว่าง 0 และ 1

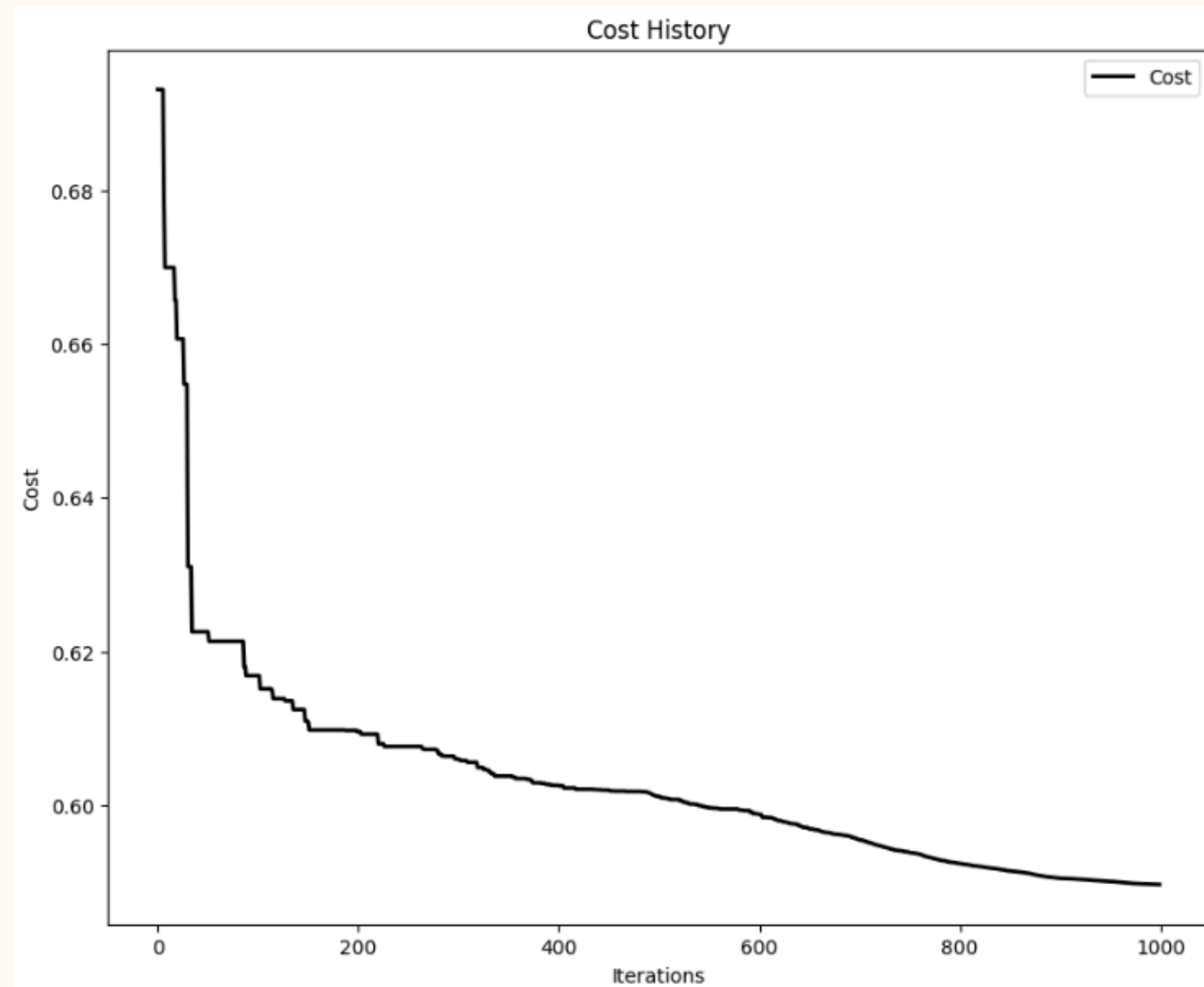
Example of Implementation

โปรแกรมนี้คือการทำนายความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Disease) โดยใช้ข้อมูลทางการแพทย์ เช่น ความดันโลหิต, อัตราการเต้นของหัวใจ และปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งเป็นปัญหาของการคาดการณ์ความเสี่ยงที่ซับซ้อน การใช้ Particle Swarm Optimization (PSO) ช่วยในการหาค่าที่เหมาะสมของน้ำหนักและค่า bias ใน Neural Network ทำให้การฝึกโมเดลมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถหลีกเลี่ยง local minima และทำให้การทำนายแม่นยำยิ่งขึ้น

<https://www.kaggle.com/code/zzettrkalpakbal/cardiovascular-disease-prediction-with-pso-nn?>

Model Performance

Accuracy = 0.6992 = 69.62%



References

https://en.wikipedia.org/wiki/Particle_swarm_optimization

<https://machinelearningmastery.com/a-gentle-introduction-to-particle-swarm-optimization/>

<https://www.kaggle.com/code/zzettrkalpakbal/cardiovascular-disease-prediction-with-pso-nn?>

THANK YOU