

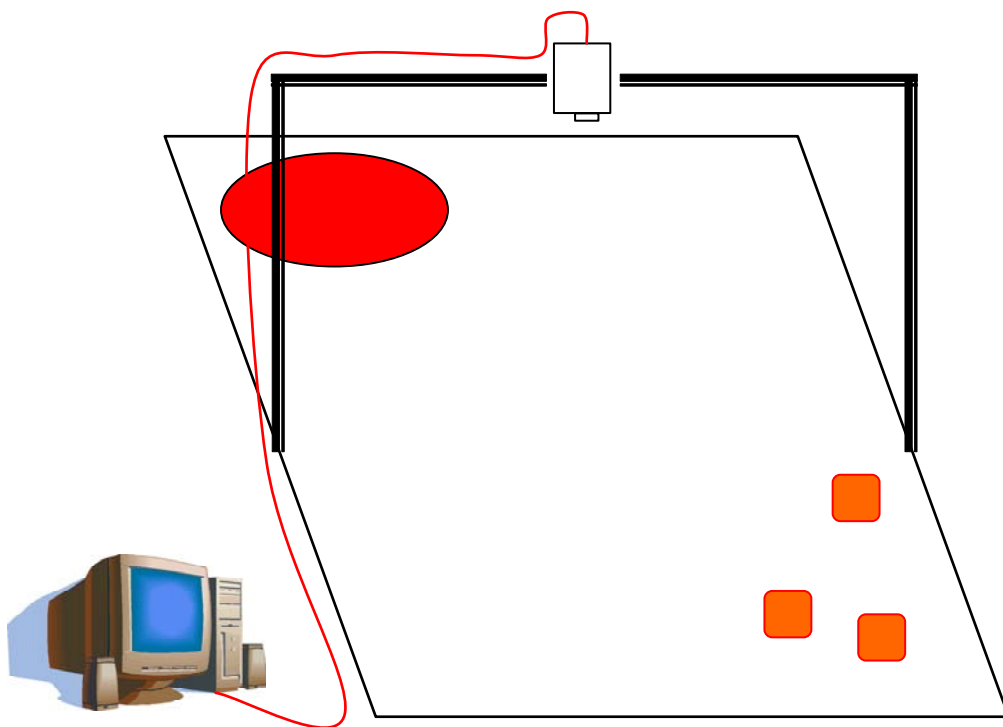
บทที่ 4

การทดลอง

ในบทนี้เป็นการทดสอบการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์้มค เพื่อดูว่าหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นสามารถปฏิบัติงานได้ตามที่จุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลระหว่างโปรแกรมจำลองด้วยคอมพิวเตอร์และผลที่ได้จากการทดลองจริง

4.1 รูปแบบพื้นที่ทดสอบการทำงาน

รูปแบบพื้นที่การปฏิบัติงานแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 โดยมีการติดตั้งกล้องวิดีโอไว้ด้านบนของสนามเพื่อนำเอาสัญญาณภาพไปเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการตัดสินใจให้หุ่นยนต์ทำงาน



รูปที่ 4.1 รูปแบบพื้นที่ทดลอง

สายนําสัญญาณ

4.2 การทดสอบการปฏิบัติงาน

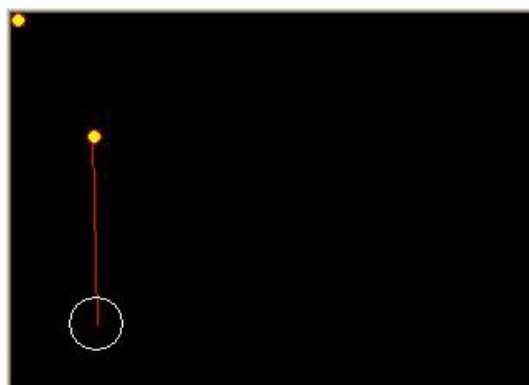
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. หุ่นยนต์มด ขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร
3. หุ่นยนต์มดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 0.25 เซนติเมตร ต่อ 1 วินาที
4. กล้องเว็บแคม ยี่ห้อ V-Gear รุ่น talkcam 1.1 ติดตั้งสูงจากพื้นสนาม 38 เซนติเมตร
5. พื้นที่ทดสอบ ขนาด 24x32 เซนติเมตร

ในการทดสอบทำโดยการลากเส้นทางที่หุ่นยนต์เดินเปรียบเสมือนเส้นทางกลิ้งจากมดตัวแรกที่ไปถึงอาหาร หลังจากสั่งให้จำลองผลการเดินของหุ่นยนต์แล้ว หากเส้นทางที่กำหนดในตอนต้นไม่ใช่เส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างรัง(จุดเริ่มต้น)และแหล่งอาหาร(เป้าหมาย) โปรแกรมต้องทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นกว่าหรือเหมาะสมกว่า จนได้เส้นทางที่ดีที่สุดแล้วจึงสั่งให้หุ่นยนต์ปฏิบัติงาน

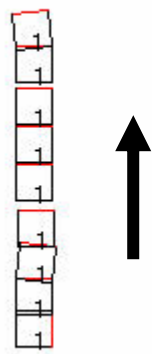
4.2.1 การใช้หุ่นยนต์เพียงตัวเดียวเคลื่อนที่ระหว่างจุดเริ่มต้นและเป้าหมาย

เริ่มทดสอบด้วยรูปแบบการทำงานแบบเคลื่อนที่เส้นทางตรงอยู่ระนาบแกน X หรือ Y เป็นระยะทางประมาณ 12 เซนติเมตร การกำหนดโดยวงกลมสีเหลืองเป็นเป้าหมายที่ต้องการทดลอง วงกลมเส้นสีขาวแทนรังหุ่นยนต์มดเป็นจุดเริ่มต้น วงกลมสีเหลืองแทนหุ่นยนต์มด ผลที่ได้เป็นเส้นสีแดงแสดงการเดินทางเสมือนของมดระหว่างวงกลมเส้นสีขาวแทนรังหุ่นยนต์มดเป็นจุดเริ่มต้น ไปสู่เป้าหมายที่กำหนดเป็นเส้นทางท้ายสุดจะแสดงผลตามการกำหนดเส้นทางเดินเป็นเส้นสีแดงไปยังเป้าหมายใช้หุ่นยนต์ตัวเดียวในการปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 4.2 เป็นการทดลองระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการไปถึง



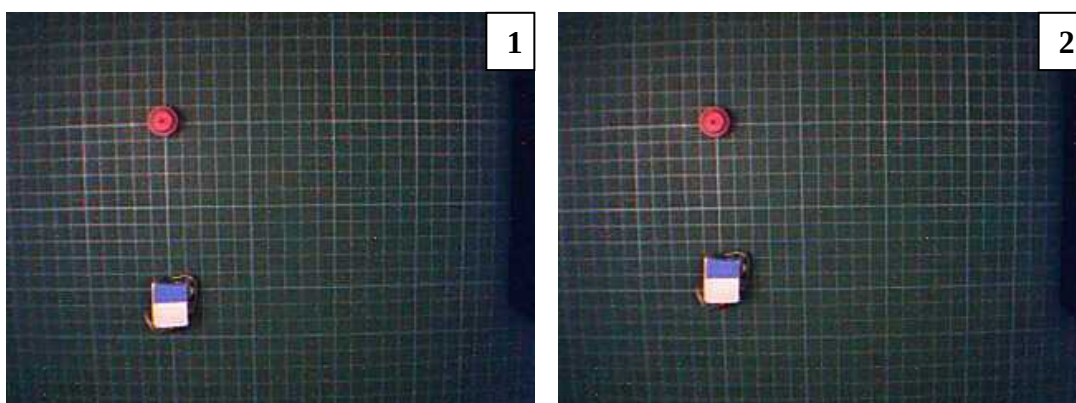
รูปที่ 4.2 เส้นการเดินของหุ่นยนต์มดเป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมาย

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็น กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้น เสมือนรังมดสู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการได้ผล การจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.3



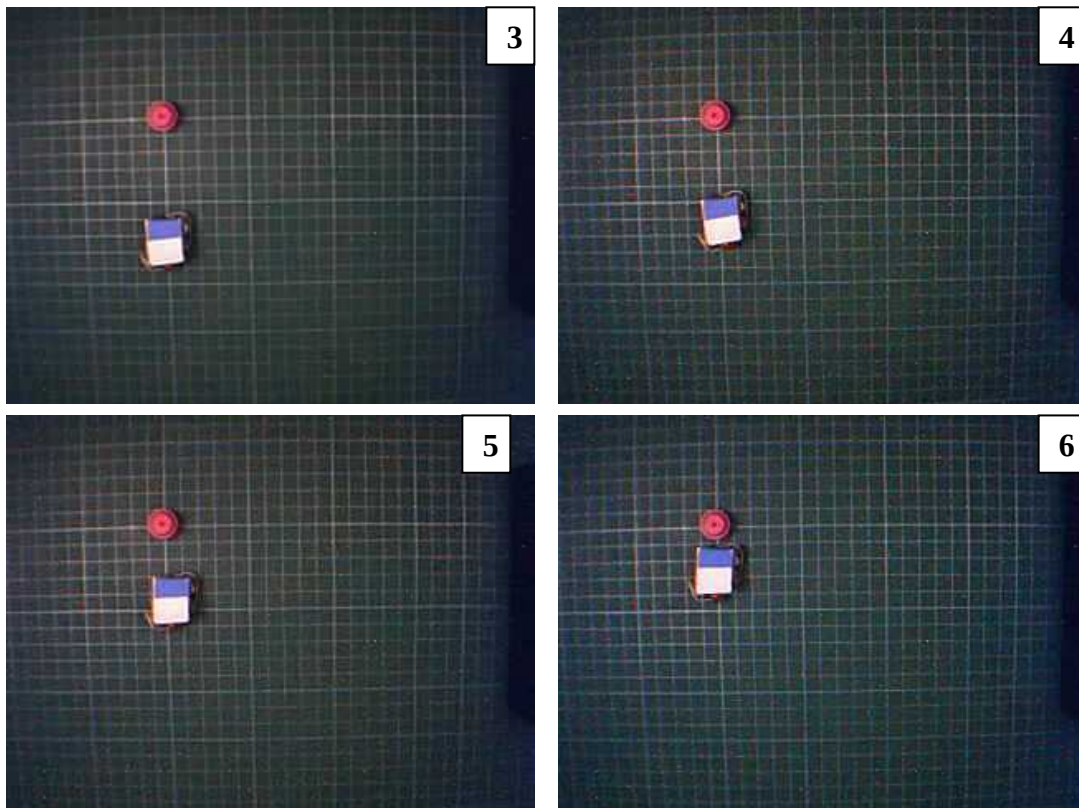
รูปที่ 4.3 ผลการจำลองเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมาย

จากผลการจำลองเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมายที่ได้ ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการจำลองจาก ทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็น แหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.4(1) ถึง 4.4(6)



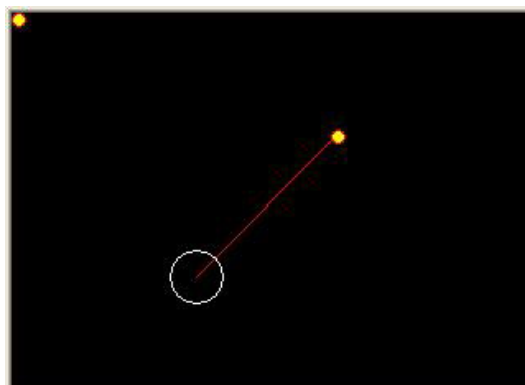
รูปที่ 4.4 ผลปฏิบัติงานของหุ่นยนต์แบบเป็นเส้นตรงจากจุดแรกถึงเป้าหมาย

ต่อ



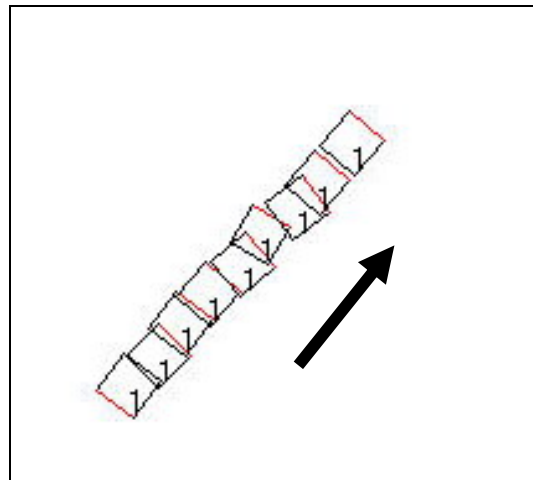
รูปที่ 4.4 ผลปฏิบัติงานของหุ่นยนต์แบบเป็นเส้นตรงจากจุดแรกถึงเป้าหมาย

การทดสอบให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เส้นทางตรง อยู่บนกระดานแกนX และY เป็นระยะทางประมาณ 12 เซนติเมตรกำหนดการเคลื่อนที่เดินเป็นเส้นตรงเอียงประมาณ 45 องศา กับระนาบ เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเคลื่อนที่สู่เป้าหมายที่กำหนดทางขวามือข้างบน ดังรูปที่ 4.5



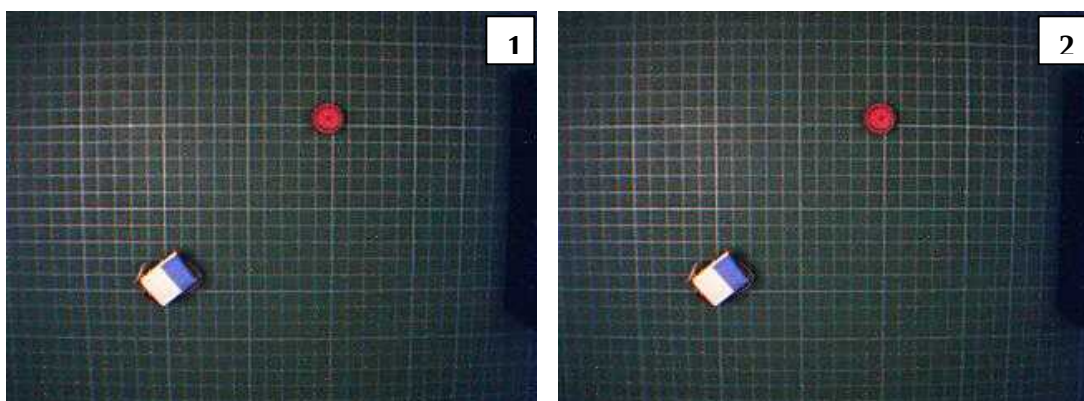
รูปที่ 4.5 เส้นการเดินทางของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรง เอียง ประมาณ 45 องศา

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็น กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้น เสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการ ได้ผล การจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.6



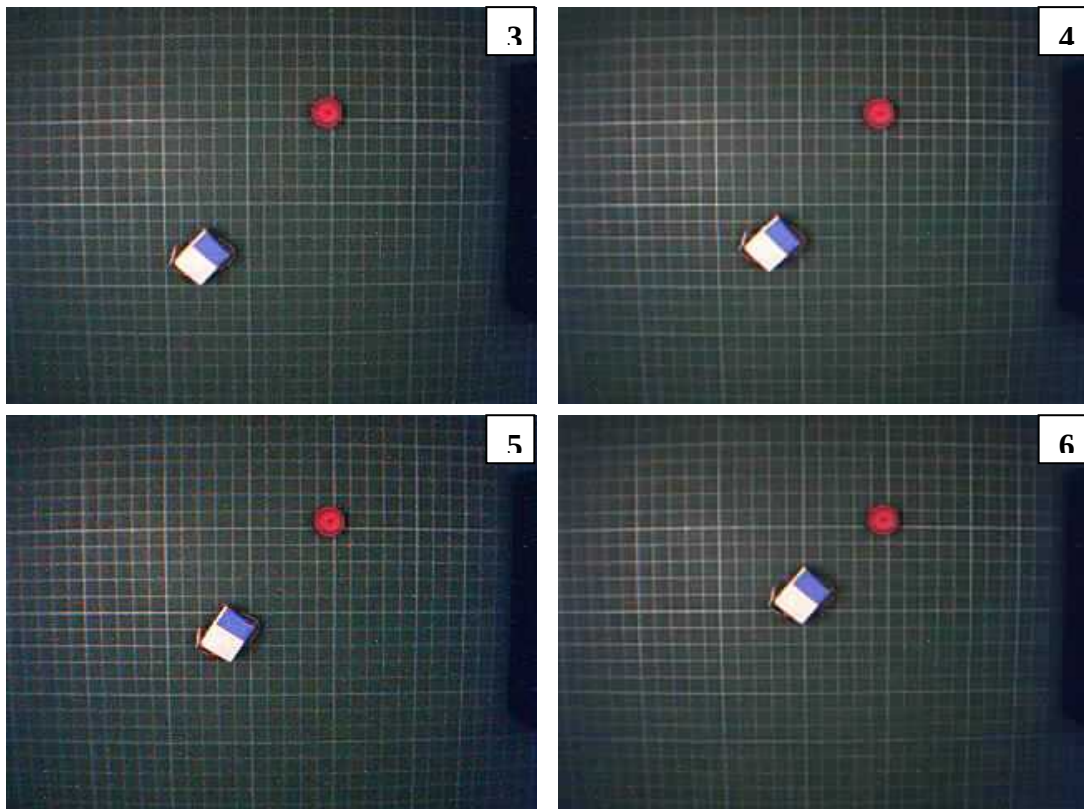
รูปที่ 4.6 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์มดเดินเป็นเส้นตรงเอียง ประมาณ 45 องศา

จากผลการจำลองเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมายที่ได้ ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์มดเคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการจำลองจาก ทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็น แหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.7(1) ถึง 4.7(6)



รูปที่ 4.7 ผลปฏิบัติงานของหุ่นยนต์มดเดินเป็นเส้นตรงเอียง 45 องศา

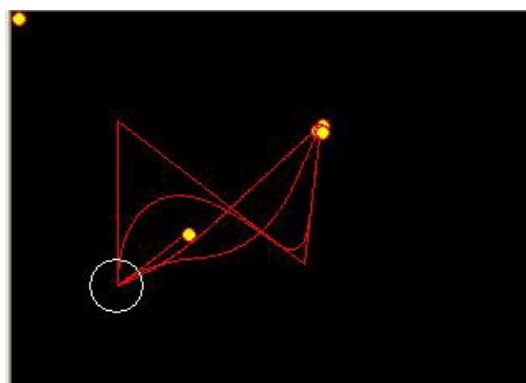
ต่อ



รูปที่ 4.7 ผลปฏิบัติงานของหุ่นยนต์เคลื่อนเป็นเส้นตรงเอียง 45 องศา

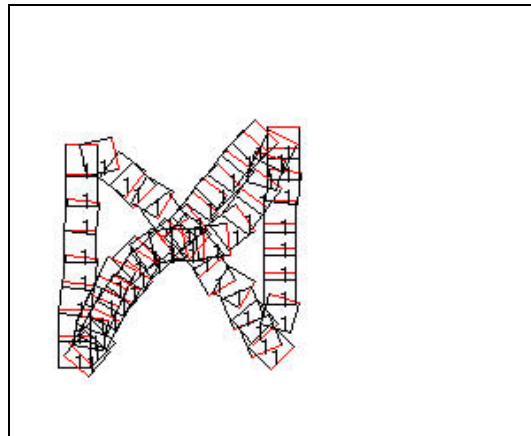
การทดสอบให้หุ่นยนต์เคลื่อนซิกแซก ดังรูปที่ 4.8

เป็นการทดลองระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรั้งมดไปทางซ้ายข้างบนต่อไปที่ขวาข้างล่างสุดท้ายกำหนดทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการไปถึงจากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.8



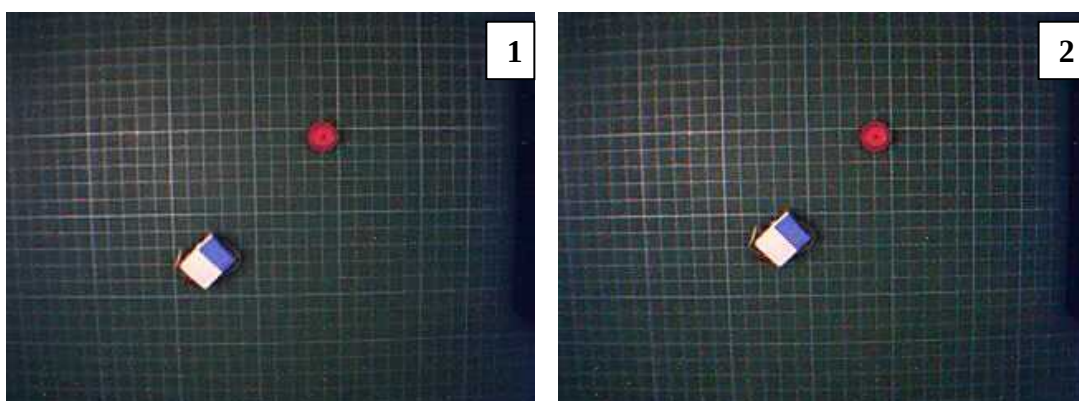
รูปที่ 4.8 เส้นทางการเดินทางของหุ่นยนต์มดแบบซิกแซก

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็น กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็น จุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร แต่มีทาง แบบ ซิกแซกเส้นทางท้ายที่สุดจะเป็นเส้นตรงจากทางซ้ายข้างล่างตรงสู่ทางขวาข้างบนที่มดต้องการ ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.9



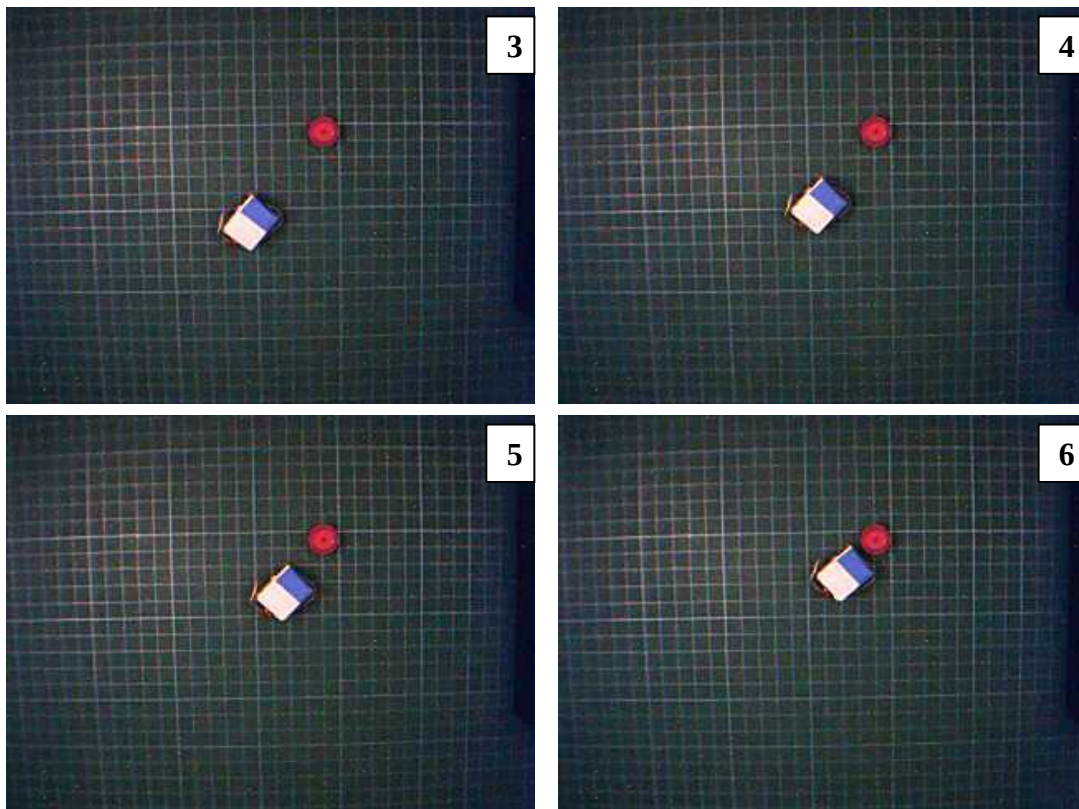
รูปที่ 4.9 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์มดแบบซิกแซก

จากผลเส้นทางสุดท้ายของการจำลองการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่ เป้าหมายที่ได้ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการ จำลองจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการ เสมือนเป็นแหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.10(1) ถึง 4.10(6)



รูปที่ 4.10 ผลปฏิบัติงาน การเดินของหุ่นยนต์มดแบบซิกแซก

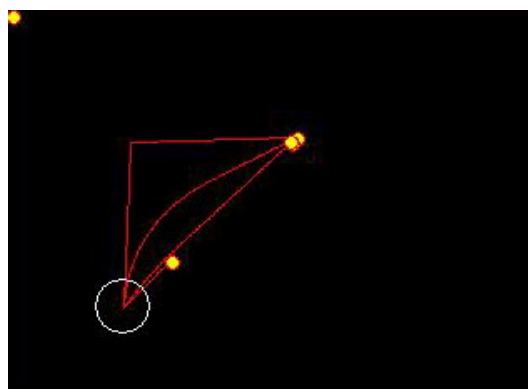
ต่อ



รูปที่ 4.10 ผลปฏิบัติงาน การเดินของหุ่นยนต์แบบซิกแซก

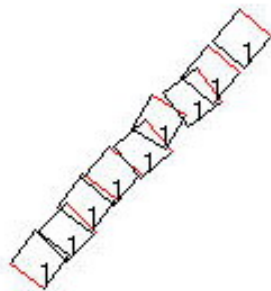
การทดสอบให้หุ่นยนต์เคลื่อนตามเส้นทางที่เป็นมุมฉาก ดังรูปที่ 4.11

เป็นการทดลองระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเหมือนวิ่งคดไปทางซ้ายข้างบนต่อไปที่ขวาข้างบนเป็นจุดสุดท้ายเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการไปถึงจากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.8



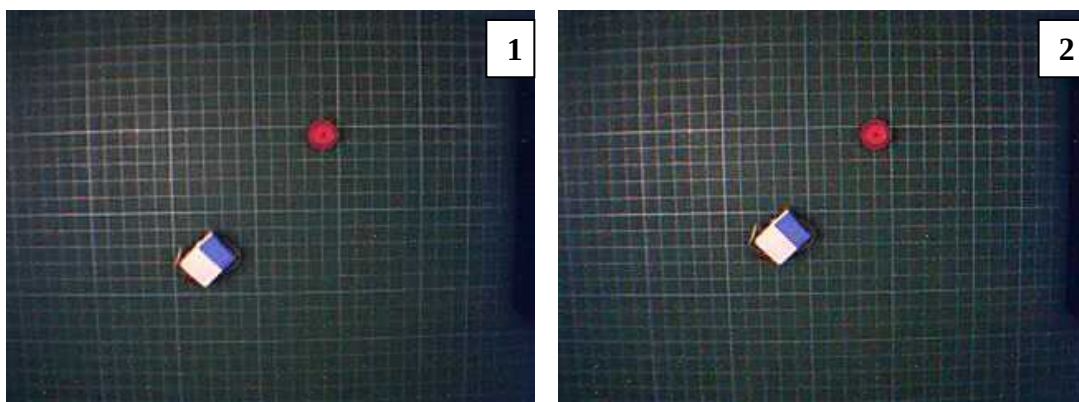
รูปที่ 4.11 เส้นทางเดินของหุ่นยนต์แบบมุมฉาก

โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร แต่มีทางแบบมุมฉากระหว่างจุดเริ่มต้นกับเป้าหมายที่กำหนด เส้นทางท้ายที่สุดจะเป็นเส้นตรงเริ่มจากทางซ้ายข้างล่างตรงสู่ทางขวาข้างบนที่มดต้องการได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.12



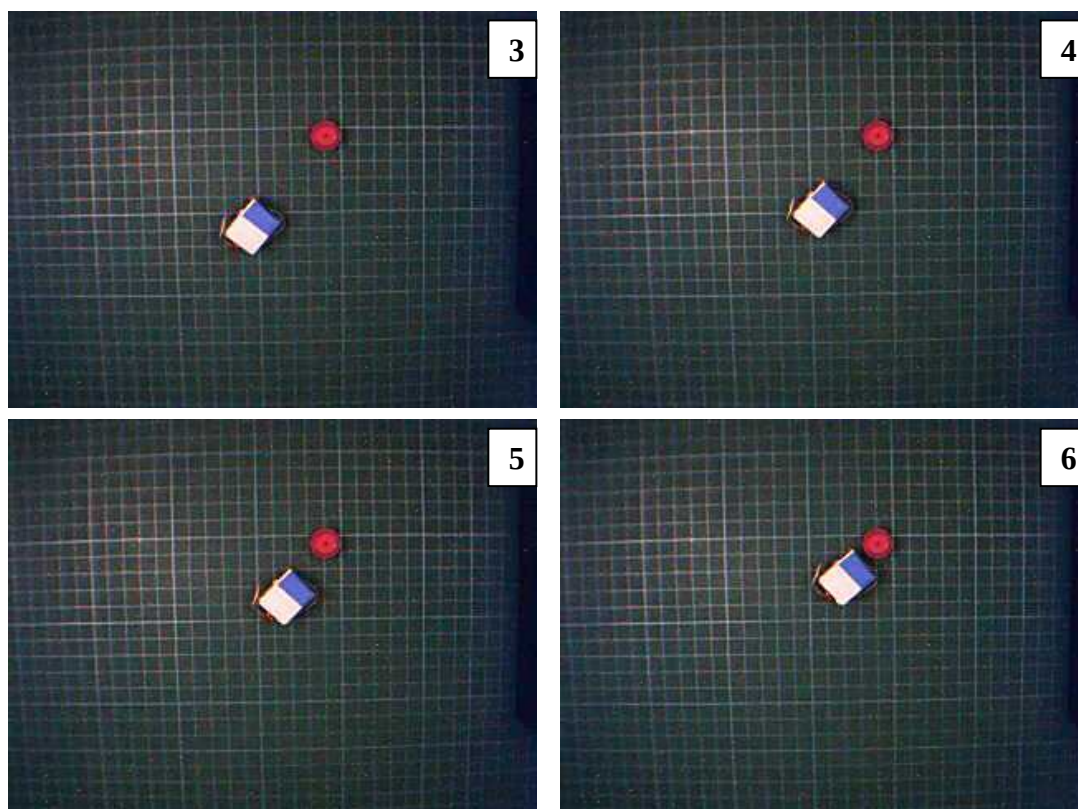
รูปที่ 4.12 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์มดแบบมุมฉาก

จากผลเส้นทางสุดท้ายของการจำลองการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมายที่ได้ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลสุดท้ายที่ได้รับจากการจำลองจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.13(1) ถึง 4.13(6)



รูปที่ 4.13 ผลปฏิบัติงาน การเดินของหุ่นยนต์มดแบบมุมฉาก

ต่อ



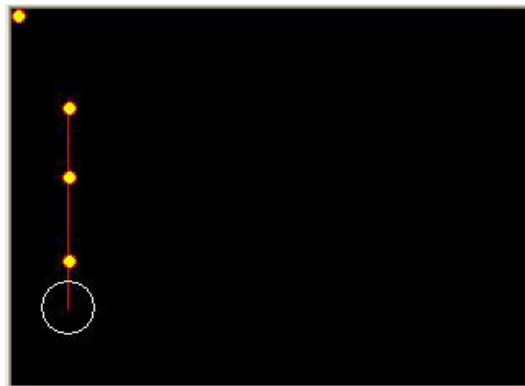
รูปที่ 4.13 ผลปฏิบัติงาน การเดินของหุ่นยนต์แบบมุลาก

สำหรับผลการทดลองที่เกี่ยวกับเวลาและการทดลองยืนยันของผลการทดลองนี้นำเสนอ
ได้ในภาคผนวก ง

4.2.2 การใช้หุ่นยนต์สามตัวเคลื่อนที่ระหว่างจุดเริ่มต้นและเป้าหมาย

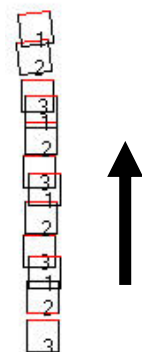
การทดสอบให้หุ่นยนต์สามตัวเดินตามกัน ดังรูปที่ 4.14

การกำหนดเส้นทางเดินเป็นเส้นสีแดงไปยังเป้าหมายโดยใช้หุ่นยนต์สามตัวเป็นขบวนเดินตามกันในการปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 4.15 เป็นการทดลองระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการไปถึง



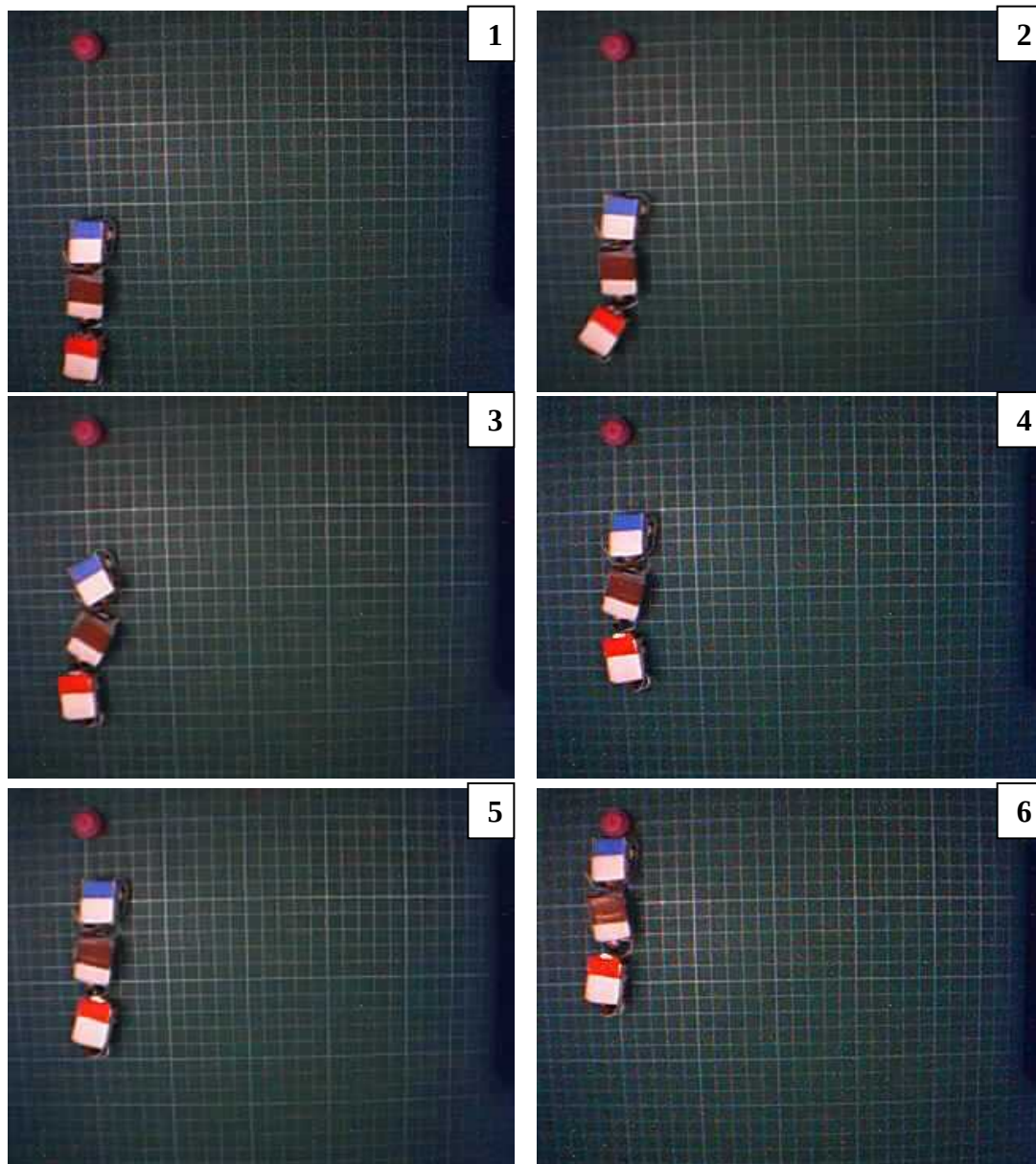
รูปที่ 4.14 เส้นทางการเดินของหุ่นยนต์สามตัวเดินตามกัน

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็น กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวคน ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้น เสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการได้ผล การจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.15



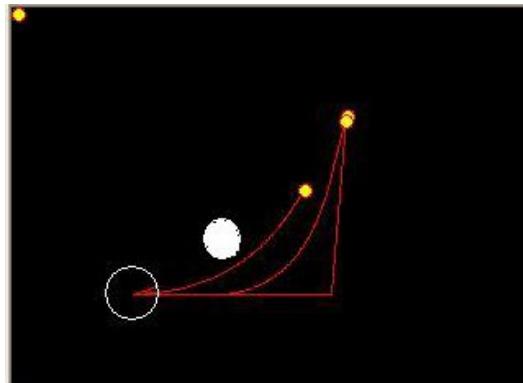
รูปที่ 4.15 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์สามตัวเดินตามกัน

จากผลการจำลองเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์เป็นเส้นตรงจากจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมายที่ได้ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการจำลองจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร หุ่นยนต์ทั้งสามตัวจะถูกกำหนดให้เคลื่อนที่เรียงลำดับเป็นขบวนตามกันจนหุ่นยนต์ตัวแรกถึงเป้าหมายที่กำหนด เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.16(1) ถึง 4.16(6)



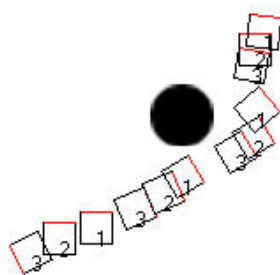
รูปที่ 4.16 ผลปฏิบัติงาน การเดินของหุ่นยนต์สามตัวเดินตามกัน

การทดสอบให้หุ่นยนต์สามตัวเดินตามกันโดยเส้นทางมีสิ่งกีดขวาง เป็นการทดลองระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมาย กำหนดให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดมีสิ่งกีดขวาง อยู่ตรงกลางระหว่างจุดเริ่มต้นกับสุดสิ้นสุดในระยะขจัดไปทางขวาข้างล่างต่อไปที่ขวาข้างบนเป็นจุดสุดท้ายเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการไปถึงจากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.17



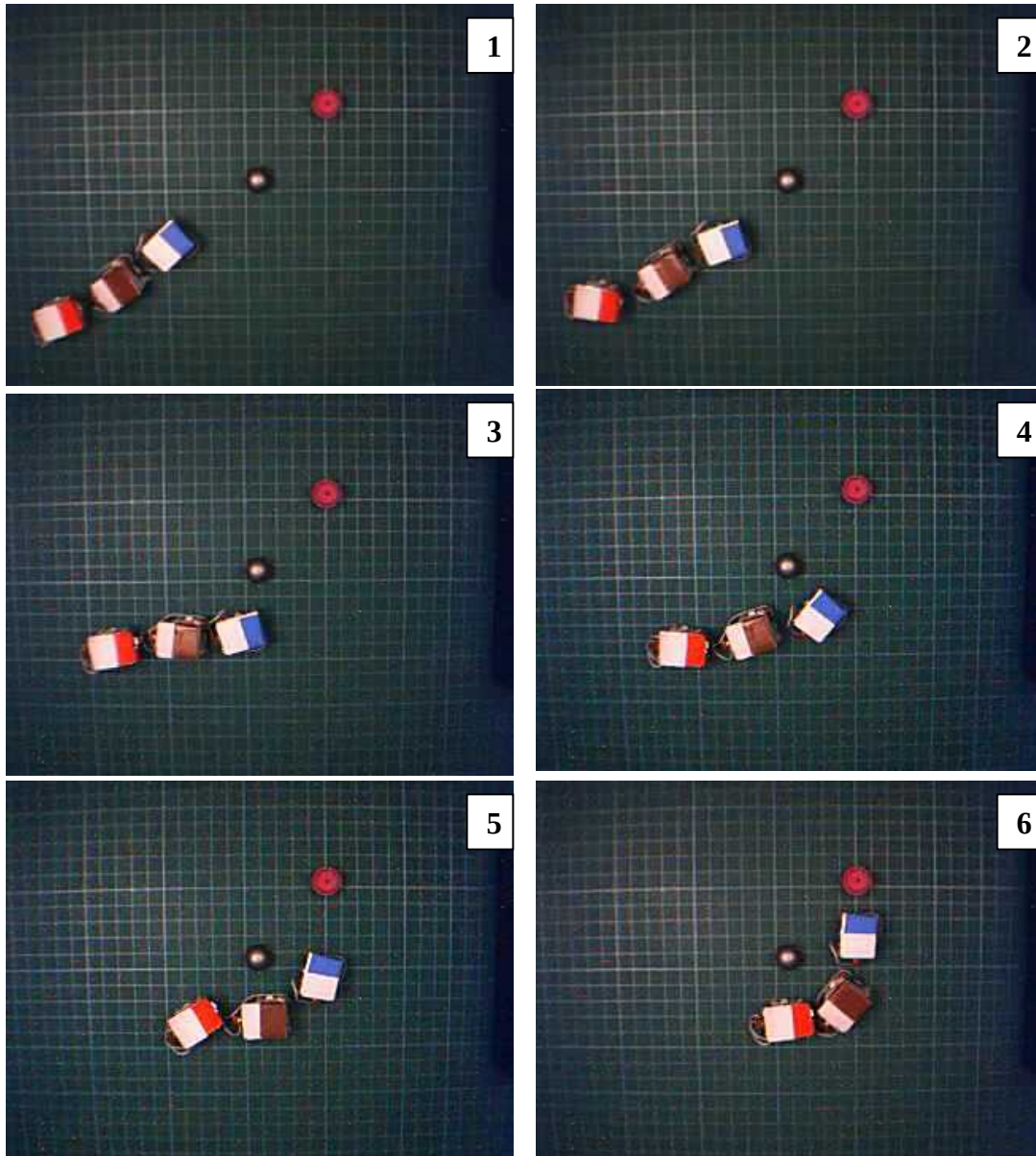
รูปที่ 4.17 เส้นทางเดินของหุ่นยนต์สามตัวเดินตามกันมีสิ่งกีดขวาง

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวาข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารแต่สิ่งกีดขวางระหว่างจุดเริ่มต้นกับเป้าหมายที่กำหนด เส้นทางท้ายที่สุดจะเป็นเส้นตรงเริ่มจากทางซ้ายข้างล่างตรงสู่ทางขวาข้างบนที่มดต้องการได้แต่การจำลองได้เคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวาง เป็นการเคลื่อนที่ระยะสู่เป้าหมายที่สั้น ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์สามตัวเดินตามกันมีสิ่งกีดขวาง

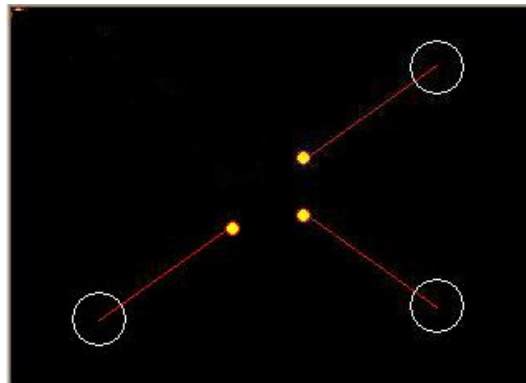
จากผลเส้นทางสุดท้ายของการจำลองการเดินของขบวนหุ่นยนต์มัดเป็นเส้นโค้งเตรียมอ้อม
 สิ่งกีดขวางระหว่างจุดเริ่มต้นสู่เป้าหมายที่ได้ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่สู่
 เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการจำลองจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ทางขวา
 ข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.19(1)
 ถึง 4.19(6)



รูปที่ 4.19 ผลการปฏิบัติงานการเดินของหุ่นยนต์มัดสามตัวเดินตามกันมีสิ่งกีดขวาง

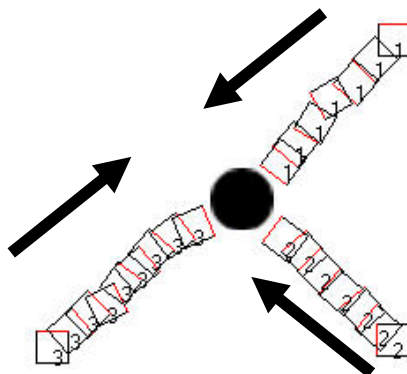
4.2.3 การใช้กลุ่มหุ่นยนต์ 3 ตัวเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย

เป็นการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามตัวที่กระจายบนพื้นที่เข้าหาเป้าหมาย โดยที่ระหว่างหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่มีสิ่งกีดขวาง กำหนดมีการเข้ามาเป้าหมายของหุ่นยนต์สามตัวที่อยู่ข้างล่างทางซ้าย ข้างล่างทางขวาและข้างบนทางขวาเข้าสู่ที่เป้าหมายตรงกลางหุ่นยนต์ มดทุกตัวมีระยะห่างจากเป้าหมาย 12 เซนติเมตรให้เริ่มจากทางซ้ายข้างล่างเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรัง มดคู่ทางซ้ายข้างบนเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหารที่มดต้องการ ไปถึงการทดสอบ ให้หุ่นยนต์สามตัวแบบกระจาย ดังรูปที่ 4.20



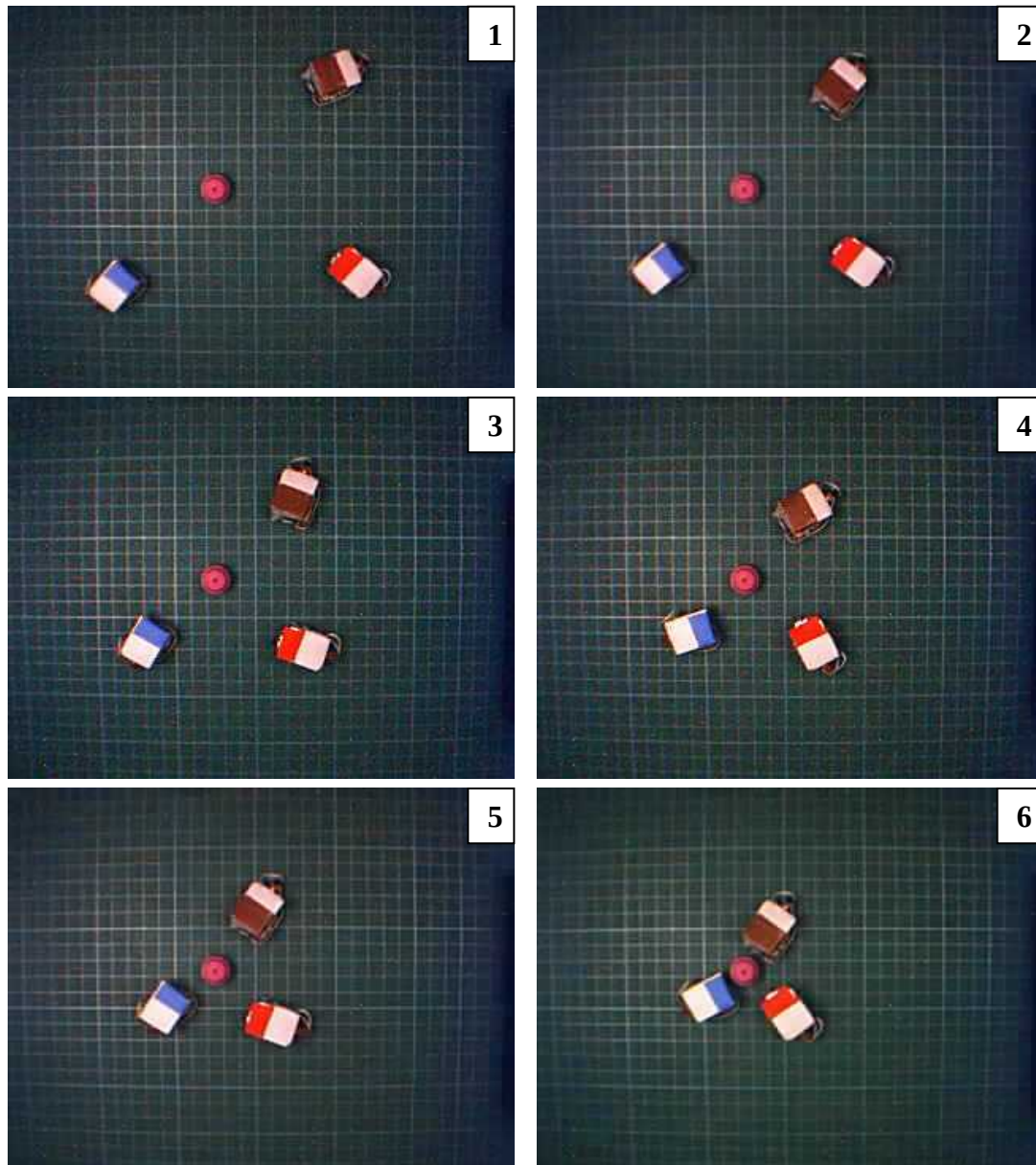
รูปที่ 4.20 เส้นทางการเดินของหุ่นยนต์สามตัวแบบกระจาย

จากนั้นสั่งให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน แสดงเป็น กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่แทนตัวมด ผลที่ได้กรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดของแต่ละตัวสู่เป้าหมายที่ต้องการ เสมือนเป็นแหล่งอาหารที่อยู่ตรงกลาง เส้นทางทำยที่สุดจะเป็นเส้นตรง ได้ผลการจำลองการทำงานดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 ผลการจำลองการเดินของหุ่นยนต์สามตัวแบบกระจาย

จากผลเส้นทางสุดท้ายของการจำลองการเดินทางของขบวนหุ่นยนต์คัมคเป็นเส้นตรงเข้าสู่เป้าหมายที่ได้ถูกส่งให้ประมวลผลสั่งให้ตัวหุ่นยนต์คัมคเคลื่อนที่สู่เป้าหมายตามผลที่ได้รับจากการจำลองจากทางซ้ายข้างล่าง ข้างขวาบนและขวาล่างบนเป็นจุดเริ่มต้นเสมือนรังมดสู่ตรงกลางเป็นเป้าหมายที่ต้องการเสมือนเป็นแหล่งอาหาร เรียงลำดับผลการทดลองตามรูปที่ 4.22(1) ถึง 4.22(6)



รูปที่ 4.22 ผลปฏิบัติงานการเดินทางของหุ่นยนต์คัมคสามตัวแบบกระจายเข้าหาเป้าหมาย

สำหรับผลการทดลองที่เทียบกับเวลาและการทดลองยืนยันของผลการทดลองนี้นำเสนอในภาคผนวก ง. จากผลการทดลองที่ผ่านมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นและโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง ทำให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ คือสามารถทำงานได้คล้ายพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของมดในธรรมชาติ บทต่อไปจะเป็นการสรุปผลการดำเนินการวิจัยเพื่อสร้างหุ่นยนต์ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้