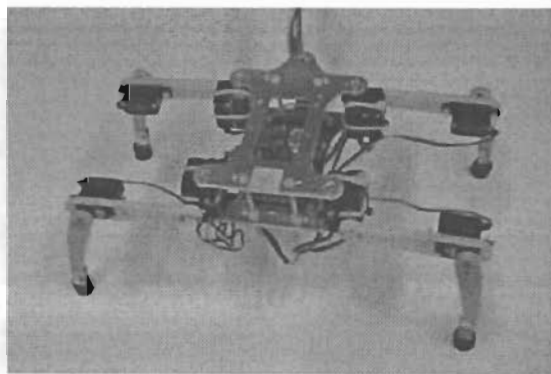


บทที่ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

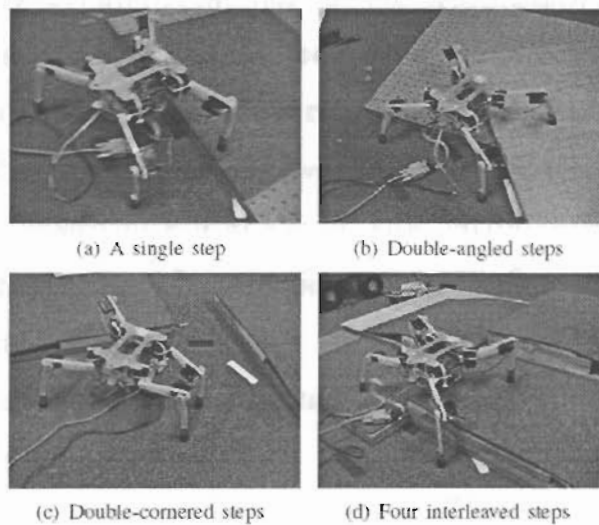
งานวิจัยของ Honglak Lee และคณะ [11] กล่าวถึง การสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่อควบคุม การเดินของหุ่นยนต์สี่ขา (Quadruped Robot) ขนาดเล็ก โดยใช้เทคนิควิธี Reinforcement Learning เพื่อช่วยควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในลักษณะของการเดินข้ามผ่านสิ่งกีดขวางได้ งานวิจัยได้แบ่ง การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ออกเป็น 2 ระดับ คือ High Level Controller ทำหน้าที่ จัดลำดับของตำแหน่งการวางเท้า และ Low Level Controller ทำหน้าที่สร้างคำสั่งควบคุม เพื่อ ควบคุมขาให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด หุ่นยนต์สี่ขาที่ใช้ในการทดลอง มีขนาดโดยประมาณ สูง 10 เซนติเมตร กว้าง 28 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 500 กรัม ใช้เซอร์โวมอเตอร์ ในระบบจำนวน 12 ตัว ติดตั้งอยู่กับขาทั้ง 4 ข้าง ขาละ 3 ตัว โดยแต่ละขาจะใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวสำหรับจุดหมุนที่อยู่ติดกับลำตัวเพื่อขยับขาในแนวระดับและแนวตั้ง และใช้เซอร์โวมอเตอร์อีก 1 ตัวสำหรับขยับขาช่วงล่างเข้า-ออก จากลำตัว เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้มีแรงบิดสูงสุด 3.0 kg/cm ลำดับที่ถูกต้องของค่าองศาของเซอร์โวมอเตอร์ที่ส่งมาจากโปรแกรมควบคุมจะสามารถทำให้ หุ่นยนต์ก้าวข้ามสิ่งกีดขวางได้



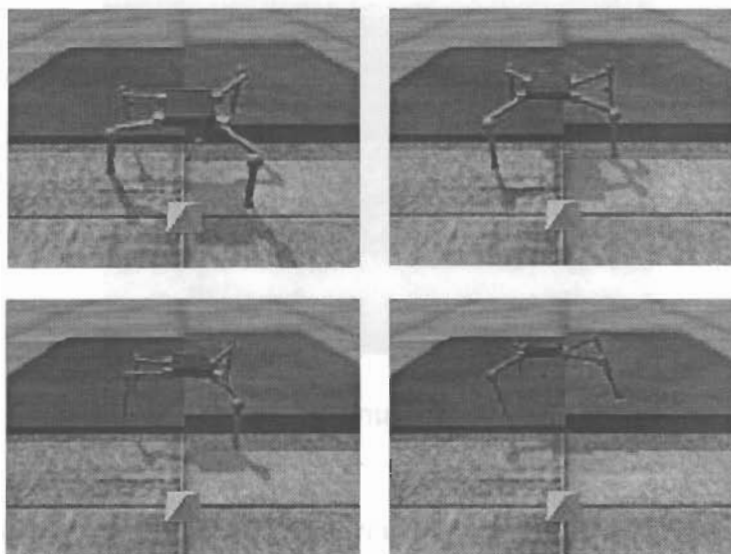
ภาพที่ 3-1 หุ่นยนต์สี่ขาที่ใช้ในการทดลองของ Honglak Lee

ในการทดลองใช้ข้อมูลสำหรับฝึกสอนจำนวน 400 รายการซึ่งเป็นสถานะของหุ่นยนต์ จับคู่ กับการกระทำที่เหมาะสมซึ่งคือตำแหน่งการวางเท้าที่ถูกต้อง ข้อมูลสำหรับฝึกสอนได้มาจากการ ทดลองให้หุ่นยนต์ก้าวข้ามสิ่งกีดขวางที่มีความสูง 2.6 เซนติเมตร และได้คำสั่งควบคุมที่จำเป็น

ทั้งหมด 16 คำสั่ง (การกระทำ) โดยเมื่อโปรแกรมควบคุมส่งคำสั่งมายังหุ่นยนต์ด้วยลำดับที่ถูกต้อง จะทำให้หุ่นยนต์ก้าวเดินได้ ซึ่งในการทดลองการเดินจะใช้ระดับความสูงของสิ่งกีดขวางต่างๆ กัน ตั้งแต่ 0 – 6 เซนติเมตร รวมถึงมุมที่สิ่งกีดขวางติดตั้งไว้กับทิศทางการเดินของหุ่น และสิ่งกีดขวาง ที่มีหลายระดับความสูง การสร้างภาพสามมิติสำหรับจำลองระบบที่ทดลอง ทางผู้วิจัยใช้ Open Dynamics Engine (ODE) ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยจำลองระบบและค่าทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นกับวัตถุแข็ง ช่วยในการสร้างโมเดลของหุ่นยนต์สี่ขา พื้น และสิ่งกีดขวาง

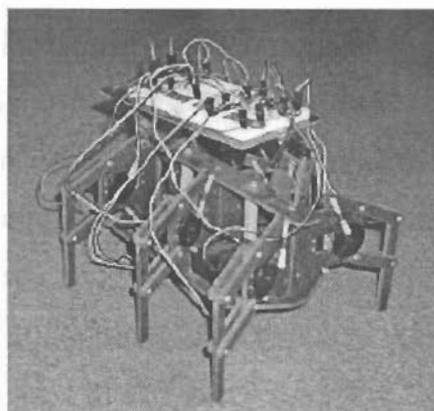


ภาพที่ 3-2 การทดลองเดินข้ามสิ่งกีดขวางแบบต่างๆ ของ Honglak Lee



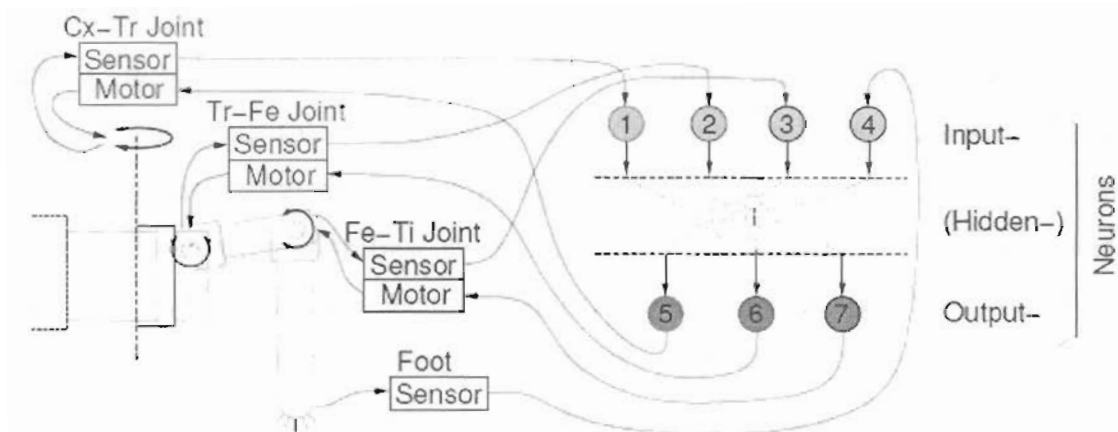
ภาพที่ 3-3 ภาพสามมิติแสดงการเดินข้ามสิ่งกีดขวางของหุ่นยนต์ของ Honglak Lee

งานวิจัยของ Gary B. Parker และ Zhiyi Li [12] กล่าวถึง การใช้ Genetic Algorithm (GA) ในการวิวัฒนาการข่ายงานระบบประสาท เพื่อให้สามารถควบคุมการเดินของหุ่นยนต์ 6 ขา (Hexapod) ได้ GA ถูกใช้ในขั้นตอนของการปรับค่าน้ำหนักการเชื่อมโยง Connection Weights และค่า Threshold ของข่ายงานระบบประสาท โดยการนำโครงสร้างของข่ายงานระบบประสาทที่ประกอบด้วย Neuron, Threshold และ Connection Weight มาแปลงให้อยู่ในรูปของโครโมโซม แล้วใช้กระบวนการวิวัฒนาการของ GA ปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายในโครโมโซม เพื่อให้ได้โครโมโซมคำตอบ ซึ่งก็คือโครงสร้างของข่ายงานระบบประสาทที่สามารถแก้ปัญหาตามฟังก์ชันความเหมาะสมที่กำหนดได้ ส่วนควบคุมแบบข่ายงานระบบประสาทถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานกับ Servobot แสดงในภาพที่ 2-21 ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ 6 ขาที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นกลไกการขับเคลื่อนหลัก โดยมีเซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 12 ตัว ติดตั้งอยู่กับขาแต่ละข้างของหุ่นยนต์ข้างละ 2 ตัว และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Basic Stamp II SX จำนวน 1 ตัวในการเก็บโปรแกรมของข่ายงานระบบประสาทและควบคุมการเคลื่อนไหวของขา แต่ละข้างโดยการสร้างสัญญาณพัลส์ ไปยังเซอร์โวมอเตอร์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีก 1 ตัว สำหรับทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เหล่านั้น ดังนั้นในระบบควบคุมจึงใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งหมด 7 ตัว



ภาพที่ 3-4 หุ่นยนต์ 6 ขา Servobot

งานวิจัยของ Arndt von Twickel [13] กล่าวถึงการศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีขา Legged Robot บนพื้นที่ที่ไม่ราบเรียบ เช่น สภาพพื้นและสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ โดยเน้นที่ระบบการรับรู้ของหุ่นยนต์ศึกษาเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิต คือแมงป่อง ศึกษาการรับรู้และระบบสัมผัสต่างๆ ที่แมงป่องใช้ รวมทั้งพฤติกรรมประกอบต่างๆ ในการเคลื่อนที่ของมัน จากนั้นจึงนำมาประยุกต์เพื่อติดตั้งระบบสัมผัสต่างๆ เข้ากับหุ่นยนต์ การทดลองใช้แบบจำลองของหุ่นยนต์ที่โปรแกรมขึ้นโดยใช้ ODE ในการทดลองเบื้องต้น สำหรับส่วนควบคุมใช้เทคนิควิธีการทางข่ายงานระบบประสาท

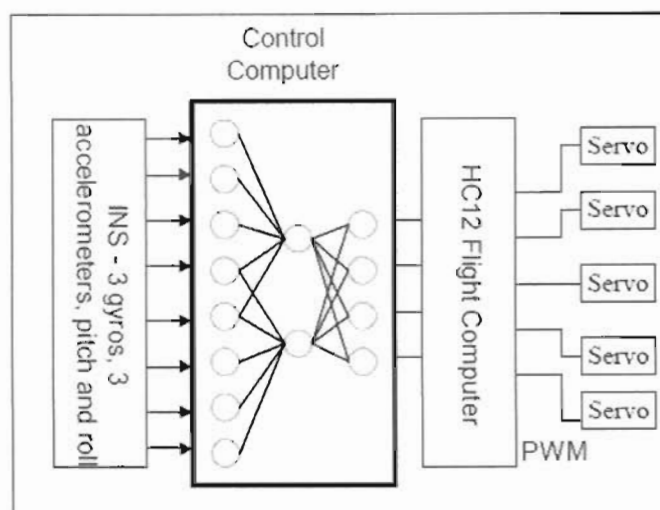


ภาพที่ 3-5 แผนผังการควบคุมหุ่นยนต์กับข่ายงานระบบประสาทของ Arndt

งานวิจัยของ Yasuhiro Fukuoka และ Hiroshi Kimura [14] กล่าวถึง การใช้ข่ายงานระบบประสาทรูปแบบหนึ่งคือ Central Pattern Generator (CPG) ในการช่วยควบคุมหุ่นยนต์สี่ขาให้สามารถเคลื่อนที่ข้ามผ่านสิ่งกีดขวางได้ในระดับความเร็วปานกลาง บนพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง หุ่นยนต์ที่ใช้ในการทดลองเป็นหุ่นยนต์สี่ขาขนาดเล็กชื่อ Tekken มีลักษณะคล้ายสุนัข ถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมสำหรับการเดินไปบนพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง และสามารถเดินได้แบบสมดุลพลวัตร เนื่องจากกลไกการเคลื่อนที่ที่สามารถเคลื่อนส่วนเชื่อมต่อได้รวดเร็วเพียงพอ หุ่นยนต์มีความยาว 23 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 3.1 กิโลกรัม ข่ายงานจะประกอบด้วย CPG จำนวนหลายชุด ซึ่งจัดโครงสร้างการเชื่อมโยงไว้อย่างเหมาะสมกับโครงสร้างของหุ่นยนต์ และให้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณที่เป็นจังหวะ สำหรับควบคุมจุดหมุนของหุ่นยนต์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนของการสร้างข่ายงาน สำหรับการทดสอบการทำงานของส่วนควบคุม จะให้หุ่นยนต์เดินข้ามผ่านพื้นที่มีสิ่งกีดขวางประเภทต่างๆ โดยพิจารณาจากความสำเร็จของการเดินข้ามผ่านสิ่งกีดขวางเหล่านั้น

งานวิจัยของ Gordon Wyeth และ Gregg Buskey [15] กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ข่ายงานประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) ในการควบคุมเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุขนาด 60 นิ้ว ให้สามารถลอยนิ่งอยู่ในอากาศได้ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดมุมเอียง ตรวจวัดความเร็วของเฮลิคอปเตอร์ จำนวน 8 ค่า ระบบเซ็นเซอร์เหล่านี้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้สาย RS-232 เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับข่ายงานประสาทเทียม ส่วนผลลัพธ์จากการประมวลผลของข่ายงานประสาทเทียม จะถูกส่งไปยังส่วนควบคุมที่ติดตั้งอยู่บนเฮลิคอปเตอร์โดยผ่านทางสัญญาณวิทยุเพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จำนวน 5 ตัว งานวิจัยนี้ใช้ error-back propagation ในการฝึกสอนข่ายงานประสาทเทียม ทำการทดลองกับโครงสร้างของข่ายงานเทียมแบบต่างๆ เช่น จำนวนหน่วยประมวลผลในชั้นซ่อนที่ใช้ รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างชั้นที่มีทั้งเชื่อมต่อแบบ

ทั้งหมด (Fully Connected Network) และเชื่อมต่อแบบบางส่วน (Partially Connected Network) รวมทั้งใช้ค่าอัตราการเรียนรู้ต่างกัน พิจารณาประสิทธิภาพของการทดลองจากค่า Mean Square Error (MSE) ผลจากการทดลองสรุปว่าข่ายงานที่ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อแบบทั้งหมดและใช้จำนวน node จำนวนมากจะให้ค่า MSE น้อยกว่าข่ายงานรูปแบบอื่น และเหมาะสมที่จะใช้เป็นส่วนควบคุมของระบบ



ภาพที่ 3-6 ภาพรวมระบบควบคุมเฮลิคอปเตอร์ด้วยข่ายงานประสาทเทียม

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมหุ่นยนต์เลียนแบบสิ่งมีชีวิตและเคลื่อนที่โดยใช้ขา ใช้ข้อมูลนำเข้าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งบนตัวหุ่นยนต์ เช่น จากมอเตอร์และอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ หุ่นยนต์ที่นิยมนำมาทดลองมักเป็นหุ่นยนต์ 6 ขา หรือ 8 ขา เนื่องจากควบคุมการทรงตัวได้ง่าย แต่ก็มีข้อเสียเนื่องจากการมีขาจำนวนมากทำให้ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อนจำนวนมาก สำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ 4 ขา จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากขึ้นอันเกิดจากผลกระทบทางฟิสิกส์ โดยผลกระทบที่สำคัญคือเรื่องของ จุดศูนย์กลางมวล บริเวณรองรับน้ำหนัก และส่วนของการรับรู้ต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดแบบพิเศษเพิ่มมากขึ้น เทคนิคที่นิยมใช้สำหรับควบคุมหุ่นยนต์ของงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นคือ ข่ายงานระบบประสาท และการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ทางปัญญาประดิษฐ์ เช่น GA เข้ากับข่ายงานระบบประสาท โดยมีวัตถุประสงค์คือคำตอบที่เหมาะสมที่ได้จากการประมวลผลผ่านข่ายงานระบบประสาท ที่จะนำมาควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในระบบ