

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการตามเส้นทางเป็นปัญหาพื้นฐานของการพัฒนาระบบนำร่องในหลายๆรูปแบบ รวมไปถึงการติดตาม เช่น จีพีเอส แบบติดตามความร้อน หรือ จีพีเอสแบบร้อน ระบบนำร่องอัตโนมัติ (Autonomous) งานประยุกต์ตัวอย่างเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของกลุ่มปัญหาการตามเส้นทาง เท่านั้น แม้แต่ในระบบงานอุตสาหกรรมเอง การติดตามเส้นทาง ก็เป็นปัญหาที่น่าสนใจซึ่งจะมีประโยชน์ในการลำเลียงขนถ่ายวัสดุต่างๆ หรือ แม้แต่ การประยุกต์ใช้ในการนำร่องเข้าไปสู่พื้นที่อันตรายเช่นการเข้าเก็บกู้ซากระเบิด หรือเก็บสารเคมีที่เป็นอันตรายซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่เหนือการควบคุมด้วยมนุษย์หรือแม้แต่การเคลื่อนที่แบบทำงานอิสระในพื้นที่และเงื่อนไขต่างๆ เช่น ในน้ำ เป็นต้น ในปัจจุบันนี้แม้ระบบหาตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System, GPS) จะเริ่มเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในระบบยานยนต์ แต่ระบบดังกล่าวจะระบุแค่ตำแหน่งเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงการควบคุมยานยนต์ตามสภาพท้องถนนที่เป็นจริง

เทคนิคในการนำร่องนั้นได้พัฒนาอย่างหลายรูปแบบ แต่เมื่อระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้พัฒนาอย่างก้าวกระโดด รวมไปถึงราคาที่ลดลงจากอดีตอย่างมาก และความรู้ทางด้านเครือข่ายประสาทเทียม ได้พัฒนาขึ้น จึงได้เกิดการประยุกต์นำระบบเครือข่ายประสาทเทียมมาใช้เป็นตัวประมาณฟังก์ชันแบบครอบจักรวาล ซึ่งก็เป็นคุณสมบัติ อย่างหนึ่งของตัวเครือข่ายประสาทเทียมเอง นำมาประมาณพลศาสตร์ของยานพาหนะ ซึ่งมีความไม่เชิงเส้นสูง คุณสมบัติอีกประการที่เด่นชัดของระบบเครือข่ายประสาทเทียมคือ ความทนทานต่อการรบกวนที่สูงมาก และไม่ต้องต้องการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ละเอียดอ่อนมาก เช่น ความเสียดทาน ซึ่งสามารถถือว่าเป็นการรบกวนได้ด้วย

การพัฒนาของงานอิสระนี้ให้เป็นรูปธรรมขึ้นมานี้จะเป็นแนวทางพื้นฐานในงานวิจัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และสามารถประยุกต์งานที่ทำมาสมบูรณ์ขึ้นแล้วนำไปดัดแปลงเพื่อใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังการประยุกต์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น และในงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายประสาทเทียมเพื่อการควบคุมยานยนต์ แบบอัตโนมัติ โดยจะมีการรับเพียงภาพจากนั้นระบบจะทำการตัดสินใจเอง กล่าวคือระบบนี้จะพยายามเลียนแบบการตัดสินใจในการเดินทางโดยมีมนุษย์เป็นต้นแบบ

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Dean A. Pomerleau [6] ได้พัฒนาระบบงานอิสระ ชื่อ Autonomous Land Vehicle In Neural Network (ALVINN) ซึ่งเป็นระบบพื้นฐานบนมุมมองกล้องหนึ่งตัวรับภาพแบบสองมิติทำการควบคุมโดยระบบเครือข่ายประสาทเทียมป้อนไปข้างหน้าแบบแพร่กลับ ซึ่งเป็นระบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอน สร้างบนเครือข่ายที่มีจำนวนชั้นของประสาท 3 ชั้น ชั้นแรกรับสัญญาณจากกล้องผ่านชั้นซ่อนเร้น ซึ่งมีโหนดจำนวน 4 โหนด และส่งออกเป็นสัญญาณบังคับเลี้ยว 30 ระดับ ที่โหนดขาออกจำนวน 30 โหนดโดยโหนดตรงกลางหมายถึงสัญญาณรักษาดำเน่งกลาง (ไม่มีการเลี้ยว) ส่วนโหนดด้านขวาสุดและซ้ายสุดแทนสัญญาณการเลี้ยวขวาสุดและซ้ายสุด และนำสัญญาณทั้งหมดที่ขับออกจากระบบเครือข่ายประสาทเทียมมารวมเพื่อหาค่าเฉลี่ยที่จะแปลงไปสู่สัญญาณเลี้ยวอีกต่อหนึ่ง ระบบเครือข่ายประสาทเทียมทำการฝึกสอนผ่านการสอนแบบ on-line บนระบบสถานีงาน Sun-SPARC10 ทำการทดสอบด้วยรถ U.S. army HMMWV ดัดแปลง และวิ่งบนถนนแบบเลนเดี่ยว สองเลน หลายเลน ถนนที่ยังไม่ได้ลาดยาง และถนนแบบไม่มีเส้น สามารถทำความเร็วสูงสุดได้ ที่ 55 ไมล์ต่อชั่วโมง เป็นระยะทางจำนวน 90 ไมล์ บนถนนทางหลวงของ North Pittsburgh

Rudolf Jaksa [16] ได้ทำการทดลองเลียนแบบระบบยานยนต์ที่ควบคุมด้วยเครือข่ายประสาทเทียม ที่ใช้ เรดาห์เป็นตัวตรวจจับ เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีเรดาห์ เป็นพื้นฐานระบบทำการจำลองบนพื้นที่ราบเรียบเพื่อทำการเข้าจอดในโรงรถ มีการกีดขวางของกำแพง ใช้ระบบเครือข่ายแบบป้อนไปข้างหน้าแบบแพร่กลับ ทำการฝึกสอนระบบเครือข่ายประสาทเทียมบนระบบ Stuttgart Neural Network Simulator (SNNS) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่ใช้ หน่วยประมวลผลแบบ 486 ใช้เวลาการสอนทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ในส่วนระบบที่ไม่มี เรดาห์จะมีแบ่งการทดสอบเป็นสองส่วนคือโครงสร้างของเครือข่ายประสาท โมดูลเดียวโดยใช้ตัวแปรทั้งหมด คือ ตำแหน่งในแนวแกนทั้ง 2 ความเร็วและทิศทางการหันหัว เป็นข้อมูลนำเข้าของระบบ เพื่อควบคุมความเร่งและความเร็วเชิงมุมของรถประกอบเป็นระบบเครือข่ายเชื่อมต่อแบบเต็มที่มีขนาด $4 \times 5 \times 3$ และอีกส่วนหนึ่งคือ ทำการสร้างระบบเครือข่ายเป็นกิ่งโมดูล 3 ส่วน มีขนาด $3 \times 2 \times 1$ และนำผลที่ออกมาเป็นข้อมูลขาเข้าเพื่อทำการควบคุมรถอีกต่อหนึ่ง สำหรับในส่วนที่มีเรดาห์จะมีโมดูลเพิ่มอีก 1 คือมี 4 โมดูล ผลจากการทดลองระบบควบคุมทุกระบบสามารถทำภารกิจจอดในโรงรถตามที่มอบหมายได้แต่ระบบที่มีเรดาห์จะมีความสะดวกมากกว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่า

Nikolai Schlegel [13] ได้ทำการพัฒนาระบบงานอิสระ โดยใช้พื้นฐานมาจากการดัดแปลงรถเด็กเล่นทามิยา (TAMIYA) ขนาดย่อส่วน 1 ต่อ 5 ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงขนาด 6 โวลต์ พร้อมชุดเกียร์ มีมุมบังคับเลี้ยวสูงสุด 35 องศา ใช้ระบบพื้นฐานบนการมองที่ใช้

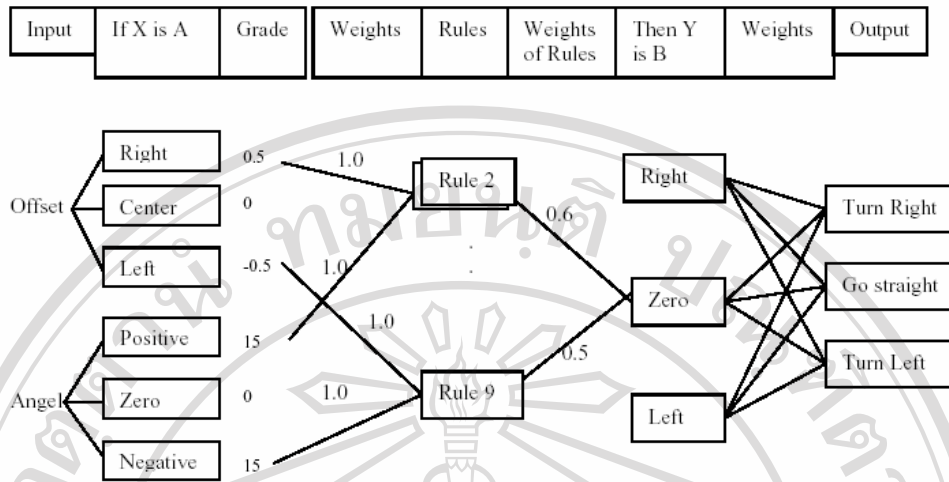
กล้องชื่อ Flexible Low-cost Automated Scaled Highway (FLASH) ทำการควบคุมบังคับเลี้ยวโดยวิธี 2 แบบเปรียบเทียบคือ P control และ H_∞ เปรียบเทียบกันทำการควบคุมเพื่อให้รถทำการวิ่งอยู่ตรงกลางของถนน ซึ่งส่งผ่านสัญญาณบอกถึงกลางจากขบวนการประมวลผลภาพ โดยที่ถนนที่ทำการวิ่งนั้นจะมีเส้นสีขาวอยู่ตรงกลาง รถที่การพัฒนาขึ้นนี้สามารถทำงานได้สองระบบคือระบบบังคับไกล (Tele robotic manual mode) และระบบบังคับด้วยตนเอง แต่ในการควบคุมจะทำการควบคุมแค่การบังคับเลี้ยวเท่านั้น ระบบนี้ทำการส่งสัญญาณบังคับ 2 วิธี วิธีที่หนึ่งผ่านคลื่นวิทยุสองช่องสัญญาณที่ความถี่ 27.555 MHz ชุดจากดิจิตอลสู่อานาล็อกแบบ 12 บิต อีกวิธีคือการเชื่อมต่อแบบอนุกรมไร้สาย คือทำการต่อชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ากับโมเด็มไร้สาย โดยระบบนี้โดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคล แบบ 386 ความถี่ 20 MHz รถสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดประมาณ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

Ji-Hong Li และคณะ [9] ได้ทำการทดลองเลียนแบบระบบยานยนต์ได้นำทำงานอิสระโดยใช้ระบบเครือข่ายประสาทเทียมเป็นตัวควบคุมช่วยตัวควบคุมอื่นๆในส่วนของพลศาสตร์ที่ไม่ได้มีการรวม หรือประมาณค่าเอาไว้ เพื่อให้ความมั่นใจในระบบควบคุมแบบปิด ในส่วนของระบบเครือข่ายประสาทเทียมนี้ใช้วิธีย้อนหลังแบบปรับตัวได้ (Adaptive back stepping) ทำการควบคุมระบบที่มีดีกรีความอิสระเท่ากับ 6 คณะผู้เขียนได้ทำการพิสูจน์สมการการเคลื่อนที่ และเพื่อหาการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักของระบบเครือข่ายประสาท ภายใต้งานของ Lyapunov

Jin Cao, Xiaonqun Liao และ Ernest Hall [7] ทำการพัฒนาโดยใช้ระบบเครือข่ายประสาทเทียม-ฟัซซี่ลอจิก (Neuro-Fuzzy logic) ระบบพัฒนา อยู่บนพื้นฐานของการมอง ผ่านกล้องจำนวนสองตัวแยกทิศทางซ้ายและขวาจับผ่านมอเตอร์แยกซ้ายขวา ระบบยานยนต์ไม่ได้มาจากการย่อส่วนแต่เป็นการออกแบบที่เน้นงานในลักษณะที่เป็นหุ่นยนต์บังคับระยะไกลเพื่อเข้าร่วมการแข่งขัน Automated Unmanned Vehicles Society Competition ในการติดตามจะมีเส้นทางที่ล้อมรอบด้วยเส้นทำหน้าที่ยี่เหมือนถนน ซึ่งเส้นขอบนี้จะประกอบไปด้วยเส้นที่เป็นเส้นทึบและเส้นที่เป็นลักษณะเส้นประ ระบบควบคุมมีสถาปัตยกรรมคือ มีชั้นเงื่อนไข 4 ชั้นแสดงดังใน

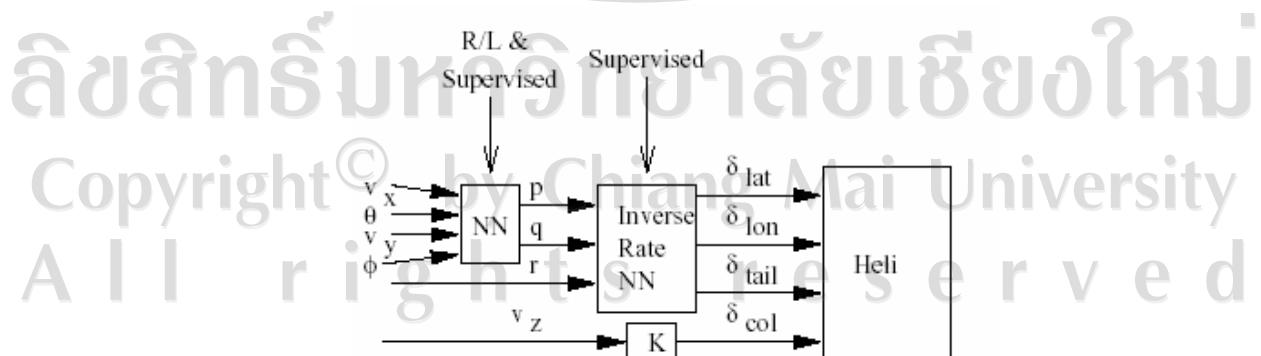
รูป 1.1

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 1.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของตัวควบคุมเครือข่ายประสาทเทียม-ฟัซซี่ลอจิก
[Jin Cao, Xiaonqun Liao Ernest Hall, 1999]

G.Buskey, J. และคณะ [3] ได้พัฒนา เฮลิคอปเตอร์ย่อยส่วนที่ดัดแปลงมาจาก เฮลิคอปเตอร์แบบบังคับวิทยุใช้เครื่องยนต์ขนาด 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สองจังหวะ น้ำหนักรวม อุปกรณ์การบินทั้งสิ้น ประมาณ 7.5 กิโลกรัม แบบทำงานอิสระผ่านระบบนำร่องขึ้นมาโดยใช้ ระบบเครือข่ายแบบมีผู้สอนทำการขึ้นลงและตามจุดเป้าหมายด้วยตนเอง ระบบทำการควบคุมผ่าน สัญญาณที่นำเข้ามาจากอุปกรณ์วัดทางการบิน ทำการส่งสัญญาณเพื่อควบคุมเครื่องยนต์ การหักเห และระดับความสูง ระบบเครือข่ายประสาทเทียมที่ทำหน้าที่ควบคุมประกอบกับระบบควบคุมแบบ PI ระบบควบคุมทำการแบ่งเป็นสองโมดูล มีการเชื่อมต่องดรูป 1.2 สำหรับเฮลิคอปเตอร์จะถูก ควบคุม ตัวแปรทางทิศทาง 4 ตัวแปรคือ การหันหัวในทางขวาง (Laterals cyclic pitch) หมุน ตามยาว (Longitudinal pitch) หมุนเบย (Collective pitch) แก้วเฉียง (Rudder)



รูป 1.2 การเชื่อมต่อของโมดูลตัวควบคุม [G.Buskey, J. Roberts, P. Corke, M. Dunbabi และ G. Wyeth, 2002]

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบ และสร้างยานยนต์ทำงานอิสระแบบย่อส่วน ที่ใช้การควบคุมด้วยระบบ
เครือข่ายประสาทเทียม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

- 1.4.1 ระบบจัดสร้างบนยานยนต์จำลอง ทดสอบ และทำงานบนสภาพจำลองที่มีพื้นเรียบ
- 1.4.2 เน้นการติดตามเส้นทางที่มีสภาพแวดล้อมไม่แปรปรวน
- 1.4.3 ไม่เน้นพลศาสตร์ที่มีความเร็วสูงมาก และไม่เน้นระบบที่ใช้กำลังสูง
- 1.4.4 เป็นการควบคุมโดยระบบเครือข่ายประสาทเทียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved