บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการออกแบบและพัฒนาของระบบรถอัตโนมัติ โดยเนื้อหาจะครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติ การพัฒนารถยนต์อัตโนมัติ อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้ การประมวลผลภาพ การประมาณตำแหน่งของรถหลังจากเคลื่อนที่ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 การพัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติ

หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Autonomous Robots) เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน โดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ ทั้งนี้ในปัจจุบันหุ่นยนต์หลายชนิด จะมีคุณสมบัติของความอัตโนมัติ (Autonomy) ในระดับหนึ่ง หุ่นยนต์ต่างชนิดถูกสร้างต่างวัตถุประสงค์ ความอัตโนมัติก็จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของงาน ซึ่งงานบางอย่างต้องการหุ่นยนต์ที่มีความอัตโนมัติสูง เช่น งานสำรวจอวกาศ อุปกรณ์อัตโนมัติสำหรับการสำรวจใต้ท้องทะเล (Jaguar AUV) หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพ หุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น สำหรับหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมยุคใหม่ แม้ว่าตัวหุ่นยนต์ประเภทแขนกล (Robot Arm) จะถูกยึดอยู่กับที่ก็สามารถพิจารณาได้ว่ามันมีความอัตโนมัติภายใต้สภาวะแวดล้อมของมัน ซึ่งเป้าหมายในการทำงานของมัน คือ หยิบจับวัตถุที่เคลื่อนมาตามสายพานให้ถูกต้อง โดยจะไม่ทราบได้เลยว่าวัตถุชิ้นต่อไปจะผ่านมาเมื่อไร

อาจกล่าวได้ว่า ความอัตโนมัติเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการหุ่นยนต์อันจะช่วยให้หุ่นยนต์สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นพื้นดิน ใต้น้ำ ในอากาศ ใต้ดิน หรือในอวกาศ หุ่นยนต์อัตโนมัติแบบสมบูรณ์ (Fully Autonomous Robot) [15] เรียกได้ว่าเป็นหุ่นยนต์ที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

1. รับรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง สามารถตรวจสอบสภาวะของสิ่งแวดล้อม เพื่อจะนำค่าเหล่านั้นมาประมวลผลและสั่งการต่อไป

2. สามารถทำงานได้ด้วยตนเองในช่วงเวลาหนึ่ง โดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ ซึ่งการทำงานด้วยตนเองนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในกรณีที่ระบบการบังคับควบคุมจากผู้บังคับเป็นไปได้ยาก เช่น ในงานสำรวจพื้นผิวดาวอังคาร ซึ่งการติดต่อระหว่างมนุษย์บนโลกกับหุ่นยนต์อาจขัดข้องจากสัญญาณรบกวน

3. สามารถเคลื่อนไหวตัวมันเองทั้งหมดหรือบางส่วนได้ด้วยตนเอง โดยไม่อาศัยการช่วยเหลือจากมนุษย์

4. สามารถหลีกเลี่ยงการทำร้ายมนุษย์ ทรัพย์สิน หรือทำร้ายตัวเองได้ เว้นแต่ถูกออกแบบมา

นอกจากนี้ หุ่นยนต์อัตโนมัติอาจสามารถเรียนรู้ พัฒนาขีดความสามารถของมันเพื่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน หรือสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ ถึงแม้ว่าหุ่นยนต์อัตโนมัติจะมีความอัตโนมัติในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังต้องการการบำรุงรักษาตามปกติเหมือนเครื่องจักรอื่นๆ

2.2 การพัฒนารถอัตโนมัติในต่างประเทศและในประเทศไทย

การพัฒนารถอัตโนมัติทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศ มีจุดประสงค์ในการที่จะออกแบบและสร้างรถที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่มนุษย์ต้องการ เพื่อลดอุบัติเหตุ นอกจากนี้รถอัจฉริยะยังสามารถนำไปใช้เป็นยานพาหนะสำหรับผู้พิการทางสายตา ผู้พิการแขน-ขา ผู้ทุพพลภาพ และผู้สูงอายุที่ไม่สามารถขับยานพาหนะเองได้อีกด้วย

2.2.1 การพัฒนาระบบรถอัตโนมัติในต่างประเทศ

พบว่า มีการเริ่มพัฒนารถอัจฉริยะในครั้งแรก โดยเกิดจากแรงบันดาลใจของนักประดิษฐ์ชาวสหรัฐอเมริกา ดร. วิลเลี่ยม วิตเทเคอร์ หรือ "เรด" เพราะท่านมีผมสีแดง ซึ่งมีความตั้งใจที่สร้าง NavLav หรือรถอัจฉริยะคันแรกในมหาวิทยาลัยคาร์เนกี้เมลลอน จากแนวคิดที่ว่าต่อไปในอนาคตคงต้องมียานกลอัตโนมัติเหมือนในภาพยนตร์เรื่อง Total Recall [4] ที่เพียงแต่นั่งเฉยๆ แล้วรถจะพาไปยังเป้าหมายที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีการขยายผลซึ่งพัฒนาไปใช้กับรถแวน เอสยูวี และรถบัสอีกด้วย ปัจจุบันมีการพัฒนาถึง NavLav รุ่น 11 แล้ว โดยใช้รถจี๊ป แรงเลอร์ สปอร์ต ที่มีการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ระยะใกล้และระยะปานกลาง เพื่อใช้ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ระบบจีพีเอสที่สามารถระบุตำแหน่งละเอียดถึงเซนติเมตร มีไจโรสโคปเพื่อคำนวณหามุมเอียงในสามมิติ นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งเลเซอร์สแกนเนอร์ ระดับ 0.5 องศา ซึ่งทำหน้าที่เป็น ตาวิเศษเพิ่มเติมจากระบบกล้องคู่ที่ใช้กันอยู่เสมอสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยทั่วไป

รถอัจฉริยะต้องขับเคลื่อนได้ในทิศทาง และสภาพถนนที่ไม่รู้ล่วงหน้ามาก่อน โดยแผนที่ที่มีในตอนต้นจะเป็นการบอกเพียงทิศทางเท่านั้น แต่บางครั้งรถอัจฉริยะก็ไม่สามารถวิ่งบนถนนไฮเวย์ตามที่ระบุในแผนที่ได้ จึงต้องวิ่งออกนอกเส้นทางในพื้นที่ขรุขระ (Off Road) ดังนั้นต้องประยุกต์ใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในขั้นตอนของการวางแผนการเดินทาง การวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ เช่น NavLav1 เคยเข้าใจผิดหลบเงาของต้นไม้แล้วหลงวิ่งไปชนต้นไม้เสียหายอย่างมากมาแล้ว ดังนั้นในการออกแบบผู้ประดิษฐ์ต้องคำนึงถึงระบบพลวัต (Dynamics System) ของสภาพการใช้งาน เพื่อลดข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นด้วย

กระทรวงกลาโหมประเทศสหรัฐอเมริกาได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่เกิดจากการพัฒนารถอัจฉริยะดังกล่าว จึงได้เกิดโครงการ Grand Challenge โดย DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) [4] ภายใต้กระทรวงกลาโหมประเทศสหรัฐฯ ซึ่งเป็นการพัฒนารถอัจฉริยะประเภทหนึ่ง เพื่อนำมาใช้ในด้านการทหาร เป็นการบังคับรถให้สามารถเคลื่อนที่ตามพิกัดแล้วเก็บข้อมูลต่างๆ ส่งกลับมายังจุดเริ่มต้น

DARPA ได้จัดการแข่งขัน Grand Challenge ขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2547 โดยมีกติกาให้รถขับเคลื่อนอัตโนมัติแบบไร้คนบังคับ แต่ในกรณีที่ต้องการหยุดฉุกเฉิน จะอนุญาตให้สามารถบังคับได้จากระยะไกล ทั้งนี้เส้นทางการแข่งขันนั้นเริ่มจากเมืองบาสโตร (Barstow) รัฐแคลิฟอร์เนีย (California) ถึงเมืองพริม (Primm) รัฐนาเวดา (Nevada) ซึ่งมีระยะทั้งสิ้น 175 ไมล์ ในการแข่งขันครั้งนั้น ทีมที่สามารถทำคะแนนได้สูงสุด คือ “ Red Team” ของ ดร. วิลเลี่ยม วิตเทเคอร์ ทำระยะทางได้ 7.4 ไมล์ ซึ่งไม่ถึง 10% ของเส้นทางทั้งหมด ผลการแข่งขันในครั้งนี้จึงไม่มีใครได้รับรางวัลชนะเลิศ

ต่อมาในปี 2548 ได้มีจัดการแข่งขัน DARPA Grand Challenge ครั้งที่สอง โดยทีมที่ชนะเลิศนั้นมาจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ซึ่งมีชื่อว่า “Stanley” เข้าเส้นชัย ด้วยระยะ 131 ไมล์ และใช้เวลาทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง 53 นาที โดยชนะทีม“SandStorm” จากมหาวิทยาลัยคาร์เนกี้เมลลอน ไป 11 นาที ซึ่งทีมดังกล่าวประสบปัญหาเครื่องยนต์ดับกลางคัน

ในปี 2550 การแข่งขัน DARPA Grand Challenge ครั้งที่สาม เรียกว่า DARPA Urban Challenge โดยทีมที่ชนะเลิศ คือ ทีม Tartan Racing ซึ่งเป็นการร่วมมือระหว่าง Carnegie Mellon และ General Motors Corporation โดยรถมีชื่อว่า “Boss” รุ่น Chevy Tahoe 2007

2.2.2 การพัฒนาระบบรถอัตโนมัติในประเทศไทย

สำหรับการพัฒนาระบบรถอัตโนมัติในประเทศไทยนั้น ได้มีการจัดตั้งโครงการพัฒนารถอัจฉริยะขึ้น ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่สมาคมวิชาการหุ่นยนต์ไทยจัดทำขึ้น [16] ร่วมกับอาจารย์และนักวิจัย จากมหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทย เพื่อที่จะพัฒนารถให้มีความอัจฉริยะ สามารถขับเคลื่อนจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่อีกที่หนึ่งได้ด้วยตัวเอง โดยปราศจากการบังคับของคน ทั้งนี้เมื่อผู้โดยสารทำการป้อนข้อมูลของสถานที่และจุดหมายที่จะไป รถอัจฉริยะจะรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทต่างๆ ที่ติดตั้งมาบนรถ เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดตำแหน่งปัจจุบันของรถ อุปกรณ์ตรวจวัดตำแหน่งของรถคันอื่นที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันหรือสวนทางมา อุปกรณ์ตรวจวัดสิ่งกีดขวางบนเส้นทางการเคลื่อนที่ทั้งที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่ อุปกรณ์ตรวจวัดเส้นแบ่งบนเส้นทางสัญลักษณ์หรือสัญญาณจราจรอื่นๆ อุปกรณ์การสื่อสารระหว่างรถอัจฉริยะด้วยกัน เป็นต้น แล้วนำข้อมูลจากอุปกรณ์ เหล่านี้มาประมวลผล เพื่อกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ และควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ รถอัจฉริยะจะเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ตำแหน่งปัจจุบันของรถ โดยการใช้

สัญญาณ GPS ร่วมกับแผนที่ซึ่งมีข้อมูลละติจูด ลองจิจูด รวมถึงข้อมูลของรถอัจฉริยะคันอื่นที่อาจจะวิ่งสวนทางมา หรือกำลังขับเคลื่อนไปในทิศทางเดียวกัน รวมถึงข้อมูลของสัญญาณจราจร เช่น สัญญาณห้ามเลี้ยวซ้าย ห้ามเลี้ยวขวา และสัญญาณไฟต่างๆ ในการสร้างรถอัจฉริยะสิ่งที่นำมาใช้พิจารณาประกอบไปด้วย 5 ส่วน ได้แก่

1. **ส่วนทางกล** อาจจะเป็นกลไกพิเศษที่ติดตั้งในรถทั่วไปที่มีขาย ในท้องตลาด และสามารถควบคุมให้เป็นรถอัจฉริยะได้ และอีกแนวทางหนึ่งอาจจะเป็นการบังคับระบบภายในของรถยนต์โดยตรงเลย อีกส่วนคือระบบรองรับการสั่นสะเทือน
2. **ส่วนทางไฟฟ้า** ได้แก่ ระบบเครือข่ายแบบฉลาดและเชื่อถือได้สำหรับรถอัจฉริยะ และระบบกำลังไฟฟ้าสำหรับรถอัจฉริยะ
3. **ส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทต่างๆ** เช่น ระบบการใช้สัญญาณภาพในการตรวจจับถนนและสิ่งกีดขวาง ระบบนำทางบนรถอัจฉริยะ และระบบการหลบหลีกและ การแยกแยะ
4. **ส่วนของระบบควบคุม** คือ ด้านเครื่องยนต์ เบรก และทิศทางการเคลื่อนที่
5. **ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้** จะใช้ในการแสดงผลและควบคุมทางไกล

ในปี พ.ศ. 2550 บริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมกับสมาคมวิชาการหุ่นยนต์ไทย และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย (เอไอที) ได้จัดให้มีการแข่งขันแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะขึ้นใช้ชื่อในการแข่งขันว่า การแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะชิงแชมป์ประเทศไทย 2007 (Thailand Intelligent Vehicle Challenge 2007) ในการแข่งขันครั้งนี้ ทีมที่ได้รับรางวัลชนะเลิศได้แก่ ทีม Jack-O-Lantern จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ได้แก่ทีม Aerotronix I จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย [26]

ในปี พ.ศ. 2551 บริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมกับสมาคมวิชาการหุ่นยนต์ไทย และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย (เอไอที) ได้จัดให้มีการแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะขึ้นใช้ชื่อว่า "การแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะชิงแชมป์ประเทศไทย 2008 (Thailand Intelligent Vehicle Challenge 2008)" ทีมที่ได้รับรางวัลชนะเลิศได้แก่ ทีม Arrive จากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และรองชนะเลิศได้แก่ ทีม PAPAYA จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (เอไอที) [27]

ในปี พ.ศ. 2552 บริษัทซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด กับสมาคมวิชาการหุ่นยนต์ไทย และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย (เอไอที) ได้จัดให้มีการแข่งขันแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะขึ้นใช้ชื่อในการแข่งขันว่า การแข่งขันสร้างรถอัจฉริยะชิงแชมป์ประเทศไทย 2009 (Thailand Intelligent Vehicle Challenge 2009) ทีมที่ได้รับรางวัลชนะเลิศได้แก่ ทีมขึ้นช่าย จาก สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (เอไอที) และรองชนะเลิศได้แก่ ทีม Air Force II จากโรงเรียนนายเรืออากาศ [28]

การแข่งขันรถอัจฉริยะชิงแชมป์แห่งประเทศไทยมีบทบาทสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากการแข่งขันในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา ผู้เข้าร่วมแข่งขันทุกคนที่มีความตั้งใจความมุ่งมั่น ที่จะสร้างสรรค์ผลงานการประดิษฐ์รถอัจฉริยะ โดยมีสถิติการแข่งขันที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ในอนาคตประเทศไทยจะสามารถนำเทคโนโลยีที่มาจากเวทีการแข่งขันหุ่นยนต์หรือระบบกลไกเครื่องยนต์ที่มาจากการแข่งขันเหล่านี้ นอกจากนี้ได้มีบริษัทของคนไทย ที่ทำการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์จนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริงและเป็นที่ยอมรับ เช่น หุ่นยนต์ดินสอ จากบริษัท CT Asia Robotics [29]

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับ

อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ที่ถูกติดตั้งลงบนรถเปรียบเสมือนประสาทการรับรู้ของมนุษย์ที่จะใช้พิจารณาในการรับรู้ เพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น การมองเห็น การเข้าใจสัญญาณจราจร การรับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวางบนถนน การตัดสินใจเลือกเส้นทางการเคลื่อนที่ตามต้องการ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการขับขี่ให้ปลอดภัยเหล่านี้จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่างๆ มาเป็นตัวรับค่าข้อมูล แล้วส่งค่าข้อมูลเหล่านั้นไปให้ระบบตัดสินใจกลางทำการวิเคราะห์ และตัดสินใจว่าจะสั่งการควบคุมรถอย่างไรต่อไป ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่ติดตั้งลงบนรถอัตโนมัติมี ดังนี้

2.3.1 อุปกรณ์ GPS

GPS ย่อมาจาก "Global Positioning System" คือ ระบบที่ระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก จากกลุ่มดาวเทียม 24 ดวงที่โคจรอยู่รอบโลก ซึ่งถ้ามีอุปกรณ์รับข้อมูลติดตั้งอยู่ จะทำให้สามารถแสดงตำแหน่งนั้นอย่างแม่นยำ

เนื่องจากการที่ระบบ GPS สามารถที่จะจัดเก็บค่าพิกัดได้ด้วยความรวดเร็ว และมีความถูกต้องสูง ซึ่งจะทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงทำให้มีการนำระบบ GPS ไปใช้ในงานด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับงานทางด้านแผนที่และงานทางด้านการสำรวจจึงทำให้ระบบ GPS มีความสำคัญมากขึ้น ดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจด้วยระบบ GPS จะมีด้วยกันทั้งหมดในปัจจุบัน 24 ดวง ครบตามที่กระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกากำหนดไว้ในโครงการ GPS โดยที่ดาวเทียมทั้งหมดจะโคจรครอบคลุมทั่วทั้งโลก [17]

การทำงานของ GPS Receiver

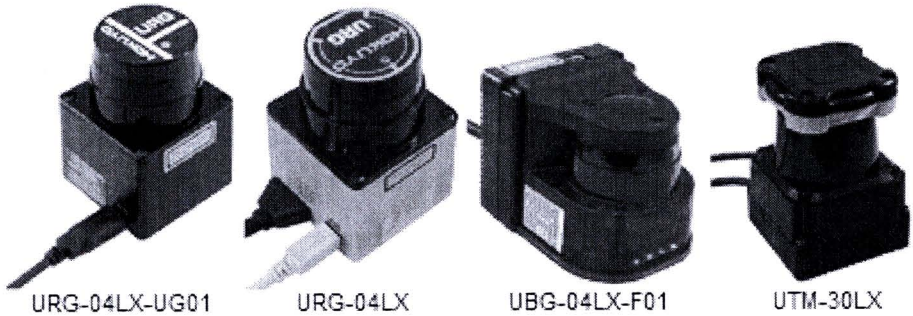
การที่เครื่องรับสัญญาณจะสามารถกำหนดค่าพิกัด (X,Y) ได้จะต้องรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 3 ดวงขึ้นไป แต่ถ้ารับได้ 4 ดวงก็จะสามารถกำหนดค่าพิกัด (X,Y) พร้อมทั้งค่าความสูง (Z) ของตำแหน่งนั้นได้ด้วย โดยหลักการของเครื่อง GPS คือ ทำการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่อง GPS ซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่

แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่อง GPS โดยสูตรคำนวณทางฟิสิกส์คือ ความเร็ว * เวลา = ระยะทาง

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ สัญญาณ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และสัญญาณ Precise Positioning Service (PPS) ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร[17] และเครื่องรับจะทำการรับสัญญาณจากดาวเทียม อย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน เครื่องจะใช้ดาวเทียม 3 ดวง ในการคำนวณเพื่อหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว โดยกำหนดให้ความสูงคงที่ (ผู้ใช้ต้องป้อนค่าความสูงที่ทราบ ให้กับเครื่อง) และในกรณีที่รับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 4 ดวง เครื่องจะใช้ดาวเทียม 4 ดวงในการคำนวณ ตำแหน่งพิกัดและความสูงได้ โดยไม่จำเป็น ต้องป้อนค่าความสูงให้กับเครื่อง

2.3.2 อุปกรณ์ Laser Range Finder

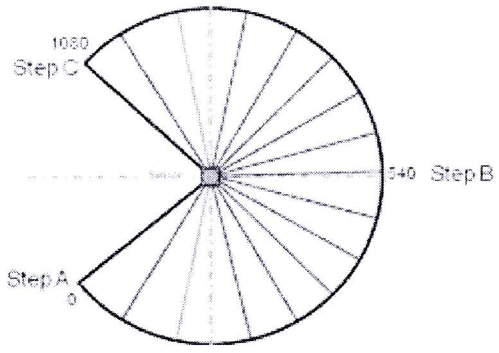
Laser Range Finder เป็นอุปกรณ์ประเภท Sensor ที่ใช้ในการวัดระยะทางโดยการยิงลำแสง Laser ออกไปกระทบกับวัตถุต่างๆ ที่อยู่ด้านหน้า ทำให้ทราบถึงระยะห่างของวัตถุที่อยู่ด้านหน้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 อุปกรณ์ประเภท Laser Range จากบริษัท Hokuyo [23]



รูปที่ 2.1 Laser Range Finder รุ่นต่างๆของบริษัท Hokuyo

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 13 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 249772
เลขเรียกหนังสือ

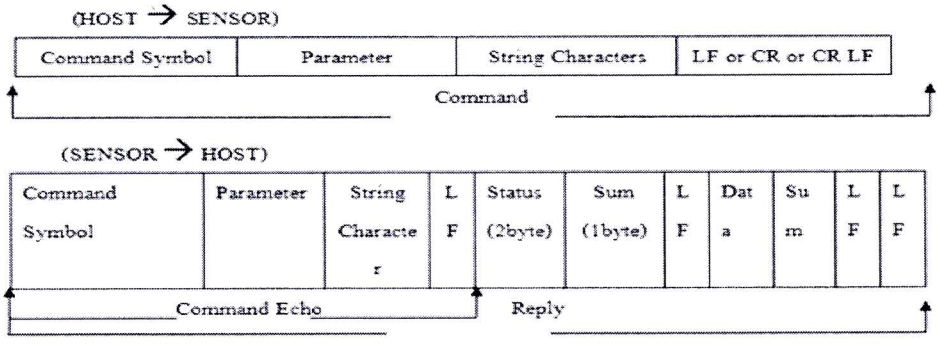
1) การตรวจวัดของ Laser Range



รูปที่ 2.2 ลักษณะการตรวจวัดของ Laser Range [31]

จากรูปที่ 2.2 เป็นการแสดงมุมทั้งหมดที่ตัวเครื่องสามารถจะอ่านได้ โดยรุ่นที่ใช้นี้เป็นรุ่น UTM-30LX สามารถอ่านได้มุมกว้างสูงสุด 270 องศา ในการอ่านแต่ละครั้งจะอ่านได้ 1080 steps แสดงว่าแต่ละองศาจะมีความละเอียดในการอ่าน 4 steps

2) Format ที่ใช้ในการติดต่อของโปรโตคอล SCIP2.0



รูปที่ 2.3 ลักษณะ Format ที่ใช้ในการติดต่อของ Laser Range [32]

จากรูปที่ 2.3 เป็นการแสดงตัวอย่างคำสั่งในรูปแบบ SCIP 2.0 เพื่อสั่งการให้เครื่อง Laser Range อ่านค่า ทั้งนี้คำสั่งจะถูกส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และเมื่อเครื่อง Laser Range ทำการอ่านค่าสมบูรณ์แล้ว จะส่งข้อมูลตอบกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

3) ชุดคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับ Laser Range

Sensor Information Command

- VV Command เมื่อได้รับคำสั่งจะทำการส่งรายละเอียดต่างๆ กลับมา
- PP Command เมื่อได้รับคำสั่งจะทำการส่งข้อจำกัดของเซนเซอร์กลับมา
- II Command เมื่อได้รับคำสั่งจะทำการส่งสถานภาพการทำงานกลับมา

Measurement Enable/Disable Command

- BM Command เปิดเซนเซอร์ให้พร้อมทำงาน
- QT Command ปิดเซนเซอร์

RS232C Baud Rate Setting Command

- SS Command ใช้เพื่อปรับค่าอัตราการส่งข้อมูลเมื่อติดต่อกับ RS232

Distance Acquisition Command

- MD/MS Command เมื่อเซนเซอร์ได้รับคำสั่ง จะทำการวัดค่าหลังจากประมวลผลคำสั่งเสร็จ
- GD/GS Command เมื่อเซนเซอร์ได้รับคำสั่ง จะส่งค่าที่วัดได้ล่าสุดกลับ

Motor Speed Setting Command

- CR Command ใช้ในการปรับความเร็วของมอเตอร์

Time Stamp Adjusting/Acquisition Command

- TM Command ใช้เพื่อปรับค่าเวลา และรับค่าเวลาจากเซนเซอร์ถึงโฮสต์

Reset Command

- RS Command รีเซ็ต

4) MD/MS Command

คำสั่งนี้ใช้สำหรับสั่งให้เซนเซอร์ทำการตรวจหาระยะทาง ซึ่งเมื่อเซนเซอร์ได้รับคำสั่งแล้วจะทำการส่งข้อมูลมาเป็น Format ซึ่งในส่วนแรกของ Format นั้นคือ Echo เป็นการทวนคำสั่งกลับมายังโฮสท์ จากนั้นต่อท้ายด้วย Data ซึ่งก็ คือ ระยะทางที่ได้จากการสแกน สำหรับคำสั่ง MD และ MS นั้นจะมีการทำงานคล้ายกัน แต่คำสั่ง MD นั้นจะใช้กับข้อมูลแบบ Three Character Encoded Data ส่วนคำสั่ง MS นั้นจะใช้กับข้อมูลแบบ Two Character Encoded Data ซึ่งในที่นี้ข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นแบบ Three Character Encoded Data ดังนั้นจึงใช้คำสั่ง MD ในการสั่งงาน Laser Range

รูปที่ 2.4 เป็นการแสดงโปรโตคอลสำหรับคำสั่ง MD ที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเซนเซอร์ และรูปที่ 2.5 แสดงโปรโตคอลที่เซนเซอร์จะตอบกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

(HOST → SENSOR)

M (4dH)	D (44H) or S (53H)	Starting Step (4bytes)	End Step (4 bytes)	Cluster Count (2bytes)	Scan Interval (1 byte)
Number of Scans (2 bytes)	String Characters (max 16-letters)	LF (1 byte)			

รูปที่ 2.4 ลักษณะ Format ที่ส่งคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ถึง Laser Range

(SENSOR → HOST)

M	D or S	Starting Step	End Step	Cluster Count	Scan Interval
Number of Scans	LF	String Characters		LF	
0	0	P	LF	LF	

รูปที่ 2.5 ลักษณะ Format Echo ที่ได้จาก Laser Range

MD คือ สัญลักษณ์ของคำสั่งที่ใช้ในการสั่งการให้กับ Laser Range

Starting Step คือ Step เริ่มต้นที่จะให้ Laser Range ทำการ Scan

End Step คือ Step สุดท้ายที่จะให้ Laser Range ทำการ Scan

Cluster Count คือ เมื่อค่าที่ได้จาก Laser Range มีมากกว่า 1 ค่า หรือกำหนดให้Cluster Count มากกว่า 1 Laser Range จะทำการเลือกค่าที่น้อยกว่าให้เป็นค่าจริง ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดให้ Cluster Count เป็น 03 ค่าที่ได้จาก Laser Range จะมี 3 ค่า เช่น 3050, 3055, 3059 Laser Range จะเลือกค่าที่น้อยที่สุดมาเป็นค่าจริงซึ่งก็คือ 3050

Scan Interval คือ การกำหนดรอบที่จะให้ Laser Range ทำการอ่านค่า ยกตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดให้ Laser Range ทำการ Scan 5 รอบ แล้วให้ Scan Interval เท่ากับ 2 ตัวเครื่องจะส่งค่าที่อ่านได้ในครั้งที่ 1 และข้ามไปอ่านครั้งที่ 3 และ 5 ตามลำดับ

Numbers of Scan คือ จำนวนรอบที่จะให้ Laser Range ทำการ Scan

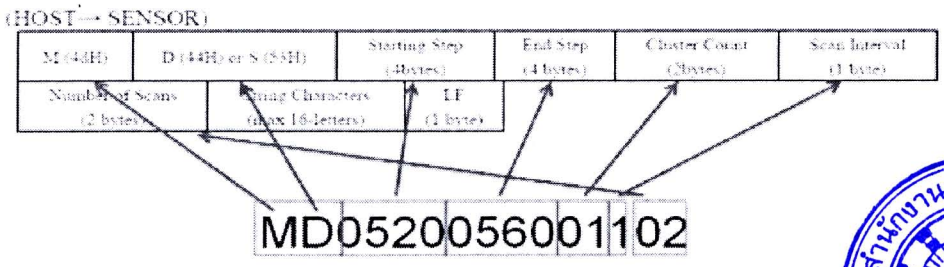
String Character คือ ข้อมูลที่ต้องการจะเพิ่มเติมให้กับ Laser Range

Remaining Scan คือ จำนวนรอบที่เหลือ ที่ Laser Range จะทำการ Scan

Data Block คือ Block ของค่าที่ได้จาก Laser Range ซึ่งจะมีขนาดเท่ากับ 64Bytes

5) ตัวอย่าง Data Format ที่ได้จาก Laser Range

รูปที่ 2.6 แสดงคำสั่งที่ใช้สั่งการให้ Laser Range อ่านค่าระยะตั้งแต่ Step ที่ 520 ถึง Step ที่ 560 โดยทำการ Scan สองครั้ง คำสั่งที่ใช้คือ MD0520056001102



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 2.6 ลักษณะ Format ของ คำสั่ง MD0520056001102

2.3.3 อุปกรณ์กล้อง Webcam

ดวงตานับเป็นอวัยวะสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของมนุษย์ โดยกระบวนการมองเห็นจะเริ่มจาก แสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ดวงตาไปยังจอรับภาพ และส่งต่อไปยังสมองเพื่อแปลผลและวิเคราะห์ความหมาย ซึ่งการประมวลผลภาพที่เป็นเรื่องไม่ยากสำหรับมนุษย์ แต่เป็นเรื่องที่ซับซ้อนมากสำหรับระบบอัตโนมัติ โดยกระบวนการตีความและทำความเข้าใจกับภาพนี้รวมเรียกว่ากระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) [18]

ความพยายามทางด้านการประมวลผลภาพได้เริ่มขึ้นในปี 1964 ณ ห้องปฏิบัติการ Jet Propulsion (Pasasena California) [18] ซึ่งได้นำกระบวนการการประมวลผลภาพมาใช้ในการพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ ต่อมาได้มีการตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์สาขาใหม่มีชื่อว่า Digital image processing ซึ่งหลังจากนั้นงานทางด้านการประมวลผลภาพก็พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ และถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางเช่น ด้านการสื่อสารโทรคมนาคม การสื่อสารทางโทรทัศน์ การพิมพ์ กราฟิก การแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

Digital image processing จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำข้อมูลนี้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ข้อมูลที่ปรากฏจะอยู่ในรูปแบบดิจิตอลทั้งอินพุตและเอาต์พุต

Digital image analysis จะเกี่ยวกับกระบวนการในการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิตอล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิตอล แต่เอาต์พุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านั้น การวิเคราะห์ภาพที่ได้ประยุกต์มาจากการทำงานของตามนุษย์ (human vision) เรียกว่างานทางด้าน Computer Vision ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับ Digital image analysis นั่นเอง

กล้องเว็บแคมคือกล้องวีดีโอที่สามารถส่งผ่านข้อมูลภาพที่ต่อเนื่องให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริง ในปัจจุบันกล้องเว็บแคมได้ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายเพราะมีราคาถูก และมีคุณภาพดีเพียงพอ โดยค่าความละเอียดที่ได้มีตั้งแต่ 320 x 240 pixel ไปจนถึงความละเอียด 800 x 600 pixel [30]

2.3.4 อุปกรณ์ Digital Compass Module

Digital Compass Module (โมดูลเข็มทิศดิจิตอล) ออกแบบมาสำหรับช่วยในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อัตโนมัติ และนำมาใช้ ในการสร้างเครื่องมือวัดและตรวจสอบทิศระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยอุปกรณ์สำคัญคือ ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กจำนวน 2 ตัว เพื่อให้มีความไวเพียงพอในการตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก (Earth magnetic field) และไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับสัญญาณจากตัวตรวจจับมาประมวลผลเป็นข้อมูลดิจิตอลและสัญญาณพัลส์สำหรับแจ้งผลการวัดทิศทาง [24]

การอ่านค่าสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล

การอ่านค่าทิศทางจากเอาต์พุตสัญญาณพัลส์

การอ่านค่าสัญญาณในโหมดนี้ เป็นการนำค่าความกว้างพัลส์ที่ได้จากเอาต์พุตสัญญาณพัลส์ของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล มาระบุตำแหน่งองศา จาก 0 ถึง 359.9 องศา โดยมีย่านของค่าความกว้างสัญญาณพัลส์ จาก 1 มิลลิวินาทีไปจนถึง 36.99 มิลลิวินาที มีความละเอียด 0.1 มิลลิวินาทีต่อองศา ในสัญญาณพัลส์แต่ละไซเคิล มีช่วงลอจิก 0 กว้าง 65 มิลลิวินาที

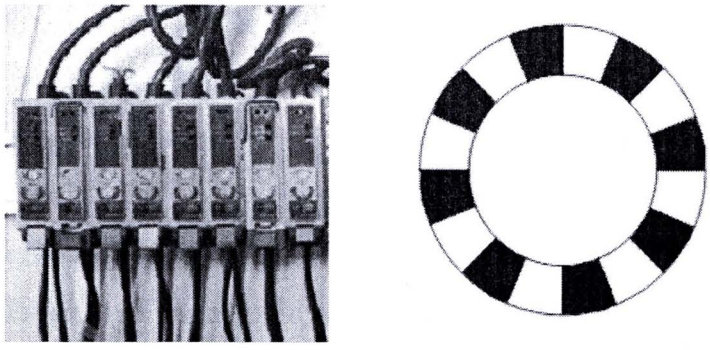
ดังนั้นในการนำสัญญาณพัลส์มาประมวลผลเป็นค่ามุม จึงต้องใช้การนับความกว้างของสัญญาณพัลส์เป็นหลักในการคำนวณหาค่ามุมที่โมดูลเข็มทิศดิจิตอลวัดได้

การอ่านค่าทิศทางเป็นข้อมูลดิจิตอลผ่านระบบบัส I^2C

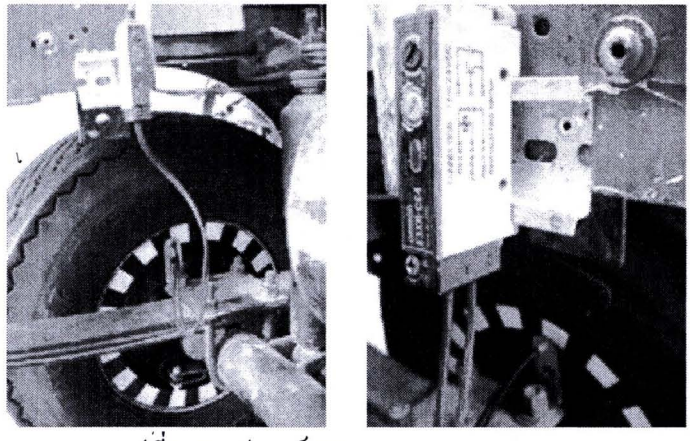
การอ่านค่าจากโมดูลเข็มทิศดิจิตอล ให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำสูงควรเลือกเอาต์พุตข้อมูลดิจิตอลผ่านระบบบัส I^2C โดยการนำค่าข้อมูลดิจิตอลของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล มาระบุตำแหน่งองศา จาก 0 ถึง 359.9 องศา โดยค่าข้อมูลดิจิตอลจะสามารถส่งข้อมูลของตำแหน่งออกมาที่ความละเอียดสูงสุด 0.1 องศา โดยไม่จำเป็นต้องมีการคำนวณหรือแปลงค่าใด ๆ อีก

2.3.5 อุปกรณ์ Wheel Encoder

อุปกรณ์ Wheel Encoder ได้มีการออกแบบและสร้างขึ้น เพื่อช่วยในการหาระยะทางการเคลื่อนที่ของรถ โดยอุปกรณ์ Wheel Encoder ได้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสง และจานแถบสีขาว-ดำ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ตรวจจับแสง และจานแถบสีขาว-ดำ



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ Wheel Encoder

อุปกรณ์ตรวจจับแสง จะอาศัยหลักการสะท้อนของแสง กล่าวคือ จะมีอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง ปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับจานแถบสีขาว-ดำ ก็จะเกิดการสะท้อนแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสง ทั้งนี้อัตราส่วนของการสะท้อนแสงขึ้นอยู่กับสี และสภาพความมันวาวของวัตถุที่สะท้อน เช่น ถ้าอุปกรณ์ตรวจจับแสงปล่อยแสงออกไปกระทบกับพื้นผิวสีดำ ซึ่งมีอัตราการสะท้อนกลับน้อย อุปกรณ์รับแสงก็จะตรวจจับได้แสงน้อยและคำนวณเป็นค่าลอจิก “0” แต่ถ้าอุปกรณ์ตรวจจับแสงปล่อยแสงออกไปกระทบกับพื้นผิวสีขาว ซึ่งมีอัตราการสะท้อนแสงกลับมาก ตัวรับแสงก็จะแปลความว่าเป็นลอจิก “1”

2.4 การประมวลผลภาพ

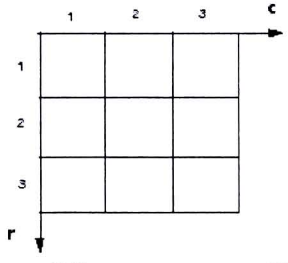
การประมวลผลภาพของงานวิจัยการพัฒนาระบบรถอัจฉริยะ ใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพจาก Webcam ดังนั้น หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะเป็นเรื่องของการประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) โดยสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ [18-19]

ในที่นี้จะสรุปเนื้อหาเบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพในหัวข้อ ความรู้พื้นฐานด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล ระบบสีและการแปลงระบบสี การทำ Threshold การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) การหาขอบของวัตถุ

2.4.1 ความรู้พื้นฐานด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอล จะเกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อมูลนี้ไป ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งการรับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจะอยู่ในรูปแบบดิจิตอลเท่านั้น

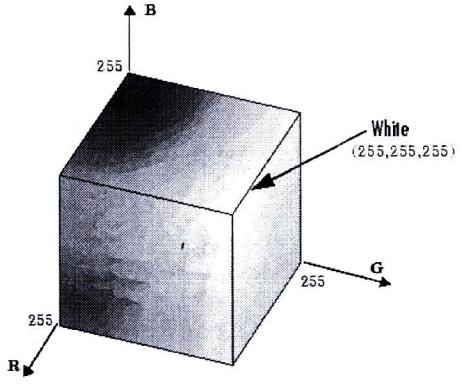
ในการประมวลผลภาพดิจิตอล เมื่อระบบได้รับข้อมูลภาพเข้าไปแล้วจะทำการคำนวณและส่งออกมาเป็นข้อมูลที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านั้น การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปร Array ดังรูปที่ 2.9 โดยค่าในแต่ละช่องจะแสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ (Pixel) และตำแหน่งของช่อง Array เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ



รูปที่ 2.9 พิกัดของระบบภาพดิจิตอล

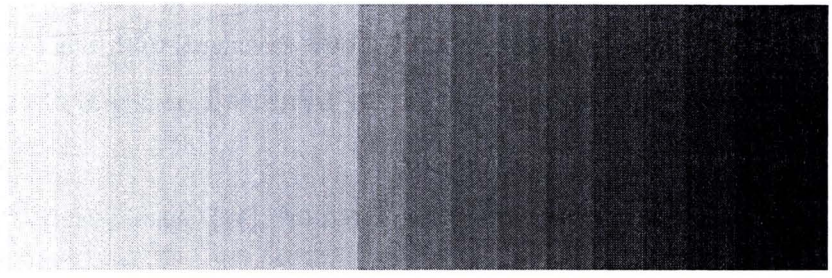
2.4.2 ระบบสีสำหรับภาพดิจิทอล

ระบบสี RGB คือระบบที่มีค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ค่าใดค่าหนึ่งหรือหลายๆ ค่ารวมกัน โดยแต่ละสีจะมีค่าตั้งแต่ 0 - 255 ดังรูป 2.10 ซึ่งระบบสี RGB จะได้จากการถ่ายภาพของกล้อง Webcam โดยจะนำภาพที่ได้ไปเข้ากระบวนการแปลงระบบสี



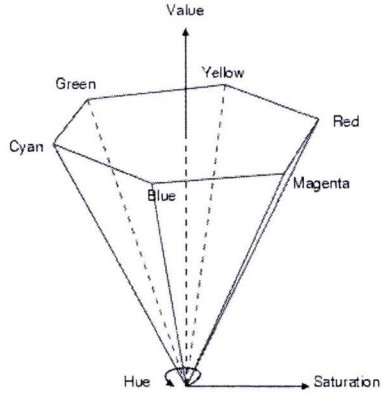
รูปที่ 2.10 ระบบสี RGB [18]

ระบบสี Grayscale คือระบบที่มีค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเท่ากัน ภาพจึงออกมาในโทนสีขาวดำ โดยจะนำระบบสี Grayscale ไปเข้ากระบวนการทำ Threshold



รูปที่ 2.11 ระบบสี Grayscale [18]

ระบบสี HSV (Hue, Saturation, Value) Color Model ถูกเสนอโดย A.R. Smith (1978) มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้สะดวกในการใช้สีต่างๆ มากกว่าที่ใช้เฉพาะแม่สีทั้งสาม โดยแบบจำลองสี HSV จะให้ความหมายที่ดีกว่า เมื่อกล่าวถึง สีต่าง ๆ ในเชิงศิลปะ เช่น เมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อน สีเหลืองแก่ หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสี คือสีเหลือง ที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้น HSV เป็นระบบสีที่อาศัยหลักการใช้ Hue, Saturation และ Value ซึ่งโมเดลสีนี้ประกอบด้วย 3 ค่า ได้แก่ [20]



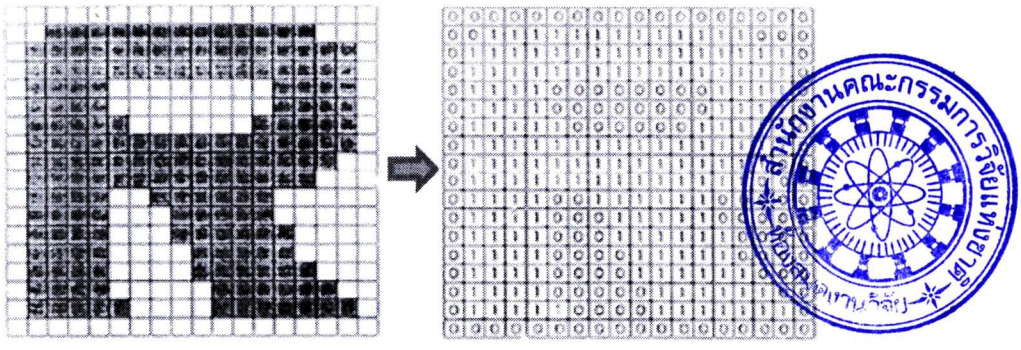
รูปที่ 2.12 ระบบสี HSV [18]

H หมายถึง Hue คือค่าของสี เช่นสีแดง สีเหลือง สีเขียว วัดเป็นมุมระหว่าง 0 – 360 องศา ซึ่งสีแดง สีเหลือง และสีเขียวจะมีค่าต่างกันสีละ 60 องศา

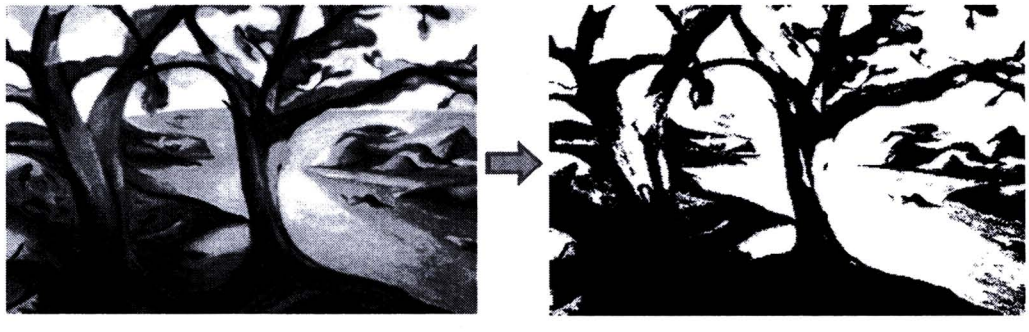
S หมายถึง Saturation คือค่าความเข้มของเนื้อสี หรือค่าความบริสุทธิ์ของสี ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่า สีที่ได้จะเป็นสีขาว แต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 หมายความว่า ไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่

V หมายถึง Value หรือ Brightness คือ ความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 โดยภาพจะสว่างมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อ Brightness มีค่าเพิ่มขึ้น โดย Value สูงสุดก็คือสีขาว และValue ต่ำสุด คือ สีดำ

ภาพไบนารี่ (Binary Image) [14] คือ ภาพที่มีความแตกต่างกันอยู่สองระดับคือ ขาวกับดำ โดยใช้ 0 และ 1 เป็นตัวระบุลักษณะขาวหรือดำ การมีความเข้มเพียงสองระดับในภาพไบนารี่ทำให้สามารถที่จะเลือกพิจารณาให้ความเข้มระดับหนึ่งแทนภาพของสิ่งที่สนใจ โดยจะเรียกพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้ว่าพิกเซลภาพ และความเข้มอีกระดับแทนพื้นหลังโดยพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้จะถูกเรียกว่าพิกเซลพื้นหลัง ในทางปฏิบัติในการพิจารณาภาพไบนารี่ มักจะไม่พิจารณาแต่ละพิกเซลแยกกันไป แต่จะสนใจ กลุ่มของพิกเซลที่อยู่ติดกัน หรือที่เรียกว่าพิกเซลเพื่อนบ้าน (connected) ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งเป็นการระบุค่าของสีในลักษณะเพียง 0 กับ 1 สำหรับรูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของภาพสีเทียบกับภาพไบนารี่



รูปที่ 2.13 รูปการสร้างภาพไบนารี [20]



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการแปลงภาพเป็นแบบ Binary [20]

2.4.3 การแปลงระบบสี

การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี Grayscale นั้นจะทำการคิดคำนวณค่าในแต่ละจุดสี โดยแทนค่า RGB ทั้งสามค่าใหม่ตามสมการที่ 2.1 [20]

$$\text{Intensity} = 0.2989 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B \tag{2.1}$$

สมการที่ 2.1 คือการแปลงระบบ RGB เป็นระบบสี Grayscale โดย Intensity คือ ค่าใหม่ของระบบสี Grayscale R คือ ค่าของสีแดง G คือ ค่าของสีเขียว และ B คือ ค่าของสีน้ำเงิน

การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี HSV นั้นมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ (2.2) (2.3) และ (2.4) [20]

กำหนดให้

R G B แทน ค่าของสีใน RGB Model มีค่าระหว่าง 0.0 – 1.0

H S V แทน ค่าของสีใน HSV Model

max = ค่าสูงสุดใน (R, G, B)

min = ค่าต่ำสุดใน (R, G, B)

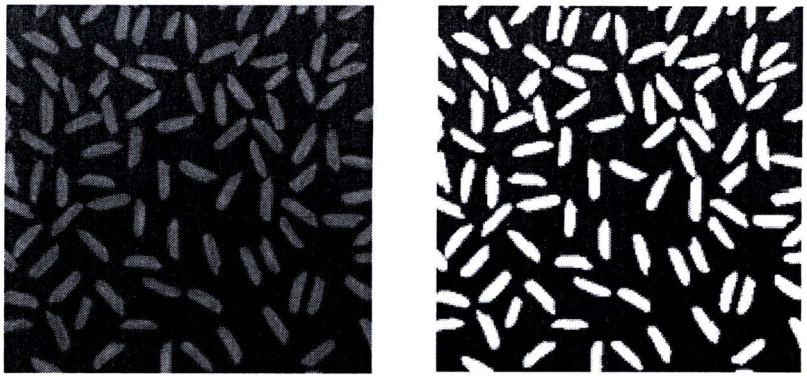
$$H \begin{cases} 60 \times \frac{G-B}{max-min} & \text{เมื่อ max = R} \\ 60 \times \frac{B-R}{max-min} + 120 & \text{เมื่อ max = G} \\ 60 \times \frac{R-G}{max-min} + 240 & \text{เมื่อ max = B} \end{cases} \tag{2.2}$$

$$S = 60 \times \frac{max-min}{max} \tag{2.3}$$

$$V = max \times 100 \tag{2.4}$$

2.4.4 การทำ Threshold

Threshold เป็นการแปลงภาพระบบ Grayscale ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 255 ให้เป็นภาพที่มีค่าเพียงสองระดับ (Binary Image) โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าความเข้มแสงของจุดภาพใดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่า Threshold ให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 0 หรือเป็นสีดำ และจุดภาพใดที่มีค่าสูงกว่าค่า Threshold ให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 1 หรือสีขาว ดังรูปที่ 2.15



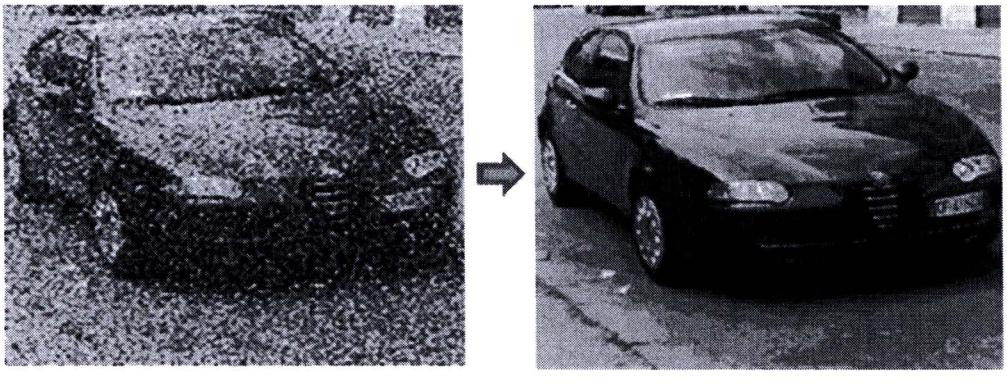
รูปที่ 2.15 ภาพในระบบสี Grayscale และภาพที่ทำ Threshold [20]

2.4.5 การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering)

การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) [14] คือ การนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

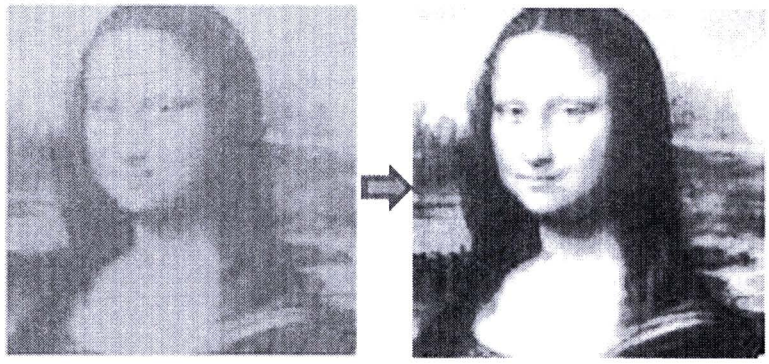
การกรองข้อมูลภาพ คือ การประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากในการใช้งานจริง ภาพที่ได้มักมีสัญญาณรบกวนปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเพื่อให้เหมาะแก่การประมวลผลในขั้นต่อไป

การปรับปรุงภาพที่มีสัญญาณรบกวน (Noise) เช่น จุดเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นในภาพ



รูปที่ 2.16 ภาพก่อนและหลังการกำจัด Noise [20]

การปรับความคมชัด (Contrast) คือ ลักษณะความเด่นชัดของเส้นและขอบ



ก่อนปรับ หลังปรับ

รูปที่ 2.17 ภาพก่อนและหลังการปรับความคมชัด [20]

2.4.6 Edge Detection

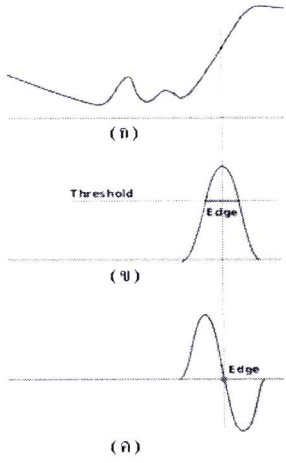
Edge Detection (การหาขอบภาพ) เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพดิจิทัล เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุก็จะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่หรือจดจำชนิดของวัตถุนั้นได้ โดย การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ และมีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้าหากความแตกต่างนั้นมีค่ามากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน ซึ่งวิธีการหาขอบภาพนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ Gradient method และ Laplacian method [21] ในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Gradient method

จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า Threshold [21] (รูปที่ 2.18 (ข)) จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Roberts, Prewitt, Sobel, Frie Chen และ Canny

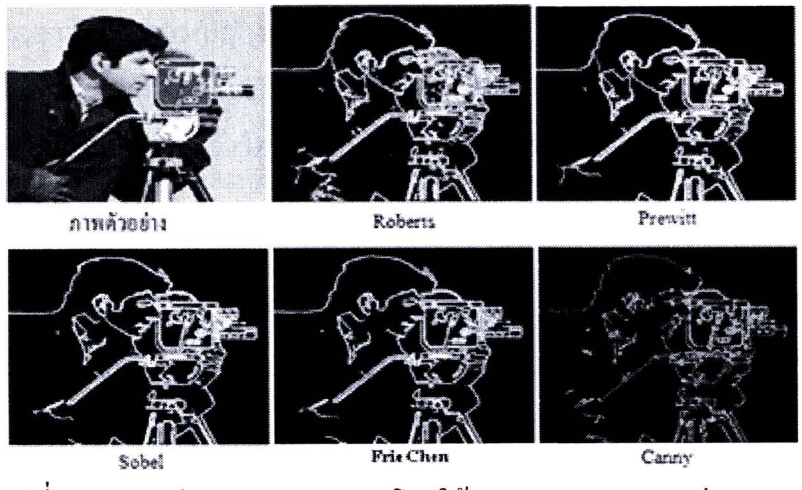
Laplacian method

จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 โดยใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zerocrossing) (รูปที่ 2.18 (ค)) ซึ่งจะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น [21]



รูปที่ 2.18 หลักการของการหาขอบด้วยวิธีต่างๆ [21]
(ก) ข้อมูลมีความแตกต่างของระดับความเข้มของสี (GIMP 2004)
(ข) การหาขอบด้วยวิธี Gradient method
(ค) กราฟการหาขอบด้วยวิธี Laplacian method

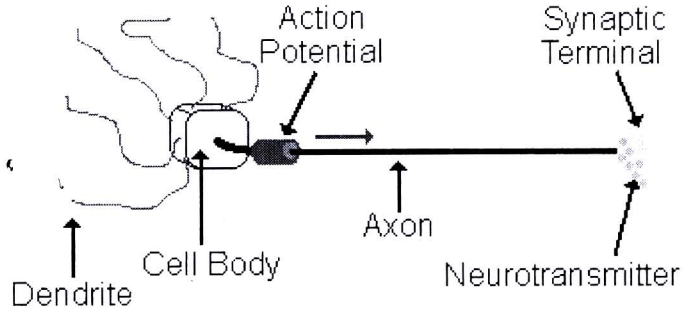
ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Matlab ในการหาขอบภาพ ซึ่งมีคำสั่งที่ใช้ในการหาขอบทั้งหมด 5 วิธี ดังนี้ Roberts, Prewitt, Soble, Frie Chen และ Canny ซึ่งในการหาขอบภาพทั้ง 5 วิธีนี้สามารถนำมาใช้ในการหาขอบภาพได้ทั้งหมด โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Canny ในการหาขอบภาพ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้อีกด้วย ตัวอย่างภาพที่ผ่านการหาขอบทั้ง 5 วิธีโดยใช้โปรแกรม Matlab ได้แสดงในรูปที่ 2.19 ซึ่งจากรูปตัวอย่างจะพบว่าการหาขอบภาพ ด้วยวิธี Canny จะให้รายละเอียดได้ดีที่สุดและใช้ได้ในกรณีที่ความแตกต่างของสีมีน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการหาขอบภาพโดยใช้ Edge detector แบบต่างๆ [20]

2.5 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [14,30] หรือที่มักจะเรียกสั้นๆ ว่า ข่ายงานประสาท (Neural Network หรือ Neural Net) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาท หรือ นิวรอน (Neurons) และ จุดประสานประสาท (Synapses) ตามโมเดลนี้ ข่ายงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท จนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน



รูปที่ 2.20 โครงสร้างเซลล์สมอง [14]

หลักการของ Neural Network คือ การประสานช่องว่างระหว่างมนุษย์ และคอมพิวเตอร์ โดยจำลองการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทของมนุษย์มาไว้บนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีหลักการ คือ การเรียนรู้ จากตัวอย่างที่มีอยู่ หรือกล่าวได้ว่าเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวต่างจาก von Neumann machines ซึ่งมีพื้นฐานเป็นการประมวลผลทางด้านข้อมูล ทั้งนี้ neural network ก็มีข้อจำกัดคือผลลัพธ์ที่ได้จาก Neural Network หรือ ค่าน้ำหนัก (Weight) ไม่ได้ระบุถึงเหตุผลว่า ทำไมถึงได้คำตอบเช่นนี้ อย่างไรก็ตาม neural network เหมาะสำหรับแก้ปัญหาหลักๆ 3 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่ไม่สามารถสร้าง Algorithmic Solution
2. ปัญหาที่เรามีตัวอย่างของพฤติกรรมมากๆ
3. ปัญหาที่เราต้องการดึงโครงสร้าง ออกจากข้อมูลที่มีอยู่

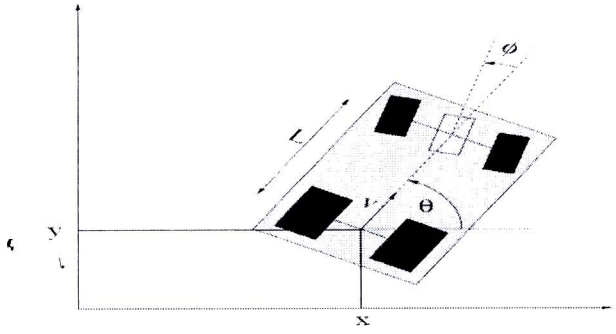
สิ่งที่ต้องทราบในการใช้ Neural Network จะมี 3 ประการ คือ

1. สามารถกำหนด input ที่ชัดเจน กล่าวคือ ต้องทราบว่าคุณลักษณะของข้อมูลใดเป็นคุณลักษณะที่สำคัญและส่งผลต่อผลลัพธ์
2. สามารถกำหนด output ที่ชัดเจน ซึ่งจะต้องทราบว่า ต้องการให้ระบบทำนายค่าของอะไร

3. ประสบการณ์ต้องมีอย่างเพียงพอ กล่าวคือต้องมีตัวอย่างมากพอในการเรียนรู้

2.6 การประมาณการเคลื่อนที่

ระบบ Odometry เป็นการนำค่าข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น จำนวนรอบที่ได้จาก Encoder และทิศทางของรถจาก Digital Compass Module มาทำการหาพิกัดโดยประมาณ ซึ่งจะนำค่าจากอุปกรณ์ตรวจจับ มาเข้าสูตรสมการเพื่อทำการคำนวณหาพิกัด



รูปที่ 2.21 โมเดลจำลองการเคลื่อนที่ของรถ [22]

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

จากรูปที่ 2.21 เป็นภาพของรถและระบบรวมที่ถูกใช้งานซึ่งมีตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- Ø คือ ค่าองศาการเลี้ยวของล้อรถ
- θ คือ ทิศทางหน้ารถ
- L คือ ระยะระหว่างแกนล้อหน้ากับแกนล้อหลัง (ซม.)
- V คือ ความเร็วของรถ

โดยจะทำการนำค่าข้อมูลที่ได้ทั้งหมดในข้างต้นมาคำนวณเข้าสูตร ดังต่อไปนี้ [22]

การคำนวณหาระยะทาง

$$\text{distance} = \frac{\Delta\text{encoder} \times 2\pi r}{\text{tick}} \quad (2.5)$$

$$\Delta\text{encoder} = \frac{\Delta\text{encoder}_{\text{left}} + \Delta\text{encoder}_{\text{right}}}{2} \quad (2.6)$$

$$\Delta\text{encoder}_{\text{right}} = \text{encoder}_{\text{right_current}} - \text{encoder}_{\text{right_previous}} \quad (2.7)$$

$$\Delta\text{encoder}_{\text{left}} = \text{encoder}_{\text{left_current}} - \text{encoder}_{\text{left_previous}} \quad (2.8)$$

สมการที่ 2.5 เป็นสมการหาระยะทาง (distance)โดยมาจากค่าผลต่างของ Encoder ($\Delta encoder$) คูณกับเส้นรอบวงของ Wheel encoder ($2\pi r$) โดยที่ r คือรัศมีของ Wheel encoder แล้วนำมาหารด้วยจำนวนนับของ Wheel encoder ต่อหนึ่งรอบ (tick)

สมการที่ 2.6 เป็นสมการหาผลต่างของ Encoder ($\Delta encoder$) โดยได้มาจากการนำผลต่างของ Encoder ของล้อซ้าย($\Delta encoder_{left}$)บวกกับผลต่างของ Encoder ของล้อขวา ($\Delta encoder_{right}$) แล้วหารเฉลี่ยด้วย 2

สมการที่ 2.7 เป็นสมการหาผลต่างของ Encoder ล้อขวา ($\Delta encoder_{right}$) โดยได้จากการนำค่า Encoder ของล้อขวาปัจจุบัน ($encoder_{right_current}$) กับค่า Encoder ที่แล้วของล้อขวา ($encoder_{right_previous}$) มาลบกัน

สมการที่ 2.8 เป็นสมการหาผลต่างของ Encoder ล้อซ้าย ($\Delta encoder_{left}$) โดยได้จากการนำค่า Encoder ของล้อซ้ายปัจจุบัน ($encoder_{left_current}$) กับค่า Encoder ที่แล้วของล้อซ้าย ($encoder_{left_previous}$) มาลบกัน

การคำนวณหาความเร็ว

$$speed = \frac{\text{distance}}{\text{time}} \tag{2.9}$$

สมการที่ 2.9 เป็นสมการหาความเร็วนั้นจะได้จากการนำค่าระยะทาง (distance) ที่ได้จากสมการที่ 2.5 หารกับ Time stamp (time) ซึ่งได้จาก Message format 'tixxxx'

การคำนวณหาพิกัดตำแหน่งและทิศทาง

$$x_{new} = x_{old} + \dot{x} \text{ โดยที่ } \dot{x} = \cos\theta_{previous} \times speed \times time \tag{2.10}$$

$$y_{new} = y_{old} + \dot{y} \text{ โดยที่ } \dot{y} = \sin\theta_{previous} \times speed \times time \tag{2.11}$$

$$\theta_{new} = \theta_{old} + \dot{\theta} \text{ โดยที่ } \dot{\theta} = \frac{\tan\emptyset}{L} \times speed \tag{2.12}$$

สมการที่ 2.10 เป็นสมการหาพิกัดในแนวแกน X โดยตำแหน่ง X ใหม่ (x_{new}) จะเท่ากับตำแหน่ง X เก่า (x_{old}) บวกกับ $\dot{x}$ โดยที่ $\dot{x}$ เท่ากับค่า cos ของทิศทางหน้ารถที่($\cos\theta_{previous}$) คูณกับความเร็ว (speed) และ time stamp (time)

สมการที่ 2.11 เป็นสมการหาพิกัดในแนวแกน Y โดยตำแหน่ง Y ใหม่ (y_{new})จะเท่ากับตำแหน่ง Y เก่า (y_{old}) บวกกับ $\dot{y}$ โดยที่ $\dot{y}$ เท่ากับค่า sin ของทิศทางหน้ารถที่แล้ว ($\sin\theta_{previous}$) คูณกับความเร็ว (speed) และ Time stamp (time)

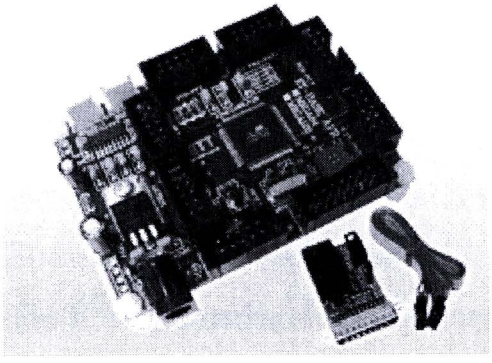
สมการที่ 2.12 เป็นสมการหาทิศทางหน้ารถโดยทิศทางใหม่ (θ_{new})จะเท่ากับทิศทางเก่า (θ_{old}) บวกกับ $\dot{\theta}$โดยที่ $\dot{\theta}$ เท่ากับค่า tan ขององศาการเลี้ยวของล้อรถหารด้วยระยะระหว่างแกนล้อหน้ากับแกนล้อหลัง ($\frac{\tan \delta}{L}$) คูณกับความเร็ว (Speed)

หลังจากนำค่าที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับมาทำการคำนวณผ่านสมการต่างๆแล้ว จึงได้ค่าพิกัด x,y และทิศทางของรถใหม่ ซึ่งจะนำค่าพิกัดที่ได้จาก Odometry ไปรวมกับค่าที่ได้จาก GPS เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้ค่าพิกัดตำแหน่งของรถ

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอน์โทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่างๆเพิ่มเติม ไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ ส่วนอินพุต(Input) หรือเอาต์พุต(Output) บางส่วนเข้าไปในตัวไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น [19] รูปที่ 2.22 ตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ Microcontroller ตระกูล Atmel AVR-128 [25]

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่นๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์ เตาอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ หุ่นยนต์ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ใช้งานในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพา ตัวต้านทาน แท่นบังคับ และEncoder รวมถึงการใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์

2.8 สรุป

จากเนื้อหาที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบย่อย ประกอบกับได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนาระบบอัตโนมัติต่างๆ ที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้ผู้พัฒนากำหนดแนวทาง และเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย ดังนี้

- **ระบบระบุตำแหน่ง และระบบนำทางด้วยแผนที่** ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี และอุปกรณ์ GPS เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อใช้ระบุตำแหน่ง และนำไปพัฒนาต่อให้สามารถเป็นระบบนำทางโดยใช้แผนที่ได้
- **ระบบระบุสิ่งกีดขวาง** ใช้ Laser Range Finder เป็นอุปกรณ์ตรวจจับ ทำหน้าที่ในการระบุให้ได้ว่ามีสิ่งกีดขวางหรือไม่ รวมทั้งขนาด และระยะห่างของรถกับสิ่งกีดขวาง
- **การระบุขอบทาง และการวิเคราะห์ป้ายจราจร** ใช้การประมวลผลเชิงภาพ (Digital Image Processing) ในการหาขอบของวัตถุ หรือการรู้จำสัญลักษณ์ต่างๆ อุปกรณ์ตรวจจับที่นำมาพัฒนาคือ USB Webcam camera และ Digital camera
- **Digital Compass Module** ใช้ในการบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ
- **Wheel Encoder** ใช้ในการหาระยะทางการเคลื่อนที่ของรถ
- **การประมาณการเคลื่อนที่** จะเป็นการนำค่าข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น จำนวนรอบที่ได้จาก Encoder และทิศทางของรถจาก Digital Compass Module มาทำการหาพิกัดโดยประมาณ
- **ไมโครคอนโทรลเลอร์** ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์มอเตอร์ และใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆ อีกด้วย