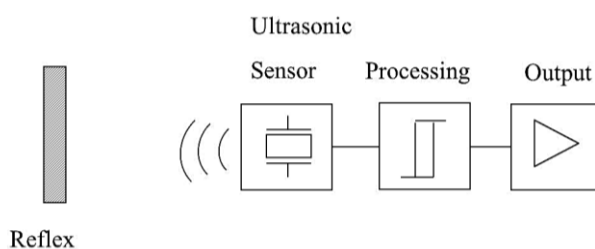


การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิก ทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่างเช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic Remote Control) และ เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic Cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง จากเครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งเกตุระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมาเครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 กิโลเฮิร์ต เพราะที่ความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการวัดการทำลายเนื้อเยื่อก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 เมกะเฮิร์ต ถึง 10 เมกะเฮิร์ต ขณะที่ความถี่เป็น กิกะเฮิร์ต (10^9 เฮิร์ต) ก็มีใช้กันในหลาย ๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่น ให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้ หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกว่า อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในปัจจุบันอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้

2.1.2 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์หน้าที่และการทำงาน

รูปแบบต่างๆ ของอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ชุดส่งสัญญาณ ชุดประมวลผล และชุดเอาต์พุต

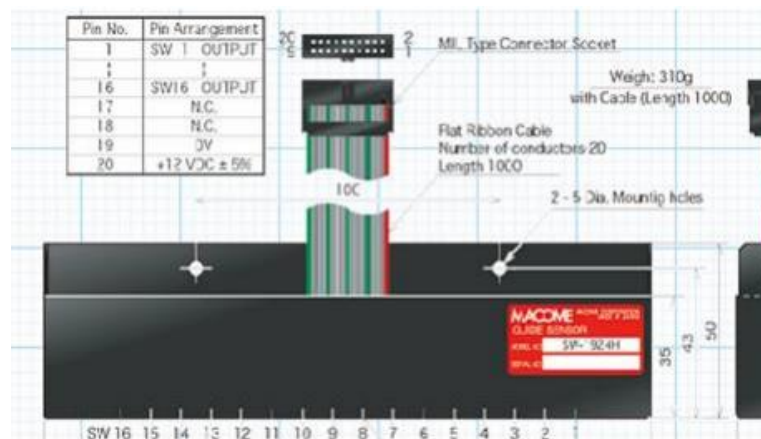


ภาพที่ 2-1 หลักการทำงานของอัลตราโซนิก

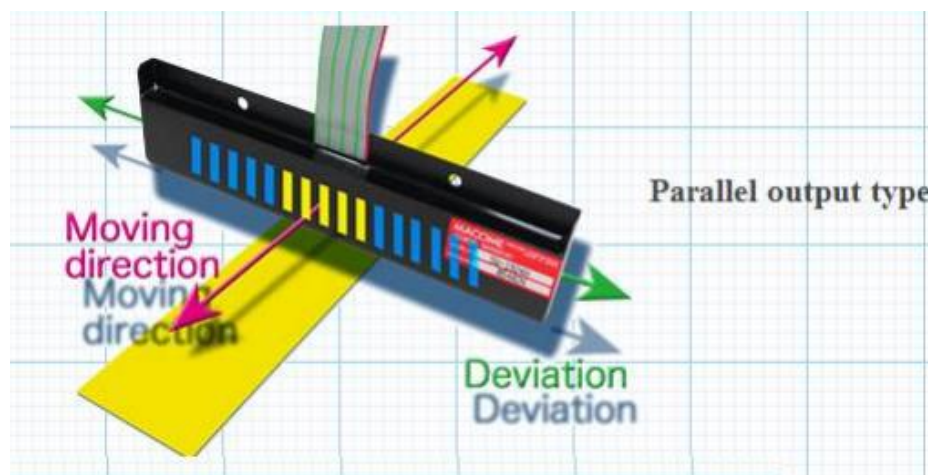
มักจะใช้เป็นภาครับ และ ภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า “ซาวด์พาร์เซลล์” (Sound Parcels) ให้ขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ของเวลาทำงานไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีการรับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น

2.2 เซ็นเซอร์นำทาง (Guided Sensor)

เส้นทางการขนส่งชิ้นงานในที่นี้จะถูกกำหนดด้วยการติดแถบแม่เหล็ก[15] เพื่อกำหนดทิศทางการวิ่งของรถ AGV ตัวตรวจจับจะติดอยู่ด้านหน้าของชุดล้อขับเคลื่อนการกำหนดตำแหน่ง ในการตรวจจับแถบแม่เหล็กของตัวเซ็นเซอร์ขึ้นอยู่กับโปรแกรม เมื่อทำการตรวจตำแหน่ง ของแถบแม่เหล็กการส่งสัญญาณเอาต์พุต ไปที่ชุดควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์บังคับล้อ



ภาพที่ 2-2 ลักษณะของเซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็ก



ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก

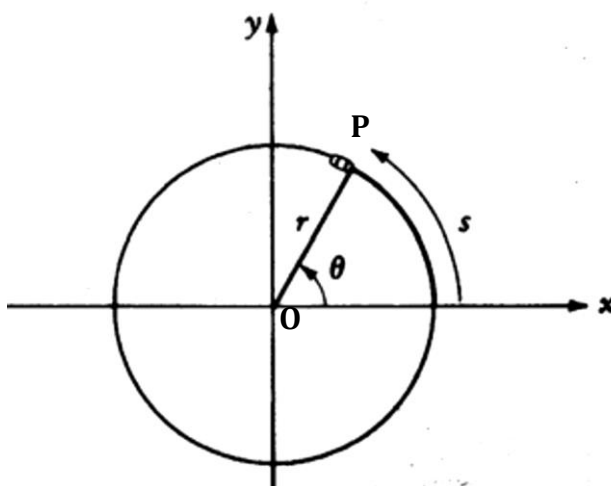
การนำตัวเซ็นเซอร์ของแถบแม่เหล็กไปใช้งานจะเห็นได้ว่าที่ตัวเซ็นเซอร์จะมีทั้งหมด 16 ช่องอินพุต แต่ความกว้างของแถบแม่เหล็กจะอยู่ที่ประมาณ 5 - 6 ช่องอินพุต ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดช่องอินพุตที่จะใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบโปรแกรม และเงื่อนไขการทำงาน

2.3 การเคลื่อนที่แบบหมุน (Rotational Motion)

การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบหมุน เช่น การที่ล้อรถหมุนรอบแกนที่ตรึงแน่น การเคลื่อนที่ของล้อดังกล่าวไม่สามารถถือได้ว่า วัตถุเหมือนกับอนุภาคหรือวัตถุก้อนเล็ก เพราะว่าจะมีลักษณะหนึ่งที่มีการเคลื่อนที่ แต่ละส่วนของวัตถุมีความเร็ว และความเร่งต่างกัน ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการพิจารณาจะถือว่าวัตถุดังกล่าว ประกอบด้วยวัตถุก้อนเล็ก ๆ มากมาย และแต่ละก้อนจะมีความเร็วและความเร่งเฉพาะของตัวเอง ในการศึกษาเรื่องการหมุนของวัตถุ จะต้องถือว่าวัตถุต่าง ๆ เป็นวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) ซึ่งหมายความว่า วัตถุที่ไม่สามารถ ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างได้ และ การถือว่าวัตถุทั้งหลายเป็นวัตถุแข็งเกร็งมีประโยชน์มากต่อการนำไปใช้งาน ส่วนการหมุนในที่นี้ถือว่าการหมุนรอบแกนที่ตรึงแน่น (Fixed Axis) และเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนอย่างเดียว (Pure Rotation Motion) โดยการเคลื่อนที่แบบหมุนเกิดขึ้นได้ทั้งวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ เช่น การหมุนของอิเล็กตรอนในอะตอมหรือการหมุนของพัดลมเพดาน เป็นต้น

2.3.1 ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม

จากภาพที่ 2-4 แสดงแผ่นวัตถุแข็งเกร็งอยู่บนระนาบ x, y และหมุนรอบแกนที่ตรึงแน่นผ่านจุด O ซึ่งตั้งอยู่กับระนาบ x, y ถ้าพิจารณาอนุภาคเล็กๆ บนวัตถุที่จุด P มีระยะห่างจากจุด O คงที่แล้วหมุนรอบจุด O ด้วยรัศมี r ซึ่งถือได้ว่าทุก ๆ จุดบนวัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบจุด O ถ้าให้จุด P มีโคออร์ดิเนตในระบบโพลาร์ เป็น (r, θ)



ภาพที่ 2-4 แสดงการหมุนของวัตถุแข็งเกร็งรอบจุด O

เมื่อมีการหมุนมุม θ จะเปลี่ยนแปลงไป แต่รัศมี r ยังคงที่ สมมติว่าจุด P เริ่มต้นเคลื่อนที่จากแกน $+x(\theta=0)$ ไปถึงจุด P ทำให้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง s ตามส่วนโค้งของวงกลม โดยมีความสัมพันธ์กับมุม θ และ r ดังนี้

$$s = r\theta \quad (2.1)$$

$$\text{หรือ } \theta = \frac{s}{r} \quad (2.2)$$

โดยมุม θ มีหน่วยเป็น เรเดียน (Radian) และมุม 1 เรเดียน หมายถึง มุมที่ล้อมรอบด้วยส่วนโค้ง ของวงกลมที่มีรัศมี r ดังนั้น ถ้าให้ส่วนโค้งของวงกลมเท่ากับ ความยาวของเส้นรอบวงของวงกลม ($2\pi r$) จะได้มุม $\theta = 360^\circ$ เมื่อใช้สมการ (2.2) จะได้ว่า $360^\circ = \frac{2\pi r}{r}$ หรือ 2π

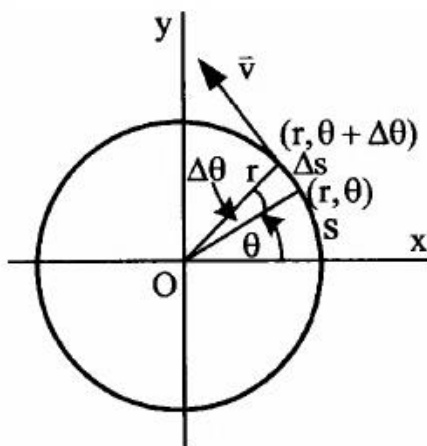
เรเดียน เท่ากับ 360° ดังนั้น 1 เรเดียน (rad) จะเท่ากับ $\frac{360^\circ}{2\pi} = 57.3^\circ$ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทั่วไป แสดงความสัมพันธ์ของมุมกับองศาได้ว่า

$$\theta(\text{rad}) = \frac{\pi\theta(\text{deg})}{180^\circ} \quad (2.3)$$

จะได้ว่า $60^\circ = \frac{\pi}{3}$ เรเดียน, $45^\circ = \frac{\pi}{4}$ เรเดียน, $30^\circ = \frac{\pi}{6}$ เรเดียน, $90^\circ = \frac{\pi}{2}$ เรเดียน

2.3.2 ความเร็วเชิงมุม

ถ้าพิจารณาภาพที่ 2-5 ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่จากพิกัด (r, θ) ไปยังพิกัด $(r, \theta + \Delta\theta)$ ในช่วงเวลา Δt ระยะทางที่อนุภาคเคลื่อนที่ได้ตามเส้นรอบวง คือ ส่วนโค้ง Δs



ภาพที่ 2-5 อนุภาคบนวัตถุแข็งเกร็งเคลื่อนที่จากพิกัด (r, θ) ไปยังพิกัด $(r, \theta + \Delta\theta)$

จะได้ ว่า $\Delta s = r\Delta\theta$

หารสมการข้างต้นด้วย Δt แล้วใส่ลิมิต เมื่อ $\Delta t \rightarrow 0$ จะได้

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = r \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2.4)$$

$$v = r \frac{d\theta}{dt} \quad (2.5)$$

เมื่อ v เป็นความเร็วเชิงเส้นมีทิศทางตามแนวเส้นสัมผัสเสมอ ส่วน $\frac{d\theta}{dt}$ เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัดเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous Angular Velocity) เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย ω ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้น (v) และอัตราเร็วเชิงมุม (ω) เมื่อ r คงที่ จะได้ว่า

$$v = r\omega \quad (2.6)$$

ในทำนองเดียวกับอัตราเร็วเชิงเส้นจะได้อัตราเร็วเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่ง คือค่าลิมิตของอัตราส่วนระหว่างการกระจัดเชิงมุมในช่วงเวลา Δt เมื่อ $\Delta t \rightarrow 0$ ดังนี้

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \quad (2.7)$$

โดยอัตราเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad / s) และในการหมุนของวัตถุรอบแกนใด ๆ ถือว่า ω เป็น + เมื่อ θ เพิ่มขึ้น โดยวัด θ ทวนเข็มนาฬิกา

2.3.3 ความเร่งเชิงมุม

ถ้าอัตราเร็วเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่งของวัตถุเปลี่ยนไป จะทำให้เกิดความเร่งเชิงมุมขึ้นเช่น ถ้า ω_1 เปลี่ยนไปเป็น ω_2 ในช่วงเวลา Δt นิยามค่า ความเร่งเชิงมุมเฉลี่ยได้ว่า คือ อัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt ดังนี้

$$\alpha_{av} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (2.8)$$

และความเร่งเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่ง คือ ค่าลิมิตของอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt เมื่อ $\Delta t \rightarrow 0$ ดังนี้

$$\alpha_{av} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (2.9)$$

ความเร่งเชิงมุม มีหน่วยเป็น $\frac{radian}{(second)^2}$, $\frac{rad}{s^2}$ หรือ rad / s^2 และเพราะว่า $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ สมการ 2.9 อาจเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (2.10)$$

และในการหมุนของวัตถุแข็งเกร็ง สรุปได้ว่า ถ้าวัตถุแข็งเกร็งหมุนรอบแกนที่ตรึงแน่นทุก ๆ อนุภาคบนวัตถุจะมีอัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุมเท่ากันจึงถือได้ว่าค่า ω_0 และ α เป็นคุณสมบัติเฉพาะของการหมุนของวัตถุแข็งเกร็งและสามารถใช้ปริมาณเหล่านี้ วิเคราะห์การหมุนของวัตถุได้

และปริมาณเหล่านี้ คือ θ, ω, α จะสอดคล้องกับปริมาณต่าง ๆ ในการศึกษาการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงที่ผ่านมา คือ x, v, a ตามลำดับ

2.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงมุมและปริมาณเชิงเส้น

ต่อไปจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงมุม อัตราเร่งเชิงมุม ของการหมุนของวัตถุแข็งเกร็ง กับอัตราเร็วเชิงเส้น ความเร่งเชิงเส้น ของการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง สำหรับจุดใด ๆ บนวัตถุ โดยในการพิจารณาจะต้องระลึกไว้เสมอว่า เมื่อวัตถุหมุนรอบแกนตรึงแน่น ทุกๆ จุดบนวัตถุจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แกนหมุน เมื่อ s คือ ระยะทางที่วัดตามแนวเส้นรอบวง และเมื่อใช้ความสัมพันธ์ตามสมการ (2.1) ที่ว่า $s = r\theta$ จะได้ว่า

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{rd\theta}{dt} = r\omega \quad (2.11)$$

จากสมการ (2.11) หมายความว่า จุดต่าง ๆ บนวัตถุแข็งเกร็ง ถึงแม้ว่าจะมีอัตราเร็วเชิงมุมเท่ากัน ก็อาจมีความเร็วเชิงเส้นหรือความเร็วตามแนวเส้นสัมผัสต่างกัน เมื่อจุดต่าง ๆ เหล่านั้นอยู่ห่างจากแกนหมุนต่างกัน และ พบว่าจุดที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมากขึ้นจะมีความเร็วเชิงเส้นมากขึ้น

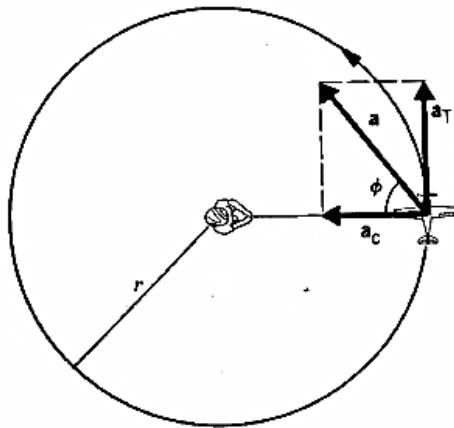
สมการ (2.11) ที่ว่า $v = r\omega$ เมื่อหาอนุพันธ์เทียบกับเวลาจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งเชิงมุม (α) ของการหมุนกับความเร่งเชิงเส้นหรือความเร่งตามแนวเส้นสัมผัส (a_t) ดังนี้

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{rd\omega}{dt} \quad (2.12)$$

$$a_t = r\alpha \quad (2.13)$$

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุใน 2 มิติ ได้ว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะเกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางหรือความเร่งตามแนวรัศมีเท่ากับ $\frac{v^2}{r}$ ดังนั้นจากภาพที่ 2-6 ถ้า $v = r\omega$ สำหรับจุดที่วัตถุกำลังหมุน จะได้ขนาดของความเร่งสู่ศูนย์กลาง ดังนี้

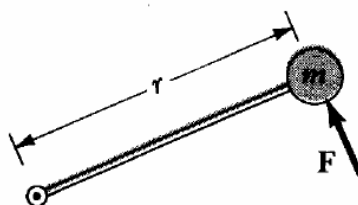
$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 \quad (2.14)$$



ภาพที่ 2-6 วัตถุแข็งเกร็งหมุนรอบแกนที่ตรึงแน่น จะมีความเร่ง 2 แนว คือ ความเร่งตามแนวเส้นสัมผัส (a_t) และความเร่งสู่ศูนย์กลางหรือตามแนวรัศมี (a_c)

2.3.5 แรงบิด (Torque)

จากการศึกษาจลนศาสตร์ที่ผ่านมา ซึ่งอธิบายการหมุนในเทอมของมุมความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม ในตอนนี้จะศึกษาพลศาสตร์ของการหมุน (**Dynamics of Rotation**) หรือสาเหตุที่ทำให้วัตถุหมุน และ ที่ผ่านมามีการอธิบายการเคลื่อนที่เชิงเส้นกับการเคลื่อนที่แบบหมุน มีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นกรณีของพลศาสตร์ของการหมุนก็ทำนองเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนที่แบบหมุนสอดคล้องกับกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน ซึ่งกล่าวได้ว่า “วัตถุที่มีการหมุนอย่างอิสระจะยังคงหมุนต่อไปด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ ถ้าหากไม่มีแรงลัพธ์จากภายนอกมากระทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่” ถ้าต้องการให้วัตถุเริ่มหมุนจำเป็นต้องใช้แรงกระทำต่อวัตถุ แต่ทิศทางและตำแหน่งที่แรงกระทำ จะมีความสำคัญต่อการหมุนของวัตถุด้วย ตัวอย่างเช่น ถ้าออกแรง F กระทำต่อวัตถุดังภาพที่ 2-7 ผลของแรงจะทำให้เกิดการหมุน ผลจากการกระทำ ความเร่งเชิงมุมที่ได้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงเพียงอย่างเดียว แต่เป็นส่วนโดยตรงกับระยะตั้งฉากจากแกนหมุน ไปยังแนวที่แรงกระทำ ซึ่งระยะดังกล่าวนี้เรียกว่า แขนของคาน (Lever Arm) หรือ แขนของโมเมนต์ (Moment Arm) ของแรง คือ r นั่นเอง



ภาพที่ 2-7 แรง F ที่กระทำต่อจุดหมุน บนแขนของโมเมนต์ r จะเกิดแรงบิดขึ้น

ผลคูณแบบเวกเตอร์ของแรงกับแขนของโมเมนต์เรียกว่าแรงบิด (Torque, τ) และเขียนสมการได้ดังนี้

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (2.15)$$

$\vec{\tau}$ หมายถึง แรงบิดที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร

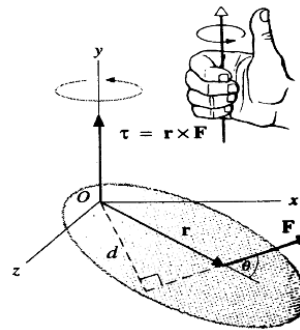
$\vec{r}$ หมายถึง รัศมีที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร

$\vec{F}$ หมายถึง แรงที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน

และจากสมการ (2.15) สามารถเขียนสมการขนาดของแรงบิดได้ดังนี้

$$\tau = rF \sin \theta \quad (2.16)$$

เมื่อ θ เป็นมุมระหว่างแรง F กับระยะจากจุดหมุนไปยังจุดที่แรงกระทำดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 เวกเตอร์ของแรงบิด τ ตั้งฉากกับระนาบของเวกเตอร์บอกตำแหน่ง r กับแรง F

2.3.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร่งเชิงมุม

ความสัมพันธ์ทางพลศาสตร์ของการเคลื่อนที่แบบหมุน ของวัตถุแข็งเกร็ง โดยจะแสดงให้เห็นความเร่งเชิงมุมของการหมุนของวัตถุ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงบิดที่กระทำบนอนุภาคที่มีการหมุน ซึ่งพิจารณาได้ดังนี้ ถ้าให้อนุภาคมวล m หมุนเป็นวงกลมรัศมี r เมื่อมีแรง F_T ซึ่งเป็นแรงตามแนว เส้นสัมผัส และ F_c เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง กระทำต่อวัตถุ

แรง F_T จะทำให้เกิดความเร่ง a_T ดังนี้

$$F_T = ma_T \quad (2.17)$$

F_T หมายถึง แรงในแนวเส้นสัมผัส มีหน่วยเป็น นิวตัน

m หมายถึง มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

a_T หมายถึง ความเร่งในแนวเส้นสัมผัส มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที²

ดังนั้นแรงบิดรอบจุดศูนย์กลางของวงกลม เนื่องจากแรง F_T คือ

$$\tau = F_T r = (ma_T) r \quad (2.18)$$

เพราะว่าความเร่งตามแนวเส้นสัมผัส มีความสัมพันธ์กับความเร่งเชิงมุมตามสมการ (2.13) คือ

$$a_r = r\alpha$$

จึงทำให้ได้ว่า แรงบิด คือ

$$\tau = mr\alpha r = (mr^2)\alpha$$

เพราะว่าเทอม mr^2 คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของการหมุน จึงได้ว่า

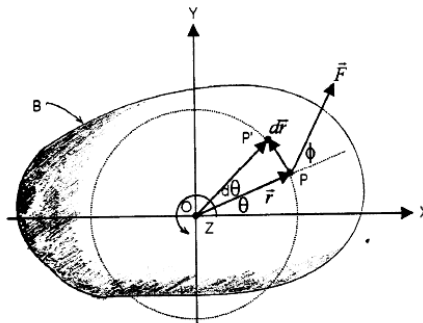
$$\tau = I\alpha \quad (2.19)$$

I หมายถึง โมเมนต์ความเฉื่อยของการหมุน มีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตร²

สมการ (2.19) เป็นสมการทางพลศาสตร์ของการหมุนทำนองเดียวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันที่ว่า $F = ma$

2.3.6 งาน กำลัง และพลังงานในการเคลื่อนที่แบบหมุน

การอธิบายการเคลื่อนที่แบบหมุน ของวัตถุแข็งเกร็ง จำเป็นต้องพูดถึง พลังงานจลน์ของการหมุนด้วย และจำเป็นต้องทราบว่าการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์จะมีความสัมพันธ์กับงานที่ทำโดยแรงภายนอกอย่างไร ซึ่งในหัวข้อนี้จะได้ทราบความสัมพันธ์ที่สำคัญตามสมการ $\tau = I\alpha$ ว่าสามารถหาได้จากอัตราที่พลังงานเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา โดยพิจารณา ถ้าวัตถุหมุนรอบแกน z ที่ตั้งแน่นอนรอบจุด O ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 วัตถุแข็งเกร็งหมุนรอบแกน z ผ่านจุด O เมื่อมีแรงภายนอก $\vec{F}$ กระทำที่จุด P

เมื่อมีแรงภายนอก $\vec{F}$ เพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุที่จุด P งานที่ทำโดยแรง $\vec{F}$ เพื่อให้วัตถุหมุนไปได้ ระยะทางน้อย ๆ $d\vec{r} = r d\theta$ ในช่วงเวลาสั้น ๆ dt จะได้ว่า

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = (F \sin \phi)(r d\theta) \quad (2.20)$$

W หมายถึง งาน มีหน่วยเป็น จูล

$\vec{F}$ หมายถึง แรงที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน

r หมายถึง รัศมีที่เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร

ϕ หมายถึง มุม มีหน่วยเป็น องศา

เมื่อ $F \sin \phi$ เป็น แรงย่อยของแรง $\vec{F}$ ตามแนวเส้นสัมผัสหรือตามแนวการกระจัด และ จากภาพที่ 2-9 จะพบว่าแรงย่อยของแรง $\vec{F}$ ตามแนวรัศมีจะไม่ทำให้เกิดงาน เพราะ ทิศทางของแรงตั้งฉากกับการกระจัด

ส่วนขนาดของแรงบิด เนื่องจากแรง $\vec{F}$ รอบจุด O จะเท่ากับ $rF \sin \phi$ ดังนั้นจึงสามารถ แสดงได้ว่างานที่เกิดขึ้น เมื่อมีการหมุนไปจากเดิมเล็กน้อย ตามสมการ (2.20) คือ

$$dW = \tau d\theta \quad (2.21)$$

ถ้าต้องการหางานที่ทำได้ในช่วงเวลานั้น ๆ dt จะได้ว่า

$$\frac{dW}{dt} = \tau \frac{d\theta}{dt} \quad (2.22)$$

หรือ
$$P = \frac{dW}{dt} = \tau \omega \quad (2.23)$$

สมการ(2.23)คือกำลังที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหมุนของวัตถุซึ่งสอดคล้องกับสมการ $P = Fv$ ในการเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่งเป็นเส้นตรง ส่วนเทอม $dW = \tau d\theta$ จะสอดคล้องกับสมการ $dW = Fdx$ งาน และ พลังงานในการเคลื่อนที่แบบหมุน (Work and Energy in Rotational Motion) ถ้าเป็นการหมุนของวัตถุแข็งเกร็งที่มีรูปทรงสมมาตรรอบแกนที่ตรึงแน่น จะได้ว่างาน ที่ทำโดยแรงภายนอก จะเท่ากับพลังงานของการหมุนที่เปลี่ยนไป ซึ่งสามารถแสดงได้โดยใช้ ความสัมพันธ์ของ $\tau = I\alpha$ และใช้ กฎของลูกโซ่ ดังนี้

$$\tau = I\alpha = I \frac{d\omega}{dt} = I \frac{d\omega}{dt} \frac{d\theta}{d\omega} = I\omega \frac{d\omega}{d\theta} \quad (2.24)$$

จัดเทอมใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์ที่ว่า $\tau d\theta = dW$ จะได้ว่า

$$\tau d\theta = dW = I\omega d\omega \quad (2.25)$$

โดยการอินทิเกรต สมการดังกล่าว จะได้งานทั้งหมดที่เกิดขึ้น ดังนี้

$$W = \int_{\theta_0}^{\theta} \tau d\theta = \int_{\omega_0}^{\omega} I\omega d\omega = \frac{1}{2}I\omega^2 - \frac{1}{2}I\omega_0^2 \quad (2.26)$$

I หมายถึง โมเมนต์ความเฉื่อยของการหมุน มีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตร²

ω หมายถึง ความเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที

ω_0 หมายถึง ความเร็วเชิงมุมที่จุดเริ่มต้น มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที

τ หมายถึง แรงบิด มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร

โดยงานทั้งหมด เกิดขึ้นเมื่ออัตราเร็วเชิงมุมเปลี่ยนจาก ω_0 เป็น ω และการกระจัดเชิงมุมเปลี่ยนจาก θ_0 เป็น θ ซึ่งกล่าวสรุปได้ว่า “งานทั้งหมดที่ทำโดยแรงภายนอก สำหรับการหมุนของวัตถุที่มีลักษณะสมมาตรรอบแกนที่ตรึงแน่นใด ๆ จะเท่ากับพลังงานของการหมุนที่เปลี่ยนไปของวัตถุ”

2.4 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ (อังกฤษ: Computer) ที่มาจากภาษาละตินว่า **Computare** หรือในภาษาไทยว่า คณิตกรณ์ ซึ่งหมายถึง การนับ หรือ การคำนวณ เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำงานคำนวณผลและเปรียบเทียบค่าตามชุดคำสั่ง ด้วยความเร็วสูงอย่างต่อเนื่องและอัตโนมัติ พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ไว้ค่อนข้างกะทัดรัดว่า “เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่เหมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆ ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์” หรืออาจกล่าวได้ว่า เครื่องคอมพิวเตอร์หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณและการประมวลผลข้อมูล เป็นเครื่องจักรแบบสั่งการที่ได้ออกแบบมาเพื่อ ดำเนินการกับลำดับตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ โดยอนุกรมนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพร้อม ส่งผลให้คอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้มากมาย จากคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งไม่ใช่เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ถูกประดิษฐ์ออกมาให้ประกอบไปด้วยความจำรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูล อย่างน้อยหนึ่งส่วนที่มีหน้าที่ดำเนินการคำนวณเกี่ยวกับตัวดำเนินการทาง ตรรกศาสตร์ และ ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และ ส่วนควบคุมที่ใช้เปลี่ยนแปลงลำดับของตัวดำเนินการ โดยยึดสารสนเทศที่ถูกเก็บไว้เป็นหลัก อุปกรณ์เหล่านี้จะยอมให้นำเข้าข้อมูลจากแหล่งภายนอก และส่งผลจากการคำนวณตัวดำเนินการออกไปเครื่องคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วยคุณสมบัติ 2 ประการคือ

2.4.1. ความเร็ว(Speed)

เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานด้วยความเร็วสูง ซึ่งหน่วยความเร็วของการทำงานของคอมพิวเตอร์ วัดเป็นความเร็วที่ต่างกันนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แต่ละยุคสมัย ซึ่งได้มีการพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูล ได้เร็วในเวลาไม่เกิน 1 วินาที จะทำให้คอมพิวเตอร์มีบทบาทในการนำมาเป็นเครื่องมือใช้งานอย่างดียิ่ง หน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่ดำเนินการกับคำสั่งต่างๆ ที่คอยสั่งให้อ่าน ประมวล และเก็บข้อมูลไว้ คำสั่งต่างๆ ที่มีเงื่อนไขจะแปลงชุดคำสั่งให้ระบบและสิ่งแวดล้อมรอบๆ เป็นฟังก์ชันที่สถานะปัจจุบัน

2.4.2. หน่วยความจำ (Memory)

เครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยความจำ ซึ่งสามารถใช้บันทึกและเก็บข้อมูลได้คราวละหลายๆ และสามารถเก็บคำสั่ง (Instructions) ต่อกันได้ที่เราเรียกว่าโปรแกรม และนำมาประมวลในคราวเดียวกัน ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเก็บข้อมูลได้ครั้งละหลายๆ เช่น การสำรวจสำมะโนประชากร หรือ รายงานผลการเลือกตั้ง ซึ่งทำให้มีการประมวลได้รวดเร็วและถูกต้อง จากการที่หน่วยความจำสามารถบันทึกโปรแกรมและข้อมูลไว้ในเครื่องได้ ทำให้เครื่อง

คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่มียานที่ต้องทำซ้ำๆหรือบ่อยครั้งถ้าใช้คอมพิวเตอร์ มาช่วยในการทำงานเหล่านั้นก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงซึ่งจะได้ทั้งความเร็ว ถูกต้องแม่นยำและประหยัดเนื่องจากการเขียนคำสั่งเพียงครั้งเดียวสามารถทำงานซ้ำๆได้คราวละจำนวนมากๆ

2.4.3. ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Logical)

ในเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยหน่วยคำนวณและตรรกะ ซึ่งนอกจากจะสามารถในการคำนวณแล้วยังสามารถใช้ในการเปรียบเทียบซึ่งความสามารถนี้เองที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ต่างจากเครื่องคิดเลข และคุณสมบัตินี้ทำให้นักคอมพิวเตอร์สร้างโปรแกรมอัตโนมัติขึ้นใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การจัดเรียงข้อมูลจำเป็นต้องใช้วิธีการเปรียบเทียบ การทำงานซ้ำๆ ตามเงื่อนไขที่ได้กำหนด หรือการใช้คอมพิวเตอร์ในกิจการต่างๆที่เกิดขึ้นมากมายในปัจจุบัน และการใช้แรงงานจากคอมพิวเตอร์แทนแรงงานจากมนุษย์ทำให้รวดเร็วถูกต้อง สะดวกและแม่นยำ เป็นการผ่อนแรงมนุษย์ได้เป็นอย่างมากคอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ทำงานแทนมนุษย์ ในด้านการคิดการคำนวณและ ยังสามารถจำข้อมูล ทั้งตัวเลขและ ตัวอักษรได้เพื่อการเรียกใช้งานในครั้งต่อไป

2.4.4 การทำงานของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตาม ต่างก็จะมีลักษณะการทำงานของส่วนต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันเป็นกระบวนการ โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานหลักคือ อินพุต และ เอาต์พุต ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: อินพุต (Input)

เริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถผ่านทางอุปกรณ์ชนิดต่างๆ แล้วแต่ชนิดของข้อมูลที่จะป้อนเข้าไป เช่น ถ้าเป็นการพิมพ์ข้อมูลจะใช้แผงแป้นพิมพ์ (Keyboard) เพื่อพิมพ์ข้อความหรือโปรแกรมเข้าเครื่อง ถ้าเป็นการเขียนภาพจะใช้เครื่องอ่านพิกัดภาพกราฟิก (Graphics Tablet) โดยมีปากกาชนิดพิเศษสำหรับเขียนภาพ หรือถ้าเป็นการเล่นเกมก็จะมีก้านควบคุม (Joystick) สำหรับเคลื่อนตำแหน่งของการเล่นบนจอภาพ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2: ประมวลผลข้อมูล (Process)

เมื่อนำข้อมูลเข้ามาแล้ว เครื่องจะดำเนินการกับข้อมูลตามคำสั่งที่ได้รับมา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ การประมวลผลอาจจะมีได้หลายอย่าง เช่น นำข้อมูลมาหาผลรวม นำข้อมูลมาจัดกลุ่ม นำข้อมูลมาหาค่ามากที่สุด หรือน้อยที่สุด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3: เอาต์พุต (Output)

เป็นการนำผลลัพธ์จากการประมวลผลมาแสดงให้ผู้ใช้งานทราบ ทางอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปจะแสดงผ่านทางจอภาพ หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า จอมอนิเตอร์ (Monitor) หรือจะพิมพ์ข้อมูลออกทางกระดาษโดยใช้เครื่องพิมพ์ก็ได้

2.4.5 ลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยจุดเด่นทั้ง 4 ประการเพื่อทดแทนข้อจำกัดของมนุษย์ เรียกว่า 4 S special ดังนี้

2.4.5.1 หน่วยเก็บ (Storage) หมายถึง ความสามารถในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก และเป็นเวลานาน นับเป็นจุดเด่นทางโครงสร้าง และ เป็นหัวใจหลักของการทำงานแบบอัตโนมัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องด้วย

2.4.5.2 ความเร็ว(Speed) หมายถึง ชัดจำกัดความสามารถในการประมวลผลข้อมูล (Processing Speed) โดยใช้เวลาน้อยที่สุดเป็นจุดเด่นทางโครงสร้าง ที่ผู้ใช้ทั่วไปมีส่วนเกี่ยวข้องน้อยที่สุด เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สำคัญส่วนหนึ่งเช่นกัน

2.4.5.3 ความเป็นอัตโนมัติ(Self-Acting) หมายถึงความสามารถในการประมวลผลข้อมูลตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และ ต่อเนื่องอย่างอัตโนมัติ โดยมนุษย์มีส่วนเกี่ยวข้องเฉพาะในขั้นตอนการกำหนดโปรแกรมคำสั่งและข้อมูลก่อนการประมวลผลเท่านั้น

2.4.5.4 ความน่าเชื่อถือ (Sure) หมายถึง ความสามารถในการประมวลผล ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ความน่าเชื่อถือนับเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ความสามารถนี้ เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคำสั่งและข้อมูลที่มนุษย์กำหนดให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง กล่าวคือ หากมนุษย์ป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ย่อมได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน

2.4.6 คอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย

2.4.6.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

2.4.6.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เครื่องแรกถูกพัฒนาขึ้นมา ในช่วงกลางของคริสต์ศตวรรษที่ 20 (ค.ศ. 1940 – ค.ศ. 1945) แรกเริ่มนั้น คอมพิวเตอร์มีขนาดเท่ากับห้องขนาดใหญ่ ซึ่งใช้พลังงานมาก เมื่อเทียบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สมัยใหม่หลายร้อยเครื่องรวมกัน คอมพิวเตอร์ในสมัยใหม่นี้ผลิตขึ้นโดยใช้วงจรรวม หรือวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) โดยมีความจุมากกว่าสมัยก่อนถึงพันล้านเท่าและ ขนาดของตัวเครื่องใช้พื้นที่เพียงเศษส่วนเล็กน้อยเท่านั้น คอมพิวเตอร์อย่างง่ายมีขนาดเล็กพอที่จะถูกบรรจุไว้ในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ และคอมพิวเตอร์มือถือนี้ยังใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก และหากจะมีคนพูดถึงคำว่า คอมพิวเตอร์ มันก็มักจะหมายถึงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่งถือเป็นสัญลักษณ์ของยุคสารสนเทศ อย่างไรก็ตามก็ยังมีคอมพิวเตอร์ชนิดฝังอีกมากมายที่พบได้ตั้งแต่ในเครื่องเล่นเอ็มพีทรีจนถึงเครื่องบินบังคับ และ ของเล่นชนิดต่างๆ จนถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

2.4.7 ประเภทของคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้ใช้วงจรเบ็ดเสร็จขนาดใหญ่มาก (Very Large Scale Integrated Circuit) ซึ่งสามารถบรรจุตัวทรานซิสเตอร์ได้มากกว่าสิบล้านตัว โดยเราสามารถแบ่งคอมพิวเตอร์ในรุ่นปัจจุบันออกเป็น 4 ประเภทดังต่อไปนี้

2.4.7.1 ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super Computer)

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ ถือได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วมาก และยังมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นๆ เครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์มีราคาแพงมากและยังมีขนาดใหญ่สามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้หลายแสนล้านครั้งต่อวินาที และ ได้รับการออกแบบ เพื่อให้ใช้แก้ปัญหาขนาดใหญ่ทางวิทยาศาสตร์ และ ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว เช่น การพยากรณ์อากาศล่วงหน้าเป็นเวลาหลายวัน การศึกษาผลกระทบของมลพิษกับสภาวะแวดล้อมซึ่งหากใช้คอมพิวเตอร์ชนิดอื่นๆ การแก้ปัญหาประเภทนี้ อาจจะต้องใช้เวลาในการคำนวณหลายปีกว่าจะเสร็จสิ้น ในขณะที่ซูเปอร์คอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น เนื่องจากการแก้ปัญหาใหญ่ ๆ จะต้องใช้หน่วยความจำสูงมาก ๆ ดังนั้น ซูเปอร์คอมพิวเตอร์มีหลายประเภท ตั้งแต่รุ่นมีหน่วยประมวลผล (Processing Unit) หนึ่งหน่วยจนถึงรุ่นที่มีหน่วยประมวลผลหลายหมื่นหน่วยซึ่งสามารถทำงานหลายอย่างได้พร้อม ๆ กัน

2.4.7.2 เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe Computer)

เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ มีสมรรถภาพที่ต่ำกว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์มากแต่ยังมีความเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามินิคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ เมนเฟรมคอมพิวเตอร์สามารถให้บริการผู้ใช้จำนวนหลายร้อยคนพร้อม ๆ กัน ฉะนั้น จึงสามารถใช้โปรแกรมจำนวนนับร้อยแบบในเวลาเดียวกันได้ โดยเฉพาะถ้าต่อเครื่องเข้าเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถใช้ได้จากทั่วโลก ปัจจุบันองค์กรใหญ่ ๆ เช่น สมาคมผู้ค้าทองคำ, ธนาคารจะใช้คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ในการทำบัญชีลูกค้า หรือการให้บริการจากเครื่องฝาก และ ถอนเงินแบบอัตโนมัติ (Automatic Teller Machine: ATM) เนื่องจากเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ได้ถูกใช้งานมากในการบริการผู้ใช้พร้อม ๆ กัน ดังนั้นเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์จึงต้องมีหน่วยความจำที่ใหญ่มาก

2.4.7.3 มินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer)

มินิคอมพิวเตอร์ คือ เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ซึ่งสามารถบริการผู้ใช้งานได้หลายคนพร้อม ๆ กัน แต่จะไม่มีสมรรถภาพเพียงพอที่จะบริการผู้ใช้ในจำนวนที่เทียบเท่าเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ได้ จึงทำให้นินิคอมพิวเตอร์เหมาะสำหรับองค์กรขนาดกลาง หรือสำหรับแผนกหนึ่งหรือสาขาหนึ่งขององค์กรขนาดใหญ่เท่านั้น

2.4.7.4 ไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro Computer) พีซี (Personal Computer: PC)

ไมโครคอมพิวเตอร์ คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบขนาดตั้งโต๊ะ ที่ใช้กันตามบ้านเรือน (Desktop Computer) หรือขนาดเล็กกว่านั้น เช่น ขนาดสมุดบันทึก (Notebook Computer) และขนาดฝ่ามือ (Palmtop Computer) ไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มมีในปี พ.ศ. 2518 ถึงแม้ว่าในระยะหลัง เครื่องชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพที่ไม่ค่อยสูงนัก แต่เนื่องจากมีราคาไม่แพง และมีขนาดกะทัดรัดไมโครคอมพิวเตอร์จึงยังเหมาะสำหรับใช้ส่วนตัว ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ถูกออกแบบ

สำหรับใช้ที่บ้านเรือน โรงเรียน และ สำนักงาน สำหรับที่บ้านนั้น เราสามารถใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการทำงานประมาณรายรับรายจ่ายของครอบครัว ช่วยทำการบ้านของลูกๆ การค้นคว้าข้อมูล และข่าวสาร การสื่อสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail หรือ E-mail) อาจรวมถึงโทรศัพท์ทางอินเทอร์เน็ต (Internet Phone) ในการติดต่อทั้งในประเทศ และ นอกประเทศ หรือแม้กระทั่งทางบันเทิง เช่น การเล่นเกมสลับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่บ้าน ร้านเกมส์ หรือสถานบริการด้านความบันเทิง ห้างสรรพสินค้าศูนย์การค้าต่างๆ ต่างก็มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาให้บริการลูกค้าที่มีความประสงค์จะใช้บริการ ซึ่งจะก่อให้เกิดรายได้กับสถานประกอบการมากยิ่งขึ้น และยังได้ความพึงพอใจจากผู้ใช้บริการอีกด้วย สำหรับที่โรงเรียนสามารถใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการช่วยสอนนักเรียน ในการค้นคว้าข้อมูลจากทั่วโลก สำหรับที่สำนักงาน สถานที่ราชการต่างๆ เรายังสามารถใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการช่วยพิมพ์รายงาน อาจรวมถึงข้อมูลอื่นๆ จัดเก็บ และ ค้นข้อมูล วิเคราะห์และทำนายยอดซื้อขายล่วงหน้า เป็นต้น

2.4.7.5 โน้ตบุ๊ก (Notebook or Laptop)

โน้ตบุ๊ก คือ คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าไมโครคอมพิวเตอร์ ถูกออกแบบไว้เพื่อนำติดตัวไปใช้ตามที่ต่างๆ มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา ปัจจุบันมีขนาดพอๆ กับสมุด

2.4.7.6 เน็ตบุ๊ก (Netbook or Laptop)

เน็ตบุ๊ก คือ คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าไมโครคอมพิวเตอร์ และ เล็กกว่าโน้ตบุ๊ก ซึ่งถูกออกแบบไว้เพื่อนำติดตัวไปใช้ตามที่ต่างๆ มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา

2.4.7.7 อัลตราบุ๊ก (Ultrabook)

อัลตราบุ๊ก คือ คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าไมโครคอมพิวเตอร์และ มีขนาดเท่ากับโน้ตบุ๊ก ซึ่งถูกออกแบบไว้เพื่อนำติดตัวไปใช้ตามสถานที่ต่างๆ และ จะมีน้ำหนักเบากว่าโน้ตบุ๊ก และเน้นความสวยงาม ทันสมัย แปลกใหม่

2.4.7.8 แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ (Tablet Computer)

แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า แท็บเล็ต คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานในขณะเคลื่อนที่ได้ มีขนาดกลาง และ ใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานเป็นอันดับแรก มีคีย์บอร์ดเสมือนจริงหรือปากกาจิจิตอลในการใช้งานแทนที่แป้นพิมพ์คีย์บอร์ด และมีความหมายครอบคลุมถึงโน้ตบุ๊กแบบ Convertible ที่มีหน้าจอแบบสัมผัสและมีแป้นพิมพ์คีย์บอร์ดติดมาด้วยไม่ว่าจะเป็นแบบหมุนหรือแบบสไลด์ก็ตาม

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผล แล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมา เพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ [12]

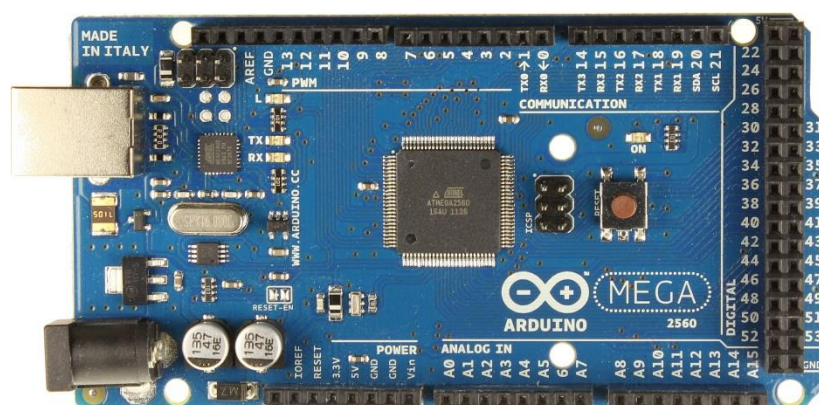
2.5.1 ซีพียู (Central Processing Unit: CPU) ทำหน้าที่ประมวลผล ทุกอย่างเหมือนกับซีพียูในคอมพิวเตอร์

2.5.2 หน่วยความจำ (Memory) มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลต่างๆ แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) และ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) โดยที่โปรแกรมเมมโมรี นี้จะเก็บข้อมูลหลักของโปรแกรมเอาไว้เหมือน ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ นั้นหมายถึงว่าต่อไปให้ไม่ได้จ่ายไฟเลี้ยงข้อมูลก็ยังคงอยู่ แต่หน่วยความจำข้อมูลนี้จะทำหน้าที่คล้าย ๆ กระดาษทด คือเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวเฉย ๆ ถ้าไม่ได้จ่ายไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไป

2.5.3 ส่วนติดต่อภายนอก (Port) มี 2 แบบ คือ อินพุตคือตัวที่จะต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อที่จะรับข้อมูลเข้ามา เช่น สวิตช์ (Switch) ตัวตรวจรู้ต้องมาต่อที่อินพุตเพราะจะเป็นตัวส่งข้อมูล เอาต์พุตจะเป็นตัวที่จะต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อจะส่งข้อมูลออกไป อย่างเช่น หลอดไฟ แอลอีดี (Light Emitting Diode : LED) หน้าจอแสดงผล แอลซีดี (Liquid Crystal Display : LCD)

2.5.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ (Bus) คือเส้นทางที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูล ระหว่างซีพียู, หน่วยความจำ และส่วนติดต่อภายนอกเหมือนถนนที่เอาไว้ให้รถวิ่งนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็น ช่องทางเดินของสัญญาณข้อมูล (Data Bus) , การติดต่อช่องทางเดินของสัญญาณ (Address Bus) และ การควบคุมช่องทางเดินของสัญญาณ (Control Bus)

2.5.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ET-EASY MEGA2560 (Duino Mega)



ภาพที่ 2-10 ET-EASY MEGA25600 (Duino Mega)

จากการที่ Arduino ที่เป็นโครงการพัฒนาระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ยูนิต ของ AVR แบบ Open Source ได้รับการแนะนำเผยแพร่ออกมาสู่สาธารณะซึ่งได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายจากผู้คนทั่วโลกภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ทางด้านของซอฟต์แวร์ ก็มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในขณะนี้ โปรแกรมของ Arduino ได้รับการปรับปรุงเป็น Version Arduino – 0016 แล้ว โดยทางด้าน ฮาร์ดแวร์ เองก็ได้มีการพัฒนา ปรับปรุงอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไปด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งจากเดิมที่มีการพัฒนาโปรแกรมให้รองรับกับการใช้งานได้กับชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ยูนิต รุ่นเล็ก 28 ขา อย่าง ATMEGA8, ATMEGA88/ ATMEGA168/ ATMEGA328 สำหรับเป็นจุดเริ่มต้น ให้ผู้สนใจ ได้ใช้เป็นเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการศึกษาทดลองเรียนรู้ ตลอดจนจนถึงนำไปประยุกต์ใช้งานกันนั้น มาถึงวันนี้ ขนาดของทรัพยากรต่างๆ

รวมทั้งขนาดของหน่วยความจำ สำหรับเขียนโปรแกรมที่มีอยู่ในชิพ AVR รุ่นเล็ก ที่มีอยู่ เริ่มไม่เพียงพอกับการประยุกต์ใช้งานในงานบางประเภทแล้ว ทาง Arduino เอง จึงได้ทำการพัฒนาให้ Arduino สามารถรองรับการใช้งานขนาดใหญ่ขึ้นอีก โดยปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้กับชิพ AVR รุ่นใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีจำนวน อินพุตและเอาต์พุต ทั้ง ดิจิตอล, อะนาล็อก, PWM, UART และ ขนาดหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม แต่ก็ยังคงใช้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม แบบเดียวกันกับรุ่นเล็กทุกประการโดยได้เลือกใช้ชิพ AVR เบอร์ ATMEGA1280 และออกแบบพัฒนาฮาร์ดแวร์ บอร์ดขึ้นมารองรับโดยใช้รหัสชื่อรุ่นว่า Arduino Mega ออกวางจำหน่าย และได้มีการเผยแพร่รายละเอียดทาง ฮาร์ดแวร์ ต่างๆให้ผู้สนใจนำไปพัฒนาต่อยอดกันได้อีก แต่เนื่องจากชิพดังกล่าวมีโครงสร้างตัวถังเป็นแบบ (Surface Mount Device: SMD) จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้ใช้งานจำนวนไม่น้อย ในการที่จะผลิตหรือสร้างบอร์ดขึ้นใช้งานเองทาง อีทีที จึงได้นำ ATMEGA2560 มาพัฒนาเป็นบอร์ด โดยให้มีโครงสร้างการทำงานเช่นเดียวกันกับ Arduino Mega ขึ้นมา โดยใช้ชื่อว่า ET-EASY MEGA2560 โดยได้ออกแบบให้มีการจัดสรรขาอินพุตหรือเอาต์พุต ต่างๆ รวมทั้งขนาดให้ตรงตามมาตรฐานของบอร์ด Arduino Mega เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงข้อจำกัดบางอย่างให้ดีขึ้นกว่า Arduino Mega รุ่นมาตรฐาน เพื่อเพิ่มความสะดวกกับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของบอร์ด

2.5.5.1 ใช้ ATMEGA2560 เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ยูนิต ประจำบอร์ดทำงานที่ ความถี่ 16MHz จาก Crystal Oscillator

2.5.5.2 128KByte Flash (สงวนไว้ 4KByte สำหรับ Bootloader) /8Kbyte SRAM / 4KByte EEPROM

2.5.5.3 รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ ของ Arduino ตามแบบ Arduino Mega ได้ 100%

2.5.5.4 ใช้ USB Bridge ของ FTDI เบอร์ FT232RL พร้อม Over Current Protection สำหรับติดต่อ สื่อสาร และ Download Code จากคอมพิวเตอร์ให้บอร์ด พร้อม Jumper สำหรับปรับใช้งานบอร์ดเป็นการ Program Boot loader ให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ยูนิต จากพอร์ต USB ในบอร์ดได้เอง โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรม AVRISP จากภายนอก

2.5.5.5 54 ขา ดิจิตอล อินพุตและเอาต์พุต โดยมี 14 ขา สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น PWM

2.5.5.6 16 ขา อะนาล็อก อินพุต (ADC ขนาด 10 บิต 16 ช่อง)

2.5.5.7 4 UART(Hardware Serial Port) แบบ TTL Logic

2.5.5.8 ขนาดของ PCB บอร์ด และตำแหน่ง ขาต่อ ต่างๆ ตรงกันกับ Arduino Mega ทั้งหมด ทำให้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานร่วมกับบอร์ด Shield แบบต่างๆ ที่มีการผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกันกับบอร์ด Arduino Megaได้ทั้งหมด โดยบอร์ดมีขนาด 5.3 เซนติเมตร x 10.2 เซนติเมตร

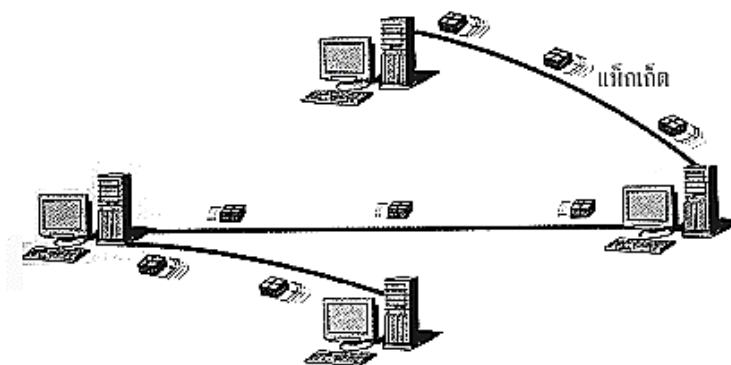
2.5.5.9 มีขั้ว แบบ Header 10 ขา IDE ของ 8 บิต ดิจิตอล อินพุตและเอาต์พุต (D22...D29) สำหรับเชื่อมต่อกับ ฮาร์ดดิสก์ หรือ บอร์ด อินพุตหรือเอาต์พุต แบบต่างๆ ของ อีทีที เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

2.5.5.10 รองรับการใช้งานกับ แหล่งจ่ายไฟภายนอก ทั้งแบบ กระแสสลับ และ กระแสตรง ขนาด 7-20 โวลท์ โดยเลือกใช้ ตัวแปลง แบบ สวิตชิ่ง ขนาด 1 แอมป์ (LM2575-5V) ลดปัญหาเรื่องความร้อน เมื่อมีการใช้กระแสสูงๆ สามารถใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB ได้ ในกรณีใช้กระแสไม่เกิน 500 มิลลิแอมป์ โดยมีวงจรเลือกแหล่งจ่ายอัตโนมัติ โดยจะตัดการใช้ ไฟเลี้ยงจาก USB โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการต่อแหล่งจ่ายจากภายนอกให้บอร์ด

2.6 การสื่อสารแบบ Transmission Control Protocol/Internet Protocol [12]

เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปตัวเองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้ ภาษาสื่อสารมาตรฐานที่ เป็นภาษาหลักดังนั้นหากเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นเครื่องระดับไมโครคอมพิวเตอร์ มินิคอมพิวเตอร์ หรือเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ก็สามารถเชื่อมโยงเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้

ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปี คศ. 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน คือ ชุดของโปรโตคอลที่รวมกันเป็นกลุ่มที่ใช้ในงานเช่น Internet Protocol (IP), Address Resolution Protocol (ARP), Internet Control Message Protocol (ICMP), User Datagram Protocol (UDP) ฯลฯ แต่โปรโตคอลที่มีบทบาทสำคัญคือ Internet Protocol (IP) โดยมีหลักการทำงานคือ แบ่งเนื้อข้อมูลที่ต้องการส่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่าแพ็กเก็ตส่งแพ็กเก็ตไปยังเส้นทางที่เหมาะสมเป็นทอด จนกว่าจะถึงปลายทาง แต่ละแพ็กเก็ตอาจใช้เส้นทางคนละทิศขึ้นกับการพิจารณาของเราเตอร์ในช่วงต่าง ๆ หากเกิดข้อผิดพลาด ณ ช่วงการส่งใด เราเตอร์ที่รับผิดชอบการส่งช่วงนั้นจะจัดส่งแพ็กเก็ตชิ้นนั้นใหม่โดยอัตโนมัติ เมื่อถึงจุดหมายระบบปลายทางจะรวบรวมแพ็กเก็ตกลับให้เป็นเนื้อข้อมูลดั้งเดิม ซึ่งถ้าจะว่ากันตามทฤษฎีแล้ว TCP/IP นั้นจะประกอบด้วยส่วนสำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกันก็คือ TCP หรือ Transmission Control Protocol และอีกส่วนก็คือ IP หรือ Internet Protocol นั่นเอง การแบ่งลักษณะในการทำงานก็จะแบ่งเป็น TCP มีหน้าที่ในการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้รับ และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ส่ง ให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน หรือว่าหากมีการสูญหายของข้อมูลก็จะมีการแจ้งให้ต้นทางที่ส่งข้อมูลมารับทราบแล้วให้ทำการส่งข้อมูลมาให้ใหม่



ภาพที่ 2-11 การทำงานของ TCP/IP

2.6.1 ลักษณะการทำงาน

ลักษณะการทำงานของ IP นั้น ทำหน้าที่ในการเลือกเส้นทางที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย และทำการตรวจสอบที่อยู่ของผู้รับโดยใช้ข้อมูลขนาด 4 Byte เป็นตัวกำหนดแอดเดรสหรือที่เราเรียกกันว่า IP Address ซึ่งโปรโตคอล TCP จะทำงานอยู่ในชั้น Transport Layer ตัวแพ็กเก็ต TCP จะประกอบด้วย ส่วนหัว (Header) และส่วนข้อมูล (Data) และโปรโตคอล IP จะทำงานอยู่ในชั้น Network Layer ตัวแพ็กเก็ต IP ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนหัว (IP Header) จะประกอบด้วย IP แอดเดรสของเครื่องต้นทางและปลายทาง และส่วนข้อมูล (IP Data) จะเป็นที่เก็บโปรโตคอล TCP เนื่องจากโปรโตคอล TCP/IP จะถูก Encapsulate ให้มาอยู่ในส่วนของแพ็กเก็ต IP

TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน สามประการคือ

2.6.1.1 เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน

2.6.1.2 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ในระบบเครือข่ายเช่นในกรณีที่มีผู้ส่ง และ ผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ - ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือมีสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

2.6.1.3 มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่นการสื่อสารแบบ Real - Time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (Data)

2.6.2 โครงสร้างของ TCP/IP

TCP/IP มีโครงสร้างในระบบอินเทอร์เน็ตทั้งหมด 4 ระดับ เมื่อเทียบกับโครงสร้างของ โอเอสไอ ซึ่งมีทั้งหมด 7 ระดับ

2.6.2.1 ชั้นโฮสต์ - เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โปรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ยังไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนด

ที่ระบุไว้ในเส้นทางเดิน ข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือ รับข้อมูลจากสายสื่อสาร แล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2.6.2.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

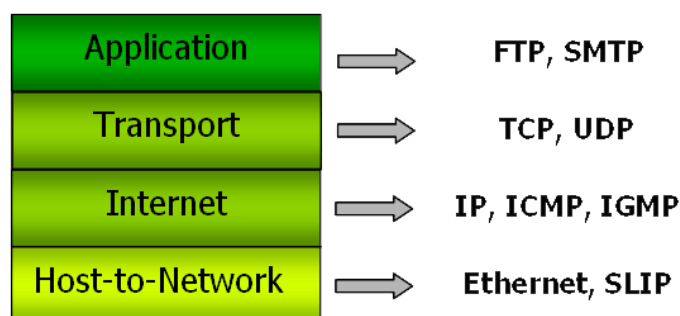
เป็นระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสาร ระดับแพ็กเก็ต (Packet - Switching Network) ซึ่งเป็นการติดต่อสื่อสารแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือ การปล่อยให้ข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระหากมีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุด โดยจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้จะเป็นอิสระจากกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทาง อาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

2.6.2.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ โดยลักษณะแรกเราจะเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสาร ตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (Connection - Oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลแบบ Byte stream ที่ไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่ปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า Message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ตทางฝ่ายผู้รับจะนำเอา Message ที่ได้มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูล เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทัน

2.6.2.4 ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer)

มีโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน หรือที่เรียกว่า TELNET โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และ โปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายแบบอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP โดยโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และ สามารถทำงานได้เสมือนกับกำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลจะช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นๆ ที่อยู่ในระบบเครือข่าย หรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆ ก็ได้ โปรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา



ภาพที่ 2-12 โครงสร้างของ TCP/IP

2.6.3 ข้อดี – ข้อเสีย

2.6.3.1 ข้อดีหรือจุดเด่นของโปรโตคอล TCP/IP คือ

- สามารถส่งข้อมูลไปถึงจุดหมายได้ แม้เส้นทางบางที่อาจจะเสียหาย : เป็นจุดประสงค์หลักช่วยให้ทนต่อความล้มเหลว โดยหากระหว่างการสื่อสารข้อมูลและมีเส้นทางใดเสียหาย หรือล้มเหลว IP เน็ตเวิร์กจะปรับใช้เส้นทางอื่นที่ทดแทนได้เอง เพื่อนำส่งข้อมูลให้ไปถึงปลายทางอย่างอัตโนมัติ ผู้ส่งและผู้รับข้อมูลไม่จำเป็นต้องรับรู้หรือปรับตัวแต่ประการใด
- ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มแบบใด ๆ ไม่ว่าเครือข่ายนั้นเป็นเครือข่ายท้องถิ่นหรือเครือข่ายระหว่าง ภูมิภาค เป็นไฟล์/พริ้นต์เซิร์ฟเวอร์หรือไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์ เป็นระบบปฏิบัติการใด เน็ตเวิร์กอินเทอร์เน็ตเฟสเป็นแบบใดก็ตาม ในมุมมองของโปรโตคอล TCP/IP ก็คือ IP เน็ต - เวิร์ก

2.6.3.2 ข้อเสียหรือจุดอ่อนของ IP มี 2 ประเด็นคือ

- รับส่งโดยไม่มีการรักษาความปลอดภัยของเนื้อข้อมูล การรับส่งข้อมูลด้วย IP แพ็กเก็ตไม่มีทั้งการเข้ารหัสข้อมูลและป้องกันการปลอมแปลงใด ๆ การไม่เข้ารหัสข้อมูลอาจทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีระหว่างเส้นทางที่ IP แพ็กเก็ตเกิดผ่านดักกลอบดูเนื้อข้อมูลอย่างง่ายดาย แม้ว่าเราอาจจะสามารถบังคับเส้นทางของ IP แพ็กเก็ตได้ก็ไม่อาจมั่นใจได้ว่าระหว่างทาง มีการดักกลอบดูหรือไม่ ในเรื่องปัญหาการปลอมแปลงแบ่งออกเป็นสองกรณี คือ การปลอมแปลง หรือ ดัดแปลงเนื้อข้อมูล และการปลอมแปลงส่วนหัวของ IP แพ็กเก็ตทั้งสองกรณีให้ผลเหมือนกันคือผู้รับได้ข้อมูลที่ผิดจากความจริงว่าจุดประสงค์ต่างกัน หากเป็นกรณีแรกนั้น ผู้ไม่หวังดีต้องการหลอกหรือกลั่นแกล้งให้ได้ข้อมูลผิดหากเป็นกรณีหลัง ผู้ไม่หวังดีต้องการแอบอ้างว่าข้อมูลนั้นมาจากแหล่งที่ผู้รับไว้วางใจ หรือ แหล่งอื่นที่กลายเป็นเหยื่อของการแอบอ้างโดยไม่รู้ตัว

วิธีแก้ไข

สำหรับเรื่องการรับส่งโดยไม่มีการรักษาความปลอดภัยเนื้อข้อมูลนั้น องค์กรกลางของอินเทอร์เน็ตได้ออกมาตรฐานช่วยแก้ไขปัญหานี้คือ IPSec โดยมีทั้งการเข้ารหัสและถอดรหัสเนื้อหาข้อมูลในระดับ IP แพ็กเก็ตการตรวจสอบความถูกต้องเนื้อข้อมูลและการพิสูจน์ตนของ IP แพ็กเก็ตเพื่อป้องกันการปลอมแปลง

- รับส่งโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพการให้บริการการรับส่งต่อ IP แพ็กเก็ตระหว่างเครือข่ายย่อยไปเป็นทอดนั้นใช้หลักการไครมามาก่อนได้ก่อน ฉะนั้นจึงคาดเดาไม่ได้ว่าข้อมูลที่นำส่งไปจะไปถึงปลายทางเมื่อใด แม้ว่า IP เน็ตเวิร์กจะใช้หลักการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในขณะนั้นก็ตาม หากแต่ความเหมาะสมนั้นผู้ส่ง และ ผู้รับไม่อาจคาดการณ์ หรือ มีส่วนร่วมตัดสินใจได้เลยว่าจะช้าเร็วหรือมีโอกาสที่ข้อมูลผิดพลาดมากน้อยเพียงไร

วิธีแก้ไข

สำหรับเรื่องการรับส่งโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพการให้บริการ ตามจริงแล้วมาตรฐานแต่ต้นของ IP เน็ตเวิร์กมีการจัดลำดับความสำคัญของ IP แพ็กเก็ต เป็นแฟล็ก Type of Service สองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเลขลำดับความสำคัญยิ่งมีค่ามากยิ่งสำคัญมาก (ใช้แนวคิดไพรออริตี้คิว)

กลุ่มที่สองจะเป็นประเภทของงานที่ใช้ IP แพ็กเก็ตนั้นจะมีสามประเภท คือ งานที่มีความล่าช้าสูง งานที่ต้องการทราฟฟิคสูง และ งานที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูง แต่กลับไม่มีใครใส่ใจแพ็กเก็ต ลำดับความสำคัญเพื่อพิจารณาส่งต่อ IP แพ็กเก็ต หากทางแก้ไขมีสองแนวทาง คือ ให้เป็นหน้าที่ของระดับดาต้าลิงก์ (ระดับล่างของระดับเน็ตเวิร์ก) หรือส่งเสริมให้การส่งต่อ IP แพ็กเก็ตพิจารณาแพ็กเก็ตลำดับความสำคัญดังกล่าว

2.6.4 ประโยชน์

ประโยชน์ของโปรโตคอล TCP/IP หรือ ระบบอินเทอร์เน็ตนั้น ปัจจุบันมีประโยชน์อย่างมากมายเช่น

2.6.4.1 การนำระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้งานสถานปานิคม เพื่อในการอ่านข้อมูล การแปลงไฟล์ข้อมูล และโปรแกรมต่างๆที่สามารถให้มองเห็นรูปร่าง หรือ โครงสร้างอาคารต่างๆ ในรูปแบบ 3 มิติได้

2.6.4.2 การนำระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อที่จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนนักศึกษาตลอดจนผู้ที่สนใจสามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการและ เพื่อเป็นการเปิดโลกกว้างในทางความคิดให้กับเด็กๆอีกทาง

2.6.4.3 การนำระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการหน่วยงานรัฐและเอกชน หรือ อาจารย์รวมถึงสถานประกอบการ เพื่อความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างองค์กร เป็นต้น

2.6.5 การนำไปประยุกต์ใช้

จากข้อเสียของมันที่ว่ารับส่ง โดยไม่มีการรักษาความปลอดภัยเนื้อข้อมูลนั้นหากต่อไปในอนาคตมีการพัฒนา TCP/IP ขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ข้อเสียลดน้อยลง และมีการรักษาข้อมูลระหว่างรับส่ง ป้องกันการที่แฮกเกอร์จะเจาะข้อมูลได้เป็นอย่างดีก็น่าจะน้ำ TCP/IP ไปใช้ในองค์กรที่ต้องรับส่งสารที่เป็นความลับอย่างเช่น FBI, ตำรวจนอกเครื่องบิน, หน่วยสายลับพิเศษ เป็นต้นและปัจจุบันการติดต่อสื่อสารคงหนีไม่พ้น TCP/IP ซึ่ง เป็นระบบเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตที่เป็นชื่อของโปรโตคอลที่ได้รับมาตรฐานในการสื่อสารผ่านระบบเพื่อติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในการติดต่อสื่อสารผ่านระบบของโปรโตคอล TCP/IP นั้นจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนก็คือ TCP และ IP ในการติดต่อสื่อสาร

2.6.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบโปรโตคอล TCP/IP มีส่วนประกอบดังนี้

2.6.6.1 IP Address : สำหรับการรับส่งข้อมูลในระบบ Internet จะถูกกำหนดและอ้างอิงด้วยหมายเลขประจำเครื่องนั้นก็คือเครื่อง IP Address ซึ่งในระบบ Internet จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมากที่อยู่ในระบบ ในการที่จะใช้ IP Address อาจจะไม่ค่อยสะดวกจึงได้มีการเปลี่ยนมาใช้เป็น ชื่อ ในความเข้ากันก็คือ Domain name โดยทั้งหมดนี้อยู่ในระบบ Name Services ซึ่งเป็นการอ้างอิงชื่อแทนหมายเลขนั่นเอง

2.6.6.2 Routing Configuration : ข้อดีของโปรโตคอล TCP/IP ก็คือในการกำหนดเส้นทางสำหรับการรับส่ง ที่สามารถเลือกเส้นทางในการรับส่งข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติ หากถ้าเกิดเส้นทาง บ้างเส้นทางเสียหาย ระบบกลไกในการกำหนดเส้นทางสำหรับการรับส่งข้อมูลของโปรโตคอล TCP/IP ก็จะเลือกเส้นทางที่เหมาะสมถูกต้องให้สามารถรับส่งข้อมูลได้

2.6.6.3 Protocol, Ports, Sockets : เป็นช่องทางสำหรับกำหนดทิศทาง ของการรับส่งข้อมูลนอกเหนือจากที่จะต้องกำหนดหลังจาก IP Address ในงานที่มีการควบคุมระยะไกล ระบบนี้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถจะเขียนโปรแกรมไปควบคุม อินพุตและเอาต์พุตของระบบคอมพิวเตอร์ หรือฮาร์ดแวร์ที่มีการติดต่อกับระบบเดียวกัน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 วิทยานิพนธ์การควบคุมรถเอจิวี่ด้วยกล้องไร้สาย ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ซึ่งจัดทำขึ้นโดย นายอภิชาติ พันธุ์ชัย ซึ่งเป็นนักศึกษา สาขาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2551 เป็นการพัฒนารถขนส่งและลำเลียงอัตโนมัติ หรือ รถเอจิวี่ ผ่านการใช้กล้องแบบไร้สาย (Wireless Camera) ในการควบคุม ผ่านกระบวนการประมวลผลด้วยภาพ (Image Processing) เพื่อช่วยสั่งให้รถ เอจิวี่ ไม่เกิดการหลงทางเมื่อเส้นที่ใช้ในการควบคุมเกิดขาดหายไป มีการประยุกต์ใช้พีแอลซีในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้อง CCD(Charge - Coupled Device) แบบไร้สาย เพื่อเพิ่มความแม่นยำของรถเอจิวี่ในการเข้าเคลื่อนที่ในทางตรงและเข้าโค้ง

2.7.2 การพัฒนาการควบคุมระบบรถเอจิวี่ด้วยระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ ซึ่งจัดทำโดย นายสันติ รัตนวารินทร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2550 เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาระบบชี้เฉพาะด้วยการใช้คลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identify : RFID) ที่จะนำมาควบคุมรถเอจิวี่ และ มีการประยุกต์ใช้งาน ของการบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้น (AHP) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ ที่จะเลือกระบบชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ โดยการควบคุมให้รถเอจิวี่เคลื่อนที่ไปตามสถานีตามต้องการหรือหยุดในสถานที่ที่ต้องการได้ แล้วทำการตรวจสอบเวลาในการเคลื่อนที่ของรถเอจิวี่ ระหว่างทุกๆ สถานี ว่าตรงตามเวลาการหยุดของรถเอจิวี่ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของรถเอจิวี่ และ ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม และ รับส่งข้อมูลร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย

2.7.3 วิทยานิพนธ์เรื่อง Development of Deterministic Collision – avoidance Algorithms for Routing Automated Guided Vehicles ซึ่งจัดทำโดย Mr. Arun S.Pai ตามหลักสูตร Master of Science in Industrial Engineering ภาควิชา Industrial & Systems Engineering วิทยาลัย Kate Gleason College of Engineering ปีการศึกษา 2008(2551) เป็นการพัฒนาวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพื่อไม่ให้เกิดการชนกันระหว่างรถเอจิวี่ในบริเวณพื้นที่ทำงาน โดยใช้โปรแกรม OPL/Visual Basic ทำการวิเคราะห์หาเส้นทางใหม่ที่จะใช้ในการหลบหลีก โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ และ คำนวณหาเส้นทางที่จะใช้ในการหลบหลีก เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด

2.7.4 วิทยานิพนธ์การพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจวี ตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ซึ่งจัดทำโดย นายพงศ์เทพ ดวงมาศ คณะวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2550 เป็นการพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมอัจฉริยะ สำหรับเอจวีชนิดแบบลากจูง โครงสร้างของเอจวีประกอบด้วย 3 ล้อโดยล้อขับเคลื่อน อยู่ตรงด้านหน้าซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อนและมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอีกตัว หนึ่งเป็นตัวบังคับเลี้ยวและมีตัวตรวจจับตำแหน่ง หรือเอนโคเดอร์เป็นตัวตรวจสอบมุมในการเลี้ยว และมีล้อตามอีก 2 ล้อซึ่งแต่ละล้อมีตัวตรวจจับตำแหน่งเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ โดยใช้ระบบ นำร่องแบบพิกัดตำแหน่ง X, Y ซึ่งเป็นการนำร่องที่ยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนตามสายการผลิต ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของเอจวี และใช้คอมพิวเตอร์เป็น ตัวควบคุมและรับส่งข้อมูลร่วมกับพีแอลซี

2.7.5 วิทยานิพนธ์ **AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) USING 68HC11 MICROCONTROLLER** ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัย Kolej Universiti Kejuruteraan & Teknologi Malaysia ปีการศึกษา 2549 เป็นการพัฒนา Automated Guided Vehicle (AGV) โดยใช้การขับเคลื่อน 2 ล้อ และมีล้ออิสระอีก 1 ล้อ โดยใช้ไมโคร - คอนโทรลเลอร์เบอร์ M68HC11 เป็นตัวสั่งการ ซึ่งมันจะทำหน้าที่เหมือนสมองในการควบคุม ทุกอย่างทั้งการนำทาง การตอบสนอง รวมถึงสภาพแวดล้อมอีกด้วยซึ่งส่วนของการออกแบบ Algorithm จะใช้ภาษา Assembly ในการเขียน ผังตัวอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์