บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎี เครื่องมือและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาระบบกล่องควบคุมเครื่องให้อาหารกุ้งผ่านระบบ IOT ซึ่งได้รวบรวมการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษาประกอบด้วยรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาโครงงานต้องมีการศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มากมาย ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นเป็นสารสนเทศที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะทำให้การพัฒนาโครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้จัดทำจึงได้รวบรวมข้อมูลที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงงาน โดยประกอบไปด้วย แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ อีกทั้งวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวเนื่องดังนี้

แอนดรอยด์ (Android)

แอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เน็ตบุ๊ค ทำงานบน ลินุกซ์ เคอร์เนล เริ่มพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (Android Inc.) ภายหลังถูกพัฒนาในนามของ Open Handset Alliance ทางกูเกิ้ลได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขโค้ดต่างๆด้วยภาษาจาวา และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java libraries ที่กูเกิลพัฒนาขึ้น

เริ่มต้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถูกพัฒนามาจากบริษัท แอนดรอยด์ (Android Inc.) เมื่อปี พ.ศ. 2546 โดยมีนาย แอนดี้ รูบิน (Andy Rubin) ผู้ให้กำเนิดระบบปฏิบัติการนี้ และถูกบริษัท กูเกิ้ล ซื้อกิจการเมื่อ เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2548 โดยบริษัทแอนดรอยด์ ได้กลายเป็นมาบริษัทลูก ของบริษัทกูเกิ้ล และยังมีนาย แอนดี้ รูบิน ดำเนินงานอยู่ในทีมพัฒนาระบบปฏิบัติการต่อไป ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอา แกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System)

ต่อมาเมื่อเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2550 บริษัทกูเกิ้ล ได้ทำการก่อตั้งสมาคม OHA (Open Handset Alliance, http://www.openhandsetalliance.com) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางในการกำหนดมาตรฐานกลาง ของอุปกรณ์พกพาและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีสมาชิกในช่วงก่อนตั้งจำนวน 34 รายเข้าร่วม ซึ่งประกอบไปด้วยบริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านการสื่อสาร เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์พกพา, บริษัทพัฒนาโปรแกรม, ผู้ให้บริการสื่อสาร และผู้ผลิตอะไหล่อุปกรณ์ด้านสื่อสาร

โครงสร้างของแอนดรอยด์ (Android)

***ภาพที่* 2.1** โครงสร้างของ Android

(ที่มาhttp://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71 : 2557)

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ (Applications) จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์ พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆได้ดังนี้

1) Applications ส่วน Application หรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการหรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

2) Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

– Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity)

– Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่นและสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้

– View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

– Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น

– Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความ, รูปภาพ

– Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์

– Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งานผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

3) Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3มิติ และ 2มิติ, SQLlite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

4) Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ (Memmory), หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) และพลังงาน(Battery)ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Darvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

5) Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย

เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6(Linux 26. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อนันต์ แก่นจันทร์ ในงานวิจัยนี้ได้ท้าการปรับปรุงเครื่องหว่านอาหารให้มีความสะดวกในการใช้งาน และมีประสิทธิภาพ สูงขึ้น โดยการออกแบบให้มีน้ำหนักเบา และมีความสูงของเครื่องไม่มากนัก ผู้ปฏิบัติงานสามารถท้าการติดตั้งเครื่อง ด้วยตัวเองเพียงคนเดียว แตกต่างจากแบบทั่วไปซึ่งต้องใช้คนติดตั้งอย่างน้อย 3 คน อีกทั้งออกแบบให้ลดการอุดตัน ของเศษอาหารและฝุ่นละอองจากเม็ดอาหาร ท้าให้เพิ่มรัศมีของการหว่านออกไปได้ไกลขึ้น และสามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพการกระจายตัวของเม็ดอาหาร โดยให้ค่าสัมประสิทธิของความผันแปร (CV) ต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ การกระจายตัว (UC) สูงกว่าเครื่องหว่านอาหารแบบทั่วไป จากการทดลองใช้งานเครื่องหว่านอาหารในการเลี้ยงกุ้งใน บ่อดิน พบว่ากุ้งที่ได้จากบ่อที่ใช้เครื่องหว่านอาหารแบบเพิ่มประสิทธิภาพให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบทั่วไป เนื่องจากสามารถกระจายอาหารได้สม่ำเสมอกว่าแบบทั่วไป ท้าให้กุ้งสามารถกินอาหารได้ทั่วถึงกว่า กุ้งโตได้เร็ว และ ให้ผลผลิตสูงกว่า การกระจายตัวนั้นสำคัญต่อการสูญเสียของอาหารให้น้อยลง กุ้งกินอาหารได้ทั่วถึงทุกตัว ลดการ เน่าเสียของพื้นบ่อท้าให้การเลี้ยงกุ้งประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ทั้งเกษตรกรและธุรกิจการเลี้ยงกุ้งต่อไป

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

อนันต์ แก่นจันทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชื่องาน "การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ" ในงานวิจัยนี้ได้ท้าการปรับปรุงเครื่องหว่านอาหารให้มีความสะดวกในการใช้งาน และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการออกแบบให้มีน้ำหนักเบา และมีความสูงของเครื่องไม่มากนัก ผู้ปฏิบัติงานสามารถท้าการติดตั้งเครื่องด้วยตัวเองเพียงคนเดียว แตกต่างจากแบบทั่วไปซึ่งต้องใช้คนติดตั้งอย่างน้อย 3 คน อีกทั้งออกแบบให้ลดการอุดตันของเศษอาหารและฝุ่นละอองจากเม็ดอาหาร ท้าให้เพิ่มรัศมีของการหว่านออกไปได้ไกลขึ้น และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายตัวของเม็ดอาหาร โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (CV) ต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (UC) สูงกว่าเครื่องหว่านอาหารแบบทั่วไป จากการทดลองใช้งานเครื่องหว่านอาหารในการเลี้ยงกุ้งในบ่อดิน พบว่ากุ้งที่ได้จากบ่อที่ใช้เครื่องหว่านอาหารแบบเพิ่มประสิทธิภาพให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบทั่วไป เนื่องจากสามารถ

กระจายอาหารได้สม่ำเสมอกว่าแบบทั่วไป ท้าให้กุ้งสามารถกินอาหารได้ทั่วถึงกว่า กุ้งโตได้เร็ว และให้ผลผลิตสูงกว่า การกระจายตัวนั้นสำคัญต่อการสูญเสียของอาหารให้น้อยลง กุ้งกินอาหารได้ทั่วถึงทุกตัว ลดการเน่าเสียของพื้นบ่อท้าให้การเลี้ยงกุ้งประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ทั้งเกษตรกรและธุรกิจการเลี้ยงกุ้งต่อไป

ทรงทรัพย์ อรุณกมล สาขาวิชาการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชื่องาน"ระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งก้ามแดงวัยอ่อน" จากการศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการอนุบาลกุ้งก้ามแดงวัยอ่อน โดยอาหารมีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับคือที่ร้อยละ 25, 30, 35 และ 40 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามแดงเป็นเวลา 60 วัน ขนาดเริ่มต้นการทดลองที่น้ำหนัก 1.24+0.26 กรัม พบว่าอาหารที่ใช้ในการอนุบาลควรมีระดับโปรตีนร้อยละ 35 ซึ่งส่งผลท้าให้ลูกกุ้งการเจริญเติบโต อัตรารอดสูงสุด และอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด โดยเมื่อนำข้อมูลหาความสัมพันธ์รูปแบบ Quadratic model พบว่าจะได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นดังสมการ Y= –15.169 +1.343X –0.0185X2, R2= 0.937

บุญรัตน์ ประทุมชาติ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตบางแสน จังหวัดชลบุรี ชื่องาน "ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกุ้งต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอดและดัชนีตับของกุ้งขาววัยรุ่น" ผลของการใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตจากแป้งมันสำปะหลังในอาหารทดแทนปลายข้าวและแป้งสาลีที่ระดับ 2.5%, 5.0% และ7.5% ในสูตรอาหาร และชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้แป้งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อความถี่ของการลอกคราบ ดัชนีตับ และการรอดตายของกุ้งขาว (Litopenaeus vannamei) ด้วยการใช้กุ้งขาวขนาดความยาวเฉลี่ย9.3 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 7.0 กรัม ในถังไฟเบอร์กลมความจุ 250 ลิตร ความหนาแน่น 70 ตัวต่อตารางเมตร ทำ 3 ซ้ำต่อชุดการทดลอง ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง อัตรา 5% ของน้ำหนักตัว เลี้ยงกุ้งเป็นเวลานาน 2 เดือน ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆสัปดาห์ ทำการนับจำนวนคราบกุ้งทุกวัน สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งขาวทุกๆ 12 วัน จนเลี้ยงครบ 60 วัน สุดท้ายทำการตรวจสอบความยาวและน้ำหนักกุ้งทุกตัวในแต่ละซ้ำการทดลองเพื่อนำมาหาค่าความแปรปรวนของขนาด

ผลการทดลองพบว่า % ความยาวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวของทุกชุดการทดลองและชุดควบคุมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนกุ้งกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังในสูตรระดับ 2.5%, 5.0% และชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของน้ำหนัก การเจริญเติบโตต่อวัน และ % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยกุ้งทั้ง 3 กลุ่มข้างต้น มีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสูงกว่ากุ้งกลุ่มที่ได้อาหารสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 7.5% ในสูตร ($p<0.05$) ค่า % ความแปรปรวนของขนาดทั้งความยาวและน้ำหนัก อัตราการรอด และความถี่ในการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ รวมทั้งค่าดัชนีตับของกุ้งทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

จริยาวดี สุริยพันธุ์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชื่องาน "บทบาทของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลแบบพัฒนา" แพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนามีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยง กลุ่มของธาตุอาหารหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิเกต ซึ่งส่วนใหญ่ จะมาจากของเสียที่เกิดจากการขับถ่าย และอาหารกุ้งที่ให้ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สาหรับกลุ่มธาตุอาหารรอง ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ ทองแดง โมลิบดินัม นิกเกิล แคดเมียม และซีลิเนียม ซึ่งเป็นปัจจัยจากัดต่อการเจริญเติบโต และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของประชาคมแพลงก์ตอนพืชภายในบ่อด้วย การลดปริมาณธาตุอาหารสามารถทาได้ตั้งแต่ช่วงเตรียมบ่อ การตากบ่อและไถพรวนเพื่อเปิดหน้าดินทาให้ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินลดลง รวมทั้งการควบคุมอาหารในแต่ละมื้อเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนร่วมกับการใช้วัสดุปูนเพื่อปรับสภาพพื้นบ่อและคุณภาพน้าในระหว่างการเลี้ยง เมื่อปริมาณแพลงก์ตอนไม่เหมาะสมอาจจะใช้วิธีการเปลี่ยนถ่ายน้า ร่วมกับการใช้ฟอร์มาลีน หรือบีเคซี ในการควบคุมแพลงก์ตอนภายในบ่ออีกทางหนึ่ง

พงศ์ธร ยิ่งยวด1 วราห์ เทพาหุดี2 นิติ ชูเชิด1 และชลอ ลิ้มสุวรรณ1 1ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ชื่องาน "ผลของระยะเวลาการให้อาหารโดยใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติต่อผลผลิตของกุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vannamei) ในฟาร์มเลี้ยง" การ

ให้อาหารด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติทั้ง 2 รูปแบบ ให้ผลการเลี้ยงที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้โดยเฉพาะผลการผลิตในการเพาะเลี้ยง และต้นทุนผลตอบแทนที่ได้รับ การใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติตลอด 24 ชั่วโมง จะให้ผลที่ดีกว่าเล็กน้อย ถึงแม้ต้นทุนในด้านการเพาะเลี้ยงจะเพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อทาการขายผลผลิตแล้วจะได้รับผลกาไรที่มากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายๆอย่าง ทั้งความเหมาะสมของรูปแบบการให้อาหารไปสัมพันธ์กับรูปแบบการกินอาหารของกุ้ง ปริมาณอาหารเกิดการสูญเสียลดลงหรือการที่สามารถตรวจสอบปริมาณอาหารได้ง่าย ว่าปริมาณอาหารที่ใช้ในแต่ละวันที่ใช้นั้นเหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของกุ้งหรือไม่ ในกรณีที่ให้อาหารด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติระหว่างเวลา 7.00 น.–22.00 น. จะมีช่วงเวลาที่เครื่องจะหยุดทางานอยู่ ในช่วงเวลานี้กุ้งจะกินอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ แต่อาหารเหล่านั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของกุ้ง เมื่อถึงเวลาเปิดเครื่องให้อาหารในตอนเช้า กุ้งจะมีอัตราการกินอาหารสูงเพิ่มขึ้น เกษตรกรอาจจะคิดว่าอัตรารอดของกุ้งในบ่อมีสูง การคำนวณปริมาณการให้อาหารจึงอาจเกิดความผิดพลาดได้ แต่ถ้าให้อาหารตลอดเวลา อัตราการกินอาหารก็จะสม่ำเสมอสามารถคำนวณกลับไปถึงอัตรารอดและความต้องการอาหารของกุ้งที่เลี้ยงได้อย่างถูกต้อง และเมื่อมีการเปลี่ยนรูปแบบการให้อาหารจากการใช้แรงงานคนในการหว่านอาหารรอบบ่อ มาเป็นการให้อาหารด้วยเครื่องอัตโนมัติ รูปแบบการตรวจสอบอาหารแบบเดิมที่ใส่อาหารไว้ในยอรอบบ่ออาจจะไม่เหมาะสมกับการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ จึงจาเป็นที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อความเหมาะสม ทั้งนี้อาจจะต้องทาการศึกษาเพิ่มเติมถึงเครื่องให้อาหารอัตโนมัติในแต่ละรุ่นที่มีลักษณะการหว่านที่แตกต่างกันโดยเฉพาะ ประสิทธิภาพในการกระจายของเม็ดอาหาร การใช้พลังงาน ความเหมาะสมระหว่างจานวนเครื่องเครื่องให้อาหารต่อพื้นที่บ่อเลี้ยง และรูปแบบระยะเวลาในการจ่ายและหยุดให้อาหารของเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ ก็เป็นสิ่งจาเป็นเพื่อให้ได้รูปแบบการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

2.4 เครื่องมือที่ใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

คือ อุปกรณ์ของคอมพิวเตอร์ในส่วนที่จับต้องได้ ซึ่งไม่รวมถึงข้อมูล, ระบบการคำนวณ, และซอฟต์แวร์ (Software) ที่ป้อนชุดคำสั่งให้ฮาร์ดแวร์ทำการประมวลผลความจริง

ขอบเขตที่แบ่งระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ไม่ได้ชัดเจน เพราะระหว่างกลางอาจจะมีเฟิร์มแวร์ (Firmware) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่สร้างมาโดยเฉพาะ เพื่อฝังไว้ในฮาร์ดแวร์อยู่ด้วย โดยที่ผู้ใช้ทั่วไป ไม่จำเป็นต้องกังวลกับเฟิร์มแวร์เหล่านี้ เพราะเป็นส่วนที่โปรแกรมเมอร์ (Programmer) และวิศวกรคอมพิวเตอร์ (Computer Engineering) เป็นผู้ดูแล

โดยการพัฒนาโครงการนี้ได้ใช้เครื่องมือในส่วนของฮาร์ดแวร์ดังนี้

2.4.1.1 หน่วยประมวลผล (Central Processing Unit : CPU) เป็นวงจรอิเลคทรอนิกส์ที่ทำงาน หรือประมวลผล ตามชุดของคำสั่งเครื่องจากซอฟต์แวร์หน่วยประมวลผลเปรียบเสมือนเป็นสมองของคอมพิวเตอร์ ในการทำหน้าที่ตัดสินใจหรือคำนวณ จากคำสั่งที่ได้รับมา เช่น การเปรียบเทียบ การกระทำการทางคณิตศาสตร์

2.4.1.2 หน่วยความจำหลัก (Random Access Memory : RAM) หรือหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่ม เป็นหน่วยความจำที่ อนุญาตให้เขียนและอ่านข้อมูลได้ในตำแหน่งต่างๆ อย่างอิสระ และรวดเร็วพอสมควร ซึ่งต่างจากสื่อเก็บข้อมูลชนิดอื่นๆ ที่มีข้อจำกัดในการอ่านและเขียนข้อมูล ที่ต้องทำตามลำดับก่อนหลังตามที่จัดเก็บไว้ในสื่อ

2.4.1.3 การ์ดแสดงผล (VGA Card) หรือ การ์ดจอ (video card หรือ display card) เป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงผลจากหน่วยความจำ มาคำนวณและประมวลผล จากนั้นจึงส่งข้อมูลในรูปแบบสัญญาณเพื่อนำไปแสดงผลยังอุปกรณ์แสดงผล

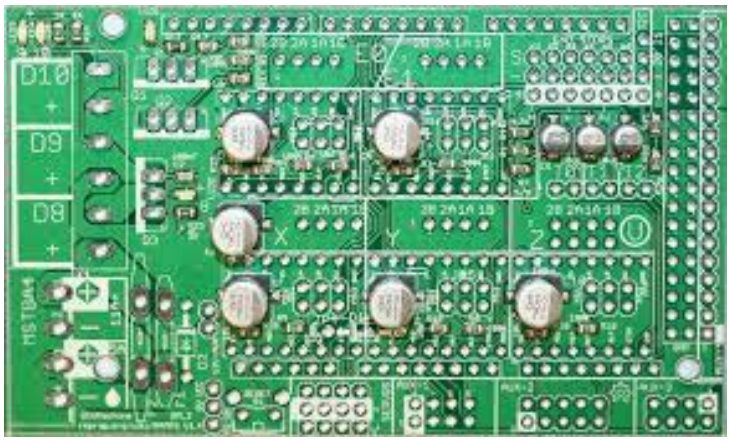
2.4.1.4 หน่วยความจำสำรอง (Hard disk) อุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล ได้มาก สามารถเก็บได้อย่างถาวรโดยไม่จำเป็นต้องมีไฟฟ้ามาหล่อเลี้ยงตลอดเวลา เมื่อปิดเครื่องข้อมูลก็จะไม่สูญหาย ดังนั้น Hard Disk จึงถูกจัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บระบบปฏิบัติการ โปรแกรม และข้อมูลต่างๆ เนื่องจาก Hard Disk เป็นอุปกรณ์ที่ง่ายต่อการอัพเกรดทำให้เทคโนโลยี Hard Disk ในปัจจุบันได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว

2.4.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็น active component เช่นหลอดสุญญากาศ, ทรานซิสเตอร์, ไดโอด และ Integrated Circuit และ ชิ้นส่วนพาสซีฟ (อังกฤษ: passive component) เช่น ตัวนำไฟฟ้า, ตัวต้านทานไฟฟ้า, ตัวเก็บประจุ และคอยล์ พฤติกรรมไม่เชิงเส้นของ active component และความสามารถในการควบคุมการไหล

ของอิเล็กตรอนทำให้สามารถขยายสัญญาณอ่อนๆให้แรงขึ้นเพื่อการสื่อสารทางภาพและเสียง เช่นโทรเลข, โทรศัพท์, วิทยุ, โทรทัศน์ เป็นต้น อิเล็กทรอนิกส์ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในการสื่อสารข้อมูลโทรคมนาคม ความสามารถของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิดเปิดวงจรถูกนำไปใช้ในวงจร ลอจิกเกต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญหลักในระบบคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้น วงจรอิเล็กทรอนิกส์ยังถูกนำไปใช้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ในการส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ การผลิตพลังงานทดแทน และอุตสาหกรรมต่างๆอีกมาก

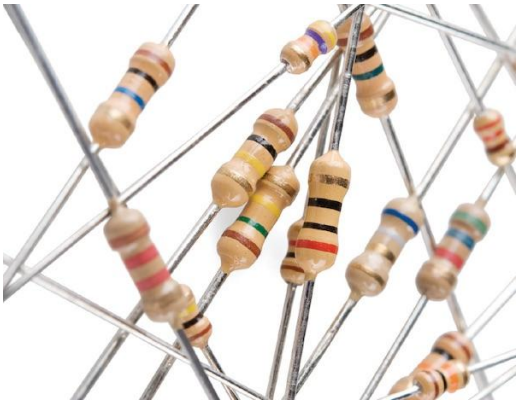
2.4.2.1 PCB (Print Circuit Board) ส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นทางเดินสัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่อยู่บนแผงวงจร ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกันได้ และสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้



ภาพที่ 2.2 PCB (Print Circuit Board)

2.4.2.2 – อุปกรณ์ RLC RLC (R=ตัวต้านทาน L=ตัวเหนี่ยวนำ C=ตัวเก็บประจุ) ซึ่งทั้งสามตัวนี้เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราเห็นวงจรเหล่านี้ได้ตามอุปกรณ์ ไฟฟ้าทั่วไป เช่น มือถือ โทรทัศน์ พัดลม ตู้เย็น ฯลฯ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าเราจะนำ RLC มาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ชนิดไหน

R ตัวแรกก็คือ"ตัวต้านทาน" ก่อนอื่นนั้นต้องมาทำความเข้าใจกับคำว่า"ความต้านทาน"ก่อน ความต้านทานก็คือ แรงต้านจากสิ่งต่างๆเช่น วัตถุ สสาร หรือธาตุต่างๆที่เป็นตัวทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ซึ่งจะไหลผ่านได้มากหรือน้อยเท่าไหร่ก็จะขึ้นอยู่กับแรงต้านนั้นๆ ซึ่งตัวต้านทาน(Resistor) หรือ R ก็คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่จำกัดการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในวงจรและเป็นตัวกำหนดระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต้องส่งไปเลี้ยงวงจร



ภาพที่ 2.3 R “ตัวต้านทาน”

L "ตัวเหนี่ยวนำ"หรืออินดักเตอร์ (Inductor) ประโยชน์ของตัวเหนี่ยวนำจะมาจากการที่ ตัวเหนี่ยวนำสร้างขึ้นมาจากเส้นลวดตัวนำ พันขึ้นมาเป็นขดลวดหรือคอยล์ (Coil) หรือชุดของขดลวด การทำงานและการใช้งานของตัวเหนี่ยวนำ จะเกี่ยวข้องกับสนามแม่เหล็ก เมื่อตัวเหนี่ยวนำถูกจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำนั้นเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นทันที ถ้างดจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กที่เกิดการยุบตัว ตัดผ่านขดลวดตัวนำอีกครั้งจะได้แรงดันไฟฟ้าออกมาจากตัวเหนี่ยวนำ

ภาพที่ 2.4 L "ตัวเหนี่ยวนำ"หรืออินดักเตอร์ (Inductor)

C นั้นก็คือ"ตัวเก็บประจุ" หรือ คาปาซิเตอร์(Capacitor) มีความก็บสะสมประจุไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าไว้ในตัวได้ โดยจะมีแผ่นแพลตที่ทำมาจากโลหะมาวางใกล้กัน มีฉนวนคั้นอยู่ตอนกลางแผ่นเพลตทั้งสอง ในขณะตัวเก็บประจุทำการประจุไฟฟ้าไว้ในตัว ตัวเก็บประจุจะเสมือนเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายหนึ่ง เมื่อตัวเก็บประจุทำการคายประจุออกมา

เสมือนแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจ่ายแรงดันออกมาระดับแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุประจุไว้ก็จะค่อยๆ ลดลงจดหมดเป็นศูนย์ สำหรับการนำตัวเก็บประจุไปใช้กับแรงดันไฟตรง จะสามารถประจุได้เพียงครั้งเดียว แต่ถ้านำไปใช้กับแรงดันไฟสลับจะทำการประจุและคายประจุสลับกันตลอดเวลา

ภาพที่ 2.5 C "ตัวเก็บประจุ" หรือ คาปาซิเตอร์(Capacitor)

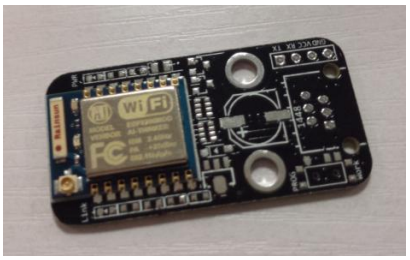
2.4.2.4 Controller คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทาการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ภาพที่ 2.6 Controller

2.4.2.4 Real Time Clock Module คือ อุปกรณ์ที่ให้ค่าเวลาตามจริง ซึ่งทำงานโดยการจับสัญญาณนาฬิกาที่ได้มาจาก Crystal นั่นเองครับ บางรุ่นก็จะมีถ่านสำรองมาให้ด้วย ทำหน้าที่ในการบันทึกเวลาอย่างต่อเนื่องถึงแม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงมาที่ตัวบอร์ด ตัวเวลาก็ยังคงนับได้ต่อ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลามาตั้งเวลาใหม่หลังจากที่หยุดจ่ายไฟเลี้ยง

ภาพที่ 2.7 Real Time Clock Module

2.4.2.5 IOT Wi-Fi Module คือ โมดูล Wi-Fi ภายในมีเฟิร์มแวร์ทำงานในลักษณะ Serial-to-WiFi ที่ช่วยให้อุปกรณ์อื่นๆ เช่น MCU สามารถต่อเข้ากับ internet ได้โดยใช้ port serial(ขา Tx, ขา Rx) และใช้คำสั่ง AT ในการควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 2.8 IOT Wi-Fi Module

2.4.2.6 AC to 12VDC Converter Module คือ อุปกรณ์แปลงกระแสไฟ AC 220V เป็นไฟกระแส DC 12V

ภาพที่ 2.9 AC to 12VDC Converter Module

2.4.2.7 ตัวเลข 7-segment 4 digit คือ จอแสดงผล 7-Segment ประกอบด้วยหลอด LED รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมูหรือหกเหลี่ยมจำนวน 7 หลอด เรียงกันเป็นรูปทรงดังรูป 1-2 7-Segment มีหลายสี หลายขนาด รวมทั้งแบบตัวเลขหนึ่งหลัก สองหลัก และสี่หลัก จึงนิยมใช้ในหน้าปัดแสดงข้อมูลต่าง ๆ เช่น ราคาน้ำมัน นาฬิกาบอกเวลา อุณหภูมิ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

ภาพที่ 2.10 ตัวเลข 7-segment 4 digit

2.4.2.8 Relay 12VDC 10A (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้ Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ

ภาพที่ 2.11 Relay 12VDC 10A

2.4.2.9 ตะกั่วบัดกรี คือ ตะกั่วเส้น เมื่อโดนความร้อนจากปลายหัวแร้งตะกั่วจะหลอมเหลว และมีควันออกมาเนื่องจากน้ำยาประสาน(flux)ที่มีผสมอยู่ในตัวตะกั่วเพื่อช่วยให้วงจรที่บัดกรียึดติดกันได้ดีขึ้น

ภาพที่ 2.12 ตะกั่วบัดกรี

2.4.2.10 สายไฟ AWG 16 คือสายไฟเบอร์ 16

ภาพที่ 2.13 สายไฟ AWG 16

2.4.2.11 หัวแร้ง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบัดกรี โดยให้ความร้อนกับสารบัดกรี จนหลอมเหลวและไหลเข้าไปเชื่อมชิ้นงานโลหะเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 2.14 หัวแร้ง

2.4.2.12 Temperature SensorDS18B20 เป็น IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ของ Dallas Semiconductor สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง –55C ถึง 125C ที่ความละเอียด 9–12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5C ในช่วง –10C ถึง 85C ในกรณีที่เป็นตัวถังแบบ TO–92

ภาพที่ 2.15 Temperature SensorDS18B20

2.4.3 ซอฟต์แวร์ (Software)

คือ ชุดคำสั่งของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์จึงหมายถึง ลำดับ ขั้นตอนการทำงานที่เขียนขึ้นด้วยคำสั่งของคอมพิวเตอร์ คำสั่งเหล่านี้เรียงกันเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากที่ทราบมาแล้วว่าคอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่ง การทำงานพื้นฐานเป็นเพียงการกระทำกับข้อมูลที่เป็นตัวเลขฐานสอง ซึ่งใช้แทนข้อมูลที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร รูปภาพ หรือแม้แต่เป็นเสียงพูดก็ได้ ซอฟต์แวร์ นั้น นอกจากจะสามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ยังสามารถใช้งานบนเครื่องใช้หรืออุปกรณ์อื่น เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือ หุ่นยนต์ในโรงงาน หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยการพัฒนาโครงการนี้ได้ใช้เครื่องมือในส่วนของซอฟต์แวร์ดังนี้

2.4.3.1 โปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรม Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ มาใช้ร่วมกันในภาษา C ซึ่งภาษา C นี้เป็นลักษณะเฉพาะ คือมีการเขียนไลบารี่ของ Arduino ขึ้นมาเพื่อให้การสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกันสามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการได้ออกบอร์ดทดลองมาหลายๆรูปแบบ เพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเอง สาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino เป็นนิยมมาก เป็นเพราะซอฟแวร์ที่ใช้งานร่วมกันสามารถโหลดได้ฟรี และตัวบอร์ดทดลองยังถูกแจกแปลน ทำให้ผู้ผลิตจีนนำไปผลิตและขายออกตลาดมาในราคาที่ถูกมากๆ โดยบอร์ดที่ถูกที่สุดในตอนนี้คือบอร์ด

2.4.3.2 โปรแกรมจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น web server Xampp เป็นโปรแกรม Apache web server ไว้จำลอง web server เพื่อไว้ทดสอบ สคริปหรือเว็บไซต์ในเครื่องของเราโดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใดๆ ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน โปรแกรม Xampp จะมาพร้อมกับ PHP ภาษาสำหรับพัฒนาเว็บแอพลิเคชั่นที่เป็นที่นิยม , MySQL ฐานข้อมูล, Apache จะทำหน้าที่เป็นเว็บ เซิร์ฟเวอร์, Perl อีกทั้งยังมาพร้อมกับ OpenSSL , phpMyadmin (ระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดย PHP เพื่อใช้เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล สนับสนุนฐานข้อมูล MySQL และ SQLite โปรแกรม Xampp จะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Zip, tar, 7z หรือ exe โปรแกรม Xampp อยู่ภายใต้ใบอนุญาตของ GNU General Public License แต่บางครั้งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเรื่องของลิขสิทธิ์ในการใช้งาน จึงควรติดตามและตรวจสอบโปรแกรมด้วย

2.4.3.3 Firebase Realtime Database เป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ realtime กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ offline(ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมา online ก็จะทำการ sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ได้ดังใจ ทั้ง Android, iOS และ Web

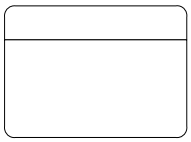
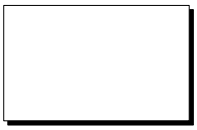
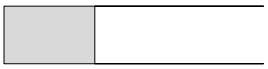
2.4.4 เครื่องมือในการออกแบบและวิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.4.4.1 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD) แผนภาพกระแสข้อมูล เป็นแบบจำลองการระบวนการที่นำมาใช้กับการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง ที่มีการนำมาใช้ตั้งแต่ยุคที่มีการเริ่มใช้ภาษาระดับสูงอย่างภาษาโคบอล โดยแผนภาพกระแสข้อมูลจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซส (Processes) กับข้อมูล (Data) ที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลในแผนภาพจะทำให้ทราบว่า ข้อมูลมาจากไหน ข้อมูลไปที่ไหน ข้อมูลเก็บไว้ที่ใด เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างทาง

แผนกระแสข้อมูลจะแสดงภาพรวมของระบบ และรายละเอียดเกี่ยวกับโปรเซสกับข้อมูล แต่ในบางครั้ง หากต้องการกำหนดรายละเอียดที่นอกเหนือไปจากนี้ นักวิเคราะห์ระบบอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออื่นเข้าช่วย เช่น ข้อความสั้นๆ ที่อ่านแล้วง่ายต่อการทำความเข้าใจ

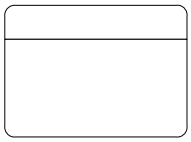
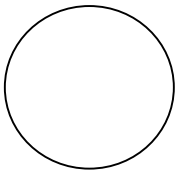
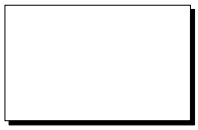
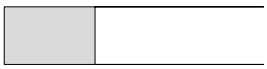
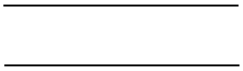
1) วัตถุประสงค์ของแผนภาพกระแสข้อมูล เป็นแผนภาพที่สรุปรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ในรูปแบบของการพัฒนาเชิงโครงสร้างเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างนักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้งานเป็นแผนภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในขั้นตอนของการออกแบบระบบเป็นแผนภาพที่ใช้ในการอ้างอิง หรือเพื่อใช้สำหรับการปรับปรุงหรือพัฒนาต่อในอนาคตทราบที่มาและที่ไปของข้อมูลที่ไหลไปยังกระบวนการต่างๆ
2) สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ประกอบด้วย อินพุต(Input) เอาต์พุต(Output) กระบวนการ และ ข้อมูล โดยทุกๆ คนในทีมงานพัฒนาระบบสามารถเห็นรูปร่างหน้าตาของระบบได้จากแผนภาพนี้ และใช้สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบระบบ และนี่ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แผนภาพกระแสข้อมูลเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้งานจนถึงปัจจุบัน และจัดเป็นแผนภาพที่ดูแล้วง่ายต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากเป็นแบบจำลองในลักษณะแผนภาพที่มีเพียง 4 สัญลักษณ์หลักๆเท่านั้น ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูลของ Gane & Sarson

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย	ตัวอย่าง
	Process	สัญลักษณ์การประมวลผล	
	External Entity	สัญลักษณ์แหล่งที่มาหรือปลายทางหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกขอบเขตระบบ	
	Data Flow	สัญลักษณ์กระแสข้อมูล	
	Data Store	สัญลักษณ์ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ	

นอกจากสัญลักษณ์ดังกล่าวแล้ว สัญลักษณ์ของแผนกระแสข้อมูลก็ยังสามารถเขียนได้ตามมาตรฐานที่นิยมอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ของ Yourdon/Demarco และ Gane & Sarson โดยสามารถเปรียบเทียบสัญลักษณ์ดังกล่าวได้ดังตารางที่ 2.2 แต่อย่างไรก็ตามในการพัฒนาโครงงานนี้จะใช้มาตรฐานของ Gane & Sarson เป็นสำคัญ

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบสัญลักษณ์กระแสข้อมูล Yourdon/Demarco และ Gane & Sarson

Gane & Sarson	ชื่อ	Yourdon/Demarco
	Process	
	External Entity	
	Data Store	

2.2.4.2 พจนานุกรมข้อมูล (data dictionary) พจนานุกรมข้อมูลเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดเก็บรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ ทำให้สามารถค้นหารายละเอียดที่ต้องการได้โดยสะดวก ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้อาจเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายงานต่าง ๆ ไว้ภายในหมวดรายการชื่อ “Report” เป็นต้น ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ของการจัดเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ในพจนานุกรมข้อมูล คือ เพื่อให้สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลต่าง ๆ แก่ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

พจนานุกรมข้อมูล จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดเก็บรายละเอียดของข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากทุกฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลซึ่งส่วนที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลลักษณะดังกล่าว คือ พจนานุกรมข้อมูล หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า System Catalog นั่นเอง