รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

โดย

สราวุฒิ เชาวสกู

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปี พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **(1)**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **(2)**
กิตติกรรมประกาศ ..... **(3)**
สารบัญ ..... **(4)**

บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง **6**
2.1 เทคโนโลยี 6
2.2 การเล่น 9
2.3 ของเล่นพื้นบ้านไทย 11
2.4 การเรียนรู้ 14
2.5 การจัดกระทำ 18
2.6 สะเต็มศึกษา 19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ **25**
3.1 กลุ่มเสียง 25
3.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์จักจั่น 26
3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพจักจั่น 28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 กลุ่มแรง 29
3.2.1 การออกแบบลูกข่าง 30
3.2.2 การออแบบซอฟต์แวร์ลูกข่าง 32
3.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพ 33
3.3 กลุ่มคาน 35
3.3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 35
3.3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ 38
3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพคนตำครกกระเดื่อง 38
3.4 กลุ่มความดันอากาศ 42
3.4.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 42
3.4.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ 44
3.4.3 การทดลองประสิทธิภาพ 46
3.5 กลุ่มแรงยก 47
3.5.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของเล่นเครื่องบิน 47
3.5.2 การออกแบบซอฟต์แวร์เครื่องบิน 48
3.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพ 50
3.6 กลุ่มจุดสมดุล 51
3.6.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ขาโถกเถก 52
3.6.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ ขาโถกเถก 54
3.6.3 การทดสอบประสิทธิภาพ ขาโถกเถก 55

บทที่ 4 การปฏิสัมพันธ์กับของเล่นอัจฉริยะ 56
4.1 หลักการทางสะเต็มของจักจั่น 56
4.2 หลักการทางสะเต็มกับลูกข่าง 60
4.3 หลักการทางสะเต็มกับคนตำครกกระเดื่อง 64
4.4 หลักการทางสะเต็มกับไม้โพละ 68

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.5 หลักการทางสะเต็มกับเครื่องบิน 72
4.6 หลักการทางสะเต็มกับขาโถกเถก..... 76

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 81
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 81
5.1.1 ผลการสร้างของเล่นอัจฉริยะ..... 81
5.1.2 ผลการศึกษาการปฏิสัมพันธ์กับของเล่นอัจฉริยะ 82
5.2 ข้อวิจารณ์ผลการวิจัย..... 84
5.4 ข้อเสนอแนะการพัฒนาในอนาคต..... 84

บรรณานุกรม 85
ภาคผนวก การเผยแพร่งานวิจัย..... 87

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อห้องวิจัยและห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขอขอบคุณท่านผู้แต่งตำราทุกท่านที่ได้นำความรู้มาใช้ในงานวิจัยตลอดจนผู้ร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การศึกษาในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา การสื่อสารและความร่วมมือ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การเตรียมคนสำหรับโลกแห่งอนาคตมีความสำคัญมากในการแข่งขันในเวทีโลก เครื่องมือในการหาความรู้จึงมีความสำคัญกว่าเนื้อหาความรู้ การพัฒนาการเรียนรู้จะต้องไม่เป็นเพียงแต่การเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ แต่จะต้องเรียน**เพื่อให้เกิดทักษะเพื่อเป็นวิชาชีพ** (วิจารณ์ พานิช, 2554) ในประเทศสหรัฐอเมริกา และจีน มีความพยายามในการพัฒนาคนเพื่อเข้าสู่ยุคของการสร้างสรรค์เทคโนโลยีเพื่อชิงความได้เปรียบและเป็นหนึ่งของโลก โดยสหรัฐอเมริกา ได้ทุ่มงบประมาณในการนำระบบ STEM Education มาใช้ในการเรียนการสอน โดยประกาศใช้แผนการศึกษา Education to Innovate เพื่อเร่งกระตุ้นให้ STEM Education เป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จ สำหรับประเทศจีน ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ STEM Degree ประมาณ 3.7 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) สำหรับสิงคโปร์ก็มีการนำ STEM Education มาใช้เช่นกันโดยมีสโลแกนทางการศึกษาว่า สอนให้น้อยเรียนให้มาก การศึกษาในประเทศไทยโดยเฉพาะ การเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่าผลการทดสอบโดย PISA เด็กไทยอยู่ในกลุ่มสุดท้ายของผลการสอบจากจำนวน 65 ประเทศ ผลการสอบ O-Net ปีการศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าได้คะแนนเฉลี่ย 35.37 คะแนน วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ย 26.95 คะแนน ส่วนมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่าวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ย 33.10 คะแนน วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ย 22.73 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์กรมหาชน), 2556) ข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งกระตุ้นเตือนผู้ที่มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทั้งโดยตรงและโดยอ้อมได้ตระหนักและหาทางแก้ไข และเตรียมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งการเรียนการสอนเพียงการบอกความรู้และทำตามจากครู ไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาของไทยในปัจจุบัน **การเรียนรู้ที่ดีที่สุดไม่ใช่การค้นหาวิธีการสอนที่ดีที่สุดสำหรับครูที่จะสอน แต่เป็นการให้โอกาสที่ดีที่สุด**

ในการสร้างของผู้เรียน (Papert, 1990) การเรียนการสอนของครูจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้โอกาสเด็กในการสร้างความรู้และสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผู้วิจัยมีความเชื่อว่า การที่จะให้เด็กเกิดความรู้และพัฒนาจนถึงทักษะเพื่อเป็นวิชาชีพจะต้องให้โอกาสเด็กในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ สิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยเชื่อว่าจะทำให้เด็กไทยพัฒนาความรู้ถึงขั้นทักษะการเป็นวิชาชีพได้คือ ของละเล่นของเล่นโบราณพื้นบ้านของไทย ซึ่งปัจจุบันของเล่นพื้นบ้านไทยกว่า 300 ชนิดกำลังจะสูญหายไปจากสังคมไทย เพราะสังคมมีการเปลี่ยนแปลงจากสังคมชนบทเป็นสังคมเมือง เด็กไทยหันไปเล่นเกมส์เล่นอินเตอร์เน็ต ติดโทรศัพท์มือถือ ทำให้ของเล่นพื้นบ้านไทยบางอย่างได้เกือบสูญหายไปแล้ว เช่น ลูกข่างตะปู พะโพละ จานบินไม้ไผ่ เป็นต้น ของเล่นพื้นบ้านไทยเหล่านี้ล้วนมีคุณค่าทางด้านการบ่งบอกวิถีชีวิต วัฒนธรรม การดำเนินชีวิตและความเป็นอยู่ ของเล่นพื้นบ้านไทยไม่เพียงแต่เป็นการบ่งบอก ภูมิปัญญาหรือมรดกทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นของเล่นเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ กระตุ้นและเสริมสร้าง สติปัญญาของเด็ก กระตุ้นเซลล์สมองให้มีการพัฒนาเต็มที่ ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางด้านร่างกาย จิตใจ ความฉลาดทางด้านอารมณ์ คลายเครียด เข้าใจหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์

การพัฒนาของเล่นเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่ผ่านมาพบว่าในต่างประเทศของเล่นจะเน้นไปที่การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ค่อนข้างเป็นวิชาการ แต่ของไทยจะเน้นไปที่ความสนุกสนานและสะท้อนวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ในต่างประเทศได้มีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับของเล่น โดย Papert (1980) ได้นำเสนอการใช้โปรแกรมภาษา Logo สำหรับเด็กโดยเป็นบุคคลแรกที่ได้ให้เด็กได้มีโอกาสเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ และถือว่าเป็นยุคเริ่มต้นของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนรู้กับเด็กและมีการพัฒนาของเล่นเด็กให้ทันสมัยซึ่งต่อมาภาษา Logo ได้พัฒนาให้สามารถใช้งานในการสร้างหุ่นยนต์และโครงงานต่าง ๆ สำหรับเด็ก โดยพัฒนาเป็น LEGO/Logo, LEGO Mindstorms ตามลำดับ ยุคต่อมา Resnick (1994) ได้นำเสนอการจัดกระทำดิจิตอล (digital manipulation) และโปรแกรม Scratch เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนรู้ของเด็กทั้งส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สำหรับประเทศไทยพบว่ามีการสร้างของเล่นตั้งแต่สมัยสุโขทัย โดยบันทึกไว้ในหลักศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหง ส่วนสมัยอยุธยามีบันทึกไว้ในบทละครเรื่อง นางมโนราห์ ส่วนสมัยปัจจุบันพบว่า เด็กไทยผู้หญิงจะเล่นตุ๊กตาพลาสติก เกมส์กด เกมส์บนโทรศัพท์ และอินเตอร์เน็ต ส่วนเด็กผู้ชายจะเล่นของเล่น ปืน จรวด เกมส์กด เกมส์บนโทรศัพท์ และอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

ดังนั้น การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทาง การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยในระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายให้ก้าวเข้าสู่โลกศตวรรษที่ 21 อย่างภาคภูมิ การพัฒนาทักษะด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทาง การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะทำให้เด็กไทยสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการเรียนรู้มีความจำเป็นที่จะต้องให้เด็กได้มีโอกาส**สร้างและพัฒนาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะด้วยตนเอง** ไม่ใช่ให้ครูหรือนักการศึกษาเป็นคนสร้างของเล่นอัจฉริยะ เพราะคนสร้างจะมีความรู้และทักษะมากกว่าคนใช้งาน การสร้างของเล่นอัจฉริยะด้วยตนเองจะ เพิ่มความทันสมัยให้กับของเล่นให้มีความเป็นอัจฉริยะ ให้สามารถทำงานร่วมกับ คอมพิวเตอร์พกพา แทบเลต ไอเพด สมาร์ทโพน ได้ ซึ่งจะทำให้เด็กเกิดความสนุก เกิดทักษะการสร้างความรู้ ทักษะการสร้างสิ่งต่าง ๆ และยังซาบซึ้งถึงวัฒนธรรมและภูมิปัญญาของเล่นพื้นบ้านไทย การสร้างของเล่นพื้นบ้านด้วยตัวผู้เรียนเองให้มีความเป็นอัจฉริยะ ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยมีแรงบันดาลใจและความเชื่อว่า การเตรียมเด็กไทยเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 จะต้องพัฒนาจากรากฐานชีวิตความเป็นอยู่ที่ใกล้ตัว รากเหง้าทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาของเราเอง ไม่ใช่พัฒนาจากสิ่งไกลตัว โดยพัฒนาจากของเล่นพื้นบ้านไทย โดยใส่เทคโนโลยีอัจฉริยะและความทันสมัยให้กับของเล่นเหล่านี้ ให้ทันยุคสมัย เป็นของเล่นที่เป็นทั้งให้ความบันเทิงที่สนุกสนานเรียนรู้หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แบบบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยเด็กจะต้องเป็นผู้สร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะนี้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดทักษะในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะมีความแตกต่างจากการเรียนรู้ที่เด็กมักจะได้เรียนรู้เพียงวิธีการใช้งานของเล่นเพื่อการเรียนรู้และได้ความรู้แต่ไปไม่ถึงทักษะ ไม่มีโอกาสได้สร้างและพัฒนาของเล่นให้มีความเป็นอัจฉริยะด้วยตนเอง งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาเด็กให้ได้มีโอกาสในการคิด ออกแบบ และสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ ให้เด็กมีความสามารถจนเกิดทักษะในการพัฒนาและบูรณาการความรู้ด้วยตนเองให้มีความรู้และทักษะเพื่อเป็นวิชาชีพในอนาคต เพื่อการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบันที่จะต้องไม่เพียงแต่ผลิตคนเพื่อทำงานซ้ำ ๆ ทำอย่างเดิมทุกวันในโรงงานอุตสาหกรรม แต่จะต้องมีทักษะความสามารถเรียนรู้ที่จะทำในสิ่งที่แตกต่างและสร้างสรรค์ ซึ่งงานวิจัยนี้มีความจำเป็นที่จะต้องทำทันทีเพื่อเตรียมความพร้อมของเด็กระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย กับการเข้าสู่เวทีโลกและเวทีอาเซียน ในศตวรรษที่ 21

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะด้วยตนเองตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2) เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้และทดสอบประสิทธิภาพของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะที่สร้างขึ้นด้วยตนเองตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดทักษะในการสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

4) เพื่อถ่ายทอดรูปแบบและวิธีการในการสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะทักษะการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

สร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ 6 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น
2) กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง
3) กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง
4) กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ
5) กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน
6) กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก

การสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะจะใช้การบูรณาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

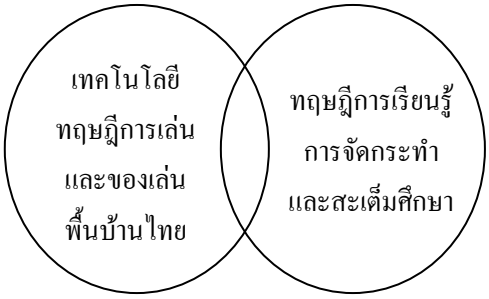
วัสดุที่ใช้ในการสร้างของเล่นพื้นบ้านจะเน้นวัสดุของเหลือใช้ หาได้ในท้องถิ่นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ต้นแบบของการพัฒนาของเล่นพื้นบ้านไทยให้มีความทันสมัย
2. เป็นการสร้างแนวคิดการนำของเล่นพื้นบ้านไทยมาใช้ในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดทฤษฎี คือ 1) เทคโนโลยี ทฤษฎีการเล่นและของเล่นพื้นบ้านไทย 2) ทฤษฎีการเรียนรู้ การจัดกระทำ และสะเต็มศึกษา แสดงกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

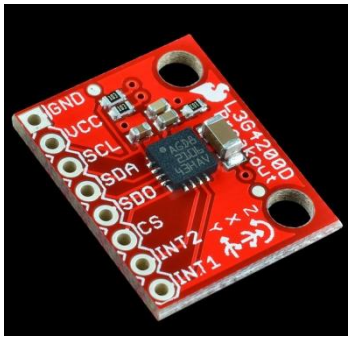


ภาพที่ 2.1 แสดงกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เทคโนโลยี

เทคโนโลยีในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้กับอุปกรณ์ในชีวิตประจำวันมากมาย เช่น แอคซิลโรมิเตอร์ ที่นำไปใช้ในโทรศัพท์มือถือ เช่น i-Phone, smart phone, tablet ในอดีตแอคซิลโรมิเตอร์ (accelerometer) และไจโรสโคป (Gyroscope) ถูกนำไปใช้ในระบบควบคุมเครื่องบิน จรวด ยานอวกาศ แต่ปัจจุบันอุปกรณ์เหล่านี้ได้นำมาใช้ในงานทางด้านอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปอีกมาก

ไจโรสโคป เป็นอุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้ในการวัดความเอียงขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่หรือกำลังเอียงหรือกำลังเคลื่อนที่อยู่แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งการวัดจะถูกวัดค่าออกมาเป็นองศาในแนวแกน X, Y และ Z ในรูปแบบขนาดมุมเป็นองศาต่อวินาที ในการใช้งานไจโรสโคปจะนำไปใช้ในการควบคุมการบินเพื่อปรับองศาของเครื่องบินหรืออากาศยาน ซึ่งการทำงานของไจโรสโคปมักจะถูกนำไปใช้ร่วมกับ แอคซิลโรมิเตอร์ เพื่อปรับความสมดุลในขณะทำการบิน และบังคับทิศทางในการบิน



ภาพที่ 2.2 ไจโรสโคป

แอคซิโรมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงโน้มถ่วงของโลกในแนวแกนนอน หรือเรียกง่าย ๆ ว่าการวัดความเอียงของวัตถุที่อยู่กับที่ แสดงดังภาพที่ 4 โดยจะมีการวัดมุมออกมาในแนวแกน X, Y และZ ในการวัดจะใช้วัดวัตถุที่อยู่ในระนาบกับโลก ซึ่งการใช้งานจะถูกนำมาใช้ในเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งเป็น smart Phone ในปัจจุบัน แอคซิโรมิเตอร์มักถูกใช้ร่วมกับ ไจโรสโคป ในการควบคุมเครื่องบิน หรือหุ่นยนต์ที่มีขาเดินคล้ายกับมนุษย์

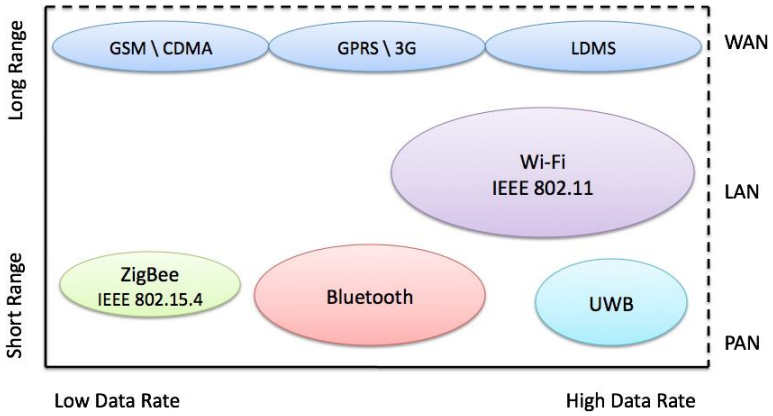
ภาพที่ 2.3 แอคซิโรมิเตอร์

บอร์ดวัดความเฉื่อย บอร์ดวัดความเฉื่อย (inertial measurement unit (IMU)) แสดงดังภาพที่ 5 เป็นบอร์ดที่ประกอบด้วย ไจโรสโคป แอคซิโลมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และ แมกนีโตมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดความเร็ว ความเร่ง แรงโน้มถ่วงของโลก ทิศทางของเครื่องบิน นอกจากนั้นยังสามารถติดตั้งระบบ GPS สำหรับนำทางด้วย

ภาพที่ 2.4 บอร์ดวัดความเฉื่อย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณหรือข้อมูลในระบบ ในไมโครคอนโทรลเลอร์จะแตกต่างจากไมโครโปรเซสเซอร์ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมี หน่วยความจำ สัญญาณนาฬิกา สัญญาณอินเทอรัพท์ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์จะไม่มี จะต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม ดังนั้นในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้งานได้สะดวกกว่าโดยสามารถต่อเพียงอุปกรณ์ควบคุมทางด้านเอาท์พุตและอินพุตก็สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม ไมโครคอนโทรลเลอร์ปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นขนาด 8 บิต 16 บิต และ 32 บิต สามารถใช้งานโดยมีซอฟต์แวร์ซึ่งเป็น โอเพนซอร์ตให้เลือกใช้ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต

ระบบการสื่อสารไร้สาย การติดต่อสื่อสารแบบไร้สายในปัจจุบันมีการแบ่งระดับและคลื่นความถี่แตกต่างกัน โดยมีการกำหนดเป็นมาตรฐานระบบเครือข่ายไร้สายดังภาพที่ 13 ตามคลื่นความถี่วิทยุ คลื่นสั้นและคลื่นยาว โดยความถี่วิทยุคลื่นสั้นซึ่งเรียกว่า PAN จะเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ได้แก่ ระบบ zigbee, Bluetooth และ UWB และระบบคลื่นที่ยาวขึ้นซึ่งเรียกว่าระบบ LANเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ได้แก่ ระบบ WIFI ส่วนคลื่นยาวจะประกอบไปด้วย ระบบ WAN ได้แก่ GSM\CDMA, GPRS\3G, LDMS เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 มาตรฐานสื่อสารไร้สาย

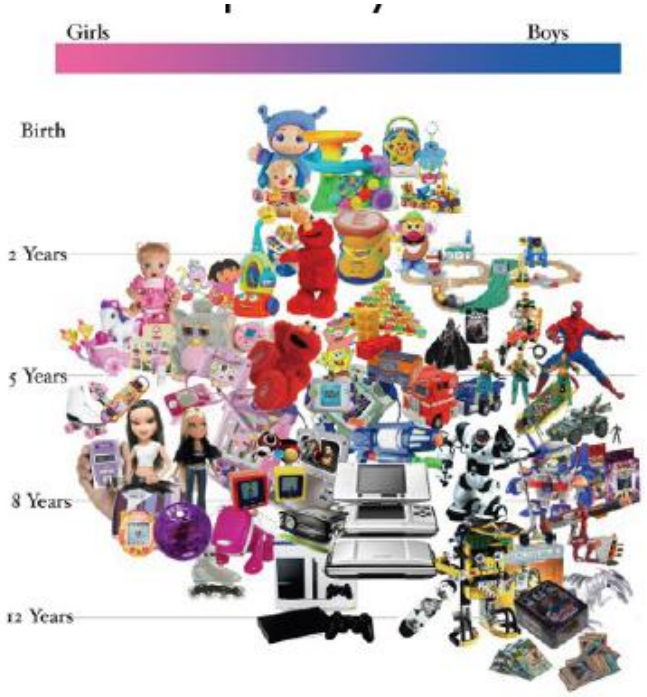
2.2 การเล่น

เด็กสามารถเล่นทุก ๆ อย่างรอบตัวเรา การเล่นอาจจะเป็นกลุ่มหรือไม่ก็เล่นคนเดียว การเล่นมีประโยชน์สำหรับเด็กในการพัฒนาการทางด้าน ร่างกาย อารมณ์ ความคิดและสังคม การเล่นกับ การทำงานเป็นคำที่ใช้อธิบายกิจกรรมที่เหมือนกันแต่ภายใต้สภาวะการที่แตกต่างกัน การเล่นเป็นการอธิบายสภาวะจิตใจในระหว่างกิจกรรมที่ทำให้สนุก (enjoyable) ประทับใจ (captivating) การออกแบบของเล่นเด็กได้จัดหมวดหมู่ของการเล่น จากการสัมผัส (sensory) ความเพ้อฝัน (fantasy) การสร้าง (construction) และ ความท้าทาย (challenge) ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 2.6 แสดงการจัดหมวดหมู่ของการเล่น

ที่มา: http://wb.mit.edu/2.00b/www/pages/toylab.html

นอกจากจัดหมวดหมู่ของการเล่นแล้ว ของเล่นของคนแต่ละช่วงอายุมีความสำคัญสำหรับการออกแบบและสร้างให้กับเด็กที่มีช่วงอายุที่แตกต่างกัน ภาพที่ 8 เป็นการแสดงให้เห็นว่าของเล่นตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนถึง 12 ปี มีการพัฒนาและออกแบบสร้างที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.7 แสดงของเล่นในแต่ละช่วงของอายุ

ที่มา: http://web.mit.edu/2.00b/www/pages/toylab.html

หมวดหมู่ของการเล่นมีความสำคัญกับการออกแบบของเล่นเด็ก ภาพที่ 9 เป็นพีระมิดของการเล่น ซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาและออกแบบของเล่น โดยฐานของการเล่นประกอบด้วย การสัมผัส ความเพ้อฝัน และการท้าทาย ส่วนการสร้างจะอยู่ยอดของพีระมิด

ภาพที่ 2.8 แสดงพีระมิดการเล่น

ที่มา: http://web.mit.edu/2.00b/www/pages/toylab.html

2.3 ของเล่นพื้นบ้านไทย

ของเล่นพื้นบ้านไทยมีหลักฐานปรากฏในหลักศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหง ได้กล่าวถึงคนในสมัยนั้นว่า อยู่เย็นเป็นสุข อยากเล่นก็เล่น แต่ไม่มีรายละเอียดกล่าวไว้ว่าคนสมัยนั้นเล่นอะไรบ้าง ในสมัยอยุธยาได้กล่าว ถึงการละเล่นบางอย่างไว้ในบทละครครั้งกรุงเก่า เรื่องนางมโนราห์ ซึ่งเรื่องนี้สมเด็จกรมพระยาดำรงราชานุภาพทรงสันนิษฐานว่า แต่งก่อนสมัยสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวบรมโกศ การละเล่นที่ปรากฏในบทละครเรื่องนี้คือ ลิงชิงหลักและการเล่นปลาลงอวน พระยาอนุมานราชธนได้เขียนถึงการละเล่นของเด็กไทยสมัยท่านไว้ในหนังสือฟื้นความหลังว่า การละเล่นของเด็กปูนนี้ไม่ใช่มีปืน มีรถยนต์เล็ก ๆ อย่างที่เด็กเล่นเกร่ออยู่เวลานี้ ลูกหนังสำหรับเล่น แม้ว่าจะมีราคาแพง และยังไม่แพร่หลาย ตุ๊กตาล้มลุก ตุ๊กตาเหล่านี้เด็ก ๆ ชาวบ้านไม่มีเล่นเพราะต้องซื้อจะมีแต่ผู้ใหญ่ทำให้หรือไม่ก็เด็กทำกันเองตามแบบอย่างที่สืบต่อจำมาตั้งแต่ไหนก็ไม่ทราบ เช่น ม้าก้านกล้วย ตะกร้อสานด้วยทางมะพร้าวสำหรับโยนเตะเล่น หรือตุ๊กตาวัว ควาย ปั้นดินเหนียว ของเด็กเล่นที่นิยมในสมัยนั้นคือ กลองหม้อตาล ในสมัยนั้นขายน้ำตาล เมื่อใช้หมดแล้วเด็ก ๆ ก็นำมาเป็นกลอง เด็กผู้หญิงส่วนใหญ่ชอบเล่น หม้อข้าวหม้อแกง หรือเล่นขายของหุงต้มแกงไปตามเรื่อง

การเล่นของเด็กไทยในปัจจุบัน เด็กผู้หญิงเล่นตุ๊กตากระดาษชุดขายของพลาสติกเลียนแบบของจริง วีดีโอเกมส์ เด็กผู้ชายเล่นปืน จรวด เกมส์กด และเครื่องเล่นต่างๆ ซึ่งมีขายมากมายและมีการเล่นหลายชนิดที่นิยมเล่นทั้งในเด็กชายและเด็กหญิง ของเล่นพื้นบ้านที่มีในชุมชนพื้นถิ่นจะทำจาก

วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเป็นผลผลิตจากธรรมชาติหรือเป็นวัสดุที่เหลือใช้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของสังคมในชุมชนนั้น ๆ และช่วยส่งเสริมสุขภาวะทั้ง 4 ด้าน คือ กาย ใจ สังคม และจิตวิญญาณ ถ้าพูดถึงของเล่นจะนึกถึงเด็กเมื่อผสมรวมกันจะกลายเป็นคำว่า ความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ทักษะกาเรียนรู้ แต่สำหรับของเล่นพื้นบ้านจะหมายรวมถึงบริบทที่กว้างกว่า เพราะทำให้นึกถึงความสัมพันธ์ ความผูกพัน ความเชื่อมโยงระหว่างของเล่น คนทำของเล่น ที่มาของของเล่น จึงไม่แปลกที่จะกล่าวว่า ของเล่นพื้นบ้านอาจจะเป็นตัวบอกเล่าเรื่องราวในอดีต ของพื้นที่นั้น ๆ ในอีกมิติหนึ่งของเล่นพื้นบ้านยังบอกเล่าเรื่องราวภายใต้กรอบของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และอธิบายความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ได้ โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้แบ่งหมวดหมู่ของเล่นพื้นบ้านดังนี้ 1) เรื่องของแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับวัตถุ 2) เรื่องของการเกิดเสียง 3) เรื่องของคานต่าง ๆ เช่น คานดีด ล้อและเพลา ซึ่งตัวอย่างของเล่นพื้นบ้านจากหลักการทางด้านฟิสิกส์มีดังนี้ (วิทยา จีรวัฒโนบล, 2553)

ลูกข่าง เป็นของเล่นสำหรับเด็กที่หมุนบนแกนของตัวเองแสดงดังภาพที่ 7 ลูกข่างถือเป็นของเล่นที่เก่าแก่ที่สุดอย่างหนึ่งในประวัติศาสตร์โลก มีใช้ในการละเล่นเพื่อความบันเทิง การพนัน และยังรวมถึงการพยากรณ์ วิธีทำลูกข่าง 1) ลูกข่าง ส่วนมากจะทำจากไม้มะยมกลึงมีตะปูเป็นเดือยแหลมตรงกลางคนละ 1 ลูก 2) เชือกยาวประมาณ 40-50 เซนติเมตร ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกด้วยไม้หรือร้อยด้วยฝาเบียร์ 3) วงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-60 เซนติเมตร วิธีการเล่น ในประเทศไทยลูกข่างถือเป็นการละเล่นไทยชนิดหนึ่ง ที่มีการเล่นโดยการผูกเชือก และขว้างลูกลงพื้นให้เกิดการหมุน ลูกข่างจะหมุนรอบตัวได้ด้วยแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการปั่นให้หมุนหรือ เหวี่ยงด้วยเชือก เมื่อแรงหนีศูนย์กลางหมดลูกข่างจะหยุดหมุนปริมาณที่ต้านการหมุน เรียกว่า โมเมนตัมความเฉื่อยซึ่งขึ้นอยู่กับมวลและการกระจายมวล

ภาพที่ 2.9 ลูกข่าง

ที่มา : http://www.arunsawat.com/board/index.php?topic=3638.0

ขาโถกเถก ขาโถกเถก หรือขาหยั่ง เป็นของเล่นพื้นบ้าน ใช้ไม้ไผ่ทำเป็นขาเดิน 2 ข้างแสดงดังภาพที่ 11 มีลักษณะคล้ายขาเทียม เพื่อใช้ก้าวย่างเดินจะทำให้ตัวสูงขึ้น ขาโถกเถก มีลักษณะบางประการคล้ายการเดินกะลา ซึ่งจากการเล่าของคนเฒ่าคนแก่ ขาโถกเถกและกะลามีมานานแล้ว การเล่นทั้ง 2 ชนิดนี้อาจจะเกิดจากความจำเป็นที่จะต้องแก่ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น ในพื้นบ้านชนบทมักผูกมัดวัวควาย หรือสัตว์เลี้ยงไว้ใต้ถุนบ้าน การเดินเข้าไปใต้ถุนบ้านอาจสกปรก จึงใช้การเดินด้วยกะลา ต่อมาประยุกต์ใช้ขาโถกเถก เดินแทนที่มีโคลนตมเฉอะแฉะ วิธีการเล่นขาโถกเถก พบเห็นอยู่บ้าง โดยเฉพาะในประเพณีพื้นบ้านบางท้องถิ่น จึงเป็นของเล่นที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง ควรที่จะศึกษาและสืบถอดให้แก่เยาวชนไทยสืบไป การเล่นขาโถกเถก มีคำอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องของแรงโน้มถ่วงของโลกการถ่ายน้ำหนัก การฝืนแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นการทรงตัวรักษาสมดุลของร่างกาย

ภาพที่ 2.10 ขาโถกเถก

ที่มา : http://www.arunsawat.com/board/index.php?topic=3638.0

เครื่องบิน เครื่องบิน หรือ เรือบินแสดงดังภาพที่ 12 เป็นของเด็กเล่นในสมัยก่อน มักจะเล่นในกลุ่มเด็กผู้ชายมากกว่าเด็กผู้หญิง ชาวชนบทมักเรียกว่า เรือบินมากกว่าเครื่องบิน เครื่องบินในสมัยโบราณมีอยู่ 3 รูปแบบ คือ 1) เครื่องบินแบบร่อน จะใช้ก้านดอกอ้อยตัดเป็นลำตัวเครื่องบินยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ปีกเครื่องบินมี 2 ปีก คือ ปีกหน้าและปีกหลัง ปีกหน้าจะยาวกว่าปีกหลัง โดยใช้ใบตาลแก่เสียบตรงรอยที่ใช้มีดกรีดไว้ ส่วนด้านปีกหลังจะใส่หางเสือไว้ด้วย เวลาเล่นจะปรับปีกหน้าและปีกหลังให้งอเล็กน้อย จับตัวเครื่องบินพุ่งร่อนไปในอากาศ 2) เครื่องบินแบบแขวน เครื่องบินรูปแบบนี้จะทำขึ้นเพื่อใช้แขวนตามศาลาวัดในงานเทศน์มหาชาติหรือวันสำคัญทางพุทธศาสนา 3) เครื่องบินชนิดลากดึง เครื่องบินชนิดนี้จะใช้ลูกนุ่นที่มีสีเขียวผิวเรียบ ลูกเรียวยาว ใช้ใบตาลทำเป็นปีกและใบพัดด้านหน้า ใช้ไม้นุ่นทำล้อ ใช้เชือกผูกและลาก เมื่อเวลาลมมาปะทะใบพัดจะหมุน เครื่องบินทั้ง 3 รูปแบบข้างต้นไม่มีให้เห็นแล้วในปัจจุบัน แต่จะเป็นเครื่องบินพลาสติกแทน และใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลัง

ภาพที่ 2.11 เครื่องบิน

ในประวัติศาสตร์ของมนุษย์ ทุกคนเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เด็กเล่นกับ ก้อนหิน ไม้ ทราย น้ำ เป็นต้น การเล่นสิ่งเหล่านี้ทำให้เด็กสรุปเป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ในอดีตจนกระทั่งปัจจุบันโรงเรียนใช้วิธีการเรียนรู้โดยการสอนมากกว่าการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยเน้นไปที่การเรียนรู้จากบุคคลหรือหนังสือมากกว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง การศึกษาเอกสารในงานวิจัยนี้จะนำเสนอแนวคิดของนักปรัชญา นักทฤษฎีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

2.4 การเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของ Piaget Piaget ไม่ได้กล่าวชัดเจนว่าทฤษฎีของตนเองเป็น คอนสตรักติวิซึม แต่นักการศึกษา นักทฤษฎีความรู้และนักจิตวิทยาให้ชื่อแนวคิดนี้ว่า คอนสตรักติวิซึม Piaget ให้ความสนใจว่าความรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร และความรู้นี้มีการพัฒนาอย่างไร โดยกล่าวถึงธรรมชาติของมนุษย์ว่าโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิดอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบโครงสร้างความรู้ (organization) และการปรับขยายโครงสร้างความรู้ (adaptation) Piaget ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ให้กำเนิดแนวคิดในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในสายตาของ Piaget มองเด็กเป็นผู้สร้างและดูเหมือนว่าเด็กจะมีพรสวรรค์มาตั้งแต่กำเนิด ในฐานะที่เป็นผู้เรียนที่ดี ก่อนที่จะเข้าโรงเรียน ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า Piagetian Learning หรือ เป็นการเรียนรู้โดยปราศจากการสอน หลายคนอาจจะมีคำถามว่า การเรียนรู้ที่เกิดเองตามธรรมชาติเกิดขึ้นเองได้อย่างไร ขณะที่การเรียนรู้บางอย่างเกิดขึ้นได้เร็ว บางอย่างเกิดขึ้นได้ช้า หรือแม้กระทั่งไม่เกิดขึ้นเลย Piaget อธิบายว่า สาเหตุเกิดจากความซับซ้อนของสิ่งที่จะเรียนรู้ และการ

เรียนรู้ที่เป็นรูปแบบ (formality) ซึ่งที่จุดนี้ ทำให้นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ทางการศึกษานำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยโดยเฉพาะ Papert ซึ่งได้มองเห็นปัจจัยที่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว คือ วัตถุ (materials) ที่จะทำมโนทัศน์ง่าย ๆ และเป็นรูปธรรม (Papert, 1980)

ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของ Bruner Bruner ได้อธิบายการพัฒนาการเรียนรู้ และองค์ความรู้แสดงผ่านทางการทำสิ่งต่าง ๆ Bruner ได้อธิบาย Enactive เป็นการกระทำกับวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ อย่างไร ยกตัวอย่างเช่น การปั่นจักรยาน จะไม่สามารถอธิบายให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีด้วยวิธีการอื่นๆ นอกจากการเรียนรู้โดยการขึ้นปั่นจักรยาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการลงมือทำ การเรียนรู้รูปแบบนี้ Bruner เรียกว่า Enactive แต่ความรู้ในโลกนี้ จะอยู่ในรูปของ ภาพและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่ง เป็นนามธรรม (abstract) เป็นจำนวนมาก ในการจัดกระทำกับสิ่งเหล่านี้จึงเป็นไปด้วยความยากลำบาก โดยเฉพาะสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น คำต่าง ๆ ไวยากรณ์ ที่ทำให้สามารถใช้งานอย่างยืดหยุ่น Bruner มีความเห็นว่า การเรียนรู้จะให้ง่ายจำต้องเรียนรู้เป็นลำดับขั้นจาก Enactive ไปยัง Symbolic และความรู้นั้นจะต้องสอดคล้องกับลำดับขั้นด้วย (Raffle, 2008)

ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของ Vygotsky Vygotsky เป็นผู้บุกเบิกสังคมวัฒนธรรม (sociocultural) ในการเข้าใจกระบวนการพัฒนาการรู้คิดในเด็ก ในงานวิจัยของ Vygotsky ค้นพบความเป็นพลวัตรสำหรับกิจกรรมเกี่ยวกับจิตใจของแต่ละบุคคล Vygotsky พบว่าสังคมและวัฒนธรรม ปฏิสัมพันธ์กันอย่างไรทำให้เกิดแหล่งกำเนิดของการรู้คิด ในความเป็นจริงมีความเชื่อว่าความต้องการของคนเรา ต้องการตอบสนองและสื่อสารกันในบริบทของสังคมวัฒนธรรม ที่ทำให้การรู้คิดของมนุษย์พัฒนาเป็นสติปัญญา และสิ่งนี้ทำให้มนุษย์แตกต่างจากการรู้คิดของสัตว์ สัญลักษณ์และคำต่าง ๆ เป็นสิ่งแรกสำหรับเด็ก และที่สำคัญ ความหมายของสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวเชื่อมในสังคมที่เด็กจะต้องติดต่อกับคนอื่น ๆ การรู้คิดและการสื่อสาร กลายเป็นพื้นฐานใหม่และเหนือกว่ารูปแบบกิจกรรมในตัวเด็ก ซึ่งสิ่งนี้ทำให้เขาเหล่านั้นแตกต่างจากสัตว์ ลักษณะที่โดดเด่นของผลกระทบสำหรับการปฏิสัมพันธ์กันทางสังคมคือการพัฒนาการรู้คิด Vygotsky แสดงให้เห็นว่า บทบาทกิจกรรมภายนอกมีผลต่อจิตใจภายในสำหรับการสร้างความเข้าใจ ซึ่งส่งผลสะท้อนระหว่างจิตใจภายในและกิจกรรมภายนอก Papert ได้นำหลักการนี้มาใช้และถือเป็นหัวใจของกระบวนทัศน์ คอนสตรักชันนิซึม แม้ว่าผลสะท้อนระหว่างกันของความเป็นพลวัตรระหว่างภายในและภายนอกเป็นวงจรที่ต่อเนื่องจนกลายเป็นวงจรการเรียนรู้ Vygotsky ให้มุมมองที่ชัดเจนเพิ่มเติมถึงองค์ประกอบภายนอก (การแลกเปลี่ยน และประสบการณ์จากการสื่อสาร) เป็นกุญแจสำคัญ

เบื้องต้นในหลาย ๆ องค์ประกอบ ในการเริ่มต้นขององค์ประกอบภายในผ่านกระบวนการภายใน (process of internalization) (Shaw, 1995)

ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของ Papert Papert ได้นำเสนอวิธีการในการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้าช่วย ในการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง และยังได้เสนอแนวคิดทฤษฎี Constructionist เป็นการคิดที่เพิ่มเติมจากมุมมองของ Constructivist ซึ่ง Subject เป็นผู้กระทำการสร้าง ซึ่งตรงข้ามกับรูปแบบในอดีตสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้ที่เรียกว่า Instructionism Constructionism เน้นที่การวิพากษ์วิจารณ์บนพื้นฐานการสร้างสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ภายนอกและแลกเปลี่ยนกัน ดังที่ Papert กล่าวว่า พวกเราเข้าใจ Constructionism ในฐานะที่ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ แต่ไปนอกเหนือจากอะไรที่ Piaget เรียกว่า“Constructivism” ตัวอักษร v เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยความรู้สร้างโดยผู้เรียนเอง ไม่ใช่ถูกป้อนโดยครู ส่วนตัวอักษร n เพิ่มเติมแนวคิดในที่นี้โดยเฉพาะสิ่งที่เหมาะสมเมื่อผู้เรียนสนใจในการสร้างบางสิ่งบางอย่างภายนอกหรืออย่างน้อยแลกเปลี่ยนกัน เช่น การสร้างปราสาททราย หุ่นยนต์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สิ่งเหล่านี้เป็นการนำเราไปสู่รูปแบบการใช้วงจรการสร้างใหม่ของประสบการณ์การเรียนรู้สำหรับสิ่งที่อยู่ภายในและประสบการณ์ที่อยู่ภายนอก อะไรคือสิ่งที่อยู่ภายนอกและอะไรคือสิ่งที่อยู่ภายในสลับการไปมาไม่มีที่สิ้นสุด สิ่งที่เน้นของทฤษฎีนี้ คือ ความสนใจการสร้างภายนอก สำหรับการกระทำของผู้เรียน Constructionism ได้แสดงให้เห็นการพัฒนาการของเด็กสำหรับการกระทำสร้างสรรค์เป็นการสร้างสรรค์ใหม่ของการปฏิสัมพันธ์ การกล่าวถึง Constructionism เป็นกิจกรรมสร้างสรรค์ที่เด็กสามารถ สะท้อนผลระหว่างประสบการณ์ภายในและภายนอก เป็นการแสดงวงจรการพัฒนาประสบการณ์ข้างในนำออกไปผ่านการสร้างและการแลกเปลี่ยนกันภายนอก ซึ่งประสบการณ์ข้างนอกจะปรับประสบการณ์ภายในทำความเข้าใจใหม่ โดยการตีความหมายใหม่ ในรูปแบบที่อยู่ภายนอกทำให้เกิดเข้าใจความหมายใหม่ภายใน กระบวนการนี้สามารถกลายเป็นขั้วระหว่างภายนอกกับภายใน รูปแบบการอธิบายใหม่ของเด็กและการตีความหมายใหม่ของเด็กสำหรับรูปแบบที่เป็นภายในและภายนอกสำหรับผลที่เกิดขึ้นจะมีการสังเคราะห์ใหม่ ความแตกต่างจากการสร้างและการสร้างสรรค์ของเด็กจะไม่จบสิ้น เป็นการส่งเสริมการพัฒนากิจกรรม ที่นำประสบการณ์ที่อยู่ภายในออกมาภายนอกเพื่อการแลกเปลี่ยนกัน มุมมองของ Constructionism คือ การให้โอกาสและบริบทสำหรับกิจกรรมการสร้างสิ่งต่างๆภายนอก ซึ่งกลายเป็นประสบการณ์ Papert ได้อธิบายว่า

“ฉันชอบหัวข้อที่สำคัญของ Constructionism และ instructionism ในที่นี้ไม่ได้เสนอว่าอะไรดีหรือไม่ดี หรือว่าการสอนไม่ดี แต่อยากจะเสนอแนวคิดใหม่ในการศึกษาว่า การเรียนรู้ที่ดีที่สุด

ไม่ใช่การค้นหาวิธีการสอนที่ดีที่สุดสำหรับครูที่จะสอน แต่เป็นการให้โอกาสที่ดีที่สุดในการสร้างของผู้เรียน”

Constructionism เป็นการเตรียมทางผ่านไปในเส้นทางที่กลไกบางอย่างซ้อนอยู่ในแต่ละคน ซึ่งทำการสร้างสรรค์ผลผลิตและพัฒนาประสบการณ์ และเน้นไปที่ประสบการณ์ภายในและภายนอกสำหรับ การสร้าง ความสัมพันธ์ และการสนับสนุนสำหรับการพัฒนา (Shaw, 1995)

สรุป แนวคิดของ Piaget, Bruner, Vygotsky และ Papert ทำให้เกิดความเข้าใจต่อมุมมองในการจัดการเรียนรู้ที่ความรู้มาจากการสร้างด้วยตนเอง โดยแนวคิดของ Piaget ได้อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในสมอง เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมล้อม Piaget ได้อธิบายการเกิดโครงสร้างของความรู้ (schema) ในสมองหรือการดูดซึม ความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรหรืออธิบายง่าย ๆ คือ การสร้างสิ่งที่เกิดจากรูปธรรมไปยังสิ่งที่เป็นนามธรรมได้อย่างไร Piaget เรียกการกระทำนี้ว่าการสร้างจาก Concrete ไปยัง Formal และในกรณีที่ความรู้ใหม่ไม่สามารถเข้ากับความรู้เก่าได้จะมีการทำความเข้าใจต่อความรู้นั้นใหม่นั้นคือ กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เป็นการสร้างความรู้ใหม่ต่อสิ่งนั้นการสร้าง Schema ใหม่กับสิ่งแวดล้อมนั้นหรือการอธิบายง่าย ๆ คือ การสร้างจากนามธรรมใหม่ภายในไปยังรูปธรรมภายนอกเพื่อให้เกิดความเข้าใจใหม่กับสิ่งแวดล้อมภายนอกนั้น

Bruner ได้อธิบายต่อจาก Piaget ว่า ความรู้ที่จะเรียนรู้นั้นนอกจากเป็นลำดับขั้นเหมือนแนวคิดของ Piaget แล้ว ความรู้นั้นจะต้องสอดคล้องกับลำดับขั้นด้วย อีกทั้งการเรียนรู้จะให้ง่ายจะต้องเรียนรู้จาก Enactive ไปยัง Symbolic

แต่สำหรับ Papert ได้รับอิทธิพลแนวคิดจาก Piaget และ Vygotsky แต่มีมุมมองที่แตกต่างในเรื่องของการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ Papert มีความเชื่อว่ามีปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาสติปัญญาไม่เป็นลำดับขั้นได้และสามารถสร้างความรู้และวิถีทางการเรียนรู้ที่แตกต่างออกไปคือวัตถุช่วยคิด Papert อธิบายว่าวัฒนธรรมของเราขาดซึ่งวัตถุในการสร้างมโนทัศน์ง่าย ๆ และเป็นรูปธรรม วัตถุช่วยคิดนี้สามารถที่จะทำให้เกิดการ ดูดซึมประสบการณ์ และ ปรับโครงสร้างทางปัญญา อย่างเป็นรูปธรรมและรวดเร็ว การเรียนรู้เกิดจากการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ โดยเน้นที่ผู้สร้างจะต้องมีวัตถุในการสร้างสรรค์ ซึ่งถ้ามองจากแนวคิดของทั้งสองทฤษฎี จะพบว่าทั้งสองแนวคิดพยายามที่จะสร้างความรู้ระหว่างรูปธรรมและนามธรรม

สำหรับ Vygotsky แล้ว สังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์และสิ่งเหล่านี้ทำให้มนุษย์แตกต่างจากสัตว์และที่สำคัญ Vygotsky พบว่าการกระทำภายนอกทางด้านสังคมและวัฒนธรรมมีผลต่อความรู้หรือประสบการณ์ที่อยู่ภายใน การสร้างความรู้เป็นผลมาจากประสบการณ์ภายนอกมีผลต่อประสบการณ์ภายในและประสบการณ์ภายในเมื่อนำออกมาแลกเปลี่ยนกับคนอื่น ๆ จะทำให้ความเข้าใจประสบการณ์เปลี่ยนไปและวงจรนี้จะสลับกันไปมาไม่มีที่สิ้นสุด

2.5 การจัดกระทำ

ในทศวรรษที่ผ่านมามีเทคโนโลยีมากมายสนับสนุนการเรียนรู้ และมีอิทธิพลมากสำหรับบ่มเพาะนักวิจัยทางด้านคอนสตรักชันนิส (constructionist) โดยเฉพาะกลุ่มวิจัยที่ MIT Media Lab ได้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่สำหรับเด็กซึ่งเรียกว่า Digital Manipulatives และยกระดับการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (embedded computer) และการจำลอง (simulation) ต่าง ๆ ในการเรียนรู้ใหม่ กลุ่มวิจัยนี้ยังได้ตั้งความหวังในอนาคตที่จะให้มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ การประยุกต์ใช้งานใหม่ ๆ และการเรียนรู้แบบใหม่ เพราะการประยุกต์แนวคิดในวิถีทางใหม่สามารถนำมาซึ่งเทคโนโลยีใหม่ได้ (Zukerman and Resnick, 2003)

การจัดกระทำ (manipulatives) เป็นแนวคิดที่ช่วยให้เด็กเรียนรู้มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมผ่านการลงมือทำที่สามารถใช้เพื่อแสดงหรือแทนรูปแบบของปัญหา สถานการณ์ หรือ การพัฒนามโนทัศน์ทางด้านคณิตศาสตร์ การจัดกระทำดิจิทัล (digital Manipulatives) ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ แต่ได้เพิ่มเติมโดยการฝังชิพคอมพิวเตอร์เข้าไปในวัตถุ เพื่อที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ที่ชัดเจนและสามารถควบคุมการสั่งการได้ ถ้ามโนทัศน์ของ Manipulatives ในอดีต คือ ตัวเลข รูปเหลี่ยม สี พื้นที่ พื้นผิว เมื่อกลายเป็น Digital Manipulatives จะเป็น พลังงาน ความเร็ว สังคมเครือข่าย การป้อนกลับและการควบคุม การติดต่อสื่อสาร ความแตกต่างของเรขาคณิตและพฤติกรรมของระบบควบคุม (Zukerman, 2004)

ในปี ค.ศ. 1998 Resnick และ นักวิจัยที่ Lifelong Kindergarten group ที่ MIT Media Lab ได้แนะนำชุด Digital Manipulatives ที่ยกระดับของเล่นในอดีตได้แก่ ลูกปัด ลูกบอล และเหรียญ ได้ให้เด็กได้สำรวจแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเด็กและผู้ใหญ่ก็มีลักษณะคล้ายกัน ยกตัวอย่างโปรแกรมลูกปัด จะทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์พลวัตรของระบบ รูปแบบการเคลื่อนไหวไฟและกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้วแต่จะจิตนาการ

ส่วนลูกบอลหรือลูกบอลดิจิทัล (bitball) เป็นโปรแกรมลูกบอลที่ภายในบรรจุด้วยชิพคอมพิวเตอร์และเซ็นเซอร์ความเร็ว เพื่อใช้วัดความเร็วในเวลาที่แตกต่างกัน ภายในลูกบอลสามารถแสดงเสียงและแสงได้ เด็กสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมลูกบอลด้วยตนเอง ในกระบวนการเล่นและโปรแกรมเด็กสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ สำหรับการเล่นในวิธีที่แตกต่างกัน Resnick ได้พบว่า กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยก็สามารถใช้ลูกบอลดิจิทัลในการทดลองทางฟิสิกส์ในห้องเรียนเพื่อหาความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง และสามารถเข้าใจความเร็วของวัตถุในอากาศได้ (Resnick et al, 1998)

2.6 สะเต็มศึกษา

STEM Edication คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ เทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกกาภิวัฒน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

ในอดีตที่ผ่านมา การเรียนรู้วิชาทั้งสี่ใน STEM เป็นการเรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างอิสระ (separated and independent) ดังเช่นการเรียนการสอน STEM ในประเทศไทย หรือ การเรียนการสอน STEM ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่แยกวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ออกจากกันอย่างชัดเจน (ในขณะที่ไม่มีการเน้นวิชาวิศวกรรมศาสตร์มากนัก) ทั้งนี้นักการศึกษาและนักวิชาการในประเทศสหรัฐอเมริกาเปรียบเทียบแนวทางการเรียนรู้ที่แยกออกจากกันอย่างอิสระของวิชาทั้งสี่ใน STEM ว่าคล้ายกับ “ชุดของฉากเก็บเมล็ดพืช” หรือ “ไซโล” (silo) ที่ตั้งอยู่ตามทุ่งนา ซึ่งถูกสร้างให้อยู่ใกล้ชิดกัน เรียงกันเป็นระเบียบ แต่ฉางแต่ละฉางแยกกันเป็นอิสระ (แต่ในบริบทของประเทศไทย ฉางเก็บข้าวหรือฉางเก็บสิ่งของของชาวนา อาจจะไม่มีลักษณะดังกล่าวอย่างเด่นชัด ดังนั้นนักวิชาการไทยอาจจะใช้การเปรียบเทียบกับสิ่งอื่น)

ทั้งนี้ เมื่อไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา ได้มีกระแสของกลุ่มนักวิชาการนักการศึกษา และ ครู ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ต้องการให้มีการเน้นการเรียนการสอน “E” ของ STEM หรือ

วิศวกรรมศาสตร์ ให้มากและชัดเจนกว่าเดิมเนื่องด้วย มีการพบว่า การเน้นให้มีการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิศวกรรมศาสตร์มากยิ่งกว่าเดิม นอกจากจะส่งเสริมให้การเรียนรู้เนื้อหาในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นแล้ว ผู้เรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และทำให้การเรียนรู้ STEM สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556)

แนวความคิดหลักของแต่ละองค์ประกอบของ STEM

Science เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) โดยวิทยาศาสตร์ถือได้ว่าเป็นเครื่องมืออันนี้ที่ทำให้มนุษย์เราเข้าใจธรรมชาติมากยิ่งขึ้นและในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาเองมีการปรับปรุง Science K-12 Framework ใหม่ในเดือนพฤษภาคม 2555 และได้เผยแพร่เพื่อทำประชาพิจารออนไลน์ โดยมีการรวมแนวความคิดของ Technology และ Engineering เข้าไปด้วย และได้ยกระดับความสำคัญของ engineering design ให้เท่าเทียมกับ scientific inquiry

Technilogy เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์ โดยกระบวนการแก้ปัญหาหรือการทำงานทางเทคโนโลยีนั้นจะเรียกว่า Engineering design หรือ design process ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนคล้ายกับ scientific inquiry นั่นเอง และการจัดการเรียนรู้จะอยู่บนพื้นฐานของ problem-based หรือ project-based learning อย่างไรก็ตามคนทั่วไปมักเข้าใจผิดว่าเทคโนโลยีหมายถึง คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ ICT ต่างๆเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว จะหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาหรือทำงานเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อนตอบสนองความต้องการของคนเราด้วย โดยในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีสมาคมนักการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรม (International Technology and Engineering Educators Association : ITEEA) กำหนดมาตรฐาน (Standard) วิชาเทคโนโลยีให้ผู้สอนได้ใช้สอนในทิศทางเดียวกัน

Engineering เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม ในสหรัฐอเมริกาเองพบว่าวิชาวิศวกรรมนั้นยังไม่ได้ปรากฏเป็นที่ชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่จะถูกแฝงเข้าในวิชาเทคโนโลยีมากกว่า

Mathematics เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความชัดเจนในตัวอยู่แล้วด้วยธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่มีทฤษฎีชัดเจน ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นตัวเชื่อมทั้งสามสาขาวิชาเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

ความจำเป็นของการเกิด STEM education

ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าปัจจุบันขีดความสามารถของประเทศไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้านดังที่เคยเป็นมา หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกาเองพบว่าด้อยกว่าหลายประเทศ รวมทั้งประชากรทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลง ดังนั้นรัฐบาลจึงได้มีนโยบายในการส่งเสริมการพัฒนาการศึกษา STEM ขึ้นมาโดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอย PISA ให้สูงขึ้น นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสาร การขนส่ง การค้า และอื่น ๆ มีการติดต่อกันทั่วโลก ดังนั้นการเตรียมคนรุ่นใหม่ให้ดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางของ STEM จะเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในโลกปัจจุบันหรือที่เรากำลังพูดถึงอย่างแพร่หลายในชื่อ 21st Century skills (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2555)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Patten (2006) ได้ทำการศึกษาการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุบนโต๊ะที่รับรู้ได้ ที่สามารถรับรู้การปฏิสัมพันธ์และเคลื่อนย้ายวัตถุบนพื้นผิวของโต๊ะที่รับรู้ได้ งานวิจัยนี้เป็นการขยายข้อจำกัดของผู้ใช้ซึ่งปกติผู้ใช้จะเคลื่อนย้ายวัตถุนำทางบนโต๊ะในการจำลองสถานการณ์ แต่งานของ Patten สามารถทำให้วัตถุบนโต๊ะที่รับรู้ได้เคลื่อนที่ตามการทำงานที่คอมพิวเตอร์คำนวณไว้ ซึ่งมีความแม่นยำกว่ามนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า การปฏิสัมพันธ์กับวัตถุที่เคลื่อนที่ได้สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและการจำลองปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีกว่าการเคลื่อนย้ายวัตถุโดยมือมนุษย์

Raffle (2004) ได้ทำการศึกษาและออกแบบ Topobo ซึ่งเป็นชุดประกอบโครงสร้าง 3 มิติ ที่สามารถโปรแกรมโดยการบันทึกลักษณะท่าทางของสิ่งที่ประกอบขึ้น และหลังจากนั้นก็สามารถให้ทำงานตามสิ่งที่บันทึกไว้ได้ งานวิจัยนี้เริ่มต้นกับคำถามที่ว่า รูปปั้นแกะสลักสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างไร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เข้าใจการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของวัตถุ 3 มิติ ที่

สามารถบันทึกการเคลื่อนที่และแสดงการเคลื่อนที่ใหม่ได้ Topobo ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นอุปกรณ์แบบแอคตีพ ที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน และอุปกรณ์ที่เรียกว่า พาสซีพ ซึ่งอุปกรณ์จะไม่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถนำชิ้นส่วน Topobo ที่เป็นแบบแอคตีพและพาสซีพ มาสร้างเป็นรูปสุนัขและศึกษาการเคลื่อนที่หรือโปรแกรมให้เคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า เด็กอายุ 5 – 13 ปี มีความสามารถในการสร้างสรรค์และมีประสบการณ์กับการทดลอง Topobo ในการเรียนรู้เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ ของสัตว์ต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่อื่น ๆ เด็กอายุ 8 ปี สามารถพัฒนาการเดินของหุ่นยนต์ โดยเขาสามารถเข้าใจหลักการสมดุล ระดับและแรงต่าง ๆ ที่มีผลต่อโครงสร้างในการเคลื่อนที่ เพราะว่าในการเชื่อมตัวของหุ่นยนต์แต่ละส่วนต้องตอบสนองต่อแรงธรรมชาติและข้อจำกัดของระบบ

Raffle (2008) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือในการพัฒนาการรู้เอง (intuitive) ของผู้เรียนด้วยใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ เป็นการศึกษารูปแบบพฤติกรรมรู้ได้เองแต่ง่าย (intuitive-but –simple) เช่น Curlybot หรือ ซับซ้อนแต่เป็นนามธรรม (complex-but-abstract) เช่น LEGO Mindstorms ระบบ Topobo ที่ Raffle พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาและสนับสนุนผู้เด็กในการส่งผ่าน(transitions) การรู้ได้เองแต่ง่าย ไปยังซับซ้อนแต่เป็นนามธรรม โดยได้อ้างอิงทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner ถึงการพัฒนาการเรียนรู้จาก Enactive ไปยัง Iconic และไปยัง Symbolic ผลการวิจัยพบว่า ระบบ Topobo ที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้เด็กส่งผ่าน การรู้ได้เองแต่ง่าย ไปยังซับซ้อนแต่เป็นนามธรรมได้ นอกจากนั้นระบบ Topobo ยังสามารถที่จะอำนวยความสะดวกในการส่งผ่านรูปแบบความคิดระหว่างแนวคิดที่แตกต่างกับระหว่างเครื่องมือที่แตกต่าง โดยเด็กสามารถที่จะใช้ Enactive Knowledge ในการรับรู้ถึง สัตว์ชนิดต่าง ๆ เดินอย่าง สามารถเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ด้านการสร้างและออกแบบระบบ Topobo ที่ประกอบด้วย Queens backpacks Remix และ Robo สามารถส่งผ่านความรู้ที่เกิดจากการจัดกระทำด้วย 2 มือ ไปเป็นความรู้ทางทฤษฎีของเด็กได้ เด็กสามารถที่จะทดสอบและปรับปรุงทฤษฎีของเขาในการแสดงความคิดจาก Enactive ไปยัง Iconic และไปยัง Symbolic ตามลำดับ

Parkes (2004) ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการออกแบบท่าทาง (gestural) โดยแนะนำ Topobo ซึ่งเป็นเครื่องมือในการออกแบบท่าทาง ที่ฝังชุดบันทึกข้อมูลท่าทางการเคลื่อนไหวไว้ในตัว Topobo ที่สามารถบันทึก เล่นกลับ และส่งผ่านการเคลื่อนไหวในรูปแบบ 3 มิติที่จับต้องได้ ผลการวิจัยพบว่า Topobo สามารถที่จะทำให้เกิดความเข้าใจ การจำลองอัลกอลิทึม ในวัตถุต่าง ๆ เพื่อเตรียมความเข้าใจ

การแสดง ถึง หลักเกณฑ์ง่าย ๆ สามารถทำให้เกิดรูปแบบและพฤติกรรมที่ซับซ้อนอย่างไร ซึ่งวัตถุธรรมดาไม่สามารถที่จะทำได้

Parkes (2009) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติการเคลื่อนที่และเคลื่อนไหวของวัตถุ โดยใช้แนวคิดการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ โดยได้เตรียมการป้อนกลับสำหรับวัตถุ การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารดิจิทัลผ่านการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของวัตถุ วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อ สร้างหลักการใหม่ ของการออกแบบการเคลื่อนไหว (kinetic design) และการเคลื่อนที่ (motion) ผ่านการสำรวจและทดลองใน 2 วิธีการ คือ การสร้างการเคลื่อนที่และการจัดกระทำการเคลื่อนไหว โดยได้นำเสนอระบบใน 3 รูปแบบ (platforms) คือ 1) Topobo เป็นรูปแบบสำหรับการสร้างการเคลื่อนที่และระบบพลวัตรด้านกายภาพการเคลื่อนไหวสำหรับด้านการศึกษาของเด็ก 2) Kinetic Scketchup เป็นรูปแบบการสร้างการเคลื่อนที่และระบบพลวัตรด้านกายภาพการเคลื่อนไหวสำหรับสถาปัตยกรรมและการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) Bosu เป็นรูปแบบการสร้างการเคลื่อนที่และระบบพลวัตรด้านกายภาพการเคลื่อนไหวในสิ่งมีชีวิตสำหรับการออกแบบแฟชั่นและผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 3 รูปแบบสามารถทำให้ผู้ใช้งาน ออกแบบ สร้างสรรค์ เรียนรู้และ จัดกระทำในการตอบสนองต่อวัตถุภายใต้พื้นที่การออกแบบ

Vaucelle (2002) ได้ทำการศึกษาการเล่าเรื่องราวของเด็กด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ ที่ชื่อว่า Doltalk ในการฝึกทักษะทางด้านภาษาและการเล่าเรื่องราว เด็กสามารถเล่าเรื่องราวกับเทคโนโลยีนี้ และเล่นกลับเรื่องราวทำให้เด็กสามารถพัฒนาทักษะทางด้านภาษาและการเล่าเรื่องราว Doltalk เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้าไปฝังไว้ภายในตัวหุ่นกระบอก ซึ่งเด็กสามารถที่จะบันทึกเรื่องราวและลักษณะท่าทางของหุ่นผ่านตัว accelerometers การระบุตัวละครด้วย RFID tag แสดงผลด้วยจอคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า Doltalk ทำให้เด็กมีความสามารถด้านภาษาและการสร้างสรรค์เรื่องราว มากกว่าการไม่ได้บันทึกและเล่นกับเรื่องราว

Vaucelle (2010) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาแนวคิด Gesture Object Interfaces ที่เป็นการขยายแนวคิดของ การเชื่อมต่อที่สัมผัสและรู้สึกได้ (tangible use interfaces (TUIs)) และ Gesture Recognition Vaucelle ได้นำเสนอวิธีการที่จะชุบชีวิตสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปร่างเช่น ตุ๊กตา หุ่นมือ ของเล่นต่าง ๆ ของเด็กให้มีชีวิตเมื่ออยู่ในมือของเด็ก โดยเรียกสิ่งนี้ว่า Gesture Object Interfaces โดยเทคนิคนี้จะทำให้เด็กสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เด็กได้ชุบชีวิตให้ เช่น มุมมองของตุ๊กตาขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับเด็ก Vaucelle ได้ออกแบบ สภาพแวดล้อมของกล้องจับภาพและการปฏิสัมพันธ์กับ

ลักษณะท่าทางของสิ่งต่าง ๆ ในการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยเป้าหมาย คือ เทคโนโลยีใหม่ในการกระตุ้นเด็ก ต่อมุมมองใหม่ๆและเทคนิคการเล่าเรื่องราว Vaucelle ได้พัฒนาแนวคิด Play it by Eye, Frame it by hand ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ในการการเล่าเรื่องราวของเด็ก ใน 4 รูปแบบ (platforms) คือ 1) Textable Movie เป็นการผสมผสานภาพและเรื่องราวที่เป็นตัวหนังสือ ในการเล่าเรื่องเล่า Textable Movie เด็กสามารถใส่เรื่องราวของตนเองและอธิบายเป็นคำพูดและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ได้ 2) Moving Pictures เป็นการนำเสนอ การบันทึกภาพ จับภาพ เพื่อมาตัดต่อแก้ไข โดยเทคนิค TUI ที่พัฒนาขึ้นแทนการใช้ซอฟต์แวร์ตัดต่อที่มีขายในท้องตลาดซึ่งมีความยากในการใช้งานสำหรับเด็กมาเป็นการออกแบบด้วยเทคนิค TUI ทำให้เด็กสามารถตัดต่อแก้ไขวีดีโอได้ง่ายเพียง การใช้ video tokens 3) Terraria: Plug-and-Play Movie editing เป็นการนำเสนอ การเล่นกับของเล่นที่เป็นหุ่นยนต์ โดยเด็กสามารถสร้างเรื่องราวจากหุ่นยนต์ที่เล่นแล้วทำการบันทึกภาพเรื่องภาพที่สร้างขึ้นหลังจากนั้นสามารถที่จะมาทำการตัดต่อเป็นภาพยนตร์ได้ ซึ่งการควบคุมหุ่นยนต์จะใช้ คันบังคับสำหรับการแสดงท่าทางและการเคลื่อนที่ 4) Picture This! เป็นการนำเสนอการเล่นของเด็กกับตุ๊กตา ที่ตุ๊กตาได้ใส่กล้อง และตัวตรวจจับท่าทาง ไว้ ซึ่งทำให้เด็กสามารถเข้าใจมุมมองของตุ๊กตาเมื่อมองมายังตัวเด็ก ทำให้เด็กเกิดมุมมองใหม่และเข้าใจว่า สิ่งต่าง ๆ มีมุมมองต่อเราอย่างไร และมีการเคลื่อนไหวท่าทางอย่างไร ซึ่งรูปแบบนี้เป็นการเปิดโลกทัศน์ใหม่สำหรับเด็กในการเล่นกับของเล่น ซึ่งเดิมเด็กไม่ทราบว่าในขณะที่เล่นตุ๊กตาของเขามองเขาและเล่นกับเขาอย่างไร

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ

การอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทยทางด้านของเล่นพื้นบ้านมีการอนุรักษ์ไว้เป็นจำนวนน้อยและบางอย่างกำลังจะสูญหายไป การออกแบบและสร้างเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานี้ เป็นการฟื้นฟูและการประยุกต์ใช้ของเล่นพื้นบ้านที่กำลังจะสูญหาย ให้กลับมามีชีวิตอีกครั้ง โดยเพิ่มเทคโนโลยีให้กับของเล่น ซึ่งในบทนี้จะตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 โดยได้ออกแบบและสร้างเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังนี้

1) กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น
2) กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง
3) กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง
4) กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ
5) กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน
6) กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก

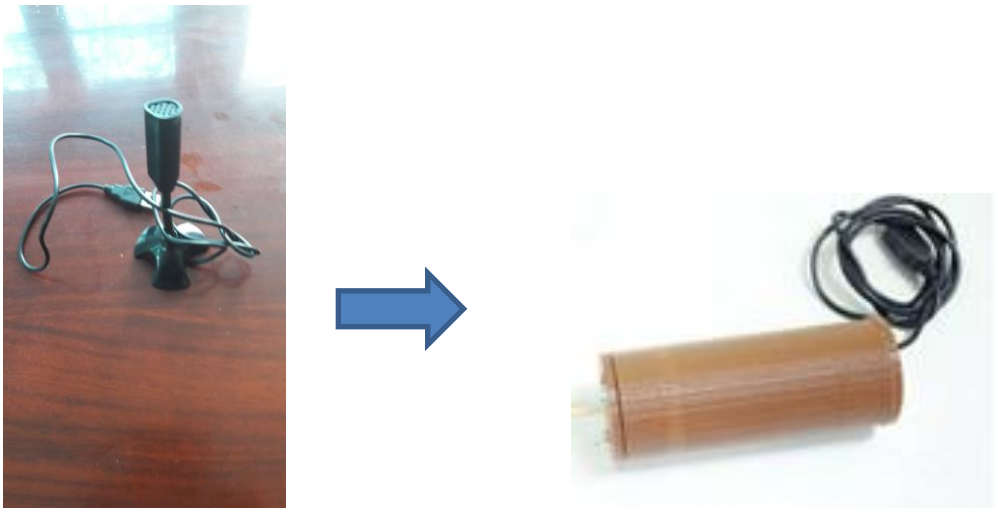
3.1 กลุ่มเสียง

กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น จักจั่นของเล่นอัจฉริยะที่สร้างขึ้น เป็นของเล่นที่สร้างเสียงเลียนเสียงจักจั่น โดยเกิดจากการเสียดสีกันระหว่างยางสนกับเส้นเชือกที่ติดอยู่กับไม้ โดยส่งการสั่นสะเทือนผ่านเส้นเชือกไปยังท่อหรือวัสดุที่ใช้ทำตัวจักจั่น ซึ่งทำหน้าที่ขยายเสียง ในส่วนที่เป็นด้ามจับจะเป็นเทคโนโลยีในการตรวจจับเสียงเพื่อส่งผ่านสัญญาณเสียงไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ จักจั่นของเล่นอัจฉริยะแสดงดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ของเล่นจักจั่นอัจฉริยะ

3.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์จักจั่น

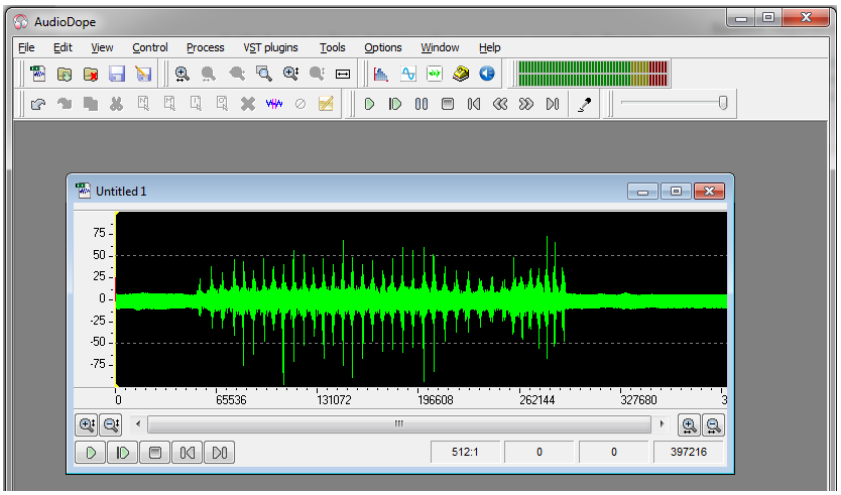
การออกแบบฮาร์ดแวร์จะใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติในการขึ้นรูปด้ามจับและภายในบรรจุด้วยวงจรรับสัญญาณเสียงไมโครโฟน เพื่อส่งสัญญาณเสียงไปยังคอมพิวเตอร์แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 วงจรรับสัญญาณเสียงจากจักจั่น

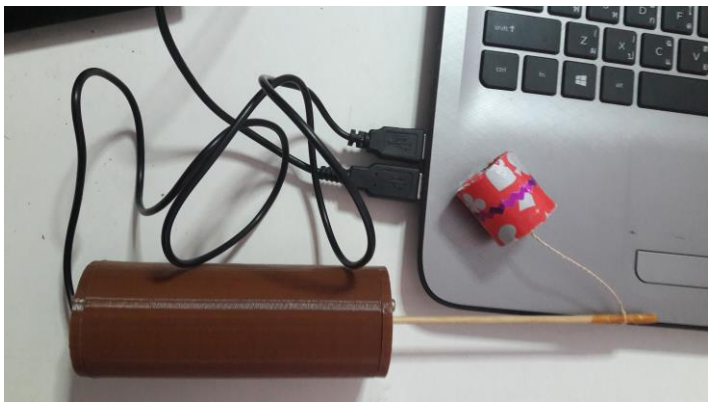
3.1.2 การออกแบบซอฟต์แวร์จักจั่น

ซอฟต์แวร์จะใช้โปรแกรม AudioDope ในการบันทึกสัญญาณเสียงและประมวลผลเสียง แสดงภาพสัญญาณเสียงดังภาพที่ 3.3



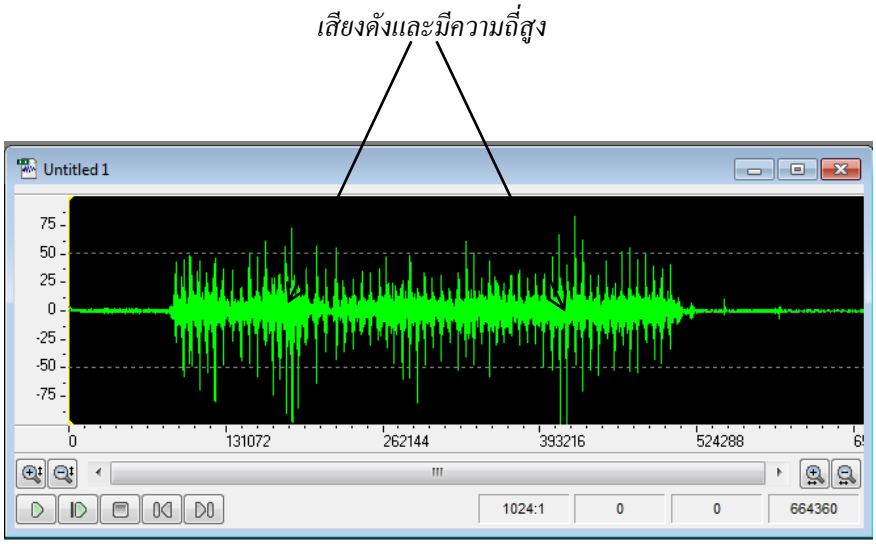
ภาพที่ 3.3 โปรแกรม AudioDope

การบันทึกจะเชื่อมต่อจักจั่นอัจฉริยะเข้ากับคอมพิวเตอร์ดังภาพที่ 3.4 เพื่อทำการบันทึกเสียง



ภาพที่ 3.4 การเชื่อมต่อจักจั่นอัจฉริยะเข้ากับคอมพิวเตอร์

การประมวลผลเสียง จะเห็นว่าเสียงมีความถี่สูงและเสียงดังอยู่ 2 ช่วงจากภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 โปรแกรม AudioDope

3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพจักจั่น

การทดสอบประสิทธิภาพจะทดลองใช้งานกับกลุ่มที่ศึกษาเป็นกลุ่มนักศึกษาดังภาพที่ ให้ทดลองใช้งานและเก็บข้อมูล

ภาพที่ 3.6 กลุ่มที่ศึกษากำลังทดสอบจักจั่น

ผลการทดสอบพบว่าจักจั่นอัจฉริยะสามารถให้เสียงที่เลียนแบบจักจั่น และระบบการบันทึกเสียงสามารถบันทึกเสียงได้ โดยกลุ่มที่ศึกษาสามารถที่จะเข้าใจสัญญาณเสียงของจักจั่นได้ แสดงดังภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 กลุ่มที่ศึกษากำลังอ่านค่าและวิเคราะห์สัญญาณเสียง

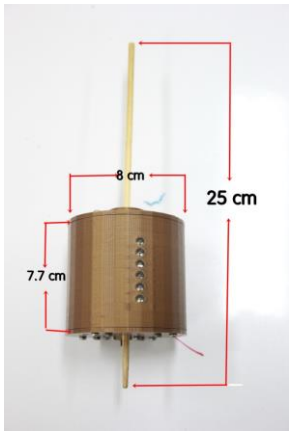
3.2 กลุ่มแรง

กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง ลูกข่างถือเป็นการละเล่นไทยชนิดหนึ่ง ที่มีการเล่นโดยการผูกด้วยเชือก และขว้างลูกข่างลงพื้นให้เกิดการหมุน โดยมีกติกาการเล่น 1) หากขว้างลูกข่างไม่หมุนหรือออกนอกวงถือว่าแพ้ 2) ผู้แพ้จะต้องนำลูกข่างของตนวางในวงกลมเพื่อให้คนอื่นใช้ลูกข่างที่พันเชือกขว้างไปบนลูกข่างนั้นเป็นการลงโทษ สำหรับลูกข่างอัจฉริยะจะมีความพิเศษมากกว่าที่เล่นกันในอดีต ลูกข่างอัจฉริยะสามารถแสดงไฟแสงสีขณะหมุน ดังภาพที่ 3.8 นอกจากนั้นลูกข่างอัจฉริยะยังสามารถนำมาใช้ในการศึกษาความสมดุลของวัตถุได้โดยการแสดงผลจะแสดงที่จอแอลซีดี

ภาพที่ 3.8 ลูกข่างอัจฉริยะ

3.2.1 การออกแบบลูกข่าง

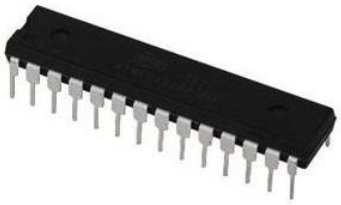
ลูกข่างอัจฉริยะที่สร้างขึ้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง7.7 เซนติเมตร และความยาวของไม้หมุน 25 เซนติเมตร ดังภาพที่



ภาพที่ 3.9 ขนาดลูกข่างอัจฉริยะ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega328

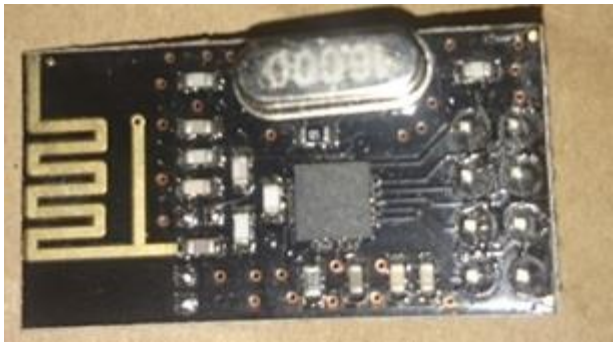
การออกแบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega328 ในการประมวลผลค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์ ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega328

nrf24l01

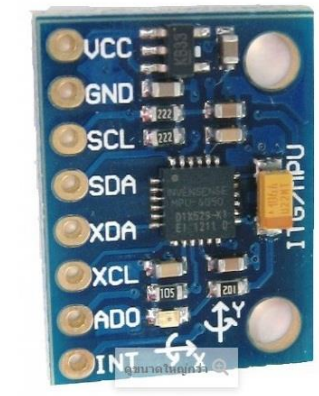
การส่งสัญญาณไปแสดงผลที่จอแอลซีดีจะใช้โมดูลไร้สาย nrf24l01 ดังภาพที่ 3.11 เป็นโมดูลสำหรับส่งค่าค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์



ภาพที่ 3.11 โมดูลไร้สาย nrf24l01

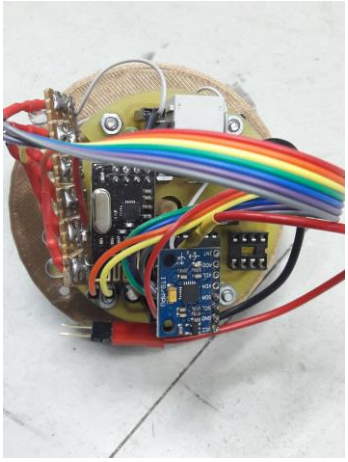
โมดูลวัดอัตตราเร่ง ไจโรสโคป 3 แกนและแอคซิโคมิเตอร์

การตรวจวัดการเอียงและการหมุนจะใช้ MCU6050 ในการวัดอัตราการเร่ง ไจโรสโคป 3 แกนและแอคซิโคมิเตอร์ แสดงดังภาพที่



ภาพที่ 3.12 โมดูลMCU6050

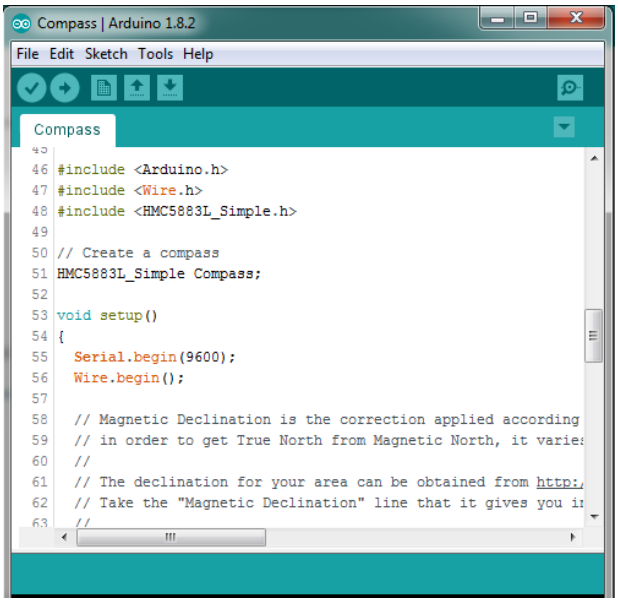
การสร้างลูกข่างสมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 ภายในลูกข่างอัจฉริยะ

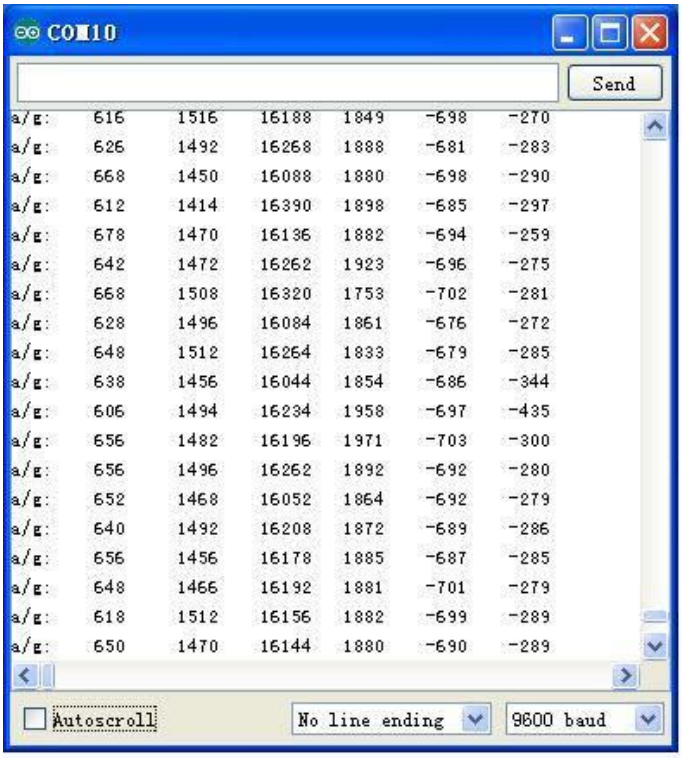
3.2.2 การออแบบซอฟต์แวร์ลูกข่าง

การออกแบบซอฟต์แวร์จะใช้โปรแกรม อาดูโนไอดีอี ในการโปรแกรมลูกข่างสำหรับการรับค่าจากไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์ อีกทั้งแสดงผลด้วยหลอดแอลอีดี โปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 โปรแกรมอาดูโนไอดีอี

การแสดงผลค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์แสดงดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 ค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์

3.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพ

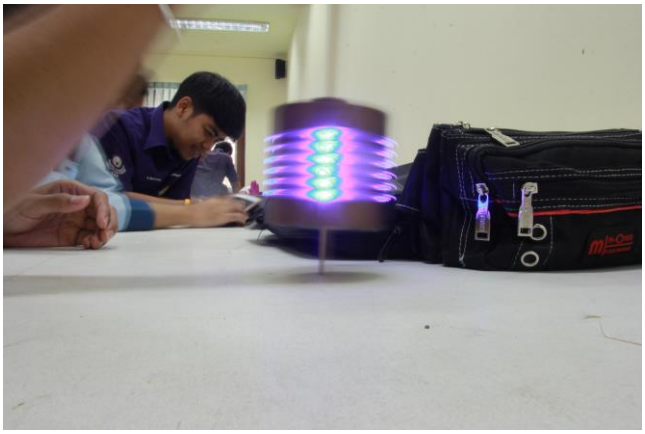
การทดสอบประสิทธิภาพจะทดสอบการส่งข้อมูลไปยังจอแอลซีดีและการหมุนลูกข่างแสดงผลด้วยแอลอีดี กลุ่มที่ศึกษาและทดสอบแสดงดังภาพที่3.16

ภาพที่ 3.16 กลุ่มที่ศึกษาและทดสอบลูกข่าง

การแสดงผลค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์จะทดสอบด้วยการให้ลูกข่างส่งค่าทั้งสองค่าไปยังจอแอลอีดีดังภาพที่ 3.17 ผลการทดสอบพบว่า ค่าไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์แสดงบนจอแอลซีดีได้สมบูรณ์

ภาพที่ 3.17 ทดสอบการแสดงผลบนจอแอลซีดี

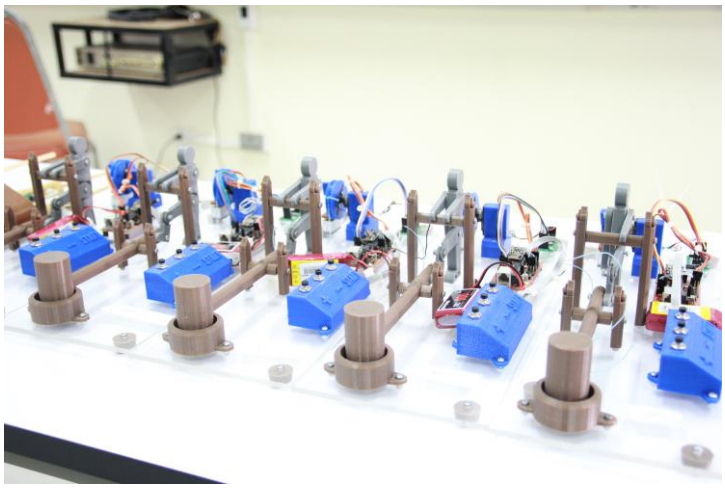
การทดสอบการแสดงผลด้วยแอลอีดี ในการทดสอบจะหมุนลูกข่างให้ได้ความเร็วระดับหนึ่งซึ่งจะทำให้เกิดแสดงเป็นวงดังภาพที่ 3.18 ผลการทดสอบลูกข่างสามารถแสดงไฟเป็นวงแหวนได้



ภาพที่ 3.18 ทดสอบการแสดงผลบนจอแอลอีดี

3.3 กลุ่มคาน

กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง คนตำครกกระเดื่องจะออกแบบโดยการขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติแสดงดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 คนตำครกกระเดื่อง

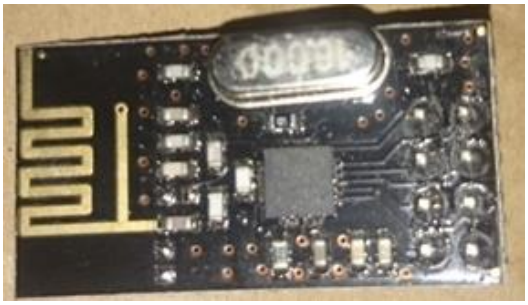
3.3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบฮาร์ดแวร์จะออกแบบฮาร์ดแวร์ดังนี้

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนเป็นบอร์ดที่ออกแบบขึ้นมาสำหรับประมวลผลค่าน้ำหนักของสากที่ตำลงมา โดยจะส่งค่าน้ำหนักไปแสดงผลที่จอแอลอีดี บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนแสดงดังภาพที่ 3.20

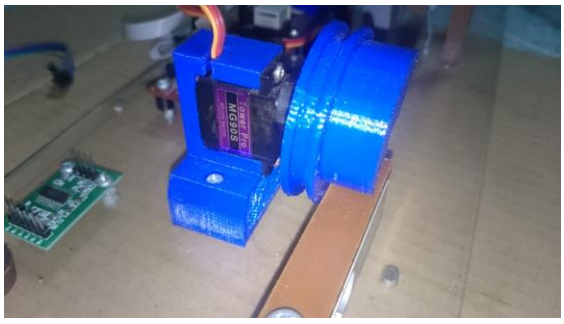
ภาพที่ 3.20 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

โมดูลสื่อสารไร้สาย nrf24l01 เป็นโมดูลในการรับส่งสัญญาณแบบไร้สายในการรับส่งค่าน้ำหนักเพื่อแสดงผลที่หน้าจอแอลอีดี โมดูลสื่อสารไร้สาย nrf24l01แสดงดังภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 โมดูล nrf24l01

เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ในการดึงให้สากยกขึ้นเพื่อจะปล่อยให้สากตำลงมาเพื่อดูค่าน้ำหนักของสาก เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์แสดงดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 เซอร์เวอร์มอเตอร์

ชุดวัดน้ำหนักเป็นชุดในการวัดขนาดแรงที่กดที่สากเพื่อให้สากยกขึ้น ค่าน้ำหนักจะถูกแสดงที่จอแอลซีดีแสดงดังภาพที่ 3.23

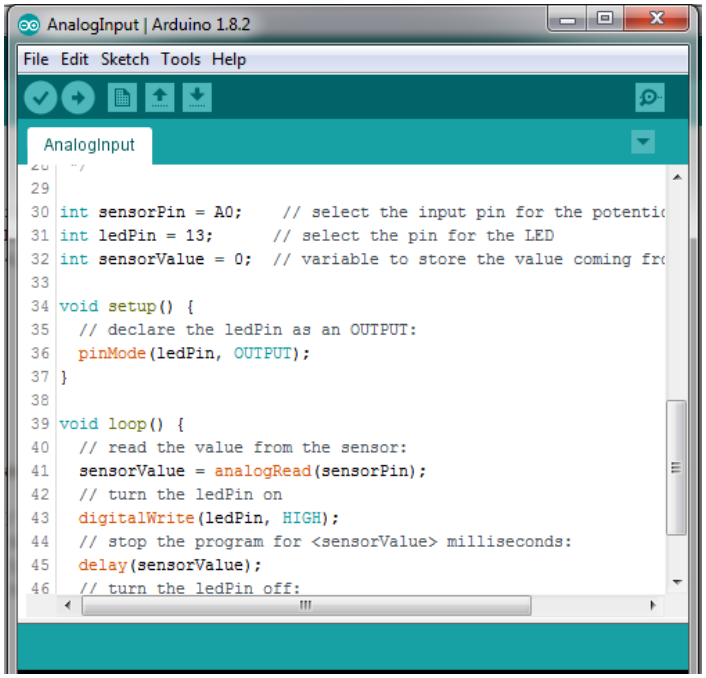
ภาพที่ 3.23 ชุดวัดน้ำหนัก

ชุดสวิตช์ เป็นชุดประกอบด้วยปุ่มควบคุม 3 ปุ่มคือ ปุ่มเริ่มต้น ปุ่มบวกยกสากขึ้น ปุ่มลบปล่อยสากลงมา แสดงดังภาพที่ 3.24

ภาพที่ 3.24 ชุดสวิตซ์

3.3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์

การออกแบบโปรแกรมจะใช้โปรแกรมอาดูโนไอดีอีแสดงดังภาพที่ 3.25 ในการควบคุมและแสดงผล



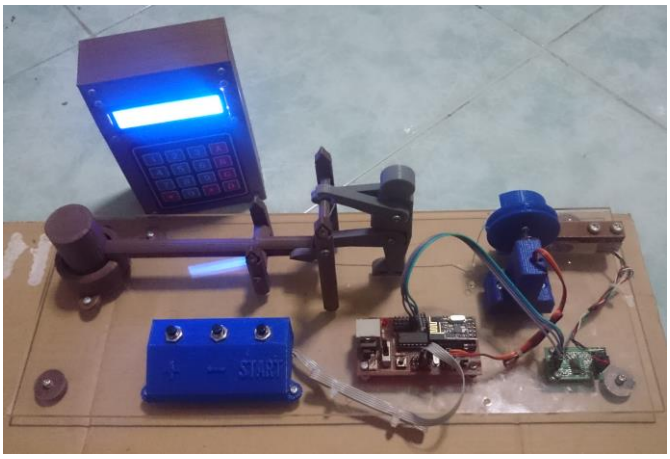
ภาพที่ 3.25 โปรแกรมอาดูโนไอดีอี

3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพคนตำครกกระเดื่อง

การทดสอบประสิทธิภาพจะทดลองควบคุมการตำและการแสดงค่าที่จอแอลซีดี การทดสอบแสดงดังภาพที่ 3.26

ภาพที่ 3.26 ชุดสวิตซ์ควบคุมการยกสาก

การแสดงผลบนจอแอลซีดีแสดงดังภาพที่ 3.27

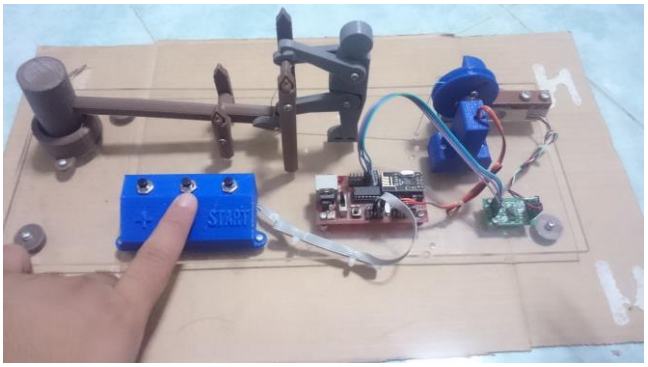


ภาพที่ 3.27 ชุดแสดงผลแอลซีดี

ของเล่นพื้นบ้าน ครกตำข้าว มีปุ่มกดทั้งหมด3ปุ่ม ใช้ควบคุมการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ + เซอร์โวจะเพิ่มองศาขึ้นในขณะเดียวกันจะทำให้รอกก้นหอยมีการหมุนทำให้หน้าสัมผัสไปกดกับตัววัดน้ำหนักและดึงเชือกจากตัวหุ่นคนทำให้ตัวสากลอยขึ้นแสดงผลดังภาพที่ 3.28

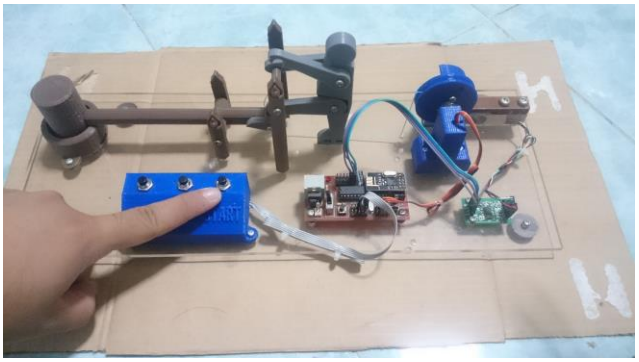
ภาพที่ 3.28 สวิตซ์ควบคุมการยกสาก

หากกดปุ่ม – เซอร์โวจะลดองศาลงในขณะเดียวกันจะทำให้รอกก้นหอยมีการหมุนทำให้หน้าสัมผัสไปคลายออกจากตัววัดน้ำหนักและปล่อยเชือกจากตัวหุ่นคนทำให้ตัวสากตกลงแสดงผลดังภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 ชุดสวิตซ์ควบคุมการปล่อยสาก

หากกดปุ่ม Start จะเป็นการสั่งให้เซอร์โวหมุนกลับมาที่๐องศา ทำให้ตัวสากตกลงมาจนสุดแสดงดังภาพที่ 3.30



ภาพที่ 3.30 ชุดสวิตซ์ควบคุมการเริ่มต้นใหม่

ชุดไมโครคอนโทรนเลอจะทำการคำนวณน้ำหนักที่กดลงมา แล้วส่งข้อมูลผ่านดูลวายฟาย ไปที่ชุดไมโครคอนโทรนเลออีก1ตัวและแสดงค่าน้ำหนักที่วัดได้จากชุดวัดน้ำหนักออกทางหน้าจอแอลซีดีแสดงดังภาพที่ 3.31

ภาพที่ 3.31 แสดงค่าน้ำหนักบทจอแอลซีดี

ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดคนตำครกกระเดื่องสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้และแสดงผลค่าน้ำหนักได้ทางจอแอลอีดี

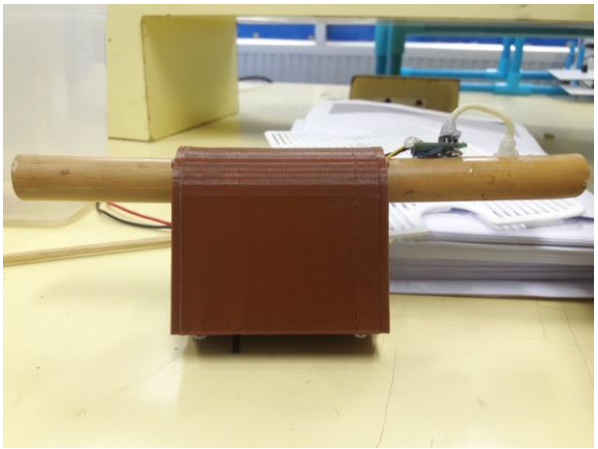
3.4 กลุ่มความดันอากาศ

กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ ไม้โพละจะทำจากกระบอกไม้ไผ่ขึ้นรูปชุดรับสัญญาณและแสดงผลจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติแสดงดังภาพที่ 3.32

ภาพที่ 3.32 แสดงไม้โพละ

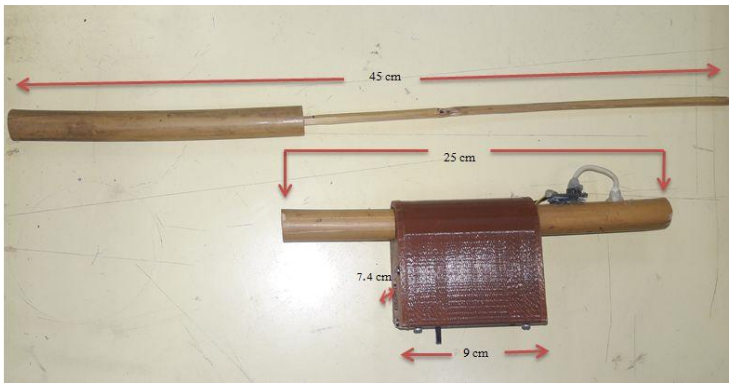
3.4.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบฮาร์ดแวร์จะทำการผสมผสานวัสดุธรรมชาติกับวัสดุพลาสติกธรรมชาติแสดงดังภาพที่ 3.33



ภาพที่ 3.33 แสดงลักษณะการวางอุปกรณ์วัดแรงดัน

โครงสร้าง ของไม้โพละจะมีขนาดยาวของไม้สำหรับแทงยาว 45 เซนซิเมตร ขนาดกระบอกยาว 25 เซนติเมตรแสดงดังภาพที่ 3.34

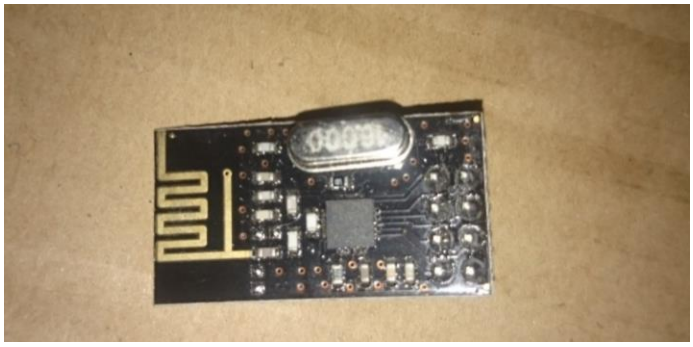


ภาพที่ 3.34 ขนาดของไม้โพละ

บอร์ดควบคุม ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโนที่พัฒนาขึ้นเอง แสดงดังภาพที่ 3.35

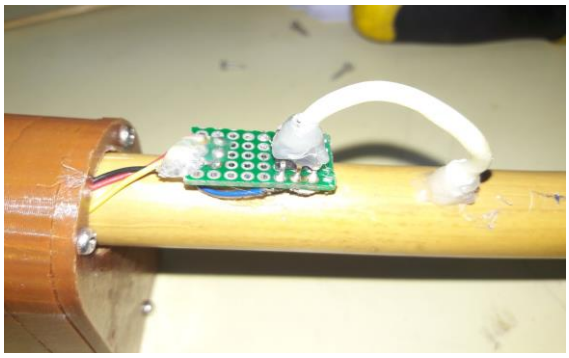
ภาพที่ 3.35 บอร์ดควบคุม

โมดูล nrf24l01 โมดูลส่งสัญญาณไร้สายเพื่อรับส่งข้อมูลแรงดันอากาศจากเซนเซอร์ไปแสดงผลที่ จอแอลอีดี แสดงดังภาพที่ 3.36



ภาพที่ 3.36 โมดูลส่งสัญญาณไร้สาย

เซนเซอร์วัดแรงดันอากาศ คือเซนเซอร์ที่วัดแรงดันอากาศที่อยู่ในกระบอกไม้ไผ่ไม้โพละ เพื่อให้ทราบค่าแรงดันอากาศที่อยู่ในท่อกระบอกไม้โพละแสดงดังภาพที่ 3.37

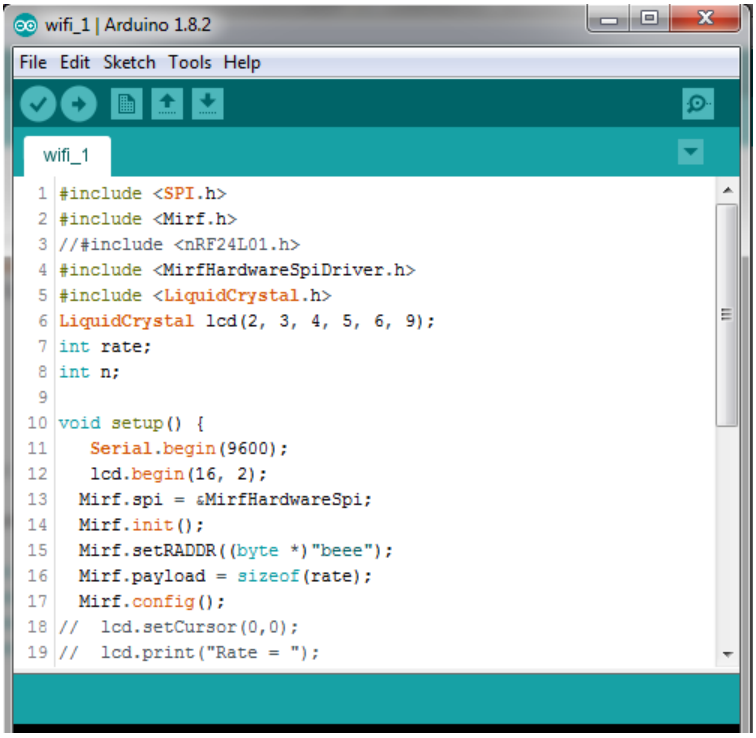


ภาพที่ 3.37 เซนเซอร์วัดแรงดันอากาศ

3.4.2 การออกแบบซอฟต์แวร์

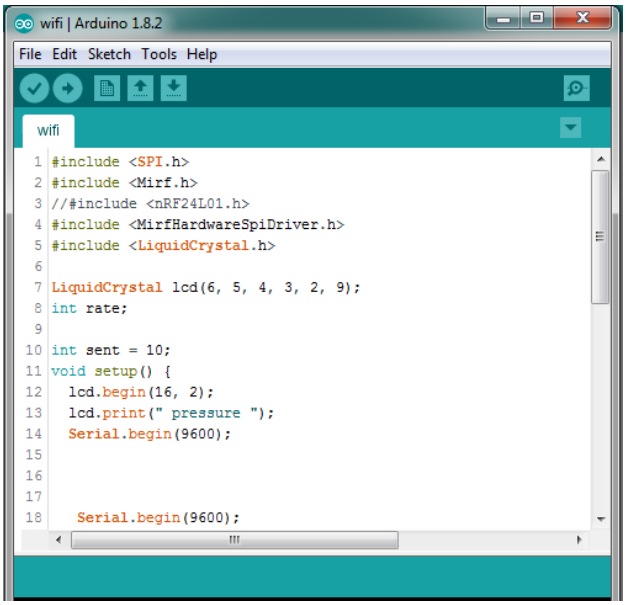
การออกแบบซอฟต์แวร์จะทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรมอาดูโนไอดีอีในการเขียนโปรแกรมโดยในการเขียนจะแบ่งการเขียนโปรแกรมเป็น 2 ส่วนคือ

1) ตัวส่งสัญญาณจะเป็นโปรแกรมที่รับค่าจากเซนเซอร์แรงดันโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.38



ภาพที่ 3.38 โปรแกรมตัวส่งสัญญาณ

2) ตัวรับสัญญาณข้อมูลแรงดันจากไม้โพละ ในส่วนนี้จะเขียนด้วยโปรแกรมอาดูโนไอดีอีเช่นเดียวกัน โปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.39



ภาพที่ 3.39 โปรแกรมรับค่าสัญญาณและแสดงผลที่จอแอลซีดี

3.4.3 การทดลองประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพลูกไม้โพละจะทดสอบการยิงกระสุนกระดาษชุบน้ำพอประมาณ ทำเป็นลูกกระสุน ในการยิงเพื่อดูแรงดันอากาศภายในท่อกระบอกไม้ไผ่ โดยค่าแรงดันจะถูกตรวจจับผ่านเซนเซอร์ การทดสอบขณะบรรจุกระสุนแสดงดังภาพที่ 3.40

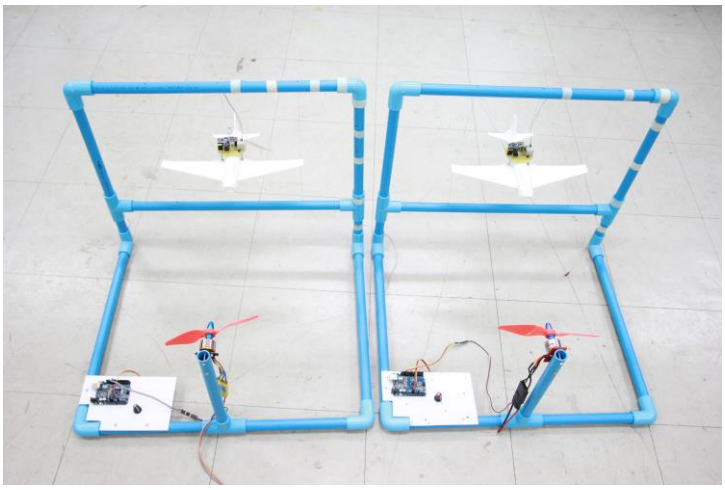
ภาพที่ 3.40 การทดสอบแรงดันขณะบรรจุกระสุนกระดาษ

การทดสอบเมื่อมีการยิงกระสุนค่าแรงดันอากาศในท่อกระบอกไม้ไผ่จะแสดงค่าแรงดันอากาศขณะกระสุนจะระเบิดที่จอแอลซีดีโดยจะแสดงค่าขณะทำการระเบิดซึ่งเป็นค่าสุดท้ายของการยิงแสดงดังภาพที่ 3.41

ภาพที่ 3.41 การแสดงผลบนจอแอลซีดี

3.5 กลุ่มแรงยก

กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน เครื่องบิน ของเล่นเครื่องบินขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แสดงดังภาพที่ 3.42

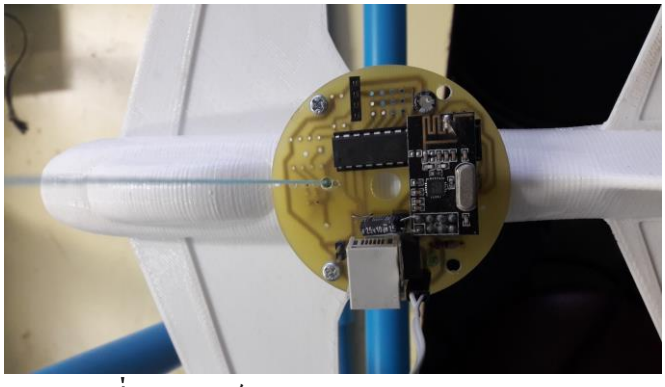


ภาพที่ 3.42 เครื่องบินสำหรับทดสอบ

3.5.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของเล่นเครื่องบิน

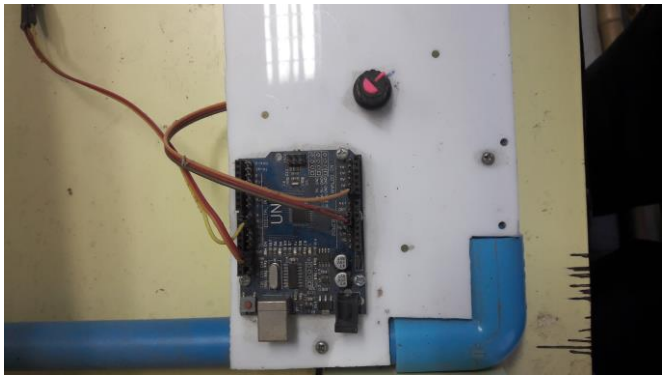
การออกแบบฮาร์ดแวร์ของเล่นเครื่องบินจะขึ้นรูปเครื่องประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้ คือ

1) ส่วนรับค่าไจโรสโคปเพื่อแสดงค่าการเอียงของเครื่องบินขณะทำการทดสอบ แสดงดังภาพที่ 3.43



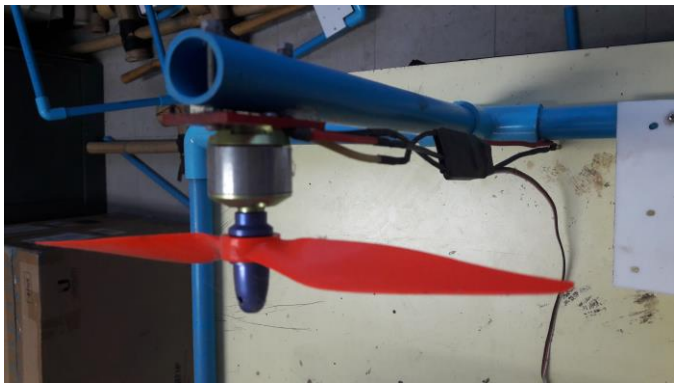
ภาพที่ 3.43 บอร์ดสำหรับทดสอบการบิน

2) ส่วนควบคุมการกำเนิดลมแสดงดังภาพที่ 3.44



ภาพที่ 3.44 บอร์ดควบคุม

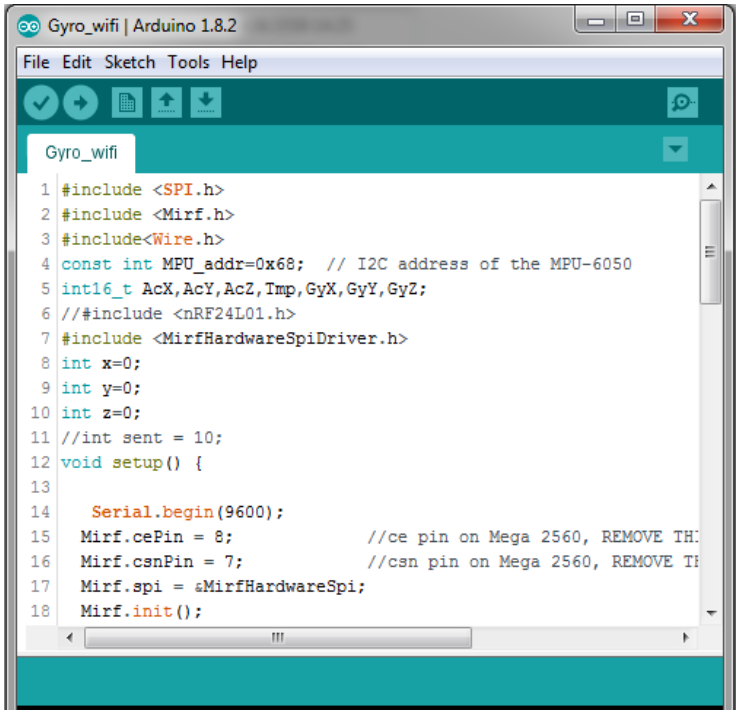
3) ส่วนกำเนิดลมแสดงดังภาพที่ 3.45



ภาพที่ 3.45 มอเตอร์และใบพัดสำหรับกำเนิดลมทดสอบ

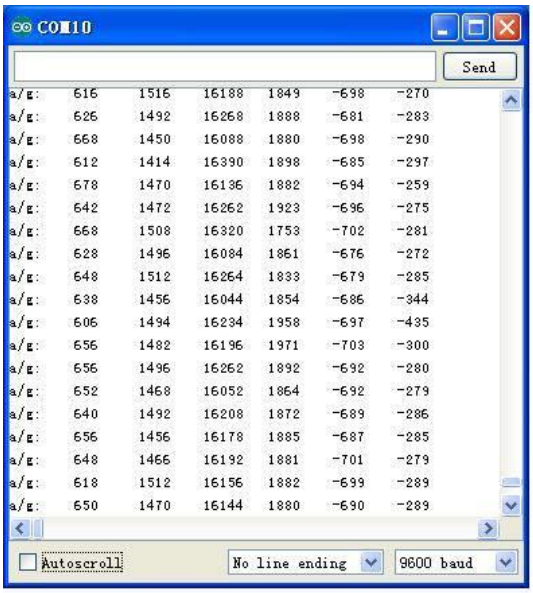
3.5.2 การออกแบบซอฟต์แวร์เครื่องบิน

การออกแบบซอฟต์แวร์จะออกแบบสองส่วนคือส่วนของการแสดงค่าการเอียงของเครื่องบิน และส่วนของการควบคุมแหล่งกำเนิดลม โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแสดงดังภาพที่ 3.46



ภาพที่ 3.46 โปรแกรมอาดูโนไอดีอี

ผลการแสดงไจโรสโคปวัดการเอียงแสดงดังภาพที่ 4.47



ภาพที่ 3.47 ผลค่าการเอียงจากไจโรสโคป

3.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพ จะทดสอบการเอียงของเครื่องบินขณะปล่อยกระแสลมจากแหล่งกำเนิดลมการทดสอบแสดงดังภาพที่ 3.48 และภาพที่ 3.49

ภาพที่ 3.48 ทดสอบการเอียงและแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดี

ภาพที่ 3.49 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่า การทดสอบของเล่นเครื่องบินสามารถทำงานได้ดีโดยสามารถให้เห็นสภาพการบินจริงของเครื่องบินโดยมีเซนเซอร์วัดค่าการเอียงเพื่อให้เห็นสภาพการบินในขณะเครื่องบินทำการบินเป็นอย่างไร

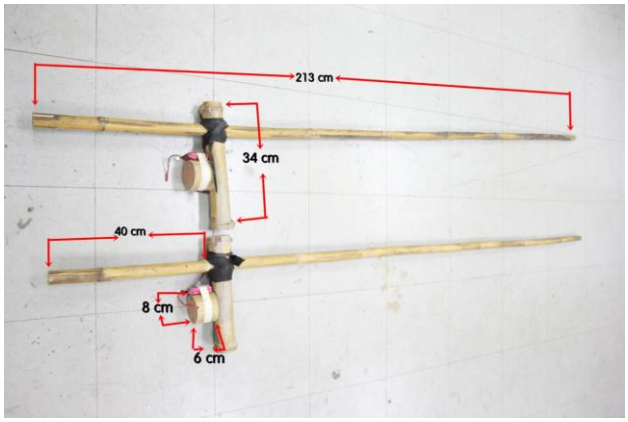
3.6 กลุ่มจุดสมดุล

กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก ขาโถกเถกสร้างจากไม้ไผ่ตามแบบโบราณที่ทำกันมา ขาโถกเถกเป็นการละเล่นของชาวเหนือและอีสานที่เดิมนั้นเป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการเดินบนพื้นดินที่ชื้นแชะและมีสัตว์พวกตะขาบงู ทำให้ต้องใช้ขาโถกเถกในการเดินหลีกเลี่ยงสัตว์ต่างๆที่มีพิษในงานวิจัยนี้ขาโถกเถกประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนเซนเซอร์วัดความสมดุลติดอยู่กับขาโถกเถก และอีกส่วนคือส่วนแสดงผลสภาวะสมดุลย์ด้วยจอแอลซีดี แสดงดังภาพที่ 3.50

ภาพที่ 3.50 ขาโถกเถกที่สร้างขึ้น

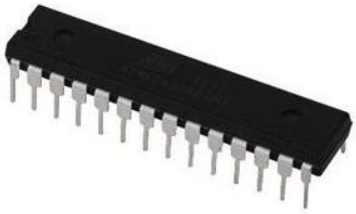
3.6.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ขาโถกเถก

โครงสร้างขาโถกเถกยาวทั้งหมด 213 เซนติเมตร ช่วงขาเหยียบยาว 34 เซนติเมตร กล่องที่วัดความสมดุลของการเล่นขนาด 8 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3.51



ภาพที่ 3.51 ขนาดขาโถกเถก

ส่วนควบคุมการส่งข้อมูลความสมดุลใช้ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega328 ในการประมวล แสดงดังภาพที่ 3.52

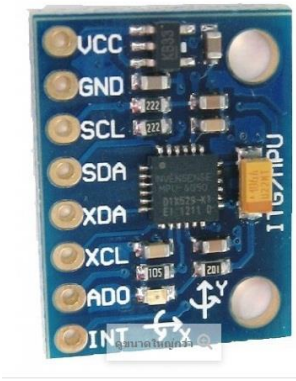


ภาพที่ 3.52 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega328

โมดูล nrf24l01 เป็นโมดูลในการส่งข้อมูลแบบไร้สายที่ส่งจากขาโถกเถกไปยังจอแสดงผล แสดงดังภาพที่ 3.53

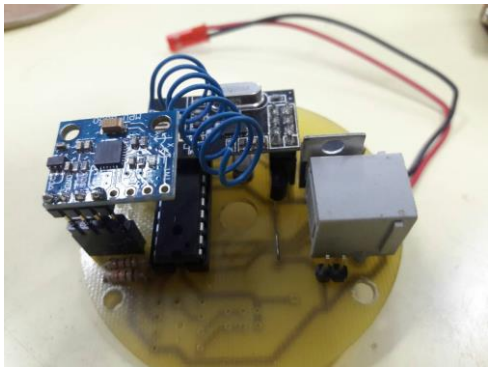
ภาพที่ 3.53 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

โมดูลวัดอัตตราเร่ง ไจโรสโคป 3 แกน เป็นชุดเซนเซอร์วัดความสมดุลของขาโถกเถกใช้โมดูล MCU6050 แสดงดังภาพที่ 3.54

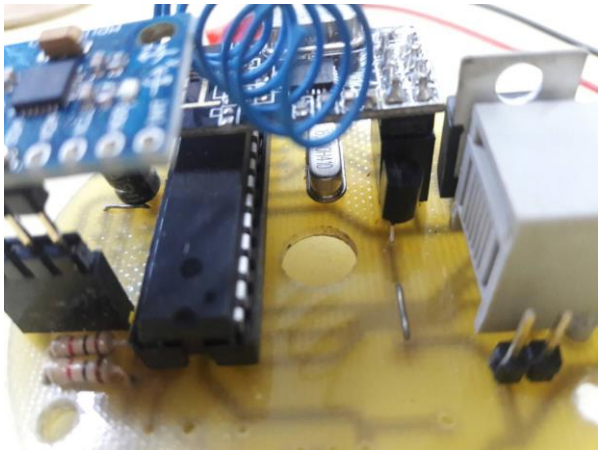


ภาพที่ 3.54 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 3.55 และ ภาพที่ 3.56



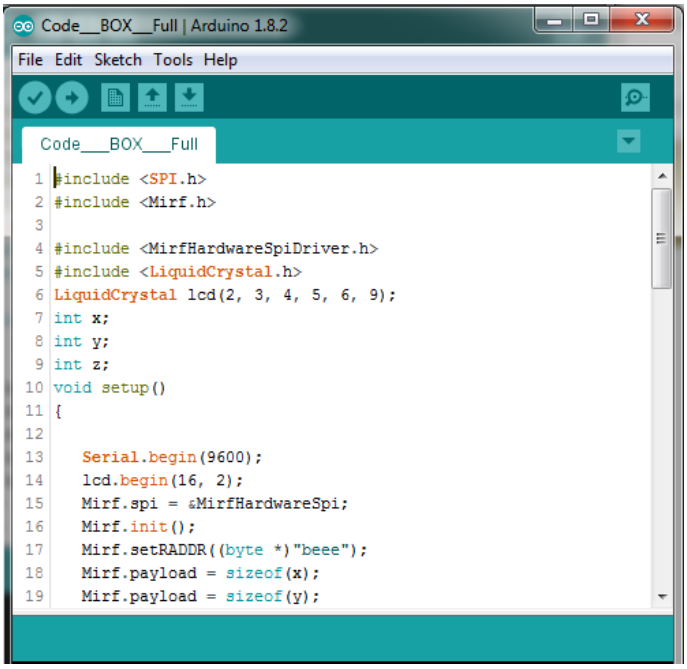
ภาพที่ 3.55 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ



ภาพที่ 3.56 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

3.6.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ขาโถกเถก

การออกแบบใช้โปรแกรมอาดูโนไอดีอีในการเขียนโปรแกรมในการศึกษาสภาวะความสมดุลในการเล่นขาโถกเถก โปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.57



ภาพที่ 3.57 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

3.6.3 การทดสอบประสิทธิภาพขาโถกเถก

การทดสอบจะขึ้นบนขาโถกเถกโดยจะต้องให้มีคนช่วยในการเล่นเนื่องจากการเล่นขาโถกเถกเป็นทักษะความชำนาญในการเล่นดังนั้นสำหรับผู้ที่ไม่เคยเล่นจะต้องมีคนช่วยแต่สำหรับคนที่เคยเล่นจะสามารถขึ้นเดินด้วยขาโถกเถกได้เป็นเหมือนเดินปกติ ในภาพที่ 3.58 เป็นการทดลองเล่นผลการทดสอบพบว่าขาโถกเถกมีความแข็งแรงพอในการเล่น และการส่งข้อมูลในการศึกษาความสมดุลได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซนต์

ภาพที่ 3.58 การปรับกระแสลมขณะทดสอบ

บทที่ 4
การปฏิสัมพันธ์กับของเล่นอัจฉริยะ

ในการประเมินปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานกับลูกข่างผู้วิจัยประเมินจากการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานเพื่อศึกษาการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการใหม่ ในบทนี้จะตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 และวัตถุประสงค์ข้อ 4 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอการสร้างสภาพแวดล้อมเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการใหม่ 6 ประเด็นคือ

1) กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น
2) กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง
3) กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง
4) กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ
5) กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน
6) กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก

4.1 หลักการทางสะเต็มของจักจั่น

จักจั่นอัจฉริยะดังภาพที่ 4.1 สามารถนำไปใช้ในการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้ดังนี้

ภาพที่ 4.1 จักจั่นอัจฉริยะ

หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Science)

ทฤษฎีเสียง ความถีระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงสูงเสียงต่ำ สิ่งที่ทำให้เสียงแต่ละเสียงสูงต่ำแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือนของวัตถุ วัตถุที่สั่นเร็วเสียงจะสูงกว่าวัตถุที่สั่นช้า โดยจะมีหน่วยวัดความถี่ของการสั่นสะเทือนต่อวินาที เช่น 60 รอบต่อวินาที, 2,000 รอบต่อวินาที เป็นต้น และนอกจาก วัตถุที่มีความถี่ในการสั่นสะเทือนมากกว่า จะมีเสียงที่สูงกว่าแล้ว หากความถี่มากขึ้นเท่าตัว ก็จะมีระดับเสียงสูงขึ้นเท่ากับ 1 ออกเตฟ (octave) ภาษาไทยเรียกว่า 1 ช่วงคู่ แปดความยาวช่วงคลื่นความยาวช่วงคลื่น (wavelength) หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง (คล้ายคลึงกับยอดคลื่นในทะเล) ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำลง (
https://sites.google.com/site/projectsonarphy121/sonar-object-detector/thvsdi-thi-keiywkhxng)

หลักการทางเทคโนโลยี (Technology)

ไมโครโฟนแบบ USB เป็นไมโครโฟนที่เกิดจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีล่าสุด ภายในจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนทุกอย่างที่คล้ายกับไมโครโฟนปกติ สิ่งที่แตกต่างออกไปคือ มี PreAmps และ A/D converter, PreAmps ที่อยู่ภายใน ทำให้ไมโครโฟนประเภทนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องต่อเข้ากับปรีแอมพ์ในมิกเซอร์ หรือ ปรีแอมพ์ภายนอก ส่วนวงจร A/D Converter จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกที่อยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้า ให้เป็น ข้อมูลดิจิตอล ดังนั้นไมโครโฟนชนิดนี้ จึงสามารถเสียบตรงเข้าสู่คอมพิวเตอร์ พร้อมที่จะบันทึกเสียงได้ทันที ไมโครโฟนแสดงดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 ไมโครโฟนยูเอสบี

หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์(Engineering)

การออกแบบของจักจั่นอัจฉริยะจะยึดหลักการทางด้านวิศวกรรมทางด้านโครงสร้างได้แก่ ก้านสำหรับผูกเชือก ยางสนที่ปลายไม้ ท่อพีวีซี การใช้กระดาษและเชือกสำหรับยึดติดกับไม้ และโครงสร้างของชุดใส่ไมโครโฟน แสดงดังภาพที่4.2

ภาพที่ 4.2 โครงสร้างจักจั่น

คณิตศาสตร์ (Mathematics)

การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศเข้าหาศูนย์กลางของวงกลมในการหาแรงที่เคลื่อนที่เข้าสู่ศูนย์กลางสามารถใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณหาแรงนี้ได้การแก่วงจักจั่นแต่ละครั้งทำให้สามารถเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์สำหรับแรงหนีศูนย์ได้ จากสมการดังนี้

$$\bar{\mathbf{a}}_{\mathbf{r}} = \left(\frac{v^2}{r}\right)\hat{\mathbf{r}} \text{ and } \bar{\mathbf{F}}_{\mathbf{r}} = m\,\bar{\mathbf{a}}_{\mathbf{r}} = \left(m\,\frac{v^2}{r}\right)\hat{\mathbf{r}}.$$

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่น จักจั่น

การสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้เรียนรู้การใช้งานจักจั่นอัจฉริยะแสดงดังภาพที่ 4.3

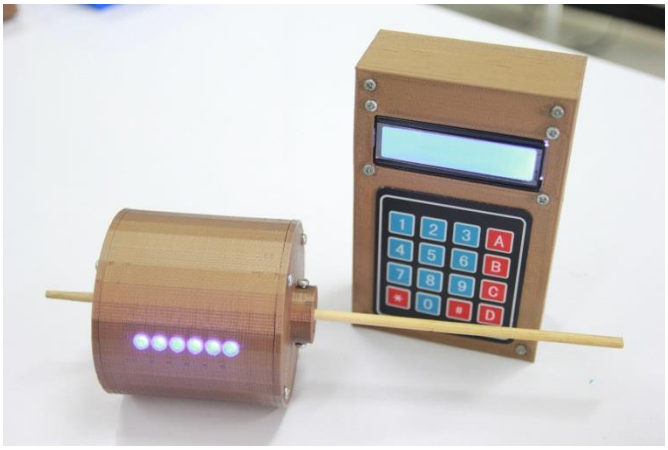
ภาพที่ 4.3 นักเรียนกำลังทดลองใช้จักจั่นอัจฉริยะ

จากการทดลองให้นักเรียนได้ทดลองและเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนได้เรียนรู้จากจักจั่นอัจฉริยะซึ่งที่ผ่านมาเป็นเพียงการแก่วงให้จักจั่นมีเสียงแต่พอเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนรู้สึกว่าจักจั่นสามารถให้ความรู้มากกว่าที่คิด หรือเป็นเพียงให้ได้ยินเสียง แสดงการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 นักเรียนกำลังทดลองใช้จักจั่นอัจฉริยะตามหลักการสะเต็มศึกษา

4.2 หลักการทางสะเต็มกับลูกข่าง

การศึกษาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะในงานวิจัยนี้คือ ลูกข่าง ให้นักเรียนสร้างและเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาลูกข่างอัจฉริยะแสดงดังภาพที่ 4.5 โดยศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังนี้



ภาพที่ 4.5 ลูกข่างอัจฉริยะ

หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science)

การหมุนของลูกข่าง คือการเคลื่อนที่แบบไจโรไจโรทำงานอย่างไรไจโรสโคป เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยแรงเฉื่อยของล้อหมุน เพื่อช่วยรักษาระดับทิศทางของแกนหมุน ประกอบด้วยล้อหมุนเร็วบรรจุอยู่ในกรอบอีกทีหนึ่ง ทำให้เอียงในทิศทางต่างๆ ได้โดยอิสระ นั่นคือ หมุนในแกนใดๆ ก็ได้ โมเมนตมเชิงมุมของล้อดังกล่าวทำให้มันคงรักษาตำแหน่งของมันไว้แม้กรอบล้อจะเอียง จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่างๆ มากมาย เช่น เข็มทิศ และนักบินอัตโนมัติของเครื่องบิน เรือ กลไกบังคับหางเสือของตอร์ปิโด อุปกรณ์ป้องกันการกลิ้งบนเรือใหญ่ และระบบนำร่องเฉื่อย (inertial guidance) รวมถึงระบบในยานอวกาศ และสถานีอวกาศ

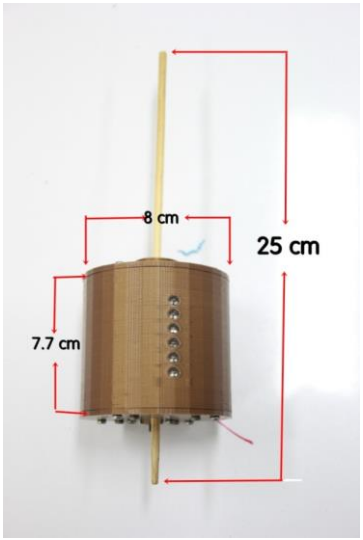
การหมุนของลูกข่าง ลูกข่างหมุน จะมีการหมุน 2 แบบด้วยกัน อย่างแรก คือ การหมุนรอบตัวเองของลูกข่าง อย่างที่สอง คือ ลูกข่างทั้งลูกจะหมุนรอบแกนกลางอีกแกนหนึ่ง การหมุนแบบที่สองนี้เรียกว่า การควง (Precession) โดยลูกข่างไม่ล้ม แต่ถ้าไม่หมุนจะล้ม ซึ่งดูเหมือนกับท้าทายกับแรงโน้มถ่วงของโลก

หลักการทางด้านเทคโนโลยี (Technology)

ภายในจะประกอบไปด้วย บอร์ด, ATMega328 โมดูล nrf24l01,โมดูลวัดอัตตราเร่ง ไจโรส โคป3 แกน MCU6050 , LED, วงจร A/D Converter นำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้โปรแกรมอาดูโนไอดีอี และส่วนวงจร A/D Converter จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกที่อยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้า

วิศวกรรมศาสตร์(Engineering)

การออกแบบทางด้านวิศกรรมสำหรับลูกข่างคือขนาดและความสูงของลูกข่างจากพื้นจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ลูกข่างหมุนได้นิ่มนวลและสมดุลนอกจากนั้นน้ำหนักของลูกข่างจะมีความสำคัญต่อการหมุนด้วยเช่นกัน ภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ลักษณะทางด้านวิศวกรรมของลูกข่างอัจฉริยะ

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics)

การเคลื่อนที่แบบวงกลม วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม จะต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศเข้าหาศูนย์กลางของวงกลม เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง(centripetal force) แรงนี้จะทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศของความเร็วซึ่งอยู่ในแนวเส้นสัมผัสของวงกลมทำให้วัตถุวิ่งเป็นวงกลมอยู่ได้ หากไม่มีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะไม่เคลื่อนที่เป็นวงกลมแต่จะวิ่งไปในแนวเส้นสัมผัสแรงที่ทำหน้าที่

เป็นแรงสู่ศูนย์กลางอาจเป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุสัมผัสกับพื้น หรือเป็นแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่น ลูกข่าง

การเรียนรู้การใช้งานลูกข่างปกติแล้วจะเป็นเพียงการหมุนทำให้ลูกข่างหม่นตั้งอยู่ไม่ล้มแต่ลูกข่างอัจฉริยะจะสามารถให้นักเรียนได้เห็นการเกิดแสงจากหลอกแอลอีดีที่ทำให้สามารถเห็นแสงเป็นรูปวงแหวนได้ แสดงดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 นักเรียนกำลังเรียนรู้การเกิดไฟวงแหวนจากลูกข่าง

การศึกษาลูกข่างอัจฉริยะจะเป็นสิ่งใหม่สำหรับนักเรียนทำให้ต้องใช้วิธีการอธิบายด้วยพี่เลี้ยงในการศึกษาและทำความเข้าใจในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 4.8 พบว่านักเรียนสามารถเข้าใจการใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

ภาพที่ 4.8 นักเรียนกำลังทำความเข้าใจหลักการของลูกข่าง

การศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนสามารถศึกษาและเข้าใจหลักการสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเองนักเรียนอธิบายว่าลูกข่างอัจฉริยะสามารถทำให้เรียนรู้หลักการต่างๆมากมายกว่าที่คิดและเข้าใจสภาพการเรียนรู้ร่วมกันด้วยแสดงดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 นักเรียนเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

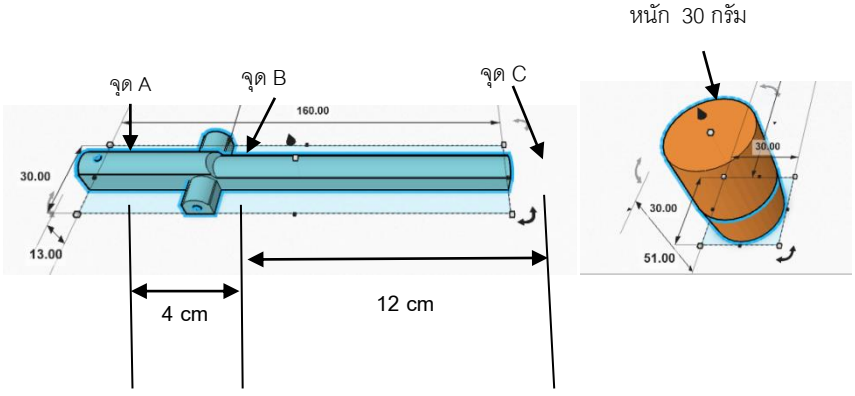
4.3 หลักการทางสะเต็มกับคนตำครกกระเดื่อง

การศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การศึกษาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะในงานวิจัยนี้คือ คนตำครกกระเดื่อง ให้นักศึกษาสร้างและเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาดังนี้

หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ (science(S))

คนตำครกกระเดื่อง สามารถศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องของโมเมนต์ของแรง ซึ่งหมายถึงผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุหมุนไปรอบจุดหมุน ดังนั้น ค่าโมเมนต์ ก็คือ ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน โดยมีสูตร โมเมนต์ = แรง X ระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน การคำนวณหาแรงโมเมนต์ สามารถหาได้ถ้าทราบ ตัวแปรต่างๆ จากภาพที่ 5 เช่น น้ำหนักของสากที่ตำคือ 30 กรัม ระยะจากจุด A ถึงจุด B เท่ากับ 4 เซนติเมตร จากจุด Bถึงจุด C 12 เซ็นติเมตร ถ้าสากที่หนัก 30 กรัมอยู่ที่จุด C เราก็สามารถหาแรงที่กดที่จุด A ด้วยแรงเท่าไรถึงจะทำให้สากยกขึ้นมาได้ ซึ่งสูตรหาแรงที่ใช้ยกครกกระเดื่องได้จากสูตร โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ผลการศึกษา นักศึกษาสามารถคำนวณและเข้าใจแรงทางด้านวิทยาศาสตร์กับชุด คนตำครกกระเดื่องได้



ภาพที่ 4.10 คนตำครกกระเดื่อง

หลักการทางด้านเทคโนโลยี (Technology(T))

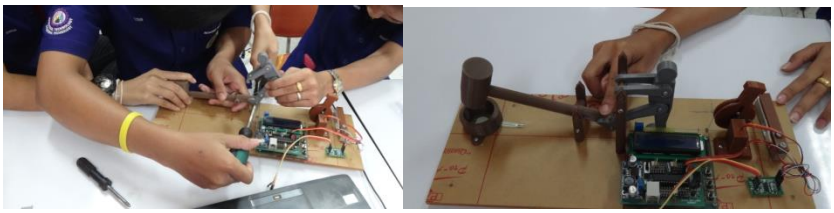
คนตำครกกระเดื่อง สามารถศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการวัดค่าแรงกดที่ใช้กดอีกด้านหนึ่งของครกตำครกกระเดื่อง การวัดค่าแรงกดใช้ ชุดวัดแรง 2 ชุด แสดงดังภาพที่ 6 ชุดแรกใช้ชุด Load Cell โดยได้ดัดแปลงออกแบบให้สามารถรับแรงกดจาก Servo Motor ในขณะสากยกขึ้น เทคโนโลยีนี้ทำให้นักศึกษาทราบหลักการทำงานของ Load Cell ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ทั่วโลก นักศึกษาสามารถนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้งานในชั่งน้ำหนักหรือดัดแปลงใช้งานที่ต้องการวัดเกี่ยวกับแรงต่างๆ ส่วนชุดวัดแรงกดชุดที่ 2 เป็นเทคโนโลยีในการวัดแรงที่กดลงบนตัว Force Sensitive Resistor เทคโนโลยีนี้ทำให้นักศึกษาสามารถนำอุปกรณ์และหลักการนี้ไปใช้งานในการหาแรงต่างๆได้เช่นกัน ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาเข้าใจ ชุดเซ็นเซอร์ทั้งสองรูปแบบและสามารถนำไปใช้งานได้

ภาพที่ 4.11 คนตำครกกระเดื่อง

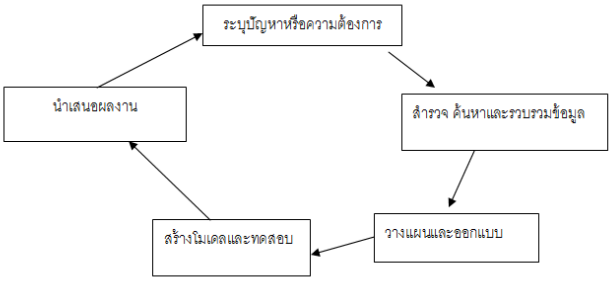
หลักการทางด้านวิศวกรรม (Engineering(E))

การออกแบบทางด้านวิศวกรรม ใช้การออกแบบโครงสร้างทั้งหมดของคนตำครกกระเดื่อง เพื่อใช้เรียนรู้หลักการทางด้านวิศวกรรม การออกแบบโครงสร้าง คนตำครกกระเดื่อง ในการออกแบบใช้ โปรแกรม 3 มิติ สำหรับการออกแบบ และขึ้นรูป ในการออกแบบนักศึกษาได้เรียนรู้กระบวนการทางด้านวิศวกรรมดังนี้ 1) ระบุปัญหาหรือความต้องการ ในงานวิจัยนี้ นักศึกษาต้องระบุความต้องการในการสร้างชิ้นส่วนครกกระเดื่อง 2) สำรวจและค้นหาข้อมูล ในขั้นนี้นักศึกษาต้องสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับครกกระเดื่องเพื่อจะนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบ 3) วางแผนและออกแบบ นักศึกษาต้องวางแผนและออกแบบชิ้นส่วนครกกระเดื่องด้วยโปรแกรม 3 มิติ 4) สร้างและทดสอบ แสดงดังภาพที่ 4.12 นักศึกษพิมพ์ชิ้นส่วนและประกอบเป็นชุด คนตำครกกระเดื่อง 5) การนำเสนอผลงาน นักศึกษาจะนำเสนอผลงานที่ออกแบบและสร้างขึ้น ขั้นตอนกระบวนการ

ทางด้านวิศวกรรมแสดงดังภาพที่ 4.13 ผลการศึกษา นักศึกษาสามารถเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สามารถสร้างและเรียนรู้กระบวนการทางด้านวิศวกรรมได้



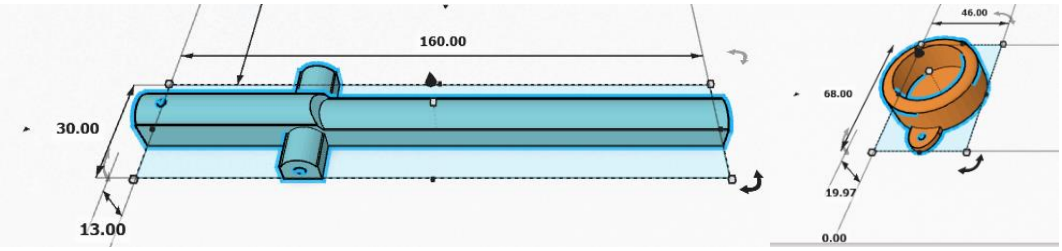
ภาพที่ 4.12 การสร้างและทดสอบครกกระเดื่อง



ภาพที่ 4.13 กระบวนการทางด้านวิศวกรรมคนตำครกกระเดื่อง

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์(Mathematics(M))

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์เป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณโครงสร้างของคนตำครกกระเดื่อง แสดงดังภาพที่ 4.14 ในการออกแบบนักศึกษาใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณขนาด มุม และองศาในการออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ การศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้งานจริงในการออกแบบ คนตำครกกระเดื่องได้



ภาพที่ 4.14 การใช้หลักการทางด้านคณิตศาสตร์ในการคำนวณขนาดของครกกระเดื่อง

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่น ครกกระเดื่อง

การเรียนรู้ครกกระเดื่องนักเรียนอธิบายว่า มันคือหนังสือเล่มหนึ่งเลยทีเดียวที่อธิบายกลไกการทำงานของแรงแต่ละจุด การทดลองพบว่านักเรียนสามารถเข้าใจการทำงานของครกกระเดื่องแรงต่างๆแต่ละจุดแสดงดังภาพที่ 4.15

ภาพที่ 4.15 การเรียนรู้การทำงานของครกกระเดื่อง

การศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนสร้างสะภาพแวดล้อมการเรียนรู้ร่วมกันและสามารถเข้าใจหลักการสะเต็มศึกษาที่เกิดจากครกกระเดื่องได้ง่ายโดยนักเรียนอธิบายว่า ไม่น่าเชื่อว่า ครกกระเดื่องจะให้ความรู้เรามากขนาดนี้ แสดงดังภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.16 การเรียนรู้แรงกดตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.4 หลักการทางสะเต็มกับไม้โพละ

การศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

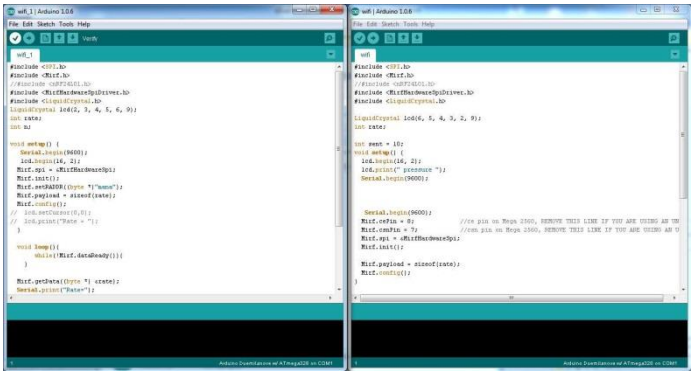
การศึกษาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะในงานวิจัยนี้คือ ไม้โพละ ให้นักศึกษาสร้างและเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาดังนี้

หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science)

ความดันอากาศ หรือ ความดันบรรยากาศ หมายถึง ค่าของแรงดันอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงดันนั้น ในการพยากรณ์อากาศ เรียกความดันอากาศว่า ความกดอากาศ อากาศที่ปกคลุมโลกเราเป็นชั้นๆ เรียกว่าชั้นบรรยากาศ บรรยากาศแต่ละชั้นมีส่วนประกอบและปริมาณของแก๊สแตกต่างกัน เนื่องจากอากาศเป็นสารซึ่งมีมวลจึงถูกแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดเช่นเดียวกับที่กระทำต่อวัตถุอื่นๆ น้ำหนักของอากาศที่กดลงบนพื้นโลกเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกในแนวตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เรียกว่า ความดันอากาศ หรือ ความดันบรรยากาศ ความดันอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และความดันอากาศ ณ บริเวณต่างๆ จะไม่เท่ากัน

หลักการทางด้านเทคโนโลยี (Technology)

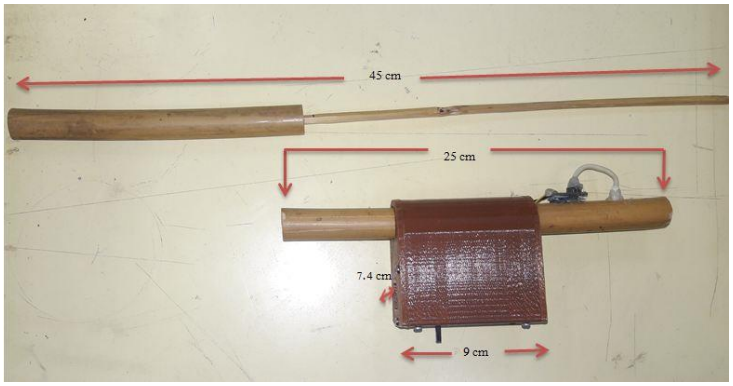
ภายในประกอบด้วย บอร์ด,ATM Mega 328, โมดูลไร้สาย nrf24l01,เซนเซอร์วัดความดัน นำมาประกอบด้วยกันแล้วเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม อาดูโนไอดีอีดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 โปรแกรมอาดูโนไอดีอี

หลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

การสร้างไม้โพละด้วยหลักการทางด้านวิศวกรรม ภาพที่ 4.18 จะเห็นว่าด้ามจับจะต้องมีขนาดยาวเพื่อให้จับได้ถนัดมือและแข็งแรง กระบอกที่สร้างความดันมีขนาด 25 เซนซิเมตรเพียงพอที่จะให้แรงดันทำให้เกิดเสียงได้



ภาพที่ 4.18 การออกแบบและสร้างไม้โพละ

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์(Mathematics)

แรงดันของอากาศ ซึ่งก็เป็นเรื่องของสมบัติของอากาศที่ต้องการที่อยู่อากาศจะเคลื่อนที่โดยโมเลกุลของอากาศจะเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากอยู่ในสถานะของแก๊ส อากาศจะเคลื่อนที่ไปทุกทิศทุกทางทำให้เกิดแรงที่เรียกว่า แรงดันอากาศ แรงดันอากาศจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของขนาดพื้นที่ อุณหภูมิ และอื่นๆ

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่น ไม้โพละ

การเล่นไม้โพละจะเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานเป็นทีมซึ่งนักเรียนดังภาพที่4.19 ได้ร่วมมือกันทำงานในการบรรจุกระสุนของไม้โพละซึ่งกาเรียนรู้นี้ทำให้เกิดความซาบซึ้งในของเล่นชนิดนี้รู้วิธีการเล่นซึ่งปกติจะไม่มีให้เล่นแล้ว

ภาพที่ 4.19 การทำงานเป็นทีม

การบรรจุกระสุนลูกข่างเป็นจุดสำคัญในการทดสอบองค์ความรู้เพราะว่าถ้าบบรจุกระสุนไม่เป็นแล้วจะไม่สามารถเล่นไม้โพละได้ดังนั้นความพยายามในการศึกษาการบบรจุกระสุนจึงมีความสำคัญดังภาพที่4.20

ภาพที่ 4.20 การบรรจุกระสุนไม้โพละ

การเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษานักเรียนกำลังทำการร่างแบบจากของจริงเพื่อศึกษาหลักการทางด้านวิศวกรรมของไม้โพละดังภาพ

ภาพที่ 4.21 การศึกษาหลักการทางด้านวิศวกรรม

4.5 หลักการทางสะเต็มกับเครื่องบิน

การศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การศึกษาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะในงานวิจัยนี้คือ เครื่องบิน ศึกษาสร้างและเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาดังนี้

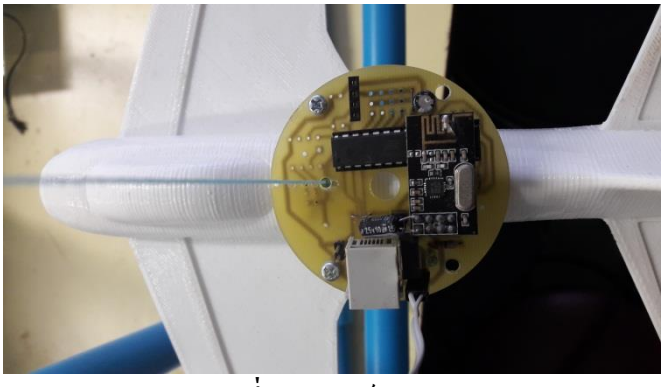
หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science)

จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องบิน หากน้ำหนักเทไปทางด้านหลังของตัวเครื่องบิน หัวของเครื่องบินจะเชิดขึ้น หากน้ำหนักปกติ จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ศูนย์กลางของตัวเครื่องบิน

จุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) คือ จุดศูนย์รวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน หรือการทำให้วัตถุเกิดความสมดุลของทั้งสองด้านนั่นเอง การที่วัตถุจะไม่ล้มคว่ำก็ต่อเมื่อเส้นตั้งฉากจากจุดศูนย์ถ่วงผ่านฐานของวัตถุนั้น กระบอกที่เอียงในรูปจะต้องล้มลง แต่ถ้าเส้นตั้งฉากจากจุดศูนย์ถ่วงผ่านฐานของกระบอกแล้ว กระบอกนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยไม่ล้มลง

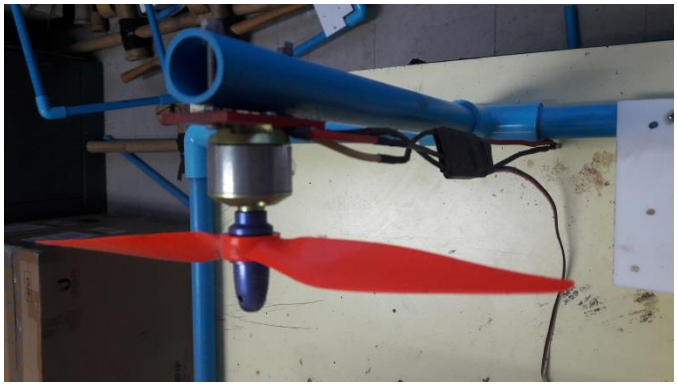
หลักการทางด้านเทคโนโลยี (Technology)

หลักการทางด้านเทคโนโลยีของเครื่องบินคือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนที่ใช้ในการวัดค่าการเอียงขณะปะทะกับอากาศในขณะบินขึ้น บอร์ดแสดงดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 บอร์ดอาดูโน

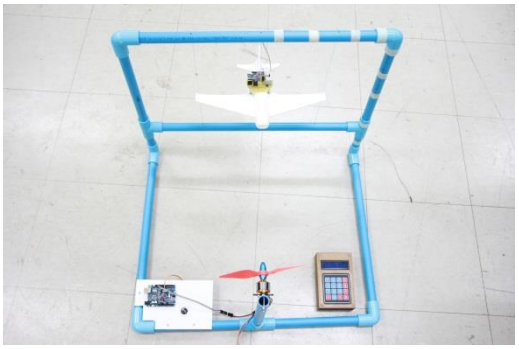
สำหรับการทดสอบเทคโนโลยีอีกสิ่งหนึ่งคือการกำเนิดลมเพื่อทดสอบ ภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 แหล่งกำเนิดลมสำหรับการทดสอบ

หลักการทางด้านวิศวกรรม (Engineering)

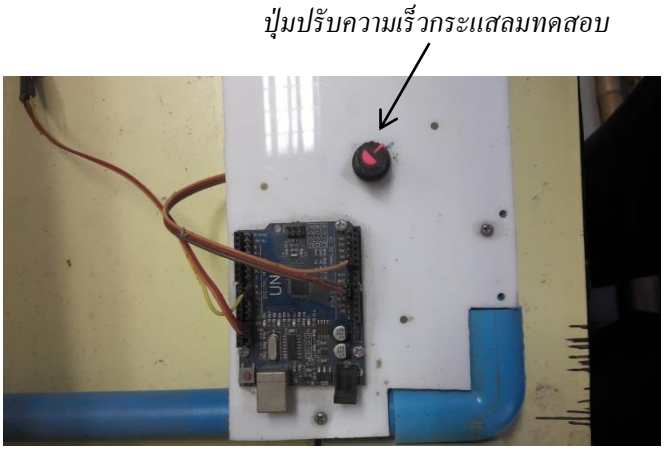
การออกแบบทางด้านวิศวกรรมของเครื่องบินสำหรับการทดสอบการบินส่วนสำคัญในการออกแบบคือการวางลำตัวเครื่องบินให้อยู่ในสภาวะสมดุล และระยะของการปล่อยกระแสลมสำหรับการทดสอบระดับของการปล่อยกระแสลมสิ่งเหล่านี้คือการออกแบบทางด้านวิศกรรมสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน การออกแบบแสดงดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 การออกแบบทางด้านวิศวกรรมเครื่องบินทดสอบ

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์M (Mathematics)

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์จะสามารศึกษาและคำนวณอัตราความเร็วลมต่อการบินขึ้นของเครื่องสามารถคำนวณหาแรงยกต่ออัตราความเร็วของกระแสลม นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการคำนวณกระแสลมต่อแรงยกที่เกิดขึ้นโดยสามารถปรับปุ่มความเร็วลมดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 การปรับขนาดกระแสลม

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่น เครื่องบิน

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การทดสอบเครื่องบินจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรยากาศการทำงานจริงภาพที่ 4.26 นักเรียนมีโอกาสในการออกแบบและคำนวณค่าต่างๆซึ่งมีบรรยากาศเหมือนการทำงานจริง

ภาพที่ 4.26 การเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจแต่ละหลักการของสะเต็มศึกษาได้อย่างรวดเร็ว และนักเรียนอธิบายว่า เครื่องบินทดสอบทำให้เรียนรู้หลักการบินได้ โดยที่คิดว่าการเรียนรู้สิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนระดับนี้ บรรยากาศการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 4.27 และภาพที่ 4.28

ภาพที่ 4.27 การคำนวณหาอัตราเร็วของลมต่อแรงยก

ภาพที่ 4.28 ทดลองออกแบบโครงสร้างทางด้านวิศวกรรมใหม่

4.6 หลักการทางสะเต็มกับขาโถกเถก

การศึกษาตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การศึกษาของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะในงานวิจัยนี้คือ ขาโถกเถก ศึกษาสร้างและเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษาดังนี้

หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science)

สภาพสมดุล (Equilibrium) คือ สมดุลที่เกิดขึ้นในขณะที่ วัตถุอยู่ในสภาพนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

สภาพสมดุลของวัตถุ คือ การคงสภาพของวัตถุแบ่งได้ 2 กรณีคือ

1. สภาพสมดุลสถิต (Static equilibrium) คือ สภาพสมดุลของวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่นิ่ง เช่น สะพาน เขื่อน

2. สภาพสมดุลจลน์ (Kinetic equilibrium) คือ สภาพสมดุลของวัตถุที่เครื่องที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น รถไฟ เครื่องบิน ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

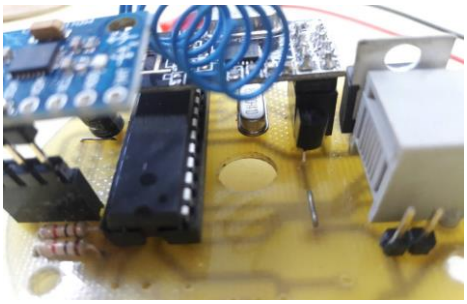
การทรงตัวหรือภาวะสมดุลของการทรงตัว ซึ่งทำให้คนเราสามารถนั่ง นอน ยืน เดิน วิ่ง ปฏิบัติ กิจวัตรประจำวัน และปฏิบัติกิจกรรมนอกเหนือจากกิจวัตรประจำวัน เช่น การเล่นกีฬา ว่ายน้ำ ขับรถและกิจกรรมอื่น ๆ ที่เป็นเรื่องเฉพาะตัวได้อย่างปกตินั้น ต้องอาศัยกลไกของการทรงตัวหลายอย่างทำงานประสานกันอย่างสมดุล ได้แก่ การรับรู้สภาวะแวดล้อมจากสายตา (vision) การรับรู้แรงถ่วงของร่างกาย ผ่านกล้ามเนื้อข้อต่อของร่างกาย แขน ขา และกระดูกสันหลัง (kinesthetic) และโดยเฉพาะการรับรู้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของศีรษะผ่านทางประสาททรงตัวในหูชั้นในทั้ง 2 ข้าง (vestibular end-organ) โดยการทำงานของระบบรับรู้ทั้งสามนี้ จะต้องประสานกันอย่างสมดุล และส่งสัญญาณไปสู่ศูนย์รับและประมวล ข้อมูลในสมองส่วนกลาง ซึ่งมีการติดต่อไปยังกลีบสมอง (cerebrum) เพื่อการรับรู้ในทางความรู้สึกและสามารถควบคุมการทรงตัวในภาวะต่าง ๆ ได้อย่างสมดุล โดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย ในส่วนของสมองส่วนท้าย (cerebellum) เอง มีการส่งข้อมูลมายังศูนย์กลางการทรงตัวในก้านสมองด้วย ทำให้คนเราสามารถทรงตัวในสภาพแวดล้อมได้อย่าง

เป็นปกติ การผิดปกติของระบบการทรงตัวทำให้เกิดอาการและอาการแสดงทางคลินิกที่แยกได้เฉพาะเป็นการผิดปกติของระบบปลายทางของประสาทและระบบกลไกปรับตัวของสมอง

(http://www.srisangworn.go.th/SSOx/SSO/Frame/Content/Chapter04-295.html)

หลักการทางด้านเทคโนโลยี (Technology)

เทคโนโลยีที่สำคัญของขาโถกเถกคือตัวตรวจจับความสมดุลของการเล่นเพราะว่าการเล่นจะต้องฝึกเมื่อฝึกจนสามารถเล่นเป็นแล้วจะสามารถทราบการทรงตัวของเราขณะเล่นได้จากชุดตรวจจับความสมดุลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนดังภาพที่ 4.29



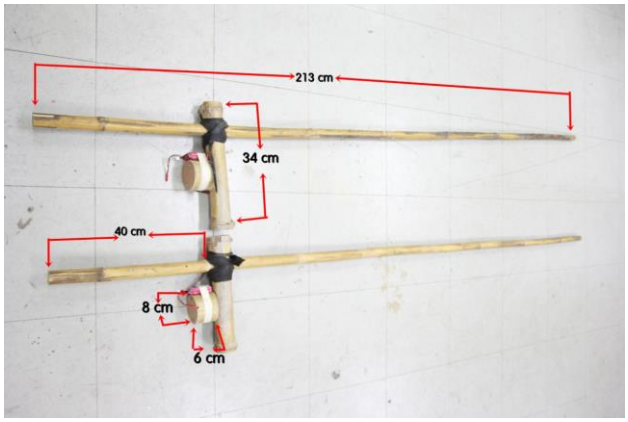
ภาพที่ 4.29 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

เซนเซอร์สำหรับการวัดความสมดุลจะใช้ MCU6050 เป็นตัวตรวจจับแสดงดังภาพที่ 4.30

ภาพที่ 4.30 บอร์ดMCU6050

หลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

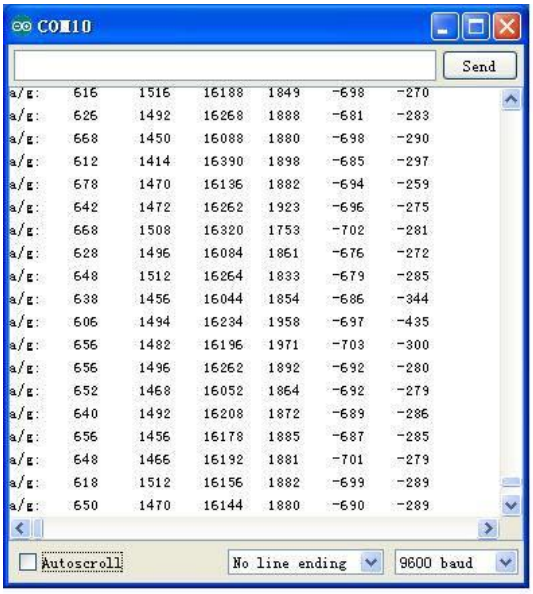
การออกแบบขาโถกเถกจำต้องอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมโดยเฉพาะความสูงในการออกแบบได้ให้สูง 40 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 โครงสร้างของขาโถกเถก

หลักการทางด้านคณิตศาสตร์ (MATH)

การเรียนรู้หลักการคณิตศาสตร์จะสามารถเรียนรู้ได้จากนตัวเลขการแสดงค่าสมดุลแกน x,y,z ได้ดังภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 ค่าแสดงแกนของความสมดุล x,y,z

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และถ่ายทอดวิธีการเล่นขาโถกเถก

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของขาโถกเถก จะมีลักษณะการทำงานร่วมกันได้แก่ ผู้ช่วยเหลือ ผู้ดูค่าสมดุล การเล่นจะต้องมีทีมงานดังภาพที่ 4.33

ภาพที่ 4.33 การเล่นขาโถกเถก

ในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้เช่นเดียวกัน โดยผู้เรียนจะต้องเล่นและทำงานเป็นทีม ในภาพผู้เล่นกำลังจะทำการทดสอบความสมดุลด้วยตนเอง โดยไม่มีผู้ช่วยเหลือดังภาพที่ 3.34 และภาพที่ 3.35

ภาพที่ 4.34 การเล่นขาโถกเถกไม่มีผู้ช่วยเหลือ

ภาพที่ 4.35 ผู้เล่นสามารถเล่นได้โดยไม่มีผู้ช่วยเหลือ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการนำของเล่นที่กำลังจะสูญหายได้แก่ 1)กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น 2)กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง 3) กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง 4) กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ 5) กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน 6)กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก มาพัฒนาให้กลับมามีชีวิตอีกครั้งโดยเพิ่มเทคโนโลยีเข้าไปในของเล่นโบราณเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอสรุปผลการวิจัยใน 2 ประเด็นหลัก คือ 1) ผลการสร้างของเล่นอัจฉริยะ และการทดสอบประสิทธิภาพของเล่นอัจฉริยะ 2) ผลการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับของเล่นอัจฉริยะที่สร้างขึ้น

5.1.1 ผลการสร้างของเล่นอัจฉริยะ

ผลการสร้างของเล่นอัจฉริยะ ผลการวิจัยพบว่า ของเล่นอัจฉริยะมี 6 รูปแบบได้แก่ 1) กลุ่มเสียง ได้แก่ จักจั่น 2) กลุ่มแรง ได้แก่ ลูกข่าง 3) กลุ่มคาน ได้แก่ คนตำครกกระเดื่อง 4) กลุ่มความดันอากาศ ได้แก่ ไม้โพละ 5)กลุ่มแรงยก ได้แก่ เครื่องบิน 6) กลุ่มจุดสมดุล ได้แก่ ขาโถกเถก

ของเล่นอัจฉริยะสำหรับศึกษาหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้แรงบันดาลใจจาก การควบคุมวัตถุเพื่อจะเอาชนะแรงโน้มถ่วงโลก เช่น การควบคุมเครื่องบิน การควบคุมการแสดงหน้าจอโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น การออกแบบได้ใช้ การออกแบบฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ 1) ส่วนของอินพุต จะใช้บอร์ด IMU เบอร์ MCU6050 ในการตรวจจับการเอียงและการหมุน โดยอุปกรณ์ตัวนี้จะให้ค่า แอคซิโรมิเตอร์ และไจโรสโคป ในแนวแกน X ,Y และ Z 2) กระบวนการการประมวลผลจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน ในการประมวลผล 3) เอาท์พุต การแสดงผลด้วยจอแอลซีดี

ของเล่นอัจฉริยะสำหรับศึกษาหลักการทางเทคโนโลยี การออกแบบประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ส่วนอินพุต เป็นเซนเซอร์ในการรับค่าของเล่นอัจฉริยะเช่น เซนเซอร์น้ำหนัก การเอียง ความดัน เป็นต้น 2) ส่วนประมวลผล จะใช้บอร์ด Rajaduino ซึ่งเป็นบอร์ดที่พัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 3) ส่วนเอาท์พุต ประกอบด้วย ตัวรับส่งสัญญาณระยะใกล้ nrf24l01

ของเล่นอัจฉริยะสำหรับศึกษาหลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ของเล่นอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น 6 กลุ่มได้ออกแบบโดยยึดหลักด้านวิศกรรมศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้การออกแบบและการใช้งานผลการทดลองของเล่นอัจฉริยะทั้ง 6 กลุ่มพบว่านักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้หลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจการออกแบบของเล่นทั้ง 6 กลุ่ม

ของเล่นอัจฉริยะสำหรับศึกษาหลักการทางด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเรียนรู้การคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์เมื่อเล่นกับของเล่นของเล่นทั้ง 6 ชุดสามารถเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆ รอบตัวสามารถนำมาเรียนรู้การคำนวณได้ ของเล่นอัจฉริยะสามารถทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจคณิตศาสตร์ที่ใช้งานจริงซึ่งแตกต่างจากการเรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนซึ่งเป็นกรณีสมมติแต่ของเล่นอัจฉริยะเป็นของจริง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเล่นอัจฉริยะ ในการทดสอบผู้วิจัยทำการทดสอบการทำงานของเล่นอัจฉริยะที่สร้างขึ้น เป็นการทดสอบของเล่นอัจฉริยะ โดยผลการทดสอบพบว่าของเล่นอัจฉริยะทั้ง 6 กลุ่มสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปเรียนรู้ตามหลักสะเต็มศึกษาได้

5.1.2 ผลการศึกษาการปฏิสัมพันธ์กับของเล่นอัจฉริยะ

การศึกษาปฏิสัมพันธ์กับของเล่นอัจฉริยะ ของเด็กจะทำการศึกษาเด็กนักเรียนมัธยมศึกษา การทดสอบผู้วิจัยได้ทดสอบของเล่นอัจฉริยะกับนักเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้

ผลการทดสอบของเล่นอัจฉริยะเพื่อศึกษาหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ จากการทดลองให้นักเรียนได้ทดลองและเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากรณีจักจั่นพบว่านักเรียนได้เรียนรู้จากจักจั่นอัจฉริยะซึ่งที่ผ่านมาเป็นเพียงการแก่วงให้จักจั่นมีเสียงแต่พอเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียน

รู้สึกว่าจักจั่นสามารถให้ความรู้มากกว่าที่คิด หรือเป็นเพียงให้ได้ยินเสียง แสดงการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลการทดสอบของเล่นอัจฉริยะเพื่อศึกษาหลักการทางด้านเทคโนโลยี ในของเล่นด้านเทคโนโลยี ภายในจะประกอบไปด้วย บอร์ด, ATMega328 โมดูล nrf24l01,โมดูลวัดอัตราเร่ง ไจโรสโคป 3 แกน MCU6050 , LED, วงจร A/D Converter นำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้โปรแกรมอาดูโนไอดีอี และส่วนวงจร A/D Converter จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกที่อยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้าการทดสอบพบว่าสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบของเล่นอัจฉริยะเพื่อศึกษาหลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบทางด้านวิศวกรรม กรณีใช้การออกแบบโครงสร้างของคนตำครกกระเดื่อง เพื่อใช้เรียนรู้หลักการทางด้านวิศวกรรม การออกแบบโครงสร้าง คนตำครกกระเดื่อง ในการออกแบบใช้ โปรแกรม 3 มิติสำหรับการออกแบบ และขึ้นรูป ในการออกแบบนักศึกษาได้เรียนรู้กระบวนการทางด้านวิศวกรรมดังนี้ 1) ระบุปัญหาหรือความต้องการ ในงานวิจัยนี้ นักศึกษาต้องระบุความต้องการในการสร้างชิ้นส่วนครกกระเดื่อง 2) สำรวจและค้นหาข้อมูล ในขั้นนี้นักศึกษาต้องสำรวจและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับครกกระเดื่องเพื่อจะนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบ 3) วางแผนและออกแบบ นักศึกษาต้องวางแผนและออกแบบชิ้นส่วนครกกระเดื่องด้วยโปรแกรม 3 มิติ 4) สร้างและทดสอบ นักศึกษาพิมพ์ชิ้นส่วนและประกอบเป็นชุด คนตำครกกระเดื่อง 5) การนำเสนอผลงาน นักศึกษาจะนำเสนอผลงานที่ออกแบบและสร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สามารถสร้างและเรียนรู้กระบวนการทางด้านวิศวกรรมได้

ผลการทดสอบของเล่นอัจฉริยะเพื่อศึกษาหลักการทางด้านคณิตศาสตร์ หลักการทางด้านคณิตศาสตร์เป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณโครงสร้างและการทำงานของระบบ ในการออกแบบนักศึกษาใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณขนาด มุมและองศาในการออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ การศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้งานจริงในการออกแบบเช่น คนตำครกกระเดื่อง ลูกข่าง เป็นต้น

5.2 ข้อวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยวิธีการใหม่ ซึ่งสิ่งใหม่ คือ มโนทัศน์หลักการทางวิทยาศาสตร์ หลักการทางด้านเทคโนโลยี หลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และหลักการทางด้านคณิตศาสตร์ กับของเล่นอัจฉริยะ ส่วนวิธีการใหม่ คือ การใช้ของเล่นอัจฉริยะทั้ง 6 รูปแบบทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่จะสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดที่เชื่อว่าความรู้ไม่จำเป็นต้องถ่ายทอดจากครูไปยังผู้เรียน (Piaget,1972, Papert,1980) จากการเล่นกับของเล่นอัจฉริยะสามารถสร้างความรู้ได้เอง เป็นการยืนยันแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎี Constructionism (Papert,1990, Papert,1993) การออกแบบของเล่นอัจฉริยะทั้ง 6 รูปแบบสามารถทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจหลักการสะเต็มศึกษา ซึ่งผลการวิจัยคล้ายกับผลการวิจัยของ Resnick (1998) ที่ออกแบบ ลูกบอลดิจิตอล และลูกปัดดิจิตอล จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์พลวัตรของระบบ รูปแบบการเคลื่อนไหวและกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้วแต่จะจิตนาการ

5.3 ข้อเสนอแนะการพัฒนาในอนาคต

1. ควรพัฒนาของเล่นอัจฉริยะนอกจากศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้วควรออกแบบให้สามารถศึกษาเกี่ยวกับ ทฤษฎีระบบ พลวัตรของระบบ การคิดแบบนักคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ของเล่นอัจฉริยะมีความหลากหลายในการใช้งานและความสามารถเพิ่มขึ้น

2. ควรออกแบบของเล่นอัจฉริยะให้มีลักษณะรูปแบบที่ต่างๆ กันเพื่อศึกษาการทำงานของแต่รูปแบบทั้งของไทยและของต่างประเทศ

บรรณานุกรม

วิจารณ์ พานิช. (2554). **ปาฐกถาพิเศษ "การจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21"** วันที่ 27-28 พฤษภาคม ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). **STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.**วารสารนักบริหาร,ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2556.

วิทยา จีระวัฒนโนบล. (2553). **การศึกษาของเล่นพื้นบ้าน เพื่อการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในศูยน์การเรียนรู้เยาวชนรังสิต.**วิทยานิพนธ์ศิลปมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สนม ครุฑเมือง. (2535). **สารานุกรมของเล่นพื้นบ้านไทยในอดีต.**กรุงเทพมหานคร:พับลิคบิสเนสพริ้นท์.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2555). **สรุปการบรรยายพิเศษเรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education:Preparing students for the 21st Century**. วันที่ 15 พฤษภาคม 2555 ณ ห้องประชุม สนั่น สุมิตร สสวท.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). **รายงานสรุปผลเชิงปฏิบัติการ STEM Education.**วันที่ 10-11 มกราคม พ.ศ. 2556.

Papert, S. (1980). **Mindstorms:children, computer, and powerful ideas.** New York: Basic Books.

Papert, S. (1990). **Constructionist Learning**. Cambridge Massachusetts: The Media LaboratoryMassachusetts Institute of Technology.

Resnick, Martin, Berg, et al. (1998). **Digital Manipulatives: New Toys to Think With.** Proceedings of CHI 1998, ACM Press.

Resnick. (1992). **Beyond the Centralized Mindset: Explorations in Massively-Parallel Microworlds**. Ph.D. Thesis,Massachusetts Institute of Technology.

_____. (1993). **Behavior Construction Kits**. Communications of the ACM. 36, 7.

Shaw, A. (1995). **Social Constructionism and the Inner City: Designing Environments for Social Development and Urban Renewal**. Cambridge,MA: MIT Media Arts and Sciences Doctoral Dissertation.

Wyeth, P., & Wyeth, G. (2003). **ElectronicBlocks: Tangible Programming Elements for Preschoolers.**

ZuKerman, O., & Resnick. M. (2003). **System Block: A Physical Interface for System Dynamics Simulation**. (Online). www.llk.media.mit.edu/paper.

Zukerman, O. (2004). **System Block: Learning about Systems Concepts through Hands-on Modeling and Simulation**. M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

http://www.arunsawat.com/board/index.php?topic=3638.0

http://web.mit.edu/2.00b/www/pages/toylab.html