

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดขั้นตอนการทดลองอ่านค่าข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 และไดนาโมจักรยาน โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปประมวลผลยัง โปรแกรมกราฟิกสามมิติ (Blender3D) และควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมภาษา Python โดยมีรายละเอียดการทดลองดังนี้

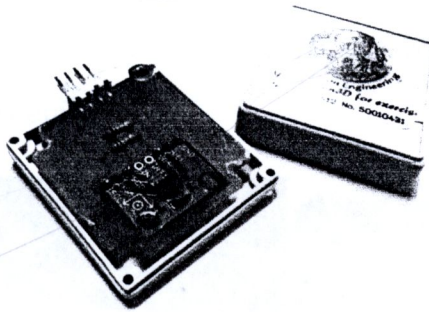
4.1 การทำงานของอุปกรณ์โดยรวม

4.1.1 ส่วนของอุปกรณ์



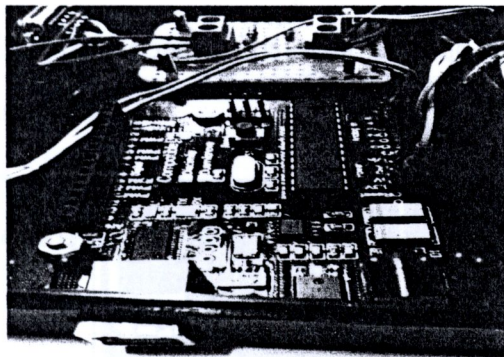
รูปที่ 4.1 ส่วนของอุปกรณ์

หมายเลข 1 คือเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 โดยจะมีการติดตั้งให้เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (หมายเลข 2) และส่งค่าที่ได้ในตามแกน X, Y, Z ด้วยหลักการการส่งข้อมูลแบบ I2C Bus ผ่านทาง ขา SCL (PC.5) และ SDA (PC.4) โดยเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 มีความสัมพันธ์กับโปรแกรมกราฟิกสามมิติในกรณีที่คุณเล่นต้องการควบคุมซ้าย-ขวา



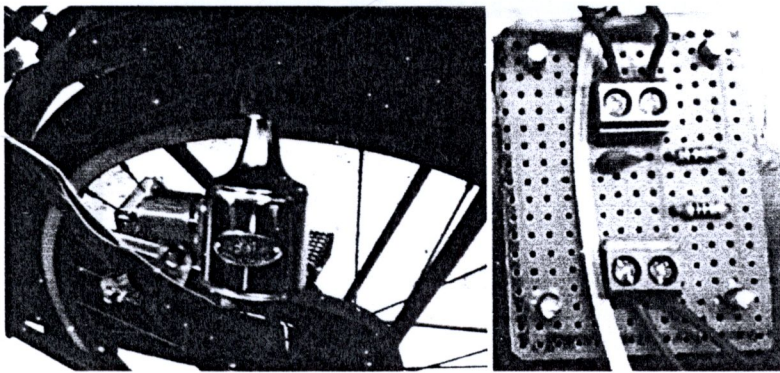
รูปที่ 4.2 ADXL345 พร้อมกล่องสำหรับติดตั้งบนศีรษะ

หมายเลข 2 คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีการติดตั้งให้เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345(หมายเลข 1) และไดนาโมจิกรยาน(หมายเลข 3) เพื่อรับค่าแกน X, Y, Z (จากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345) และรับค่าจากความดันในการปั่นจากไดนาโมจิกรยาน(โดยแรงดันที่จ่ายเข้ามามีค่าระหว่าง 6-12 โวลต์)



รูปที่ 4.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

หมายเลข 3 คือไดนาโมจักรยาน โดยมีการติดตั้งให้เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (หมายเลข 2) มีสายเชื่อมต่อไปยังบอร์ดดังกล่าว 2 เส้นคือ GND และขา ADC0 ก่อนการนำค่าข้อมูลเข้าไปในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ต้องผ่านวงจรเพื่อป้องกันการกระชากของไฟ และยังช่วยกรองแรงดัน ไดนาโมจักรยานจะนำมาใช้สำหรับการปั่นเพื่อให้เกิดแรงดันและนำไปใช้ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อส่งค่าดังกล่าวให้ประมวลผลทางโปรแกรมกราฟิกสามมิติ การนำค่าดังกล่าวไปใช้มีความสัมพันธ์กับโปรแกรมกราฟิกสามมิติ ในกรณีที่ผู้เล่นต้องการเคลื่อนที่ ผู้เล่นสามารถปั่นจักรยานควบคุมการเคลื่อนที่เองได้



รูปที่ 4.4 ไดนาโมจักรยานและวงจรกรองแรงดัน

หมายเลข 4 คือคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับรับค่าข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และนำค่าข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมเกมสามมิติ สุดท้ายผลดังกล่าวจะแสดงออกมาทางมอนิเตอร์(หน้าจอแสดงผล)



รูปที่ 4.5 หน้าโปรแกรมเกมสามมิติที่แสดงออกมาทางหน้าจอแสดงผล

4.2 การทดสอบการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Duemilanove

การทดสอบการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Duemilanove ด้วยการนำโปรแกรมตัวอย่างมาคอมไพล์ และ อัปโหลดโปรแกรมไปยังโมดูล

4.2.1 การเปิดโปรแกรม Arduino

ทำการเปิดโปรแกรมโดยเข้าไปที่โปรแกรม Arduino จะขึ้นมาดังรูปที่ 4.6

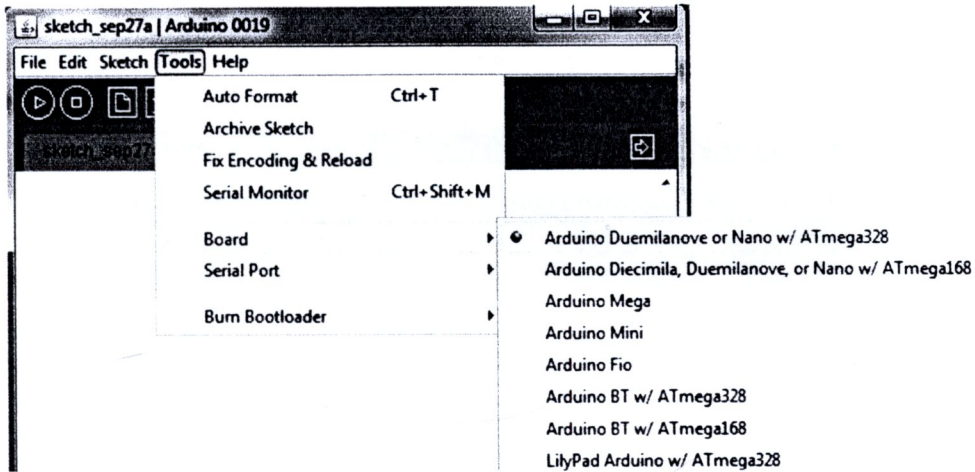


รูปที่ 4.6 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino

4.2.2 กำหนดค่าเบื้องต้นสำหรับใช้งานกับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

4.2.2.1 การเลือกบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

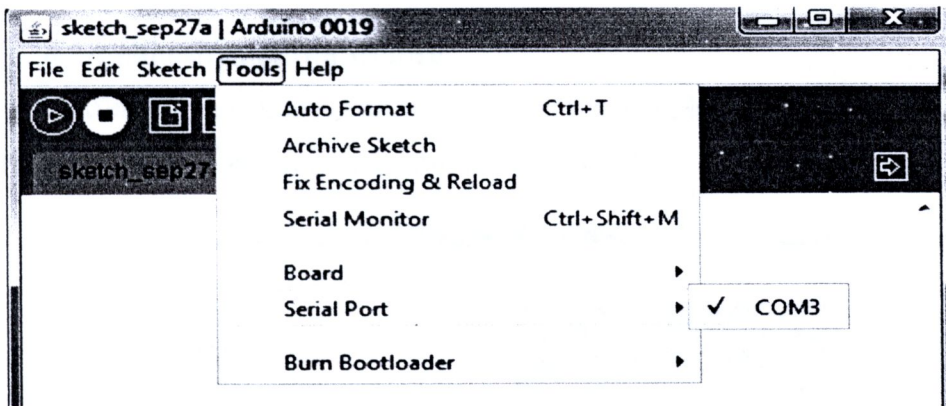
เลือกเมนู Tool>>Board>>Arduino Duemilanove or Nano w /ATmega328 ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino

4.2.2.2 การเลือกพอร์ตอนุกรมที่ใช้ในการติดต่อกับบอร์ด

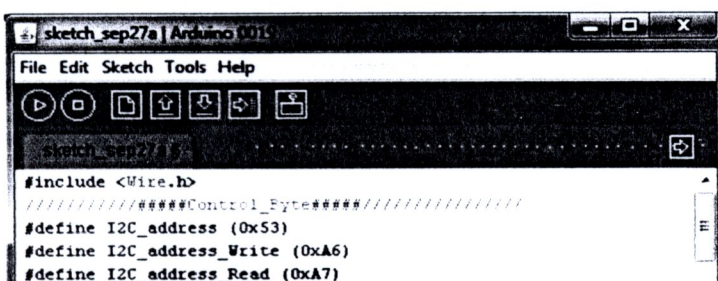
การอัปโหลดโปรแกรมจาก Arduino จะทำผ่านพอร์ตอนุกรม ซึ่งจะต้องกำหนดหมายเลขพอร์ตที่จะใช้ดังนี้ เลือกเมนู Tool>> Serial Port โปรแกรมจะแสดงพอร์ตอนุกรมที่มีในคอมพิวเตอร์ให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ ดังรูปที่ 4.8

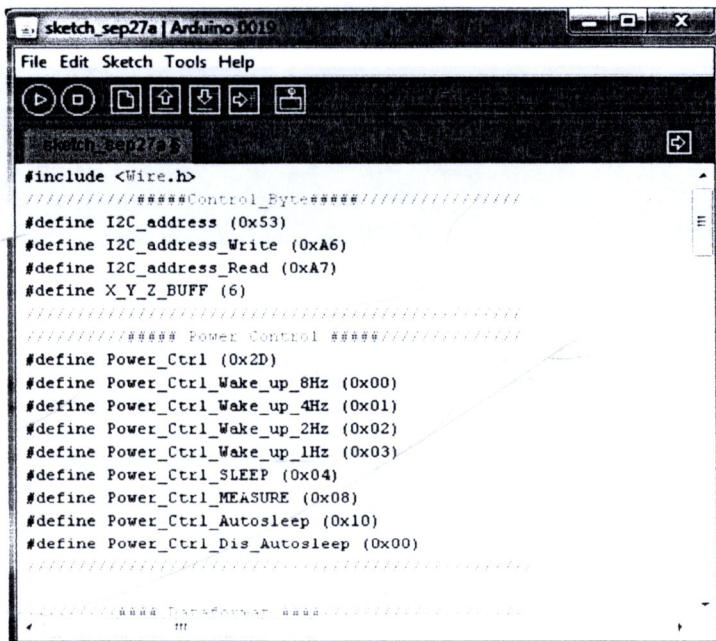


รูปที่ 4.8 การเลือกพอร์ตอนุกรมที่ใช้ติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino

4.2.3 การทดลองเขียนโปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์ ADXL345 และไดนาโมจิกรยาน

การเขียนโปรแกรมของ Arduino จะใช้รูปแบบของภาษา C และ C++ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนง่ายไม่ซับซ้อนมากนัก โดยเมื่อเปิดโปรแกรม จะมีพื้นที่สำหรับเขียน code ดังรูปที่ 4.9

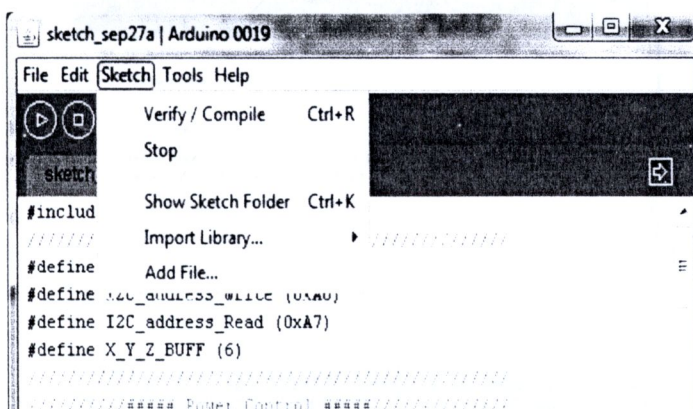




รูปที่ 4.9 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino และโปรแกรมที่เขียน

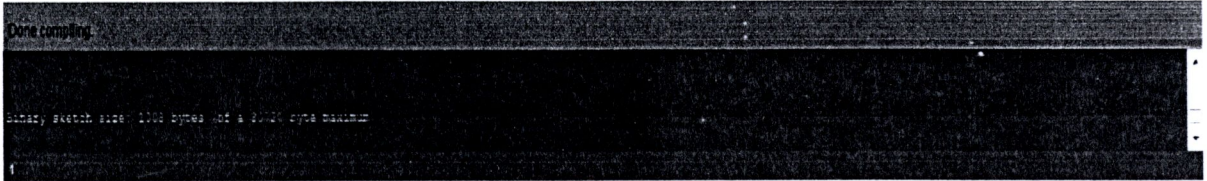
4.2.4 ทดลองการคอมไพล์โปรแกรม

เมื่อเปิดไฟล์โปรแกรมแล้วจากนั้นทำการคอมไพล์โปรแกรมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนเขียนข้อมูลลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การเลือกเมนูคำสั่งเพื่อทำการคอมไพล์โปรแกรม

size: 1008 bytes (of a 30720 byte maximum) โดยแสดงว่าโปรแกรมที่ได้จากการคอมไพล์มีขนาด 1008 bytes จากทั้งหมด 30720 byte ที่สามารถใช้งานได้

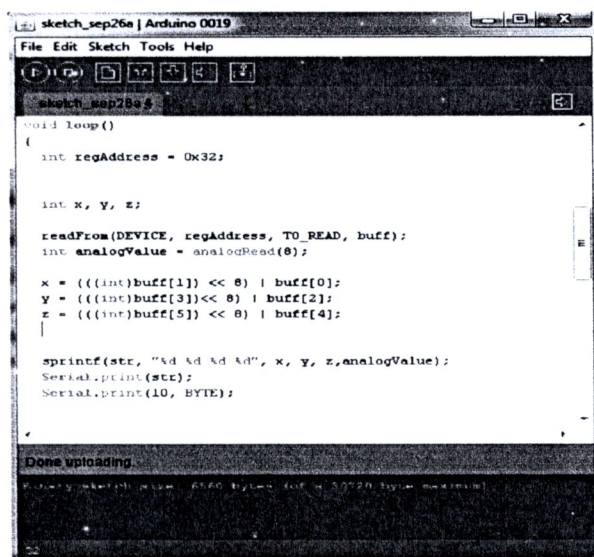


รูปที่ 4.11 แถบแสดงสถานะการคอมไพล์

4.2.5 การอัปโหลดข้อมูลไปยังบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Duemilanove

การอัปโหลดข้อมูล ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Duemilanove มีขั้นตอนดังนี้

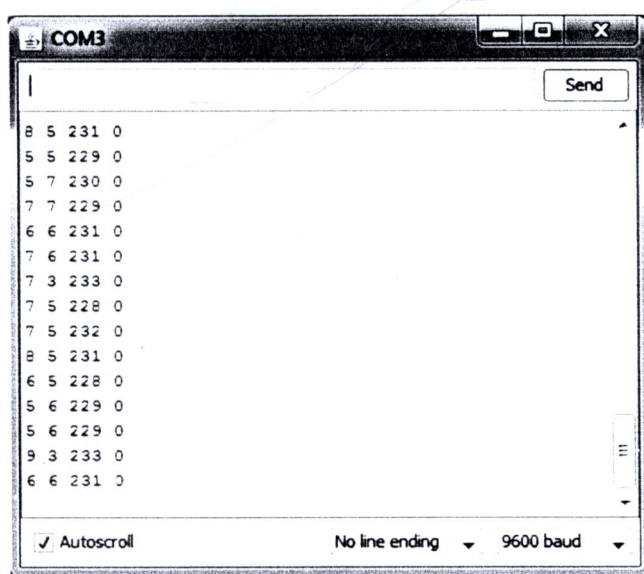
1. ต่อ USB พอร์ตเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Duemilanove และคอมพิวเตอร์
2. กดสวิตช์ Reset ผลคือจะมีไฟสีแดงกระพริบขึ้น แสดงว่าบอร์ดพร้อมทำการอัปโหลดข้อมูล
3. เลือกเมนู File >> Upload to I/O Board ที่โปรแกรม Arduino
4. อัปโหลดโปรแกรมที่ต้องการเขียน
5. เมื่ออัปโหลดเสร็จสมบูรณ์ แถบแสดงสถานะของโปรแกรมจะขึ้นข้อความ Done Uploading ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าต่างของโปรแกรมเมื่อทำการอัปโหลดเสร็จสมบูรณ์

4.2.6 การทดลองแสดงข้อมูลของ Serial Monitor ในโปรแกรม Arduino

โปรแกรม Arduino จะมี Serial Monitor สำหรับไว้แสดงค่าข้อมูลของพอร์ตที่ติดต่อเมื่อเปิดโปรแกรมแล้วสามารถเรียกใช้หน้าต่าง Serial Monitor โดยการ Ctrl + Shift + M โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Serial Monitor ขึ้นมา จากนั้นจึงทำการเลือกพอร์ตและ Board Rate ที่ตั้งไว้ก็สามารถแสดงผลของโปรแกรมที่เขียนไว้ได้ตามรูปที่ 4.13 ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่รับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ADXL345 และไดนาโมจิกรยานโดยจะเห็นได้ว่าการแสดงค่าครั้งละ 4 ค่า ลำดับค่าที่ 1-3 คือค่าในแกน X, Y, Z ตามลำดับ ลำดับค่าที่ 4 เป็นค่าข้อมูลของไดนาโมจิกรยาน



รูปที่ 4.13 หน้าต่างของ Serial Monitor แสดงค่าข้อมูลของเซนเซอร์ ADXL345และไดนาโมจิกรยาน

4.3 การแสดงกราฟข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345

การทดลองในส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลที่อ่านได้จากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 มาแสดงในรูปแบบกราฟเพื่อนแสดงความสัมพันธ์ของ แกน X,Y,Z เมื่อทำการวางตำแหน่งของเซนเซอร์ในระนาบต่างๆ ที่เวลาต่างกัน

4.3.1 แสดงค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ Z+



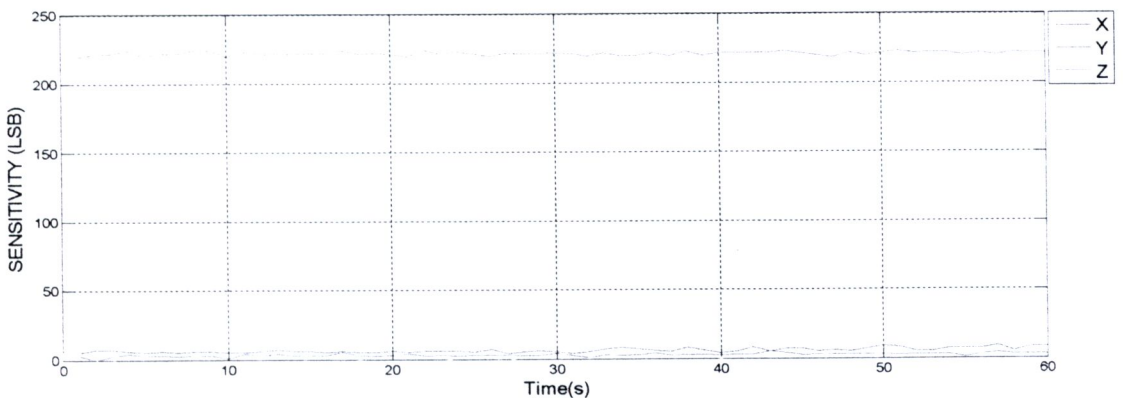
$$X_{\text{out}} = 0g$$

$$Y_{\text{out}} = 0g$$

$$Z_{\text{out}} = +1g$$

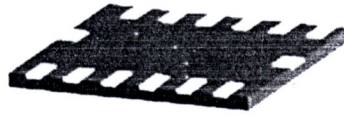
รูปที่ 4.14 การวางเซนเซอร์ระนาบ Z+

ผลการทดลองจะได้ค่าในแกน Z ที่มีค่าสูงมาก โดยค่าในแกน X และ Y มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระนาบ Z+

4.3.2 แสดงค่าที่ได้จาก เซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ Z-



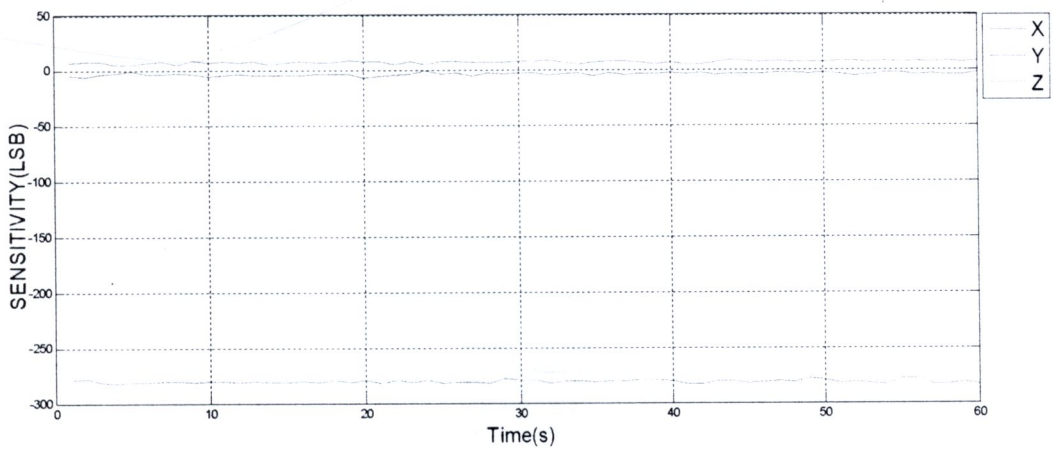
$$X_{\text{out}} = 0g$$

$$Y_{\text{out}} = 0g$$

$$Z_{\text{out}} = -1g$$

รูปที่ 4.16 การวางเซนเซอร์ระนาบ Z-

ผลการทดลองจะได้ค่าในแกน Z ที่มีค่าติดลบสูงมากโดยค่าในแกน X และ Y มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระนาบ Z-

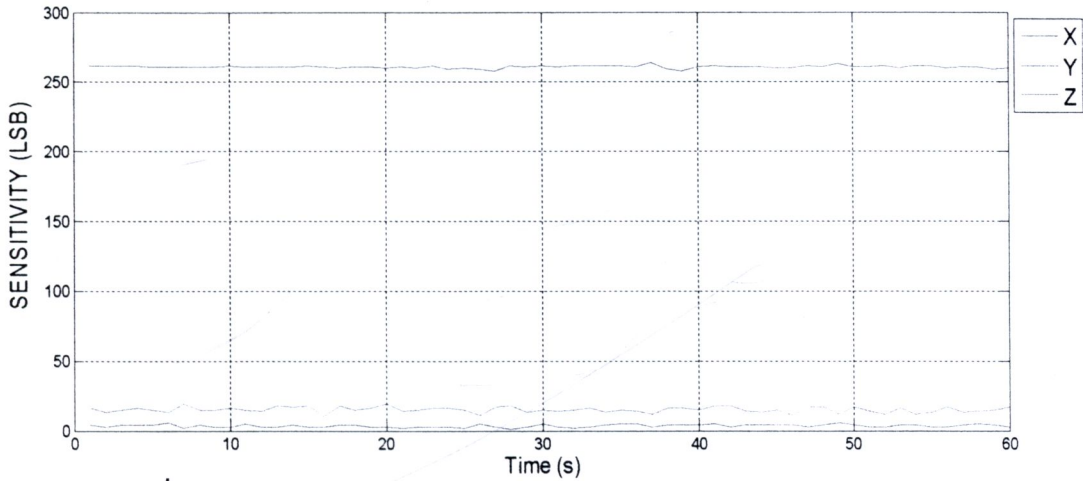
4.3.3 แสดงค่าที่ได้จาก เซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ X+

$$X_{\text{out}} = 1g, Y_{\text{out}} = 0g, Z_{\text{out}} = 0g$$



รูปที่ 4.18 การวางเซนเซอร์ระนาบ X+

ผลการทดลองจะได้ค่าในแกน X จะมีค่าสูงมากโดยค่าในแกน Y และ Z มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ รูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระบาย X+

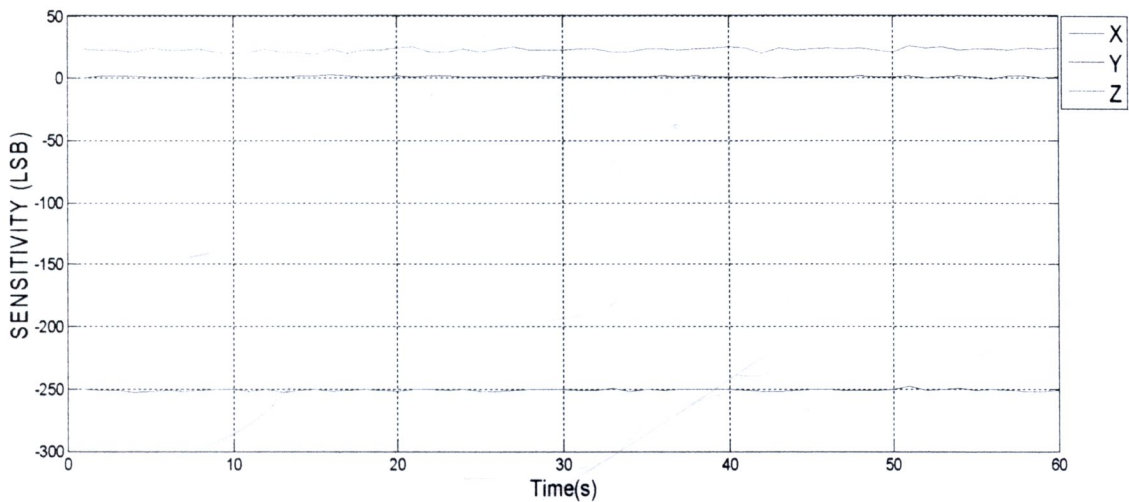
4.3.4 แสดงค่าที่ได้จาก เซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ X-



$$X_{\text{out}} = -1g, Y_{\text{out}} = 0g, Z_{\text{out}} = 0g$$

รูปที่ 4.20 การวางเซนเซอร์ระนาบ X-

ผลการทดลองจะได้ว่าค่าในแกน X จะติดลบสูงมากโดยค่าในแกน Y และ Z มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระบาย X-

4.3.5 แสดงค่าที่ได้จาก เซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ Y+



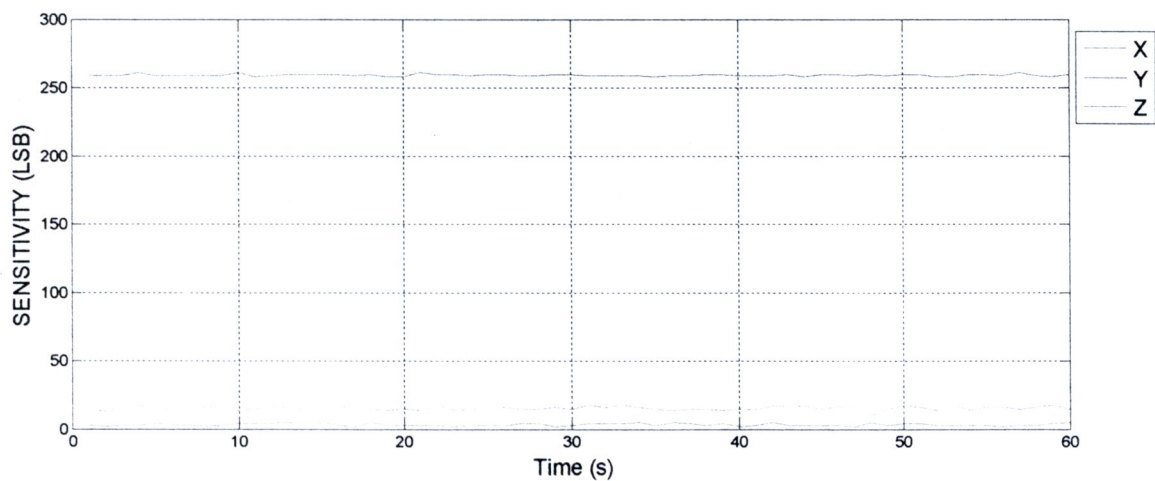
$$X_{out} = 0g$$

$$Y_{out} = 1g$$

$$Z_{out} = 0g$$

รูปที่ 4.22 การวางเซนเซอร์ระนาบ Y+

ผลการทดลองจะได้ค่าในแกน Y จะมีค่าสูงมากโดยค่าในแกน X และ Z มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ รูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระบาย Y+

4.3.6 แสดงค่าที่ได้จาก เซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345 ในระนาบ Y-

$$X_{out} = 0g$$

$$Y_{out} = -1g$$

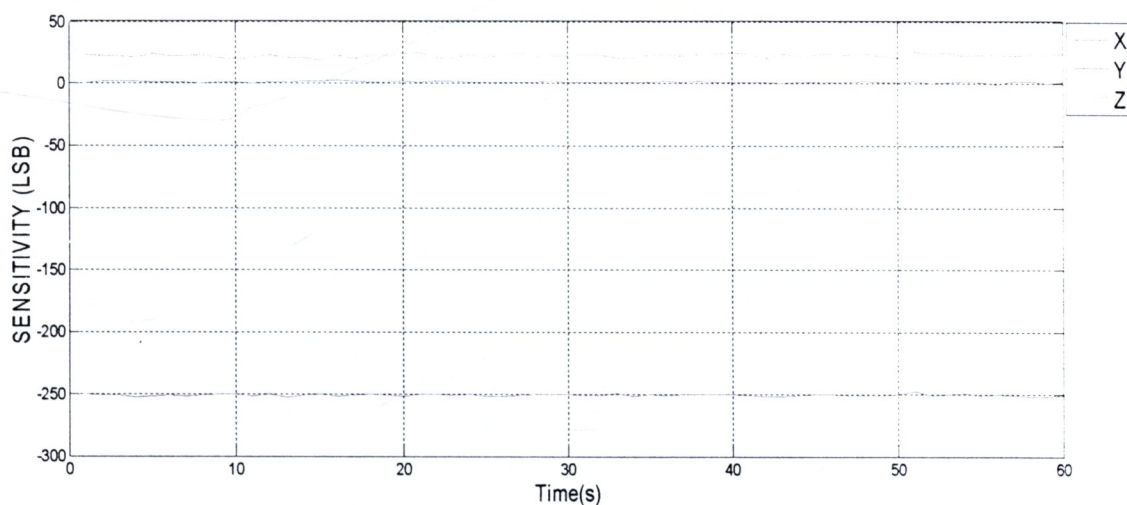
$$Z_{out} = 0g$$



รูปที่ 4.24 การวางเซนเซอร์ระยะนาบ Y-

ผลการทดลองจะได้ว่าค่าในแกน Y จะติดลบสูงมากโดยค่าในแกน X และ Z มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ค่า Sensitivity ของแกน X, Y, Z เทียบกับเวลา ระนาบ Y-

4.4 การทดลองใช้งานโปรแกรมภาษา Python สำหรับการรับค่าข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อนำเข้าเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ .text

เนื่องจากโปรแกรม Blender3D เป็นโปรแกรมที่มีพื้นฐานอยู่ในระบบปฏิบัติการ Linux จึงต้องใช้ Python script ในการเขียนโปรแกรมรับค่าข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานใน โปรแกรม Blender3D ได้ ผลการทดลองคือเมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมที่เขียนไว้ จะมีค่าจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มาเก็บไว้ในไฟล์.text ที่ได้สร้างไว้ ทำให้สามารถนำไปใช้ประมวลผลในโปรแกรม Blender3D ได้

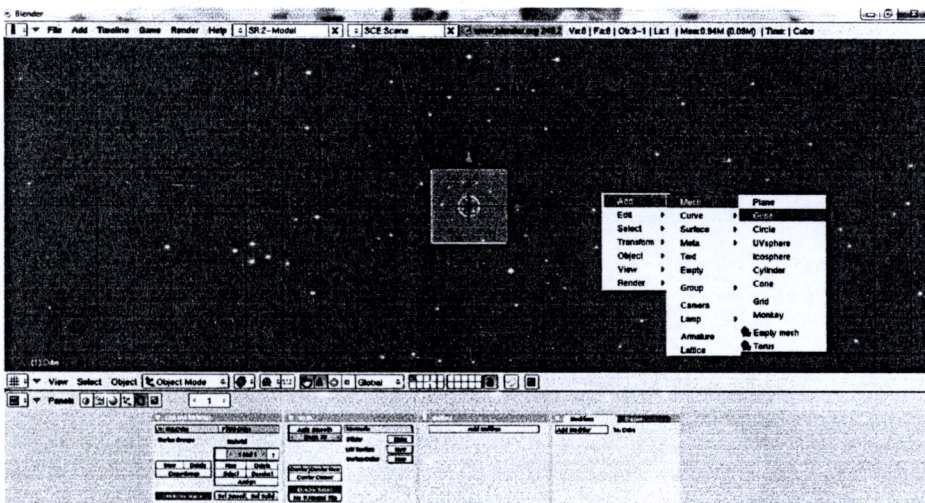
4.5 ทดลองการใช้งานโปรแกรม Blender3D

4.5.1 การทดลองใช้โปรแกรม Blender3D สำหรับออกแบบและสร้างกราฟิกสามมิติ

การออกแบบและสร้างกราฟิกสามมิติในโปรแกรม Blender3D สามารถออกแบบตามความต้องการหรือตามความคิดสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบได้ แต่สิ่งสำคัญคือจะต้องรู้ทักษะเบื้องต้นสำหรับการออกแบบเสียก่อน เพราะโปรแกรมดังกล่าวมีการใช้งานรวมถึงไลบรารีที่เฉพาะตัว การทำงานต่างๆ จึงสามารถนำมาใช้ได้ง่ายหากผู้ออกแบบมีทักษะดังกล่าว

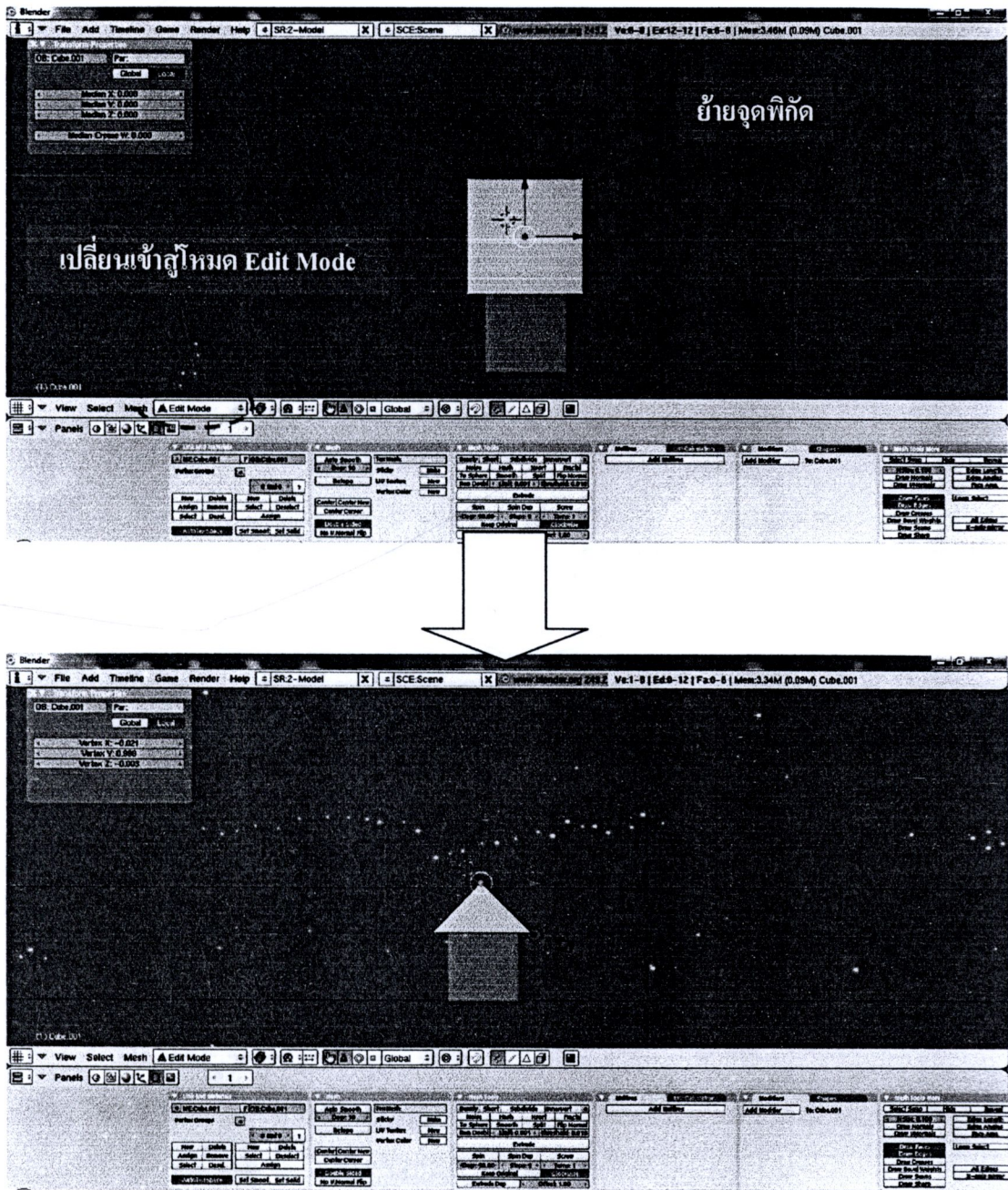
4.5.2 การออกแบบและสร้างกราฟิกสามมิติ (โมเดลบ้าน)

1. เปิดโปรแกรม Blender3D เพิ่มวัตถุตามรูปทรงที่ต้องการในที่นี้เลือกวัตถุชนิด Cube 2 ชิ้นและ Plane โดยเลือกที่ Spread Bar >> Add >> Mesh >> Cube และ Spread Bar >> Add >> Mesh >> Plane



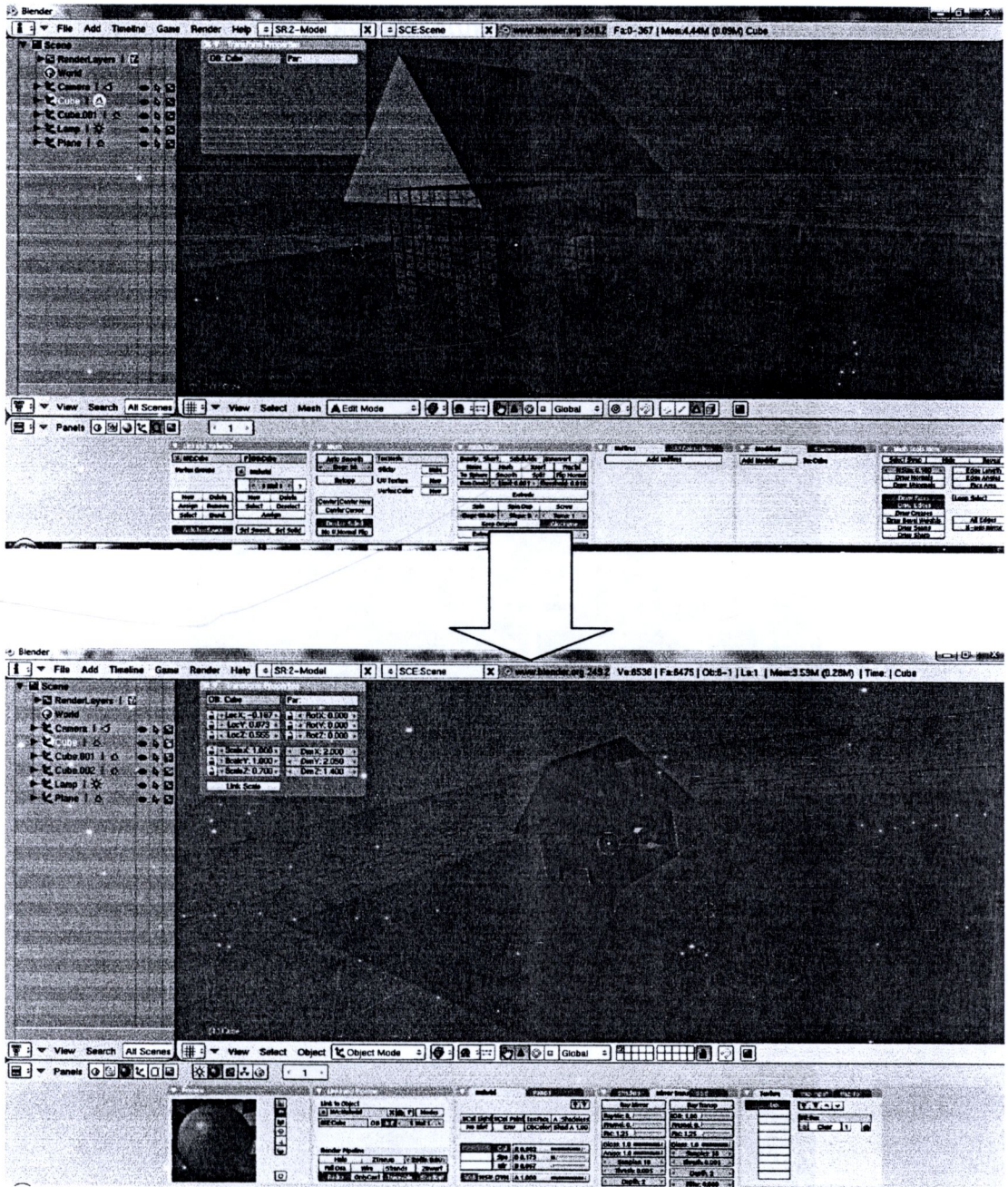
รูปที่ 4.26 เลือกวัตถุในโปรแกรม Blender3D

2. ทำหลังคาโมเดลรูปบ้านโดยปรับโหมดเป็นโหมด Edit Mode และคลิกเมาส์ที่จุดพิกัดและย้ายจุดพิกัดดังกล่าวตามความต้องการ เช่นตัวอย่างดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.27 ย้ายจุดพิกัดเพื่อสร้างโมเดลรูปบ้าน

3. ตกแต่งโมเดลรูปบ้านตามความต้องการของผู้ออกแบบ ดังเช่นตัวอย่างรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.28 ตกแต่งโมเดลรูปบ้าน

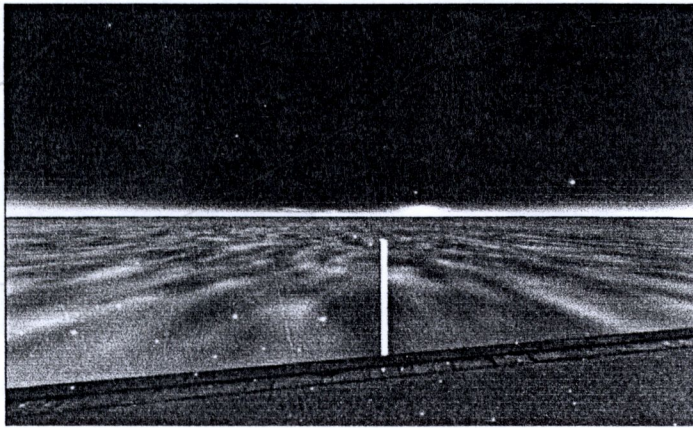
4.6 การทดลองนำค่าที่ส่งเข้ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ไปประมวลผลในโปรแกรมกราฟิกสามมิติ

ในส่วนนี้เป็นการนำค่าที่ได้จากบอร์ดในทิศทางแกนต่างๆ มาใช้งานในโปรแกรมเกมที่ได้สร้างไว้ โดยแบ่งการรับค่าจาก 2 ส่วนคือ

4.6.1 การรับค่าจากเซนเซอร์วัดความเร่ง ADXL345

4.6.1.1 การเอียงศีรษะในระนาบ X-

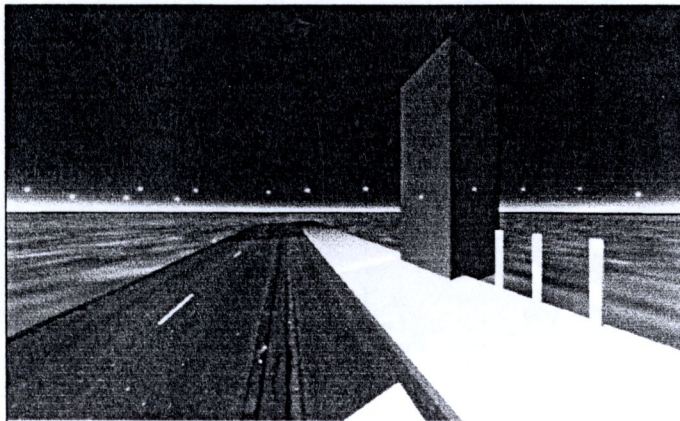
เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ X- ค่าข้อมูลแกน X ของเซนเซอร์วัดความเร่งจะได้ค่าเป็นลบทำให้การหมุนของภาพในโปรแกรมกราฟิกสามมิติ เอียงในทิศทาง -X ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ภาพที่ได้จากเกมกราฟิกสามมิติ เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ X-

4.6.1.2 การเอียงศีรษะในระนาบ X+

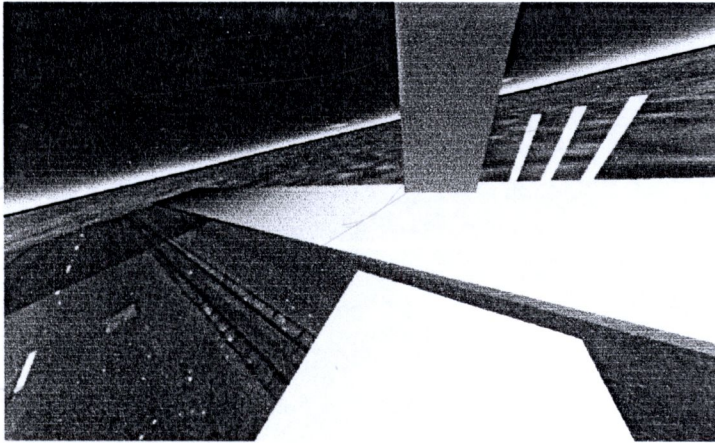
เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ X+ ค่าข้อมูลแกน X ของเซนเซอร์วัดความเร่งจะได้ค่าเป็นบวกทำให้มีการหมุนของภาพในโปรแกรมกราฟิกสามมิติ เอียงในทิศทาง +X ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ภาพที่ได้จากเกมกราฟิกสามมิติ เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ X+

4.5.1.3 การเอียงศีรษะในระนาบ Y-

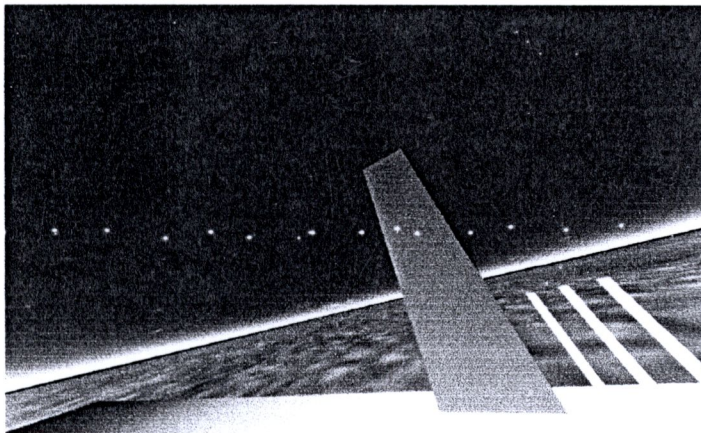
เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ Y- ค่าข้อมูลแกน Y ของเซนเซอร์วัดความเร่งจะได้ค่าเป็นลบ แต่ได้ตั้งค่าให้ภาพกราฟิกสามมิติหมุนในระนาบ แกน Z ทำให้มีการหมุนของภาพในโปรแกรมกราฟิกสามมิติเอียงในทิศทาง -Z ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ภาพที่ได้จากเกมกราฟิกสามมิติ เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ Y-

4.5.1.4 การเอียงศีรษะในระนาบ Y+

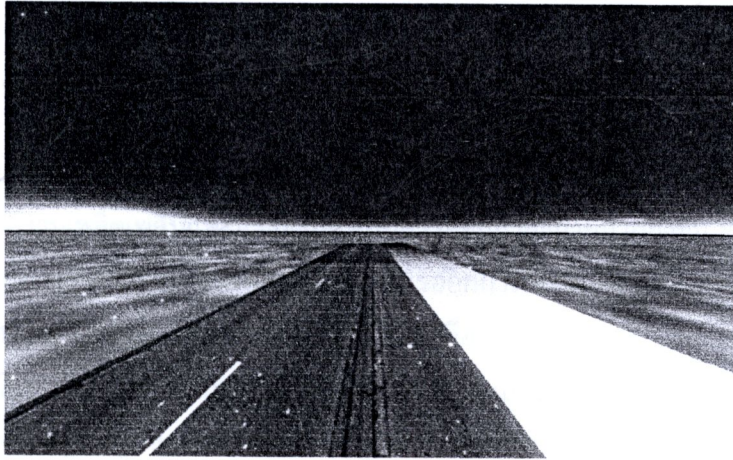
เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ Y+ ค่าข้อมูลแกน Y ของเซนเซอร์วัดความเร่งจะได้ค่าเป็นบวก แต่ได้ตั้งค่าให้ภาพกราฟิกสามมิติหมุนในระนาบ แกน Z ทำให้มีการหมุนของภาพในโปรแกรมกราฟิกสามมิติเอียงในทิศทาง +Z ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ภาพที่ได้จากเกมกราฟิกสามมิติ เมื่อเอียงศีรษะในระนาบ Y+

4.5.2 การรับค่าจากไดนาโมจักรยาน

เมื่อผู้เล่นทำการปั่นจักรยานทำให้ไดนาโมทำงานส่งเป็นค่าสัญญาณอนาล็อก มาประมวลผลในโปรแกรมเกมกราฟิกสามมิติที่สร้างไว้ ผลที่ได้คือเมื่อบั่นจักรยานทำให้ภาพในเกมกราฟิกสามมิติมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และเมื่อบั่นจักรยานเร็วขึ้นจะส่งผลให้การเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วย



รูปที่ 4.33 ภาพที่ได้จากเกมกราฟิกสามมิติ เมื่อไดนาโมทำงาน