



Predicting PM2.5 Concentration from Photos

การทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย

พิชัย เป้าหอม

Phichai Paohom

ฟ้าจuti ธรรมรักษา

Fahjuti Thumluxsa

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2561



โครงการงาน	การทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย Predicting PM2.5 Concentration from Photos		
นิสิต	นายพิชัย	เป้าหอม	58102010815
	นางสาวฟ้าจุติ	ธรรมรักษา	58102010817
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุวิทย์ วิวัฒนวัฒนา		

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุวิทย์ วิวัฒนวัฒนา)

บทคัดย่อ

การได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่าง PM2.5 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ ในระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะภายในร่างกาย ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการมองด้วยตาเปล่าที่พอที่จะสังเกตเห็นได้ว่าเวลานั้นมีฝุ่นละอองอยู่ในอากาศหรือไม่ คณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้ภาพถ่ายในการนำมาทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเชิงลึกด้วยสถาปัตยกรรมแบบจำลอง Convolutional Neural Network (CNN) และทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยมาตรการการประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย จากการสร้างแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายจำนวน 1369 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านตึก GMM เก็บภาพด้วยผู้วิจัยเองในช่วงเวลา 07.00 น. - 18.00 น. ระหว่างวันที่ 5 กันยายน พ.ศ.2561 จนถึงวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2562 และสร้างแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายจำนวน 910 เก็บภาพจากทิศทางทางห้างสรรพสินค้า Show DC เก็บภาพด้วยผู้วิจัยเองในช่วงเวลา 07.00 น. - 18.00 น. ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2561 จนถึงวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2562 เทียบกับข้อมูลค่าความเข้มข้น PM2.5 ของสถานีใกล้เคียงจากกรมควบคุมมลพิษ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing และประเมินประสิทธิภาพการทำนายด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE) ทิศทางทางด้านตึก GMM ได้ผลลัพธ์ 10.09 11.83 และ 14.26 ทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC ได้ผลลัพธ์ 8.69 12.15 และ 12.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ค่า Mean Absolute Error (MAE) ทิศทางทางด้านตึก GMM ได้ผลลัพธ์ 7.40 9.29 และ 10.68 ทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC ได้ผลลัพธ์ 6.63 8.56 และ 8.70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ทิศทางทางด้านตึก GMM ได้ผลลัพธ์ 26.71 30.90 และ 34.91 ทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC ได้ผลลัพธ์ 19.19 26.78 23.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

จากผลการทดลองแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายมีความคาดเคลื่อนในการทำนาย โดยมีสาเหตุมาจากข้อมูลภาพที่ใช้ในขั้นตอน Training มีน้อยเกินไป และแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วง เวลาที่แตกต่างกัน มีผลต่อการทำนายค่า PM2.5 โดยมีแนวทางในการแก้ไขคือผู้วิจัยจะทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลภาพ (Clustering) ออกเป็น 3 ช่วงคือ เช้า กลางวัน เย็นและสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อทำนายภาพในแต่ละกลุ่มและปรับปรุงแบบจำลองด้วยข้อมูลภาพที่มากขึ้น

Abstract

Exposure to small particulate matters such as PM_{2.5} can affect human health, causing irritation and damaging tissues of the internal organs of the body. Based on the observation that naked eyes can, by and large, notice that there is dust in the air or not, the work in this research used photos to estimate the concentration of PM_{2.5} by means of supervised machine learning. The Convolutional Neural Network (CNN) deep learning mode and evaluating performance and results with an assessment section for regression analysis. From the creation of a simulation model to predict PM_{2.5} concentrations from 1369 photos capture images from the direction of the GMM building collect images with the researcher during 07.00 - 18.00 hrs. from 5 September 2561 to 1 January 2019 and Create a model to predict the PM_{2.5} concentration from 910 photos capture images from the direction of Show DC mall collect images with the researcher during 07.00 - 18.00 hrs. 1 from November 2561 to 31 December 2018, .Compared with the PM_{2.5} concentration data of nearby stations from the Pollution Control Department and were divided into three portions, training, validation, and testing. Estimation from the CNN model results in the RMSE direction of the GMM building Result 10.09 11.83 14.26 and direction of the Show DC department store results 8.69 12.15 and 12.31 micrograms per cubic meter, respectively, the MAE direction of the GMM building results in 7.40 9.29 10.68 and direction of Show DC department store can get results 6.63 8.56 and 8.70 micrograms per cubic meter, respectively, the MAPE direction of the GMM building is 26.71 30.90 34.91 and direction of Show DC department store results 19.19 26.78 23.90 percent, respectively.

Based on the simulation results, the predictions of PM_{2.5} concentrations from photos were predicted for predictability. Which is caused by the image data used in the training process is too small and from the sun during Different times Effect on the prediction of PM_{2.5}. There is a way to solve the problem. The researcher will identify the cluster of image data (Clustering) into 3 phases: morning, lunch, evening and create a model. To predict images in each group As pools of photos becomes more available for learning and tuning, it is expected that the performance of the model will be better.

ประกาศคุณูปการ

โครงการการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย (Predicting PM2.5 Concentration from Photos) ผู้จัดทำได้มุ่งมั่นศึกษาและค้นคว้าอย่างต่อเนื่องจนโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วง เพราะได้รับความเมตตาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ท่านตั้งแต่เริ่มต้นจนโครงการสำเร็จเสร็จสิ้น คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขปัญหา และให้ความอนุเคราะห์เพื่อการศึกษาโครงการนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.นุรีย์ วิวัฒน์วัฒนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ รวมทั้งให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมา

ขอขอบพระคุณ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศรายชั่วโมงเพื่อใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ช่วยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และช่วยเหลือเกื้อกูลเพื่อให้โครงการนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่เปิดโอกาสให้ศึกษาเล่าเรียน รวมถึงให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจผู้จัดทำจนโครงการประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

พิชัย เป้าหอม

ฟ้าจุติ ธรรมรักษา

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ก
ประกาศคุุณูปการ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละออง (Particulate Matter).....	3
2.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับ PM10 และ PM2.5	4
2.3 องค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงถดถอย (Regression).....	5
2.4 องค์ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning).....	5
2.5 องค์ความรู้เกี่ยวกับ Convolutional Neural Networks (CNN).....	6
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.6.1 งานวิจัยเรื่อง Particle Pollution Estimation Based On Image Analysis [7]	8
2.6.2 งานวิจัยเรื่อง On Estimating Air Pollution from Photos Using Convolutional Neural Network [8]	8
2.6.3 งานวิจัยเรื่อง End-to-end learning for image-based air quality level estimation [9]	8

บทที่ 3	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	9
3.1	แผนการดำเนินงาน.....	9
3.1.1	เริ่มต้นและวางแผนโครงการ.....	9
3.1.2	การติดตั้งกล้องเพื่อเก็บข้อมูลวิดีโอภาพถ่ายท้องฟ้า.....	9
3.1.3	การออกแบบระบบ.....	9
3.1.4	การพัฒนาและทดสอบระบบ.....	9
3.1.5	สรุปและเผยแพร่รายงานวิจัย	9
3.2	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	10
3.3	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในโครงการ.....	11
3.3.1	ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	11
3.3.2	ซอฟต์แวร์ (Software)	11
3.3.3	ภาษาที่ใช้	11
3.4	การออกแบบระบบ.....	12
3.4.1	ขั้นตอนการฝึกฝน (Training Process).....	12
3.4.2	ขั้นตอนการทดสอบ (Testing Process).....	15
บทที่ 4	ผลการดำเนินโครงการ	16
4.1	ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมิน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย.....	18
4.2	ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมิน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย.....	24
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	30
5.1	สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	30
5.1	ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ.....	30
5.2	ข้อเสนอแนะ	31

บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	33
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข	39
ภาคผนวก ค	44

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 ตัวอย่างการทำนายแบบ Regression	5
รูปที่ 2 ตัวอย่างการทำนายแบบ Regression	5
รูปที่ 3 ตัวอย่างการทำงานในชั้น Convolution	6
รูปที่ 4 ตัวอย่างการทำงานในชั้น Pooling	7
รูปที่ 5 โครงสร้าง Convolution neural Network.....	7
รูปที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินงานโดยรวมของระบบ	12
รูปที่ 7 กล้องตัวที่ 1 เก็บภาพจากทิศทางการด้านตึก GMM	12
รูปที่ 8 กล้องตัวที่ 2 เก็บภาพจากทิศทางการด้านห้างสรรพสินค้า Show DC.....	13
รูปที่ 9 ตัวอย่างการนำวิดีโอที่ได้มา Capture ภาพทุกๆ 1 ชั่วโมง.....	13
รูปที่ 10 ตัวอย่างภาพก่อนนำมาแปลงเป็นภาพ Gray Scale Image	13
รูปที่ 11 ตัวอย่างการนำภาพที่ได้มาแปลงภาพให้เป็นภาพ Gray Scale Image.....	14
รูปที่ 12 โครงสร้าง Convolution neural Network.....	14
รูปที่ 13 โครงสร้าง Convolution neural Network.....	16
รูปที่ 14 การแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing	17
รูปที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าจริงที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษกับค่าที่ได้จากการทำนาย	19
รูปที่ 16 รูปภาพของวันที่ 18/10/2561	20
รูปที่ 17 รูปภาพของวันที่ 20/10/2561	20
รูปที่ 18 รูปภาพของวันที่ 30/10/2561	20
รูปที่ 19 รูปภาพของวันที่ 24/12/2561	21
รูปที่ 20 รูปภาพของวันที่ 02/10/2561	21
รูปที่ 21 รูปภาพของวันที่ 15/10/2561	21
รูปที่ 22 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561	22
รูปที่ 23 รูปภาพของวันที่ 17/12/2561	22
รูปที่ 24 รูปภาพของวันที่ 04/10/2561	22
รูปที่ 25 รูปภาพของวันที่ 20/10/2561	23
รูปที่ 26 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561	23
รูปที่ 27 รูปภาพของวันที่ 14/12/2561	23
รูปที่ 28 การแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing	24

รูปที่ 29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าจริงที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษกับค่าที่ได้จากการทำนาย	25
รูปที่ 30 รูปภาพของวันที่ 08/11/2561	26
รูปที่ 31 รูปภาพของวันที่ 08/11/2561	26
รูปที่ 32 รูปภาพของวันที่ 26/11/2561	26
รูปที่ 33 รูปภาพของวันที่ 02/11/2561	27
รูปที่ 34 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561	27
รูปที่ 35 รูปภาพของวันที่ 6/12/2561	28
รูปที่ 36 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561	28
รูปที่ 37 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561	28
รูปที่ 38 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561	29
รูปที่ 39 รูปภาพของวันที่ 17/11/2561	29
รูปที่ 40 รูปภาพของวันที่ 15/11/2561	29

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองระหว่างความก้าวหน้าครั้งที่ 2 กับแบบจำลองในปัจจุบัน	
ทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc.....	17
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมทริกซ์	
การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างความก้าวหน้าครั้งที่ 2 กับแบบจำลองในปัจจุบัน	
ทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc.....	18
ตารางที่ 3 ตารางการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมทริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์	
การถดถอย.....	18
ตารางที่ 4 ตารางการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมทริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์	
การถดถอย.....	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เมืองใหญ่ของประเทศไทยหลายเมืองต้องตกอยู่ในปัญหาค่าฝุ่นละออง PM2.5 เกินมาตรฐาน กรีนพีซได้วิเคราะห์ข้อมูลและจัดอันดับเมืองที่เผชิญกับมลพิษ PM2.5 ในประเทศไทยมาตั้งแต่ปี 2558 และพบว่า คุณภาพอากาศในพื้นที่เมืองยังอยู่ในระดับแย่และมีแนวโน้มแย่ลงอย่างต่อเนื่องมีค่ามาตรฐานความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ยรายปีเกินเกณฑ์มาตรฐานในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทยและทุกเมืองมีความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ยรายปีเกินระดับที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก ซึ่งนอกจากนี้ยังน่าตกใจว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปยังไม่เป็นไปตามข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลก [1]

ฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่าง PM2.5 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลดลงทำให้หลอดลมอักเสบเกิดหอบหืดถุงลมโป่งพองและโอกาสเกิดโรกระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ [2] และเนื่องจากคณะผู้จัดทำมองเห็นว่าการมองด้วยตาเปล่านั้นพอที่จะสังเกตเห็นได้ว่าเวลานั้นมีฝุ่นละอองอยู่ในอากาศหรือไม่ คณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้ภาพถ่ายในการนำมาทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้ Convolutional Neural Network และทางคณะผู้จัดทำหวังว่าแบบจำลองการทำนายความเข้มข้นของ PM2.5 จากภาพถ่ายจะสามารถนำไปต่อยอดเป็นแอปพลิเคชัน เพื่อการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถป้องกันมลพิษทางอากาศได้ โดยไม่ต้องรอค่าตรวจวัดที่มาจากภาครัฐเพียงอย่างเดียวซึ่งการตรวจวัดจากภาครัฐนั้นยังมีไม่ครอบคลุมครบทุกพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ในการการทำงานวิจัยไว้ดังนี้

- 1.2.1 เพื่อเก็บข้อมูลภาพถ่ายที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ
- 1.2.2 เพื่อสร้างแบบจำลอง (Modeling) ทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ (PM2.5) จากรูปถ่าย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สร้างแบบจำลองในการทำนายฝุ่น (PM2.5) จากภาพถ่ายโดยใช้หลักการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งข้อมูลได้จากการรวบรวมภาพถ่ายบริเวณโถงชั้น 18 ทิศทางไปทางด้านตึก GMM และบริเวณทิศทางไปทางด้าน Show DC
- 1.3.2 ทำการแปลงภาพที่ได้เป็นภาพ Gray Scale Image โดยคำตอบที่ต้องการทราบจากการทำนายคือ ในภาพถ่ายแต่ละภาพมีฝุ่นประมาณเท่าใด
- 1.3.3 ทำการประเมินผลด้วย Root Mean Square Error (RMSE) , Mean Absolute Error (MAE) , Mean Absolute Percentage Error (MAPE) , R - Square

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมีความแม่นยำในการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากรูปถ่าย
- 1.4.2 สามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันเพื่อการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากรูปถ่ายเพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถป้องกันมลพิษทางอากาศได้
- 1.4.3 นิสิตได้ทักษะประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันเป็นทีม

บทที่ 2

องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละออง (Particulate Matter)

ฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในกรุงเทพมหานครและชุมชนขนาดใหญ่ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรามีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้จุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน) ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำหากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามีส่วนเกี่ยวข้องเช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลมเป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยในอากาศได้นานเป็นปี

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น และแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรงและฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศเช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกันหรือรวมตัวกับก๊าซหรือรวมตัวกับของเหลวหรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือทางเคมีหรือทางเคมีแสง

แหล่งที่มีของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า และฝุ่นเกลือจากทะเล เป็นต้น

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle) ได้แก่ ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจรเช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนนหรืออาคาร การปรับปรุงผิวการจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค ฝุ่นจากการประกอบ การอุตสาหกรรมเช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้

ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่งการโม่บดหรือย่อยหิน การร่อนหรือการคัดกรวดหรือทราย ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรมอื่นๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร การทาสี เป็นต้น

ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป คือ ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็นเนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้นผลกระทบของฝุ่นละอองต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง คือ ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรกหรือเลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ คือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหาหอบหืดหรือเหตุเค็ดรื้อนรำคาญส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานานจะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืดถุงลมโป่งพองและโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ [2]

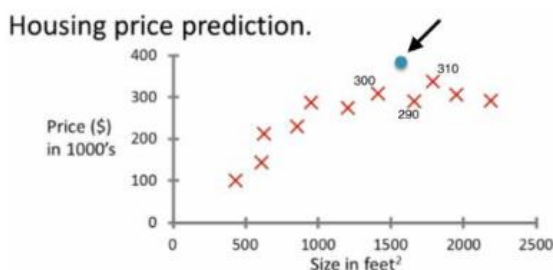
2.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับ PM10 และ PM2.5

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ [3]

2.3 องค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงถดถอย (Regression)

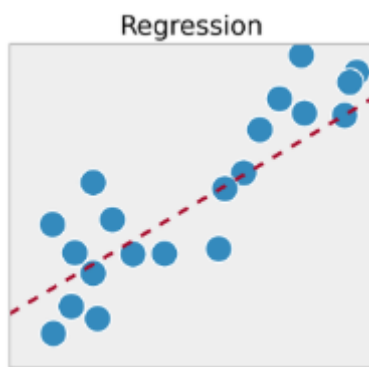
คือ เทคนิคการทำนายค่าต่อเนื่องของข้อมูลอินพุต (Input) ซึ่งจะให้ค่าผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลข ต่างจากการ Classification ที่จะได้ผลลัพธ์จะออกมาเป็น Class หรือ กลุ่มข้อมูล



รูปที่ 1 ตัวอย่างการทำนายแบบ Regression

(ที่มา <http://www.algoaddict.com/การใช้งาน-machine-learningแบบ-regressionและ-classification/>)

จากรูปที่ 1 ข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า สมมติว่ามีข้อมูลสอนที่เป็น ขนาดของบ้านและราคาของบ้าน 11 หลัง ซึ่งแทนด้วยเครื่องหมาย “กากบาท” สีแดง โดยแกน x คือขนาดของบ้าน และ แกน y คือ ราคาของบ้านหลังนั้นๆ ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งเราจะถือว่าเป็น ข้อมูลสอน (Training data) ซึ่ง Regression สามารถทำนายราคาที่เหมาะสมของบ้านได้ว่า หากมีบ้านหลังที่ 12 เพิ่มเข้ามาและมีขนาด 1600 ตารางฟุต (แสดงด้วยจุดสีฟ้าในรูปที่ 2) [4]



รูปที่ 2 ตัวอย่างการทำนายแบบ Regression

(ที่มา <https://medium.com/@heyozramos/regression-vs-classification-86d73c281c5e>)

2.4 องค์ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

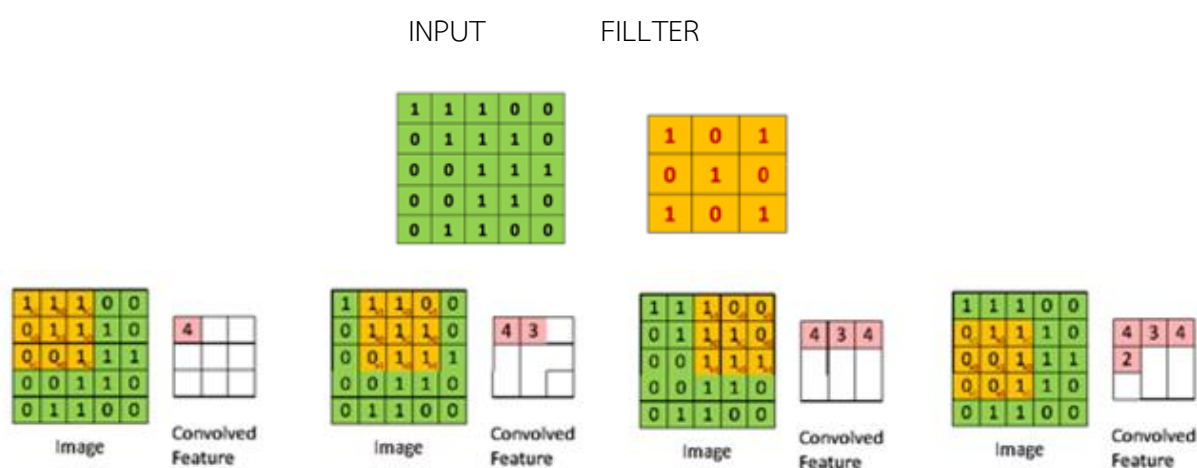
Deep Learning คือชุดคำสั่ง (Algorithm) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่องจักรหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยชุดคำสั่งนี้จะทำให้ตัวเครื่องจักรสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากด้วยการจำลองเครือข่ายประสาทแบบเดียวกับในสมองของมนุษย์

โดยหลักการของ Deep Learning ก็จะเป็น Artificial Neural Network (ANN) ที่เป็นโหนดหลายๆชั้น และจะใช้การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ทำให้สามารถประมวลผลได้ครั้งละจำนวนมากช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องสามารถให้ผลลัพธ์ในการตัดสินใจและคาดการณ์ได้ดีมากยิ่งขึ้น [5]

2.5 องค์ความรู้เกี่ยวกับ Convolutional Neural Networks (CNN)

CNN เป็น Neural Network ที่จำลองการเรียนรู้ของมนุษย์โดยการทำความเข้าใจ ถ้าทำผิดก็เรียนรู้ใหม่ ทำซ้ำใหม่จนกว่าจะถูก ซึ่งเป็นการรู้จำแบบหนึ่ง [6] โดย CNN ประกอบด้วย

1. Convolution คือ การตรวจจับ local feature บนภาพ input โดย local feature เหล่านี้ก็คือ convolution kernel บนเลเยอร์นั่นเอง



รูปที่ 3 ตัวอย่างการทำงานในชั้น Convolution

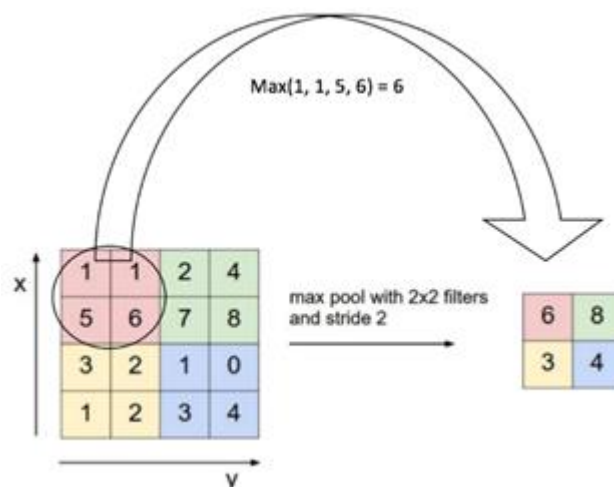
(ที่มา : <https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets>)

จากรูปที่ 3 เมทริกซ์ 5×5 แทนภาพ input เมทริกซ์ 3×3 เรียกว่า filter หรือ kernel หรือ feature detector และเมทริกซ์ที่เกิดขึ้นจากการสไลด์ไปทั่วทั้งภาพของ filter เพื่อคำนวณ dot product เรียกว่า Convolved Feature หรือ Activation Map หรือ Feature Map โดย filter ทำหน้าที่ตรวจจับคุณสมบัติจากภาพ input

2. Pooling คือ การเก็บข้อมูลค่าพิกเซลของ local feature จากชั้น convolution โดยจะลด dimensionality ของแต่ละ feature map แต่เก็บข้อมูลสำคัญไว้ การทำ pooling มีหลายวิธี ได้แก่ หาค่าสูงสุด (Max) หาค่าเฉลี่ย (Average) หาผลรวม (Sum)

ในกรณีของ Max Pooling กำหนดขอบเขตพื้นที่ เช่น window ขนาด 2×2 และใช้ค่าที่มากที่สุดของบริเวณที่ window เลื่อนผ่าน feature map แทนที่จะใช้ค่ามากที่สุด สามารถใช้ค่าเฉลี่ย

(Average Pooling) หรือผลรวมของค่าทั้งหมดในหน้าต่างนั้น แต่ในทางปฏิบัติ Max Pooling ได้รับความนิยมว่าให้ผลการทำงานที่ดีที่สุด



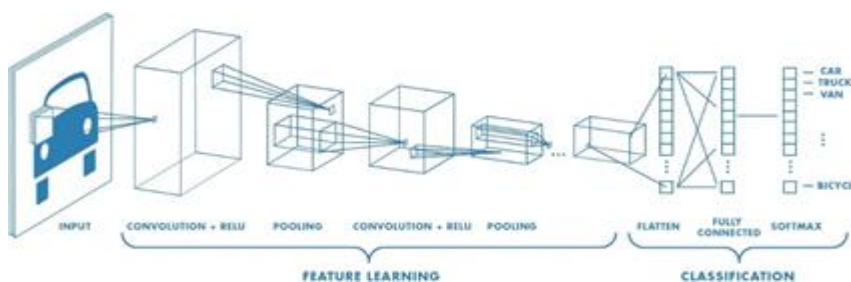
รูปที่ 4 ตัวอย่างการทำงานในชั้น Pooling

(ที่มา : <https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets>)

จากรูปที่ 4 เลื่อน window 2 x 2 โดยขยับทีละ 2 เซลล์ หรือเรียกว่า stride และใช้ค่าสูงสุดในแต่ละบริเวณ ซึ่งจะลด dimensionality ของ feature map

3. Fully Connected คือ การเชื่อมต่อทุกตัวที่ได้จากเลเยอร์ก่อนหน้า output จากชั้น convolution และ pooling แสดงถึง feature ของภาพ input จุดประสงค์ของชั้น Fully Connected คือ การใช้คุณสมบัติจากเลเยอร์ก่อนหน้าสำหรับการจัดรูปแบบลงในคลาสต่างๆ โดยจะใช้ฟังก์ชัน Flatten รวมด้วยเพื่อให้เรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ ดังรูปที่ 2-5

4. Output คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย ดังรูปที่ 5 ภาพอินพุต คือ ภาพรถยนต์ และผลลัพธ์ที่ได้ คือ รถยนต์ (car) โดยผลลัพธ์ที่ได้คิดจากฟังก์ชันจากคำนวณที่ชื่อ ว่า Softmax



รูปที่ 5 โครงสร้าง Convolution neural Network

(ที่มา : <https://www.mathworks.com/content/mathworks/www/en/discovery>

/convolutionalneuralnetwork/_jcr_content/mainParsys/image_copy.adapt.full.high.jpg/1523891796216.jpg)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเรื่อง Particle Pollution Estimation Based On Image Analysis [7]

Chenbin Llu และคณะ(2016) ได้ทำการสร้าง Support Vector Regression (SVR) ขึ้นมาเพื่อทำนายค่า Particulate Matters (PM) ในอากาศโดยการใช้รูปภาพโดยรวมจาก 3 เมือง

งานวิจัยนี้สร้างโมเดลการทำนาย ค่า PM2.5 จากรูปของ 3 เมือง สามารถจำแนก Feature ของภาพได้เป็น Scattering , Contrast , Entropy , Sky Smoothness และ Color และศึกษาความสัมพันธ์ค่าของ PM2.5 ใน Beijing , Shanghai และ Phoenix มุมของ Zenith ไม่มีผลต่อการทำนายแต่สภาพอากาศมีผลต่อการทำนายค่า PM2.5 การทำนายโดยรวมมีประสิทธิภาพพอใช้ในช่วง PM2.5 ต่างๆกัน

2.6.2 งานวิจัยเรื่อง On Estimating Air Pollution from Photos Using Convolutional Neural Network [8]

Chao Zhang และคณะ (2016) ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้าง Convolutional Neural Network ให้ชื่อว่า PAPER เพื่อประเมินคุณภาพอากาศจากภาพถ่าย โดยผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการเป็นสองส่วน ส่วนแรกใช้ log-log ordinal classifier ในเลเยอร์สุดท้ายของ Convolutional Neural Network โดยผลลัพธ์คือ สามารถปรับปรุงความสามารถในการจำแนกตามลำดับของโมเดลได้ ส่วนที่สองได้พัฒนา Activation Function ชื่อว่า Rectified Linear Units (ReLU), สำหรับการประมาณค่ามลพิษทางอากาศจากภาพถ่าย ซึ่งฟังก์ชันนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถลดปัญหาการไล่ระดับสีที่หายไปได้

2.6.3 งานวิจัยเรื่อง End-to-end learning for image-based air quality level estimation [9]

Chao Zhang และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ image-based machine learning และ Deep Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อการประเมินคุณภาพอากาศโดยใช้ภาพและการจัดการกับปัญหาที่ต้องเผชิญเช่น ปัญหาที่ความละเอียดของภาพ สภาวะแสง เป็นต้น

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้นำเสนอ Ensemble CNN Based Model (EPAPLE) และได้คิดค้น activation function ใหม่ (Flexible Negative ReLU :FNReLU) สำหรับการประมาณค่ามลพิษทางอากาศจากภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 แผนการดำเนินงาน

3.1.1 เริ่มต้นและวางแผนโครงการ

การเริ่มต้นและวางแผนโครงการ เป็นขั้นตอนในการกำหนดหัวข้อโครงการที่น่าสนใจ โดยดำเนินการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ

3.1.2 การติดตั้งกล้องเพื่อเก็บข้อมูลวิดีโอภาพถ่ายท้องฟ้า

การติดตั้งกล้องเพื่อเก็บข้อมูลวิดีโอภาพถ่ายท้องฟ้า เป็นขั้นตอนติดตั้งกล้อง IP CAMERA เพื่อเก็บข้อมูลวิดีโอภาพถ่ายท้องฟ้าสำหรับนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย

3.1.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบ เป็นขั้นตอนในการออกแบบระบบการทำงานของแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย

3.1.4 การพัฒนาและทดสอบระบบ

สร้างแบบจำลอง โดย Convolutional Neural Networks (CNN) และทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยมาตรการการประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

3.1.5 สรุปและเผยแพร่งานวิจัย

ดำเนินการสรุปผลและประเมินผลลัพธ์การทำงาน จัดทำรูปเล่มรายงานและเอกสารสำหรับการนำเสนอเอกสารการเผยแพร่ผลงาน และการนำเสนอโครงการ

3.2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการ	2561					2562				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1) วางแผนโครงการ										
ประชุมเพื่อเลือกหัวข้อ										
หาข้อมูลศึกษาแนวคิดและ ทฤษฎี										
ศึกษาเทคโนโลยีที่จำเป็นมา ใช้										
2) การติดตั้งกล้อง										
ติดตั้งกล้องเพื่อเก็บข้อมูล วิดีโอภาพถ่ายทอดฟ้า										
3) การออกแบบระบบ										
กำหนดวัตถุประสงค์และ ขอบเขตของระบบ										
4) การพัฒนาระบบ										
ทำการพัฒนาระบบ										
ทำการทดสอบและปรับปรุง										
5) สรุปและประเมินผล										
ทำการปรับปรุงระบบอีก ครั้ง										
จัดทำคู่มือและเอกสารที่ เกี่ยวข้อง										
สรุปผลการดำเนินงาน										
นำเสนอระบบที่สมบูรณ์										

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในโครงการ

3.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- คอมพิวเตอร์ intel® CORE™ i5-3470 @ 3.20GHz 8.00 GB of RAM
- กล้อง IP Camera 1M Pixel 2 กล้อง
- ไมโครเอสดีการ์ด 2 ตัว

3.3.2 ซอร์ฟแวร์ (Software)

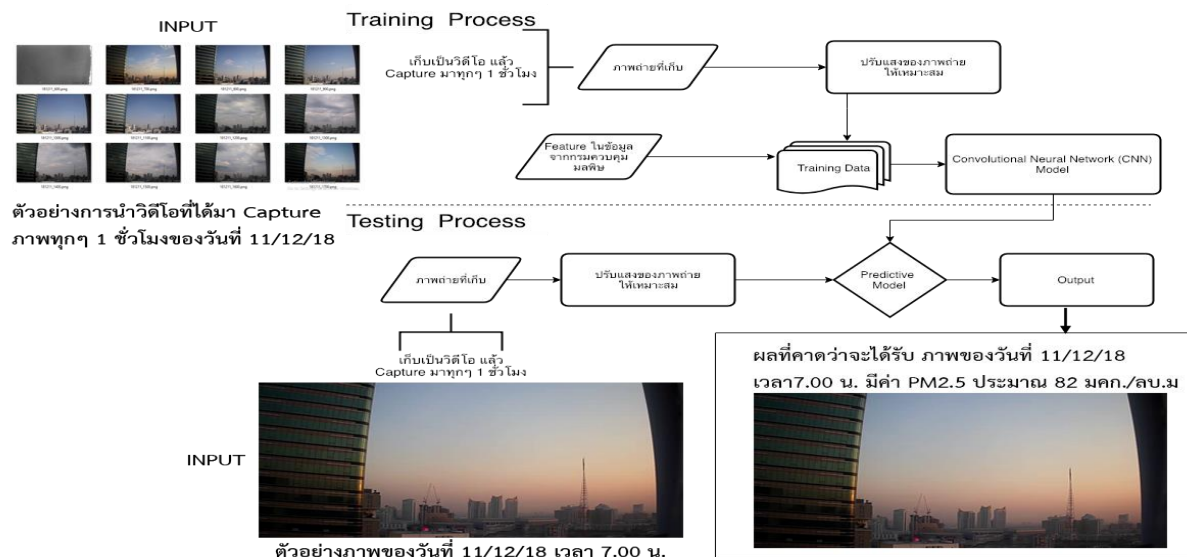
- Jupyter Notebook
- VLC Media Player
- Google Collaboratory

3.3.3 ภาษาที่ใช้

- Python

3.4 การออกแบบระบบ

โครงการของผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่หนึ่ง คือ ขั้นตอนการฝึกฝน (Training Process) และส่วนที่สอง คือ ขั้นตอนการทดสอบ (Testing Process) ดังที่แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินงานโดยรวมของระบบ

3.4.1 ขั้นตอนการฝึกฝน (Training Process)

1. การติดตั้งกล้องเพื่อเก็บข้อมูลวิดีโอภาพถ่ายท้องฟ้า

ผู้วิจัยได้ติดตั้งกล้องตัวที่ 1 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านตึก GMM มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 กันยายน พ.ศ.2561 จนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2562 โดยเก็บเฉพาะช่วงเวลา 07.00 น. - ถึง 18.00 น. และมีจำนวนภาพที่เก็บได้ 1369 ภาพ และมีการนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มาจากกรมควบคุมมลพิษสถานีโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



รูปที่ 3-2

รูปที่ 7 กล้องตัวที่ 1 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านตึก GMM

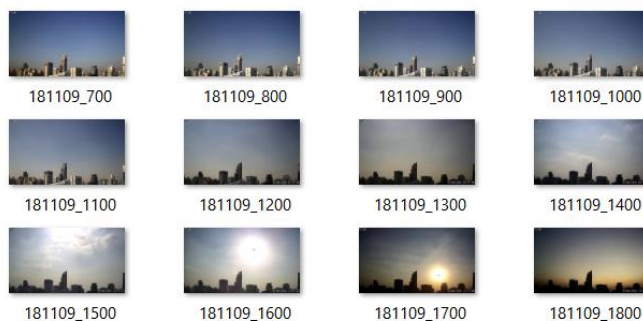
ผู้วิจัยได้ติดตั้งกล้องตัวที่ 2 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2561 จนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2562 โดยเก็บเฉพาะช่วงเวลา 07.00 น. - 18.00 น. และมีจำนวนภาพที่เก็บได้ 910 ภาพ และมีการนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มาจากกรมควบคุมมลพิษสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย



รูปที่ 8 กล้องตัวที่ 2 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC

2. นำวิดีโอที่ได้มา Capture ภาพทุกๆ 1 ชั่วโมง

ตัวอย่างการนำวิดีโอที่ได้มา Capture ภาพทุกๆ 1 ชั่วโมง โดยใช้โปรแกรม VLC Media Player



รูปที่ 9 ตัวอย่างการนำวิดีโอที่ได้มา Capture ภาพทุกๆ 1 ชั่วโมง

3. ปรับแสงของภาพให้เหมาะสม โดยทำการแปลงภาพที่ได้เป็นภาพ Gray Scale Image

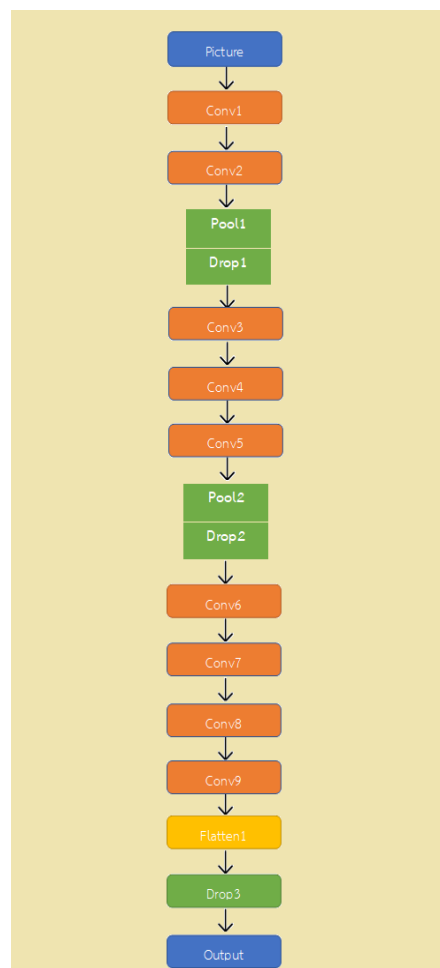


รูปที่ 10 ตัวอย่างภาพก่อนนำมาแปลงเป็นภาพ Gray Scale Image



รูปที่ 11 ตัวอย่างการนำภาพที่ได้มาแปลงภาพให้เป็นภาพ Gray Scale Image

4. นำข้อมูลภาคพื้นดินจากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงกรมควบคุมมลพิษมาทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) และ และนำภาพถ่ายที่ผ่านการแปลงเป็น Gray Scale Image แล้วมาทำการฝึกฝน (Training Data) เพื่อสร้างแบบจำลอง Convolutional Neural Network สำหรับการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายโดยที่ทิศทางการด้านตึก GMM และ ทิศทางการด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc มีจำนวนเลเยอร์ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 โครงสร้าง Convolution neural Network

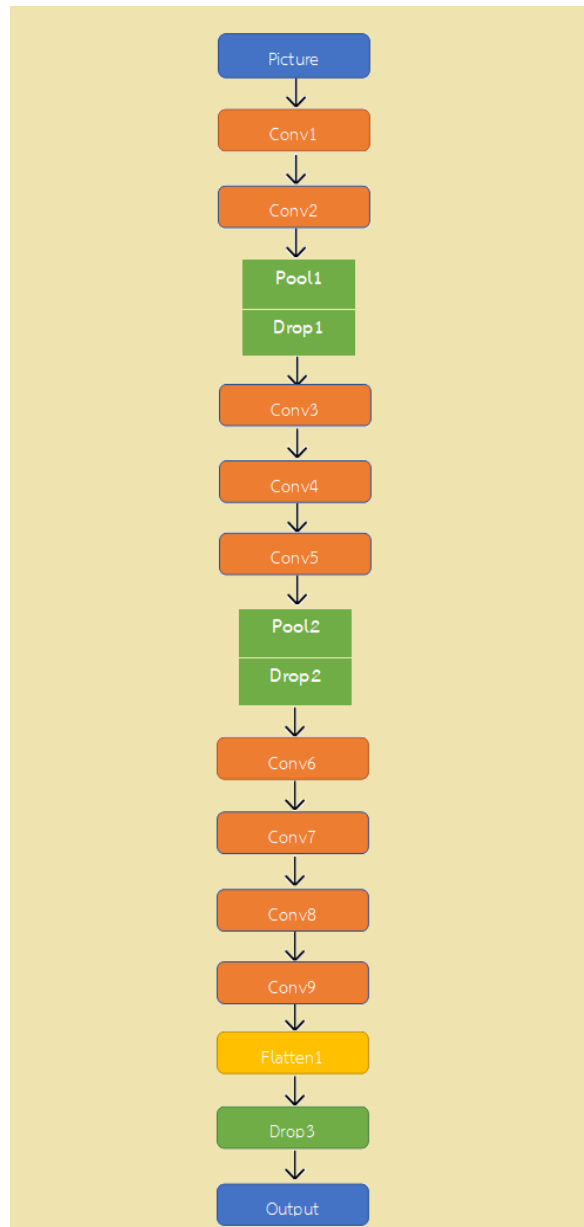
3.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ (Testing Process)

1. นำภาพถ่ายที่ผ่านการแปลงเป็น Gray Scale Image มาแล้ว ที่แบ่งไว้มาทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายโดยใช้แบบจำลอง Convolutional Neural Network
2. ปรับปรุงแบบจำลอง Convolutional Neural Network ให้มีประสิทธิภาพ

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

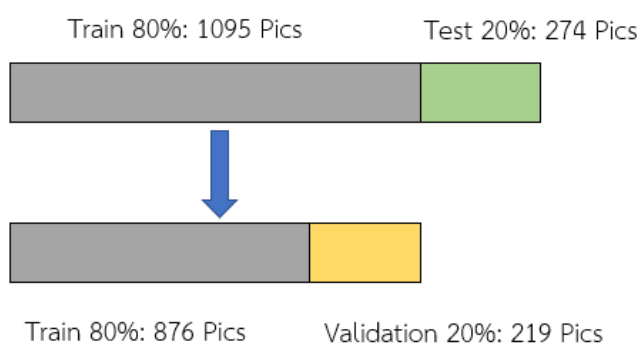
ผู้วิจัยได้ทำการแบบจำลองโดยใช้ Convolutional Neural Network สำหรับการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่ายโดยที่ทิศทางการด้านตึก GMM และ ทิศทางการด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc มีจำนวนเลเยอร์ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 โครงสร้าง Convolution neural Network

ผู้วิจัยได้ติดตั้งกล้องตัวที่ 1 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านตึก GMM มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 5 กันยายน พ.ศ.2561 จนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2562 โดยเก็บเฉพาะช่วงเวลา 07.00 น. - ถึง 18.00 น. และมีจำนวนภาพที่เก็บได้ 13396 ภาพ และมีการนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มาจากกรมควบคุมมลพิษสถานีโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing ดังที่แสดงในรูปที่ 14 การแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing และประเมินประสิทธิภาพการทำนายด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE) , ค่า Mean Absolute Error (MAE) , ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และค่า R - Square

การแบ่งข้อมูลทิศทางทางด้านตึก GMM



รูปทั้งหมด 1369 ภาพ

รูปที่ 14 การแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing

ความก้าวหน้าครั้งที่2	ปัจจุบัน
มี Convolution Layer 3 ชั้น , MaxPooling Layer 2 ชั้น , Dropout Layer 1 ชั้น	มี Convolution Layer 9 ชั้น , MaxPooling Layer 2 ชั้น , Dropout Layer 3 ชั้น
loss='mean_squared_error',	loss='mean_squared_error',
metrics=['mean_absolute_error', 'mean_squared_error']	metrics=['mean_absolute_error', 'mean_squared_error']
Dense Layer อันสุดท้าย เป็น 1	Dense Layer อันสุดท้าย เป็น 1
Epoch = 27	Epoch = 27

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบแบบจำลองระหว่างความก้าวหน้าครั้งที่ 2 กับแบบจำลองในปัจจุบันทิศทางด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองในปัจจุบันมีจำนวนเลเยอร์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง End-to-end learning for image-based air quality level estimation [9] และได้นำโครงสร้าง Convolution neural Network บางส่วนของงานวิจัยนี้มาสร้างเป็นแบบจำลองในปัจจุบันของผู้วิจัยเองและผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ดังที่แสดงใน Error! Reference source not found.

เมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย	ความก้าวหน้าครั้งที่ 2 Testing	ปัจจุบัน Testing
Root Mean Square Error (RMSE)	15.75 มคก./ลบ.ม.	12.31 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Error (MAE)	12.59 มคก./ลบ.ม.	8.70 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	40.62 %	23.90 %

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างความก้าวหน้าครั้งที่ 2 กับแบบจำลองในปัจจุบันทิศทางการด้านห้วงสรรพสินค้า Show Dc

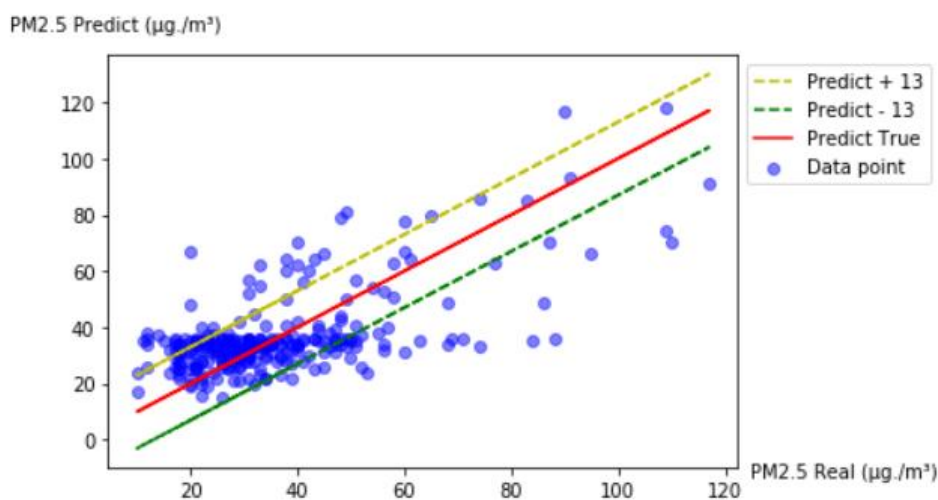
จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองในปัจจุบันมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายน้อยกว่าความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โดยแบบจำลองในปัจจุบันมีค่า Root Mean Square Error (RMSE) ประมาณ 12.31 มคก./ลบ.ม. ลดลงจากความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ประมาณ 3.44 มคก./ลบ.ม. เนื่องจากจำนวนภาพถ่ายที่เพิ่มขึ้นจาก 634 ภาพ เป็น 910 ภาพ และแบบจำลองมีจำนวนเลเยอร์ที่เพิ่มขึ้น

4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

เมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย	Training	Validation	Testing
Root Mean Square Error (RMSE)	10.09 มคก./ลบ.ม.	11.83 มคก./ลบ.ม.	14.26 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Error (MAE)	7.40 มคก./ลบ.ม.	9.29 มคก./ลบ.ม.	10.68 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	26.71 %	30.90 %	34.91 %
R - Square	0.64	0.25	3.39

ตารางที่ 3 ตารางการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า Training มีความแม่นยำในการทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศจากภาพถ่ายที่ดีที่สุด เนื่องจากเกิดการ Over Fit กับข้อมูล โดยมีค่า Root Mean Square Error (RMSE) น้อยที่สุด คือ 8.69 มก./ลบ.ม , มีค่า Mean Absolute Error (MAE) น้อยที่สุด คือ 14.26 มก./ลบ.ม. และมี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) อยู่ที่ 34.91%

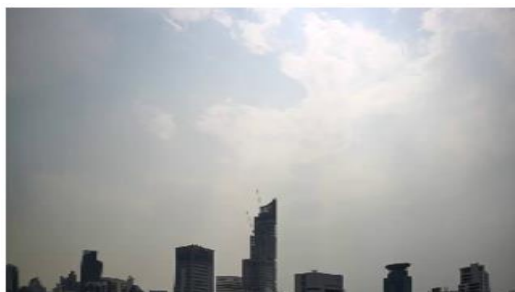


รูปที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าจริงที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษกับค่าที่ได้จากการทำนาย

จากรูปที่ 15 จะแสดงให้เห็นว่าถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรงกับค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่บนเส้นสีแดง แต่ถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้มากกว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่เหนือเส้นสีแดง และถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้น้อยกว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่ใต้เส้นสีแดง ถ้าจุดอยู่ต่ำกว่าเส้นสีแดงแต่สูงกว่าเส้นสีเขียวจะอยู่ในช่วงที่ผู้วิจัยสามารถยอมรับได้ โดยเส้นสีเขียวกับเส้นสีแดงผู้วิจัยคำนวณมาจากการเอาค่าช่วงของ PM2.5 จากเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยมาหาร 2 แล้วนำมาบวกกับค่า PM2.5 จริงจากกรมควบคุมมลพิษ

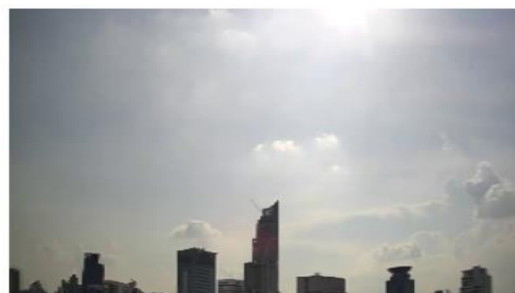
ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรงกับค่าความเข้มข้นของฝุ่น
ละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ

รูปภาพของวันที่ 18/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 29 มคก./ลบ.ม.



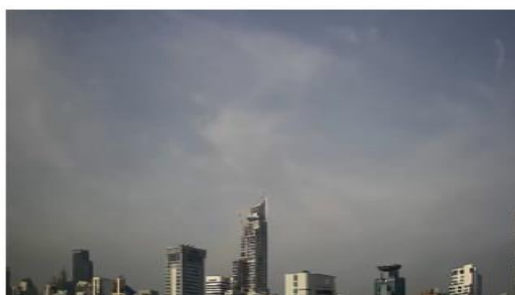
รูปที่ 16 รูปภาพของวันที่ 18/10/2561

รูปภาพของวันที่ 20/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 29 มคก./ลบ.ม.



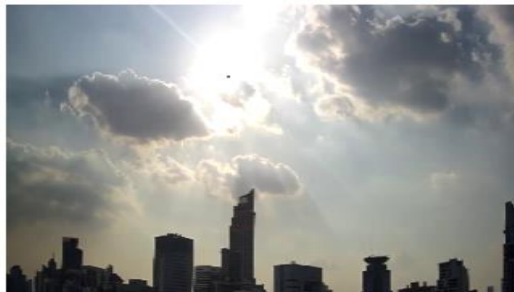
รูปที่ 17 รูปภาพของวันที่ 20/10/2561

รูปภาพของวันที่ 30/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 29 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 18 รูปภาพของวันที่ 30/10/2561

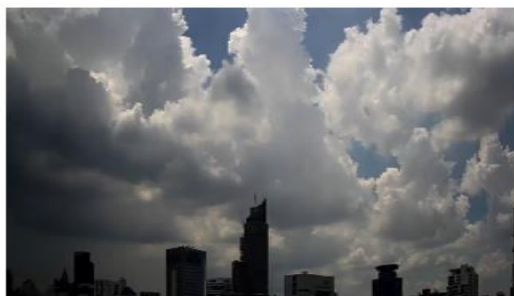
รูปภาพของวันที่ 24/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 29 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 19 รูปภาพของวันที่ 24/12/2561

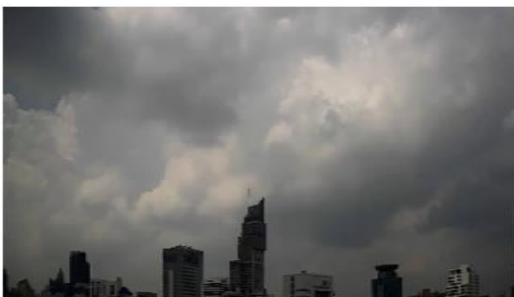
**ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้ค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้น
ของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ**

รูปภาพของวันที่ 02/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 16 มคก./ลบ.ม.



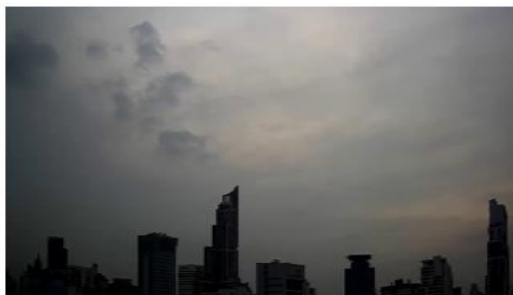
รูปที่ 20 รูปภาพของวันที่ 02/10/2561

รูปภาพของวันที่ 15/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 23 มคก./ลบ.ม.



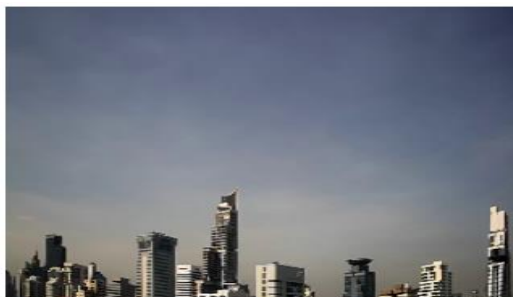
รูปที่ 21 รูปภาพของวันที่ 15/10/2561

รูปภาพของวันที่ 10/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 18 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 22 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561

รูปภาพของวันที่ 17/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 27 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 23 รูปภาพของวันที่ 17/12/2561

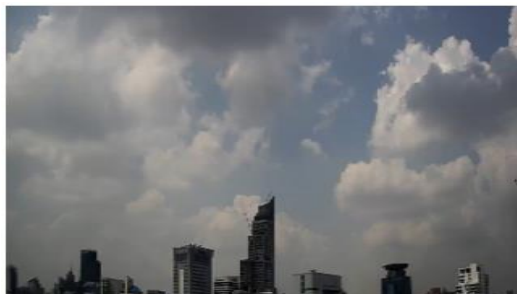
**ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้ค่ามากกว่าค่าความเข้มข้น
ของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ**

รูปภาพของวันที่ 04/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 32 มคก./ลบ.ม.



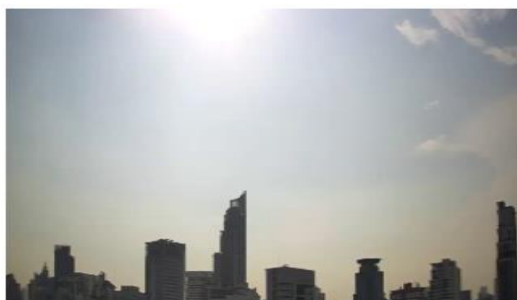
รูปที่ 24 รูปภาพของวันที่ 04/10/2561

รูปภาพของวันที่ 20/10/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 31 มคก./ลบ.ม.



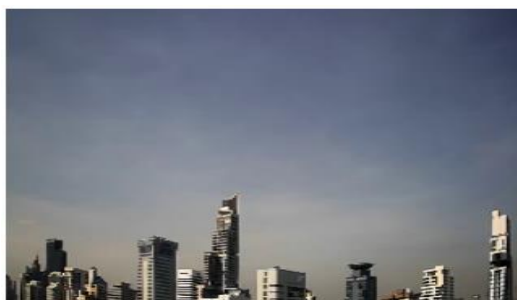
รูปที่ 25 รูปภาพของวันที่ 20/10/2561

รูปภาพของวันที่ 27/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 38 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 26 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561

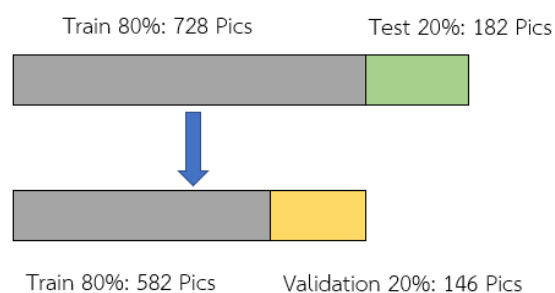
รูปภาพของวันที่ 14/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 29 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 37 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 27 รูปภาพของวันที่ 14/12/2561

ผู้วิจัยได้ติดตั้งกล้องตัวที่ 2 เก็บภาพจากทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2561 จนถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2562 โดยเก็บเฉพาะช่วงเวลา 07.00 น. - 18.00 น. และมีจำนวนภาพที่เก็บได้ 910 ภาพ และมีการนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มาจากกรมควบคุมมลพิษสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย โดยแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing ดังที่แสดงในรูปที่ 28 และประเมินประสิทธิภาพการทำนายด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE) , ค่า Mean Absolute Error (MAE) , ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และค่า R - Square

การแบ่งข้อมูลทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc



รูปทั้งหมด 910 ภาพ

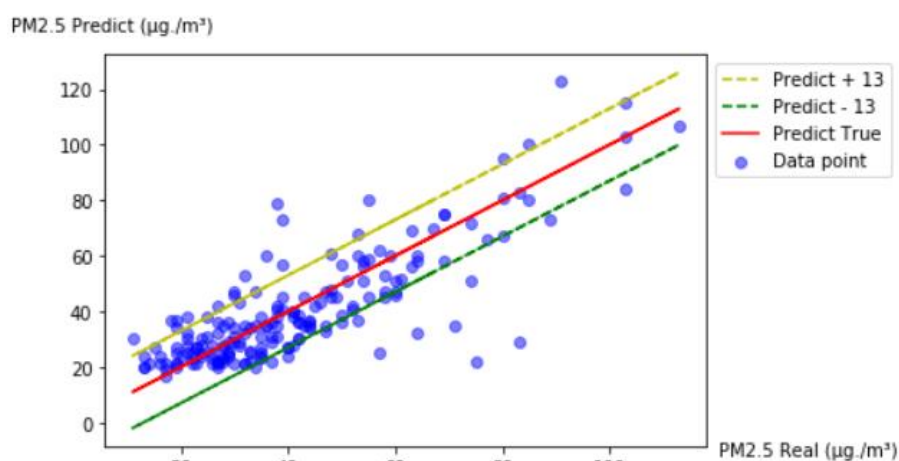
รูปที่ 28 การแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Training Validation และ Testing

4.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมิน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

เมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย	Training	Validation	Testing
Root Mean Square Error (RMSE)	8.69 มคก./ลบ.ม.	12.15 มคก./ลบ.ม.	12.31 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Error (MAE)	6.63 มคก./ลบ.ม.	8.56 มคก./ลบ.ม.	8.70 มคก./ลบ.ม.
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	19.19 %	26.78 %	23.90 %
R - Square	0.84	0.68	0.62

ตารางที่ 4 ตารางการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้วยเมตริกซ์การประเมินสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า Training มีความแม่นยำในการทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศจากภาพถ่ายที่ดีที่สุด เนื่องจากเกิดการ Over Fit กับข้อมูล โดยมีค่า Root Mean Square Error (RMSE) น้อยที่สุด คือ 8.69 มกค./ลบ.ม , มีค่า Mean Absolute Error (MAE) น้อยที่สุด คือ 11.54 มกค./ลบ.ม. และมี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) อยู่ที่ 19.19 %



รูปที่ 29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าจริงที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษกับค่าที่ได้จากการทำนาย

จากกราฟจะแสดงให้เห็นว่าถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรงกับค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่บนเส้นสีแดง แต่ถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้มากกว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่เหนือเส้นสีแดง และ ถ้าทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้น้อยกว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ จุดจะอยู่ใต้เส้นสีแดง ถ้าจุดอยู่ต่ำกว่าเส้นสีแดงแต่สูงกว่าเส้นสีเขียวจะอยู่ในช่วงที่ผู้วิจัยสามารถยอมรับได้ โดยเส้นสีเขียวกับเส้นสีแดงผู้วิจัยคำนวณมาจากการเอาค่าช่วงของ PM2.5 จากเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยมาหาร 2 แล้วนำมาบวกกับค่า PM2.5 จริงจากกรมควบคุมมลพิษ

ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรงกับค่าความเข้มข้นของฝุ่น
ละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ

รูปภาพของวันที่ 08/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 26 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 26 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 30 รูปภาพของวันที่ 08/11/2561

รูปภาพของวันที่ 11/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 17 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 17 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 31 รูปภาพของวันที่ 08/11/2561

รูปภาพของวันที่ 26/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 38 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 38 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 32 รูปภาพของวันที่ 26/11/2561

รูปภาพของวันที่ 30/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 51 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 51 มคก./ลบ.ม.



รูปภาพของวันที่ 30/11/2561

ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้ค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้น
ของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ

รูปภาพของวันที่ 02/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 32 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 22 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 33 รูปภาพของวันที่ 02/11/2561

รูปภาพของวันที่ 27/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 32 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 30 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 34 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561

รูปภาพของวันที่ 6/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 32 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 30 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 35 รูปภาพของวันที่ 6/12/2561

รูปภาพของวันที่ 10/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 32 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 28 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 36 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561

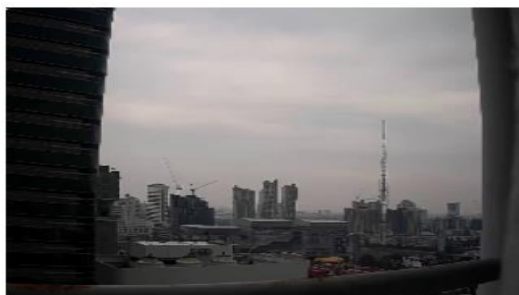
ตัวอย่างผลลัพธ์การทำนายค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้ค่ามากกว่าค่าความเข้มข้น
ของฝุ่นละอองจริงจากกรมควบคุมมลพิษ

รูปภาพของวันที่ 10/12/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 27 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 40 มคก./ลบ.ม.



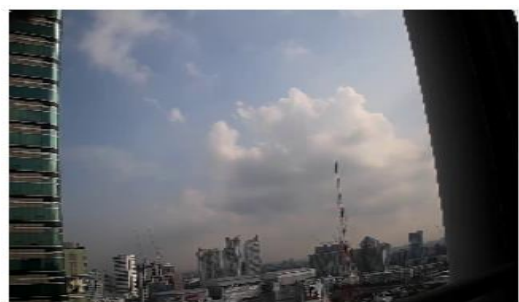
รูปที่ 37 รูปภาพของวันที่ 10/12/2561

รูปภาพของวันที่ 27/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 27 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 42 มคก./ลบ.ม.



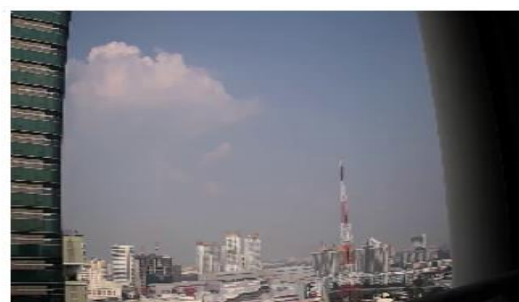
รูปที่ 38 รูปภาพของวันที่ 27/11/2561

รูปภาพของวันที่ 17/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 27 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 36 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 39 รูปภาพของวันที่ 17/11/2561

รูปภาพของวันที่ 15/11/2561 ค่าจริงจากกรมควบคุมมลพิษ 27 มคก./ลบ.ม. ค่าที่ได้จากการ
ทำนาย 44 มคก./ลบ.ม.



รูปที่ 40 รูปภาพของวันที่ 15/11/2561

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากผลลัพธ์การเก็บข้อมูลภาพถ่ายท้องฟ้า การเก็บข้อมูลไม่สามารถเก็บได้ครบถ้วนตามที่คาดการณ์ไว้ ด้านทิศทางทางด้านตึก GMM คาดการณ์ไว้ 1683 รูป เก็บรูปได้ 1369 รูป และ ด้านทิศทางทางด้านห้างสรรพสินค้า Show DC คาดการณ์ไว้ 1012 รูป เก็บรูปได้ 910 รูป เนื่องจากปัจจัยจากตัวอุปกรณ์เอง เช่น ตัวอุปกรณ์ไม่บันทึกวิดีโอโดยไม่ทราบสาเหตุและตัวอุปกรณ์ต้องมีการอัปเดตเฟิร์มแวร์อยู่ตลอด หรือปัจจัยอื่น เช่น มีการทำสับริเวณอาคารคณะวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยต้องหยุดการเก็บข้อมูล และมีบุคคลภายนอกเข้ามาในบริเวณที่ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลทำให้ช่วงเวลานั้นทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ในอนาคตผู้วิจัยคาดหวังที่จะเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งอาจส่งผลให้แบบจำลองมีความสามารถในการทำนายที่แม่นยำมากขึ้น

จากผลลัพธ์ในส่วนของแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย ผู้วิจัยใช้ Convolutional Neural Network เพื่อทำนายความเข้มข้น PM2.5 ทิศทางทางด้านตึก GMM มีค่า RMSE ของค่า TEST อยู่ที่ 14.26 มคก./ลบ.ม. และทิศทางด้านห้างสรรพสินค้า Show Dc มีค่า RMSE ของค่า TEST อยู่ที่ 12.31 มคก./ลบ.ม. หรือประมาณ 23.90 % ซึ่งก็เป็นค่าที่สูงกว่าความคาดหวังของผู้วิจัยที่ต้องการให้ ค่า RMSE ของค่า TEST อยู่ที่ประมาณ 7- 8 มคก./ลบ.ม. โดยมีสาเหตุมาจากข้อมูลภาพที่ใช้ในขั้นตอน Training มีน้อยเกินไป และแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วง เวลาที่แตกต่างกัน มีผลต่อการทำนายค่า PM2.5 โดยมีแนวทางในการแก้ไขคือผู้วิจัยจะทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลภาพ (Clustering) ออกเป็น 3 ช่วงคือ เช้า กลางวัน เย็นและสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อทำนายภาพในแต่ละกลุ่มและปรับปรุงแบบจำลองด้วยข้อมูลภาพที่มากขึ้น

5.1 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ

- 5.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายท้องฟ้าที่เก็บได้ไม่สามารถเก็บได้ครบถ้วนตามที่คาดการณ์ไว้
- 5.1.2 เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมต่อกล้องกับไวไฟของมหาวิทยาลัยเพื่อเก็บวิดีโอขึ้นคลาวด์ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ไมโครเอสดีการ์ด ทำให้เมื่อมีการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งผู้วิจัยต้องทำการถอดไมโครเอสดีการ์ดออกจากกล้องและนำกลับไปใส่ใหม่ ส่งผลให้มุมของกล้องมีความคลาดเคลื่อน

- 5.1.3 ไฟล์วิดีโอที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะเป็นนามสกุล .h264 ทำให้ไม่สามารถใช้โปรแกรมจับภาพวิดีโอที่หลายๆภาพได้ ผู้วิจัยจึงต้องใช้โปรแกรมจับภาพวิดีโอทีละภาพ ส่งผลให้ใช้เวลานานในการแปลงจากวิดีโอให้เป็นภาพถ่ายท้องฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตหากมีระยะเวลาในการทำงานมากขึ้นผู้วิจัยจะสามารถพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำมากขึ้นโดยเพิ่มความละเอียดของกล้องให้มากขึ้น และเปลี่ยนไปใช้กล้อง CCTV แล้วบันทึกข้อมูลลงในกล้อง DVR และทำฐานยัดติดอุปกรณ์ให้มั่นคงมากขึ้น เพื่อให้มุมของกล้องไม่เกิดความคลาดเคลื่อน หรือทำเรื่องขอมหาวิทยาลัยให้กำหนดเลข IP Address ให้ตัวกล้องเพื่อเก็บวิดีโอขึ้นคลาวด์ได้ ซึ่งจะทำให้มุมของกล้องไม่เกิดความคลาดเคลื่อน หรือทำเรื่องขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐที่มีการเก็บวิดีโอไว้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยของเรา ในส่วนของแบบจำลองการทำนายความเข้มข้น PM2.5 จากภาพถ่าย เก็บภาพถ่ายให้มากขึ้น และทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลภาพ (Clustering) ออกเป็น 3 ช่วงคือ เช้า กลางวัน เย็นและสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อทำนายภาพในแต่ละกลุ่มและปรับปรุงแบบจำลองด้วยข้อมูลภาพที่มากขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] รัตนศิริ กิตติก้อนางค์ . “PM2.5 AQI มาแล้ว! ก้าวเล็ก ๆ จากการผลักดันของประชาชน.” Greenpeace International, Greenpeace Thailand, www.greenpeace.org/seasia/th/news/blog1/pm25-aqi/blog/61803/. เมื่อวันที่ 25/11/2018
- [2] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม . “กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม Official Site.” คลังความรู้ อากาศ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, www.deqp.go.th//knowledge/อากาศ/มลพิษทางอากาศ/?fbclid=IwAR06Cafkii5PeNSbX61sAUT7gPh1oLIJfRlz8S9RKAPza-a3zscZmnHCnJs. สืบค้นเมื่อวันที่ 27/11/2018
- [3] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง . “ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ.” Air4Thai,air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php. สืบค้นเมื่อวันที่ 24/01/2019
- [4] ศิริลักษณ์ สุวรรณศ์. (2556). เทคนิคการการพยากรณ์เชิงปริมาณ : การวิเคราะห์อนุกรมเวลา.นครปฐม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [5] LeCun, Yann, Bengio, Yoshua, Hinton, Geoffrey (2015). "Deep learning".Nature. 521 (7553): 436–444.
- [6] Brandon Rohrer, 2016.[video] Available at: <https://youtu.be/FmpDlaiMleA> . สืบค้นเมื่อวันที่ 29/01/2019
- [7] Liu, C., Tsow, F., Zou, Y., & Tao, N. (2016). Particle Pollution Estimation Based on Image Analysis. Plos One, 11(2).
- [8] Zhang, C., Yan, J., Li, C., Rui, X., Liu, L., & Bie, R. (2016). On Estimating Air Pollution from Photos Using Convolutional Neural Network. Proceedings of the 2016 ACM on Multimedia Conference - MM 16.
- [9] Chao Zhang,Junchi Yan,Changsheng Li,Hao Wu,Rongfang Bie. (2018).End-to-end learning for image-based air quality level estimation, 601-615
- [10] รัตนศิริ กิตติก้อนางค์ . “PM2.5 AQI มาแล้ว! ก้าวเล็ก ๆ จากการผลักดันของประชาชน.” Greenpeace International, Greenpeace Thailand, www.greenpeace.org/seasia/th/news/blog1/pm25-aqi/blog/61803/. สืบค้นเมื่อวันที่ 29/01/2019

ภาคผนวก

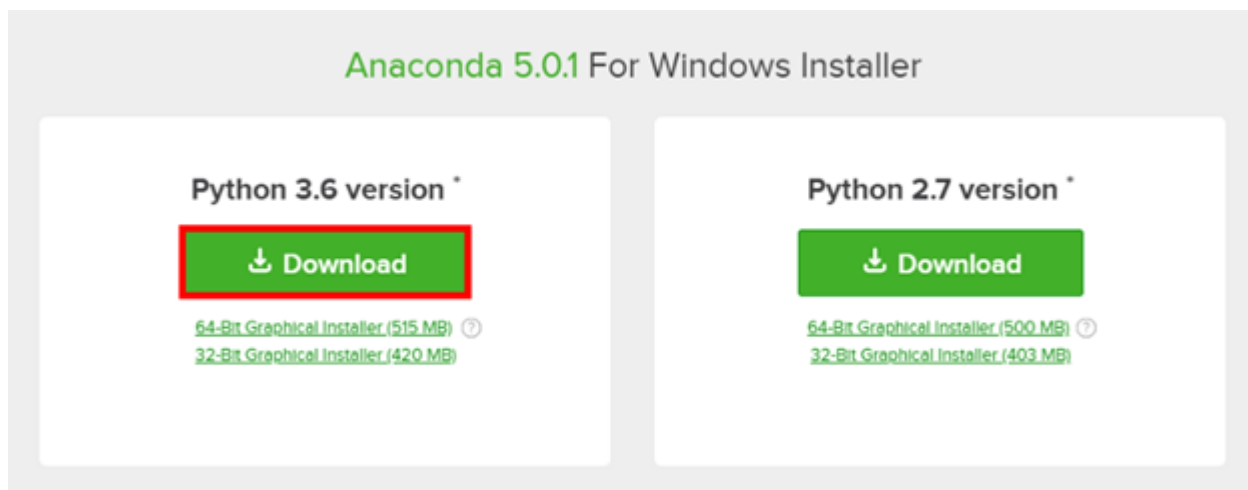
ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda

1. เข้าไปที่เว็บไซต์ <https://www.anaconda.com/download/> เลือกดาวน์โหลดเวอร์ชันสำหรับ ระบบปฏิบัติการ Windows ดังรูปที่ ก-1



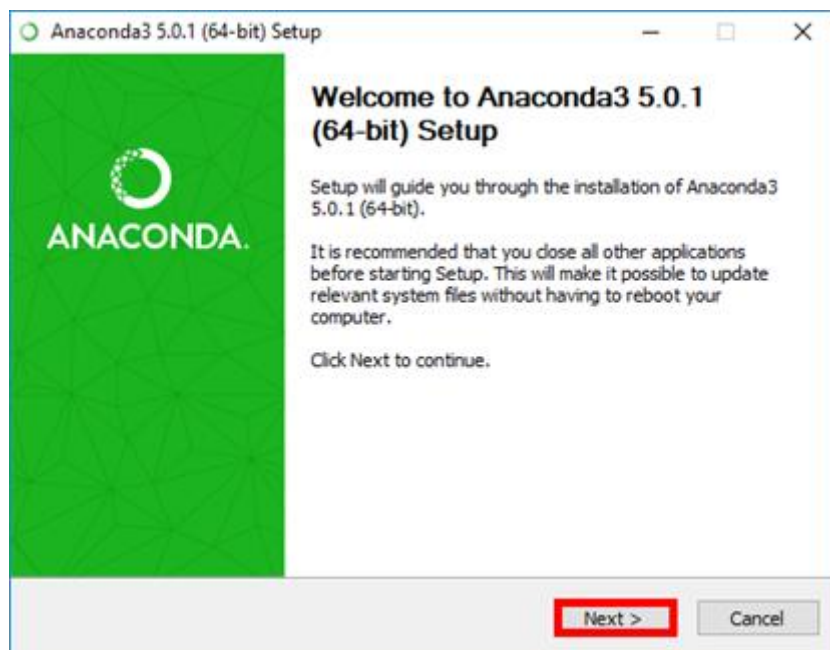
รูปที่ ก-1 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (1)

2. คลิกที่ปุ่ม Download (Python 3.6 version) ดังรูปที่ ก-2



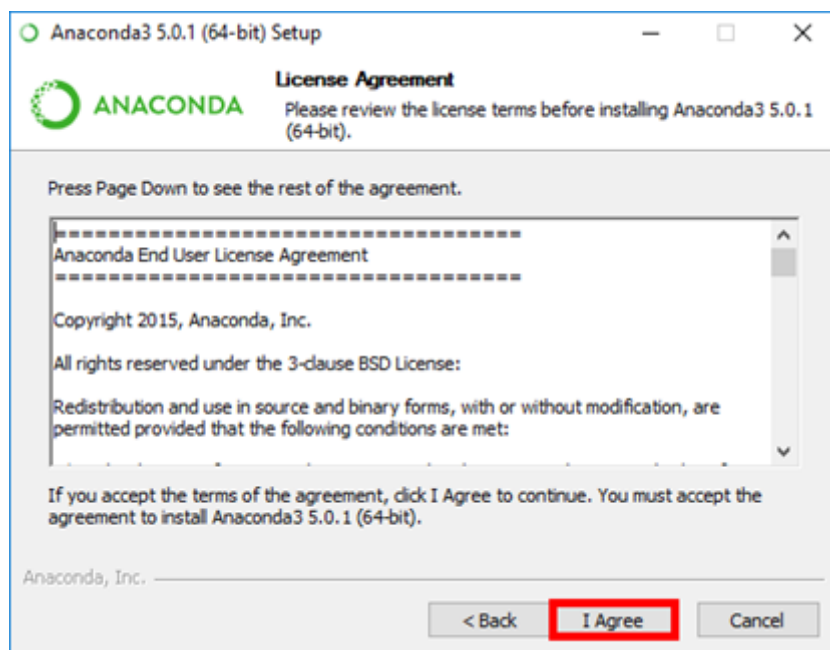
รูปที่ ก-2 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (2)

3. ดับเบิลคลิกไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาเพื่อติดตั้ง Anaconda คลิกที่ปุ่ม Next ดังรูปที่ ก-3



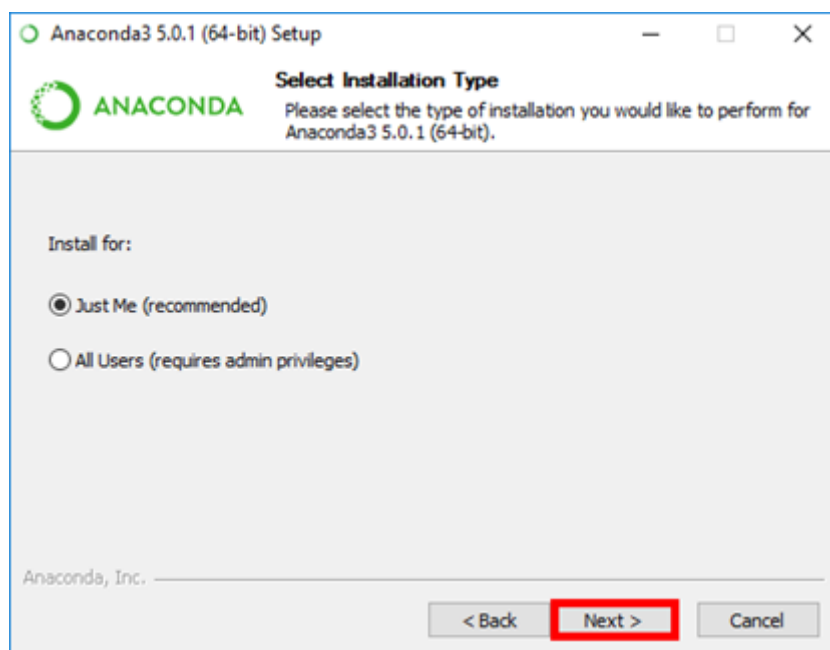
รูปที่ ก-3 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (3)

4. คลิกที่ปุ่ม I Agree ดังรูปที่ ก-4



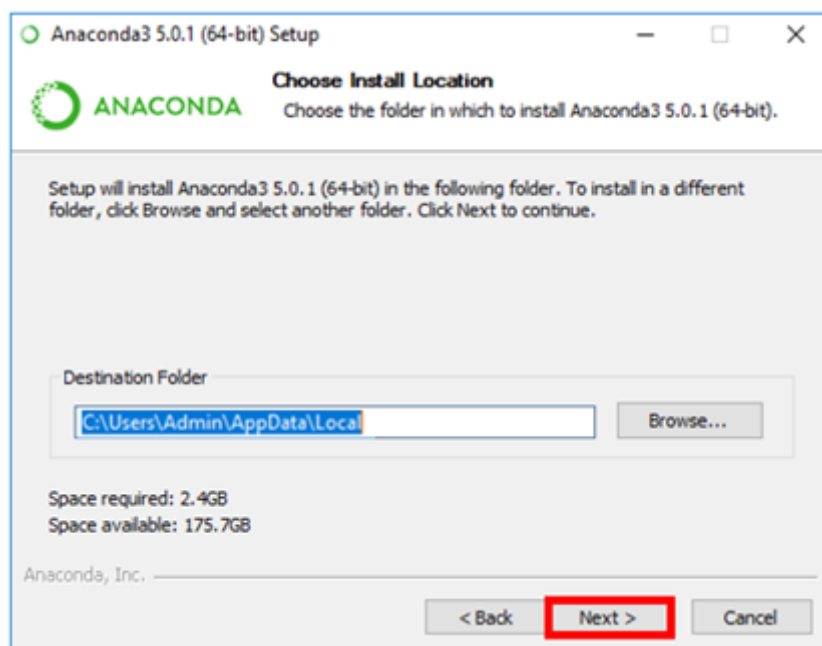
รูปที่ ก-4 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (4)

5. เลือก Just Me (recommended) แล้วคลิกปุ่ม Next ดังรูปที่ ก-5



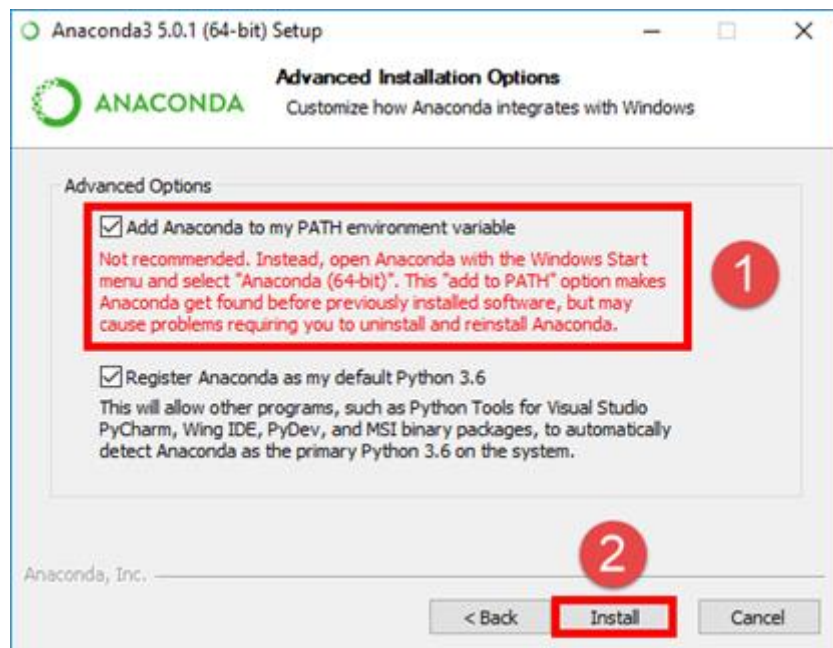
รูปที่ ก-5 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (5)

6. คลิกที่ปุ่ม Next ดังรูปที่ ก-6



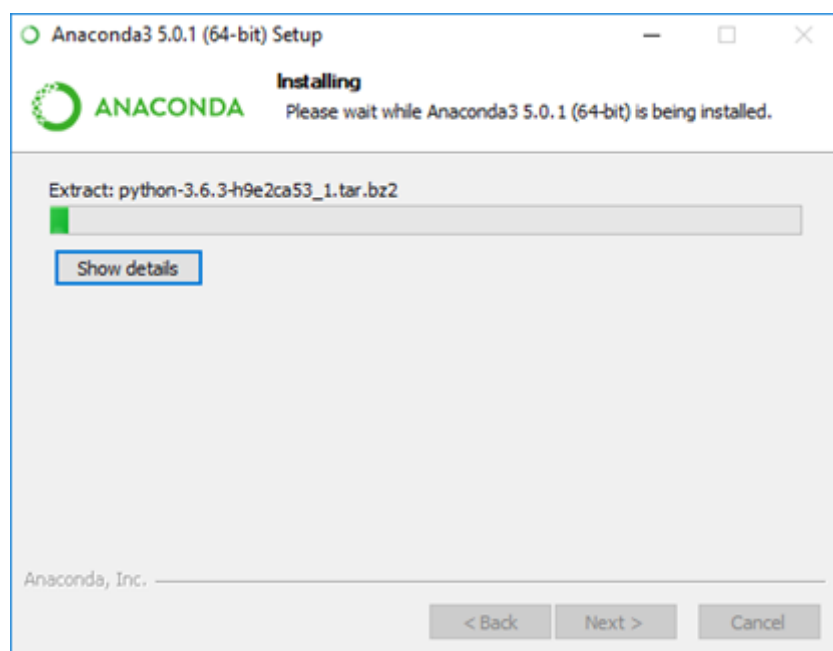
รูปที่ ก-7 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (6)

7. เลือก Add Anaconda to my PATH environment variable แล้วคลิกปุ่ม Install ดังรูปที่ ก-7



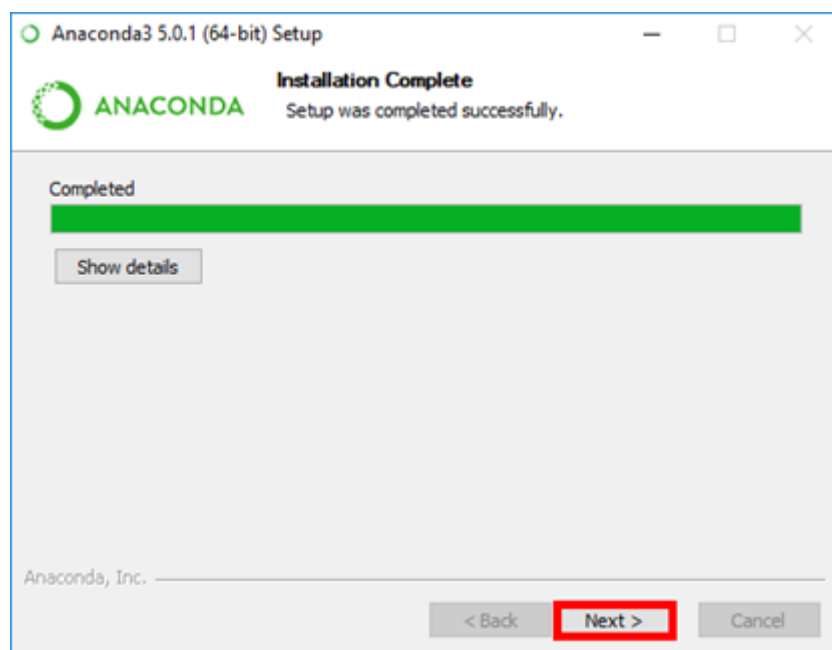
รูปที่ ก-7 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (7)

8. รอจนกว่าการติดตั้งจะเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ ก-8



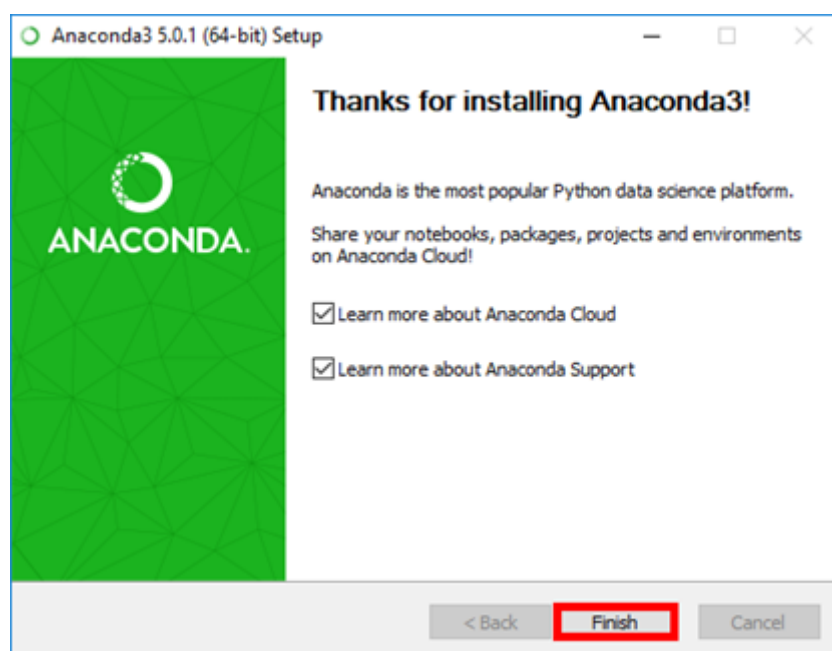
รูปที่ ก-8 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (8)

9. เมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วให้คลิกปุ่ม Next ดังรูปที่ ก-9



รูปที่ ก-9 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (9)

10. คลิกที่ปุ่ม Finish ดังรูปที่ ก-10



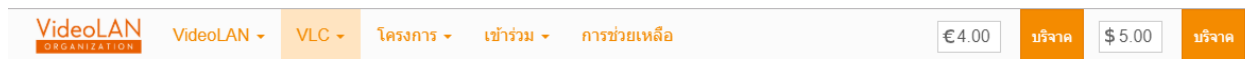
รูปที่ ก-11 ขั้นตอนการติดตั้ง Anaconda (10)

ภาคผนวก ข

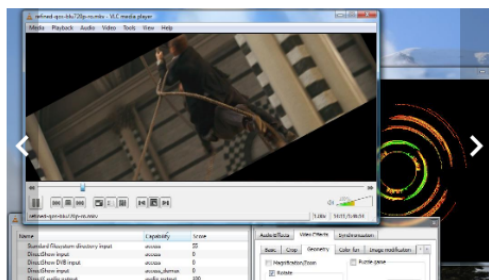
ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player

1. เข้าไปที่เว็บไซต์ <https://www.videolan.org/vlc/download-windows.th.html> เลือก

ดาวน์โหลดเวอร์ชันสำหรับ ระบบปฏิบัติการ Windows ดังรูปที่ ข-1



VideoLAN, โปรแกรม และ องค์การไม่แสวงผลกำไร.



VLC for Windows

VLC ฟรี ทั้งยังเป็นโปรแกรมเล่นมัลติมีเดียแบบโอเพนซอร์สและข้ามแพลตฟอร์ม สามารถเล่นแฟ้มมัลติมีเดียส่วนมากได้ดี เช่น DVD, CD เสียง, VCD และโปรโตคอลทำการกระจายข้อมูลต่างๆ

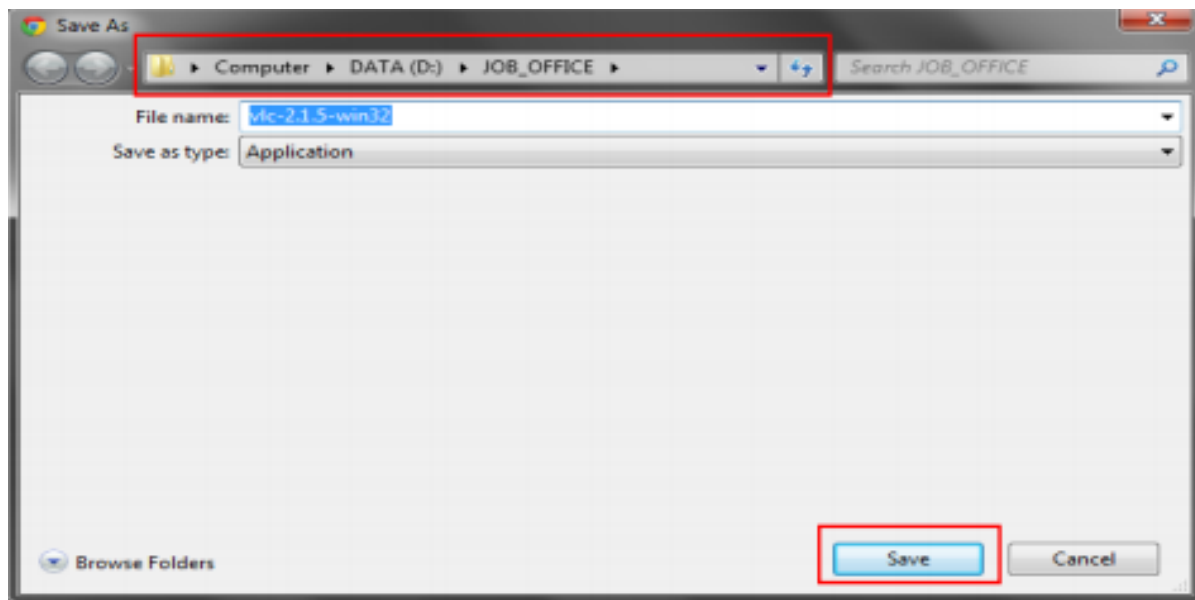
ดาวน์โหลด VLC

Version 3.0.6 • Windows • 38 MB
80,133,386 ดาวน์โหลดแล้ว

รูปที่ ข-1 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (1)

2. จะปรากฏหน้าต่างดาวน์โหลดโปรแกรม เลือก Part ที่ต้องการเก็บโปรแกรม และคลิกปุ่ม

Save ดังรูปที่ ข-2



รูปที่ ข-2 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (2)

3. ดาวนโหลดโปรแกรมเสร็จแล้วคลิกเลือกไฟล์ที่ดาวนโหลดมา ดังรูปที่ ข-3



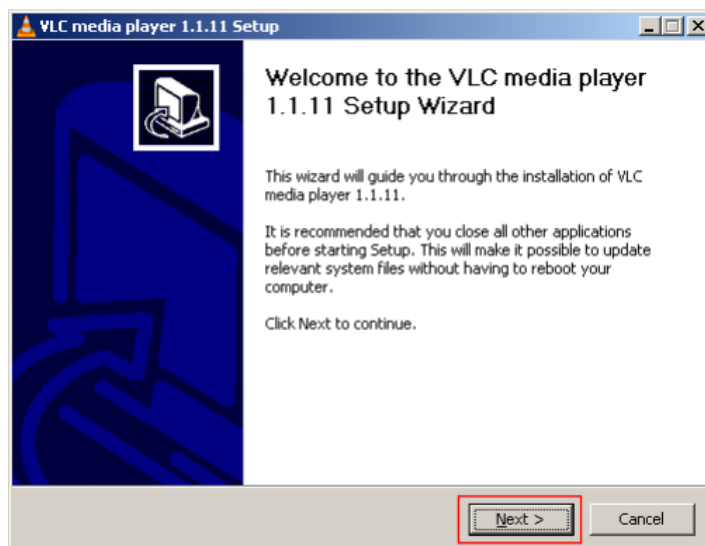
รูปที่ ข-3 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (3)

4. หน้ต่างการติดตั้งโปรแกรมจะปรากฏขึ้น คลิกปุ่ม Run ดังรูปที่ ข-4



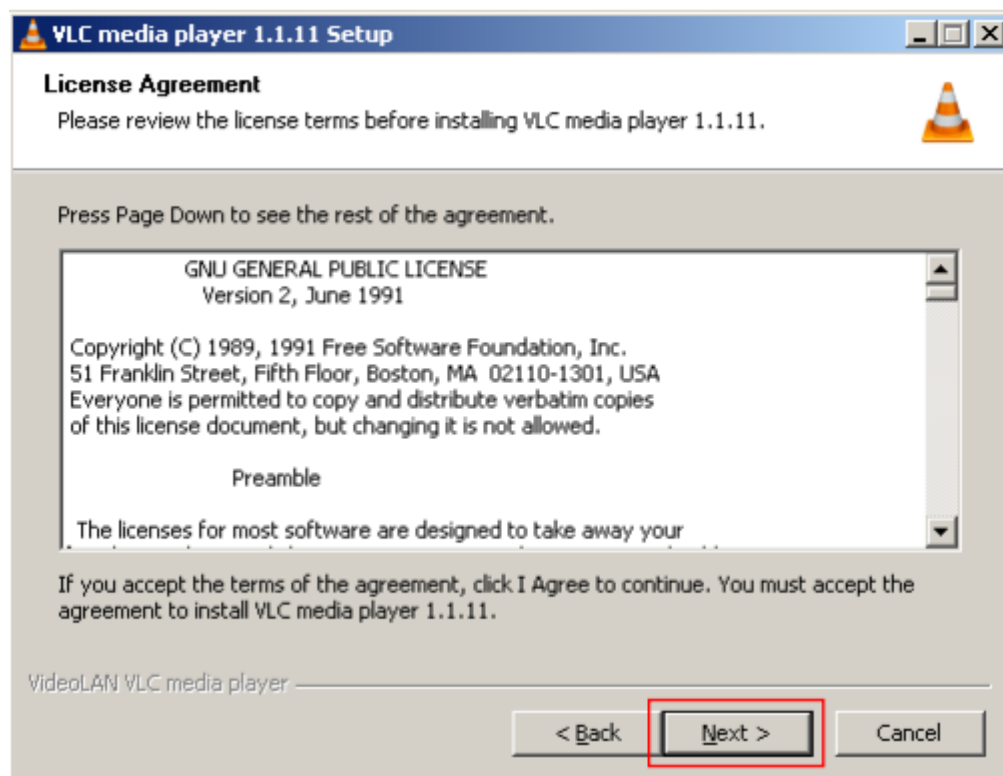
รูปที่ ข-4.ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (4)

5. ระบบจะนำเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรม คลิก Next ดังรูปที่ ข-5



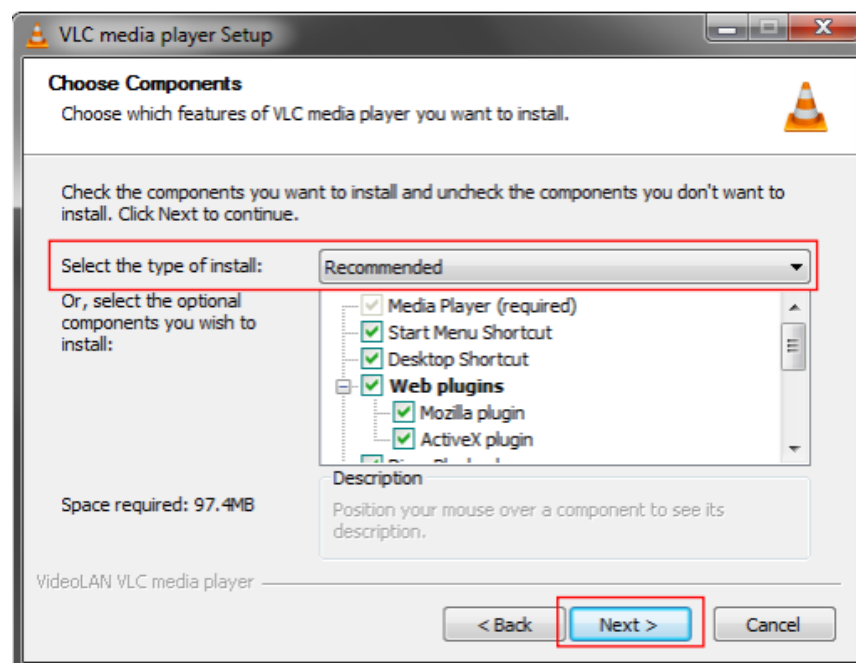
รูปที่ ข-5 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (5)

6. คลิก Next ดังรูปที่ ข-6



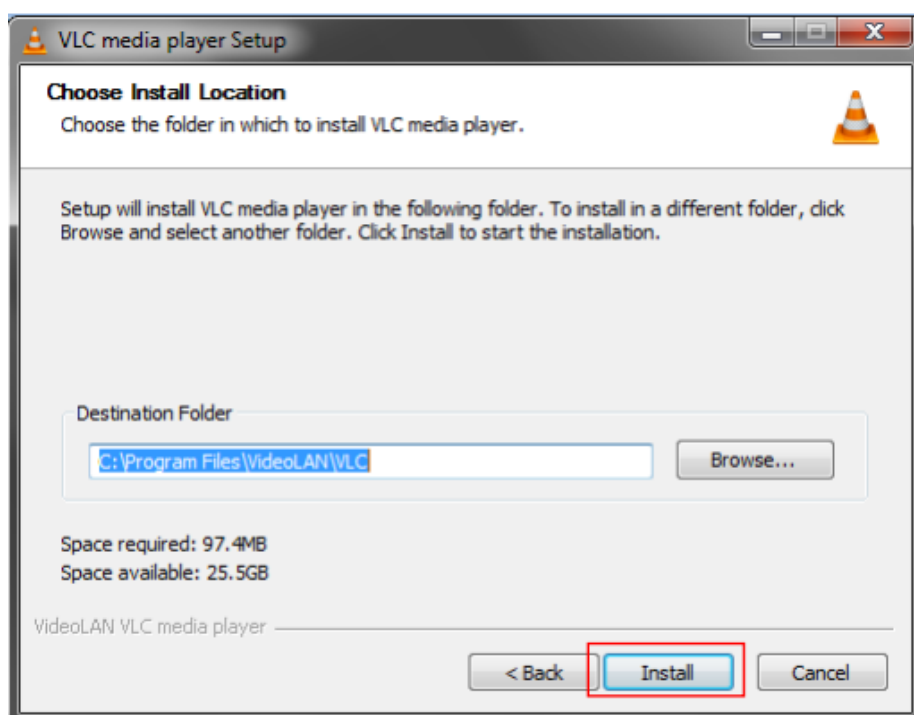
รูปที่ ข-6 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (6)

7. Select the type of install เลือก Recommended จากนั้นคลิกปุ่ม Next ดังรูปที่ ข-7



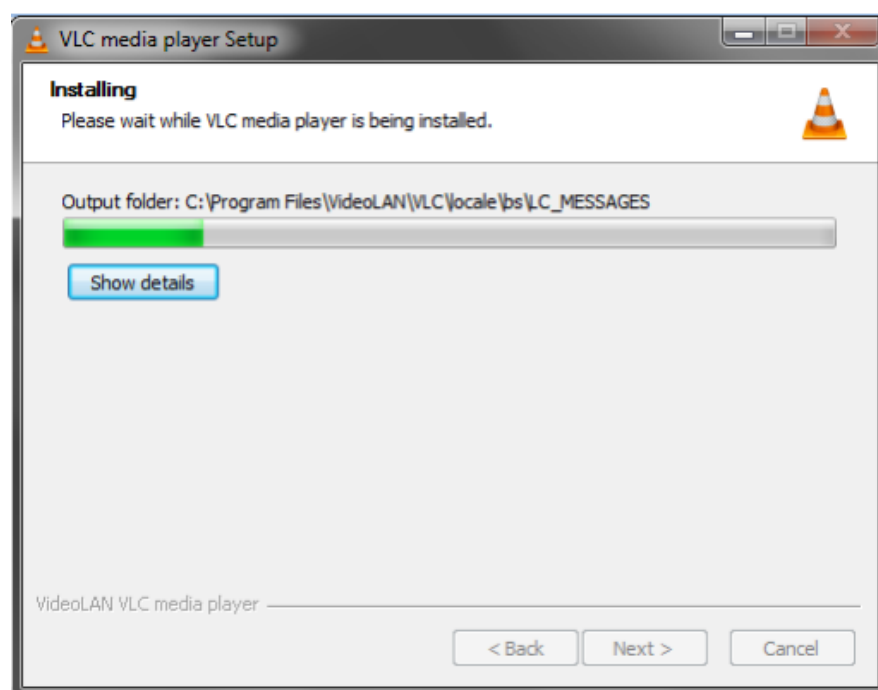
รูปที่ ข-7 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (7)

8. คลิกปุ่ม Install ดังรูปที่ ข-8



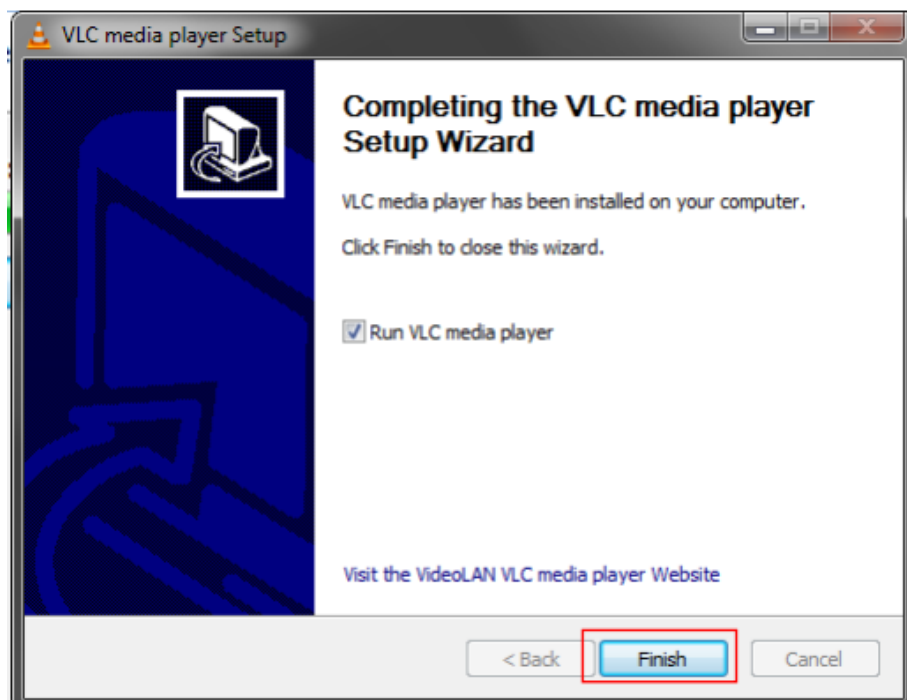
รูปที่ ข-8 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (8)

9. ระบบจะทำการติดตั้งโปรแกรมโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ ข-9



ดังรูปที่ ข-9 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (9)

10. เมื่อระบบติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้าต่างแจ้งให้ทราบ จากนั้นคลิกปุ่ม Finish ดังรูปที่ ข-10



รูปที่ ข-9 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (10)

11. จะแสดงหน้าต่างคุณล่ำง เป็นการInstall เสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ ข-11



รูปที่ ข-11 ขั้นตอนการติดตั้ง VLC media player (11)

ภาคผนวก ค
การทำงานในส่วนของ python

● Modules ที่ใช้ในการทำ Regression

Module	Pandas
การทำงาน	ใช้ Pandas ในการโหลดไฟล์ข้อมูล excel จะได้ข้อมูลในรูปแบบตาราง (DataFrame) ที่แบ่งข้อมูลตามแถวและคอลัมน์
Module	Numpy
การทำงาน	ใช้ Numpy ในการแปลงชุดข้อมูลเป็น Array
Module	Keras
การทำงาน	ใช้ Keras ซึ่งเป็น deep learning library ใน Python ในการทำ Regression โดยกำหนดค่าแต่ละโมเดลดังนี้ ● Conv2D(32,(3,3)) ● activation="relu" ● MaxPooling2D(pool_size=(3,3)) ● Dropout(0.2) ● Flatten() ● compile(loss='mean_squared_error',optimizer=keras.optimizers.RMSprop(lr=0.001),metrics=['mean_absolute_error','mean_squared_error']) ● แปลง array_to_img, img_to_array
Module	Matplotlib
การทำงาน	ใช้ในการคำนวณด้านคณิตศาสตร์และพลอตกราฟสองมิติจาก array