

## ระบบตรวจจับไฟไหม้

### Automatic Fire Detection System

รักษพงศ์ ทอหุล<sup>1</sup> เกษมสิทธิ์ ตียพันธ์<sup>2</sup>

วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email: rakpong\_thorhun@cmu.ac.th, kasemsit.t@cmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาไฟป่าถือเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะการเกิดไฟป่าขึ้นหากเกิดขึ้นโดยไม่สามารถแก้ปัญหาได้เร็ว ไฟป่าจะก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก การที่เราสามารถตรวจจับไฟป่าที่กำลังเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะสามารถลดความเสียหายจากการเกิดไฟป่าได้

โดยระบบตรวจจับไฟใหม่นั้นจะทำการนำภาพมาตรวจจับไฟและควันไฟโดยใช้โครงข่ายประสาท (neural network) ประเภท CNN (Convolutional Neural Network) เพื่อเป็นตัวจำแนก (classifier) ว่าภาพที่ได้ในขณะนั้นเกิดไฟไหม้ขึ้นหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลแจ้งออกมาให้ทราบ โดยภาพที่ระบบตรวจจับไฟไหม้จะรับเข้ามาเป็นวิดีโอที่จะนำไปแยกเป็นเฟรมภาพโดยภาพนั้นจะเป็นภาพลักษณะมุมสูงเพื่อจำลองว่าเป็นการตรวจจับจากกล้องบนหอคอยตรวจจับไฟป่านั่นเอง

**คำสำคัญ:** โครงข่ายประสาท, Convolutional Neural Network, ควันไฟ

#### 1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาไฟป่าถือเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะการเกิดไฟป่าขึ้นหากเกิดขึ้น

โดยไม่สามารถแก้ปัญหาได้เร็ว ไฟป่าจะก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากทั้งในส่วนของ ดังนั้นการที่เราสามารถตรวจจับไฟป่าที่กำลังเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะสามารถลดความเสียหายจากการเกิดไฟป่าได้เป็นอย่างมากโดยการตรวจจับไฟป่าในประเทศไทยในปัจจุบันมีหลายประเภทอาทิเช่น การตรวจจับโดยใช้พลเดินเท้าหรือยานยนต์ออกค้นหาตามจุดเสี่ยง การติดตั้งหอดูไฟในการเฝ้าระวังไฟป่า การตรวจหาไฟโดยใช้ดาวเทียม สิ่งที่เราสนใจคือการตรวจจับไฟและควันไฟโดยใช้หอดูไฟซึ่งใช้เจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่จะต้องอยู่ประจำการบนหอดูและตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาซึ่งมีข้อเสียคือในการประจำการเป็นเวลานานเจ้าหน้าที่อาจจะเบื่อหน่ายหรือเพลอหลับได้อันจะก่อให้เกิดโอกาสที่จะตรวจจับไฟไหม้ได้ช้าเราจึงคิดว่าสามารถใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับไฟไหม้ได้โดยติดตั้งกล้องไว้บนหอดูไฟแล้วนำภาพที่ได้จากกล้องมาตรวจจับไฟโดยใช้โครงข่ายประสาท (neural network) ประเภท CNN (Convolutional Neural Network) เพื่อเป็นตัวจำแนก (classifier) ว่าภาพที่ได้จากหอดูไฟในขณะนั้นเกิดไฟไหม้ขึ้นหรือไม่ เพื่อสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับไฟและลดความผิดพลาดจากเจ้าหน้าที่ได้

#### 2. หลักการทำงานของระบบ

##### 2.1 Convolutional Neural Network [1]

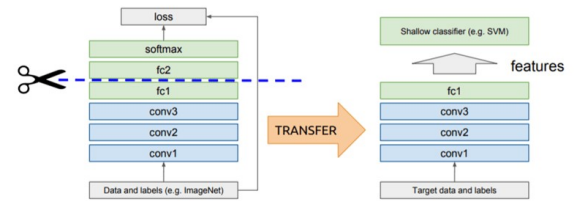
Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน เป็นโครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งในกลุ่ม bio-inspired โดยที่ CNN จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นที่ย่อย ๆ และนำกลุ่มของพื้นที่ย่อย ๆ มาผสมกัน เพื่อดูว่าสิ่งที่เห็นอยู่เป็นอะไรกันแน่ การมองพื้นที่ย่อยของมนุษย์จะมีการแยกคุณลักษณะ (feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้น และการตัดกันของสี ซึ่งการที่มนุษย์รู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสี่เหลี่ยม เพราะมนุษย์ดูทั้งจุดที่สนใจและบริเวณรอบ ๆ ประกอบกัน

## 2.2 Transfer Learning [2]

โมเดล Deep Learning หลาย ๆ ตัวที่เราใช้อยู่ มีความซับซ้อน มี Parameter (Weight) จำนวนหลายล้านตัว การเริ่มต้นเทรนโมเดล Deep Learning ที่ซับซ้อนขนาดนี้ ตั้งแต่ต้น (Weight Initialization ด้วยค่า Random) ต้องใช้ทั้งข้อมูล Dataset ขนาดใหญ่ พลังการประมวลผลมหาศาล และเวลาหลายวันจนถึงหลายสัปดาห์ Transfer Learning คือ เทคนิคที่ช่วยลดเวลาการเทรนโมเดล Deep Learning ด้วยการนำบางส่วน of โมเดลที่เทรนเรียบร้อยแล้ว กับงานที่ใกล้เคียงกัน มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของโมเดลใหม่ ในทางปฏิบัติ มีคนจำนวนน้อยมากที่เทรน Convolutional Neural Network ตั้งแต่ต้น เนื่องจากไม่มีชุดข้อมูล Dataset ที่ใหญ่พอ ดังนั้นคนส่วนใหญ่จึงใช้วิธีนำโมเดล ConvNet ที่เทรนกับชุดข้อมูล Dataset ขนาดใหญ่ (เช่น ImageNet ที่มีข้อมูลตัวอย่างจำนวน 1.2 ล้านรูป ประกอบด้วย 1000 หมวดหมู่) นำโมเดลนั้นมาเป็นโมเดลตั้งต้นเพื่อเทรนต่อ กับ Dataset ขนาดเล็กในงานเฉพาะทาง หรือ ใช้สกัด Feature สำหรับงานที่ต้องการออกมา

Idea: use outputs of one or more layers of a network trained on a different task as generic feature detectors. Train a new shallow model on these features.

Assumes that  $D_S = D_T$



การใช้ Transfer Learning ส่วนใหญ่ แบ่งเป็น 3 แบบดังนี้

- ใช้ ConvNet เป็น Fixed Feature Extractor – นำ ConvNet มาลบ Dense Layer สุดท้ายออกไป เราจะได้ Feature Extractor ที่เราสามารถสร้าง Linear Classifier (Head) เทรนให้ Classify Feature เหล่านี้ สำหรับงานใหม่ กับชุดข้อมูล Dataset ใหม่ที่มีขนาดเล็กกว่ามาก
- Fine-tuning โมเดล ConvNet – แทนที่เราจะเทรนเฉพาะ Head เราสามารถ Fine-tuning ทั้งโมเดล ConvNet ทุก Layer เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น กับงานใหม่ และ Dataset ใหม่
- Pretrained models – เนื่องจาก ConvNet สมัยใหม่ ต้องใช้เวลาเทรนที่ยาวนานประมาณ 2-3 สัปดาห์ บนเครื่อง Server ความเร็วสูง ที่มีหลาย GPU จึงมีผู้นำ Pretrained models โมเดลที่เทรนเรียบร้อยแล้ว มาแชร์กันในอินเทอร์เน็ต ให้ผู้อื่นได้ใช้ เรียกว่า Model Zoo

ซึ่งในโครงการนี้จะใช้การ transfer learning แบบ Fine-tuning จาก Model Zoo ที่ชื่อ MobileNetV2 ดังนี้

Model: "MobileNetV2"

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 224, 224, 3)]	0
mobilenetv2_1.00_224 (Func	(None, None, None, 1280)	2257984
avg_pool (GlobalAveragePooli	(None, 1280)	0
batch_normalization (BatchNo	(None, 1280)	5120
top_dropout (Dropout)	(None, 1280)	0
pred (Dense)	(None, 2)	2562
activation (Activation)	(None, 2)	0
=====		
Total params: 2,265,666		
Trainable params: 2,228,994		
Non-trainable params: 36,672		

## 2.3 Dataset ในการฝึกสอนของระบบ

โครงการนี้เป็นระบบตรวจจับไฟไหม้จากรูปภาพตั้งนั้นทางผู้จัดทำจึงได้ไปทำการรวบรวมรูปภาพที่มีควันไฟอยู่ในภาพและรูปภาพที่ไม่มีควันไฟอยู่ในภาพมาทำการฝึกสอนระบบที่ได้จากการ transfer learning แบบ Fine-tuning จาก Model Zoo ที่ชื่อ MobileNetV2 โดยข้อมูลภาพที่ได้รวบรวมมาจะเป็นภาพสี โมเดล RGB นามสกุลไฟล์ jpg เป็นจำนวน 4,304 รูป แบ่งเป็นรูปภาพที่ไม่มีควันไฟ 2,097 รูป และรูปที่มีควันไฟ 2,207 รูปซึ่งภาพที่ได้รวบรวมมาจะมีตัวอย่างดังนี้

- ภาพที่ไม่มีควันไฟ



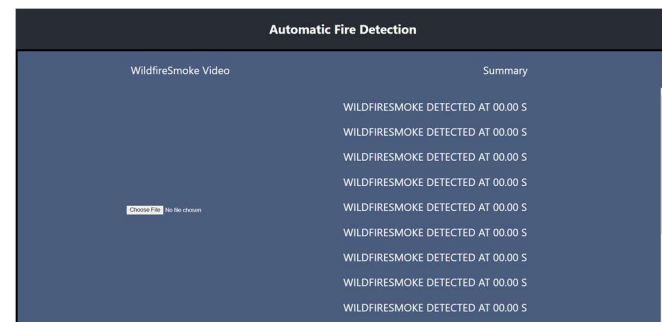
- ภาพที่มีควันไฟ



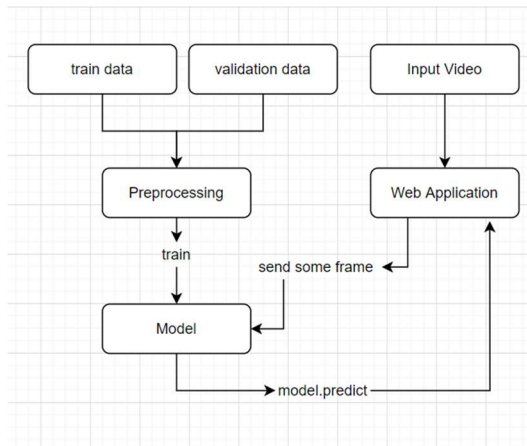
## 2.4 การสร้างเว็บแอปพลิเคชัน

- การพัฒนาส่วนการแสดงผล

ในส่วนของการพัฒนาส่วนแสดงผลเลือกใช้ React ซึ่งเป็น ไลบรารี JavaScript โดยสามารถใช้งานเป็นรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถเข้าได้ทุกอุปกรณ์ที่รองรับเว็บเบราว์เซอร์แต่เหมาะกับอุปกรณ์ pc ที่สุด ซึ่งมีปุ่มอัปโหลดไฟล์วิดีโอที่มีควันไฟ และจะมีส่วนแสดงผลการทำนายจากโมเดลจากรูปที่ได้มาจากวิดีโอดังนี้

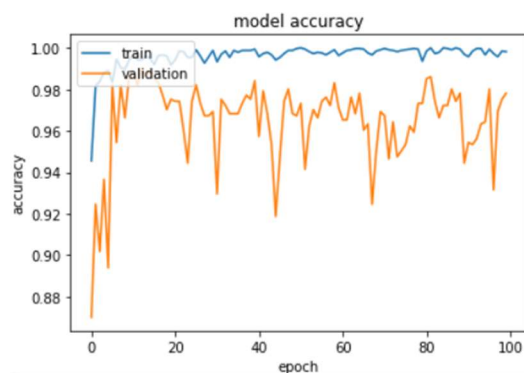


- การพัฒนาส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล  
จะนำโมเดลที่ได้รับการฝึกสอนมาแล้วมาทำการทำนายรูปที่ได้จากเฟรมภาพจาก วิดีโออินพุตจากหน้าส่วนการแสดงผลแล้วนำผลการทำนายที่ได้ส่งกลับไปยังส่วนการแสดงผลใช้เครื่องมือพัฒนาเป็น flask ที่ใช้ภาษา python ในการพัฒนา
- Data flow



### 3. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ผ่านมาผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดลองนำข้อมูลภาพเข้ามาฝึกสอนโมเดลที่ได้จากการ transfer learning แบบ Fine-tuning จาก Model Zoo ที่ชื่อ MobileNetV2 มาหลายครั้งและหลายจำนวนข้อมูลภาพโดยจะมั้งแต่การฝึกสอนโดยใช้ข้อมูลจำนวน 2,723 รูป และข้อมูลจำนวน 4,304 รูป และใช้จำนวน epoch ในการฝึกสอนจำนวน 100 epoch ซึ่งได้ค่า accuracy ในช่วง 82 epoch ที่มีค่า accuracy ที่ดีที่สุดเป็น 0.9861 ดังนี้



และได้นำโมเดลนี้ที่ได้รับการฝึกสอนแล้วไปทดสอบกับรูปข้อมูลทดสอบที่โมเดลไม่เคยเห็นมาก่อนได้ค่า accuracy = 0.976 ดังนี้

```

Evaluate on test data
125/125 [=====] - 44s 347ms/
test loss, test acc: [0.07671535760164261, 0.97600001
  
```

โดยเมื่อนำโมเดลที่ได้ไปทดสอบการคาดเดากับข้อมูลทดสอบทีละรูปจะได้รายละเอียดความถูกต้องดังนี้

ข้อมูลทดสอบทั้งหมด 125 รูปแบ่งเป็น รูปที่ไม่มีควันไฟ 62 รูปและรูปที่มีควันไฟ 63 รูป

True	False	True	False
Positive	Positive	Negative	Negative
62	0	60	3

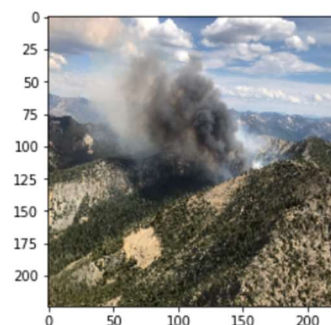
True Positive คือกรณีที่รูปไม่มีควันไฟและโมเดลทำนายว่าไม่มีควันไฟ

False Positive คือกรณีที่รูปไม่มีควันไฟและโมเดลทำนายว่ามีควันไฟ

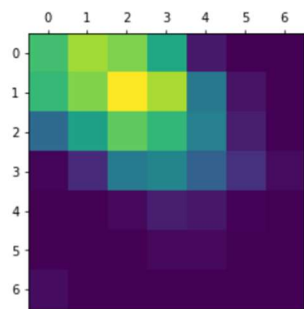
True Negative คือกรณีที่รูปมีควันไฟและโมเดลทำนายว่ามีควันไฟ

False Negative คือกรณีที่รูปมีควันไฟและโมเดลทำนายว่าไม่มีควันไฟ

นอกจากนี้ยังได้ทดลองนำโมเดลที่ผ่านการฝึกสอนแล้วมาทำ Grad-cam ซึ่งเป็นการนำเอาค่าเกรเดียนของโมเดลมาแสดงผลเป็น heatmap เพื่อแสดงให้เห็นว่าโมเดลตัดสินใจทำนายจากควันไฟในรูปภาพจริง ๆ ดังนี้



รูปควันไฟที่นำมาทดสอบ



Heatmap



รูปทดสอบที่นำมาซ้อนกับ heatmap

#### 4. สรุป

จากการรวบรวมข้อมูลรูปภาพที่จะนำมาฝึกสอนได้รูปภาพที่จะนำมาฝึกสอนโดยจะเน้นรูปภาพในลักษณะมุมสูงเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การนำไปใช้นอกจากนี้ในช่วงการทดลองแรก ๆ ที่มีรูป 2,723 รูปนั้นจะเน้นรูปที่มีเฉพาะควันไฟแต่ไม่มีเปลวเพลิงทำให้การทดสอบโมเดลในช่วงแรกโมเดลจะทำนายรูปควันไฟที่เปลวเพลิงไม่ได้เลยและยังมีการทำนายรูปภาพปกติเป็นรูปมีควันไฟบ้าง ภายหลังจึงได้ทำการเพิ่มรูปภาพฝึกสอนเพิ่มไปอีกเป็น 4,304 รูปโดยรูปที่มีควันไฟจะเน้นรูปที่มีควันไฟในลักษณะที่มีเปลวเพลิงอยู่ด้วยเพื่อให้โมเดลนำเปลวเพลิงในควันไฟไปตัดสินใจในการทำนายด้วย ส่วนในรูปปกติจะมีรูปที่ออกโทนสีแดงเพื่อช่วยให้แยกแยะระหว่างเปลวเพลิงได้และมีรูปที่มีหมอกด้วยแต่รูปที่มีหมอกยังคงน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนรูปทั้งหมดเพราะเวลาในการหาและความสามารถในการเข้าถึงรูปที่เน้นในลักษณะมุมสูง

หรือวิวจึงได้รูปที่ต้องการไม่มากเท่าใด จากการทดสอบโมเดลล่าสุดโมเดลสามารถทำนายรูปควันไฟที่มีเปลวเพลิงแล้วแม้จะยังคงมีรูปที่ทำนายผิดอยู่บ้างจะเห็นได้จากค่า False Negative ของโมเดลนั่นเองแต่โดยรวมแล้วโมเดลทำนายภาพได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด ทั้งนี้ อาจจะต้องทดสอบโมเดลกับรูปทดสอบอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่าโมเดลไม่เกิดการ overfit

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Natthawat Phongchit. (2018). *Convolutional Neural Network (CNN) คืออะไร*. สืบค้น 20 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก <https://medium.com/@natthawatphongchit/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87-cnn-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99-e3f5d73eebaa>
- [2] KENG SURAPONG. (2020). *Transfer Learning คืออะไร*. สืบค้น 10 มีนาคม 2563, เข้าถึงได้จาก <https://www.bualabs.com/archives/3493/what-is-transfer-learning-build-headless-mobilenet-model-transfer-learning-machine-learning-mobilenet-json-retrain-webcam-tensorflow-js-tfjs->