

ระบบตรวจจับวัตถุต้องสงสัยจากภาพ X-Ray ตามเวลาจริง

(Suspicious object detection system of X-Ray in real time)

รชต ยัฒนา พศวีร์ เดชศราเดโช สรวงภัสสร นาคแท้

ระบบตรวจจับวัตถุต้องสงสัยจากภาพ X-Ray ตามเวลาจริง
Suspicious object detection system of X-Ray in real time.

รชต ยัฒนา, พศวีร์ เดชศราเดโช, สรวงภัสสร นาคแท้
ภาควิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
s6007021858638@email.kmutnb.ac.th, s6007021858611@email.kmutnb.ac.th,
s6007021858522@email.kmutnb.ac.th

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ
ภาควิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
mahsak.k@it.kmutnb.ac.th

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแต่ละวันผู้โดยสารจำนวนมากที่ใช้บริการสนามบิน ระบบความปลอดภัยในสนามบินจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก โดยส่วนใหญ่แล้วผู้โดยสารก็จะประพาดตมเป็นพลเมืองดีปฏิบัติตามกฎของสนามบิน อย่างไรก็ตามผู้ก่อการร้ายหรืออาชญากรมักจะแฝงมาท่ามกลางผู้โดยสารเหล่านั้น หรือในบางครั้งโดยมิได้เจตนา ตัวเราเองก็อาจพกพาวัตถุอันตรายติดตัวขึ้นไปบนเครื่องบินโดยสารได้เช่นกัน

ปัจจุบันสนามบินส่วนใหญ่จะใช้ Computer X-ray Tomography Scanner เป็นเครื่องตรวจสอบหาวัตถุอันตรายในกระเป๋าสัมภาระส่วนที่ต้องเก็บไว้ใต้ท้องเครื่องบิน เครื่อง X-ray CT นี้ มีลักษณะเป็นท่อกว้างที่สามารถวางของที่ต้องการตรวจสอบไวภายใน เครื่องจะแสดงผลเป็นภาพสองมิติ ที่เรียกว่า Tomogram หรือ Slice ของสิ่งของที่อยู่ภายในกระเป๋า อย่างไรก็ตามการตรวจสอบกระเป๋าโดยเครื่อง X-ray นั้น ขึ้นอยู่กับความตั้งใจและความเชี่ยวชาญของพนักงาน ในการแปลผลที่ได้จากหน้าจอภาพสองมิติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาด เนื่องจากความตึงเครียดและความจำของพนักงานที่ต้องทำหน้าที่ตลอดเวลา

จากปัญหาและการวิเคราะห์ข้างต้น ทางผู้วิจัยได้จัดทำระบบตรวจจับวัตถุต้องสงสัยจากภาพ X-ray ตามเวลาจริง โดยใช้ Deep Learning เข้ามาช่วยในการตรวจจับวัตถุต้องสงสัย โดยระบบจะทำการตรวจจบบจากภาพที่ได้จากเครื่อง Computer X-ray Tomography Scanner เมื่อพบวัตถุต้องสงสัยที่ตรงกับใน Data Base ระบบจะทำการส่งสัญญาณแจ้งเตือนทันที เพื่อให้พนักงานดำเนินการตรวจสอบต่อไป

2. วัตถุประสงค์

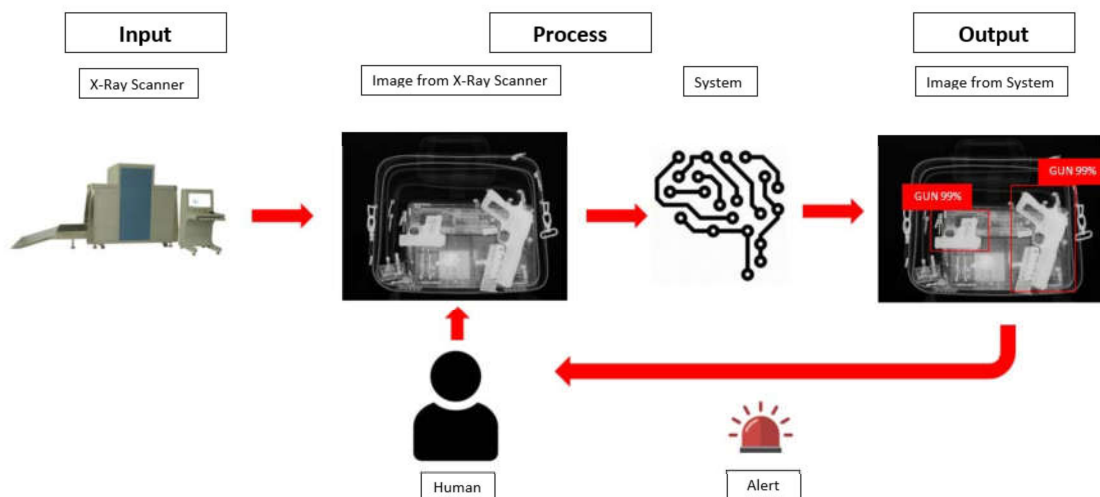
- 2.1 เพื่อช่วยในการตรวจจับวัตถุต้องสงสัยให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- 2.2 เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน
- 2.3 เพื่อช่วยลดอัตราการก่อการร้าย หรือ อาชญากรรม

3. ขอบเขต และ ข้อจำกัดของงาน

3.1 ระบบนี้ทำงานร่วมกับเครื่องสแกนวัตถุอันตรายในกระเป๋าสัมภาระ โดยใช้ภาพจากเครื่องสแกนแล้วนำมาประมวลผลเพื่อหาวัตถุต้องสงสัยที่ได้ระบุไว้ตามเวลาจริง เพื่อให้พนักงานทำการตรวจสอบและดำเนินการต่อไปตามกฎหมายของสนามบินนั้น

3.2 ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับการก่อการร้ายการก่ออาชญากรรม ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากภาพ X-ray

4. วิธีการพัฒนา และเทคนิคที่ใช้



Input: เครื่อง X-Ray Scanner จะทำการสแกนกระเป๋าสองทางนักท่องเที่ยวที่ละใบเพื่อให้ได้รูปภาพ X-Ray ซึ่งทำงานร่วมกับเจ้าหน้าที่

Process: เมื่อได้ภาพ X-Ray ทางระบบตรวจจับวัตถุต้องสงสัยจากภาพ X-ray ตามเวลาจริง จะทำการตรวจสอบภาพที่ได้เพื่อตรวจจับวัตถุภายในกระเป๋าว่าตรงกับในฐานข้อมูลหรือไม่ จากนั้นระบบจะทำการส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาวิเคราะห์

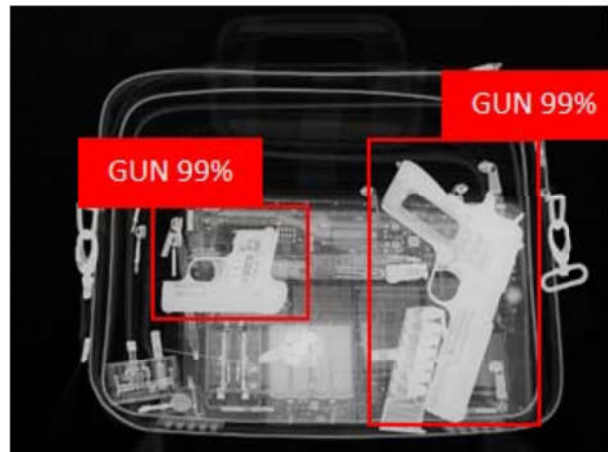
Output: ระบบทำการส่งผลลัพธ์ที่ทางระบบวิเคราะห์มีดังนี้

1. Pass: ไม่พบสิ่งผิดปกติ ระบบดำเนินการตรวจสอบกระเป๋าต่อไป
2. No Pass: พบสิ่งผิดปกติ ระบบดำเนินการแจ้ง Alert เตือนเพื่อให้ทางเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบ และดำเนินการต่อไป

การทำงานของระบบเริ่มจากเครื่อง X-Ray Scanner ที่ทำหน้าที่ X-Ray ภาพภายในกระเป๋าของนักเดินทางทำการส่งภาพที่ได้เข้าไปในระบบตรวจจับวัตถุต้องสงสัยจากภาพ X-Ray ตามเวลาจริง ซึ่งระบบจะทำงานร่วมกับพนักงานในการช่วยลดข้อผิดพลาดของเจ้าหน้าที่ โดยเมื่อส่งภาพ X-Ray ที่เข้ามาในระบบ ระบบจะทำการตรวจสอบภาพที่ได้จากการ X-Ray ว่าตรงกับข้อมูลใน Database หรือไม่ โดยตัวอย่างรูปภาพใน Database ดังนี้

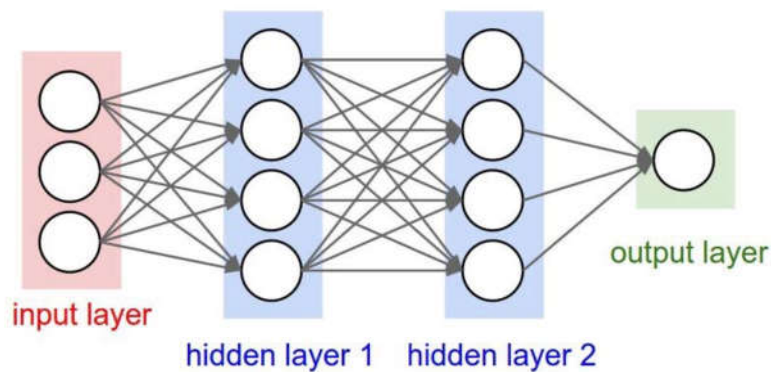


ตัวอย่างข้อมูลใน Database



ภาพขณะรันโปรแกรม

โปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยใช้ Deep learning เป็นกระบวนการหนึ่งของ machine learning มันทำให้เราสามารถเทรน AI และทำนายผลข้อมูลจากข้อมูลที่ป้อนลงไปได้ทั้ง Supervised และ Unsupervised สามารถใช้ในการเทรนได้ ซึ่งเป็นโมเดล AI โดยเราจะเทรนข้อมูลโดยใช้ supervised learning คล้ายๆ กับสมองของสัตว์ใน Neural Network จะมีเซลล์ประสาท (neurons) ซึ่งมันจะถูกแสดงด้วยสัญลักษณ์วงกลมในแผนภาพ ซึ่ง neuron เหล่านี้จะมีการเชื่อมต่อถึงกัน



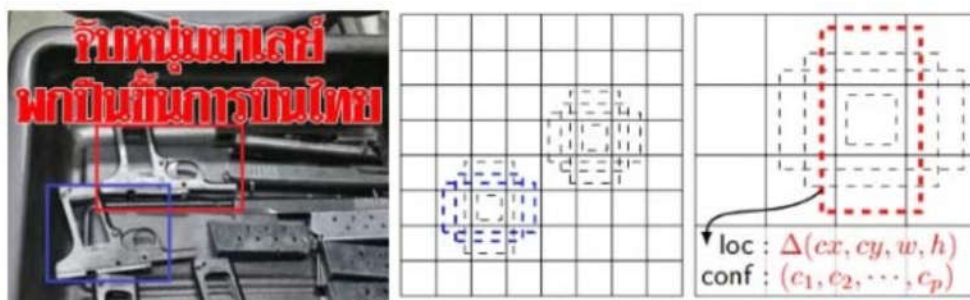
Neuron จะถูกแบ่งเป็น 3 ชั้นได้แก่

1. Input Layer
2. Hidden Layer(s) — สามารถมีมากกว่า 1 layer ได้
3. Output Layer

Input layer จะเป็นตัวรับข้อมูลเข้ามา โดยแต่ละ neuron ใน input layer จะทำการส่งข้อมูลไปให้ neuron ใน hidden layer แรก

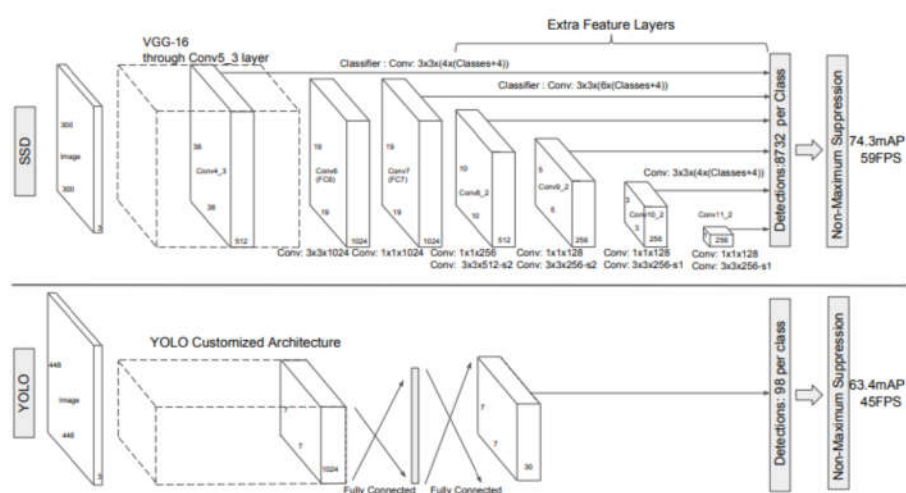
Hidden layers จะทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์กับ input ที่เราป้อนเข้ามา ความท้าทายของการสร้าง neural networks คือการตัดสินใจว่าเราจะให้มี hidden layers กี่ชั้น และจะให้มี neuron ในแต่ละ layer จำนวนเท่าใด

Output layer จะให้ผลลัพธ์จากการทำงาน และใช้ Model “SSD: Single Shot MultiBox Detector” สามารถตรวจจับ box ต่าง ๆ จากหลาย scale เพื่อช่วยให้รับมือกับภาพที่มีวัตถุ scale ต่างกันมากได้ ความสมดุลในเรื่องของการเทรนที่รวดเร็วและมีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจ ในการตรวจสอบและแสดง Label ตามวัตถุที่ได้ทำการเทรนไว้ตามเวลาจริง



(a) Image with GT boxes (b) 8×8 feature map (c) 4×4 feature map

SSD (Single Shot multi-Box Detector)



SSD model จะทำการคาดเดาวัดจากภาพโดยใช้เซตของ convolution เพิ่มแต่ละเลเยอร์ถึงสุดท้ายเป็นเครือข่าย โดยแต่ละกล่องจะมีสเกลที่แตกต่างกัน จากภาพเป็น input ขนาด 300*300 pixel สำหรับแต่ละเลเยอร์นั้นมีขนาด $m \times n$ ทั้งหมด P channels

Training objective

การ Training จะใช้สมการข้างล่างนี้เพื่อวัดค่า localization loss (loc)

$$L(x, c, l, g) = \frac{1}{N} (L_{conf}(x, c) + \alpha L_{loc}(x, l, g)) \quad (1)$$

N คือ จำนวน matched default boxes ถ้า $N = 0$ แสดงว่ามีใกล้เคียงกันค่าจริงมากขึ้น

$$\alpha = 1$$

$$x_{ij}^p = \{1, 0\}$$

เมื่อเจอสิ่งที่เป็นวัตถุต้องสงสัยตามที่ได้ตั้งค่าไว้ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่าน Alert ทันที เพื่อให้เจ้าหน้าที่เข้ามาทำการตรวจสอบ และดำเนินการต่อไป

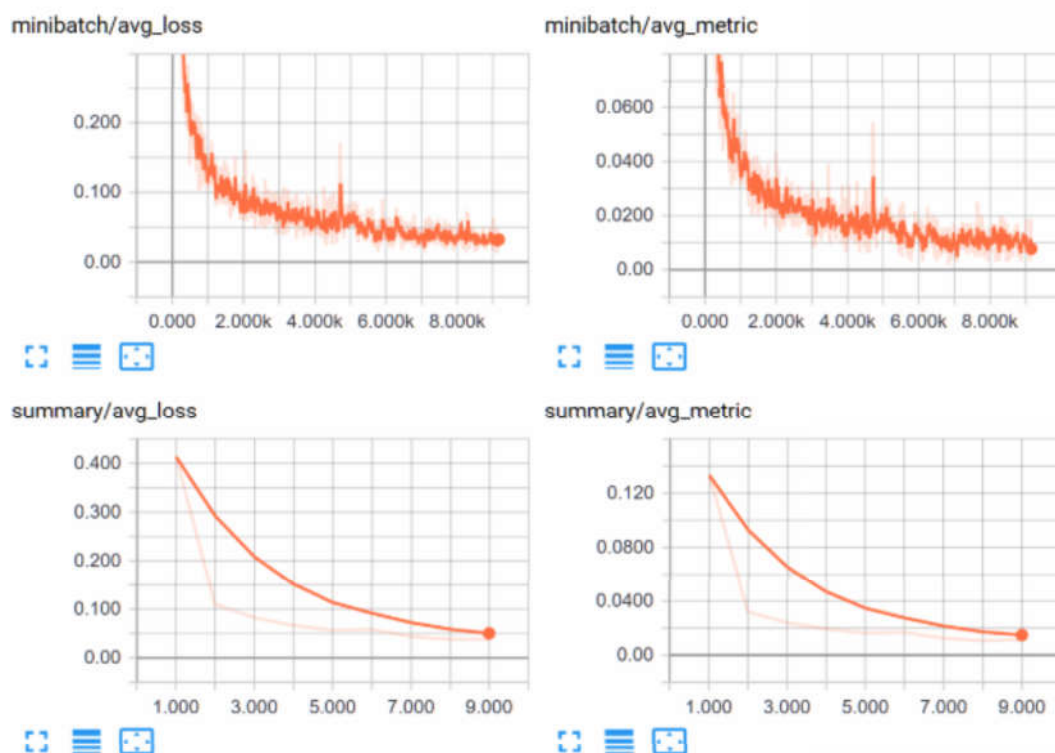
5. จุดเด่นของงาน และประโยชน์ในการนำไปใช้

- 5.1 สามารถเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครื่อง X-ray ได้
- 5.2 สามารถเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายได้
- 5.3 สามารถเขียนโปรแกรม Application บน python ได้
- 5.4 สามารถตรวจจับวัตถุต้องสงสัยได้
- 5.5 ประหยัดจำนวนบุคลากรในการรักษาความปลอดภัย
- 5.6 ลดเวลาในการตรวจสอบเหตุการณ์ย้อนหลัง
- 5.7 ลดต้นทุนในการใช้ระบบรักษาความปลอดภัย
- 5.8 สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อรู้จำวัตถุได้

6. ผลการวิจัย และสรุปผล

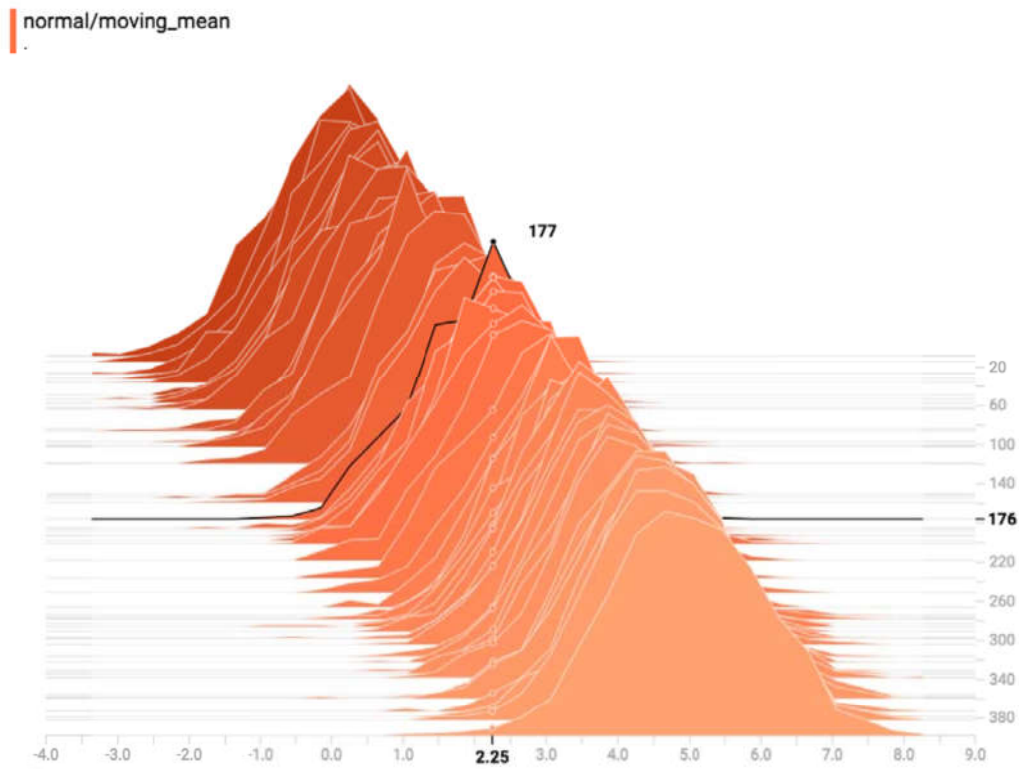
โปรแกรมสามารถตรวจจับวัตถุได้ตามต้องการ มีความน่าเชื่อถือในระดับน่าพอใจ โดยความแม่นยำในการตรวจจับขึ้นอยู่กับภาพในสถานการณ์ที่นำมาใช้ ถ้าได้ภาพตรงกันสถานการณ์ที่ต้องการใช้จริงจะทำให้มีความแม่นยำสูงขึ้นมาก ในส่วนของวัตถุที่ทำการเทรนแล้วเช่น มิด กับ อาวุธปืน สามารถตรวจจับได้เกือบ 100 เปอร์เซนต์ โดยจะแสดง Label เติบโตตามวัตถุนั้นไว้ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อภาพจากเว็บแคมได้แบบเรียลไทม์

จากกราฟด้านล่างเป็นค่าความผิดพลาดจากการเทรน เมื่อเวลาผ่านไปความผิดพลาดยิ่งน้อยลง หากได้ทำการเทรนมากยิ่งขึ้นโปรแกรมจะมีความแม่นยำมากขึ้น (ค่าเข้าใกล้ 0)



ภาพ กราฟความผิดพลาด

จากกราฟด้านล่างเป็นการแสดงให้เห็นถึงระบบเครือข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ เมื่อคลิกที่ Node ใด Node หนึ่งก็จะสามารถแสดงกระบวนการย่อยๆภายใน Note นั้นได้



ภาพ Histogram

Histogram Dashboard จะแสดงวิธีการกระจายบางส่วนในกราฟเมื่อเวลาผ่านไป โดยการแสดงภาพกราฟิกจำนวนมากของเมตริกซ์ที่จุดต่างๆในแต่ละเวลา