

YOLOv5 に基づく火災の炎と煙の検知と識別に関する研究

Study of YOLOv5-based Fire Flame and Smoke Detection and Identification

王海益
指導教員 亀田弘之

東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科 亀田研究室

キーワード： YOLOv5, 深層学習, ターゲット検出, 火災

1. はじめに

火災は人間の生活にとって大きな危険の一つであり、瞬く間に莫大な経済的損失と環境破壊を引き起こします。火災による被害を最小限に抑えるためには、火災の発生を適時・的確に検知し、警告することが重要です。

従来の火災検知方法のほとんどは、火災検知用の物理的識別センサーとして、ポイントタイプの熱検出器、火災検出器、および煙検知器に基づいています。ただし、これらの従来の方法は、温度や煙の濃度などの火災パラメータに過度に依存しており、検出距離と限られた空間範囲に厳しい条件があります。

ディープラーニングを用いた画像処理技術の登場は、火災検知に新たな可能性をもたらしている。開発者は、大量のラベル付きデータセットを提供し、データから炎や煙を自動的に識別するモデルをトレーニングするだけでよく、専門機器や専門知識の完全なバックグラウンドはもはや必要ないのである。

本研究では、ディープラーニングに基づくターゲット検出アルゴリズムのうち、より一般的に使用されている YOLO を選択し、同じデータセットを用いて 5 つの YOLO モデルの性能を比較し、最適化を試す。

2. 関連研究

2.1 従来のビデオ火災検知技術

従来のターゲット検出手法は、まず入力情報を取得する。そして、ノイズ除去や平滑化など、さまざまな画像前処理をまず実施する。そして、検出される画像のうち、ターゲットが高い確率で発生するように前処理された部分を選択し、この部分をマーカー区域とする。そして、このマークされた区域から特徴

量を抽出する操作により、一連の画像ベクトルが生成される。最後に、抽出された画像特徴ベクトルの分類にバウンディングボックス回帰を用い、ターゲット検出結果を得ている。

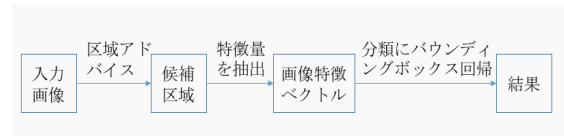


図 1 従来のビデオビデオターゲット検出技術

2.2 ディープラーニングによる火災検知のメリット

ディープラーニングでは、ターゲット検出の処理を視覚的特徴量や分類器に頼らず、ターゲットの特徴抽出で行っている。現在、ターゲット検出に使われている最も効果的なニューラルネットワークのひとつに、複雑な画像の特徴を自動的にかつ効率的に学習・抽出する画像認識アルゴリズムである CNN (Convolutional Neural Networks) があります。そのため、火災画像検出の分野に CNN を導入し、火災画像の特徴を収集する学習アルゴリズムを開発する学者もいます。

現在、ディープラーニングに基づくターゲット検出アルゴリズムは、図 1 に示すように主に候補区域に基づく 2 段階のターゲット検出アルゴリズムと回帰に基づく 1 段階のターゲット検出アルゴリズムに分けられます。候補区域に基づく 2 段階のターゲット検出アルゴリズムは、ネットワーク構造が比較的複雑なため、ターゲット検出の精度率は比較的高いが、検出速度が比較的遅い。また、回帰に基づく 1 段階のターゲット検出アル

ゴリズムのネットワークモデルは比較的単純であるため、このタイプのアルゴリズムの検出速度は速くなります。したがって、実用上は、回帰に基づく1段階のターゲット検出アルゴリズムが検出精度を満足しつつ、リアルタイム映像検出の要件をより満たしている。

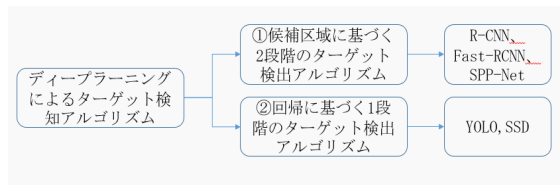


図 2 ディープラーニングによるターゲット検出

2.3 ターゲット検出における YOLO アルゴリズムのメリット

2015 年ターゲット検出を回帰問題として再定義し、単一のニューラルネットワークで実行する YOLO アルゴリズムの誕生により、目標検出分野で急速な発展と優れた成果を上げている。さらに、検出対象の特徴マップが明確でないという問題を解決するために、YOLO は残差ネットワークの考え方を利用して、検出対象の精度を向上させる。YOLO アルゴリズムはこれまでに 5 つのバージョンに更新され、コンピュータビジョンの分野の革新的な成果を取り入れ続けている。現在、YOLOv5 は精度や検出速度の面で以前のバージョンを上回っており、優れたターゲット検出アルゴリズムの一つと考えられています。

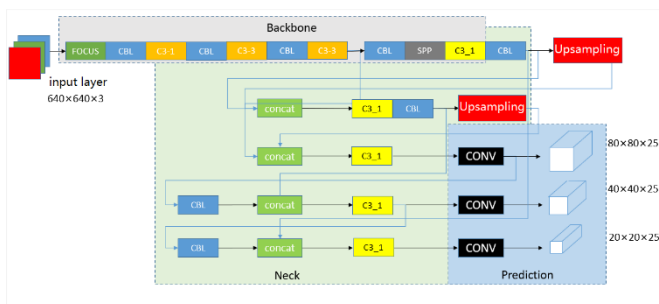


図 3 YOLOv5 のネットワーク構成

3. 実験

火災シーンに適した YOLOv5 検出モデルをトレーニングし、さまざまな屋内および屋外シナリオでの火災ターゲットの検出と認識に適用する。具体的には、様々なシーンの写真とビデオからなるデータセットで

YOLOv5 モデルをトレーニングする、一般的に使用される評価指標の結果平均精度や検出速度などを研究する。

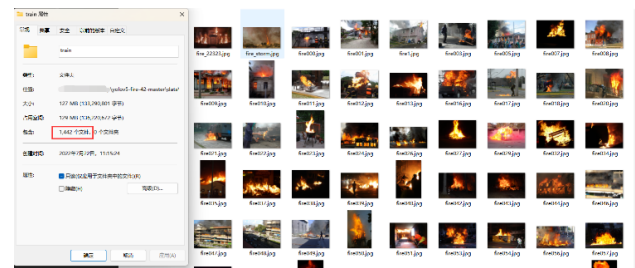


図 4 1400 以上のトレーニングセットの参照

4. 結果

実験により、図 5 に示すように大小 3 つのモデル yolov5l、yolov5m、yolov5s それぞれのターゲット検出損失の平均値であり、値が小さいほど検出精度が高い。1 モデルが最も正確な検出結果となっています。

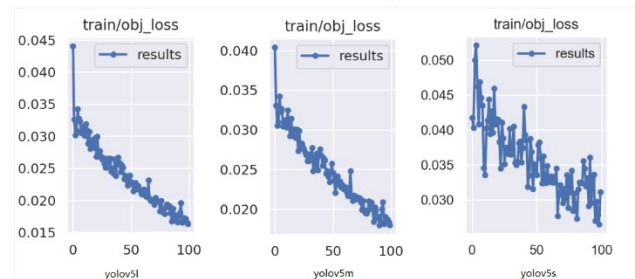


図 5 YOLOv5 モデルの Objectness

5. おわりに

本研究では、ディープラーニングに基づくターゲット検出アルゴリズムのうち、より一般的に使用されている YOLO を選択する。最後に、PyQt5 を使用して火災検知システムを制作します。ユーザーが検出対象の画像をアップロードした後、検出結果が表示されます。