

胸部 X 線画像の疾患検出のための実数値 GA を用いたハイパーパラメータ探索

1220360 中谷 亮太 【 知能情報学研究室 】

1 はじめに

胸部 X 線画像は胸部疾患の代表的な診断手法の一つであり、医師を支援する CAD (Computer Aided Detection) の研究も多い。Wang ら [1] は複数疾患のマルチラベル分類を行うなど、事前学習済みディープラーニングモデルの応用も盛んであるが、ハイパーパラメータの設定は性能に大きく影響するものの体系的な方法はない。そこで本研究では、モデルの実数ハイパーパラメータの最適化を目的に、YOLO (You Only Look Once) に実装されている遺伝的アルゴリズム (GA) を拡張する形で、実数値 GA による探索を提案する。

2 提案手法

本研究では、2 種類の実数値交叉法 BLX- α (Blend Crossover Alpha), UNDX (Unimodal Normal Distribution Crossover) を用いて探索を行う。BLX- α は悪スケール性に強く、UNDX は変数依存性に強いとされている。また、一般的な実数値 GA では親から多数の子を作成し、世代交代モデルにより選択していく。しかし、本研究では計算時間との関係上、多数の子を作成することが難しい。そのため、親から子を 1 個体作成し、次の集団に追加することで集団の数を増やしていく。

3 実験

3.1 データセット・前処理

本研究には、NIHCC (National Institutes of Health Clinical Center) が提供している胸部 X 線画像のうち、疾患部位をバウンディングボックスにより示したデータを用いる。このデータセットは、全 879 枚に対して 8 種類の疾患についてラベル付けされている。

前処理として、各画像データに対して肺野領域の抽出を行い、抽出画像を新たなデータとして使用する。

3.2 実験設定

本実験では、検出モデルとして YOLOv5 を用いて疾患検出を行い、27 個のハイパーパラメータに対して探索を行う。事前学習モデルでは予め設定された COCO2017 データ用の最適値 x_0 があるが、BLX- α の初期集団を x_0 と x_0 の突然変異、UNDX の初期集団を最大値 x_{\max} 、最小値 x_{\min} 、 x_0 とする。バッチサイズを 16、エポック数を 50、YOLOv5s を学習済みモデルとして、各世代毎に学習を行う。学習後、得られた F 値、mAP (mean Average Precision)₅₀ (IoU (Intersection over Union) が 50%以上)、mAP_{ave} (10 段階の IoU 閾値における平均値) に対して Fitness 関数を用いて適応度を測る。Fitness 関数は事前に設定した式 (1) と得られた評価値から式 (2) のように加重値の総和をとる。この操作を 300 世代行う。

表 1 テスト画像に対する評価値の改善

	Fitness 関数	F 値	mAP ₅₀	mAP _{ave}
初期値	—	0.139	0.113	0.061
BLX- α	(0.0, 0.1, 0.9)	-0.022	-0.017	-0.006
BLX- α	(1.0, 0.0, 0.0)	-0.009	-0.010	-0.012
UNDX	(0.0, 0.1, 0.9)	+0.020	+0.018	+0.007
UNDX	(1.0, 0.0, 0.0)	+0.026	-0.008	-0.010

$$\mathbf{w} = [\text{F 値}, \text{mAP}_{50}, \text{mAP}_{\text{ave}}]^T \quad (1)$$

$$f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \cdot \mathbf{w} \quad (2)$$

探索終了後、Fitness 関数の値が最大となった値を使用し、エポック数のみを 100 に変更して転移学習を行う。

4 結果・考察

BLX- α で最適化を行った結果、表 1 より、初期値 (x_0) に比べて評価値はいずれも下がっている。一方で、UNDX で最適化を行った結果、評価値は一部向上している。これは、UNDX では初期集団において親同士の距離が離れているため、子個体が生成される範囲が大きくなり、大域的に探索できたためと考えられる。また、2 節で述べたように UNDX は BLX- α に比べて変数依存性に強い。そのため、今回の結果からハイパーパラメータの変数間に依存関係にあるものが存在すると考えられ、UNDX の方が探索に有効であると考えられる。

ディープラーニングのハイパーパラメータ設定の問題で、良い精度を得るには経験が必要なことが、医用画像分野での応用拡大の妨げになっている。そのため、今回の UNDX のような、GA をはじめとするハイパーパラメータチューニングの統一的な方法が確立されれば医療分野への普及も促進されると考える。また、肺疾患のモデルは多くが研究途上であり、今回は YOLO のみによる検証を行ったが、今後出てくるであろう医用画像検出モデルでも UNDX は有効であると考えられる。

5 まとめ

本研究では、胸部 X 線画像から疾患の種類や部位の検出精度の向上を目的として、実数値 GA を用いてハイパーパラメータ探索を行った。その結果、実数値 GA の交叉として UNDX を用いてハイパーパラメータの探索を行った場合、モデルの精度が向上した。

参考文献

- [1] X. Wang, et al., "ChestX-ray8: Hospital-scale Chest X-ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases," IEEE CVPR, pp. 2097-2106, 2017.