

進化計算と深層学習を用いた COVID-19 患者の予後予測

松本 涼[†] 加藤 英明^{††} 長尾 智晴^{†††}
[†] 横浜国立大学 理工学部 ^{††} 横浜市立大学 附属病院
^{†††} 横浜国立大学 大学院環境情報研究院

1. はじめに

COVID-19 のパンデミック下にある現在, その重症化リスクの解明が求められている. 知能情報学の分野では, 患者の予後を左右する重要なファクタを明らかにするため, バイタルデータを用いた予後予測モデルの構築が進められている.

本感染症は時として重篤であり, また時間単位での急速な経過をたどることがある. 感染対策を行いながらの治療は医療現場に大きな負担となっており, 診療上, 感染初期の少ないデータからいちはやく予後予測を行うモデルの構築に需要がある.

本稿では, 実運用先である医療現場に特化して, 予後に係る重要なファクタを特定し, 高性能なモデルを構築する方法を提案する.

2. 提案手法

本稿では, COVID-19 患者の予後として, 数日後の生存, 死亡を少ないファクタで予測する手法を提案する. 具体的には, 初めに少ないエポック数でニューラルネットワークのモデルを学習し, その分類損失を評価関数として, 遺伝的アルゴリズムによる入力ファクタの最適化を行う. 最終的に得られた入力ファクタを用いて十分なエポック数でモデルを学習し直す.

少数の死亡例を取りこぼしなく検出することを重視し, 遺伝的アルゴリズムでのモデル構築では, 訓練データ中の死亡例に対して, SMOTE[1]によるオーバーサンプリングを行う. また評価値とする分類損失には, 死亡例の予測に関する損失に強い重み付けを行った交差エントロピーを用いる.

3. 実験方法

本実験では, 23 種類の血液ガスの過去 3 日分のデータから 10 種類以内のデータを用いて, 翌 3 日間の予後を予測する 2 層のニューラルネットワークモデルを構築した.

血液ガスのデータとして, 23 人の患者のバイタルデータを処理して得られた 533 データを用いた. うち 333 データを学習用に, 200 データをテスト用に使用した.

乱数シードを変えて 10 試行を行い, 遺伝的アルゴリズムを経て最終的に得られた入力ファクタ組のハミング距離の平均と, それらによって学習したモデルの正解率, AUC の平均を求めた. 比較として, 全ファクタを用いて

表1. 得られた入力ファクタ組のハミング距離の平均

ファクタ	ハミング距離平均
SHAP 値上位 10	4.49
提案	10.8

表2. 得られた入力ファクタで学習したモデルの性能値平均

ファクタ	正解率 (%)	AUC
SHAP 値上位 10	95.4±0.6	0.875±0.036
提案	95.9±0.6	0.905±0.043

構築したモデルにおいて推論に寄与する傾向が強い 10 ファクタを SHAP[2]により得て, 同指標を求めた.

4. 実験結果

表1に, 10 試行で得られた入力ファクタ組のハミング距離の平均を示す. 提案手法では, 乱数の振れ方に依ってファクタの選択内容が比較的大きく変化してしまい, 予後に係る重要なファクタの特定には十分に至っていないと言える.

表2に, 正解率, AUC の平均を示す. 提案手法で得られた入力ファクタで学習したモデルでは, 高い AUC が得られる傾向を確認できた. これは, 遺伝的アルゴリズムにて死亡例の検出を重視した学習を行ったことが有効に働いたためであると考えられる.

5. まとめ

本稿では, 遺伝的アルゴリズムによって予後に強く関連するファクタを明らかにしつつ, 予後予測モデルの性能を向上させる手法を提案した. 結果として, 高い AUC が得られる傾向がみられた. 今後は, モデル構築における乱数の働きかけに依らず, ファクタの選択内容や性能にロバスト性を担保できるような手法を検討する.

参考文献

- [1] N. V. Chawla, K. W. Bowyer, L. O. Hall, W. P. Kegelmeyer: "SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique", Journal of artificial intelligence research, Vol.16, pp.321-357 (2002)
- [2] Lundberg, Scott M and Lee, Su-In: "A unified approach to interpreting model predictions", Proceedings of the 31st international conference on neural information processing systems, pp4768-4777 (2017)