

( 続紙 1 )

京都大学	博士 (人間健康科学)	氏名	中村 和貴
論文題目	Health improvement framework for actionable treatment planning using a surrogate Bayesian model (階層ベイズモデルを利用した実行可能な健康改善プランを提案するAI技術の開発)		
(論文内容の要旨)			
<p>個別化医療では、個人の多様性を考慮した診断と治療により、高い治療効果や先制的な疾患予防の実現が期待される。機械学習技術は検査値や生活・環境要因などの複雑な患者情報の処理が可能であり、個人ごとの高性能な診断支援や疾患予測を実現してきた。しかし、効果的な健康改善や治療効果を生むために、どのような介入・治療をどのような順番で行うことが好ましいかという、有効な健康改善・治療プランの合理的設計は困難であった。そこで本研究では、健康診断データを用いて疾患リスクを効果的に改善するデータ駆動型の健康改善プラン構築AI技術を考案した。本手法は改善効果を最大化するだけでなく、現実に取り得ない検査値の組み合わせ状態の改善過程を回避することで、実行可能性を考慮した改善プランを構築する。</p> <p>本手法は、具体的に以下の3つの手順からなる。手順1：健康データに基づき特定の健康指標を予測する機械学習モデルを作成する。手順2：階層ベイズモデルにより健康データにおけるデータ分布をモデリングする。これにより、ある検査値の組み合わせの健康状態をとる確率の推定が可能となる。手順3：介入対象とした個人について、説明変数の検査値を元の値から段階的に変動させた一連の健康状態変化の経路として、予測対象とした健康指標を改善するプランを構築する。この際、機械学習モデルによる健康指標予測と階層ベイズモデルによる経路上の健康状態をとる確率計算により、改善効果の最大化と実行可能性を両立した最適経路を計画する。</p> <p>岩木健康増進プロジェクトにより取得された3,132人の健常人参加者からなる多項目健康診断データを用いて提案技術の有効性を評価した。本研究では、収縮期血圧と慢性腎臓病リスクを、その他の項目への介入により改善するシナリオを想定した。収縮期血圧の回帰モデル、あるいは60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>を閾値としたeGFRの分類モデルを同時点の他検査値を説明変数としてそれぞれ構築し、さらにデータ分布を表現する階層ベイズモデルを構築した。データの8割を学習データとして機械学習モデルと階層ベイズモデルの構築に用い、残りの2割を検証データとして用いた。収縮期血圧改善では収縮期血圧140 mmHg以上が予測された284例、慢性腎臓病リスクではeGFR 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>未満が予測された33例を対象に、最適経路を構築した。</p> <p>その結果、提案技術による最適経路は、データの存在確率を示すプロット上でデータの存在確率が低い領域を避ける経路であることが確認された。経路の実行可能性を定量評価するため、実行可能性スコアを経路上の一連の健康状態をとる確率の積として定義した。最適経路と、その始点と終点をランダムな改善過程で繋ぐ最短経路を比較した結果、収縮期血圧改善では264/284例、慢性腎臓病リスク改善では32/33例で最適経路の実行可能性スコアの方が高かった。さらに、最適経路の改善効果を循環器専門医あるいは腎臓専門医に</p>			

( 続紙 2 )

<p>よる介入と比較した。ランダムな改善経路9つを最適経路に加えた計10の経路から、専門医により好ましい健康改善プランが選択された。その結果、収縮期血圧改善、慢性腎臓病リスク改善ともに、提案技術による最適経路は専門医の選択経路よりも有意に高い改善効果を示した (Welch's <i>t</i>-test, <math>p &lt; 0.0001</math>)。</p> <p>以上より、提案技術により提示された最適経路は、改善効果と実行可能性を両立した健康改善プランであることが実証された。本研究により提案されたAI技術は医療現場における治療方針の決定に貢献し、臨床医に深い洞察を与えることが期待される。</p> <p>(論文審査の結果の要旨)</p> <p>個別化医療では、個人の多様性を考慮することで効果の高い治療が期待される。機械学習技術の進歩により、多種多様な患者情報に基づいた疾患発症予測の精度は向上してきたが、健康改善や疾患予防のために具体的な治療法を提案するデータ駆動型の手法は確立されていなかった。本論文では、個々の疾患リスクを効果的に改善するために、健康改善プランを構築するAI手法を開発した。</p> <p>提案手法は、健康データに基づき特定の健康指標を予測する機械学習モデルに加え、データ分布をモデリングする階層ベイズモデルを利用する。これにより、生体において現実的には取り得ない検査値の組み合わせ状態を回避した、実行しやすい介入・治療の順番での健康改善プラン構築を可能にした。岩木健康増進プロジェクトにより取得された3,132人の多項目健康診断データを用いて、収縮期血圧ならびに慢性腎臓病リスクの改善に対して提案手法の有用性検証を行った。その結果、実行可能性の高い健康改善プランが構築されることが示された。また、提案手法による健康改善プランは、専門医の想定する介入プランと比較して有意に高い改善効果を示した。このことから、実行しやすさと高い改善効果を両立した健康改善プランが提示可能であることが示された。</p> <p>以上の研究は、健診データとAIによるデータ駆動型の効果的な疾患リスク改善の可能性を示したものであり、個別化医療における先制的な疾患予防への貢献が期待される。したがって、本論文は博士 (人間健康科学) の学位論文として価値あるものと認める。なお、本学位授与申請者は、令和4年12月12日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。</p>
---

要旨公表可能日： 年 月 日以降