

Title	リスクマネジメントにおける機械学習と知識創造の統合アプローチ—機械参加型 (machine-in-the-loop) プロセスの提案—
Author(s)	森, 俊樹
Citation	
Issue Date	2020-06
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/16726
Rights	
Description	指導教員：内平 直志, 先端科学技術研究科, 博士

氏 名	森 俊 樹		
学 位 の 種 類	博士(知識科学)		
学 位 記 番 号	博知第 274 号		
学 位 授 与 年 月 日	令和 2 年 6 月 24 日		
論 文 題 目	リスクマネジメントにおける機械学習と知識創造の統合アプローチ—機械参加型 (machine-in-the-loop) プロセスの提案—		
論 文 審 査 委 員	主査	北陸先端科学技術大学院大学	内平 直志 教授
		同	神田 陽治 教授
		同	Dam Hieu Chi 准教授
		同	白肌 邦生 准教授
		国立情報学研究所	吉岡 信和 准教授

論文の内容の要旨

In a knowledge society where knowledge workers become core competence in economy, business and industrial environment has been drastically changing with the increasing diversification of customer needs in global markets and the rapid technological changes of the Internet, machine learning, and artificial intelligence (AI). In order to establish a sustainable competitive advantage in such a situation, manufacturers are urged to build the dynamic capability to correspond to unexpected changes by further enhancing project risk management. However, despite of the existence of the standardized risk management process and methods, it is observed that managers often struggle with the effective application of project risk management in practice.

In this study, we assume that the essential challenge of project risk management is "the difficulty of making decisions including trade-offs at the right time for various uncertain events and conditions within limited time, cost, and resources." We provide a new explanation of the difficulty from the point of view of transaction cost theory and prospect theory. Then, we propose "machine-in-the-loop" risk management framework, which uses complementary relationship between human and machine learning models.

Furthermore, we examine a machine learning technique that may support the proposed framework. In general, there is a trade-off relationship that a simple machine learning model with higher interpretability has lower prediction accuracy, while a complex machine learning model with higher prediction accuracy has lower interpretability. In this study, we propose a new machine learning technique called SNB (superposed naive Bayes), which uses a two-step approach, i.e., firstly builds a naive Bayes ensemble via stochastic boosting, and then transforms it into a simple naive Bayes model by linear approximation. The proposed model can provide an effective way for balancing the trade-off between accuracy and interpretability.

Keywords: Project Risk Management, Machine Learning, Knowledge Management, Transaction Cost, Cognitive Bias

論文審査の結果の要旨

本論文は、システム開発プロジェクトのマネジメントの最も重要な課題の1つであるリスクマネジメントに関する研究である。プロジェクトのリスクマネジメントに関しては、様々な手法が提案され標準化も進んでいるが、実践上の困難があり、それらの手法が効果的に適用できていない実態（理想と実践のギャップ）があった。

本論文では、企業におけるリスクマネジメントの実務家へのインタビュー調査に基づき、実践上の困難の本質を「不確実性」「取引コスト」「認知バイアス」として抽出し、理想と実践のギャップが生まれるメカニズムを取引コスト理論およびプロスペクト理論を用いて説明した。

そして、その困難を解決するために、人間（具体的にはプロジェクトマネジャー）と機械（具体的には機械学習システム）の相互補完により、「不確実性」「取引コスト」「認知バイアス」の課題を解消する「機会参加型リスクマネジメント」を新しく提案した。さらに、提案手法を企業の開発現場で適用し、現場でのインタビュー調査に基づき、その有効性を定性的に検証した。

また、提案する「機会参加型リスクマネジメント」における人間と機械の相互補完のために、最も重要な技術課題の1つは、機械学習モデルの予測精度と解釈可能性のトレードオフの解消であるとして、予測精度を維持しながら解釈可能性を高めた新しい機械学習モデルである SNB (Superposed Naïve Bayes)法を提案した。そして、他の機械学習手法と比べて有効であることを、公開ベンチマークデータを用いて検証した。機械学習モデルの解釈可能性は、機械学習の研究領域で非常に注目されているテーマであり、SNB 法は「機会参加型リスクマネジメント」に限らず、汎用的な研究成果として高く評価できるものである。

以上、本論文では、人間と人工知能の相互補完によりプロジェクトのリスクマネジメントを効果的に行う新しい手法を提案し、開発現場で適用・検証するとともに、予測精度と解釈可能性を両立する機械学習モデルを提案した。人間と人工知能（機械学習）の相互補完は、知識科学の極めて重要なテーマであり、プロジェクトのリスクマネジメントという重要な分野で、困難の理論的なメカニズムの定式化に基づき具体的な手法の提案を行い、その有効性を現場で検証した点は、理論的および実務的に貢献するところが極めて大きい。よって、博士（知識科学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。