

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙第 号	氏 名	山下 剛志
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学准教授 博士（情報理工学） 金子 晋丈			
副査 慶應義塾大学准教授 博士（理学） 小田 芳彰			
慶應義塾大学教授 博士（工学） 松谷 宏紀			
金沢工業大学講師 博士（数理学） 高井 勇輝			
学士（工学）、修士（工学）を有する山下剛志君の学位請求論文は、「Fast Index-based Random Walks on Dynamic Graphs for Personalized Analysis（動的グラフにおけるパーソナライズ解析のためのインデックスを用いた高速なランダムウォーク）」と題し、全7章から構成されている。 本論文は、指数的に増加する多種多様なデジタルデータを背景に、ユーザが自身の興味や嗜好を柔軟に反映した情報探索の実現を目指している。特に汎用性の高い情報探索としてグラフ処理に注目し、その基盤技術であるランダムウォーク（RW）をパーソナライズ解析に利用するための課題に取り組んでいる。具体的には、実世界の動的グラフを想定し高速・軽量・高精度に RW に基づくパーソナライズグラフ解析の実現手法を提案している。 第1章は序論であり、研究の背景として増え続けるデジタルデータとその汎用的な利用技術としてグラフを用いたパーソナライズ情報解析の重要性と、本研究の目的を述べている。 第2章は、本研究における前提として、RW に基づくパーソナライズ解析手法である Personalized PageRank (PPR) と、最先端の PPR 演算法である FORA を示している。 第3章は、第4章から第6章までに示される3つの課題について述べている。 第4章は、ひとつ目の課題である、PPR における終了確率の設定指針について述べている。具体的には、これまで盲目的に固定値に設定されてきた PPR のパラメータの一つである RW の平均経路長を決める終了確率に注目し、終了確率を PPR 演算における全体重要性和起点近接性の影響を単調にバランスするパラメータとすることを提案している。映画評価データセットを用いたケーススタディでは、RW が短くなるように終了確率を設定することで起点ノードと関連が強いノードの PPR 値が単調に増加することを示している。また、RW の平均経路長を 1.05 から 100 まで変化させることによって、PPR と全体重要性的ベクトルのコサイン類似度が最大で 0.003 から 0.76 まで単調に変化することを明らかにしている。 第5章は、二つ目の課題である、任意の終了確率に対する高速な RW 経路生成について述べている。高速な演算のためには事前実行された経路群であるインデックスを参照することが有効だが、インデックスを用いて生成した経路の終了確率は事前実行時の値に制約される。そこでインデックス内の経路を加工することにより任意の終了確率に対する経路を高速に生成するアルゴリズム α FlexWalk を提案している。具体的には、終了確率が変化すると RW の経路長が確率的に変化することに注目し、インデックス内の経路の連結・切断によって数学的に精度が保証された経路を生成する。評価ではインデックスを用いない既存手法より最大で 10 倍高速であることを示している。 第6章は、三つ目の課題である、動的グラフにおける高速で軽量のインデックス管理について述べている。インデックス生成後にグラフが更新される場合、演算精度の保証のためには劣化した一部のインデックスを再生成することが必要であるが、その時間・空間コストが課題であった。そこで、PPR 演算におけるインデックス参照は劣化しにくいノードに集中することに注目し、グラフ更新時のインデックスの再生成を排除する手法を提案している。評価では、インデックス生成時からエッジ数が倍または半分になったとしても、演算精度の低下は 0.4% 以下であることを示している。 第7章は、結論を述べている。 以上要するに、本研究は、動的グラフのパーソナライズ解析におけるパラメータ設定及び時間・空間コストの問題を解決しており、実世界アプリケーションにおけるパーソナライズの質の改善や扱えるデータサイズやクエリ数における高い規模拡張性が期待される。この貢献は工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		