T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Cluster Graph Classi cation Using the Generalized Shortest Path Kernel
著者(和文)	HermanssonLinusHakan
Author(English)	Linushakan Hermansson
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10382号, 授与年月日:2016年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡辺 治,増原 英彦,鹿島 亮,鈴木 大慈,脇田 建
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10382号, Conferred date:2016/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　　　　　　　号	学位申請者氏名	Linus Hermansson

論文審査 審査員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	渡辺　治	教授	審査員	脇田　建	准教授
	審査員	増原　英彦	教授			
		鹿島　亮	准教授			
		鈴木　大慈	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Cluster Graph Classification Using the Generalized Shortest Path Kernel」と題し，英文 6 章よりなる。本論文で対象とするのは，グラフのクラスター分解問題である。グラフ G のクラスターとは，G の部分グラフで，内部頂点間の辺密度が外部頂点との辺密度より有意に大きいものをいう。与えられたグラフに対し，その頂点間の辺密度の差を元に，グラフを複数のクラスターに分解する問題が，一般のグラフのクラスター分解問題である。この種の問題は，二項関係を表わしたグラフに対するデータ解析において重要となる。本論文では，その基礎的な問題として，単純な均等クラスター解に基づいてランダムに生成されたグラフに対するクラスター分解におけるクラスター数判定問題を考え，その判定を行うサポートベクトル機械を構成するアルゴリズム（SVM 学習アルゴリズム）について考察している。SVM 学習アルゴリズムにおいて，従来の最短経路カーネル（Shortest Path Kernel）を発展させた，拡張最短経路カーネル（Generalized Shortest Path Kernel）を提案し，その有効性を計算機実験と理論解析によって示したのが本論文である。

第 1 章「Introduction」では，本論文で対象となるグラフのクラスター分解問題，とくに本論文で対象とする決定問題について，また，学習問題として考える際の解埋め込み型確率モデルについて，そして SVM 学習アルゴリズムについて概説し，本論文で議論する問題やアルゴリズミックな手法の範囲を明確にしている。その上で，本論文の解析目標と主な結果について概説している。

第 2 章「Preliminaries」では，本論文で必要な概念や記法や数学的補題について解説している。

第 3 章「Related Work」では，本論文の研究の元となる研究ならびに本論文での研究と対比すべき関連研究について述べている。まず，グラフのクラスター分解に対する SVM 学習アルゴリズムの枠組み，代表的な SVM 学習アルゴリズム，そしてそこで使われるグラフカーネルについて解説している。その上で，グラフカーネルの代表例である最短経路カーネル（正確には，そのためのフィーチャベクトル）について述べている。また，拡張最短経路フィーチャベクトルを定義し，最短経路フィーチャベクトルの計算に付随して拡張最短経路フィーチャベクトルも得られることが示されている。

第 4 章「One-Cluster Graphs and Two-Cluster Graphs」では，与えられたグラフが単体のクラスターから成るか，2 個のクラスターからなるかの判定問題に対し，解埋め込み確率モデルのもとで，SVM 学習アルゴリズムを用いる場合，拡張最短経路カーネルを使った方が，最短経路カーネルより，分類性能が優れることを実験的に示している。その差に対して理論的な解析として，最短経路フィーチャベクトルでは，クラスターが 1 個か 2 個かの差が見えないのに対し，拡張最短経路フィーチャベクトルでは，その差が分布の 2 峰性になって現れることを示している。

第 5 章「k-Cluster Graphs and k+1-Cluster Graphs」では，k 個クラスター対 k+1 個クラスターの判定問題において，拡張最短経路カーネルの性能の限界が何に起因するかを，実験データとそれに対する近似解析で解明している。その結果，拡張最短経路カーネルの正解率は，2 峰性の根拠となる 2 つの分布の頂上の距離の平方に比例すること等が示されている。

第 6 章「Conclusion and Future Work」では，本研究の成果をまとめ，今後の研究課題について述べている。

以上をまとめると，本論文は，グラフのクラスター分解において拡張最短経路カーネルを用いた SVM を提案し，その有効性や性能限界を解析している。これらの結果はサポートベクトル機械を用いたグラフのクラスター分解問題に対する新たな手法の可能性を明らかにするものであり，グラフのクラスター分解に関する基礎技術の理解に大きく貢献するものである。よって，本論文は博士（学術）の学位論文として十分な価値があるものと認める。