

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	直交半直線交差グラフとその応用に関する研究
Title(English)	Study of Orthogonal Ray Graphs with Applications
著者(和文)	高岡旭
Author(English)	Asahi Takaoka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9787号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:上野 修一,國枝 博昭,高橋 篤司,一色 剛,原 祐子,高橋 俊彦
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9787号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	集積システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	高岡 旭		指導教員 (主)： 教授 上野修一
			指導教員 (副)：
			Academic Advisor(sub)

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、“Study of Orthogonal Ray Graphs with Applications” (直交半直線交差グラフとその応用に関する研究) と題し、英文 8 章から構成されている。

第 1 章 [Introduction] (序論) では、直交半直線交差グラフの理論とそのナノ回路の対故障設計への応用を概観すると共に、論文の構成を紹介している。特に、直交半直線交差グラフに関する先行研究とその限界について述べ、ナノ回路設計のためにこのグラフの構造に関する基礎理論が必要であることを詳述している。

第 2 章 [Characterizations of Orthogonal Ray Graphs] (直交半直線交差グラフの特徴付け) では、2 方向直交半直線交差グラフと 2 方向直交半直線交差木に対する既存の結果を概観し、それを用いて直交半直線交差グラフと 3 方向直交半直線交差グラフに対するいくつかの必要条件を導いている。また同時に、直交半直線交差木と 3 方向直交半直線交差木に対する特徴付けと線形時間認識アルゴリズムを示している。特に、任意の直交半直線交差グラフは星状五辺を含まないことを示し、それが木に対しては直交半直線交差木であるための必要十分条件であることを示している。また直交半直線交差木に対して、禁止マイナーによる特徴付けと共に、任意の直交半直線交差木は 2 つの 2 方向直交半直線交差木の 2 点を重ね合わせるにより得られることを示している。また 3 方向直交半直線交差木に対して、それらが 2 方向直交半直線交差木と等しいことを示している。

第 3 章 [Recognition of Unit Grid Intersection Graphs] (単位格子交差グラフの認識問題) では、直交半直線交差グラフの族を真に包含するグラフ族である、単位格子交差グラフに対する認識問題が NP-完全であることを示している。また任意のグリッドグラフが単位格子交差グラフであることを示し、この結果から様々な組合せ問題が単位格子交差グラフに対して NP-困難であることを導いている。

第 4 章 [Feedback Vertex Set Problem] (帰還点集合問題) では、直交半直線交差グラフに関連するグラフ族の階層において帰還点集合問題の時間計算量を概観した上で、動的計画法を用いて 2 部置換グラフに対する帰還点集合問題を解く線形時間アルゴリズムを提案している。

第 5 章 [Dominating Set Problem] (支配点集合問題) では、直交半直線交差グラフに関連するグラフ族の階層において支配点集合問題の時間計算量を概観した上で、グラフのブール幅の理論を用いて、2 方向直交半直線交差グラフに対する重み付き支配点集合問題と支配点集合の数え上げ問題の時間計算量を明らかにしている。その後、動的計画法を用いて 2 方向直交半直線交差グラフに対する重み付き支配点集合問題を解くより高速なアルゴリズムを提案している。

第 6 章 [Induced Matching Problem] (誘導マッチング問題) では、直交半直線交差グラフに関連するグラフ族の階層において誘導マッチング問題と強辺彩色問題の時間計算量を概観した上で、直交半直線交差グラフと 2 方向及び 3 方向直交半直線交差グラフに対して、グラフの構造に関する定理を導くと共に、その定理を用いて誘導マッチング問題と強辺彩色問題の時間計算量を明らかにしている。

第 7 章 [OBDD Representation of Graphs] (グラフの OBDD 表現) では、直交半直線交差グラフとそれに関連するグラフを、大規模なグラフを効率よく表現する方法として近年注目されているデータ構造である、OBDD を用いて表現する方法を示すと共に、そのサイズの評価を行っている。

第 8 章 [Conclusion] (結論) では、本論文で得られた結果を総括すると共に、今後の研究課題について言及している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	集積システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
学生氏名： Student's Name	高岡 旭		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	教授 上野修一
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Orthogonal ray graphs are the intersection graphs of axis-parallel rays (closed half-lines) in the plane, which are introduced by Shrestha et al. (2009) in connection with the defect-tolerant design of nano-PLAs. This paper deals with structure of orthogonal ray graphs, and some applications to efficient algorithms and compact representations of orthogonal ray graphs.

A 3- and 2-directional orthogonal ray graph is an orthogonal ray graph with rays in 3 and 2 directions, respectively. Various characterizations and a polynomial-time recognition algorithm are known for 2-directional orthogonal ray graphs. A tree is called a (3- or 2-directional) orthogonal ray tree if it is a (3- or 2-directional) orthogonal ray graph. Several characterizations and a linear-time recognition algorithm are also known for 2-directional orthogonal ray trees.

We first show some necessary conditions of orthogonal ray graphs and 3-directional orthogonal ray graphs. We also show several characterizations and a linear-time recognition algorithm for orthogonal ray trees. Moreover, we show that any tree is a 3-directional orthogonal ray tree if and only if it is a 2-directional orthogonal ray tree.

The class of unit grid intersection graphs is a proper superclass of the class of orthogonal ray graphs. We next show that the recognition problem is NP-complete for unit grid intersection graphs. We also show that any grid graph is a unit grid intersection graph. It follows that various combinatorial problems are NP-hard for unit grid intersection graphs.

We then investigate the complexity of some combinatorial problems for orthogonal ray graphs and related graphs by using the structure of these graphs. We deal with the feedback vertex set problem, dominating set problem, and induced matching problem. Applications of the problems can be found in the area of circuit design and network design.

In applications to the design of nano-PLAs, we have to handle large graphs so that the usual representations by adjacency lists or adjacency matrices are infeasible. OBDD representation of graphs is considered as a promising way to deal with such large graphs. We finally show the space complexity of OBDD representation of orthogonal ray graphs and related graphs.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).