

氏名（本籍）	飯塚和久（静岡県）		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博甲第3428号		
学位授与年月日	平成16年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	インタラクティブシステムにおける空間解析器の研究		
主査	筑波大学教授	Ph. D.	田中二郎
副査	筑波大学教授	理学博士	北川博之
副査	筑波大学教授	工学博士	西原清一
副査	筑波大学教授	博士（工学）	安永守利
副査	筑波大学助教授	博士（理学）	加藤和彦
副査	筑波大学講師	博士（理学）	志築文太郎

### 論文の内容の要旨

我々は、オブジェクト図やフローチャートなど多くの図式を利用している。これらの図式を図形における1つの言語ととらえ図形言語と呼ぶ。これら図形言語は、矩形や直線などの基本図形がある規則に従って配置されたものである。この規則をテキストのプログラミング言語の文法と同様に図形文法として定めることができる。この図形文法に従って入力された図式を解析するのが空間解析器である。図形言語を図形文法で定義することによって、容易に空間解析器を作成できる。また、図形文法を修正するだけで簡単に空間解析器の動作を変更することも可能となる。

これまで、いくつかの空間解析器が提案されてきたが、すでに描かれた図式を解析する静的な解析に主眼が置かれていた。一方、図式は計算機上でインタラクティブに作成される。ユーザの入力に応じて動的に解析することができれば、その解析結果を即座にフィードバックすることが可能である。たとえば、レイアウト機能や図形の書き換えなどが実現できる。このような動的な解析を行う空間解析器は、恵比寿や Penguins などでも実現されていた。しかし、これらの解析器では、実用上の2つの大きな問題があった。1つは解析速度の問題である。入力された図形の数が多くなった場合に解析速度が低下する問題があり、インタラクティブな解析が困難であった。もう1つの問題は、図式に対するインタラクション機能の不足である。特定図形の上にマウスを重ねるとハイライトする機能や、解析結果に基づくモードの切り替え機能などは、従来の恵比寿や Penguins では提供が困難であった。本論文では、これらの問題を解決する手法を提案している。

解析速度の問題に対しては、図形文法の規則における条件（制約条件）を有効に利用し、探索範囲を限定させた解析を実現している。これは、制約条件の依存関係に基づいた制約条件グラフを利用する。この制約条件グラフを利用した解析を行うことで高速な解析を実現する。さらに、前処理の導入や、図形の属性に関するテーブルを利用し高速な解析を実現している。これらの手法により、解析に必要な計算量のオーダーを下げることができ、多くの場合、 $O(n)$  から  $O(n \log n)$  の計算量で解析ができるようになった。

インタラクション機能の不足の問題に対しては、図形エディタと空間解析器を統合して、マウスや GUI コンポーネントの情報を図形文法の枠組みで扱う手法を提案している。また、このときの処理を簡易に記述するため、従来の図形文法である CMG に対して拡張を行った。これにより、図式を定義する図形文法と同じ枠組みで簡単に機能の拡張ができるようになる。さらに、イベント処理や制約解消系の利用などの一連の処理の記述が容易に行えるようになった。

これらにより、インタラクティブシステムにおける実用的な空間解析器を実現することができるようになったと述べている。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究で提案している、空間解析器の高速化手法と、図形エディタと空間解析器の統合は評価できる。これらにより、インタラクティブシステムにおける空間解析器の実用化に近づいた。実際の応用に用いられる際の、入力される図形数について議論があった。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。