

フロアプラン CAD のための階層型マルチエージェントシステム - システムアーキテクチャ - *

中村 義彦[†] 須藤 重[†] 峰 正高[†] 鈴木 康弘[†]

富士通キャドテック(株)[§]

六本木 陵[‡] 武田 有志[‡] 大津 金光[‡] 横田 隆史[‡] 馬場 敬信[‡]

宇都宮大学[§]

1 はじめに

近年、LSI を開発するために不可欠である EDA(Electronic Design Automation) の重要性が増している。中でもフロアプラン CAD は、チップにおける処理能力、タイミング、面積など、様々な制約を解決するために重要なツールであるが、非常に複雑な問題であるため、設計者のノウハウを活かし、ヒューリスティックに解くことが必要とされている[1]。しかし、従来の CAD では、一部のアルゴリズム追加/変更に対し、アルゴリズム全体を調整し直す必要があり、新技術への追従が困難になっている。また、フロアプラン問題に対してもチップ全体の総合的な最適化だけでなく、各回路ブロックにおける局所的な最適化も必要とされている。そこで我々は、フロアプラン CAD のための階層型マルチエージェントシステムを提案する。エージェント化によって CAD システムにおけるアルゴリズムの独立性を高めて変更の容易性を向上し、更にエージェントを階層的に配置しアルゴリズムを大域的な面と局所的な面から捕らえることで問題解決を計る。本稿では、提案するマルチエージェントシステムにおけるアーキテクチャについて述べる。

2 従来の問題点

従来のアーキテクチャでは、一部のアルゴリズム追加/変更に対し、アルゴリズム全体を調整し直す必要があり、新技術への追従が難しいという問題点がある。この原因は、タイミング、面積、電力など様々な解決すべき考慮点がある為、アルゴリズムが複雑化し、解決したい考慮点に基づく明確な機能分割がなされておらず、追加/変更における波及範囲のトレースが困難という点が大きい。

3 アーキテクチャ構成

従来の問題点を解決するために、我々は考慮点を局所的な面だけで検討できるレベルに分解し、それら組み合わせることができないか検討した。これを実現

するためには、

分解した考慮点を組み合わせる仕組み

分解した考慮点に対して必要な点を選び出す仕組み

の 2 つが必要と考え、この 2 点についてそれぞれが独立で、なおかつ複雑に関係するという問題特性から

をエージェントにし、特に を“上位エージェント”、 を“下位エージェント”とした階層型マルチエージェント構成を提案する。このアーキテクチャ構成を図 1 示す。考慮点を利用したブロック配置はブロック配置実行部が行う。またフロアプランを行った後のタイミング制約など、外部ツールからの考慮点も後に検討できるように、戦略や適応度関数は外付けとした。

以下、ブロック配置実行部について説明する。上位エージェントと下位エージェントは以下の特徴を持つ。

・上位エージェント

【状態考慮範囲】すべてのブロック

【行動対象】下位エージェント

【知識】戦略知識

・下位エージェント

【状態考慮範囲】担当ブロック

【行動対象】ブロック配置位置

【知識】適応度関数知識

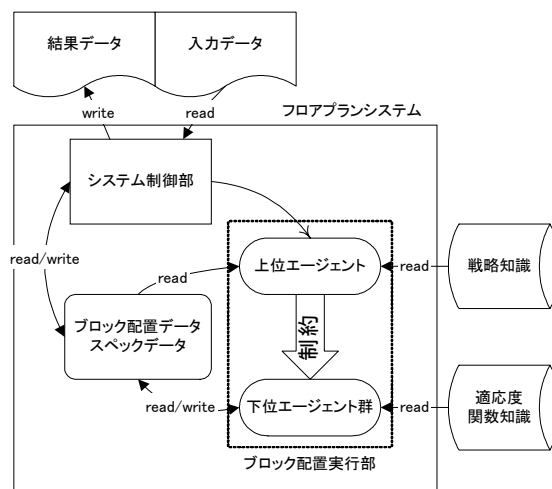


図 1 システムアーキテクチャ構成

* A Hierarchical Multi-agent System for Floorplan CAD
- System Architecture -

[†] Yoshihiko Nakamura, Shigeru Sudo, Masataka Mine,
Yasuhiro Suzuki

[‡] Ryo Roppongi, Yuji Takeda, Ootsu Kanemitsu,
Takashi Yokota, Takanobu Baba

[§] FUJITSU CADTECH LIMITED

[§] Utsunomiya University

上位と下位のエージェントにおいてフロアプラン状態の考慮範囲が異なっている理由については、それぞれの考慮点を単純化するという目的もあるが、以下にあげるような場合について有効であることが大きい。例えば、各ブロックまでの結線長の違いにより信号遅延問題が発生する場合がある。これを解決するために、結線長を同程度になるように配置する必要がある。しかし、このような配置方法を行うためには、単一ブロックについての状態の取得や操作だけでは困難であるため、大域的な状態から考慮する必要がある。そこで、この大域的な判断が必要な部分を切り出して、上位エージェントを設けた。

4 機能の追加と修正

本章では機能の追加と修正方法について述べる。一部のアルゴリズム追加/変更に対し、アルゴリズム全体を調整し直す必要があったが、本手法は考慮点を適応度関数として分解しているため、適応度関数の追加や入れ替えとそれに伴う制約との関係を変更するだけで機能の追加と修正が可能となる。具体的には図2のように、上位エージェントが利用する戦略知識に新しい戦略を追加し、それに対応した適応度関数と関係を下位エージェントが利用する適応度関数知識に追加することで可能となる。

5 議論

本章では、以上で述べたアーキテクチャについて議論する。機能追加の容易性と実際の動作について検証するための具体的な例として、一般的に考慮する内容にクリティカルパスを考慮した配置を行う機能の追加を挙げる。クリティカルパスとは、ある規定時間以内に信号が伝達されなければ誤動作が生じるような重要なパスのことであり、極力配線距離を短くしなければならない。このとき、通常の考慮と同じようにブロック間結線数のみで考慮してはクリティカルパスが最短にならない可能性がある。この場合、図3のように戦略と適応度関数を追加することによって、図4のようにクリティカルパスが最適となる位置へ移動するように容易に変更ができる。

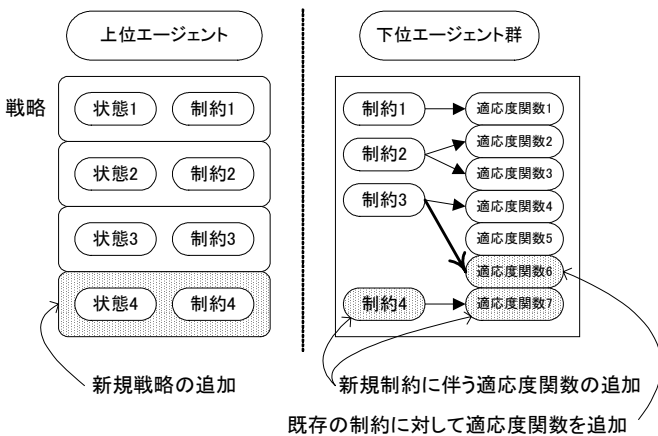


図2 機能追加と修正

また上位エージェントの有効性として、単一ブロックについての状態の取得や操作だけでは困難な等長配線について述べる。大域的な判断から等長にするブロックを検出し、それぞれ担当する下位エージェントに等長配線の制約を与える。下位エージェントは、新たに追加された等長配線用の適応度関数により解決することが可能となる(図5)。

6 おわりに

本論文では、フロアプラン状態を上位による大域的な状況判断と局所的な状態から配置を行う階層型マルチエージェントを利用したフロアプラン CAD におけるシステムアーキテクチャを提案した。これにより課題としたフロアプラン CAD における機能の追加や修正の容易性が向上すると考える。

参考文献

- [1] 白石洋一訳：組合せ最適化アルゴリズムの最新手法 - 基礎から工学応用まで - , 丸善, 2002 .

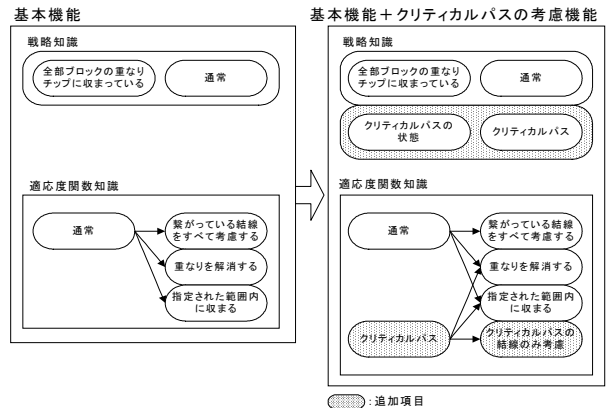


図3 クリティカルパス機能を追加する前後の知識例

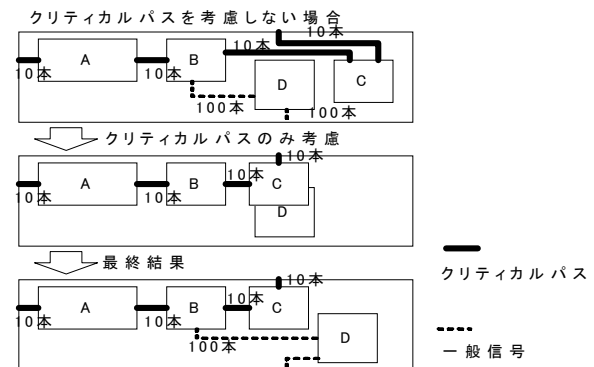


図4 クリティカルパスを考慮した場合の結果例

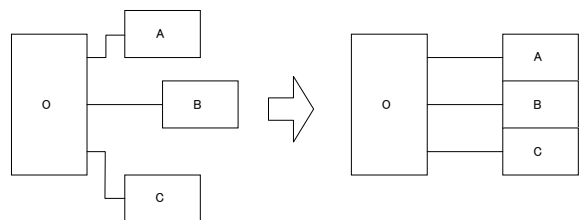


図5 等長配線を考慮した場合の結果例