

遺伝アルゴリズムによる

8 D-9 外部ピン数最小を目標とする論理回路分割

加藤誠巳 青山ゆき 飯田俊之
(上智大学理工学部)

1 まえがき

シリコンの面積あるいは発生熱量の制約上、複数個の論理エレメントより成る論理回路を1つのLSIモジュールとして実現することが不可能な場合がある。そのため、論理回路を分割して複数個のLSIモジュールとして実現することになるが、この場合外部ピンの総数が出来るだけ少ないことが望ましい[1],[2]。本稿ではこのように外部ピンの総数が最小となるように論理回路を分割する問題を解く手法として遺伝アルゴリズムを採用した場合について検討を行った結果について述べる。

2 論理回路の分割

図1に示すような6つの論理エレメントより成る論理回路を1つのLSIモジュールとして実現する場合、外部ピン数は5ピンとなる(但し電源ピン数は考えないものとする)。

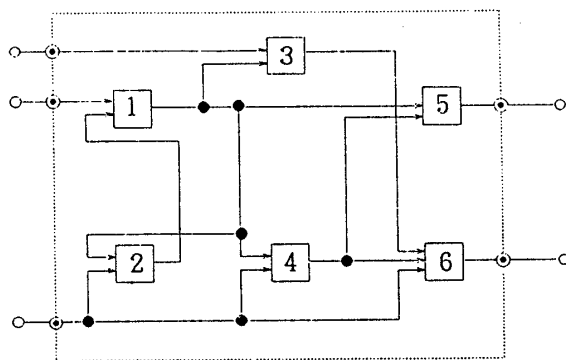


図1 論理回路の例

シリコン面積あるいは発生熱量の制約上この論理回路を1つのLSIとして実現することが出来ない場合が生じる。この場合、図2に示すように、論理エレメント1、3、5を含むモジュールIと、論理エレメント2、4、6を含むモジュールIIの2つに分割して実現すると(7+6=)13ピンの外部ピンが要求される。

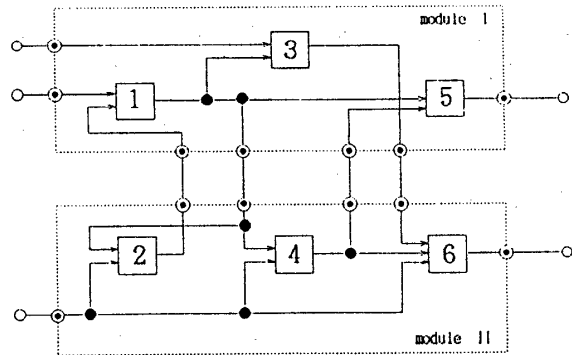


図2 不適切な分割例

これに対し、図3に示すようにモジュールIに論理エレメント1、2を、モジュールIIに論理エレメント3、4、5、6を割り当てて2分割すれば外部ピン数は(3+5=)8ピンとなる。このように分割の仕方により外部ピン数は大幅に変わるが、本稿では与えられた論理回路を外部ピン数が最小となるような2分割を決定するのに、遺伝アルゴリズムを用いることとした。尚、論理回路の2分割の際に各モジュールに割り当て得る最大の論理エレメント数も考慮に入れる必要がある。

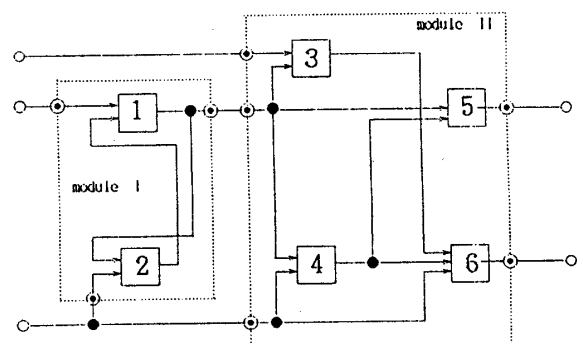


図3 最適分割例

A Division Method of a Logic Circuit
using a Genetic Algorithm

Masami KATO, Yuki AOYAMA, Toshiyuki IIDA
Sophia University

3 遺伝アルゴリズムの適用

遺伝子は次のように表現した。即ち、図4に示すように遺伝子の長さ n は与えられた論理回路の論理エレメントの総数に相応し、各遺伝子の第 i 番目の位置 ($1 \leq i \leq n$) は第 i 論理エレメントがモジュール I に属するとき 1、モジュール II に属するとき 2 であるものとする。その他規定すべきパラメータとしては、遺伝子個体の総数、突然変異の生起確率、交差の生起確率、各モジュールに割り当て得る最大の論理エレメント数がある。また、交差の形態、各モジュールに割り当て得る最大の論理エレメント数を越した場合の評価の仕方、複製および淘汰の仕方、終了条件などを規定する必要がある。図5に遺伝アルゴリズムのフローチャートを示す。

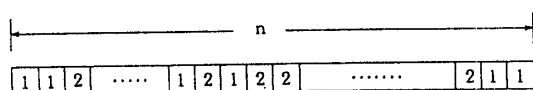


図4 遺伝子表現

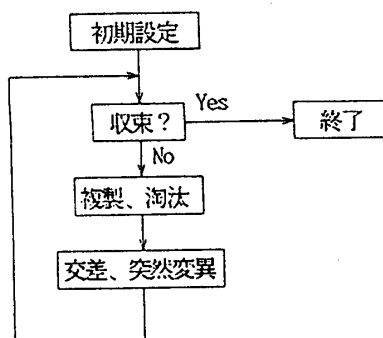


図5 フローチャート

4 分割例

[例1] 図6に示す論理エレメント数 $n=10$ の論理回路に対し遺伝アルゴリズムを適用した。点線で示す最適分割（外部ピン数 $6+6=12$ ピン）に約10世代で収束した。

[例2] 特殊な例として図7に示すような論理エレメント数 $n=20$ の連鎖状の論理回路に対し遺伝アルゴリズムを適用したときの収束状況を図8に示す。ほとんどの場合最適分割の外部ピン数である4ピンに収束したが、6ピン、8ピン等最適でない分割がなされることがあった。遺伝子表現、複製、淘汰の仕方に改良を加える必要が認められる。

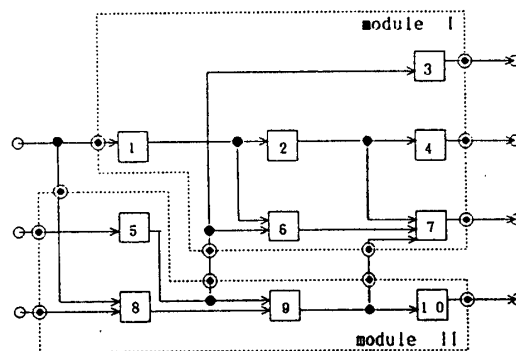


図6 最適分割例

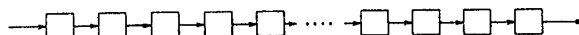


図7 論理回路の例

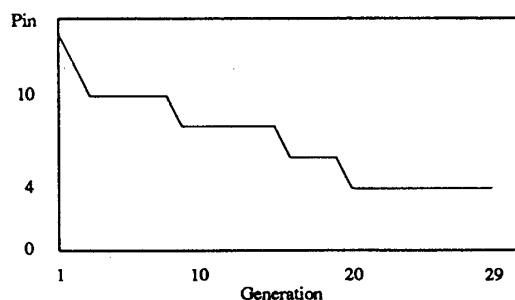


図8 収束状況

5 むすび

外部ピン数を最小とする論理回路分割に遺伝アルゴリズムを適用した結果について述べた。今後更に、大規模な論理回路の分割を行えるように検討を加える予定である。最後に有益な御討論を戴いた本学マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表する。

参考文献

- [1] 西本, 石賀: "整数計画法によるグラフの分解", 信学会, 回路とシステム理論研究, CT72-37(1972).
- [2] 吉川, 加藤, 山田: "カルノー図を用いて定式化した0-1計画法による論理回路の分割", 情処学会 第22回全大, 3G-1(1981).