

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	状態依存性解析のための電源間容量のテーブルルックアップ計算
Title(English)	Calculation of State-Dependent Power-Distribution-Network Capacitance Based on Table Look Up
著者(和文)	山長 功, 高橋 亮, 萩原 汐, 佐藤 高史, 益 一哉
Authors(English)	Koh Yamanaga Ryo Takahashi Shiho Hagiwara Takashi Sato Kazuya Masu, Ryo Takahashi, Shiho Hagiwara, Takashi Sato, Kazuya Masu
出典(和文)	2009 年 電子情報通信学会総合大会, , , C-12-31
Citation(English)	, , , C-12-31
発行日 / Pub. date	2009, 3
URL	http://www.ieice.org/jpn/books/t_g.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

状態依存性解析のための電源間容量のテーブルルックアップ計算

Calculation of State-Dependent Power-Distribution-Network Capacitance Based on Table Look Up

山長 功 †* Koh Yamanaga 高橋 亮 † Ryo Takahashi 萩原 汐 † Shiho Hagiwara 佐藤 高史 † Takashi Sato 益 一哉 † Kazuya Masu

† 東京工業大学 統合研究院 Integrated Research Institute, Tokyo Institute of Technology

* 村田製作所 Murata Manufacturing Co., Ltd.

1 はじめに

LSI 電源網の等価回路モデルは不要電磁放射や、電源電圧変動を見積もる上で必須である。LSI の電源網モデルを線形素子と電流源で近似する手法が提案されているが [1]、等価回路を構成する素子の値は回路の内部状態により変動する。より正確なモデルを作成するためには、内部状態依存性を考慮する必要がある。しかし、SPICE 等を用い電源全体の状態依存性を解析することは回路が大きくなるにつれ、急速に困難となる。本稿では、状態依存性を考慮に入れた標準セルの電源間容量をテーブル化することで、論理回路の電源間容量を高速に求める手法を提案する。

2 電源間容量計算手法

図 1 に示すように、本手法では、入力ベクトルに対する論理解析を行って回路を構成する全ての標準セルインスタンスの状態を決定し、各々の内部状態（ベクトル）に対応する計算済みの容量を参照・加算することで論理回路全体の電源間容量を高速に求める。したがって、信号配線や電源網メッシュなど、標準セルに含まれない容量は考慮に入れることができない。

この際、図 1 右に示すように、本解析手法では全標準セルの容量ルックアップテーブル (LUT) を全入力ベクトルに対して事前に作成する。LUT は、標準セル毎に VDD-VSS 間インピーダンスを SPICE の AC 解析により求める。順序回路については、その内部状態を入力ベクトルの一部として扱うことで組合せ回路と同様に計算する。同じ標準セルライブラリを使用する論理回路であれば LUT の作成は 1 度で良い。

3 解析結果

提案手法の計算精度を調べるため、ISCAS ベンチマーク回路 s27 を対象とし、SPICE の AC 解析および、提案手法を用いて電源間容量の状態依存性を解析した。s27 は 5 つの入力ピンと 3 つのフリップフロップを持つため、256 通りの入力状態を持つ。対象回路は標準セルの接続情報だけを持ち、電源メッシュや配線の容量を含まない。結果を図 2 に示す。AC 解析と提案手法の解析結果は非常に良く一致した。

次に、提案手法の計算効率を調べるため、ISCAS ベンチマーク回路 c6288 を対象とし、SPICE の AC 解析および、提案手法を用いた電源間容量の解析時間を解析回数別に比較した。c6288 は 32 個の入力ピンと 1399 個の標準セルインスタンスを持つ。AC 解析については 1000 回以降の解析を省略した。結果を表 1 に示す。提案手法は解析回数 10000 回まで解析時間が変わらない。前処理として行うネットリストのトポロジカルソートが支配的となっており、1 回当たりの解析時間は約 $40\mu\text{s}$ となった。トポロジカルソートにより、異なる入力ベクトルに

表 1 提案手法と AC 解析の解析時間の比較 (c6288)

解析回数	1	10	100	1000	10000	100000
提案手法 [秒]	14.8	14.8	14.8	15.0	15.1	18.9
AC 解析 [秒]	79	446	3640	-	-	-

対する連続解析を特に高速にできることがわかる。

AC 解析は 1 回当たりの解析時間は約 40s と、提案手法の約 10^6 倍の解析時間がかかる。 2^{32} 通りの状態を持つ c6288 は、統計処理のための十分な状態数の電源間容量解析が可能となった。

4 結論

状態依存性を考慮に入れた論理回路の電源間容量を高速に求める手法を提案した。本手法は標準セルの接続情報のみで構成された論理回路に対しては、SPICE の AC 解析結果と同等の精度を持ち、解析時間を 10^{-6} 程度に短縮できる。

謝辞

本研究の一部は、NEDO および東京大学 VDEC の協力で実施した。

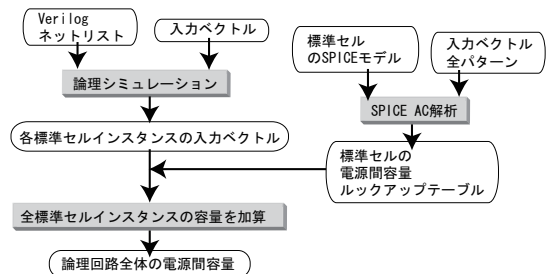


図 1 電源間容量計算手法

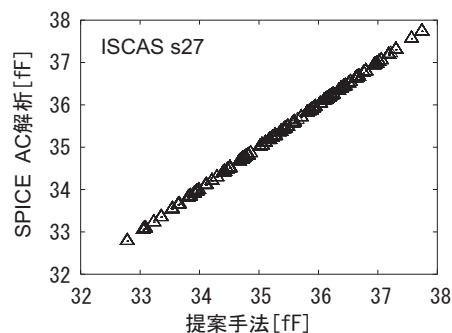


図 2 提案手法と AC 解析による電源間容量の比較

参考文献

[1] 福本 他, 信学技報 EMCJ2000-35, p. 49-54, 2000.