

LSI回路設計における CAD利用支援エキスパートシステム

中谷仁継 林正樹 藤井克正 犬伏恒雄
シャープ(株) 超LSI開発研究所

1. はじめに

近年のLSIの大規模化、多様化により設計支援のCADシステムが複雑になっている。効率よく設計作業を行うにはCADシステムを有効に使いこなす知識も要求されるため、設計者の知的な作業負担が増大しており、CAD利用に関する設計者の知識処理を支援するシステム⁽¹⁾⁽²⁾が望まれる。

本稿では、LSI回路設計を支援するエキスパートシステムの概要について述べる。本システムはLSI回路設計CADシステム利用に関するノウハウを有し、回路設計業務に精通している専門家（以下では単に専門家という）への問い合わせが多い回路シミュレーション実行時に発生したエラーの回避策と、回路シミュレーション条件の変更方法を提示できる。

2. システムの目的

CADシステム利用中に発生した疑問や問題点は、主に [1] マニュアルの検索や [2] 専門家への質問により解決されている。

[1] 設計者は発生している問題点の指摘と、次に何をすべきかの説明を求めている。特に初心者はこの要求が顕著となる。要求に対し的確に対応できないことがマニュアルだけで解決できない問題である。

[2] 専門家が質問を受けた場合、保有知識で状況に応じた適当な判断をくだすことができる。しかし現実的に単純なことほど何度も対応する必要があり、専門家の作業対応負担と設計者の対応待ち時間の双方が増大するという問題がある。

そこでエキスパートシステムを適用してLSI回路設計におけるこれらの問題点を解決しようと試みた。即ち本システムはCADシステムの中で次の役割を果たす。

- CADシステムの利用知識を蓄積する
- 専門家の作業負担を軽減する
- 設計者の待ち時間を短縮する
- 設計初心者教育する

3. システムの概要

3.1 位置付け

回路設計CADシステムを図1に示す。デザインキャプチャで回路図入力されたD/Bに基づきモデルパラメータを含んだネットリストを抽出する。回路シミュレータは抽出したネットリストに入力パターンを加えたファイルを入力として実行する。

本エキスパートシステムは回路シミュレーション異常終了の問題点を解決する適切な対策を設計者に提示し、また設計者からのトランジスタサイズ等のシミュレーション条件変更要求に対して変更操作方法を説明する。設計者は提示された指示に従って回路の変更や回路シミュレータのパラメータ変更を行い、再度回路シミュレータを実行する。

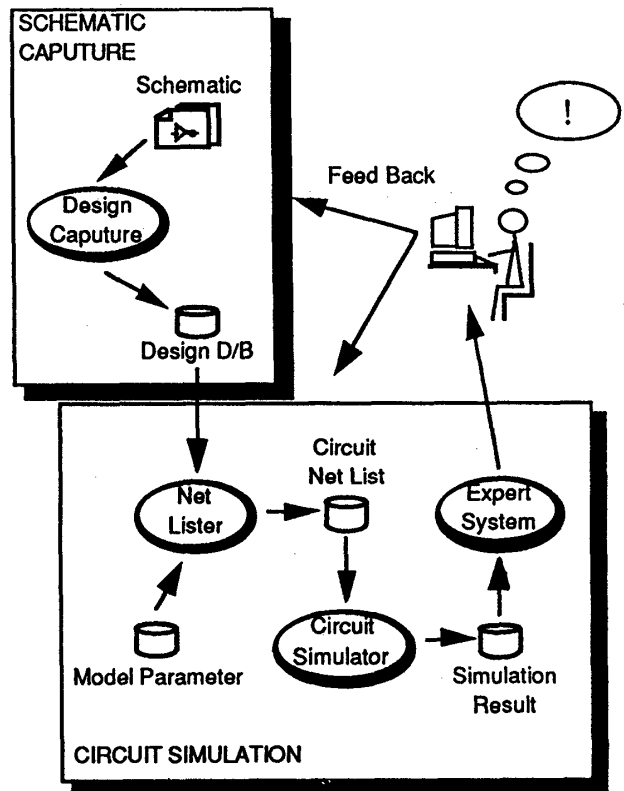


図1 システムフロー

3. 2 システム構成

本システムは図2に示すように [1] 推論エンジン、 [2] 知識ベース、 [3] 知識ベースインタフェース、 [4] ユーザインタフェースから構成される。

[1] 推論エンジン

前向き推論を用いて仮説-検証手法により推論する。即ち発生した問題に対する複数の解決策を仮説として設定し、優先度の高い仮説から検証する。

[2] 知識ベース

仮説の設定、仮説の検証、検証結果の説明の知識はプロダクションルールで表現した。知識を各々にグループ化して無駄なルールが参照されるのを避け、推論の速度向上を図った。推論に使用する回路シミュレーションパラメータ等の教科書的な知識はフレーム型の知識表現を採用して知識の拡張性を高めた。

[3] 知識ベースインタフェース

推論に必要な回路シミュレーションパラメータの値や発生した問題の特性を示す情報は、知識ベースインタフェースを通じて回路シミュレーション実行後、結果ファイルから事実として知識ベースに登録される。

[4] ユーザインタフェース

設計者への画面表示や質問回答の知識ベース登録を行うのがユーザインタフェースの役割である。質問や説明にはすべて日本語を使用する。質問にはメニュー形式を採用し、設計者は与えられた選択肢から適するものを入力する。

3. 3 実行例

図3は回路シミュレーションで直流解析が収束せず解析結果が得られなかった場合に、本システムを実行した例である。 [1] まず問題となる状況と [2] 対策案を説明したのち、 [3] 推論の結果得られた問題解決方法を説明し、 [4] 最後に具体的なパラメータの値と記述方法を説明している。

4. おわりに

本稿ではLSI回路設計におけるCAD利用を支援する専門家のノウハウを持たせたエキスパートシステムについて概要を述べた。現在本システムは回路設計者により運用され効果を得ている。今後はさらに知識補強を図るとともに、適用領域を拡大していく予定である。

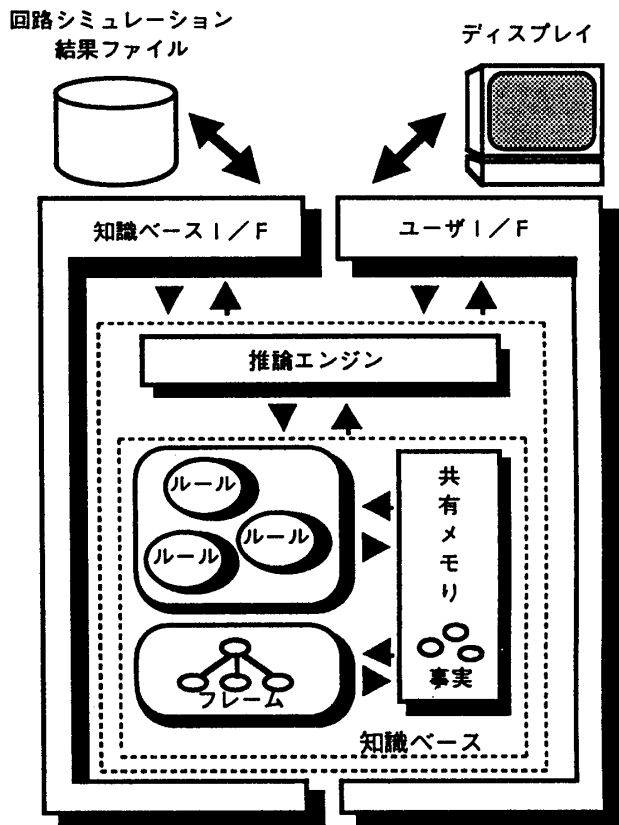


図2 システム構成

結果ファイル中のエラーメッセージは次の通りです

* NO CONVERGENCE IN DC ANALYSIS

この場合はDC解析が収束せずに途中で終了しています。

候補となる対策案を示します

- * 浮きノードに初期電位を与える
- * DC解析を行わない
- * 回路を分割する
- * 特定ノードに初期電位を与える

解析に要する時間が長くなりますが、DC解析をやめて電源電圧を徐々に上げる方法が良いと考えます。

まず入力電源電圧を時刻0 secから1 μsecの間で電圧0Vから5Vまでリニアに上げます。このための記述は次の通りです。

```
VSSVCC SSVCC 0 PWL(0 0 1000N 5)
```

次に解析コマンドの最後に"UIC"を付けて、DC解析を行わないように指定します。

```
.TRAN 1N 2000N 0N UIC
```

以上の変更を加えてから再度回路シミュレータを実行してください。

*** 推論終了 ***

図3 実行例

[参考文献]

- (1) M.L.Bushnell, "Design Automation: Automated Full-Custom VLSI Layout Using the ULYSSES Design Environment", Perspectives in Computing Vol.21, ACADEMIC PRESS INC.
- (2) N Hiura and K Irie, "CONSULT: A Consultation System for CAD Program Services", Proceedings of COMPSAC 87, PP 663-669