

MEPG-4 Visual デコーダコア検証用IP

技術分野：MPEG-4 ビデオデコーダ検証用 IP

応募者：扇谷信孝（おおぎやのぶたか）

所属機関：株式会社 L S I システムズ

1. 本 IP の必要性、新規性について

昨年、弊社では MPEG2 デコーダ検証用 IP を応募し、IP 賞を授かった。この開発経験ならびに、ユーザーからの技術フィードバックを経て、より高度な MPEG4 デコーダ検証用IPを新規開発した。MPEG4 の符号化ストリームは MPEG2 符号化ストリーム同様、非常に多くのパラメータが高度にかつ複雑に圧縮されている。しかし、MPEG4 は MPEG2 にない、数多くのツールを含んでおり、それらを効率よく、もれなく検証することが非常に困難である。検証の複雑さが増し、検証時間もそれにつれて膨大になっている。MPEG4 デコーダ LSI 開発において、従来、一般的には規格団体から入手したテストストリームや市場に流通しているストリームを集めたり、あるいはエンコーダ装置、エンコーダソフトウェアをカスタマイズしてストリームを作成して検証に用いる。これらのストリームを用い、RTL の論理検証を行うには膨大な検証時間が必要であり、そのためにハードウェアエミュレータなど的高価なツールを導入するなどの膨大な投資が不可欠であった。しかしながら、このように入手、作成したストリームでも、MPEG4 の規格上のパラメータ、性能上のワーストケースをすべて網羅できているわけではなく、膨大な投資の割には、検証効率という点では満足できていないというのが現状である。また、MPEG4 については、各社各様の限定仕様で実現されることが多い。そのため、相互互換性が大きな問題になることが予想されている。

パラメータの網羅性に優れた MPEG4 ストリームを完全自動生成させることができれば、MPEG4 デコーダコアの検証を非常に効率よく、短期間で、かつ安価に行うことができると考えた。また、MPEG4 ストリームを自動生成するだけでなく、検証目的に応じたストリーム生成を行える機能を持たせたことにより、ハードウェア・アーキテクチャに依存したコーナーケースを検証することができる。また、デコード機能だけでなく、処理性能を確認するために、演算負荷やバスのバンド幅を圧迫するようなワーストケースを含んだストリームを生成する機能を実装した。

また、MPEG4 デコーダでは、エラー耐性が重要なキーファクタである。ストリームに混在するエラーは予測不能で、ハングアップその他の不具合が開発者を悩ませ続けている。本検証用 IP では、細かな単位(レイヤー毎)でエラーをランダムに挿入できる機能を持ち、エラー耐性に対しても効率よく検証を行うことができる。

さらに、検証ゴールを確認するための視覚ツールとして各種パラメータのカバレッジ解析機能を持たせた。

2. 本 IP が解決する MPEG4 デコーダ検証の問題点

- 1) 従来の検証手法(自然画のストリーム)では埋まらないテストホール(コーナーケース)をカバー
 - 1-1)実機でも見つけづらいバグを発見することができる。
 - 1-2)コンフォーマンスストリームを入手できたとしても、ハードウェア独自のコーナーケースはたたけない。
- 2) 検証時間の短縮、ストリーム生成の自動化
 - 2-1)検証効率の良いストリームを完全自動生成
- 3) 検証目的を明確にしたストリームを生成可能
 - 3-1) VLC の網羅性
 - 3-2)処理能力の検証

- 3-3) エラー耐性の検証
- 3-4) ハードウェア依存のコーナーケースの追い込み
- 4) 検証ゴールの判定
 - 4-1) ストリームの各種パラメータの網羅性を確認
 - 4-2) ユーザ定義カバレッジ機能により、RTL 内ノードの機能カバレッジを確認することができる

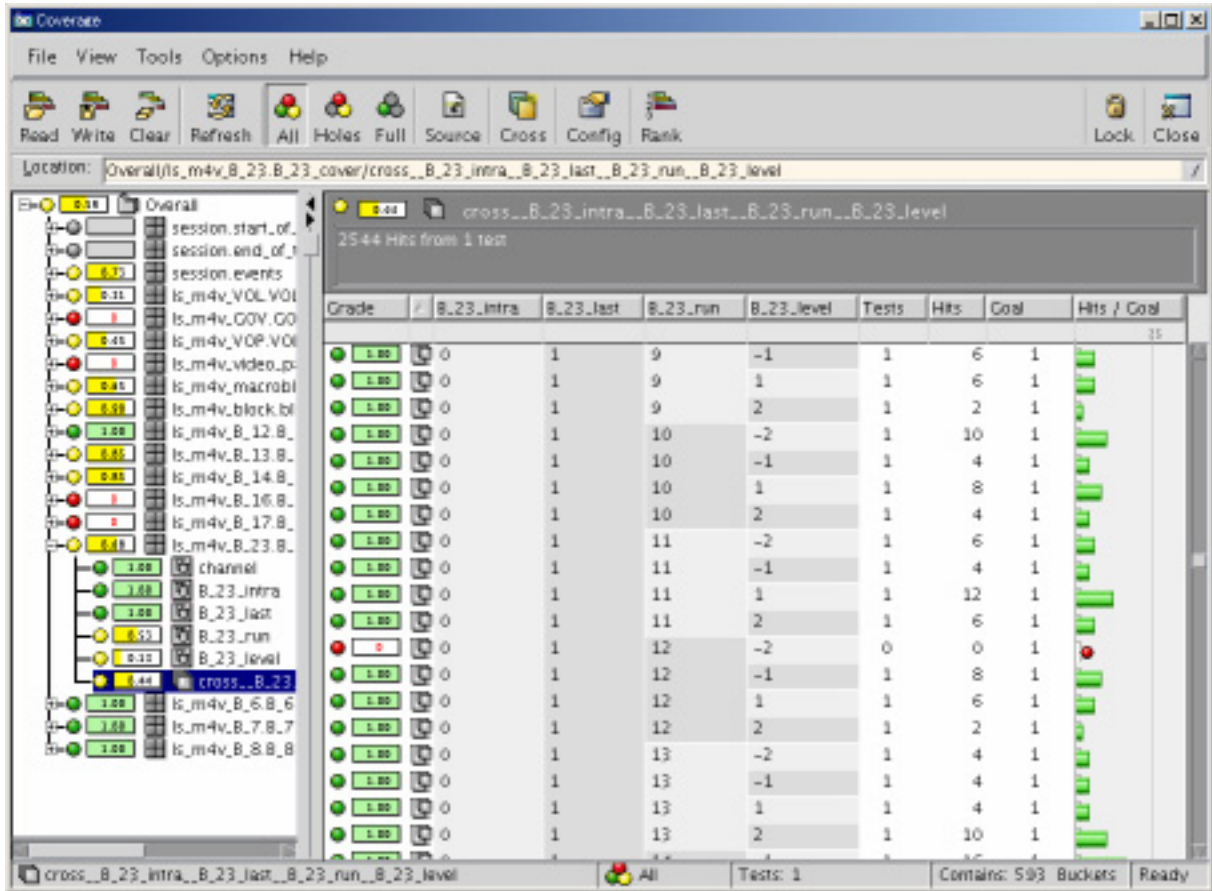
3. 機能および効果

大規模、複雑度が増すことにより、IP コアや SOC 開発において、検証環境(テストベンチ)の構築および検証工程が全工程の70%以上を占めるようになってきた。デザインの IP 化による再利用性も重要であるが、検証環境の再利用性に取り組むことで、IP や SOC の開発工数の削減、品質の確保は重要な課題である。本製品は、検証環境構築を容易にし、検証のオートメーション化を提供し、さらに検証終了項目を尺度化するツールを提供する画期的なツールであると自負している。MPEG4 デコーダの検証ではストリーム内パラメータの網羅性、組み合わせだけではなく、ストリームエラー耐性など膨大な検証項目を抱えるが、本検証用 IP を利用することで、実機でも再現困難な潜在的バグを発見できる検証環境を提供する。

- 1) サポートする規格
 - ISO/IEC 14496-2:2001/Amd.2:2002(E)
 - Simple Profile Level 0~3
 - Advanced Simple Profile Level 0~5
- 2) MPEG4 Visual ストリームを完全自動生成
 - profile@level 毎にテンプレートファイルが提供されるので、それを使用すれば良い。シミュレーションを実行すると、無限にビデオストリームを生成し続けるので、VLC や各種パラメータを網羅することができる。
- 3) 検証目的に応じた MPEG4ビデオストリームを生成することが可能
 - 本 IP はランダムなビデオストリームを生成することが基本だが、簡単な構文で各種パラメータの取りうる値の範囲、他のパラメータとの相関関係を指定することで、検証目的に限定したストリームを生成することができる。この機能により、実チップでの実機動作でもなかなか見つけられないバグを幾つか発見することができる。
- 4) コンフォーマンスストリームでは埋めることの出来ない、ハードウェア(アーキテクチャ)構造に依存したコーナーケースをたたくためのストリームを生成することが可能。MPEG4 デコーダ検証において、コンフォーマンスストリームではなく、ユーザにこの IP を利用していただく最大の理由となっている。
- 5) エラー耐性機能を確認するための仕組みを提供
 - ストリーム内の各レイヤ(VOPレイヤ、マクロブロックレイヤなど)毎にランダムにエラーを挿入することができる。
- 6) 検証効率アップ
 - 検証網羅性を短いストリームおよび時間で実現することができる。

7) 検証終了項目の確認

以下の図は、検証終了項目を判定するためのものである。赤丸はまだ検証されていない項目を示す。



8) 実績

複数のユーザーに利用され、高い評価を受けていると自負している。

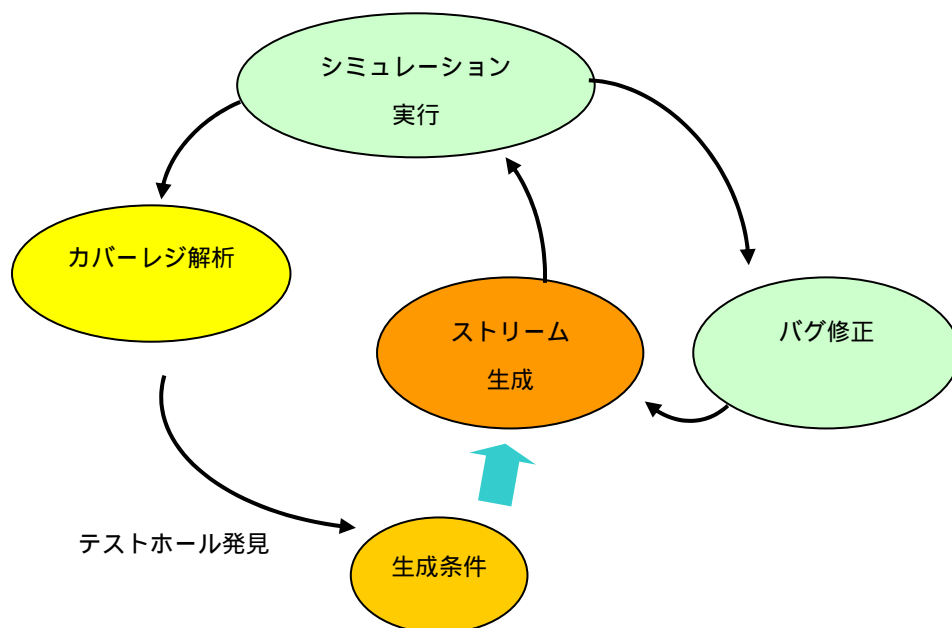
- 1) 思いがけないバグが発見できた。コンフォーマンスストリームだけでは不十分だった。
- 2) 少ないエンジニア工数で効率よく、迅速に検証作業を進めることができた。

4. MPEG4 検証用 IP を用いた画期的な検証手順

本検証用IPを用いると、検証ストラテジが今までの手法とまったく異なるアプローチが可能となり、これを推奨している。

従来、検証エンジニアは、RTL の局所部分にターゲットを絞り、それをヒットするためのテストパターンをひたすら手作業や独自ツールにより作成してきた。しかし、この手法は、エンジニアの盲点を見逃し、重大なバグを発見できない危険を持っている。本検証用 IP では、まず、基本はランダム生成にある。ただし闇雲にランダム生成させるのではなく、やはり検証エンジニアが目指す局所部分にターゲットを絞ることは重要である。これをダイレクティッド・ランダム方式と名づけ、この絞ったターゲットを重点にランダム生成したテストパターンにより検証を進める。ダイレクティッド・ランダム方式では、エンジニアの盲点があったとしても、意図せずそれを補完する可能性が高い。ダイレクティッド・ランダム方式で検証を進め、一回毎にその検証効果の本IPのカバレッジ解析ツールで確認する。ここで発見したテストホールがエンジニアの盲点だった可能性もあるし、あらたに検証しなくてはならないテストホールであるかもしれない。このテストホールが次に検証エンジニアが着目する局所部分になり、これをたたくためのストリーム生成用の制約条件を、本検証用 IP に指示することになる。

以上、本検証用IPを用いると、検証エンジニアの作業は、テストホールをグラフィカルに確認し、そのホールを確認するために、次にどのようなストリームを生成させれば良いかということだけになる。



5. 使用したツール

本検証用 IP は米国 Verisity Design 社の機能検証ツール Specman Elite ならびに、主要 HDL シミュレータ (Verilog-XL, VCS, ModelSim など) の上で動作します。

6. 添付ドキュメント

- 1) 商品カタログ
- 2) User Guide (日本語版)