

より高機能なデジタル回路合成を 可能とする高位合成手法の開発

情報技術グループ 岡部 忠
TEL : 03-5530-2540

FPGA向け高位合成ツールを使い、従来は合成することが難しかった複雑な回路アーキテクチャを実現する高機能なデジタル回路の合成手法を開発した。

内容・特徴

一般的な高位合成技術を使ってデジタル回路を合成した場合、動作可能な回路が合成されるものの設計経験の長いエンジニアによりマニュアルコーディングされたデジタル回路と比較して性能面では大きく劣っている。単純なパイプライン構造の単一データストリームであれば、高位合成技術も製品レベルの回路が合成されるが複数のループや複数種のデータストリームが混在した回路の合成において、高位合成技術は不向きである。

本研究では、複数のループや複数種のデータストリームが混在した回路の合成を可能とするソフトウェア記述法と最適化オプションを探索し、より高機能なデジタル回路合成を可能とする高位合成手法及び合成フローを開発した。開発した最適化手法によりIterative-Roll型アーキテクチャ向けデジタル回路の高位合成が可能となり、SWコーディング作法の確立、高位合成結果の検証方法、最適化オプション適用ノウハウの取得といった成果を達成した(右図および右表を参照)。

```

PRINTCIPHER Pseudo code
Input : plaintext, key;
Output : ciphertext;

PRINTcipher48-encrypt(plaintext, key) {
  state = plaintext;
  Key_Schedule(key);
  for (i=0; i<48; i++) Round(state, sk1, sk2, i); <- Loop
  ciphertext = state;
}

Key_Schedule(key) {
  sk1 = key[80:32];
  sk2 = key[31:0];
}

Round(state, sk1, sk2, i) {
  KEY_XOR_Layer(state, sk1);
  pLayer(state);
  RC_XOR_Layer(state, i);
  KEY_PERM_Layer(state, sk2); <- Loop
  SBOX_Layer(state); <- Loop
}
  
```

図 ソースファイルの一例

	LUT	Slice	Throughput [Mbps]	Power [mW]
マニュアル	270	111	165.6	12.83
従来法	419	148	0.092	23.5
開発手法-1	470	156	73.12	29.9
開発手法-2	353	123	158.2	49.2

表 合成回路の実装性能

従来技術に比べての優位性

- ① 複雑なアーキテクチャの高位合成を実現
- ② マニュアルコーディングと同程度の実装性能を実現

予想される効果・応用分野

- ① IoT向けエッジ/フォグデバイス
- ② データストリーム系回路

提供できる支援方法

- 共同研究
- 技術相談
- オーダーメイド開発支援

知財関連の状況、文献・資料

➢ 文献・資料

- [1] “Vivado Design Suite User Guide, High-Level Synthesis”, UG902 (v2017.2), June 7, 2017.
- [2] “High-Level Synthesis, Blue Book”, Mentor Graphics Corporation, 2010.