

多数の論理関数の高速評価法

A Fast Evaluation Method of Logic Functions

武内 令貴 後藤 祐輔 井口 幸洋
Yoshiki Takeuchi Yusuke Goto Yukihiro Iguchi

明治大学 理工学部 情報科学科
Department of Computer Science, Meiji University

1 はじめに

論理関数を高速に評価するには、専用の論理回路で実現すればよい。しかし、論理関数の入れ替えに対応するには、回路の再構成が必要となる。論理シミュレータやPLC(Programmable Logic Controller)は、論理関数の変更柔軟に対応できなければならない。このような応用には、MPUで論理関数を評価すればよいが専用回路に比べて低速である。

本稿では、MPUを用いて論理関数を高速に評価する基本的なアイデアを示す。

2 論理関数の評価

MPUで図1の論理式で表される論理関数を評価することを考える。入力X0~X7を更新し、論理式1~5を順に計算する。計算したM0~M2、及び出力Y0,Y1の値を更新する。最後に、更新した出力Y0,Y1の値を外部に出力する。ここで行1で計算するM0は、次の行2の計算に用いる。このように変数と出力には、依存関係があることが分かる。

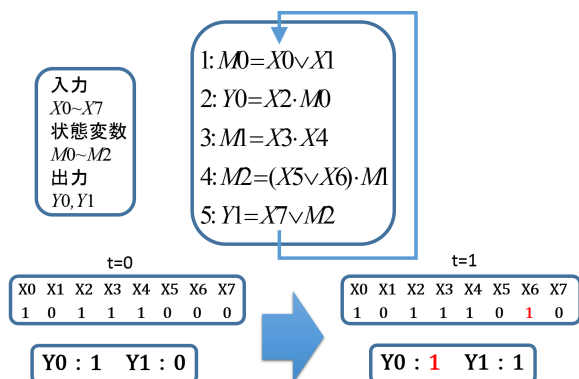


図1: MPUでの論理関数の評価例

本稿では、入力を取り込んだ際に出力が変更し得る計算のみを選択して処理する手法を提案する。処理全体の行数を減らし、高速化を図る。

3 提案する高速化手法

入力値の監視: 入力状態の変化の有無を検出する。入力に変化がない場合には計算の必要はない。入力に変化があった場合、該当箇所に依存する必要な計算のみを行い、出力を更新する。全体の処理が削減できる場合、高速化と低消費電力化が期待できる。

出力値の保存: 計算済みの結果を保持し、依存する入力に変化がない時は、保存した値を出力する。

レベル分け: 各行の計算の依存関係に着目し、

レベル付けを行う。変化を検知した入力のレベルより上位の再計算は削減できる。

4 期待される効果と今後の課題

図1の計算をレベル付けし、図2に示す。図2は論理式1~5が2つのグループに分割可能であることを示す。例えば、入力X0~X2にのみ変化があった場合、グループ2の値には変化が無いため、論理式3~5の計算を削減できる。

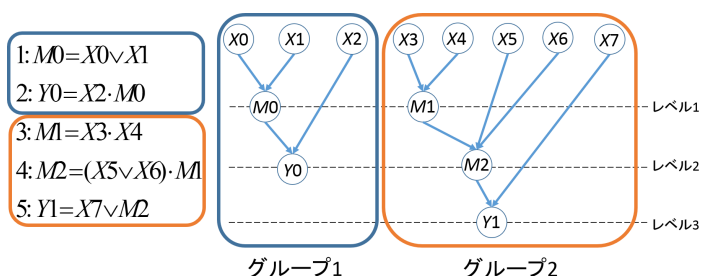


図2: 論理関数のレベル分け

入力X0~X7が、時刻t=0~t=4まで表1に示す変化をする時に、必要な計算を考える。t=1では、入力X6のみ変化している。入力X6は、グループ2に属しており、レベル2のM2とレベル3の出力Y1のみ再計算が必要である。つまり、行4と行5の計算のみを行い、行1~3までは計算不要である。Y0, M0, M1についてはt=0で計算した値を利用すればよい。このように、必要最小限の計算のみ行うことで、高速化と低消費電力化が期待できる。

表1: 入力変化時の各変数の値

	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y0	Y1	再計算が必要な変数
t=0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	M0,M1,M2,Y0,Y1
t=1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	M2,Y1
t=2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	M1,M2,Y1
t=3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	M0,Y0
t=4	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	M0,Y0,Y1

t: 入力の変化を検知した時

今後はMPUや専用ハードウェアでの実装と評価実験を予定している。

参考文献

[1] Ryoji Kawaguchi, "A realization method of fast and dependable programmable logic controllers", WRTL'2012, Niigata, Nov.2012.