

자동정리증명기법에 의한 스위칭함수 구성

박춘명*

*한국교통대학교

A Construction of the Switching Function by IATP

Chun-Myoung Park*

*Korea National University of Transportation

E-mail : cmpark@ut.ac.kr

요 약

본 논문에서는 자동정리기법에 기반을 둔 스위칭함수 구성의 한가지 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 기존의 방법들에 비해 좀 더 효율적이고 정규성, 확정성 등의 장점을 가진다. 향후 제안한 방법은 각종 디지털논리시스템을 구현하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

This paper propose the method of constructing the switching function based on the IATPT. The proposed method have advantage which is the efficiency, regularity and extensibility and so on compare with earlier methods. We expect the proposed the method be able to contribute the constructing the any digital logic systems.

키워드

IATP, switching function, digital logic systems etc.

I. 서 론

최근에는 디지털논리시스템의 설계시 자동설계 기법의 중요성이 점차 커지고 있으며^[1-7], 이 중 자동정리증명기법을 도입한 설계기법은 상당히 효과적이다. 본 논문에서는 기존 논문에서의 단점을 보완하고 좀 더 일반화된 자동정리증명기법의 한가지 방법을 제안하였다.

II. IATP

디지털논리시스템설계 과정은 요구되는 함수의 기능을 수행 할 수 있는 효과적이고 최적화된 회로를 실현하는 것이다. 현재의 디지털논리시스템 설계에서의 자동 툴(Automatic Tool)은 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

- 입의 레벨 수의 논리시스템에 적용 할 수 있어야 한다.
- 입의 논리 모듈(logic module)의 집합에 대해

수행되어야 한다.

- 이상적인 시간에 최적의 설계를 생성하여야 한다.
- 새로운 방법이나 설계의 요구에 대한 Cost가 좋아야 한다.

이러한 목적을 효과적으로 수행 할 수 있는 방법으로 최근에 자동정리증명기법(Automated Theorem Proving Technique)이 도입되고 있다. 정리증명기는 서술된 내용을 공리로 반박하여 최종 간략화된 함수를 도출하는 것이며, 이들 줄어 든 문제는 최종 질의와 더불어 목적함수를 표현 한다.

2.1 Table Pseudo Function : Tab

주어진 입의 함수에 대한 진리치표는 표의사 함수 Tab(Table Pseudo Function Tab: TPF Tab)을 사용하여 표현 할 수 있다.

예를 들어 4차 2변수 입력, 1출력의 함수에 대한 진리치표가 다음 표2-1과 같을 때 이를 TPF

Tab을 사용하여 표현하면 다음 식(2-1)과 같으며, IV장에서 논의 할 Building Block T-gate로 표현하면 다음 식(2-2)와 같다.

표 2-1. 4차 2변수 입력, 단일 출력 함수의 진리치표

X2	0	1	2	3
X1	0	2	3	0
1	3	1	0	2
2	1	2	3	3
3	3	2	1	0

$$\begin{aligned} & \text{Tab}(X1, \text{Tab}(X2, 2, 3, 1, 3) \\ & \quad , \text{Tab}(X2, 3, 1, 2, 3) \\ & \quad , \text{Tab}(X2, 0, 0, 3, 1) \\ & \quad , \text{Tab}(X2, 1, 2, 3, 0)) \end{aligned} \quad (2-1)$$

$$\begin{aligned} Y = & T(T(2, 3, 1, 3, X2) \\ & , T(3, 1, 2, 3, X2) \\ & , T(0, 0, 3, 1, X2) \\ & , T(1, 2, 3, 0, X2)), X1) \end{aligned} \quad (2-2)$$

2.2 EQUAL

단항함수(Unary Function)에 대해서 다음과 같은 EQUAL Semantic을 사용하여 간략화 할 수 있다.

$\text{EQUAL}(F_i(X1, X2, \dots, X_k), C_i)$
 여기서, X_i 는 입력 $X = X(X1, X2, \dots, X_k)$ 의 i 번째 입력 벡터(vector)이고, C_i 는 $(X1, X2, \dots, X_k)$ 의 i 번째 순열(permutation)에 대한 F_i 의 값이다.

이러한 것들을 PSF(Primitive Synthesizable Functions)라 하며, McClusky의 strong threshold literals과 같은 동작을 한다.

III. 빌딩 블록 구성

$TG[R]_{\text{var } k}$ 의 var은 해당 변수명(또는 level 명), k 는 해당 level 에서의 k 번째 T-gate를 의미하며, 입출력에 대한 동작특성은 각각 식(3-1)과 식(3-2)와 같다.

$$I_i = e_i = C_i \in GF(R) (R = P^m) (i=0,1, \dots, R-1) \quad (3-1)$$

$$\text{Output} = I_i = e_i \text{ iff } C_i = i (R = P^m) (i=0,1, \dots, R-1) \quad (3-2)$$

이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\bullet TG[R]_{\text{var } k} : T\text{-gate}$$

여기서, $R = P^m$, var는 T-gate level 명, k 는 k level에서의 T-gate 번호. 또한, k 는 해당 T-gate

level에서의 제어입력 이름과 동일하다.

• $TG[R]_{\text{var } k} = \langle e_j \rangle$: T-gate 의 입력을 표시함. ($j=0,1, \dots, P^m$)

IV. 결론

본 논문에서는 최근에 디지털논리시스템설계에 도입되고 있는 자동정리증명기법에 의한 디지털시스템 구성의 한 가지 방법을 제안하였다. 제안한 개선된 자동정리증명기법의 특징을 요약하면 다음과 같다.

먼저, 유한체의 중요한 수학적 성질을 논의하였으며, Table Pseudo Function Tab과 EQUAL의 개념을 소개하였다. 또한, Building Block으로서 T-gate의 개념과 특징을 논의하였다. 제안한 개선된 자동정리증명기법은 기존의 방법에 비해 다양한 관계를 적용시킬 수가 있었으며 그 결과 기존의 방법에 비해 좀 더 효과적이고 규칙적으로 디지털논리시스템을 구성시킬 수가 있었다. 향후 연구과제로는 좀 더 일반화된 자동정리증명기법에 대한 알고리즘의 연구가 요구되며, 이를 바탕으로 디지털논리시스템의 또 다른 한 분야인 순차논리시스템의 구성에 적용하는 연구가 요구된다.

참고 문헌

- [1] W. S. Wojciechowski and A.S.Wojcik, "Automated Design of MVL Circuits by Automatic Theorem Proving Techniques," IEEE Trans. Comput., vol.C-32, no.9, pp.785-798. Sep. 2010.
- [2] W. C. Kabat and A. S. Wojcik, "Automated Synthesis of Combinational Logic using Theorem-Proving Techniques," IEEE Trans. Comput., vol.C-34, no.7, pp.610-632, Jul. 2011.
- [3] V. J .Sanchez and W. C. Kabat, "Automated Synthesis of Algorithmic State machines," IEEE Proc. 16th Int. Symposium on MVL, pp.265-272, May. 2009.
- [4] D. Snyers and A. Thayse, "Algorithmic State Machines Design and Automatic Theorem Proving: Two Dual Approach to the Same Activity," IEEE Trans. Comput., vol.C-35, no.10, pp. 853-861, Oct. 2013.
- [5] D. Green, Modern Logic Design, Addison-Wesley Publishing Company, 2010.
- [6] M. Davio, Jean-Pierre, Deschamps and Andre Thayse, Discrete and Switching Functions, McGraw-Hill international Book Company, 2011.
- [7] R. J. McEliece, Finite Fields for Computer Science and Engineers, Kluwer Academic, 2012.