

모듈러 설계기법에 기초한 함수구성

박춘명*

*한국교통대학교

The Function Construction based on Modular Design Technique

Chun-Myoung Park*

*Korea National University of Transportation

E-mail : cmpark@ut.ac.kr

요 약

본 논문에서는 모듈러 설계기법에 기반을 둔 함수분해방법과 입력변수 처리 방법에 관한 설계기법을 제안하였다. 부분 분해방법으로서 행 분할 변수 중 1-열 변수의 입력 값에 따라 함수를 분할하여 컬럼 곱을 구하였다. 또한 제안한 부분 함수는 단일 T-gate를 사용하므로 모듈 라이브러리 방식에서의 제어함수를 생략할 수 있는 장점이 있다. 이를 함수에 적용한 결과 주어진 함수가 비대칭, 불규칙인 경우 기존의 방식에 비해 내부 결선이 약 12% 정도, T-gate 수는 16% 정도 감소되어 더욱 간단한 회로설계가 이루어지는 장점이 있음을 보였다.

ABSTRACT

This paper present a method of function decomposition and input variable manipulation method based on modular design techniques. We obtain the column multiplicity of decomposition function according to row decomposition method. Also, the proposed partial decomposition function have advantage which is able to omit control function using t-Gate. We find the advantage for internal connection decrement 12% and T-gate number 16%, therefore we find the simple design circuit.

키워드

decomposition, partition, modular, circuit design

I. 서 론

본 논문에서는 2-행 변수로 테이블을 검색하는 방법에 있어서는 Fang의 방법과 동일하나 테이블로부터 부분 함수를 검색하는 과정과 입력 변수를 처리하는 부분 함수를 검색하는 과정과 입력 변수를 처리하는 부분에서 새로운 기법을 제시하여 기존의 문제점을 해결하고자 한다. 먼저, 부분 함수의 분해방법에 있어서 기존의 경우, 전적으로 행 변수에 대한 CM(Column Multiplicity)만을 사용하고 있으나, 본 논문에서는 행 변수를 세분하여 CM을 검색하는 방법을 사용한다. 이 경우 동일 부분 함수를 검색할 수 있는 확률이 증가하게 된다. 모듈 구성 면에서는 기존의 모듈 라이브러리 방식을 사용하지 않고 ULM개념의 단일 T-gate를

기본 블록으로 사용하고 있으므로 부분 함수와 모듈의 매칭 문제를 해결할수 있다. 열 분할변수를 처리하기 위해 본 논문에서는 입력 변수에 코드를 할당하는 LUT(Look Up Table)방식을 제안하여 입력 변수를 처리하기 위한 복잡 도를 감소시켰다.

II. 함수분해 이론

변수의 규모가 큰 함수를 회로로 구현하는 경우 직 접 설계가 어렵고 대부분 동일한 함수가 포함되어 있으므로 다수의 부분함수를 조합하여 표현하고자하는 연구를 해왔다. 본 장에서는 함수를 부분함수로 표현하고자 하는 일반 이론을 간

단히 나타냈고, 본 논문에 적용하기 위한 함수 분해법을 설명한다. 함수분해는 원래의 함수보다 적은 변수의 함수로 분해하여 각 함수를 독립적으로 설계할 수 있으므로 비교적 설계하기가 용이하다. 예를 들어 함수 f 가 $f(x,y,z)=\text{esp}(\cos x + \sqrt{y^2+z^2})$ 과 같이 주어진 경우 $v(y,z)=\sqrt{y^2+z^2}$ 이고 $v(x)=\cos x$, $F(u,v)=\text{exp}(u+v)$ 라 하면 그림1과 같이 나타낼 수 있다.

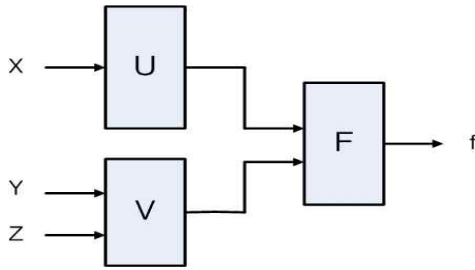


그림 1. 부분함수에 의한 표현

Fig. 1. Representation by subfunction.

여기서, 함수 f 는 부분함수 u,v,F 로 분해되었다고 말한다. 그러나 대부분의 함수가 그림1과같이 분해되는 경우는 드물고 입력변수가 증가하는 경우 부분함수로 분해하기가 더욱 어렵다. 정의 1은 함수 테이블로부터 동일한 함수 값의 개수를 나타내는 CM을 정의한다.

[정의1] 함수 분할 표(position matrix)에서 서로 다른 Column패턴을 CM이라 한다. 입력 변수가 $X_n = \{X_1, X_2, \dots, X_N\}$ 이고 분할이 여기서 CM은 서로 다른 함수 값을 갖는 F_a 의 개수를 말한다. 따라서 함수값이 모두 동일한 경우 CM은 1이고 모두 다른 함수 값을 갖는 경우 CM은 $2^{(x_i - A)}$ 를 갖는다.

III. 회로설계

입력 변수 코드할당 본 논문에서는 T-gate를 기본 모듈로 사용한다. T-gate는 그림2와 같이 M개의 입력과 1개의 제어 변수로 구성되어있다.

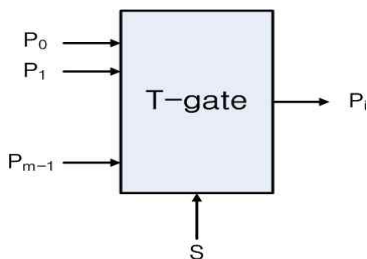


그림 2. T-gate 심볼

Fig. 2. Symbol of T-gate

본 절에서는 제안한 함수 분해 법을 도입하여 회로를 설계하는 과정에서 입력변수 처리를 단순화하기 위해 코드를 할당하는 방법을 제안한다. 각모듈의 입력 변수를 간략화하기 위해 구해진 모듈의 입력 변수를 새로운 집합 $\lambda\lambda_1$ 를 도입하여 표시하고 정리3에서 코드길이 β 를 결정한다.

[정리1] 각 모듈의 입력 변수에 할당되는 코드의 길이를 β 라 하고 얻어진 모듈수를 κ 라 하면 r -치 논리 함수인 경우 $\kappa \leq r^\beta$ 가 되는 최소 β 값을 코드 길이로 정한다.

[증명] 회로 구현에 필요한 모듈 수는 CM의 수 κ 와 일치한다. 따라서, 각각의 모듈 M_{κ} 에 대해 열변수 분할 π_1 로 이루어진 분할 λ_{κ} 를 얻을 수 있고, 각각의 λ_{κ} 에 대해 코드를 할당하므로 m -치 논리시스템의 경우, 코드길이 β 에 대해서는 m^2 만큼 표현이 가능하므로 $k \leq m^\beta$ 인 관계를 만족한다. 또한 정의4는 모듈에 적절한 코드값을 할당하기 위한 치환관계를 나타낸다.

IV. 결론

본 논문에서는 모듈러 설계에 적합한 부분 함수 분해 방법을 제시하였다. 부분 함수의 검색횟수는 고전적 함수 분해 방법보다 줄어들었고 검색 방식 면에서도 매우 단순함을 확인할 수 있었다. 모듈 적용 면에서는 본 논문에서는 T-gate를 기본 모듈로 사용하므로 모듈 라이브러리 방식의 단점인 제어 함수를 생략할 수 있었다. 소요 모듈수는 단점인 제어 함수를 생략할 수 있었다.

참고문헌

[1] R.L.Ashenurst, "The decomposition of switching function," Proc. Int. Sympo. Theory of switching, vol.29.pp.74-116,1959.
 [2] J.Roth & Karp., "Minimization over Boolean Graph," IBM J.Res. Develop., vol.9, pp.227-238, Apr.,2008.
 [3] S.B,Abugharbieh and S.C.Lee, "fast algorithms for the disjunctive decomposition of m-valued functions.part I :The Decomposition algorithm," IEEE 23th ISMVL, pp.118-125, 2009.
 [4] V.Shen, A.Mckeller, P.WWeiner, "A fast algorithm for the disjunctive decomposition of switching functions," IEEE Trans., Comput., vol.C-20,pp.304-309,Mar.2010.
 [5] S.T,Logic synthesis and optimization, kluwer academic, Pub., 2010.