

진화형하드웨어 설계에 관한 연구

*김종오, 김덕수, 이원석

동양공업전문대학 전기전자통신공학부

e-mail : jokim@dongyang.ac.kr, dskim@dongyang.ac.kr, wslee@dongyang.ac.kr

A Study on the Evolvable Hardware Design (EHW)

*Jong-O Kim, Duck-Soo Kim, Won-Seok Lee

School of Electrical Engineering

Dongyang Technical College

Abstract

Evolvable hardware(EHW) is a dynamic field that brings together reconfigurable hardware, artificial intelligence, fault tolerance and autonomous systems.

This paper gives an introduction to the field. The features that can be used to identify and classify evolvable hardware are the evolutionary algorithm, the implementation and the genotype representation. Evolvable hardware (EHW) is hardware that can change its own circuit structure by genetic learning to achieve maximum adaptation to the environment. In conventional EHW, the learning is executed by software on a computer.

I. 서론

종래의 하드웨어는 고속으로 처리가 되더라도 그 기능의 변경이 어려운 것에 반해, 진화형 하드웨어(Evolvable Hardware, EHW)는 카멜레온 피부의 색이 주위의 환경변화에 대해 자율적으로 변하는 것과 같이, 하드웨어의 기능을 환경에 따라 자율적으로 변화시켜 언제나 최적의 성능을 갖도록 하는 완전히 새로운 하드웨어의 개념이다. EHW는 프로그램 가능소자(PLA)와 유전자 알고리즘(GA, Genetic Algorithm)과 같은 진화형 계산이 결합된 하드웨어 소자이다.

GA가 EHW내의 PLA 구성을 주변환경에 잘 동작될 수 있도록 최적화시켜 줌으로써, 주변의 여러 환경에 자동적으로 적응할 수 있게되는 것이다. 최근 EHW에 관한 많은 관심과 연구가 이루어지고 있는데, 그 주된 이유로는 EHW가 가능하도록 발전된 관련 집적회로의 발전에 기인한다고 볼 수 있다. 이 같은 자연환경의 성질을 완전히 예측하는 것 역시 불가능하다. LSI 칩의 개발과 설계 경우, 시제품 제작 시에 PLA가 사용되지만, 이 칩들은 작업환경을 세심한 검증 없이는 불가능하다. 반면에, EHW를 이용하면, 변화하는 환경을 깊이 고려하지 않아도 요구되는 기능을 하는 하드웨어 칩을 개발하는 것이 가능한데, 왜냐하면 EHW는 강력한 진화형 계산 방법을 통한 탐색능력을 사용하여, 자신의 회로를 변화할 수 있게 된다.

II. 진화형 하드웨어(EHW)

2.1 진화형 하드웨어(EHW)

EHW는 주변환경이 변함에 따라서 자체적으로 회로의 구성을 조정이 가능한 하드웨어 소자이다. EHW는 2가지의 구성요소를 갖고 있다. FPGA(Field Programmable Gate Array)와 같은 프로그램가능(PLA) 소자와 유전자 알고리즘과 같은 유전자형 계산

방법이다. PLA는 회로 구조를 자유롭게 바꿀 수 있기 때문에 하드웨어 개발을 위한 시제품 생산 단계에서 널리 쓰이고 있지만, 이 방법도 제품이 생산된 후에는 새로운 제품 기능을 추가하거나 변경시키는 것이 불가능하다. 일반적으로 이 같은 단점을 극복하기 위해 보상을 위해 높고 안정적인 설계 여유를 갖도록 특별회로를 추가하는 데, 이는 단가를 높이는 요소가 된다. 이 같은 이유로 인해 주변환경이 바뀌어도 잘 적응하여 동작할 수 있도록 자신의 회로 구성을 스스로 변경하는 칩을 설계할 필요가 있게 되었다. 이 점이 바로 EHW를 연구하는 주된 목적이다. EHW를 사용하면 주변환경에 대해 세세한 고려 없이도 하드웨어 소자를 개발하는 것이 가능하다. 왜냐하면 EHW는 GA의 강력한 탐색 능력을 통해 최적의 회로구조를 찾을 수 있다. 그림 1.은 EHW의 기본적인 개념이다. PLA의 회로 구성은 아키텍처 비트라고 불리는 2진 비트열에 의해 결정된다. 기존의 하드웨어 설계방식에서는 이 회로 구성은 설계자에 의해 결정되어야 하지만, EHW에서는 자연계의 생명체에서 일어나는 진화와 적응을 이용한 강력한 탐색과정인 GA에 의해 결정된다.

이 GA는 풀고자하는 문제에 대해 가능한 해들을 염색체(chromosomes)로 표현하여 이 들을 자연진화의 원리에 따라 점차 변형해 나감으로써 점점 더 좋은 해를 생성해 가는 컴퓨터 프로그램의 기법을 사용한다 [1]-[2]. GA의 강력한 탐색성능은 많은 응용분야에서 입증되어 왔다. EHW에서는 아키텍처 비트가 염색체로 취급되어, 원하는 성능의 회로구성을 얻을 때까지 GA에 의해 염색체를 진화시켜 나가면서 PLA의 회로 구성을 최적화시킨다. 진화적인 연산을 기초로 한 유연한 적응성 및 하드웨어 소자의 빠른 처리속도는 많은 산업계의 응용분야에서 유일한 EHW의 독특한 특성이다.

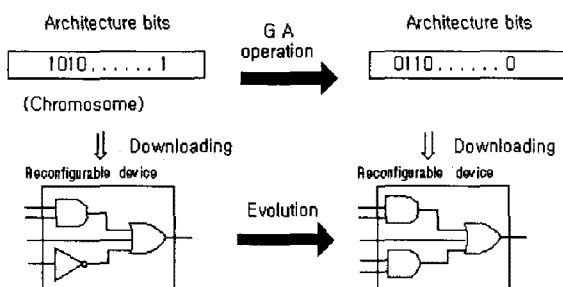


그림 1. 진화형 하드웨어(EHW)의 개념도

GA 염색체, 즉 아키텍처 비트는 유전적 학습을 하는 동안 재구성 가능 소자로 다운로드 된다. 그러므로, EHW는 온라인 적응형의 하드웨어라고 할

수 있다.

2.2 EHW의 응용분야

현재 EHW 칩의 응용분야에 대한 연구로는 근육전기 제어형 의수가 있는 데, 이 칩은 근육전기 신호를 사용하여 해당 손동작을 인식하는 인공 의수 제어기에 사용되었다. 기존의 근육전기형 의수는 약 1개월 이상의 훈련을 통해 손에 적응을 해 왔는데, EHW칩을 사용하는 경우에는 칩 자체가 매우 빠르게 적응을 하기 때문에 수분만에 학습을 마치게 된다 [1]. 이 칩의 또 다른 응용분야로는 장애물을 피해 가면서 움직이는 색볼을 추적하는 이동용 로봇용 적응 탐사업무를 수행하는 것이다. 그밖에 휴대전화용 아날로그 EHW 칩, 전자사진 인쇄기용 데이터압축 칩, 자율이동 로봇, 자율적으로 재구성 가능한 뉴로칩, 진화형 마이크로파 회로, 문자인식 등 여러 분야에 이동을 위한 연구가 이루어지고 있다 [3-4].

III. 결 론

여기서는 진화형 하드웨어의 기본적인 개념과 그 응용분야에 관하여 살펴보았다. 최근에는 FPGA를 이용한 EHW 구현에 관한 연구가 활발하며, 이 같은 연구는 시스템 고장이나 예기치 않은 주변환경변화에 스스로 적응가능한 시스템 설계분야에서의 응용이 활발해질 것으로 본다.

참 고 문 헌

[1] M. Iwata, I. Kajitani, Y. Liu, N. Kajihara, T. Higuchi : Implementation of Gate-Level Evolvable Hardware Chip, Proc. of ICES , Springer Verlag, 2001, P.38
 [2] Higuchi, T. Niwa and et al. : Evolvable Hardware with Genetic Learning. Proc. simulation for Adaptive Behavior, MIT Press, 1993, p.417
 [3] Higuchi, T. Iba, Manderick B. : Evolvable Hardware. Massively Parallel Artificial Intelligence, MIT Press, 1994, p. 393
 [4] Garrison W. Greenwood and Andrew M. Tyrrel, "Introduction to Evolvable Hardware", IEEE Press, 2007