

뉴런의 기능을 모사한 3x3배열구조의 디지털 회로에서의 오류위치 확인 및 복구 알고리즘

김석환* · 허창우**

*** 목원대학교 전자공학과

An Error position detection and recovery algorithm at 3x3 matrix digital circuit
by mimicking a Neuron

Soke-Hwan Kim* · Chang-Wu Hurg**

*Department of Electronic Engineering, Mokwon University

E-mail : ksh63045@naver.com

요 약

본 연구에서는 뉴런이 지니는 기능 및 결합구조를 모사하여 3x3 배열의 기능별로 분리시킨 후 디지털 회로에서 동작 중 발생할 수 있는 일시적 또는 영구적인 오류 위치를 정확히 찾아내어 복구 시키는 알고리즘을 제안한다. 결합된 세포에서 어느 특정 일부분이 문제가 발생할 경우 그 기능을 다른 세포로 분화되어 동일 기능을 수행하며 오류가 발생한 세포는 주변 세포에 의해 사멸시키는 단계를 거친다. 이런 세포가 지니는 기능 및 구조를 디지털 회로내부에 기능 블록구조로 설계하여 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

In this study, we propose an algorithm to simulate the function of the coupling structure and having two neurons to find out exactly recover the temporary or permanent position errors that can occur during operation in a digital circuit was separated by function, a 3x3 array. If any particular part in the combined cells are differentiated cells have a problem that function to other cells caused an error and perform the same function are subjected to a step of apoptosis by the surrounding cells. Designed as a function block in the function and the internal structure having a cell structure of this digital circuit proposes an algorithm.

키워드

Neuron, Fault Detection, DMR, Repair Algorithm

1. 서 론

생명체의 생성과정과 유지 능력은 생물의 유전 정보를 저장하고 해석하는 세포의 건강상태에 좌우된다. 초기 유전 생명공학이 발전 단계에서는 유전자를 구성하는 물질을 알아내는 것에 연구의 방향을 두었다.[1]

한 세포에서 지닌 유전정보는 복제하여 다음 딸세포에게 전달하는 과정을 거치며 이 과정이

반복되며 생존과정을 유지하게 한다.[2]

20세기 후반 생명체에 대한 유전부분의 연구는 세포가 지니는 기능을 공학적으로 모사, 여러 분야의 모델에 적용하는 다른 학문의 분야로 발전하게 되었다. 디지털 시스템의 구성은 우리 인체 구조와 마찬가지로 하나의 시스템이면서 각각 기능별로 구분이 가능하다. 이 각 기능별로 나누어 지는 모델은 세부 역할 단위의 블록으로 나누게 되고 각 세부 블록은 모듈단위별로 나눌 수 있게

된다. 생명체의 최소 단위는 세포와 같이 공학 시스템도 생명체와 같이 최소단위인 게이트(Gate) 수준까지 나눌 수가 있다.

본 연구에서 제시하는 알고리즘은 세포가 지니는 기능을 모사하여 오류 위치를 찾아내고 복구시키는 알고리즘을 제시한다. 세포의 결합은 복잡하게 서로 연결되어 있으나 어느 한 부분에서 문제가 발생하면 그 위치를 정확히 찾아내고 사멸시키거나 주변 세포가 그 기능을 대신 할 수 있다. 이런 세포가 지니는 기능 및 구조를 디지털 회로내부에 기능 블록구조로 설계하여 3x3 배열의 기능별로 분리시킨 후 디지털회로에서 동작 중 발생할 수 있는 일시적 또는 영구적인 오류 위치를 정확히 찾아내어 복구시키는 알고리즘을 제안한다.

II. 본 론

2.1 생명체에서의 DNA의 결합

DNA 사슬 구조는 화학적 극성을 띠며 이중나선 구조를 이루게 된다. 염기쌍들은 임의대로 결합이 이루어지는 것이 아니라 아데닌(A)은 티민(T)과 구아닌(G), 시토신(C)과 결합하여 염기쌍을 이루가 된다. [5]

결합을 이룬 염기쌍들은 복제 및 생성 사멸과정을 거치게 되고 하나의 생명체로서 기능을 유지한다.[4] 어느 한 부분에서 문제가 발생 시 생명체의 복구 과정을 모사하여 알고리즘을 제시한다.

2.2 공학모델

공학모델에 적용한 오류위치를 찾는 것은 인간의 뇌에서 여러 가지 명령과 신경전달물질을 문제가 발생한 부분에 전달하는 과정을 모사해야 한다.

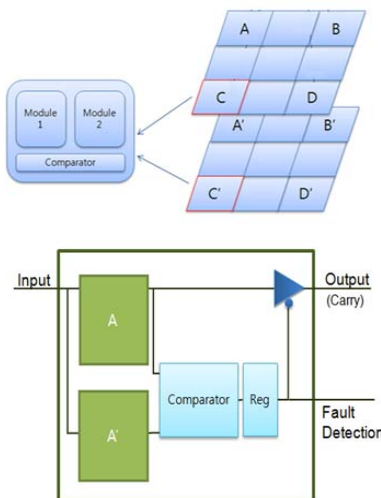


그림 1. 이중화 모듈 블록구조

공학 모델에서 오류위치를 찾는 방법은 기존과 같이 이중화(Double Modular Redundancy, DMR) 방법을 많이 사용하고 있다.[3] 본 연구에서 제시하는 오류위치를 찾는 방법도 이 방법을 이용하여 제시한다. 그러나 세포 구조가 복잡하게 이루어진 상태에서는 위치를 찾아내어 복구하는 과정을 표현하기 위해서는 더 많은 복잡한 구조의 복구 알고리즘이 필요하다. 공학 모델에서 오류 위치를 찾아내는 방법은 그림 1.과같이 이중화 구조의 블록구조를 이용한다.

본 연구에서 각 디지털 회로에 대한 모듈의 구조는 이중화 구조로 설계가 되며, 오류가 발생한 모듈에서는 검출 알고리즘에 따라 오류 출력 비트를 생성시켜 상위 프로세서에 전달하고 오류로 판단된 모듈에 대하여 상위 프로세서는 오류 모듈의 출력을 바로 차단시켜 예비 모듈이 이 기능을 수행하는 구조의 알고리즘이다.

III. 3x3 배열 구조의 디지털 회로

3.1 기본 디지털 회로의 기능별 분류

본 연구의 공학모델에 대한 기본 블록구조, 그림2는 기 제시한 구조와 동일하다. 디지털회로를 세부적으로 9개의 기능별 모듈을 나눈 뒤 각 모듈의 위치에 대한 고유 번호를 부여한다. 각 모듈에 대한 번호를 가로와 세로 대각선을 기준으로 합하면 15가 된다.

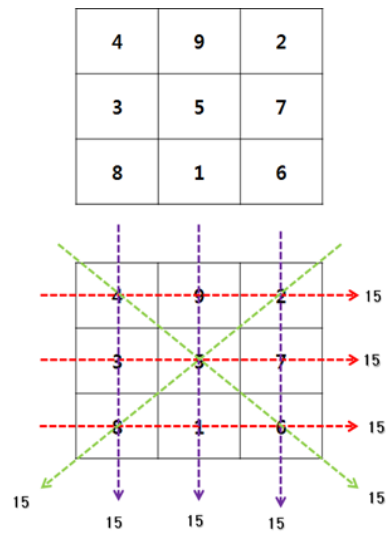


그림 2. 기본 디지털 회로 기능별 분류

3.2 3x3 배열 디지털 회로

기 제시한 디지털 회로의 배열구조를 적용, 3x3 결합된 뉴런의 구조에 대하여 디지털 회로 모듈에 대한 번호 부여 방법을 그대로 유지하고 행렬 구조의 단위로 결합시킨다.[6] 3x3배열의 기준은 하나 시스템 구성에 필요한 디지털 회로를 최소한의 단위로 각각 기능이 모두 다른 모듈을 기준

으로 나눈 것이다.

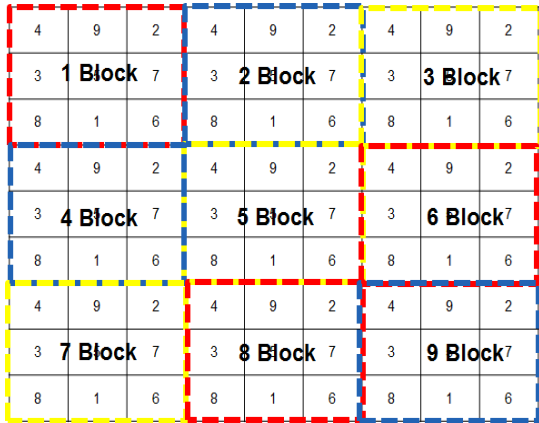


그림 3. 3x3 배열 디지털 회로 기능별 분류

각 위치에 대한 모듈에 대한 번호를 가로, 세로, 대각선으로 더하게 되면 모두 합이 45가 된다. 이 값을 기준으로 오류 위치에 대한 모듈의 번호는 모듈의 고장난 위치를 정확히 찾아내어 복구시키는 데이터로 활용하게 된다.

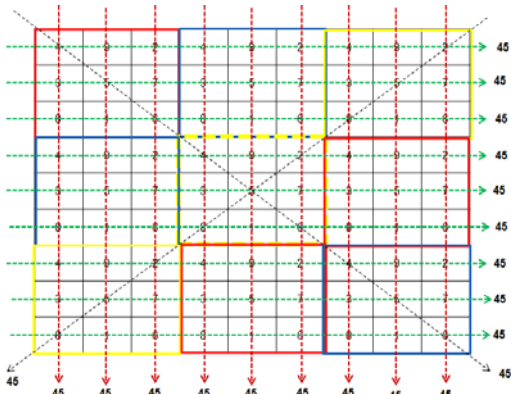


그림 4. 3x3 배열 디지털 회로 모듈 번호 합

IV. 오류 검출 구조 및 설계방법

세포가 가지는 기능을 모사하여 디지털 회로에 적용한 구조이므로 생물학적 기능이 가지는 차이를 고려하여 디지털 회로에서 오류 검출 방법이다. 3x3 행렬 구조로 결합된 디지털 회로는 각 모듈에 대하여 기본적으로 이중화 구조로 설계가 되어있으며 모듈의 위치 정보는 모듈의 번호를 가지고 확인 할 수 있다.

이중화 구조를 지닌 모듈은 항상 출력, 각 모듈은 출력 단에 EX-OR Gate로 연결을 한다. 상호 출력 값이 같으면 "0", 다르면 "1" 값이 검출되도록 설계 한다.

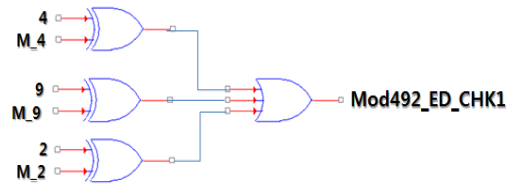


그림 5. 모듈 4,9,2에 대한 오류검출 이중화 설계

디지털 회로에 대한 각 모듈에 대한 번호부여는 오류 발생 시 위치를 찾기 위한 중요한 데이터 이므로 모듈의 번호와 비트를 일치시켜 표현 한다.

표 1. 모듈 번호의 비트 표현

모듈 번호	Bit(4bit)
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

디지털회로에 대한 모듈의 동작을 제어하기 위해서는 상위 프로세서에 대한 제어 비트가 필요하다. 이에 대한 구성요소는 아래 표2와 같다.

표 2. 모듈 제어위한 비트 표현

Status(2bit)	
00	Normal
01	Self Test
10	Redundancy
11	Output Blocking

Status(2bit)	Block 번호(4bit)	모듈번호(4bit)

세부적으로 나눈 디지털회로에서 그림 6과같이 1번 블록의 모듈 4에서 오류가 발생하였을 경우는 다음과 같이 표현된다.

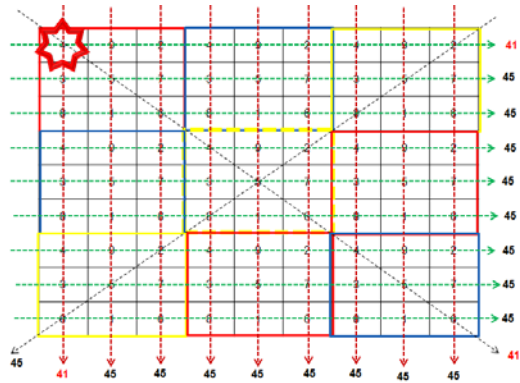


그림 6. 1번 블록 모듈 4에 대한 오류

정상적인 디지털 회로에 대한 블록에 대한 제어 비트들은 모두 합하면 45이었으나 1번 블록의 4번 모듈이 오류가 발생했으므로 가로 방향에 대한 전체 모듈번호에 대한 합, 세로 방향에 대한 전체 모듈 번호 합, 대각선 방향에 대한 전체 모듈 번호의 합은 41이 됨을 알 수 있다.

상위 프로세서는 오류가 발생한 모듈에 대하여 우선적으로 출력을 차단시키고 예비(Redundancy)로 구현된 모듈에 기능을 부여하여 정상적으로 회로를 동작하도록 제어 한다.

표 3. 정상상태 모듈 4에 대한 비트 표현

Status(2bit)	Block 번호(4bit)	모듈번호(4bit)
0 0	0 1 0 0	0 0 1 0

표 4. 오류상태 모듈 4에 대한 비트 표현

Status(2bit)	Block 번호(4bit)	모듈번호(4bit)
1 1	0 1 0 0	0 1 0 0

V. 결 론

본 연구에서는 세포가 지니는 기능을 모사하여 디지털 회로에서 오류위치를 정확하게 검출하고 세포의 주요 기능인 자가 치료를 위한 알고리즘 방법을 제안했다.

기본적인 전체 회로에 대한 오류 검출 방법은 이중화 모듈 구조이며 각 세부 모듈의 출력이 다를 경우 상위 프로세서에 오류검출 비트가 전달 되도록 하였다. 디지털 회로는 블록단위 별로 구조를 설계 하여 연결을 하였고 각 블록은 세부적으로 모듈을 나누었다.

정상적인 디지털 회로에 대한 블록에 대한 제어 비트들은 모두 합하면 45이었으나 본 연구에서 고려한 1번 블록의 4번 모듈이 오류가 발생했을 경우 가로 방향에 대한 전체 모듈번호에 대한 합, 세로 방향에 대한 전체 모듈 번호 합, 대각선 방향에 대한 전체 모듈 번호의 합은 41이 됨으로

전체 블록 수와 각 블록별로 모듈의 수가 같게 구성하여서 오류 난 모듈에 대한 본 연구에서 제안한 알고리즘 방법을 통해서 복잡하게 연결된 디지털 회로라도 세부적으로 나누어도 오류에 대한 위치를 쉽게 찾을 수 있음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] A. J. Greensted and A. M. Tyrrell, "RISA: A hardware platform for evolutionary design," in Proc. IEEE Workshop Evolvable Adapt. Hardw.(WEAH), pp. 1-7, 2007
- [2] S. H. Kim, C. W. Hur, "A Study of Error Detection and Repair on DNA Duplicate Structure," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 15, no. 11, pp. 255-362, Dec. 2011.
- [3] A. Avizienis and J. P. Kelly, "Fault tolerance by design diversity: Concepts and experiments," IEEE Computer, vol. 17, no. 8, pp.67-80, Aug. 1984.
- [4] Thomas Jacob Koicka, Luiz C. Gouveia, Alister Hamilton "A programmable spike-timing based circuit block for reconfigurable neuromorphic computing," Neurocomputing, vol. 72, pp.3609-3616, Jun. 2009
- [5] Hooman Shayani, Peter Bentley, and Andy Tyrrel "A Cellular Structure for Online Routing of Digital Spiking Neuron Axons and Dendrites on FPGAs," ICES, pp.273-284, 2008
- [6] 김석환, "세포의 자가 치료 기능을 모사한 디지털 회로에서의 오류 검출 및 복구 알고리즘", 한국정보통신학회 논문지 vol. 19, no. 11, pp2745-2750, Nov. 2015