

T M R 회로를 이용한 신뢰화 계산의 Algorithm에 대한 비교 연구

A Comparative Study on the Algorithm for the Reliability Evaluation of Triple Modular Redundancy

김 원 섭  
두 병 수  
\* 조 해 종

전 북 대 학 교  
진 기 공 학 과

1. 서 론

Computer가 만들어져 사용된 후부터 computer의 error가 문제시 되어 왔다. 특히 실시간 계산(Real time computing)에서의 Computer의 적용이 급증함에 따라서 고신뢰화 Computer가 요구 되었다.

Computer의 신뢰화를 높일려는 연구가 1946년에 시작되어 1948년 J.Von Newman 1)이 발표한 것이 Triplicating and Voting이며 현재 우리들이 알고 있는 Triple-Modular Redundancy (이하 T M R)회로였다. 이 논문은 그림 1-1)에서의 같이 non-redundant 회로로이며 이 회로는 오동작의 Resynchronization에 문제점이 있어 더욱 발전한 회로가 그림 1-2)의 Redundancy회로이다. T M R회로의 신뢰화 계산은 1974년 Jacob A.Abraham과 Daniel P. Siewiorek이 An Algorithm for the accurate reliability evaluation of Triple Modular Redundancy Network 2)에서 신뢰화를 계산한 이래 많은 연구가 되어왔다.

본 논문에서는 J. A.Abraham and D.P. Siewiorek의 연구와 1976년 J.F.Wakerly가 발표한 논문 3), 1979년 미치다가 가네야마와 다쿠오 히구치가 발표한 논문 4), 1984년 김원섭과 양해근이 발표한 논문 5)의 4개의 논문에서의 Algorithm을 비교 연구하였다.

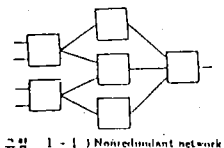


그림 1-1) Nonredundant network

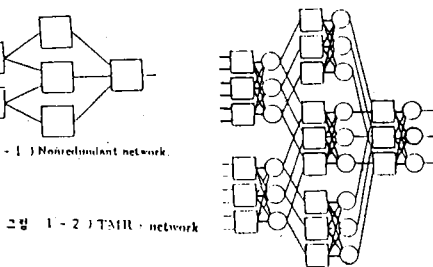
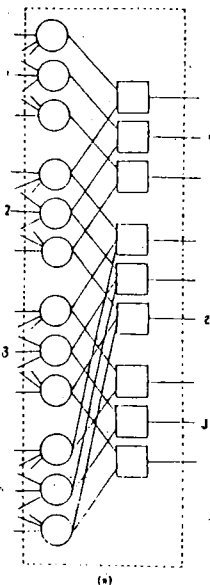


그림 1-2) TMR network

2. Re.2에서의 신뢰화 Algorithm

이 연구서는 그림 2-1 a)와 같은 T M R회로를 구성면서 다음과 이 가정하였다.

- 가정 1: 한 개의 module 혹은 voter는 오류를 가지며 그것은 항상 잘못된 출력을 가진다
  - 가정 2: 한 개의 module이 잘못된 입력을 가지면 역시 잘못된 출력을 가진다.
- Nv와 Nm을 voter와 module의 수 라고 하면 그림 2-1a)에서는  $Nv=4, Nm=3$ 이 된다.  
구조 행렬식 S는  $Nv \times Nm$ 으로 되며 다음과 같이 정의 한다.



$$S = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ 4 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(b)

그림 2-1a) a)의 구조 행렬식

그림 2-1a) TMR 회로

- $S(i, j) = 1$ : voter trio에서 module trio로 연결 되었을때
  - $= 0$ : 그 외의 경우
- Voter의 조합에서 L은 Nm의 Length binary vector로 되며 그 정의는 다음과 같다.
- $L(j) = 1$ : 주어진 조합인 어떤 voter trio로 부터 module trio로 연결이 되지 않을 경우
  - $= 0$ : 그 외의 경우



G. 비교 및 검토

제안자	Algorithm
Abraham 과 Siewiorek	Gv와 Gm에서 오류행열식 $F(i, j) = \sum_{k=1}^{Nv} Gm \times Gv$ $R_{cell} = \sum_{i=1}^{Nv} \sum_{j=1}^{Nm} F(i, j) Rv^{3Mj} (1 - Rv)^{3Mj} (1 - Rm)^j$
Wakerly	Poisson 분포식 $R(t) = e^{-\lambda t}$ 를 이용 $R_{cell} = (RmRv)^3 + 3(RmRv)^2 (1 - RmRv)$ 결과식은 $R_{sys} = Rd^3 (Rv^3 (Rc^3 + 3Rc^2 (1 - Rc))^6 + 3Rv^2 (1 - Rv) Rc^{25}) + 3 Rd^2 (1 - Rd) (RvRc^6)^{2n}$
기네야마 와 히구치	Venn Diagram에서 오류형식 도형 도입 Markov graph이용 신뢰화 계산 MTIF로 신뢰화 계산
김 원섭과 양 해근	DSP를 이용한 error검출법에서 선형보간을 이용한 Resynchronization algorithm을 나타내어 Venn diagram과 Markov graph를 이용 신뢰화 를 개선했다

참고 문헌

- 1) J. Von Neuman, "Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components" in Automata Studies (Annals of Mathematics Studies, no. 34) Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1956, pp. 43-99
- 2) J. A. Abraham and D. P. Siewiorek, "An algorithm for the Accurate Reliability Evaluation of TMR Networks," IEEE Trans. Compt., Vol. C-23, pp. 682-692, 1974
- 3) J. F. Wakerly, "Microcomputer Reliability Improvement using TMR," IEEE Trans. Compt., Vol. C-29, pp. 203-206, 1980
- 4) M. Kaneyama and T. Higuchi, "Design of Dependable Failure-Tolerant Microcomputer system Using TMR," IEEE Trans. Compt., Vol. C-29, pp. 203-206, 1980
- 5) 김원섭과 양해근 "고신뢰 디지털 데이터 처리 컴퓨터 시스템의 새로운 구성," 공학 연구지, 제15권 전복 대학교 공업연구소, pp. 165-173, 1984

7. 결 론

T M 회로에서의 신뢰화를 계산하는 Algorithm을 Jacob A. Abraham과 P. Siewiorek이 발표한 이래 T M 회로의 발달과 더불어 많은 연구가 진행 되어왔다.

본 논문에서는 시스템의 발달에 맞추어 Algorithm의 발달과정과 복잡성을 비교 연구 하였으며 시스템의 신뢰화의 문제가 되는 것은 각구성 소자들의 신뢰화였다.

신뢰화 Algorithm을 나타내는데 구성소자들의 신뢰도를 계산 한다음 전체회로의 신뢰화의 정도를 나타내는 것과 어느 실행 시간당 오차범위로 나타낼 수 있는 것을 알았다.

앞으로는 좀더 나은 신뢰도를 가진 소자와 시스템을 개발하고 여기에 알맞은 Algorithm을 개발해야 할 것이다.