

정보 전송 시간이 개선된 다중 루프 컴퓨터 망의 구현

김 덕 중, 감 참 언
연세대학교 공과대학 전자공학과

Implementing the Multi-Loop Computer Network System with Improved Message Transmission Time

Duck Joong Kim, Chang Eon Kang
Dept. of Electronic Eng., Yonsei Univ.

Abstract

Double loop network architectures offer higher performance and reliability than single loop networks. In this paper, a loop network topology which has three loop in the network is considered. Reliability and message transmission time are improved by the division of a single loop into a triple loop architecture. We have compared a message transmission time and performance in case of a forward and backward link fault condition in terms of average hop distance. Also, we proposed an adaptive routing algorithm.

1. 서론

근래에 컴퓨터 기술의 진보로 인해서 수 많은 프로세서(Processor) 들을 연결시키는 근거리 지역 망(Local area network)에 대한 개발이 많이 진행되어 왔다. Local network에 대한 많은 Topology들이 제안되었지만 그들 중에서 루프(Loop)구조를 가진 네트워크는 버스 혹은 그 이외의 네트워크들에 비해서 비교적 많은 장점을 가지고 있다. 루프 네트워크는 간단한 제어방법(Control software)와 높은 전송속도로 정보를 교환할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 루프 네트워크에서는 인접하는 노드 사이의 통신로에서 에러가 발생하면 네트워크 전체가 down 되기 때문에 규모가 커질수록 신뢰도가 저하 되는 것이 큰 약점으로 되어 왔다.

이러한 네트워크에서 에러가 발생할 것을 대비해서 네트워크에 신뢰성을 부여하는 간단한 방법은 부가 링크(Link)를 노드 사이에 첨가하는 것이다. 단일

루프의 약점을 보완하기 위해서 wolf 와 Liu에 의해서 MLDCN (Multi-Loop Distributed Computer Network)이 제안된 이래 laisy-chain, Cordial-ring, Optimal loop, MRUC (Multi-Ring Laisy-chain) 등이 발표되었다.

위와 같은 multi-connected 네트워크에서 성능을 비교할 수 있는 방법은 한노드에서 다른 노드로 갈 수 있는 최단거리 경로를 비교하는 것이다.

본 논문에서는 3개의 루프를 가진 루프 컴퓨터 네트워크를 소개하고, 노드 쌍(Node pair)의 평균 호프를 계산함으로써, 제시된 네트워크가 laisy-chain과 MRUC 네트워크보다 성능이 개선되었음을 보였다.

또한 1개의 링크 에러가 발생하였을 경우에서의 성능을 비교하였고, 간단한 경로 배정 방법(Routing algorithm)을 제시하였다.

2. 다중 루프 컴퓨터 망의 개요

본 논문에서 제안한 다중 루프 컴퓨터 네트워크는 그림 1에서와 같이 3개의 루프로 구성되어 있으며 각각의 루프들은 매개 노드에 의해서 연결된다. 각 루프에서 노드들은 hop distance $n=3$ 인 2-connected 형태인 FLBH (Forward Loop Backward Hop) 네트워크가 된다. 즉 임의의 노드 x 는 노드 $(x+1)$ 과 노드 $(x-3) \bmod N$ 에 연결되어 있다. LIU(Loop Interface Unit) 들은 버퍼 삽입(Buffer insertion) 기술을 사용하여 네트워크는 "Check and forward" 모드로 동작하게 된다.

3. 평균 hop distance

Multi-connected 네트워크에서 평균 hop 거리를

계산하기 위해서 다음과 같이 Parameter 들을 정의한다.

- N : 네트워크 내의 노드의 수
 - h : 후방향 hop 의 skip distance
 - b : 후방향 hop 를 사용하는 최대의 수
 - d_{ij} : 노드 i 와 j 사이의 최단거리
- 1) 단일 루프로 구성된 네트워크

네트워크 내의 한 노드에서 임의의 노드로 갈 수 있는 평균 hop 는 다음과 같이 정의된다.

$$Avg_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N d_{ij} \right] \quad (1)$$

단일 루프로 구성된 네트워크는 symmetric 하기 때문에 임의의 노드 i 에 대한 평균 hop

$$Avg_1 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N d_{ij} \quad (2)$$

로 된다.

노드 쌍들의 hop distance 의 전체합 S_1 는

$$S_1 = \sum_{i=1}^N d_{ij} = \frac{1}{2} [(N-bh)(N-bh-1) + bh(b+h)] \quad (3)$$

(여기서 $b = \lfloor N/h+1 \rfloor$)

따라서 단일 루프에서 평균 hop 는

$$Avg_1 = S_1 / N-1 \quad (4)$$

이 된다.

- 2) 2개의 루프로 구성된 네트워크
2개의 루프를 각각 루프 A 루프 B 라 하면
- K, L : 루프 A, B 에서의 각각의 노드수
 - S_A : 루프 A 에서 노드쌍들의 hop 의 합
 - S_B : 루프 B 에서 노드쌍들의 hop 의 합
- $N = K + L$

MRDC 네트워크에서 평균 hop 는

$$Avg_2 = \frac{1}{N(N-1)} [(N+L)S_A + (N+K-1)S_B] \quad (5)$$

와 같이 된다.

- 3) 제안된 네트워크의 평균 hop
각각의 루프들을 루프 A, B, C 라 하면
- K, L, M : 루프 A, B, C 에서 각각의 노드 수
 - S_{AB} : 루프 A-B 의 노드 쌍들의 hop 의 합
 - S_{BC} : 루프 B-C 의 노드 쌍들의 hop 의 합
- $N = K + L + M$

제안된 네트워크에서 노드 쌍들의 hop 의

총합 S_3 는

$$S_3 = S_{AB} + S_{BC} + 2MS_A - (L+1)S_B + 2(K-1)S_C + M(K-1)(d_1+d_2) \quad (6)$$

(여기서 d_1, d_2 는 각각 루프 A 에서 C, 루프 C 에서 A 로 가는 매개 노드의 최소 hop distance)

(5)식과 같은 방법으로 S_{AB}, S_{BC} 를 구해서

(6)식에 대입하면 S_3 는

$$S_3 = (2N-K)S_A + (2N-L-1)S_B + (2N-M-1)S_C + M(K-1)(d_1+d_2) \quad (7)$$

이 되므로, 제안된 네트워크의 평균 hop, Avg_3 는 다음과 같이 된다.

$$Avg_3 = S_3 / N(N-1) \quad (8)$$

4. 경로 배정 방법

전체 노드 수 N, skip distance h인 대칭 네트워크에서 임의의 노드 x는 노드 (x+1)과 노드 [(x-h) mod N]과 각각 연결되어 있다. 단일 N이 h의

정수 배인 경우를 생각하면 임의의 노드 x, y 의 최단 경로는 long hop 를 사용하는 수 n_1 과 short hop 를 사용하는 수 n_2 의 합이 된다. n_1, n_2 는 각각

$$n_1 = \left\lfloor \frac{(x-y) \bmod N}{h} \right\rfloor \bmod h \quad (9)$$

$$n_2 = (y-x) \bmod h \quad (10)$$

과 같이 된다.

이것을 이용하여 제안된 네트워크에서의 adaptive routing algorithm을 그림 4에 순서도로 나타냈다.

5. 결과 고찰

제안된 구조를 갖는 네트워크와 다른 네트워크와 비교를 위해서 34개의 노드를 가진 네트워크를 생각해 보면 MRDC 나 제안된 구조를 가진 네트워크는 다중 루프로 구성되었기 때문에 각 루프의 노드 수에 따라 평균 거리가 변하게 된다. Analytic model 을 사용하여서 평균 거리를 계산 하였으며 한 개의 루프 가 가질 수 있는 노드의 수는 전체 노드의 $1/5$ 이상 이 되도록 제한 하였으며, 루프 A에서 C, C 에서 A 로 가는 최단 경로 d_1, d_2 는 최대값을 사용 하였다.

그림 5는 각 루프의 노드 수를 변화 시켰을 때의 최소 평균 거리들을 비교 하였고, 그림 6는 최대값 들을 비교 하였다. 그림 7은 한개의 전방향 링크가 에러가 발생 하였을 때에 각 노드에서의 평균 거리를

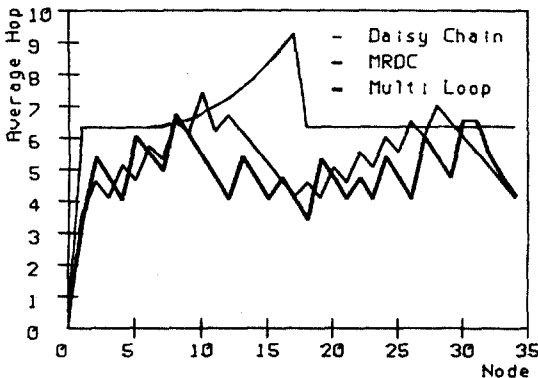
나타내고 있고, 그림 2는 한개의 후방향 링크가 에러일 경우 각 노드에서 임의의 노드로 갈 수 있는 평균 거리를 도시하고 있다.

6. 결론

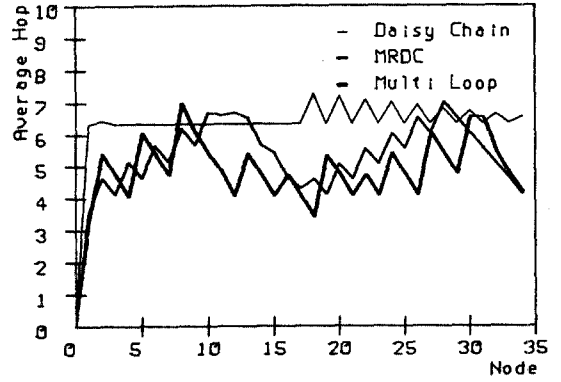
한개의 루프를 가진 Multi-connected 루프 네트워크를 세개의 루프 구조를 한 다중 루프 네트워크를 구성하고, 제안한 네트워크의 평균 거리를 계산하였다. 다중 루프 네트워크로 구성하였을 때 규모가 비교적 큰 네트워크에서 신뢰도와 평균 노드 쌍들의 거리가 Daisy-chain 이나 MRDC 네트워크보다 개선됨을 보였다. 또한 Optimal 루프 보다는 성능이 떨어지지만 네트워크의 확장성을 고려할 때 제안된 네트워크가 확장성이 Optimal 루프 보다 우월하다는 것을 알게 되었다.

참고 문헌

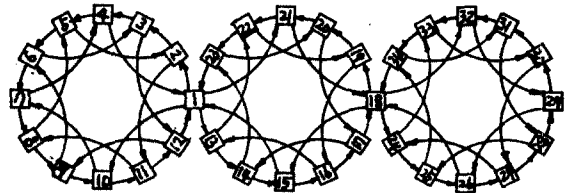
1. J. Wolf, M. Liu, "A Distributed Double-Loop Computer Network (DDLCH)," Proc. 7th Conf. on Comp. Syst., 1978, pp. 6.19 - 34
2. A. Granrov, L. Kleinrock, M. Gerla, "A Highly Reliable Distributed Network Architecture," Proc. Conf. on Distr. Comp. Sys., 1980, pp. 319 - 324
3. C. Raghavendra, M. Gerla, "Optimal Loop Topologies for Distributed Systems," Proc 7th Data Comm. Symposium, 1981, pp. 218 - 223
4. M. Hatada, H. Ihara, "A Microprocessor-Based Multi-Loop Network System," Proc. COMPCON, Fall 1978, pp. 454 - 461
5. 강오한, Multi-Ring Daisy-Chain (MRDC) 네트워크의 설계 및 구현, 한국 과학 기술원, 1984



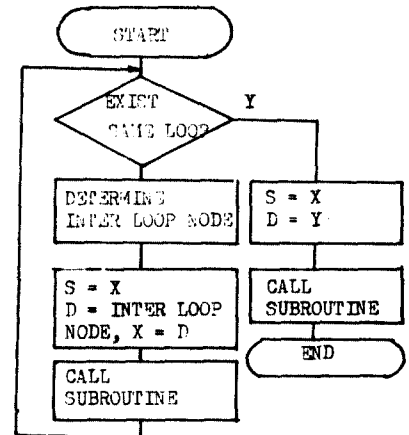
(그림 1) 전방향 링크 에러 일때 평균 거리



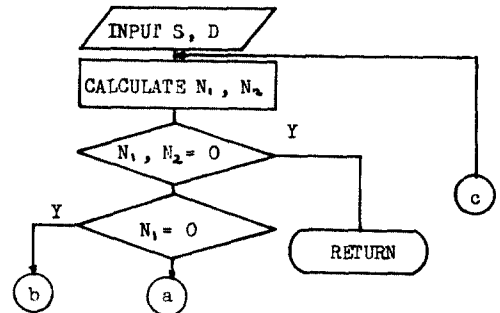
(그림 2) 후방향 링크 에러 일때 평균 거리

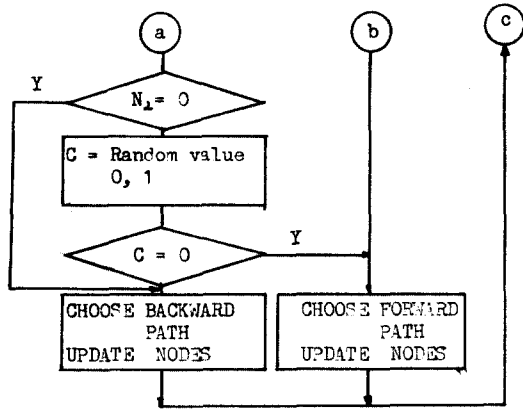


(그림 3) 34개 노드의 제안된 네트워크

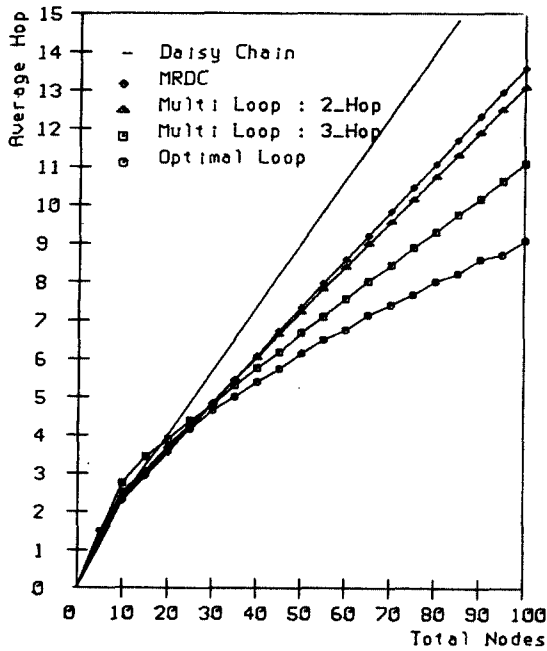


(a) main program

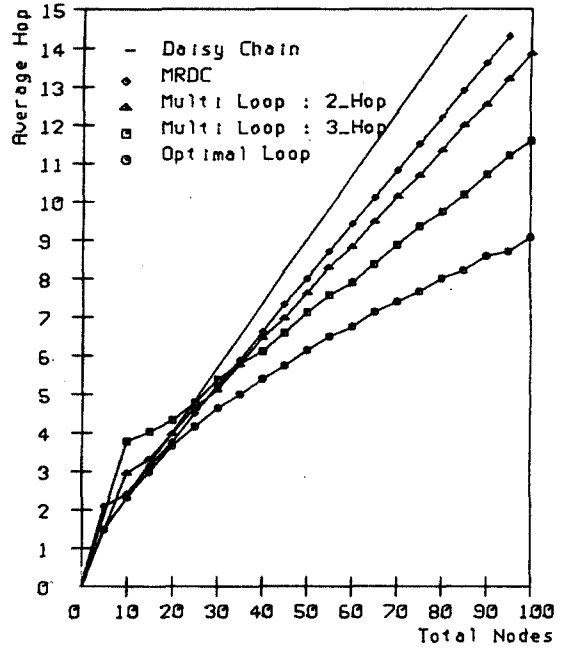




(b) subroutine
 (그림 4) 경로 백정 순서도



(그림 5) 평균 거리 (최소값 일때)



(그림 6) 평균 거리 (최대값 일때)