

근거리 통신망 고장진단 전문가시스템

최재영* · 이채영*

An Expert System for Fault Diagnoses of Local Area Networks

Jae Young Choi and Chae Y. Lee

Abstract

An Expert system that diagnoses the malfunction of local area networks is developed. The system detects specific devices in the network as the source of the data disconnection. These sources are set to goals in the knowledge base and rules are constructed by including all possible occurrences on the connection of terminals and host computers. An approach via OR graph is employed for the systematic rule generation. The system is implemented in a shell and illustrative inference processes are presented.

1. 서론

진단, 고장요인의 분석 및 스케줄링 등의 문제를

해결하기 위한 방법으로 전문가시스템이 많이 응용되고 있다. 그중 공장진단을 위한 것으로 전자회로, 통신망, 케이블네트워크 및 원자력 발전시스템 등의 예

* 한국과학기술원 경영과학과

를 들 수 있다.

Lister [5]는 전자회로에서의 고장요인을 분석하기 위하여 사용되어온 fault tree의 구성이 inductive learning의 방법으로 자동생성될 수 있음을 보였다. 그는 또한 전자회로에서의 고장 진단 시스템 구축에 적합한 rule, frame 및 constraints의 형태에 관하여 연구하였으며, 종래의 fault tree에 의한 방법과 비교하여 많은 장점을 제시하였다.

통신 네트워크의 유지 및 보수를 위한 전문가시스템의 개발은 현재도 활발히 진행되고 있다.

Cronk, Callahan and Bernstein [2]은 네트워크의 node 및 line을 여러 상태로 분류하고 네트워크 시스템에서 발생하는 각각의 고장을 node 및 line의 상태에 따라 테스트하여 고장원인을 발견하고 보수는 전문가시스템을 소개하였다. 현재 실제로 사용하고 있는 대표적인 통신망 유지용 전문가시스템으로는 ACE(Automated Cable Expertise) [6]를 들 수 있다. 이는 유지기록의 데이터베이스를 이용하여 cable에서 발생하는 문제점들을 찾아내고 진단하는 시스템으로 OPS4와 Lisp에 의하여 지식베이스가 구축되었다. 그밖에 통신용 전문가시스템에 대한 광범위한 survey가 Wright and Vesonder[8]의 논문에서 찾아볼 수 있다.

복잡한 통신망(communication network) 구조에서 발생하는 통신두절의 요인을 발견하기란 쉬운일이 아니다. Central computing facility로부터 사용자에 이르기까지의 근거리 통신망(Local Area Network:LAN)은 host computers, telecommunication processors, modems, cables, 그리고 터미널 및 P.C. 등의 여러 기기로 이루어져 있다. 이러한 근거

리 통신망에서 발생하는 고장을 정확히 찾아 문제를 해결하기 위해서는 많은 전문가적 지식이 요구된다. 본 연구에서는 그 전문가적 지식을 확보하여 근거리 통신망에서 발생하는 고장요인을 추론하는 전문가시스템을 개발하는데 목적이 있다. 개발될 시스템은 사용자로부터 고장의 현상을 받아들여 전문가적 지식으로 필요한 테스트를 거쳐 그 요인을 추론하여 줄 것이다. 따라서 일반 사용자들도 전문가와 같이 손쉽게 통신두절의 요인을 밝힐 수 있게 될 것이다.

2. 지식베이스의 형성

근거리 통신망에서 발생하는 각종 고장의 원인을 분석 진단할 수 있는 전문가시스템을 형성하기 위하여 LAN의 구성을 먼저 알아본다. 다음 본 연구가 필요로 하는 통신망 고장진단을 위한 지식베이스를 구축하여 실제 진단과정을 연구한다.

2.1 근거리 통신망

지금까지 분산적 독립적으로 사용되어온 각종 computer와 P.C. 그리고 터미널 등을 유기적으로 연결하여 정보이용의 효율을 높이는 LAN 시스템[10]은 앞으로 구축될 종합정보통신망에 대단히 중요한 역할을 하게된다. 이러한 LAN의 각 부분에서 발생하는 고장요인을 분석하기 위하여는 우선 LAN 시스템의 일반적인 구성에 대한 검토가 필요하다.

그림1에서 보는 바와 같이 LAN은 main cable을 중심으로 각종의 host computer와 그 사용자의 terminal 및 P.C. 등으로 구성되어 있다. Host computer와 main cable 그리고 터미널과 main cable

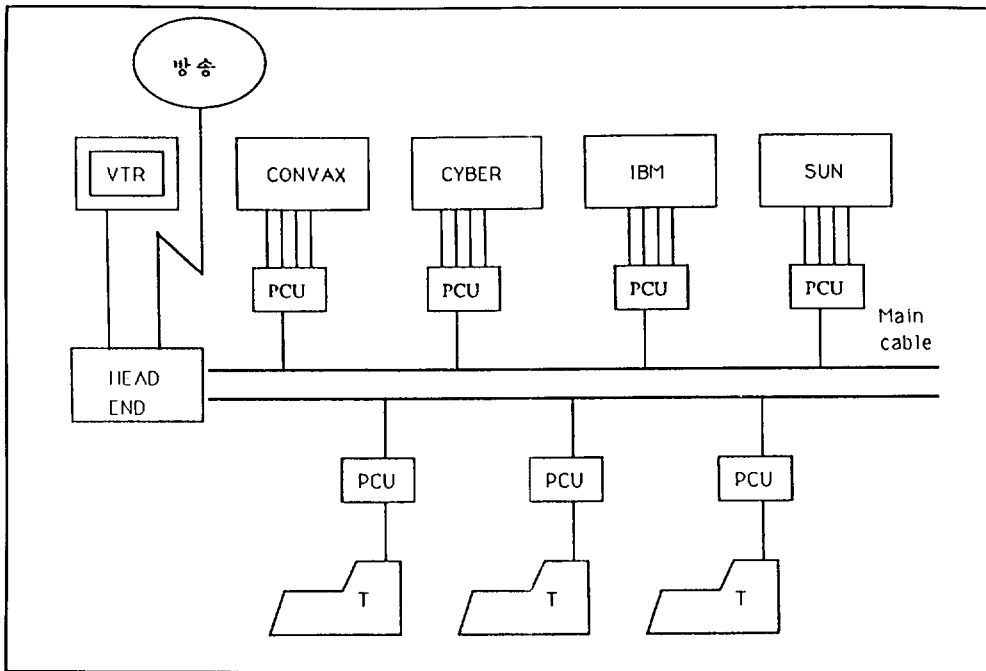


그림 1 LAN의 구조

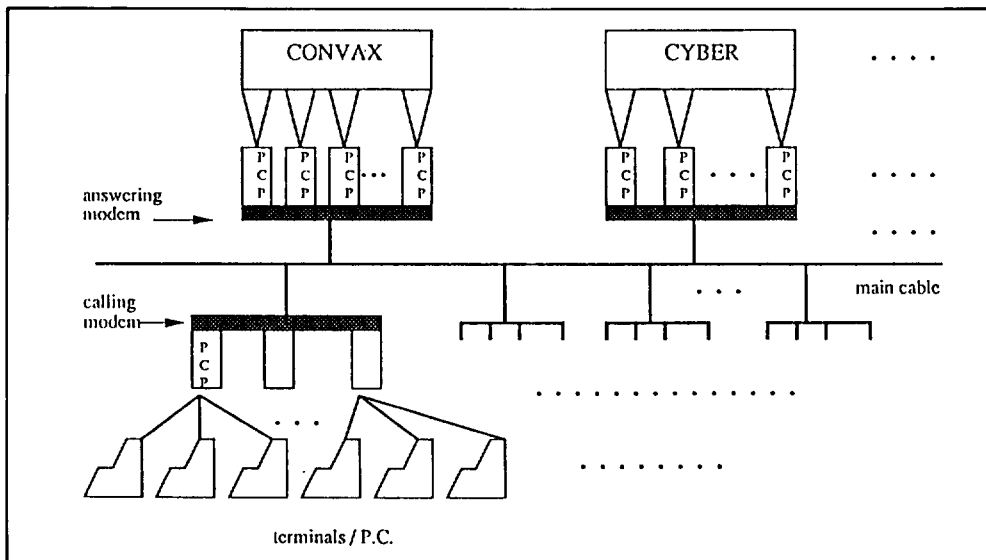


그림 2 LAN의 세부구조

사이에는 packet communication unit (P.C.U.)이라는 네트워크 접속기기가 연결되어 있다.

LAN의 구성을 더욱 세밀히 분석하면 그림 2와 같이 된다. 우선 하나의 P.C.U.는 다수의 packet communication processors (P.C.P.)와 answering 또는 calling modem으로 구성되어 있다. 각각의 P.C.P.가 host computer 또는 터미널, P.C.등과 연결된다. 그리하여 한 사용자가 어떤 computer를 사용하고자 할 경우에는 그 사용자의 터미널이나 P.C. 등에 연결된 P.C.P.와 calling modem을 통하여 main cable을 따라, 이용하고자 하는 컴퓨터의 answering modem과 P.C.P.를 거쳐 최종의 host에 연결되는 것이다. 따라서 LAN에서의 데이터의 흐름은 그림 3과 같이 표시된다.

2.2 지식베이스의 구성

앞에서 본 바와 같이 사용자의 터미널로부터 host computer에 이르기까지의 통신망의 구조는 아주 다양한 접속기기로 이루어져 있다. 이와 같은 통신망 시스템의 한 부분에서 발생하는 고장의 요인을 전문가적 지식으로 판단해 주기 위하여는 우선 지식베이스를 구축하는 것이 가장 중요한 과제라 하겠다.

LAN 시스템에서 터미널과 host computer 사이의 데이터 전달과정을 나타내 주고 있는 그림 3을 고려할때, 다음중 한가지 이상의 요인이 발생할 경우 통신상의 두절현상을 가져오게 된다.

1. The terminal cannot send/receive data.
2. The calling PCP cannot send/receive data.
3. The calling modem cannot call.
4. The answering modem cannot answer.

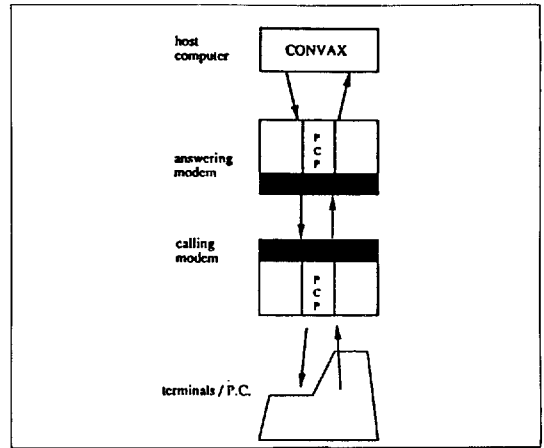


그림 3 LAN에서 Data의 흐름

5. The answering PCP cannot send/receive data.

6. The computer is down.

위 여섯가지 요인 이외에 각각의 접속기기를 잇는 cable상에서 문제가 발생할 경우가 있으나, 그 문제는 위의 요인을 진단하는 과정에서 해결되는 것으로 가정한다. 그러나 다음의 경우 실제 시스템은 고장이 없으나 데이터가 전달되지 않는 경우가 발생한다.

7. The computer system is busy.

8. Operator is using the wrong protocol.

9. Former user did not follow the correct logout procedure.

따라서 본 지식베이스에서는 위 아홉가지 요인중 하나를 결론으로 추론해 낼 수 있는 rulebase를 구성하고자 한다.

우선 터미널에서 LAN을 통하여 host computer를 연결하는 과정에서 나타나는 모든 현상은 다음과 같이 계층적으로 분류할 수 있다.

1. return key (CR)를 칠 경우
 - 1.1 call request sign (#)이 나타난다.

1.2 아무 반응이 없다(no response)

2. call request를 한 경우

2.1 call이 완료되어 원하는 host computer와 연결된다. (“call completed”)

2.2 host computer가 busy 상태에 있다. (“no sessions available”)

2.3 host computer로부터 아무 반응이 없다. (“no response from unit”)

2.4 host computer의 system prompt sign (\$)이 나타난다.

2.5 아무 반응이 없다. (no response)

3. “call completed”된 경우

3.1 log-on sign이 나타나나 사용자가 log-on을 할 수 없다.

3.2 log-on sign이 나타나지 않는다.

위에서 1.1의 경우가 2에 해당하며 또한 2.1은 3의 과정으로 연결된다. 따라서 정상적인 경우에는 터미널에서 host computer로의 연결에 아무 이상이 없으나, 그렇지 않는 경우는 터미널, LAN 그리고 host computer의 어느 부분에서 통신두절이 발생하였는지 시험하여야 할 것이다.

그림 4는 위에서 분류된 현상들로부터 고장요인에 도달하는 과정을 OR 그래프[4,7]를 이용하여 나타낸 것으로 각 node는 테스트 과정을, 그리고 arc는 테스트에서 나타나는 현상을 표시하고 있다. 위 그래프에서 end-node는 goal로서 starting node로부터 이들에 이르는 계층적 현상들로부터 우리는 각각의 goal에 이르는 rule을 구성할 수 있다. 일례로 그림 4에서 한 터미널에서 “no call request”의 현상이 나타나고 다른 터미널에서 call request displayed의

현상이 나타나면 우리는 “The terminal cannot send/receive data”라는 결론을 내릴 수 있다. 그림 5는 그림 4로부터 유도되어 본 시스템의 지식베이스를 형성하고 있는 rulebase의 일부이다.

2.3 고장진단 시스템의 구현

본 논문에서는 다루어지고 있는 근거리 통신망의 고장진단은 rulebase를 기본으로 하는 소규모 전문가 시스템으로 한정된 고장요인을 대상으로 하고 있다. 즉 한정된 요인 중 하나 또는 다수를 goal로 선택하는 진단 시스템으로 일반적인 backward chaining의 control structure에 의해 개발될 수 있다.

본 연구에서는 위의 목적에 적합하고 소규모의 시스템을 쉽게 구성할 수 있게 만들어진 shell의 하나인 INSIGHT2[9]를 이용하여 LAN 시스템의 고장요인을 분석하고자 한다. Production Rule Language에 기초하여 지식베이스가 구축되었으며 backward chaining의 형식을 이용한 추론과정에서는 앞에서 구성된 지식베이스이 rule을 이용하여 사용자로부터 얻어진 data에 근거하여 얻고자 하는 goal 또는 subgoal을 테스트하여 하나 또는 다수의 결론에 도달하게 된다.

예로서 본 LAN Checker expert system을 run하게 되면 시스템은 첫번째로 그림 6에 나타난 “No call request on the terminal?”의 질문을 하게되고 이에 사용자가 “TRUE” 또는 “FALSE”의 대답을 하게 된다. 여기서 사용자가 “FALSE”의 대답, 즉 터미널에서 host computer를 부를 수 있는 sign(#)을 얻을 수 있다고 가정하자. 그러면 LAN Checker는 다음으로 그림 7의 질문을 하게 된다.

TITLE LAN Checker

1. The terminal is out of order
2. Calling PCP is out of order
3. System is busy
4. Operator is using the wrong protocol
5. Former user did not follow the correct logout procedure
6. Computer is down
7. Answering PCP is out of order
8. Calling modem is out of order
9. Answering modem is out of order

RULE 1

```
IF No call request on the terminal
AND NOT No call request on alternate terminal
THEN The terminal is out of order
```

RULE 2

```
IF No call request on the terminal
AND No call request on alternate terminal
THEN Calling PCP is out of order
```

RULE 3

```
IF NOT No call request on the terminal
AND Response on terminal IS "Busy, No session is available"
THEN System is busy
```

RULE 4

```
IF NOT No call request on the terminal
AND Response on the terminal IS "Call completed ..."
AND Login request on the terminal
AND Operator cannot login
THEN Operator is using the wrong protocol
```

RULE 5

```
IF NOT No call request on the terminal
AND Response on the terminal IS "Call completed ..."
AND NOT Login request on the terminal
AND Login request displays on alternate terminal
THEN Former user did not follow the correct logout procedure
```

그림 5 Sample Rules of the LAN Checker System

이상에서와 같이 본 전문가시스템은 사용자가 제공하는 데이터와 지식베이스 내의 rule에 근거하여 근거리통신망에서 발생하는 특정시설의 고장을 추출

하여 준다. 따라서 시스템에서 유도되는 goal은 사용자가 제공하는 data의 정확성 및 rule의 기본 가정 에 따라 그 실용성이 좌우된다. 즉 데이터를 제공하

```
LAN Checker
Is it true that :
No call request on the terminal
TRUE FALSE

2 UNKNOWN  3 REPORT  4 EXPAND  5 MENU  6 HELP  7 EXIT
```

그림 6 First Query of the Inference Process

```
LAN Checker
Select what describes :
Response on the terminal
  "Busy, No session is available"
  "Call completed . . . ."
→ "No response from unit"
  system prompt
  none

2 UNKNOWN  3 REPORT  4 EXPAND  5 MENU  6 HELP
```

그림 7 Selection of the Response on Terminal

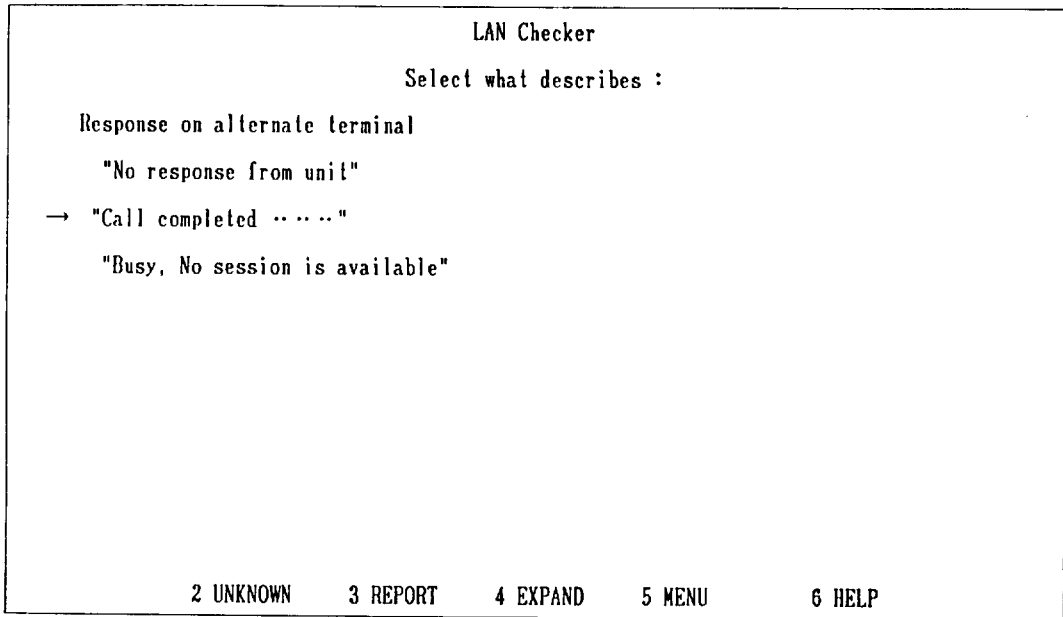


그림 8 Selection of The Response on Alternate Terminal

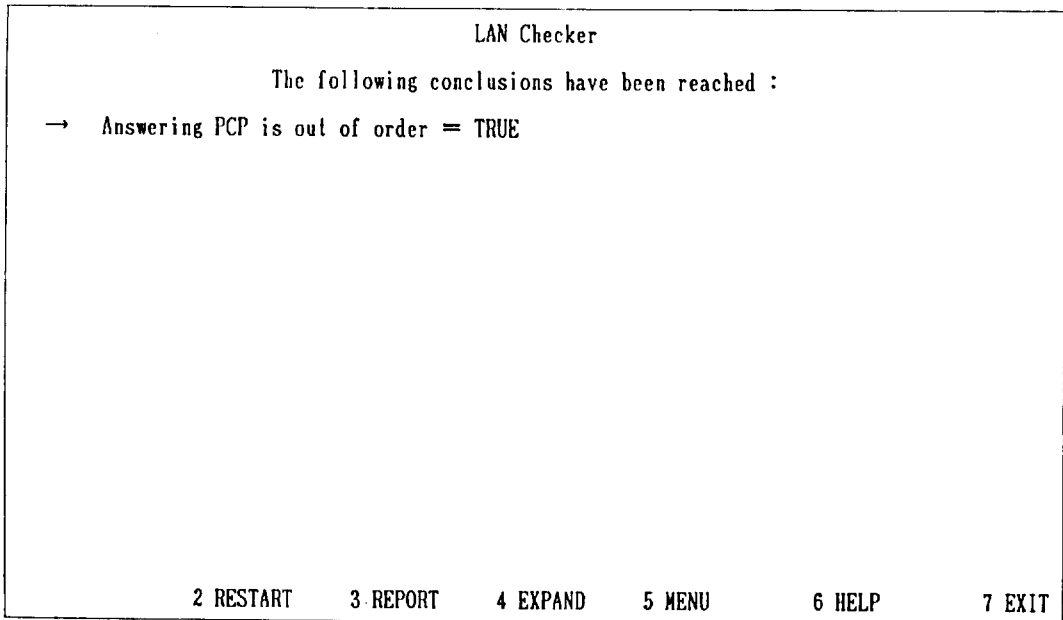


그림 9 Final Conclusion of the Inference Process

는 사용자의 confidence factor를 함께 고려하거나 본 시스템에서는 제외된 각 접속기기를 연결하는 cable상의 문제점 등을 포함할 경우 시스템의 사용 가능성은 더욱 높아질 것이다.

3. 결 론

근거리통신망의 구조를 조사함으로써 그 네트워크에서 발생 가능한 통신두절의 요인들을 추출하여 그것을 goal로 하고 사용자가 터미널이나 P.C에서 host computer와의 대화과정에서 실제 경험할 수 있는 여러 현상들을 rule로 한 전문가시스템을 구축하였다.

Rule의 구성에는 데이터의 전달과정에서 발생 가능한 모든 현상을 나타낼 수 있는 OR 그래프가 사용되었으며 지식베이스에 근거한 추론과정에서는 사용자가 제공하는 고장현상에 대한 정보를 이용하여 통신망상의 고장의 요인을 추론하게 하였다. 또한 시스템에서 제공되는 질문에 대한 이유 및 결론에 도달하는 과정에 대한 설명기능이 부가됨으로써 일반 사용자들도 본시스템이 가지고 있는 전문가적 지식을 이용하여 LAN에서 발생하는 여러 형태의 고장요인을 쉽게 밝혀낼 수 있을 것이다.

- Management and Operations," IEEE Network, 7-21, 1988
3. Cynar, L., "Expert systems solve network problems and share the information," Data Communication, 187-192, 1986.
 4. Jackson, P. Introduction to Expert Systems, Addison-Wesley, 1986.
 5. Lister, R., "Electronic Fault Diagnosis : Fault Trees and Expert Systems," Applications of Expert Systems, Vol. 2, 266-289.
 6. Mantleman, L., "AI carves inroads : Network Design, Testing, and Management," Data Communications, 106-123, 1986.
 7. Nilsson, N.J., Principles of Artificial Intelligence, Springer-Verlag, 1982.
 8. Wright, J.R. and G.T. Vesonder, "Expert Systems in Telecommunications," Expert Systems With Applications, Vol. 1, 127-136, 1990.
 9. INSIGHT2, Level Five Research Inc., 1985.
 10. LocalNet 20, Reference Manual and Installation Guide, Sytek Inc., 1983.

— 參考文獻 —

1. 이재규, 이호근, "마이크로 컴퓨터와 전문가 체제," 경영과학의 응용, 제2권, 1985.
2. Cronk R.N., P.H. Callahan and L. Bernatein, "Rule-Based Expert Systems for Network