

QoS를 고려한 LAN 스위치 선정 도구 개발

이 필 재[†] · 이 종 무^{††} · 신 인 철^{††}

요 약

컴퓨터 네트워크 장비의 객관적 선정을 위해서는 통신 서비스 품질(Quality of Service: QoS) 개념의 이해와 적용이 요구된다. ITU-T E.800 권고안은 공급자와 고객관점의 서비스 품질 및 만족도 평가 기준을 제시하고 있기 때문에 네트워크 제품 평가 및 선정에 이용될 수 있다.

본 연구에서는 QoS를 고려한 LAN 스위치 평가모형과 선정을 위한 소프트웨어 도구를 개발하였다. 이를 위한 구체적 평가방법으로 효과적인 집단 의사결정을 위한 다기준 평가 모형에서 유용하게 이용되는 Saaty의 계층적 분석방법(Analytic Hierarchy Process: AHP)을 적용하였다. 선정 평가를 위한 자료는 네트워크 전문가들에 대한 설문조사와 현장 조사 방법으로 수집하였다. 그리고 제안된 LAN 스위치 평가 모형에 따라 선정 도구를 구현하고 적용 결과를 분석하였다. 본 연구 결과는 LAN 스위치 선정을 위한 의사결정시 유용한 도구로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 아울러 컴퓨터 네트워크와 관련된 QoS기반의 평가 및 선정을 위한 의사결정에 적용될 수 있을 것이다.

The Development of a Tool for Selection of LAN Switch with QoS

Phil Jai Lee[†] · Jong Moo Lee^{††} · In Chul Shin^{††}

ABSTRACT

It is necessary to understand and apply the concept of Quality of Service(QoS) for the objective selection among the computer network equipments. Because ITU-T E.800 recommendation covers the service quality of provider's viewpoint and the satisfaction of user, it can be used to evaluate and select the product of computer network systems.

This paper is concerned with the development of an evaluation model using QoS and software tool for selection of the most suitable LAN switch. We apply the Analytic Hierarchy Process(AHP) method of Saaty which has been used in a multiple criteria framework for an effective group decision process to the selection of LAN switch. The sample data are collected and processed from a questionnaire of professionals in the network field. And we implement a prototype tool for the selection of LAN switch according to the suggested selection model and analyse the result. The result of our research is expected to be a useful tool for decision making to evaluate and select the LAN switch and also can be applied to the decision making of evaluation and selection related to the product of computer network with QoS.

† 정 회 원: 대유공업전문대학 전자계산과 부교수

†† 정 회 원: 대유공업전문대학 사무자동화과 조교수

††† 정 회 원: 단국대학교 전자공학과 교수

논문접수: 1997년 6월 30일, 심사완료: 1997년 9월 23일

1. 서 론

개인용 컴퓨터(personal computer:PC)와 대용량 서버의 계산능력과 이를 이용하는 응용 분야는 지속적으로 발전해왔다. 컴퓨터의 사용은 PC 환경으로부터 네트워크로 상호 연결하여 자원을 공유하도록 하는 추세로 변하여 왔으며, 특히 최근에는 인터넷과 같은 네트워크를 통한 이용이 날로 증대되고 있다.

현재 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 LAN(Local Area Network)은 Ethernet 방식, 매체공유(Shared media)형으로서 사용자 수의 증가, 클라이언트/서버 환경으로의 변화, PC의 성능 향상, 분산 데이터베이스 등 트래픽 증가 요인에 따라 병목현상을 경험하고 있으며, 네트워크 사용자들은 보다 빠른 서비스를 요구하게 되었다[1].

병목현상의 해결방안으로 고속의 네트워크 장비와 전송 매체를 새로 구축하는 경우 비용부담 및 설치의 어려움이 따른다. 이에 대한 하나의 대안으로 LAN 스위치 적용을 고려할 수 있으며, 이는 기존 네트워크 자원을 그대로 사용하면서 성능향상이 가능하므로 널리 활용되는 추세이며, 현재 수많은 업체에서 개발 공급하고 있다. 따라서 사용자들이 만족스러운 최적의 제품을 선정한다는 것은 어렵고, 많은 위험부담이 따른다. 현장조사 결과 제품가격이 저렴하거나 혹은 공급자의 설명과 제안에 의존하는, 즉 공급자 중심의 제품 선정이 이뤄지는 경우가 대부분이다. 따라서 사용자 관점에서의 품질과 서비스 만족을 고려한 객관적인 제품평가 및 선정을 위한 연구가 요구된다.

현재 ATM(Asynchronous Transfer Mode)과 더불어 LAN 스위치 성능평가에 관한 연구의 예로는 흐름제어에 관한 연구[2], 스위치 포트의 버퍼용량에 따른 성능연구[3], SNMP(Simple Network Management Protocol) 네트워크 관리에 관한 연구[4]등 기술적 관점의 연구가 대부분이다. 올바른 제품 평가와 선정을 위해서는 네트워크 사용자의 보다 체계적이며 직접적인 품질평가 자료와 기술적인 관점뿐만 아니라 관리적 관점의 사용자 서비스 품질 만족의 개념이 요구된다. 이의 대표적인 것이 QoS[5]에 입각한 품질만족이다. 이를 위해서는 우선 ITU-T 권고안 E.800의 이해가 요구되며[5], 사용자의 제품에 대한 만족도가 합

리적인 평가방법을 통하여 객관적인 최종 평가와 선정으로 연결되어야 한다. QoS를 고려하면 직접적인 사용자 만족과 관리적 차원의 평가가 가능한데, 이에 관한 연구로는 네트워크 사용자 만족도 평가[6]을 참고할 수 있다.

또한 객관적인 평가선정을 위한 가중치 결정 및 적용에 관한 연구로는 단순평점 부여(simple rating) 방법[7], 우선 순위 가중치법[8], AHP와 같은 비율질문 비교법[7, 9]등 다양한 이론적 연구를 들수있다. 이들의 적용은 그 분야가 매우 광범위해 다양한 의사결정 분야에서 이뤄져 왔다. 그러나 여전히 주관적인 인간의 평가를 객관화하고 양적 비교가 가능한 상대적 중요도(가중치)를 도출하는 것은 쉽지 않다. 이들중 AHP방법은 전력설비를 위한 종합자원 계획의 선정[10], 기계 장비 선정[11], 원격 통신기술의 평가 및 선정[12] 등에 적용된 바 있다.

본 연구에서는 QoS를 고려한 LAN 스위치의 평가 선정을 위한 계층모형을 개발하고, AHP방법을 활용해 평가속성에 대한 가중치를 결정함으로써 합리적인 LAN 스위치 선정방법을 제안한다. 구체적으로 LAN 전문가 및 사용자의 현장 조사를 통하여 이원비교(pairwise comparison)에 의한 평가속성별 중요도와 평가 점수를 결정한다. 이러한 일련의 과정을 일반 사용자가 간편하게 이용할 수 있도록 평가 및 선정 도구를 Visual Basic 4.0으로 개발하고자 한다.

2장에서는 LAN 스위치 특성 및 구성방법을 살펴보고, 3장에서는 QoS의 개념에 입각하여 네트워크 품질 평가의 필요성을 제시한다. 4장에서는 AHP의 적용 배경과 특징, 적용 절차에 대하여 살펴본다. 5장에서는 QoS와 현장조사 자료를 적용하여 평가 선정 계층모형을 개발하고, 구현된 평가도구를 통하여 사용자 만족도를 종합평가 검토한다. 그리고 6장은 결론으로 구성한다.

2. LAN 스위치

2.1 특징

LAN 스위치는 기존의 브릿지나 라우터를 사용한 LAN환경에서 발생하는 대역폭 부족 현상을 해소할 수 있는 특징을 가지며, 기존 네트워크를 상위 레벨로 확장 전이하는 경우 전송 매체 및 자원을 그대로

활용하면서 간편하고 저렴하게 대역폭을 향상할 수 있는 것으로 알려지고 있다[1]. LAN은 매체공유형과 스위치형으로 대별된다. 전자는 기존에 널리 사용되는 구조로서 하나의 세그먼트에 있는 스테이션들은 MAC(Media Access Control) 프로토콜에 따라 송수신 스테이션을 결정하며 통신 채널을 공유하고 반이중 방식으로 동작한다. 따라서 한 세그먼트에 N개의 스테이션들이 연결될 때 스테이션별 최대 대역폭(Bandwidth: BW)은 $2 \cdot (\text{매체전송율}) / N$ 이다.

LAN 스위치는 입력 포트로부터 출력 포트들로 패킷을 복사하여 포트 상호간에 직접 연결(point-to-point)을 독립적으로 수행, 동시에 다중 송수신이 가능하다. 따라서 동일한 전송율을 갖는 N포트 스위치가 반이중 방식으로 동작하는 경우 전체 대역폭은 $BW = N \cdot (\text{매체전송율}) / 2$ 이다. 한편, 전용(dedicate) 대역폭을 갖는 LAN 스위치는 전이중 방식으로 바뀌어 가는 추세이며, IEEE 802.3으로 제안된 전이중 방식은 반이중에 비해 스위치의 대역폭증가, 기존 LAN 투자의 유지등 장점을 가지고 있다[3]. 이 경우 $BW = N \cdot (\text{매체전송율})$ 로 향상되며 LAN에서의 병목현상을 완화할 수 있다.

2.2 구현 방법

LAN 스위치는 스위치 용량과 접속 장비에 따라 다양한 용도로 사용될 수 있다[13].

(1) 단독형 워크그룹 LAN 스위치

멀티미디어나 화상 회의용 클라이언트나 서버를 각 스위치 포트에 전용 연결 혹은 분산 처리 환경에서 서버는 전용선으로 하고 클라이언트들은 스위치 포트를 공유하도록 종속 연결할 수 있다.

(2) 백본 연결용 LAN 스위치

단독형 워크그룹 LAN 스위치 기능에 고속의 백본 연결 기능을 추가 제공함으로써 백본과 세그먼트 연결 인터페이스로 사용 가능하다.

(3) 백본용 스위치

트래픽 관리 능력을 가지며 고능력, 장애 허용성, 스위칭 능력을 제공하므로 백본용으로 적합하다. 이들 가운데 최근 현실적 요구가 비교적 큰 경우는 고속 백본 연결용 LAN 스위치이다. 따라서 본 연구에서는 상기 (2)항의 경우를 평가·선정 대상으로 고려한다.

3. LAN 스위치 품질 평가를 위한 QoS

3.1. 개요 및 구성요소

통신 서비스품질 평가에 관한 표준 정의로는 ITU-T E.800 권고안이 있다. QoS는 통신 서비스품질 및 네트워크 성능, 관리측면에서 표준의 혼란을 피하고, 표준안 개발과 관련된 여러 그룹들 간의 조정을 위한 것으로 통신 및 네트워크 서비스 제공자 및 수혜자를 위한 것이다. 이는 서비스품질 평가를 관리적 관점과 네트워크 기술적 관점에서 분류한 계층구조를 제시하고 있으며, 주요 요소는 다음과 같다[5](그림1 참조).

- (1) 지원성(Support): 제품 이용상의 도움 및 지원 부서의 서비스 제공 능력.
- (2) 운영성(Operability): 사용자가 편리하고 성공적으로 운용할 수 있도록 제공된 능력.
- (3) 서비스성(Serveability): 기술적 측면과 관련된 가장 중요한 요소로서 주어진 조건하에서 사용할 수 있는 기능과 지속적 사용능력으로 네트워크 성능과 직접적인 관련을 가지며 다음과 같은 요소들로 연결된다.

① 의존성(Dependability): 가용성을 나타내는 종합적 용어.

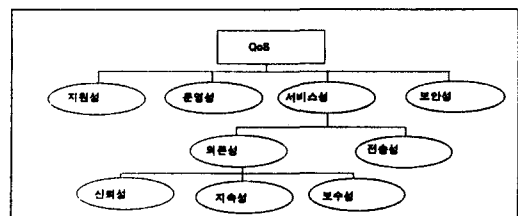
가. 신뢰성(Reliability): 주어진 조건하에서 요구기능 수행능력.

나. 지속성(Maintainability): 요구기능을 수행할 수 있는 유지능력.

다. 보수성(Maintenance): 유지보수 기구의 능력.

② 전송성(Propagation): 신호의 전송능력.

(4) 보안성(Security): 사용자의 실수 및 고의적인 침입과 자연재해 등에 대한 보호기능.



(그림 1) QoS의 계층
(Fig. 1) Hierarchy of QoS

3.2 사용자 관점의 중요성

통신 네트워크의 제품은 여러가지 표준안에 입각하여 만들어지는 것이 일반적이다. 그리고 E.800에 따르면 서비스에 대한 만족도는 사용자의 의견이 중요하며 서비스 공급자는 제공된 서비스 품질에 대한 지식을 가져야 한다. 따라서 컴퓨터 네트워크의 객관적인 품질 평가를 위해서는 기술적 측면과 사용자의 만족도가 함께 고려되는 것이 바람직하다.

4. 가중치 결정 방법

가중치는 평가속성 상호간의 상대적 중요도를 표시하는 것으로 가치판단의 기본이 된다. 가중치 결정 방법중에서 순위법은 사용상 용이한 장점이 있으나 평가자간의 주관적 판단의 일관성이나 이론적 타당성 여부에 문제가 있다[8]. 이에 비해 Saaty의 AHP방법[9]과 같은 비율질문법은 계층구조적 특징이 있고, 객관적 가중치 결정이 가능해 일반적으로 많이 선호된다. AHP방법은 본 연구에서 고려한 QoS의 계층구조와 일치하며 합리적인 가중치 결정과 일관성 검증이 가능하고, 사용자 선호도의 신뢰성을 확보할 수 있다.

4.1 AHP의 특징

일반적으로 인간의 평가능력은 비교의 대상이 많아지면 혼란을 가져오고, 판단의 정확성이 감소되는 특성을 가지고 있다. AHP방법은 문제가 복잡하고 비구조적인 경우에 문제를 계층적으로 단계화하고 각 단계별로 중요 의사결정 속성들을 선정한 후, 각 속성들 간의 이원비교를 통하여 일관성있게 가중치로 제시할 수 있는 특징이 있다.

4.2 AHP의 분석 과정

AHP의 문제 해결과정은 문제의 계층적 세분화, 각 계층 속성들의 이원비교를 통한 중요도 비교행렬의 구성, 각 속성들의 가중치 결정, 그리고 일관성 검증의 4 단계로 나뉜다[9, 11].

단계 1: 문제의 계층적 세분화

AHP 적용을 위해서는 문제의 속성을 최종목표와 이에 영향을 미치는 관련 속성들을 계층적으로 세분

화하여 하위계층들을 만든다. 최상위 계층은 문제의 궁극적인 목표를 나타내고, 제1계층은 최종목표에 영향을 미치는 속성을 나타낸다. 제2계층은 제1계층에 영향을 미치는 속성을 나타낸다. 이러한 반복과정을 통해 문제의 속성을 계층적으로 세분화해 간다. 이때 각 계층에서 평가속성에 대한 중요도는 그 하위계층에 영향을 미친다.

단계 2: 비교행렬 구성

각 계층별로 평가속성 상호간의 이원비교를 시행하여 각 계층별 행렬 $A = \{a_{ij}\}$ 를 만든다. a_{ij} 는 w_i/w_j 의 추정치이고, $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 로 표현된다. 여기서 w_i 와 w_j 는 i 번째 속성과 j 번째 속성의 상대적 중요도를 나타낸다. 행렬 A는 식 (1)과 같이 주 대각선 원소들이 모두 1이 되는 대칭적 역수행렬(reciprocal matrix)이다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

단계 3: 가중치 결정

우선 단계 2에서 구한 행렬 A를 열(column)별로 합계를 구하고, 각 원소를 이 값으로 나누어 정규화한다. 둘째, 이 결과에 대해 행(row)별로 평균을 구하면 이 값이 속성별 가중치의 추정값이 된다. 셋째, 추정된 최대 고유값(estimated largest eigenvalue: λ_{max})을 구한다. 단계 2에서 구한 비교행렬 A가 일관성($a_{ij}, a_{jk} = a_{ik}$, for all i, j, k)을 가지는 경우, 각 속성들의 상대적 중요도를 나타내는 열벡터 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 을 곱한 결과는 아래와 같은 관계식이 성립한다.

$$A \cdot W = n \cdot W \quad (2)$$

행렬 A는 단계 2에서 주어진 값을 가지므로,

$$(A - n \cdot I)W = 0 \quad (3)$$

이다.

여기서 n 은 행렬 A의 고유값이고, 벡터 W는 고유

벡터(eigenvector)이다. 그리고 λ_{max} 는 다음과 같다 [11].

$$\lambda_{max} = (1/n) \sum_{i=1}^n \left(\frac{W'_i}{W_i} \right) \quad (4)$$

여기서 $W' = AW$ 이다.

단계 4:가중치의 일관성 검증

행렬 A에서 불일치의 정도를 나타내는 일관성 지수 (Consistency Index: CI)는

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (5)$$

또한 일관성 비율 (Consistency Ratio: CR)은 다음과 같다.

$$CR = (CI) / (RI) \quad (6)$$

여기서 RI(Random Index)는 Saaty의 연구[9, 11]에서 제시한 평균 무작위 지수로서 <표 1>의 값을 사용한다.

<표 1> 무작위 지수
<Table 1> Random Index

행렬차수 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

최종 일관성 검증으로써 Saaty는 일관성 비율이 0.2 이상일 때는 행렬 A를 재구성하여야 하고, 일관성 지수가 0.1 미만일 경우는 허용하는 것으로 하였다[9].

5. 평가 모형과 시스템 설계

5.1 평가 모형

LAN 스위치 평가에 QoS를 적용하기 위해서는 LAN 스위치의 기술적인 측면과 관리적인 측면에 대한 체계적인 분류가 필요하며, 하나의 계층별 평가속성의 수가 너무 많아질 경우 이원비교시 혼란을 초래

할 수 있고, 일관성있는 가중치 결정에 문제가 있으므로 7개를 넘지 않도록 설정하여야 한다[9, 11]. 이를 위한 프로토타입은 LAN 전문가의 설문과 일반사항을 고려하여 QoS에 부합하도록 작성하였다. 따라서 관리적 측면은 지원성으로서 지원 업체의 수, 보증기간, 사용자교육, 운영성으로서 설치 용이성, 운용의 편리성으로 분류하였다. 기술적 측면은 의존성, 전송성, 보안성으로서 분류하고, 의존성의 하위 계층은 신뢰성, 지속성, 보수성으로 하였다. 또한 제품선정시 품질과 가격관점에서 고려하는 것이 일반적이기 때

<표 2> 평가 계층 모형
<Table 2> Hierarchy model for evaluation

제1계층	제2계층	제3계층	평가 항목(약어)	
서비스품질 (QoS: Q)	지원성 (Support: S)		지원 업체수(SV)	
			보증 기간(SY)	
			사용자 교육(UE)	
	운영성(Operability: O)		설치 용이성(EI)	
			운영의 편리성(EO)	
	의존성 (Dependability: D)	신뢰성 (Reliability: R)		전송방식(FT)
				흐름제어(FC)
				버퍼크기(BS)
				하트스왑 모듈(HS)
				리던던시(RD)
		지속성 (Maintainability: MA)		10Mbps포트수(TP)
				100Mbps포트수(HP)
				업-링크지원(UL)
		qhtntjd (Maintenanc support: MS)		관리 포트(MP)
				SNMP MIB(SM)
전송성(Propagation: P)		RMON 기능(RM)		
		스위치 아키텍처(AT)		
		패킷버스 크기(PB)		
		MAC어드레스수(MA)		
보안성(Security: SC)		전이중 지원(FD)		
		지원 그룹수(LG)		
제품가격 (PP)			포트당 가격(PP)	

문에 AHP를 적용하기 위하여 QoS부분과 가격을 최상위 계층으로 하였고, 이를 바탕으로 최종결과가 도출된다. 이에 대한 평가속성별 분류는 <표 2>와 같다.

5.2 AHP를 이용한 가중치 결정

<표 2>의 평가 계층모형에 대한 AHP 적용을 위해서는 각 계층별 평가속성들에 대한 가중치를 결정하는 것이 매우 중요하다. 이는 LAN 전문가에게 설문 조사를 통해 결정하는 것으로 하고, 계층별 및 평가속성별 이원비교의 중요도는 Saaty가 제안한 값(9:매우 중요함, 7:많이 중요함, 5:보통 중요함, 3:약간 중요함, 1:비슷함)으로 응답하도록 하였다. n개의 속성을 갖는 계층의 이원비교는 결합 공식에 따라 $n(n-1)/2$ 번 실시한다. 설문 속성별 응답자들의 종합 중요도 결정은 기하평균으로 하였으며, 그 결과를 1-9의 값에 인접한 값으로 설정하였다. AHP를 위한 QoS 및 최상위 계층의 행렬과 가중치는 (그림 2)와 같으며 계산결과는 소수점 아래 넷째 자리에서 반올림하도록 하였다.

	S	O	D	P	SC	가중치
S	1	0.5	0.167	0.143	0.333	0.050
O	2	1	0.5	0.2	0.333	0.065
D	6	2	1	1	3	0.318
P	7	5	1	1	3	0.380
SC	3	3	0.333	0.333	1	0.157
$\lambda_{max}=6.188, CR=0.042$						

	Q	PP	가중치
Q	1	3	0.750
PP	0.333	1	0.250
$\lambda_{max}=2.0, CR=0.0$			

(그림 2) QoS 및 전체 매트릭스
(Fig. 2) QoS and total matrix

마찬가지 방법으로 지원성, 운영성, 의존성, 전송성, 보안성, 신뢰성, 지속성 그리고 보수성에 대한 이원비교 행렬과 가중치는 (그림 3)과 같다.

	SV	SY	UE	가중치
SV	1	0.2	0.25	0.097
SY	5	1	3	0.619
UE	4	0.333	1	0.284
$\lambda_{max}=3.067, CR=0.075$				

(a) 지원성

	EI	EO	가중치
EI	1	0.333	0.250
EO	3	1	0.750
$\lambda_{max}=2.0, CR=0.0$			

(b) 운영성

	R	MA	MS	가중치	SA	PB	MA	FD	가중치
R	1	3	5	0.633	0.333	1	0.333	0.2	0.283
MA	0.333	1	3	0.260	1	3	1	0.333	0.081
MS	0.2	0.333	1	0.107	1	5	3	1	0.218
$\lambda_{max}=3.039, CR=0.033$									
$\lambda_{max}=4.125, CR=0.041$									

(c) 의존성

(d) 전송성

	VL	LG	가중치
VL	1	3	0.750
LG	0.333	1	0.250
$\lambda_{max}=2.0, CR=0.0$			

(e) 보안성

	AT	FC	BS	HS	RD	가중치
AT	1	0.333	5	1	0.333	0.159
FC	3	1	3	1	3	0.328
BS	0.2	0.333	1	0.2	0.2	0.054
HS	1	1	5	1	1	0.227
RD	3	0.333	5	1	1	0.232
$\lambda_{max}=5.481, CR=0.107$						

(f) 신뢰성

	TP	HP	UL	가중치
TP	1	0.5	0.2	0.115
HP	2	1	0.2	0.182
UL	5	5	1	0.703
$\lambda_{max}=3.054, CR=0.046$				

(g) 지속성

	MP	SM	RM	가중치
MP	1	0.333	3	0.286
SM	3	1	3	0.574
RM	0.333	0.333	1	0.140
$\lambda_{max}=3.138, CR=0.119$				

(h) 보수성

(그림 3) 평가 속성들간의 이원 비교값

(Fig. 3) Pairwise comparisons between evaluation attributes

5.3 평가 시스템 구현

(1) 평가 기준 설정

올바른 평가를 위해서는 평가속성들에 대한 점수 부여가 중요하며 주관적 요소를 배제하고 객관적 데이터를 부여하는 것이 바람직하다. 객관적 데이터 부여를 위해서는 기존의 연구 결과와 전문가의 의견을 종합함으로써 가능하다. 본 연구에서 적용한 평가속성별 평점부여 기준의 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 흐름제어(flow control)는 Morris 와 Kung의 연구 [2]를 고려하여 LAN 스위치 제품의 흐름제어 기능 유/무(yes/no)에 따라 성능차이가 크므로 평점을 구분 채택한다(표 3 참조).

둘째, LAN 스위치에서 버퍼크기는 패킷지연 및 손실을 최소화하는데 중요한 요소이며 70패킷 이상(약 50Kbyte)인 제품을 우수한 것으로 한다[3]. 셋째, LAN의 전송방식과 형태는 전이중(full-duplex)방식과

〈표 3〉 대역폭의 비교
 〈Table 3〉 comparison of bandwidth

	흐름제어가 없는 경우	흐름제어가 있는 경우
TCP 1개	0.1 MByte/sec	5.7 MByte/sec
TCP 2개	0.2 MByte/sec	5.7 MByte/sec

스위치형 LAN(switched LAN)으로 바뀌어가는 추세이며 대역폭의 보장을 위해서는 스위치 포트를 전용으로 사용되도록 구성하는 것과 전이중 방식의 지원이 필요하다[14]. 따라서 전이중방식의 지원 유/무에 따라 제품을 구분 평점한다. 넷째, 네트워크 관리 프로토콜은 SNMP와 CMIP(Common Management Information Protocol)가 네트워크 제조업체의 독립성을 보장하기 위하여 사용된다. SNMP는 프로토콜이 간단하고, 가격 대 성능 면에서 우수하므로 LAN장비들에서 주로 지원하고 있다. CMIP는 성능이 우수한

반면에 프로토콜이 복잡하고 네트워크 자원의 소모를 요하므로 일부 대형 장비에서 주로 사용되고 있다 [15, 16]. 따라서 SNMP의 지원여부에 따라 평점을 구분한다. 그 외의 평가속성들에 대해서는 전문가의 의견을 종합하여 해당 기능의 유/무, 정도의 차이에 따라 주관적 평가기준을 설정한 후 본 연구에서 구현한 시스템에 적용하였다.

그리고 평가속성의 특성에 따라 정확한 비율을 제시할 수 있는 경우와 애매한 기준을 갖는 경우가 있다. 본 연구에서는 Subramanian이 제시한 방법[17]을 사용하여 평가속성의 특성을 고려한 일정비율과 해당 기능의 유/무로서 각 속성의 등급을 부여하는 것으로 하였으며, 이상의 기준으로 종합한 평가표는 〈표 4〉와 같다. 평가속성 가운데 업링크 지원(UL)에서 F, A, 그리고 FA는 각각 고속 Ethernet(Fast Ethernet), ATM, 그리고 두 가지 모두를 지원하는 경우를 의미한다. 이 속성은 5장 평가 및 선정에서 사용

〈표 4〉 평가 속성별 평가표
 〈Table 4〉 Evaluation table of evaluation attributes

항목명	QoS																				가격		
	지원성		운영성		의존성									전송성				보안성					
					신뢰성					유지성		보수성											
제품명	S	S	U	E	E	F	F	B	H	R	T	H	U	M	S	R	A	P	M	F	V	L	P
GR	b	a	b	a	a	b	a	b	a	a	c	b	FA	a	a	a	b	a	b	a	a	b	b
SS	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	c	FA	a	a	a	a	c	a	a	a	a	b
HS	c	b	b	a	a	b	b	c	b	a	b	c	A	a	a	b	b	c	a	b	b	c	a
TS	c	b	a	a	a	b	a	a	a	a	b	c	F	a	a	b	b	c	a	a	b	c	a
VS	b	c	b	a	b	a	b	a	a	a	a	c	FA	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
VT	a	c	a	a	a	b	a	c	b	a	b	c	A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b
BS	a	c	a	a	a	b	a	b	b	a	a	c	F	a	a	b	b	a	a	b	a	a	a
PS	b	c	b	a	a	b	a	c	a	a	b	b	FA	a	a	a	b	b	b	a	a	a	b
SW	c	c	b	a	b	b	a	a	b	a	a	a	FA	a	a	b	b	c	a	a	a	a	a
NT	c	b	a	a	a	b	b	c	a	a	b	c	F	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a
WS	c	b	b	a	a	b	a	c	b	a	b	c	F	a	a	b	a	c	b	a	a	b	a
ES	b	c	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	F	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
SM	b	c	a	a	a	b	a	b	a	a	a	a	FA	a	a	a	b	b	a	a	a	a	b
EX	b	c	b	a	a	b	a	a	b	b	c	a	F	a	a	a	b	c	a	a	a	b	a

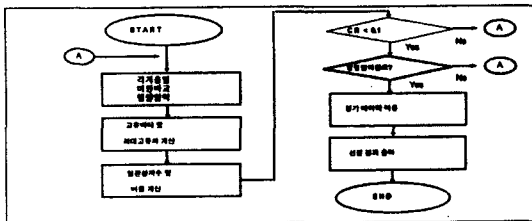
자의 요구에 따라 대상제품의 우선 선별의 기준으로 활용된다.

그리고 <표 4>의 각 등급에 대한 구체적 점수 부여는 <표 5>와 같은 등급별 평가값 부여 방법[17]을 활용한다.

<표 5> 등급과 점수
<Table 5> scales and numerical value

등급	등급별 적용 점수
a, b	a→2; b→1
a, b, c	a→3; b→2; c→1
a, b, c, d	a→4; b→3; c→2; d→1

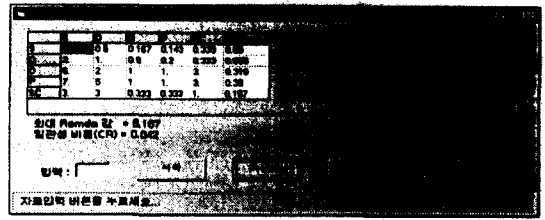
본 평가모형에 대한 AHP 적용을 위해서는 이원비교 값에 따른 가중치의 결정, Subramanian의 등급별 평가값 부여에 따라 품질 만족도가 계산된다. 본 연구에서는 일반 사용자가 용이하게 사용할 수 있도록 IBM 586 PC상에서 GUI 환경으로 동작하도록 개발하였으며, 이에 대한 개괄적인 흐름도는 (그림 4)와 같다.



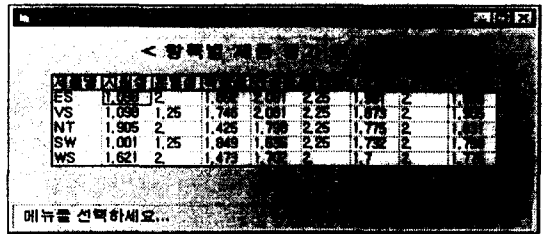
(그림 4) 평가 시스템의 흐름도
(Fig. 4) Flowchart of evaluation system

이원비교값의 입력화면은 (그림 5)와 같다. <표 2>의 평가 계층모형에서 각 계층별 이원비교값의 입력에 따라 (그림 2)와 (그림 3)과 같은 평가속성별 가중치와 일관성비율을 계산하고, 최종평가를 위해 가중치를 저장하도록 하였다.

또한 출력화면은 (그림 6)과 같이 종합 평가값이 가장 높은 상위 5개 제품을 등위별로 나타내고, <표 2>상의 제1계층과 제2계층의 속성별 평가값을 사용자가 참고하도록 하였다.



(그림 5) 매트릭스 입력 화면
(Fig. 5) Input screen of matrix



(그림 6) 결과 출력 화면
(Fig. 6) Output screen of the result

5.4 평가 결과 및 검토

AHP와 같은 가중치 결정방법을 이용한 제품의 선정과 평가는 결과의 합리성 확보를 위해서 매우 중요하다. 본 연구에서는 선정 평가의 객관성과 전문성을 위하여 네트워크 전문가를 대상으로 설문조사를 하고, AHP방법에 따라 가중치를 결정하였다(그림 2, 3 참조). 최종 계산된 신뢰성과 보수성의 일관성 비율은 각각 0.107과 0.119로 나타났다. 이 값은 최대 허용한계값[8]인 0.2보다 작으므로, 본 연구에서는 이원비교의 일관성이 있는 것으로 가정하고 최종 평가에 활용하였다. 이원비교값의 변경이 필요할 경우는 본 연구에서 구현한 평가도구에 따라 가중치를 계산할 수 있다.

최종 평가결과는 고속 Ethernet 및 ATM을 지원하는 제품을 대상으로 하였다. 이에 관련된 제품은 수십종에 이르나 본 연구에서는 평가 데이터 추적이 가능한 14개의 샘플 제품에 대하여 평가하고, 상위 5개 제품을 순위별로 나타내도록 하였다. <표 6>은 고속 Ethernet을 지원하는 경우의 선정 결과이다. <표 6>과 <표 7>에서 괄호 속의 숫자는 해당속성의 가중치이며 행은 제품별 평가속성에 대한 평가점수이고, 열은 평가속성별 해당 제품의 점수를 나타낸다. 속성별 점수

는 (그림 2)와 (그림 3)의 해당 속성별 가중치 벡터와 (표 4)의 해당 제품 속성별 점수 벡터간의 행렬곱을 한후 행렬 원소들의 합으로서 구해진다. 예를들어 ES 제품의 지원성 평점은 $0.097 \times 2 + 0.619 \times 1 + 0.284 \times 1 = 1.097$ 과 같이 계산된다. 이와같은 방법의해 계산된 값들을 종합한 각 제품의 최종값은 총점란에 표시하였다. 평가결과를 살펴보면 예를들어 지원성의 경우 NT제품이 제일 높은 점수로 평가되었으나, 이 속성의 가중치는 상대적으로 낮아 종합 평점에서는 낮게 평가되었다.

<표 6> 고속 Ethernet용 선정 결과

<Table 6> Selection result for Fast Ethernet

항목명	QoS (0.750)					가격 (0.250)	총점
	지원성 (0.050)	운영성 (0.095)	의존성 (0.318)	전송성 (0.380)	보안성 (0.157)		
ES	1.098	2.000	1.862	2.081	2.250	2.000	1.986
VS	1.098	1.250	1.746	2.081	2.250	2.000	1.905
NT	1.905	2.000	1.425	1.798	2.250	2.000	1.831
SW	1.001	1.250	1.849	1.636	2.250	2.000	1.799
WS	1.621	2.000	1.473	1.702	2.000	2.000	1.775

그리고 (표 7)은 ATM을 지원하는 제품들의 선정 결과이다. 여기서 SS제품은 제품 품질면에서는 타 제품에 비해 우수하나, 가격 경쟁력에서 불리한 것으로 평가되었다. 이에 비해 VS 와 SW 제품은 고속 Ethernet과 ATM을 모두 지원하므로, (표 6)과 (표 7)의 경우에서 모두 높게 평가되었다.

현장조사 결과 현재 LAN 스위치를 워크그룹용으로 사용하는 업체의 대부분은 전문 운영자를 두고있지 않는 것으로 나타났다. 따라서 가상 LA기능과 관리 기능을 충분히 활용하고 있지 못하며, 이의 중요성에 관한 인식이 높아져야 할 것으로 보인다. 특히 평가속성의 선정시 주요 고려사항이 되어야 할 것이다. LAN 스위치의 전송방식중 관통 전송(Cut-through) 방식은 속도는 빠른 반면 오류에 대한 처리가 미흡하므로 영상회의나 멀티미디어를 주로 사용하는 경우에 적합하고, 축적 전송(Store-and-forward) 방식은 은행과 같이 높은 신뢰도를 요구하는 시스템의 경우에

<표 7> ATM용 선정 결과

<Table 7> Selection result for ATM

항목명	QoS (0.750)					가격 (0.250)	총점
	지원성 (0.050)	운영성 (0.095)	의존성 (0.318)	전송성 (0.380)	보안성 (0.157)		
VS	1.098	1.250	1.746	2.081	2.250	2.000	1.905
SW	1.001	1.250	1.849	1.636	2.250	2.000	1.799
SS	2.719	2.000	1.870	1.919	2.250	1.000	1.752
SM	1.382	2.000	1.943	1.717	2.250	1.000	1.662
VT	1.479	2.000	1.488	2.081	2.250	1.000	1.661

적합하다고 판단된다. 이 밖에 사용자의 요구에 따라서는 평가 및 선정의 우선순위가 다르게 적용되어야 한다. 즉, 비용과 서비스품질간의 상대적 중요도는 목적 우선(mission critical)에 따라서 비용우위 혹은 품질우위의 중요도를 부여할 수도 있다. 예를 들어 기존 LAN의 신속한 확장 개통이나 절대적인 네트워크 품질에 따른 평가 및 선정의 경우는 본 연구에서 제시한 품질과 비용의 상대적 중요도(3:1)과 다른 10:1 혹은 1:10의 차등적인 중요도를 적용해 평가 선정할 수도 있다. 본 연구 결과에 대한 전문가의 확인 결과 사용자가 원하는 LAN 스위치 제품 선정에 충분히 활용될 수 있음을 확인하였다.

6. 결 론

올바른 네트워크 제품 평가와 선정을 위해서는 우선 제품의 만족도를 객관화하는 것이 필요하며 사용자의 제품에 대한 만족도가 합리적인 평가 방법을 통하여 객관적인 최종 평가와 선정으로 연결되어야 한다. 또한 평가속성이 많은 경우 인간의 속성상 정확한 평가를 하는 것은 어렵다.

본 연구에서는 LAN 스위치를 대상으로 ITU-T E.800 QoS에 기초한 평가용 계층구조를 제안하고, 다 기준 의사결정 방법인 AHP를 적용함으로써 서비스 측면과 기술적 측면의 사용자 만족도를 객관화 및 정량화할 수 있음을 보였다. 그결과 LAN 스위치의 평가 및 적절한 제품 선정에 활용될 수 있음을 확인하였다.

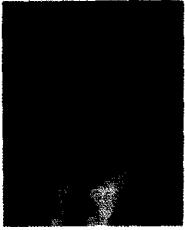
또한 올바른 평가 선정을 위해서는 가중치와 제품 품질에 관련된 현장 데이터의 적용이 중요하다. 본 연구에서는 전문가에게 직접 설문을 제시하고 이에 응답한 현장자료를 사용하여 결과의 현실성과 객관성을 얻도록 하였다. 연구 결과의 활용과 관련해서는 본 연구에서 제안한 평가 계층모형을 바탕으로 공급자에게 합리적인 RFP(Request for Proposal)을 통한 선정요구와 품질확인 혹은 예측을 가능하게 할 수 있을 것이다.

그리고 보다 많은 양의 현장 데이터를 수집하여 제품평가 및 선정의 객관성을 확보하여 본 연구에서 제안한 방법에 적용한다면, 사용자의 편견이나 무지에서 오는 문제를 해결할 수 있을 것이다. 향후 연구과제로는 선정결과의 객관성 검증을 위해서 사용자의 만족도 평가의 자료가 제시되어야 하며, 보다 다양한 사용자 요구를 수용하고 현실적인 다수 제품간의 선정을 위한 전문가 시스템의 구현이 요구된다

참 고 문 헌

- [1] W. Cronin, J. Hutchison, K. Ramakrishnan, and H. Yang, "A Comparison of High Speed LANs," 19th Conference on Local Computer Networks, pp. 40-49, Mar. 1994.
- [2] R. Morris and H. T. Kung, "Impact of ATM Switching and Flow Control on TCP Performance: Measurements on an Experimental Switch," Proceedings of the Globecom'95, Vol. 2, pp. 888-892, Nov. 1995.
- [3] A. Elsaadany, M. Singhal, and M. T. Liu, "Performance study of buffering within switches in LANs," Computer Communication, Vol. 19, No. 8, pp. 659-667, July 1996.
- [4] I. Khan and G. Knight, "SNMP and OSI Management Information Modeling and Translation: A case study," Proceedings of the IEEE infocom'96 The Conference on Computer Communications, pp. 481-488, April 1996.
- [5] ITU-T, 'Handbook on Quality of Service and Network Performance', Aug. 1994.
- [6] 이종무, 정호원, "네트워크 사용자 만족도 평가에 관한 연구," 한국경영과학회/대한 산업공학회 '97 춘계공동학술대회 발표논문집, pp. 496-500, April 1997.
- [7] F. Zahedi, 'Intelligent Systems for Business', pp. 415-487, Wadsworth Pub. Co., 1993.
- [8] W. Edwards and J. R. Newman, 'Multiattribute Evaluation', pp. 56-58, Sage Pub., Beverly Hills, 1982.
- [9] T. L. Saaty, "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process," European Journal of Operational Research 48 North-Holland, pp. 9-26, Oct. 1990.
- [10] R. R. Clarke, "Choosing an Integrated Resource Plan for Electric Utilities: an Analytic Hierarchy Approach," Proceedings of 31th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference. Vol. 3, pp. 1592-1597, Aug. 1996.
- [11] Z. Lin and C. Yang, "Evaluation of Machine Selection by AHP Method," Journal of Processing Technology, Vol. 57 No. 3-4, pp. 253-258, Feb. 1996.
- [12] C. Douligeris, "A Telecommunication Quality Study Using the Analytical Hierarchy Process," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, No. 2, pp. 241-250, Feb. 1994.
- [13] J. E. Goldman, 'Logical Area Networks', John Wiley & Sons Inc., pp. 293-299, 1997.
- [14] K. Christensen, F. Noel, and N. Strole, "Emerging Trends Full-Duplex and the Switched LAN," 19th Conference on Local Computer Networks, pp. 242-248, Mar. 1994.
- [15] S. K. Jha and B. R. Howarth, "Capacity Planning of LAN Using Network Management," 19th Conference on Local Computer Networks, pp. 425-430, Mar. 1994.
- [16] C. Parris, "Using SNMP to Manage Guaranteed Performance Connections," Proceedings of the Globecom '95 Vol. 1, pp. 132-139, Nov. 1995.
- [17] G. H. Subramanian and M. Gershon, "The Selection of Computer-Aided Software Engineering Tools: A Multi-Criteria Decision Making Ap-

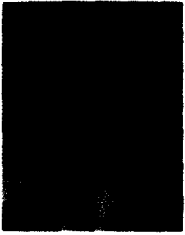
proach," Decision Sciences. Vol. 22, pp. 1109-1123, 1991.



이 필 재

- 1973년 고려대학교 전자공학과 (공학사)
- 1975년 고려대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1992년~현재 단국대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료

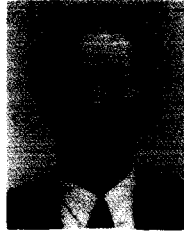
1978년~1980년 현대자동차 기술연구소 연구원
 1981년~현재 대유공업전문대학 전자계산과 부교수
 관심분야: 컴퓨터 네트워크, 영상처리, 퍼지제어



이 종 무

- 1982년 고려대학교 경제학과(경제학사)
- 1987년 미국 펜실베니아 인디애나 대학원 경영학과(경영학석사)
- 1997년 고려대학교 대학원 경영학과(경영학박사)

1987년~1989년 미국 ASI사 시스템분석가/프로그래머
 1990년~현재 대유공업전문대학 사무자동화과 조교수
 관심분야: 의사결정지원시스템, 전문가시스템, 소프트웨어 품질평가



신 인 철

- 1973년 고려대학교 전자공학과 (공학사)
- 1978년 고려대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1986년 고려대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1984년 미국 미시간 주립대학교 교환교수

1979년~현재 단국대학교 전자공학과 교수
 관심분야: 다중처리시스템, 컴퓨터 네트워크, 퍼지제어, 신경회로망