

논문 2011-2-34

VoIP 서비스 품질관리에 관한 연구

Study on VoIP Service Quality Management

장병윤*, 서동원**, 박병주***

Byeong-Yun Chang, Dong-Won Seo, Byungjoo Park

요 약 VoIP는 IP기반의 네트워크를 통해 음성 통화를 전송하는 Voice over Internet Protocol의 약자로서 최근에는 IP기반으로 음성 이외의 다양한 서비스가 제공되고 있다. 이러한 VoIP서비스의 확대 공급에 따라 VoIP 서비스의 품질관리가 중요한 이슈로 부각되고 있다. 따라서 본 논문에서는 VoIP서비스의 품질관리에 관한 연구를 다룬다. 이를 위하여 본 고에서는 VoIP 기술, 서비스 현황 및 네트워크 구성도를 파악하고 네트워크 사업자 관점이 아닌 고객관점의 VoIP 품질관리를 위한 key quality indicators(KQIs)/key performance indicators(KPIs)를 파악한다. 이를 위하여 일반적인 서비스 품질관리의 개념과 통신관련 서비스 품질관리의 개념에 대해서도 파악한다. 또한 KQIs중 가장 중요하다고 생각되는 품질관리 지표를 선정하여 통계적 품질관리 기법 중 하나인 \bar{x} 와 R Charts를 이용하여 어떻게 기업에서 품질관리를 할 수 있는지 실제 예를 보여준다.

Abstract VoIP transmits voices over IP-based networks and it is the abbreviation of Voice over Internet Protocol. Recently, VoIP provides various services in addition to voices. Since VoIP services' provision is extending, VoIP service quality management is becoming an important issue. Therefore, in this paper, we study VoIP service quality management. We examine VoIP technology, service types, and network architecture. Then, we investigate key quality indicators(KQIs)/key performance indicators(KPIs) in terms of customers, not network service providers. Toward this, we also study the concept of general service quality management as well as the concept of telecommunication related service quality management. Moreover, we apply \bar{x} and R charts to show how to use statistical quality control techniques in real telecommunication companies with one KQI.

Key Words : VoIP, 서비스 품질관리, Key Quality Indicator, Key Performance Indicator

I. 서 론

Telecommunication Service Provider의 신 성장 Service로서 IPTV, Wibro와 더불어 VoIP는 최근 그 사용자 수에 있어서 상당한 증가를 보여주고 있다. VoIP는 IP기반의 네트워크를 통해 음성 통화를 전송하는 Voice over Internet Protocol의 약자로서 최근에는 IP기

반으로 음성 이외의 다양한 서비스가 제공되고 있다. 이러한 VoIP서비스의 확대 공급에 따라 VoIP 서비스의 품질관리가 중요한 이슈로 부각되고 있으며 따라서 본 논문에서는 VoIP서비스의 품질관리에 관한 연구로서 먼저 VoIP 기술, 서비스 현황 및 네트워크 구성도를 파악한다. 이 연구 결과를 바탕으로 네트워크 사업자 관점이 아닌 고객관점의 VoIP 품질관리를 위한 key quality indicators (KQIs) / key performance indicators (KPIs)를 파악하고, 또한 KQIs중 가장 중요하다고 생각되는 품질관리 지표를 선정하여 통계적 품질관리 기법 중 하나인 \bar{x} 와 R Charts를 이용하여 어떻게 기업에서 품질관리

*정회원, 아주대학교 경영학부

**정회원, 경희대학교 경영학부, 경영연구원

***중신회원, 한남대학교 멀티미디어공학과 (교신저자)

접수일자: 2011.3.2, 수정일자: 2011.4.10

게재확정일자: 2011.4.15

를 할 수 있는지 실제 예를 보여준다. VoIP 품질관리와 관련하여 과거에는 네트워크 사업자 관점에서 품질을 개선하기 위한 MPLS, Diffserv, RSVP 등의 연구가 진행되어 왔으나 최근에는 고객 관점에서 인식 가능한 수준에서의 End-to-End 서비스 품질을 측정하고 개선하기 위한 노력들이 표준화 단체, 기업 등에서 활발히 진행되고 있다^[1]. ITU-T, ETS, TMForum 등 표준화 단체에서는 서비스품질에 대하여 품질 파라미터를 선택하고 이들을 클래스별로 구분하여 서비스 제공업체나 사용자들이 상호 공통적으로 인식할 수 있도록 End-to-End 서비스 품질과 관련한 연구를 진행하였고, 국내에서는 VoIP 사업자의 착신번호 부여 요청과 관련하여 과거 정통부 및 관련 업체를 중심으로 인터넷 전화 제도 정립방안을 논의하였으며 이와 관련하여 음성 품질의 기준 및 평가 방법 등도 논의 되었다^[1]. 또한 Kim et al. ^[2]은 All-IP 환경에 적합한 이용자 중심의 VoIP SLA관리시스템의 개발 및 성능분석 결과에 대해 소개 하였다. 이 논문에서 SLA관리시스템은 수동적/능동적 모니터링 기법을 적용하여 음성 및 영상전하에 대하여 서비스 체감품질 즉 Quality of Experience를 상시적으로 측정할 수 있음을 보였다. 하지만 이러한 표준화 단체, 기업 및 연구소등의 연구방향은 서비스품질을 위한 품질지표에 대한 명확한 정의나 기준 또는 품질에 대한 중요한 특성인 변동성의 개념을 포함하고 있지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 먼저 VoIP 서비스 종류, Network구조 및 기반 기술 등을 살펴보고 VoIP 서비스 품질관리를 위한 지표의 명확한 정의 및 기준 또한 품질관리의 중요한 요소인 변동성의 개념을 포함한 VoIP 서비스 품질관리 방법론을 소개할 것이다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 먼저 2장에서는 VoIP 서비스의 종류, 네트워크 구조 및 기반기술 등을 살펴보고 제 3장에서는 이러한 VoIP 서비스의 품질관리를 위하여 어떠한 지표를 사용할 수 있는지 고객관점에서 파악해 볼 것이다. 이를 위하여 일반적인 서비스 품질관리의 개념 및 통신관련 서비스 품질관리의 개념도 파악할 것이다. 그리고 제4장에서는 VoIP서비스 품질관리를 위하여 \bar{x} 와 R Charts를 이용하여 변동성을 고려한 VoIP서비스 품질관리 방법론에 대해서 알아볼 것이다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 의의 및 향후 연구방향을 제시하도록 할 것이다.

II. VoIP Service, Network and Technology

VoIP는 기존 PSTN망에서 제공하던 단순 음성서비스와 응용서비스를 음성통신망과 데이터망(인터넷)을 통해서 제공하는 서비스이다. VoIP라는 용어는 ITU-T에서 정의한 “IP telephony(IP Telephony is the exchange of information primarily in the form of speech that utilizes a mechanism known as Internet Protocol)” 와 동일한 것으로 취급할 수 있겠으나, 일반적으로 VoIP는 기존의 음성통화 서비스뿐 아니라, UMS(Unified Messaging Service) 및 기타 음성을 활용한 데이터 통신 서비스 등을 포함하는 음성과 데이터의 통합서비스 구조를 의미하고 있으며, 또한, 최근에는 H.323외에 SIP 프로토콜의 등장으로 VoIP 솔루션이 음성통화수단에서 멀티미디어(영상, conference, messaging 등)통신 수단으로 널리 사용되고 있다.

널리 알려진 바와 같이, VoIP서비스의 시나리오로는 크게 4가지 기본 구조(PC-to-Phone, Phone-to-PC, Phone-to-Phone, PC-to-PC)가 제시되고 있다. Phone-to-Phone 즉, PSTN-IP-PSTN서비스 구조는 대부분의 기존 통신 사업자들이 VoIP 사업초기에 고려하고 있는 서비스 구조로서, IP 네트워크를 경유하는 음성통화 서비스에 대한 품질을 향상시키고 보장할 수 있는 기술적 기반을 마련하는 것에 활용함은 물론, 이를 바탕으로 기타 서비스 시나리오에 대한 확대 적용이나 멀티미디어 서비스를 제공하는 실질적인VoIP 서비스로의 확장 등을 추진하는데 기본 구조로 활용 할 수 있을 것이다. 아래 표 1은 VoIP서비스의 종류를 나타낸 것으로 이러한 서비스는 개인고객뿐만 아니라 기업고객에 대한 서비스도 포함하고 있으며 음성통화 및 영상통화가 가능하다. 이러한 다양한 고객 및 서비스를 제공하기 위한 VoIP 서비스의 Network구조 및 품질 관리 시스템 예를 보면 그림 1와 같다. 아래 그림 1에서는 VoIP서비스의 품질관리를 위하여 네 가지 품질관리시스템을 사용하고 있으며 그 각각에 대한 설명을 표 2에서와 같이 할 수 있다. 표 2에서와 같이 실제 VoIP서비스 품질은 Network뿐만 아니라 단말 등의 품질에도 영향을 받기 때문에 단말과 연결된 장치에서 품질을 측정하는 장비가 필요하다.

표 1. VoIP 서비스 종류

Table 1. VoIP Services Classification

VoIP 서비스 명	서비스 대상	서비스 내용
A	기업(법인)고객	기업(법인)고객이 VOIP 게이트웨이를 통해 시내, 시외, 국제 통화를 이용할 수 있는 Phone to Phone 방식의 기업용 인터넷 전화 서비스
B	중대형 기업	구내교환기의기능과 VoIP 게이트웨이 기능을 통합한 시스템으로 음성과 데이터를 IP망으로 통합한 다기능 서비스
C	소규모 기업	기업 자체적으로 교환기를 구축/운용하기 힘든 기업을 대상으로IP기반의 구내교환을 제공하는 서비스
D	개인사업자	xDSL회선 혹은 인터넷전용회선에 VOIP 접속 소형게이트웨이(IPPort G/W)를 설치하여 전국적인 시내, 시외, 국제, 통화 발신 및 착신을 제공하는 서비스
E	영상통화가 필요한 기업체, 관공서, 병원 또는 개인	IP폰을 초고속인터넷망에 연결하여 음성통화와 영상통화를 제공하는 인터넷전화 서비스로 문자전송 및 데이터 공유, 다자간 영상회의 서비스가 편리하게 제공되는 멀티미디어 패키지 서비스
G	개인고객	All-up 메신저폰은 스마트폰을이용한 PC-to-Phone 서비스

표 2. 네트워크상에서 품질관리 시스템의 종류

Table 2. Quality Management Systems Classification

품질관리시스템 종류	설명
품질관리 시스템 1	Passive 품질측정 방식으로 Home G/W에 내장되어 있는 품질측정 기능으로 End-to-End 접속/통화 품질 측정, 전 고객 대상으로 품질측정이 가능하나 G/W 환경에 따라 제약이 많음.
품질관리 시스템 2	Active 품질측정 방식으로 아파트 MDF나 BBC에 측정장치를 설치하여 End-to-End 접속/통화 품질 측정, 전용 장치(H/W) 기반으로 sampling 측정
품질관리 시스템 3	Passive 품질측정 방식으로 호처리 패킷 및 음성 패킷을 망에서 캡처링하여 접속/통화 품질 측정, End-to-End가 아닌 망에서의 통화품질 측정
품질관리 시스템 4	고객에 대한 과금데이터 기반 접속품질 측정, 주기적인 통계처리 작업 수행

그림 1의 호 처리 장치 중 H.323은 ITU에서 1996년에 발표한 VoIP프로토콜이다. QoS가 보장되지 않는 LAN 상에서 실시간 음성, 데이터 및 비디오 전송을 위해 제정된 터미널, 게이트웨이, 게이트키퍼, MCU간의 프로토콜이다. 네트워크 확장성이 좋으며, 기존 네트워크를 이용할 수 있어 구축비용이 절약되며, PC기반의 화상회의 구축이 가능하다. 하지만 프로토콜이 복잡하고, 연동성/프로토콜에 대한 확장성이 부족하고, 호 제어에 많은 시스템 자원이 필요하며, 방화벽이 있는 환경에서의 적응성이 부족하다는 단점이 있다.

SIP 프로토콜은 인터넷 상에서 멀티미디어 서비스 제공을 위한 IETF 표준규격이다. VoIP 서비스를 할 때 통신하고자 하는 상대방을 찾아 시그널링 하는 수단이 필요하며, 이러한 시그널링의 종류의 일종이다. 웹 기반의 Client-Server 프로토콜로서 호 설정 절차가 간단한 프로토콜이다. 파싱과 컴파일이 쉽고, 확장성이 뛰어나며 Text기반이기 때문에 H.323에 비해 구현이 용이하다.

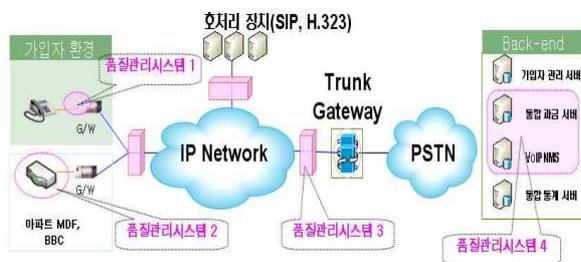


그림 1. VoIP Network 구조 및 품질관리 시스템

Fig. 1. VoIP Network Architecture & Quality Management System

III. VoIP Service KQI/KPI

본 장에서는 VoIP 서비스 품질관리를 위하여 특히 고객관점의 체감 품질을 관리하기 위하여 필요한 품질관리

지표를 도출하고 이들에 대한 부가적인 설명을 하기로 한다.

먼저 서비스 품질이란 무엇인지 알아보기로 하자. 일반적으로 서비스 품질이란 고객 기대치의 만족 정도로 정의 될 수 있다^[3]. 서비스 제공자에 대한 고객의 기대치가 고객의 필요를 충족시키는 것으로 여겨지면 고객들은 해당 서비스의 구매를 고려할 것이며, 그렇지 않을 경우 고객들은 구매를 생각하지 않을 것이다. 통신관련 하여 서비스 품질은 ITU-T의 여러 그룹에서 정의하여 사용하고 있고 현재는 ITU-T E.800[4]과 더불어 13개의 서비스 품질에 관한 정의가 존재한다[1]. 여기서 서비스 품질은 고객 만족도를 결정하는 서비스 성능의 종합적인 효과로 보고 있으며 이러한 서비스 품질은 관점에 따라 사용자 관점과 서비스 제공자 관점, 세부적으로 Customer's QoS requirements, Service provider's offerings of QoS, QoS achieved or delivered, Customer survey ratings of QoS로 분류한다[5]. 표 3은 이러한 통신 서비스 품질의 관점을 나타낸 것으로 일반적인 서비스 품질의 정의 즉 고객 기대치의 만족 정도에 해당하는 통신서비스 품질은 Customer survey ratings of QoS로 볼 수 있다.

표 3. 통신서비스 품질의 관점
Table 3. Telecommunication Quality Aspects

통신서비스 품질	
Customer	Service Provider (SP)
Customer's QoS requirements	Service provider's offerings of QoS
Customer survey ratings of QoS	QoS Achieved or delivered

서비스 품질에 대한 정의가 고객기대치의 만족 정도로 정의 된다면 이를 어떻게 측정할 것인가? Parasuraman et al. ^[6]는 서비스 품질은 기대치-성과 간격차의 함수라는 개념을 인식하였으며, 몇 가지 산업 분야에서 연구를 실시하여 회사의 서비스 품질에 대한 고객의 전반적인 평가를 정량화하는 다중항목지수인 SERVQUAL을 개발하고 다듬었다. SERVQUAL 모델은 흔히 Gaps 모델로 알려져 있으며 Reliability, Responsiveness, Assurance, Empathy, Tangibles의 다섯 가지 차원에서 기대치와 인지도의 Gap 점수를 포함한

다. 이들 다섯 차원에 대해서 간략히 알아보면 Reliability란 일관된 성능과 의지할 수 있음을 의미하는 것으로 고객과의 약속을 존중함을 의미한다. Responsiveness란 서비스의 시기 적절함과 연관되는 것으로 서비스를 제공하려는 직원들의 의지나 준비 정도, 신속한 서비스의 제공 등이 이에 해당된다.

Assurance란 서비스직원의 지식, 적격성, 친절등과 연관되며, 신뢰와 신용을 전달하는 직원들의 개인적 능력과 연관된다. Empathy란 고객에게 제공되는 상냥하고 개별적인 관심을 의미하며, Tangibles란 서비스의 물질적 측면을 의미하는 것으로 물리적 시설물, 서비스제공자의 걸모습, 서비스 제공 시 사용되는 도구 및 장비 등을 포함한다. 이처럼 SERVQUAL모델은 다섯 가지 차원에 대한 고객의 기대치와 실제로 전달 받은 인식간의 격차를 기반으로 하여 서비스 품질을 개념화 하며, SERVQUAL결과는 고객기대치와 비교하여, 서비스를 제공하는 기업이 특히 강하거나 약한 측면을 파악하는데 사용할 수 있다.

표 4. MOS 값에 따른 음성 품질 등급
Table 4. Level of Voice Quality in MOS

MOS값	품질등급
5	Excellent
4	Good
3	Fair
2	Poor
1	Bad

통신 서비스 품질과 관련하여 ITU-T는 세부 연구별로 Study Group(SG)을 구성하여 해당 기술에 관한 표준을 제정하고 있으며 이중 SG12에서는 중단간 서비스 품질, 특히 사용자에게 의해 지각되는 품질에 관해 연구하고 있다. 사용자가 인식하는 음성 품질의 평가를 위해 주관적 평가 방법으로서 피험자에 음성의 품질을 5단계로 평가 받고 그 평균치로 품질을 나타내는 MOS(Mean Opinion Score)값을 표준화하여 유선 전화망 등에서 오랫동안 사용하였고, 최근에는 주관적인 평가 방법의 단점을 개선하기 위해 객관적 평가 방법을 연구하고 있으며 PSQM, PESQ, E-model등이 있다^{[6]-[9]}. 다음 표 4는 MOS값에 따른 음성품질 등급을 나타낸 것으로 이 방법은 기존 유선 전화망에서 널리 사용되었으며 VoIP 서비

스를 위한 음성 품질 평가 방법에서도 사용되고 있다. 이처럼 서비스 품질 및 통신 서비스 품질에 대한 개념 그리고 이들의 측정방법, SERVQUAL, MOS, PSQM, PESQ, E-model, 또한 국가기관, 사기업, 표준화 단체에서 제시하고 있는 여러 가지 지표 및 지표 별 특징을 종합하여 VoIP서비스 품질을 관리하기 위하여 반드시 필요하다고 생각되는 지표를 다음 표5에서와 같이 KQI와 KPI로 분류 하였다.

다음 표 5은 VoIP품질지표 항목을 나타낸 것이다. 이 품질지표는 크게 KQI/KPI로 분류 되어 있다. KQI는 주로 network performance보다는 서비스 품질에 더 중요성을 두는 지표로 볼 수 있다. 이러한 KQI는 VoIP 서비스들의 특별한 특성에 대한 measurement를 제공하고 있으며 이에 대한 data는 주로 KPI로 부터 가져온다.

표 5. VoIP 품질 지표 항목
Table 5. VoIP Quality Indicators

지표종류	지표구분	품질지표	설명
KQI	접속품질	호접속 성공률	정상적으로 호가 접속되었는지의 여부
		호접속 완료성공률	정상적으로 호를 끊었는지의 여부
	통화품질	R-value	ITU 표준 음성품질 측정값으로 음성의 명료도, 잡음정도, Echo 등 20개 매개변수를 이용하여 측정
		MOS	Mean Opinion Score, 음성 품질의 기준으로 사용자들의 평균 의견을 점수화 한 값
영상 품질	단대단 지연	단방향 Packet 지연시간	
	VMOS	Video MOS값	
KPI	접속품질	DTD	Dial Tone Delay, 발신음 지연시간
		PDD	Post Dialing Delay, 다이얼 후 접속지연시간
		Jitter	RTP packet delay variation over time
	통화품질	Packet Loss Rate	RTP packet의 손실률
		PESQ	Perceptive Evaluation of Speech Quality, 원 신호와 이 신호가 통신 시스템을 통과하여 나온 결과인 감쇠된 신호를 비교하는 평가방법
		Signal Level	Signal level during active speech (dBm0)
		Noise Level	Noise level during silence periods (dBm0)
		Residual Echo Return Loss	Residual Echo Return Loss (dBm)
	영상 품질	Blocky	Blocky 값(화면 모자이크 현상)
		Blur	Blur 값(고주파 감쇠 등 경계면 선명도)
		Jerky	Jerky 값(화면 흔들 현상)
		PSNR	PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) 값

이와 관련하여 KPI는 역사적으로 주로 network의 performance에 더 중요성을 두는 지표로 볼 수 있다. 이 KPI는 본질적으로 end-to-end 서비스 delivery보다는 network중심의 특성을 반영하는 지표이다.

위의 표 5에서 각각의 지표에 대한 개략적인 설명들이 주어져 있으며 이중 R-value은 종합 음성전송 품질을 나타내는 값으로 E-Model^[9]의 계산 결과 값이다. E-Model은 ETSI STQ에서 1993년에 표준화되었으며 ITU-T에서 G.107로 표준화 되었다. E-Model은 데이터망 특유의 손실, 지연 등에 대하여 고려하고 있기 때문에 PSTN의 전화망 뿐만 아니라 데이터망의 음성 품질 평가에도 적

용되고 있다. 다음 식은 E-Model의 R값을 산출하는 식이다(참조: 표 6)^[1].

표 6. R-value 계산에 사용되는 파라미터
Table 6. R-value Parameters for Computation

파라미터	내용
R0	회선 잡음, 송/수화 실내 경음, 가입자 선 잡음에 의한 주관적 품질 저하
Is	OLR, 측음(sidetone), 양자화 변형에 의한 주관적 품질저하
Id	송신한 사람의 에코, 수신한 사람의 에코, 절대 지연에 의한 주관적 품질저하
Ie	낮은 비트율 부호화, 패킷/셀 손실 등에 의한 주관적 품질저하
A	모바일 통신 등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 끼치는 영향을 보완

현재 E-Model에 의한 R-value은 VoIP 종합 음성품질 측정을 위한 가장 훌륭한 지표로 생각되며 또한 R-value가 산출되면 추정 MOS값으로 변환될 수 있다. 하지만 E-Model은 E-Model의 실제 측정 시 음성품질의 측정기 기나 측정방법의 차이로 인해 객관적인 평가가 어려운 문제점이 있다^[1]. 따라서 R-value에 변동이 생기며 이러한 변동을 고려한 품질관리 기법이 필요하다. 다음 제 4장에서는 이러한 변동성을 고려하여 R-value를 이용한 품질관리 기법을 소개할 것이다.

또한 실제 VoIP 서비스 품질관리 시스템 구축을 위하여 표 5에서 제시한 지표들에 대한 상세한 설명이 주어질 야 하며 이를 위하여 다음 표 7 에서 표 5의 지표들 중 예로서 호 접속 성공률에 대한 세부적인 설명을 나타내 었다.

IV. VoIP Service Quality Control

이번 장에서는 제3장에서 제시되었던 품질지표 중 하나인 R-value를 이용하여 실제 기업에서 어떻게 품질관 리를 할 수 있는지 그 예를 보여 주기로 한다. 실제 표준화 단체의 품질 등급 및 SLA 기준에 사용되는 성능지표 의 값들은 통계학에서 중요시하는 변동성의 개념을 포함 하고 있지 않는 것이 사실이다.

표 7. R-value 계산에 사용되는 파라미터 예
Table 7. An Example of R-value Parameter

KQI	호 접속 성공률	Unit	%	Formula	호 접속 성공횟수/호 접속 시도 횟수	Category	접속품질
관련 KPI	NA	Unit	NA	KQI 지표 Source	시스템1, 시스템2, 시스템5	측정위치	경소1, 경소2, 경소3
추가설명	The Call Setup Success Ratio (호 접속 성공률) is the number of call attempts where an audible indication that the call has been setup is received compared to the total number of call setup attempts. Audible indications can include: • Ringback • Station Answer • Slow Busy • Fast Busy • Recorded Announcement						

따라서 본 장에서는 실제 품질관리를 함에 있어서 매우 중요한 변동성의 개념을 적용하는 품질관리 기법을 소개할 것이다. 이를 위하여 제 3장에서 언급했던 R-value를 사용할 것이며 이 값은 음성품질의 측정기구나 측정방법의 차이로 인해 변동성이 존재하며 이 변동성을 고려하여 품질관리를 할 수 있는 방법을 이번 장에서 소개한다.

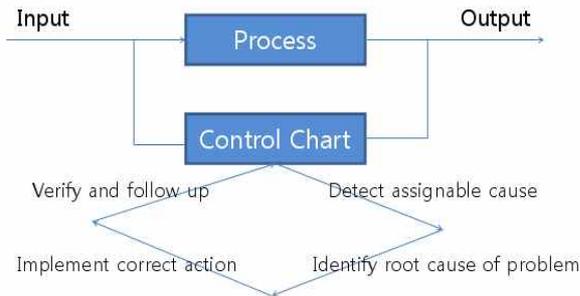


그림 2. 관리도를 이용한 품질관리
Fig. 2. Quality Management by Control Chart

먼저 통계적 품질관리에 대하여 간단히 알아보기로 하자. 통계적 품질관리란 품질관리의 일부분으로 통계학의 모든 통계적 수법을 사용하여 실시하는 품질관리를 말한다. 이 통계적 품질관리 기법 중 하나인 관리도(Control Chart)는 매우 유용한 process monitoring 기법으로 process 상에 변동성의 이상징후가 있을 때 관리한계선 밖으로 표본 평균이 위치하게 된다. 표본평균이 관리한계선 밖에 위치하게 될 때 이는 process의 정밀한 조사가 이루어져야 하고 필요하면 변동성의 이상징후를 제거할 적절한 조치가 이루어져야 함을 나타내는 신호로

볼 수 있다. 관리도를 이용한 품질관리의 절차를 그림 2에서 볼 수 있다^[10]. 이처럼 체계적인 관리도의 사용은 process의 변동성을 줄이는 상당히 효과적이다. 이 이외에도 통계적 품질관리를 위하여 Histogram or stem-and-leaf display, Check sheet, Pareto chart, Cause-and-effect diagram, Defect concentration diagram, Scatter diagram, design of experiment, and acceptance sampling 등 다양한 방법론이 존재한다[10].

본 장에서는 관리도 중 \bar{x} 와 R Charts를 이용하여 R-value에 대한 품질관리를 해보기로 한다. 일반적으로 현재의 process에 피할 수 없는 우연적인 변동성만이 존재할 때 그 process는 통계적으로 통제 하(in control)에 있다고 말할 수 있으며, 만약 process에 설명할 수 있는 다른 변동성이 존재할 때 그 process는 out of control 상태에 있다고 말한다. 일반적인 관리도의 모형은 아래 식 (1)와 같으며 여기서 W는 관심있는 품질 특성치를 측정하는 sample statistic이다.

$$\begin{aligned}
 UCL &= \mu_w + \kappa\sigma_w \\
 CL &= \mu_w \\
 LCL &= \mu_w - \kappa\sigma_w
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)에서 k는 center line으로 부터 관리한계의 거리로서 standard deviation units으로 표현 된다. 여기서 \bar{x} chart를 위해서 μ_w 는 $\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$ 이 되고 다음 식 (2)와 같은 관리도를 얻게 된다.

$$\begin{aligned}
 UCL &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\
 CL &= \bar{\bar{X}} \\
 LCL &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

식 (2)에서 $\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i$ 이고 A_2 는 sample size에 따라 다양한 값을 가지며^[10], R은 Range를 의미한다. R chart를 위한 관리모형은 식 (3)에 의해서 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 UCL &= D_4\bar{R} \\
 CL &= \bar{R} \\
 LCL &= \bar{R} - D_3\bar{R}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

식 (3)에서 D_4 와 D_3 은 sample size에 따라 다양한 값을 가진다^[10]. 위의 식 (2), (3)과 VoIP 품질특성치인 R-value값을 이용하여 관리도를 작성할 수 있다. 다음 그림 3은 2008년 특정 기업의 VoIP 장비를 대상으로 3일 동안 R-value를 조사한 후 \bar{x} 와 R charts를 구성한 예이다.

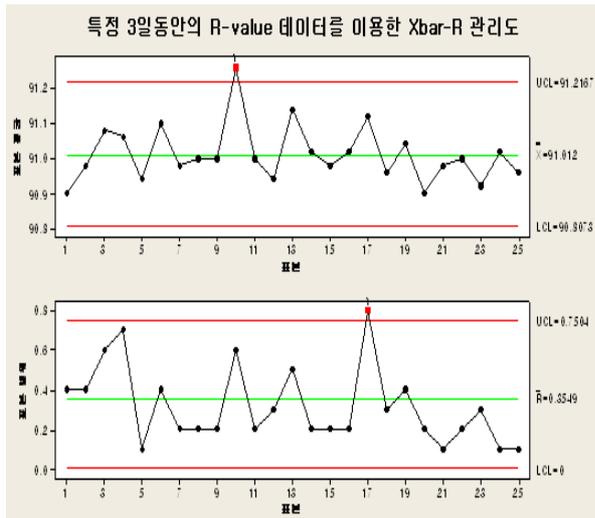


그림 3. R-value 에 대한 \bar{x} 와 R charts
Fig. 3. \bar{x} and R charts for R-value

이 3일 동안의 R-value에 대한 평균은 91.01이었으며 최대값은 91.07, 최소값은 90.07이었고, 99% confidence interval은 (90.9749, 91.0491)이었다. 따라서 일반적으로 R-value가 90이상일 때 사용자 만족도가 최상급인 Best 이고 위의 3일에 대한 R-value에 대한 통계적 결과 그리고 \bar{x} 와 R charts의 관리상한선을 넘어선 값들에 대한 면밀한 조사 후 별다른 이상징후가 없다고 판단 되었으므로, 현재의 VoIP 서비스 Process는 통계적으로 통제하에 있다고 볼 수 있으며, 고객에게 만족할만한 서비스 수준을 제공한다고 말할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 VoIP 서비스 품질관리와 관련하여 VoIP서비스의 종류, 네트워크 구성, 기반 기술에 대하여 살펴보았다. 또한 VoIP 서비스 품질관리의 중요한 요소인 지표를 확립하는 과정을 보였으며 일반적인 서비스 품질 및 통신관련 서비스 품질에 대해서도 조사하였다.

VoIP 서비스 품질관리와 관련하여 기존 표준화 단체 및 기업 등에서는 변동성에 대한 개념이 부족하여 VoIP품질지표 중 R-value를 사용하여 변동성의 개념을 적용한 품질관리 기법을 소개하였다. 이러한 관리 기법은 실제 VoIP서비스 프로세스에 문제가 발생할 경우 관리도의 한계선 밖에 품질 성치 또는 지표의 값이 위치하게 될 이고 면밀한 조사를 통하여 프로세스 변동성의 원인을 제거할 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 품질지표 확립과정에서 다양한 요소를 고려하였지만 그 과정이 정성적인 면에 치우쳤고 보다 객관적이고 정량적인 면이 부족 하였다. 향후 연구 방향으로는 VoIP서비스 품질관리를 위하여 \bar{x} 와 R charts이외의 다양한 통계적 기법들을 사용해 보는 것도 바람 직 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 정옥조, 박주영, 강신각, “VoIP 서비스를 위한 음성 품질 평가 기술 동향,” 전자통신동향분석, vol. 19, no. 3, pp. 136-144, 2004.
- [2] 김진철, 이영로, 송명원, 송은석, “상시적 QoE 측정이 가능한 VoIP SLA 관리시스템 개발,” KNOM Review, vol. 11, no. 1, July, 2008.
- [3] R. D. Metters, K. H. King-Metters, M. Pullman, and S. Walton, “Successful Service Operations Management,” Thomson Learning, 2006.
- [4] ITU-T E.800, “Terms and Definitions Related to Quality of Service and Network Performance Including Dependability,” 1994.
- [5] ITU-T G.1000, “Communications Quality of Service: A Framework and Definitions,” 2001.
- [6] ITU-T P.800, “Methods for Subjective Determination of Transmission Quality,” 1996.
- [7] ITU-T P.861, “Objective Quality Measurement of Telephone-Band(300~3400Hz) Speech Codecs,” 1998.
- [8] ITU-T P.862, “Perceptual Evaluation of Speech Quality,” 2001.
- [9] ITU-T G.107, “The E-model, A Computation Model for Use in Transmission Planning,” 2002.

[10] D. C. Montgomery, "Introduction to Statistical Quality Control," John Wiley & Sons, 2001.

저자 소개

장 병 윤(정회원)



- 1996년 성균관대학교 산업공학과 학사졸업
- 2000년 Georgia Tech Operations Research 석사졸업
- 2002년 Georgia Tech Applied Statistics 석사졸업
- 2004년 Georgia Tech 산업공학 박사졸업

• 2006년 ~ 2009년 2월 KT 네트워크 연구소 선임 연구원
• 2009년 3월 ~ 현재 아주대학교 경영학부 교수
<주관심분야 : Information and Telecommunication Management, Business Process Management, Operations Research, Applied Statistics, Simulation>

서 동 원(정회원)



- 1991년 성균관대학교 산업공학과 학사졸업
- 1996년 성균관대학교 산업공학과 석사졸업
- 2002년 Georgia Tech 산업공학과 박사졸업
- 2003년 ~ 현재 경희대학교 경영학부 교수

<주관심분야 : Stochastic max-plus linear systems, series expansions를 통한 대기행렬망, 생산시스템, 통신시스템 성능평가, 시뮬레이션 분석>

박 병 주(중신회원)



- 2002년 연세대학교 전기전자 학사 졸업
- 2004년 University of Florida 전기컴퓨터공학 석사졸업
- 2007년 University of Florida 전기컴퓨터공학 박사졸업
- 2007년 ~ 2009년 2월 KT 네트워크 연구소 선임 연구원

• 2009년 3월 ~ 현재 한남대학교 멀티미디어공학과 교수
<주관심분야 : Mobility Management, Proxy Mobile IPv6, IEEE 802.16e, Seamless Handover, IPTV, NGN, IMS, SOA>