

인터넷전화 이용자 체감품질 측정을 위한 측정데이터 간의 시간동기화

Time Synchronization of the Monitoring Data for the VoIP User Assessment of Voice Quality Measurement

원승영*, 권태훈*, 황해정*, 이석기*, 송한춘**
(주)네오네스*, 서일대학 정보통신전공**

Seung-Young Won(sywon@neones.co.kr)*, Tae-Hoon Kweon(thkweon@neones.co.kr)*
Hyaе-Jeong Hwang(shalom@neones.co.kr)*, Seog-Ki Lee(sklee@neones.co.kr)*
Han-chun Song(sanho@secil.ac.kr)**

요약

인터넷전화 이용자 체감품질을 측정함에 있어 측정시스템 간의 시간동기화가 중요하다. 현재 시스템의 시간동기를 하는 방법에는 NTP 또는 GPS를 이용하여 시간동기화를 하고 있으나 NTP 서버와 시스템간의 거리에 따른 시간적 오차, GPS로부터 수신된 데이터를 처리하는 과정에서 지연시간, 시스템 클럭의 특성에 따라 발생하는 오차와 같은 문제로 인해 측정시스템 간의 시간동기가 어려운 실정이다. 본 논문에서는 측정데이터의 시간동기를 위해 측정시스템 간의 시간적 오차와 클럭 특성에 의해 발생하는 오차를 보정하여 신뢰성 있는 품질측정 결과를 생성하는 시간동기화 방식을 제안하고 구현하였다.

■ 중심어 : | 시간동기화 | 클럭 특성 | 품질측정 | 인터넷전화 |

Abstract

We study, in terms of VoIP user assessment of voice quality, the synchronization of measurement system is important. Commonly the synchronization system uses NTP(Network Time Protocol) or GPS(Global Positioning System), these synchronization method has time error of distance, system overhead of data processing, and system specialized clock error. we propose and implement the synchronization method to correct time error between two measurement system in the internet. So the time synchronization of systems can get time error, then user assessment of voice quality become reliable.

■ keyword : | Time Synchronization | Clock Specific | Quality Measurement | VoIP |

1. 서론

인터넷전화는 음성 통화서비스를 기존 전화망(PSTN)이 아닌 인터넷망(IP Network)을 통해 전달할 수 있는 통신 기술이다. 인터넷전화를 이용하면 국제

전화나 시외전화 같은 고비용의 PSTN 전화통화서비스를 대체하여 저렴하게 이용할 수 있다. 하지만 이용자의 서비스 식별능력이 향상되고 선택의 폭이 넓어짐에 따라, 서비스 제공자들은 자신들의 상품을 차별화하려고

* 본 연구는 정보통신부 우수신기술지정 지원사업으로 수행되었습니다.

접수번호 : #050705-002

접수일자 : 2005년 07월 05일

심사완료일 : 2005년 07월 15일

교신저자 : 원승영, e-mail : sywon@neones.co.kr

노력하고 있다. 그 중 하나가 서비스에 대한 품질을 보증하는 방법 중의 하나로 서비스 수준 협약(SLA)을 들 수 있다. 인터넷전화는 Best-Effort망인 인터넷망을 통해 제공되는 서비스임을 고려하여 이용자 보호를 위한 SLA를 추진하고 인터넷전화의 특성에 맞는 통화품질 측정 방법, 측정지표, 기준값 등을 개발하고 있다 [1].

인터넷전화 이용자 체감품질은 이용자가 인터넷전화를 사용하여 직접 통화하면서 느끼는 통화품질로써 사용자가 주관적으로 측정한 MOS로 표현하지만 사용자의 주관적 측정값만으로는 SLA의 제도화 및 품질기준의 책정 등을 위해서는 객관적인 측정데이터가 필요하다. 따라서 본 논문에서의 인터넷전화 이용자 품질측정 방법은 사용자의 주관적 측정이 아닌 인터넷전화 통화품질 평가 표준인 ITU-T Rec. G.107 R-value를 측정하여 MOS로 매핑하는 방법을 사용하였다.

이용자 체감품질의 R-value를 측정하기 위하여 이용자가 직접 통화하는 동안 발생하는 RTP 패킷들의 정보를 수집하였다. 이용자 체감품질은 IP 망에서 QoS에 영향을 줄 수 있는 요소들에 의해 결정되며, 이는 네트워크 지연, 지터, 패킷 손실, 대역폭 등이다[2].

하지만 이용자 체감 품질을 측정하기 위해서는 무엇보다 측정시스템 간의 시간동기화가 중요하다. 현재의 측정시스템들은 시간동기화를 위해 NTP(Network Time Protocol)를 이용하여 NTP 서버로부터 각 측정시스템의 시간을 동기화하거나, GPS(Global Positioning System) 수신기를 이용하여 시간을 동기화하고 있다. 하지만 네트워크 패킷의 지연, 지터 등을 측정하기 위해서는 밀리초(ms) 정도의 정확한 시간동기가 필요하다.

NTP를 이용하는 경우 측정시스템과 NTP 서버와의 거리에 따라 동기화되는 시간의 오차가 100ms 이상 발생하며 GPS 수신기를 이용하는 경우 수신된 GPS 시간을 연산하여 측정시스템의 시간을 동기화시키는데 걸리는 시간 때문에 500ms 이상의 오차가 발생한다. 또한 시스템 클럭의 특성이 측정시스템 간의 시간동기가 이루어지는 과정에서 시간적 오차를 발생하여 부정확한 시간동기화에 따른 측정값의 신뢰성을 떨어뜨리는

결과를 초래하게 된다.

따라서 본 논문에서는 이러한 시스템 클럭의 특성으로 발생하는 시간동기화 문제를 해결하고자 측정시스템으로부터 측정된 측정데이터 시간을 클럭 특성을 이용하여 보정함으로써 측정시스템 간의 시간적 오차를 해결하고 보다 정확한 측정값을 산출하는 방식을 설계, 구현하였다.

II. 측정시스템 시간동기화

1. 클럭의 특성

클럭은 디지털 장비를 움직이는 원천적인 신호이며 같은 시스템 안에서 동작하는 각각의 구성 요소들의 모든 동작을 동기화해서 어떤 목적을 위해 움직이도록 시간을 조절한다. 즉, 클럭은 각종 디지털장비의 속도를 나타내는 단위이며, 그 기본적인 것은 주파수라고 할 수 있다. 일정한 클럭을 생성하기 위해서 전기적인 신호를 이용하며 이때 쓰이는 전기적인 펄스를 클럭 펄스라고 한다.

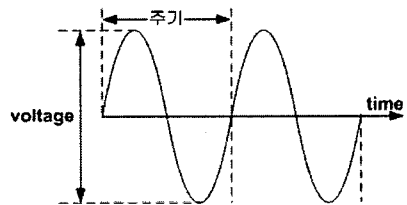


그림 1. 클럭펄스

이러한 클럭 펄스는 클럭 제너레이터에 의해 생성된다. 클럭 제너레이터 안에는 수정(Crystal)이 들어있으며 수정에 전기를 통하게 되면 전자가 통하면서 주파수(Pulse)를 생성한다. 이렇듯 클럭 스피드는 클럭 펄스에 의해 생성되며 클럭 펄스의 발생 주기를 클럭 주파수라고 한다. 즉, 클럭의 단위는 주파수라는 뜻이다[3]. 클럭이 빨라진다는 것은 일정한 시간 안에 더욱 많은 주기를 갖는다는 뜻이다. 하지만 클럭이 전기적 신호이며 주파수이기 때문에 열, 진동과 같은 외부 환경요소에 민감하여 일정한 클럭을 유지하기 어려운 특성을 가지고 있다.

2. 클릭 특성에 의해 발생하는 시간 오차

일정한 주기를 유지하기 어려운 클릭의 특성으로 [그림 2]와 같이 클릭 특성에 의한 시간적 오차가 발생하게 된다. 표준 시간이 정확한 시간이라고 할 때, 시스템 클릭에 의해 생성되는 시간의 주기가 일정하지 않기 때문에 표준 시간과의 오차가 발생하게 되는 것이다.

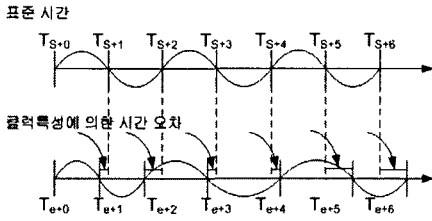


그림 2. 클릭 특성에 의한 시간 오차

클릭 특성에 의한 시간 오차를 살펴보면 [그림 2]와 같이 표준 시간에 비해 시간이 늦게 가거나 빨리 가는 것을 알 수 있다[4]. 이러한 클릭의 특성으로 측정시스템에 의해 측정된 데이터의 신뢰성이 떨어지게 되는 것이다.

3. 측정시스템의 시간동기화 오차

측정시스템 간의 시간동기를 이루는 방법은 대표적으로 [그림 3]의 (a)와 같이 시간동기화 서버로부터 각 측정시스템의 시간을 동기화하는 방법과 (b)와 같이 측정시스템 간에 직접 시간을 동기화하는 방법으로 구분할 수 있다[5].

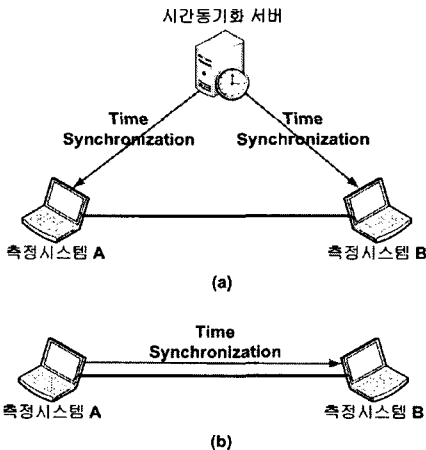


그림 3. 측정시스템의 시간동기화 구조

인터넷전화 사용자 체감품질을 측정하기 위해서는 측정시스템 간의 시간동기화 과정이 필요로 한다. 품질을 측정하기 위해서 [그림 4]와 같이 시간동기화 서버의 표준 시간을 이용하여 측정시스템 간의 시간을 동기화하는 방법은 각 측정시스템의 시간 동기화하는 과정은 편리하나 각 측정시스템의 클릭 특성에 따라 서로 다른 시간이 설정되는 문제가 발생한다.

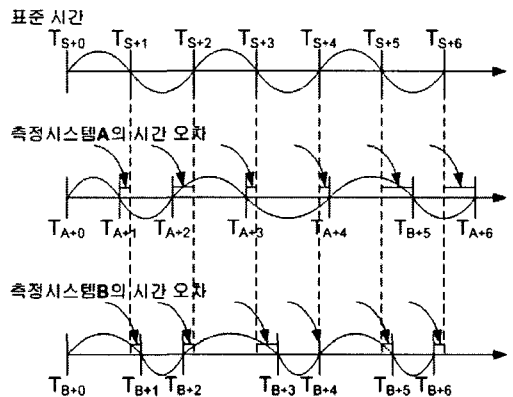


그림 4. 표준 시간을 이용한 시간동기화

품질 측정을 위한 측정시스템 간의 시간동기는 표준 시간이 아닌 측정시스템 간의 시간동기가 이루어지면 되므로 측정시스템 간의 시간동기가 중요하다[6]. 하지만 측정시스템 간의 시간동기 역시 [그림 5]와 같이 클릭 특성에 의해 정확한 시간동기가 어렵다.

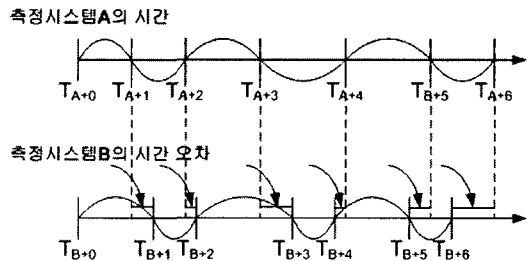


그림 5. 측정시스템 간의 시간동기화

인터넷전화 사용자 체감품질을 측정하기 위해서는 음성 품질과 가장 밀접한 네트워크 성능 평가 요소(지연, 지터, 손실 등)의 측정이 필수적이다. 하지만 시스템의

클릭 특성에 의해 발생하는 시간동기화 오차로 인해 음수의 지연시간, 과도한 지연시간 등의 측정으로 신뢰성이 떨어지는 품질 측정결과를 산출하게 된다. 따라서 본 논문에서는 측정시스템 간 시간동기화가 어려운 문제를 해결하고 신뢰성 높은 품질 측정을 위해 측정시스템으로부터 수집된 측정데이터에서 각 측정시스템의 시간적 오차와 클릭 특성으로 인해 발생된 오차를 제거하여 신뢰성 있는 네트워크 성능 평가 요소의 측정을 가능하게 하였다.

III. 제안된 시간동기화 시스템

1. 시간동기화 시스템

본 논문에서 제안한 시간동기화 시스템은 [그림 6]과 같은 기능으로 구성된다.

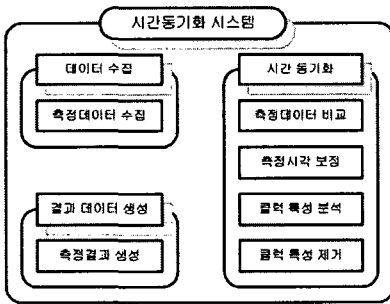


그림 6. 시간동기화 시스템 기능 구조

시간동기화 시스템은 각 측정시스템으로부터 측정데이터를 수집하고 측정데이터를 비교 분석하여 측정시스템 간의 시간적 오차를 보정하고 각 측정시스템의 클릭 특성을 분석하여 보정함으로써 신뢰성 있는 품질 측정결과를 생성한다.

시간동기화 시스템의 시간동기 처리과정을 살펴보면 [그림 7]과 같다. 수집된 송신측 측정데이터(A)와 수신측 측정데이터(B)를 비교하여 측정데이터의 시간동기화가 이루어졌다면 측정결과를 생성하게 된다. 하지만 측정시스템 간 시간동기화가 어렵기 때문에 측정시스템 A를 기준으로 측정시스템 B에서 측정된 데이터 측정시

각을 보정하여 데이터 B'를 생성한다. 또한 각 측정시스템의 클릭 특성에 의한 오차를 보정하기 위해 측정데이터 A와 B'로부터 FFT(Fast Fourier Transform)을 이용하여 각각의 클릭 특성 (Ca, Cb)를 생성한다. 만약 Ca와 Cb가 같다면 측정시스템 간의 클릭 특성으로 인한 오차가 없는 것이므로 측정결과를 생성한다. 하지만 클릭 특성 Cb는 송신측 클릭 특성인 Ca를 포함하고 있기 때문에 Ca와 Cb는 일치하기 어렵다. 그러므로 수신측 클릭 특성만을 추출하기 위해 Cb에서 Ca를 제거한 Cb'를 생성하게 된다. 송신측과 수신측의 클릭 특성을 일치시키기 위해 측정데이터 B'에서 수신측 클릭 특성 Cb'를 제거하여 측정데이터 B''를 생성한다. 이렇게 측정시스템 간의 시간적 오차와 클릭 특성을 일치시켜 신뢰성 높은 측정결과를 생성한다.

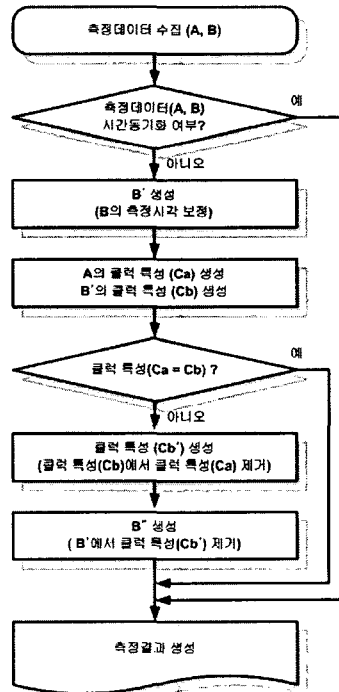


그림 7. 시간동기화 처리 흐름도

2. 측정시스템 간의 시간적 오차 보정

품질측정에서 가장 중요한 시간 측정을 위해서는 먼저 측정시스템 간의 시간적 오차를 보정해야 한다.

송신측 측정시스템 A의 시간과 수신측 측정시스템 B의 시간이 일치하기 어렵기 때문에 측정된 데이터를 보정해야 한다. [그림 8]과 [그림 9]는 측정시스템 간의 시간적 오차를 보정하는 과정이다.

송신측 측정시스템 A에서 네트워크 패킷이 수신측 측정시스템 B로 전달되었을 때 측정시스템 A에서 측정된 시간은 T_{A+i} 이고 측정시스템 B에서 측정된 시간은 M_{B+i} 가 된다. 측정데이터 B를 A의 측정시각으로 보정하기 위하여 측정시스템 A와 B간의 최소 지연시간을 구하여 측정데이터 B의 측정시각을 보정한다. 최소 지연시간은 식(1)과 같이 B의 측정시각 M_{B+i} 의 최소 간격인 최소 지터로 산출된다.

$$J_{B(MIN)} = MIN(M_{B(i+1)} - M_{B_i}) \quad (1)$$

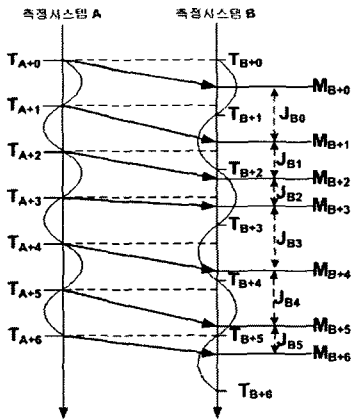


그림 8. 측정시스템 간의 시간적 오차

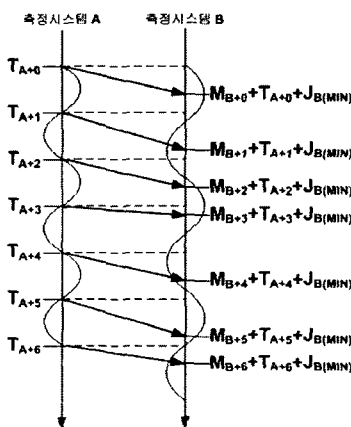


그림 9. 측정시스템 간의 시간적 오차 보정

이렇게 산출된 $J_{B(MIN)}$ 과 송신측 측정시각 T_{A+i} 를 [그림 9]와 같이 B의 측정시각 M_{B+i} 에 보정함으로써 측정시스템 간의 시간적 오차를 보정한 B'을 생성한다.

3. 클럭 특성에 의한 오차 보정

신뢰성 높은 품질측정 결과를 생성하기 위해서는 측정시스템마다 각기 다른 클럭 특성에 의한 오차를 보정해야 한다. 본 논문에서는 송신측 측정시스템의 클럭 특성과 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 일치하게 함으로써 클럭 특성에 의한 오차를 보정하였다.

각 측정시스템의 클럭 특성을 분석하기 위하여 FFT를 사용하였다. FFT는 측정데이터로부터 발생하는 주기적인 특성을 분석하는데 사용되며 그 결과를 주파수로 표현한다.

측정시스템의 클럭 특성을 분석하기 위한 FFT의 입력데이터는 측정데이터의 지터(지연변위)이다. 송신측 측정시스템 A의 지터 J_{A_i} 와 수신측 측정시스템 B의 지터 J_{B_i} 는 식(2)와 같이 산출된다. [그림 10]은 각 측정시스템의 클럭 특성 분석을 위한 지터이다.

$$J_{A_i} = T_{A+(i+1)} - T_{A+i} \quad (2)$$

$$J_{B_i} = T_{B'+(i+1)} - T_{B'+i}$$

$(B'_{i} = M_{B+i} + T_{A+i} + J_{B(MIN)})$

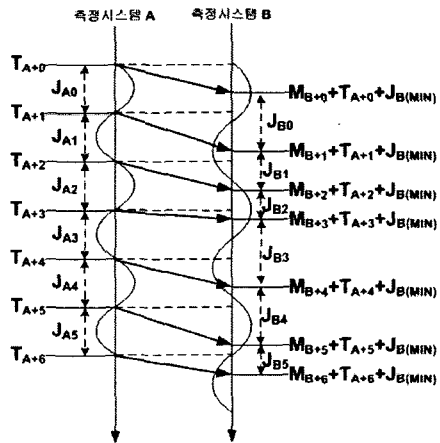


그림 10. 클럭 특성을 분석하기 위한 지터

시스템 클럭은 주기적으로 반복되는 것이 특징이다.

[그림 11]은 측정시스템 클럭의 주기를 도식화 한 것이다.

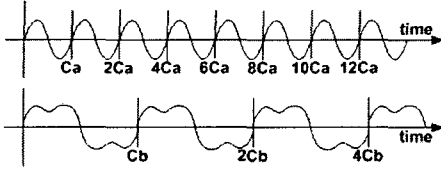


그림 11. 측정시스템 클럭 주기

송신측 측정시스템의 클럭 주기는 Ca이고 수신측 측정시스템의 클럭 주기는 Cb일 때, 식(3)의 FFT 변환식으로 각 측정시스템의 클럭 특성을 분석할 수 있다.

$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-j \frac{2\pi}{N} kn} \quad (3)$$

단, $(k=1, 2, 3, \dots, N-1), (f=J_A, J_B)$

FFT로 변환된 주파수를 분석하면 측정시스템 클럭 특성을 알 수 있다. [그림 12]는 측정시스템의 클럭 특성을 분석하기 위하여 주파수로 변환한 것이다. 송신측 측정시스템의 Ca는 클럭 주기가 일정한 형태로 분석이 되었으며 수신측 측정시스템의 Cb는 수신측 측정시스템의 고유한 클럭 특성과 송신측 측정시스템의 클럭 특성인 Ca가 동시에 나타나는 것을 알 수 있다.

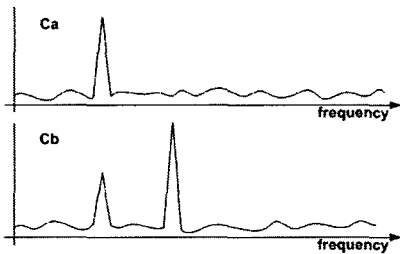


그림 12. 측정시스템 클럭 특성 분석

수신측 측정시스템의 클럭 특성에 송신측 측정시스템의 클럭 특성이 포함되어 있는 것은 송신측 측정시스템에서 네트워크 패킷을 전송할 때 발생한 클럭 특성을 포함하고 수신측에서 측정했기 때문이다. 클럭 특성에 의한 오차를 보정하기 위해서는 측정데이터 간에 포함된 클럭 특성을 동일하게 일치시켜야 한다. 본 논문에서는 수신측 측정시스템의 고유 클럭 특성(Cb')을 산출하

고 이를 제거하는 방법으로 측정데이터 간의 클럭 특성을 일치시킨다. Cb'의 산출은 식(4)와 같다. 수신측 측정데이터에 포함되어 있는 송신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거함으로써 수신측 측정시스템의 고유한 클럭 특성을 산출하는 것이다.

$$Cb' = Cb - Ca \quad (4)$$

이렇게 산출된 Cb'는 [그림 13]과 같다. Cb'는 수신측 측정데이터에서 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거하기 위해 사용된다.

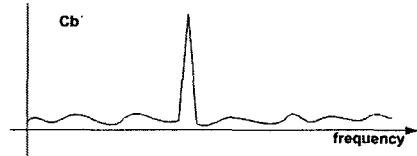


그림 13. 수신측 측정시스템의 고유 클럭 특성

수신측 측정데이터에서 수신측 측정시스템의 클럭 특성인 Cb'를 제거함으로써 송신측 측정시스템의 클럭 특성과 일치하게 된다. 식(5)를 통하여 수신측 측정데이터 B'에서 수신측 측정시스템의 클럭 특성인 Cb'을 제거한다.

$$B''_n = B'_n - [B'_n \cos(Cb'_n \frac{2\pi}{n})] \quad (5)$$

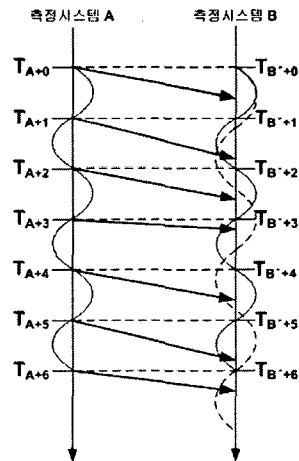


그림 14. 클럭 특성에 의한 오차 보정

[그림 14]는 수신측 측정시스템의 클럭 특성이 제거되어 송신측 측정시스템의 클럭 특성과 일치시켜 클럭 특성에 의한 오차를 보정한 결과를 도시화한 것이다. 측정시스템 간의 시간적 오차와 클럭 특성에 의한 오차를 보정하여 신뢰성 높은 측정결과를 얻을 수 있다.

IV. 실험 및 결과

인터넷전화 사용자 체감품질을 측정하는데 있어 측정시스템 간의 시간동기 문제로 인한 오차를 보정하기 위하여 IP망에 시간동기화 시스템, 측정시스템, 인터넷전화를 [그림 15]와 같이 구성하였다.

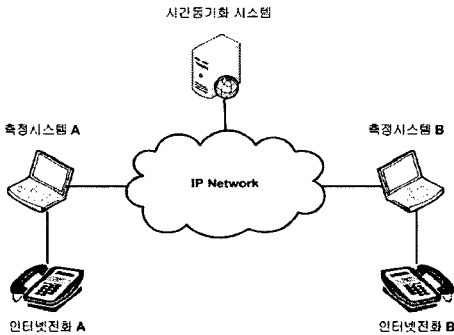


그림 15. 실험 환경 구성도

실험을 위해 인터넷전화 A를 송신측으로 하고 B를 수신측으로 하였다. 각 측정시스템에서 수집된 패킷들은 시간동기화 시스템으로 전송된다. 이렇게 수집된 측정데이터는 [그림 16]과 같이 측정데이터 간의 비교를 통하여 측정시스템 간에 발생한 시간적 오차를 보정하였다.

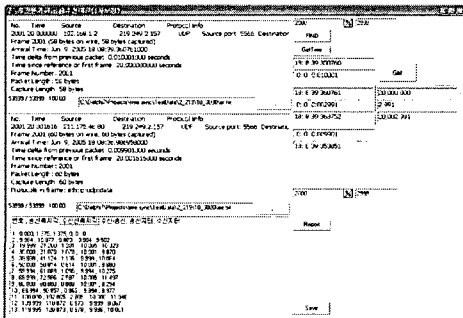


그림 16. 측정시스템 간의 시간적 오차 보정

수신측 측정시각의 보정으로 측정시스템 간의 시간적 오차를 보정한 데이터의 클럭 특성을 분석하기 위하여 [그림 17]과 같이 FFT를 이용하여 주파수를 생성하였다.

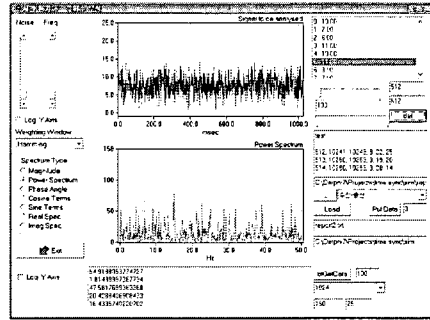


그림 17. 클럭 특성 분석을 위한 주파수 생성

송신측과 수신측의 클럭 특성을 일치시켜 측정데이터 간의 시간동기를 이루기 위해 송신측과 수신측 측정데이터의 지터를 산출하여 클럭의 특성을 분석하였다. [그림 18]은 송신측 측정데이터의 지터 분포이다.

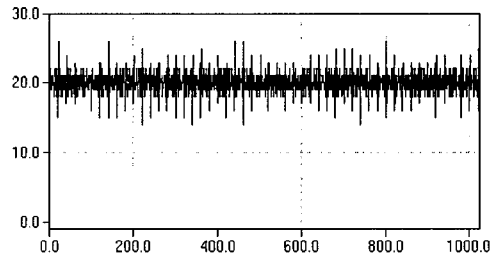


그림 18. 송신측 측정데이터의 지터 분포

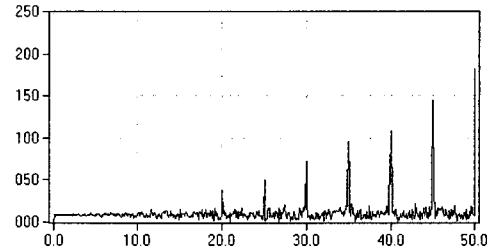


그림 19. 송신측 측정데이터의 클럭 특성

송신측 측정데이터의 클럭 특성을 분석해 본 결과 [그림 19]와 같이 20에서 50 구간에서 주기적인 주파수가 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 이는 송신측 측정시스템

에서 일정하게 패킷이 송신되었음을 알 수 있다.

수신측 측정데이터로부터 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거하기 위하여 수신측 측정데이터의 지터를 산출하여 클럭 특성을 분석하였다. [그림 20]은 수신측 측정데이터의 지터 분포이다.

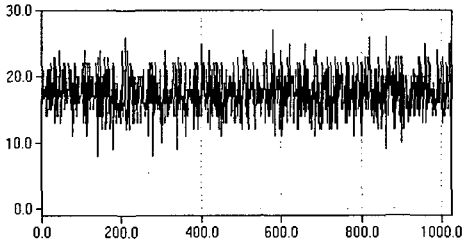


그림 20. 수신측 측정데이터의 지터 분포

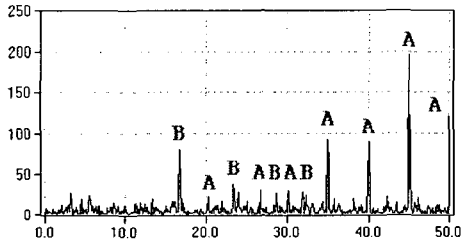


그림 21. 수신측 측정데이터의 클럭 특성

수신측 측정데이터의 클럭 특성을 분석해 본 결과 [그림 21]과 같이 송신측 측정시스템의 클럭 특성과 수신측 측정시스템의 클럭 특성이 동시에 존재하는 것을 알 수 있다. 측정데이터 간의 시간동기를 위해서는 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거하여야 한다. [그림 22]는 수신측 측정데이터의 클럭 특성에서 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거하여 보정한 결과이다. 보정된 수신측 클럭 특성을 분석해 보면 송신측의 클럭 특성과 유사한 것을 알 수 있다.

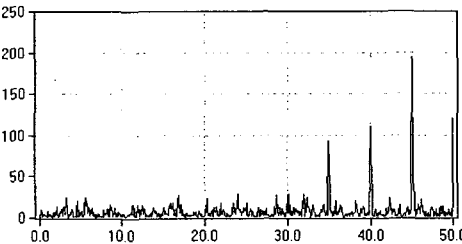


그림 22. 보정된 수신측 클럭 특성

[그림 23]은 보정된 수신측 클럭 특성을 이용하여 수신측 측정데이터를 보정하는 실행 화면이다.

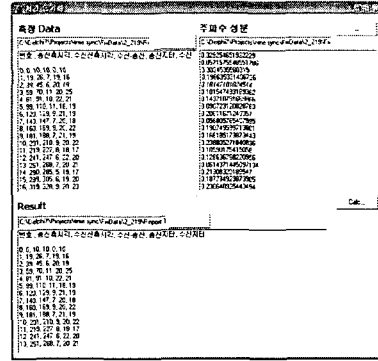


그림 23. 클럭 특성에 의한 오차 보정

측정시스템 간의 시간적 오차와 클럭 특성에 의한 오차를 보정하여 신뢰성 높은 측정결과를 생성할 수 있다. [그림 24]는 오차의 보정 전 네트워크 지연을 측정하여 분석한 결과이다. 클럭 특성의 영향으로 오차범위가 큰 것을 알 수 있다.

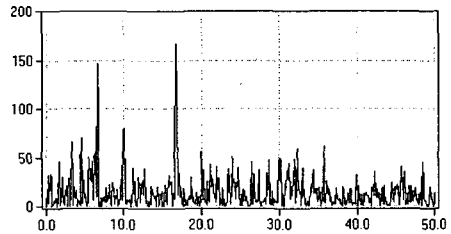


그림 24. 보정 전 지연 특성

본 논문에서 제안한 측정데이터 간의 시간동기화 방법을 이용하여 보정한 결과 [그림 25]와 같이 네트워크 지연의 특성에서 클럭 특성을 제거하여 신뢰성 높은 측정결과를 생성하였다.

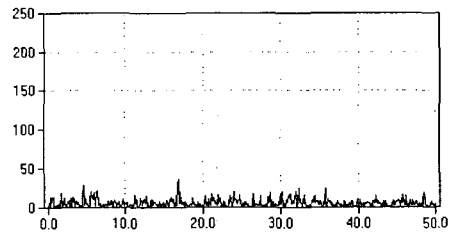


그림 25. 보정 후 지연 특성

V. 결론

인터넷전화 서비스에 있어 품질은 매우 중요한 평가 요소이다. 신뢰성 있는 품질측정을 위해서는 측정시스템 간의 시간동기가 무엇보다 중요하다. 하지만 밀리초(ms) 정도의 정밀한 측정을 요하는 측정시스템 간의 시간동기는 어려운 실정이다. 현재 NTP나 GPS를 이용하여 시간동기를 하고 있지만 NTP 서버와 측정시스템과의 거리에 따라 100ms 이상의 시간적 오차가 발생하고 동기시간을 수신하여 처리되는 과정에서 발생하는 시간지연으로 인한 오차가 500ms 이상 발생하게 된다. 또한 시스템 클럭 특성에 의해 발생하는 시간동기화 오차로 음수의 지연시간, 과다한 지연시간 등의 측정으로 품질 측정결과에 크나큰 영향을 미치게 된다.

따라서 본 논문에서는 측정시스템 간 시간동기가 어려운 문제를 해결하고 신뢰성 높은 품질 측정을 위해 측정시스템으로부터 수집된 측정데이터에서 각 측정시스템의 시간적 오차와 클럭 특성으로 인해 발생한 오차를 제거하여 신뢰성 있는 네트워크 성능 평가 요소의 측정을 가능하게 하였다.

본 논문에서 측정시스템의 클럭 특성을 분석하기 위하여 각각의 측정시스템에 측정된 데이터의 송/수신 지터를 주파수로 변환하여 클럭 특성을 분석하였으며 이때 사용된 주파수 변환식은 FFT를 사용하였다.

측정데이터 간의 시간동기를 위해 측정시스템 간의 시간적 오차와 수신측 측정데이터에 포함되어 있는 수신측 측정시스템의 클럭 특성을 제거하였다. 이에 통화 품질측정에 크나큰 영향을 미치는 클럭 특성에 의한 시간오차를 해결하여 신뢰성 높은 품질측정 결과를 얻을 수 있었다.

본 논문에서 제안한 측정데이터 간의 시간동기화 방법은 현재 시스템의 클럭 특성에 때문에 시간동기화가 어려운 측정시스템 간의 품질측정 시 발생하는 여러 문제점(음수의 지연시간, 과다한 지연시간) 등을 해결하였다. 본 논문에서 제안한 측정데이터 간의 시간동기화 방법을 이용한 품질측정결과의 정확도에 대한 평가는 추후 분석을 통하여 연구되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 배성용, 신준호, "인터넷전화 품질 평가", 한국통신학회지, 제21권, 제4호, pp.55-64, 2004.
- [2] W. C. Hardy, VoIP Service Quality Methods, McGraw-Hill, 2003.
- [3] 이혁재, 원용협, "완전 광 패킷 스위칭 시스템 : 클럭 추출 핵심 기술", 전자공학회논문지, 제40권, 제10호, pp.79-88, 2003.
- [4] P. Ashton, Algorithms for off-line clock synchronization, University of Canterbury, TR-COSC, 1995.
- [5] M. Marin, Analysis of efficient synchronization in bulk-synchronous parallel discrete-event simulation, University of Magellan, 1998.
- [6] T. Schutt, F. Schintke, and A. Reinfeld, Efficient Synchronization of Replicated Data in Distributed Systems, Zuse Institute Berlin, 2003.

저자 소개

원 승 영(Seung-Young Won)

정희원



- 2002년 2월 : 충주대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2004년 2월~현재 : (주)네오네스 네트워크솔루션팀 연구원

<관심분야> : 인터넷 패킷분석, VoIP, 광대역 통신망 성능분석, IP미디어 품질측정 및 분석, 정보보호

권 태 훈(Tae-Hoon Kweon)

정회원



- 1999년~2001년 : 데이콤 네트 워크 관리시스템 개발
- 2001년~2002년 : KT위성지국 네트워크 관리시스템 개발
- 2004년 2월~현재 : (주)네오네스 네트워크솔루션팀 팀장

<관심분야> : 인터넷 패킷 분석, VoIP, 멀티미디어 품질 분석, 실시간 정보 처리

황 혜 정(Hyae-Jeong Hwang)

정회원



- 1996년 2월 : 우송대학교 전자계산학과(이학사)
- 1996년~2004년 : 해동정보통신(주)
- 2004년 2월~현재 : (주)네오네스 네트워크솔루션팀 대리

<관심분야> : VoIP, 통신망 품질 측정, 인터넷 패킷 분석, 멀티미디어 품질 분석

송 한 춘(Han-Chun Song)

정회원



- 1990년 2월 : 성균관대학교 전자공학과(공학사)
- 1993년 2월 : 연세대학교 전자공학전공(공학석사)
- 1998년 8월 : 성균관대학교 통신공학 전공(공학박사)

- 1990년 1월~1997년 2월 : (주) 데이콤 품질관리부
 - 1997년 3월~1998년 2월 : 동원대학 인터넷정보과 교수
 - 1998년 3월~현재 : 서일대학 정보통신전공 교수
- <관심분야> : 인터넷 네트워크, 인터넷 응용기술, VoIP, 통신망 트래픽제어

이 석 기(Seog-Ki Lee)

종신회원



- 1980년 2월 : 서강대학교 전자공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 서강대학교 전자공학과(공학석사)
- 2002년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

- 1983년 9월~1988년 2월 : 현대전자산업(주) 연구소 대리
 - 1988년 3월~1998년 6월 : 전자통신연구원 선임연구원
 - 1998년 7월~1998년 12월 : 전자통신연구원 초빙연구원
 - 1998년 9월~2004년 1월 : 프롬투정보통신(주) 부사장
 - 2004년 2월~현재 : (주)네오네스 대표이사
- <관심분야> : 인터넷 패킷분석, VoIP, 광대역 통신망 성능분석, 실시간 정보 처리, 정보보호