

RTC기반 홈 게이트웨이를 사용한 라이브 비디오 스트리밍의 시간 성능 분석

우문섭, 김혜선, 박지연, 황기태
한성대학교 컴퓨터공학과
e-mail:teddywoo@hansung.ac.kr

Time Analysis of Live Video Streaming using RTC-based Home Gateway

Moon Sup Woo, Hye Sun Kim, Ji Yeon Park, Kitae Hwang
Department of Computer Engineering, Hansung University

요약

본 논문에서는 이미 구현된 RTC 기반의 홈 네트워킹 시스템에서 홈 내부의 비디오 카메라가 돌발 상황을 발견하였을 때 홈 게이트웨이를 통하여 외부의 SIP 단말기로 라이브 비디오 스트림이 송신되어 처음 재생되기까지 소요되는 시간을 분석 및 측정하여 현실적인지를 검증하는데 목적이 있다. 실험에서는 홈 게이트웨이 성능, 비디오 크기, 소스 비디오의 압축률에 따른 세 가지 실험을 진행 하였으며, 실험 결과 총 소요 시간이 3초 미만으로서 현실적으로 수용 가능한 시스템이라 판단하였다.

1. 서론

최근 가정 내의 IP를 가진 가전기기들을 유·무선의 통신환경을 통하여 가정 내·외부의 단말기에 서비스 제공을 하는 홈 네트워크 환경이 많이 연구되어지고 있다[1]. 이들 가전 기기들은 가정 내의 사설 IP를 사용하기 때문에 외부와 유·무선으로 통신하기 위하여 홈 게이트웨이를 필요로 한다.

SIP(Session Initiation Protocol)[2]는 이런 유·무선 간 또는 무선 간 이동 중에도 멀티미디어 세션을 설정하여 통신을 할 수 있는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 채택한 표준 프로토콜이다. 현재 SIP를 이용한 VOIP(Voice Over IP)기반의 음성통신 서비스 시장이 형성되어져 있으며, SIP와 홈 네트워크에 관한 연구도 진행되고 있다[3,4].

본 논문에서는 윈도우 RTC(Real-Time Communication)[5]를 기반으로 이미 구현된 홈 네트워킹 시스템[6,7]에서 홈 내의 UPnP(Universal Plug and Play)[8] 카메라로부터 홈 외부의 SIP 단말기까지 초기 세션 설정 및 비디오 전송시간의 시간 성능을 분석하고, 분석된 시간이 현실적으로 적합한 것인지를 검증하는데 목적이 있다. 초기 세션 및 라이브 비디오 재생 시간의 중요성을 논하는 이유는 홈 내

부의 비디오 카메라가 돌발 상황을 발견하였을 때 홈 게이트웨이를 통하여 자신의 집주인 SIP 단말기로 라이브 비디오 스트림을 송신하여 처음 재생되기까지 소요되는 시간이 현실적인 시간 내에 이루어져야 하기 때문이다.

2. SIP기반 비디오 스트리밍

SIP를 통한 비디오 스트리밍은 세션을 설정하기 위하여 SIP 단말기 사이에 세션 설정을 위한 데이터를 주고받는 SIP 부분과 실제 비디오 / 오디오 데이터를 송·수신 하는 RTP 부분으로 나뉘어져 있으며 기본적인 흐름은 그림 1과 같다.

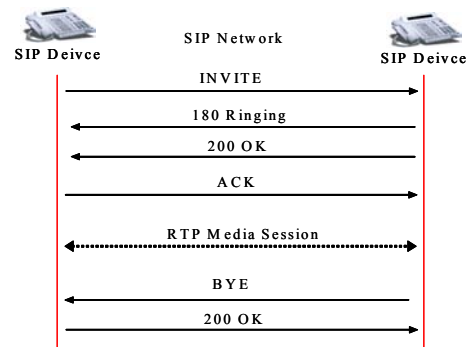


그림 1 기본적인 SIP 통신과정

3. RTC기반 홈네트워크

3. 1 윈도우 RTC 기술

RTC는 마이크로소프트에서 제공되는 기술로서 SIP, RTP, SIMPLE(SIP Instant Messaging Presence Language Extensions) 프로토콜을 포함하여, 인스턴트 메시징, 실시간 음성 및 비디오 등의 실시간 기반의 커뮤니케이션을 지원한다. RTC는 기본적으로 세션 연결 시 SIP를 사용하고 멀티미디어 데이터의 전송 시 RTP를 사용한다. 윈도우 메신저는 RTC를 사용한 대표적인 응용 프로그램이다.

RTC는 비디오 스트리밍을 위하여 내부적으로 캡슐화 되어있는 DirectShow 미들웨어를 사용한다. DirectShow는 비디오 캡처 드라이버를 찾아 그로부터 필터 그래프를 구성하며 비디오 스트리밍을 제공한다.

3. 2 홈 네트워크 구성

그림 2는 RTC를 기반으로 하는 홈 네트워크 구성을 보여준다[6,7]. 홈 내부에는 Non-SIP기반의 비디오 시스템(UPnP 비디오 카메라, 비디오 서버)과 이를 홈 외부의 SIP기반 단말기와 통신을 가능하게 해주는 RTC 기반 홈 게이트웨이로 구성되어 있다.

홈 게이트웨이는 RTC를 이용하여 홈 외부에 위치한 SIP 단말기에게 세션을 설정하고 비디오 스트림을 제공한다.

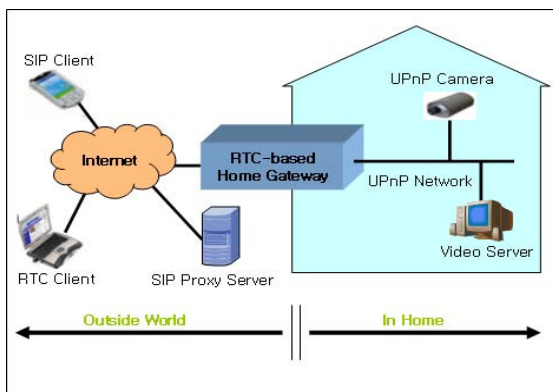


그림 2 홈 네트워크 구성

홈 게이트웨이의 구성은 그림 3과 같다. 홈 게이트웨이 내부에는 RTC를 사용하기 위한 RTC 번들과 UPnP 비디오 카메라를 제어하기 위한 UUCA 번들이 있고, 비디오 서버로부터 비디오 스트림을 지속적으로 공급받는 가상 비디오 캡처 드라이버

(VCap)가 있다.

비디오 서버는 UPnP 카메라로부터 MJPEG 비디오 스트림을 수신하고 RGB 형식으로 변환하여 VCap 으로 전송한다.

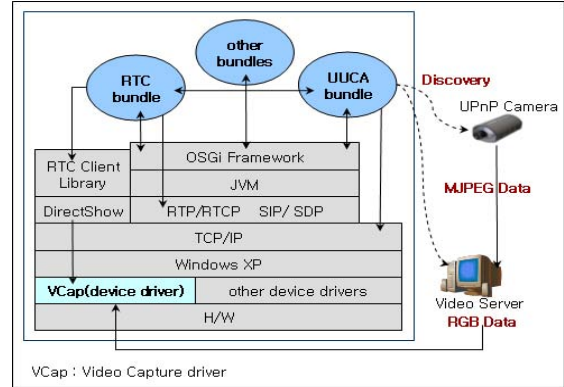


그림 3 RTC 기반 홈 게이트웨이

4. 시간분석 및 측정

4. 1 시간모델

본 논문은 홈 내부의 비디오 서버가 UPnP 카메라로부터 지속적으로 수신한 비디오 스트림에서 돌발 상황을 감지하였을 때 기 구현된 홈 게이트웨이를 통하여 홈 외부의 SIP 단말기에게 비디오 스트림을 전송하여, 첫 비디오 스트림이 재생되기까지의 시간을 여러 구간으로 나누어 실험하였다. 다음은 구체적인 실험 과정이다.

- ① 비디오 서버는 UPnP 카메라로부터 지속적으로 수신한 비디오 스트림에서 돌발상황을 감지한다.
- ② 비디오 서버는 홈 게이트웨이(HG)에게 돌발상황을 알린다.
- ③ HG의 RTC는 홈 외부 SIP 단말기(SDev)에게 SIP 세션을 설정하기 위하여 INVITE 메시지를 보낸다.
- ④ SDev는 HG에게 세션의 설정을 수락하는 OK 메시지를 보낸다.
- ⑤ HG는 OK 메시지 받고 비디오 스트리밍 준비를 한다.
- ⑥ HG는 과정 ⑤동안 SDev에게 ACK 메시지를 보내, 세션 설정을 알린다.
- ⑦ HG는 VCap을 통하여 비디오 서버로부터 RGB 스트림을 얻고, 이를 인코딩하여 SDev에게 비디오 패킷을 전송한다.
- ⑧ SDev는 첫 번째 비디오 패킷 수신 시부터 1초간 버퍼링한 후 비디오 스트림 재생을 시작

한다.

시간측정은 홈 게이트웨이의 성능을 측정하기 위하여 실험과정 ③에서부터 ⑧에 이르기까지의 시간을 구간 별로 나누어 측정하였으며, 표 1은 각 시간요소들을 정의한 것이다.

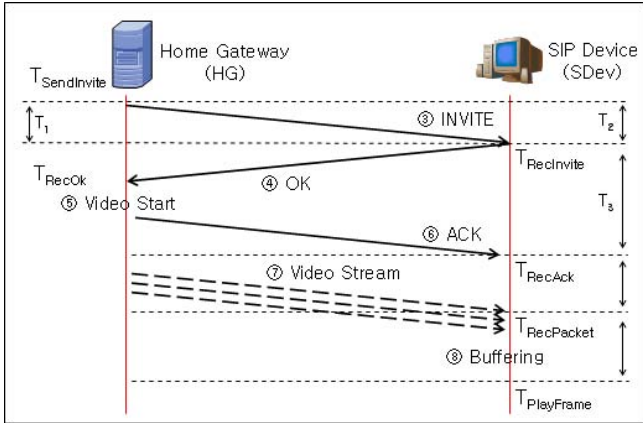


그림 4 실험을 위한 시간 모델

표 1 시간요소

시간 요소	설 명
$T_{SendInvite}$	HG에서, INVITE 메시지 송신한 시간
$T_{RecInvite}$	SDev에서, INVITE 메시지를 수신한 시각
T_{RecOk}	HG에서, OK 메시지를 수신한 시각
T_{RecAck}	SDev에서, ACK 메시지를 수신한 시각
$T_{RecPacket}$	SDev에서, 첫 비디오 패킷을 수신한 시각
$T_{PlayFrame}$	SDev에서, 첫 프레임이 재생될 때의 시각
$T_{SessionDelay}$	HG와 SDev간 세션 설정 지연 시간 $T_{SessionDelay} = (T_{RecOk} - T_{SendInvite}) / 2 + (T_{RecAck} - T_{RecInvite})$
$T_{PacketDelay}$	SDev에서, 세션 설정 후 첫 비디오 패킷을 수신하기까지의 지연 시간 $T_{PacketDelay} = T_{RecPacket} - T_{RecAck}$
$T_{PlayDelay}$	SDev에서, 첫 패킷을 수신 후 재생되기까지의 지연 시간 $T_{PlayDelay} = T_{PlayFrame} - T_{RecPacket}$

4. 2 실험 환경

홈 내부의 카메라로는 AXIS 2100 네트워크 카메라를 사용하였으며 640x480 MJPEG 비디오를 출력한다. 홈 외부의 SIP 기반 단말기로는 Vovida사의 SIPSet[9]을 수정하여 사용하였으며 QCIF(176x144), CIF(352x288) 포맷을 지원한다. 비디오 서버는 640x480의 MJPEG 비디오 스트림을 수신하여 QCIF 또는 CIF 크기의 H.261 포맷으로 변환하여 홈 게이트웨이의 VCap에게 전송한다.

4. 3 시간측정

실험은 세 가지 경우로 나누어 진행하였으며 각 실험에 사용된 구성은 표 2와 같다. 첫 번째 실험은 이미지의 크기(QCIF, CIF)를 다르게 하여 시간을 측정하였고, 두 번째 실험은 QCIF 대상으로 홈 게이트웨이 CPU 성능에 따른 시간을 측정하였다. 세 번째 실험에서는 QCIF 이미지의 압축률에 따른 시간을 측정하였다. 측정 결과는 30번의 실험결과의 평균을 구하여 초단위로 나타내었다.

표 2 세 가지 경우의 실험구성

경우	SIP 단말기	비디오 서버	홈 게이트웨이
실험 1	Pentium 1.7Ghz	Pentium 2.8Ghz	Pentium 2.8Ghz
실험 2	Pentium 1.7Ghz	Pentium 2.8Ghz	Pentium 2.8Ghz
	Pentium 1.7Ghz	Pentium 2.8Ghz	Pentium 1.8Ghz
실험 3	Pentium 1.7Ghz	Pentium 2.8Ghz	Pentium 2.8Ghz

4.3.1 실험 1 : 이미지 크기에 따른 시간측정

그림 5는 이미지 크기에 따른 각 구간별 시간성을 누적 시간으로 표현 하였다. 시간 측정 결과는 비디오 크기에 따라 각 구간의 시간 격차가 점차 늘어나는 것으로 나타났다. 이는 비디오 서버와 UPnP 카메라 사이에 비디오 크기가 커짐에 따라 데이터 송·수신 하는 데이터양이 늘어나며, 그로 인하여 RTC 비디오 스트림 준비 시간 및 인코딩 속도에 영향을 주었기 때문이다.

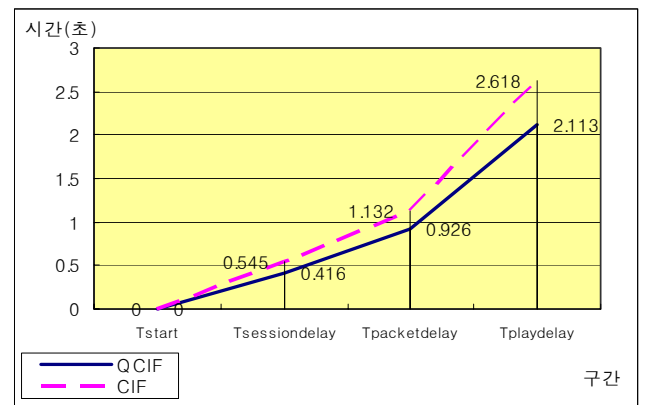


그림 5 QCIF / CIF 포맷에 따른 시간

4.3.2 실험 2 : CPU 성능에 따른 시간측정

그림 6은 홈 게이트웨이의 CPU 성능에 따른 각 구간별 시간 성능을 누적 시간으로 표현한 것이다. 막대 그래프안의 숫자는 해당 구간에 소요된 시간(초)이다. 시간 측정 결과는 $T_{SessionDelay}$ 와 $T_{PlayDelay}$ 이 많은 영향을 받은 것으로 나타났다. 이는 게이트웨

이의 성능이 저하됨에 따라 RTC의 세션 설정부분과 비디오 스트림을 인코딩하는 시간이 늘어났기 때문이다.

지만, 대체적으로 3초 이하이므로 RTC 홈 게이트웨이를 사용한 라이브 비디오 스트리밍은 현실적이라 판단된다.

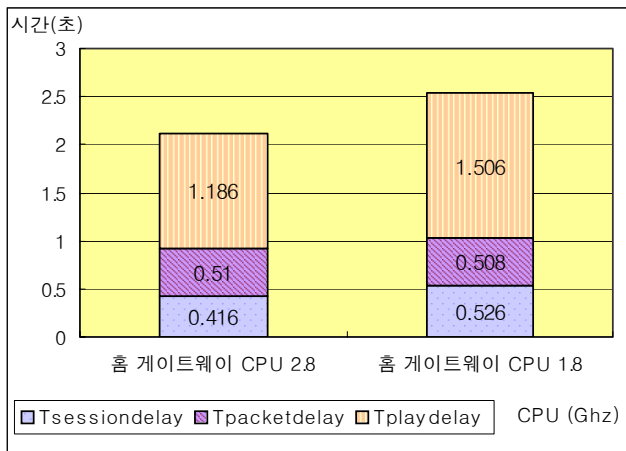


그림 6 CPU 성능에 따른 시간

4.3.3 실험 3 : 비디오 압축률에 따른 시간측정

그림 7은 AXIS 비디오 카메라로부터 지원되는 MJPEG의 압축률에 따른 시간 성능을 누적시간으로 표현하였다. 막대 그래프안의 숫자는 해당 구간에 소요된 시간(초)이다. 압축률이 높아짐에 따라 비디오 서버와 카메라간의 비디오 송·수신 양이 적어져 RTC의 비디오 초기 설정시간이 줄어 TSessionDelay가 짧아지고, 또한 비디오 크기가 줄어들음에 따라 TPacketDelay가 짧아졌다. 하지만, SDev쪽에 압축률이 높아짐에 따라 비디오 디코딩 시간이 늘어나, TPlayDelay는 늘어나게 되었다.

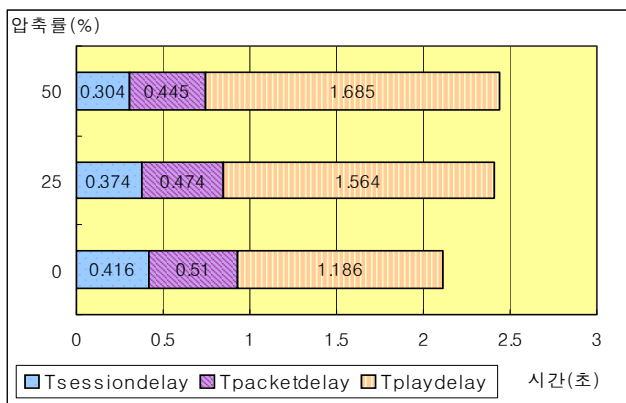


그림 7 비디오 압축률에 따른 시간

4. 4 시간 분석 결론

세가지 실험에 사용된 조건에 따라 SDev에 비디오 스트림이 재생되기까지 다소 차이가 나기는 하

5. 결 론

본 논문은 홈 내부에 돌발 상황 발생시 홈 내부의 UPnP 카메라로부터 홈 외부의 SIP 단말기에게 비디오 스트림이 재생될 때까지의 시간이 현실성 있는지를 실험을 통하여 알아보았다. 구체적인 기준시간이 정해져 있지는 않지만, 본 논문의 실험결과 총 소요 시간이 3초 미만이었으며, 이중 1초간의 SIP 단말기의 버퍼링을 시간을 제외한다면 2초 이내로서 RTC 기반의 홈 네트워킹 시스템은 현실적으로 수용 가능한 시스템이라 판단된다.

참고문헌

- [1] Moyer, S., Marples, D. and Tsang, S., "A protocol for wide area secure networked appliance communication," Communications Magazine, IEEE, Vol. 39, No. 10, Pages:52 - 59, Oct. 2001
- [2] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol," RFC 3261, IETF, June 2002
- [3] S.Tang, D.Marples and S.Moyer, "Accessing Networked Appliances using the Session Initiation Protocol," IEEE Communications. ICC 2001, Vol. 4, Pages:1280 - 1285, June 2001
- [4] 김동균, 전병찬, 윤홍수, 이상정, "SIP와 UPnP를 이용한 광역 인터넷 망에서의 정보가전 제어," 한국정보과학회 추계학술발표논문집(2002.10.26)
- [5] RTC, msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnanchor/html/ancrtc.asp
- [6] 김혜선, 황기태, 이재문, 김남윤, "윈도우 RTC 기반 홈 게이트웨이 설계 및 구현", 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집(2004. 11)
- [7] HyeSun Kim, K.T. Hwang, J.M. Lee. N.Y. Kim, C.Y. Choi, Rafael A. Calvo, "The RTC Technology based Home Gateway Supporting Live Video Streaming," 4th Asia Pacific International Symposium on Information Technology, pp. 145~148, Jan. 2005
- [8] UPnP, www.upnp.org
- [9] SIPSet, www.vovida.org