

우선순위 큐 기반의 HAVi 메시지 시스템 설계 및 구현

이보익*, 오봉진**, 김영국*

*충남대학교 컴퓨터학과

**한국전자통신연구원 인터넷정보가전연구부

e-mail : bottelee@hanmail.net / bjoh@etri.re.kr / ykim@cs.cnu.ac.kr

The Design and Implementation of the Priority Queue-based HAVi Messaging System

Bo-Ik Lee*, Bong-Jin Oh**, Young-Kuk Kim*

*Dept. of Computer Science, Chung-Nam National University

** Internet Appliance Technical Department, ETRI

요 약

최근 HAVi 의 기반이 되는 IEEE1394 는 기존의 멀티미디어 데이터를 지원하는 장비의 인터페이스 이외에도 실시간성이 요구되는 백색가전 제어 시스템에 적용이 되고 있으며 그 응용분야가 점차 확대되고 있다. HAVi 는 순차적인 방식으로 메시지를 전달하므로 시급한 이벤트가 발생된 경우 기존의 많은 메시지로 인해 그 처리가 지연되어 문제가 발생될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 우선순위 기반의 메시지 전송 기능을 추가한 HAVi 시스템의 설계 및 구현에 대해 기술한다.

1. 서론

최근 IEEE1394[3]를 지원하는 AV 기기가 늘어나면서, IEEE1394 를 지원하는 AV 기기용 미들웨어인 HAVi 가 AV 기기를 지원하는데 가장 적합한 미들웨어 기술로 인식되고 있다.

HAVi[1][2]의 기반이 되는 IEEE1394 는 고속으로 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 가능하게 해주는 디지털 인터페이스 기술로서 가정 내의 오디오 비디오 기기를 연결하는 전송 매체로 사용되고 있다. 그러나 IEEE1394 의 표준이 IEEE1394b, P1394.1 로 발전되면서 전송 속도 증가, 전송거리 확장, HUB, Router, Bridge 등의 기능이 첨가되어 가정뿐만 아니라 좀 더 확장된 환경의 네트워크의 backbone 역할이 가능하게 되었다.

IEEE1394 는 기존의 멀티미디어 데이터를 지원하는 장비의 인터페이스 이외에도 실시간성이 요구되는 백색가전 제어 시스템에 적용이 되고 있으며 더불어 IICP(Instrument and Industrial Control Protocol)의 제정 등 응용분야가 점차 확대되고 있다.

복지 시설이나 유치원, 놀이방 등의 어린이 교육 시설과 같이 멀티미디어 기기와 각종 센서가 혼합된 환경에서 IEEE1394 를 backbone 으로 한 HAVi 네트워크를 꾸민다면 감시자나 보호자들이 원격에서 환자나 아동의 상태, 각종 센서의 상태를 확인하고 적절하게 대응할 수 있다.

그러나 이렇게 확장된 환경에서 HAVi 는 각종 응용 프로그램과 DCM, FCM 간에 발생하는 메시지 및 이벤

트 처리에 대해서 문제점이 있다. HAVi 는 순차적인 방식으로 메시지를 전달하므로 시급한 이벤트가 발생된 경우 기존의 많은 메시지로 인해 그 처리가 지연될 수 있다. 예를 들어 어린이 교육 시설에서 가스 누출이나 침입자가 감지된 경우, 기존의 메시지로 인해 이와 관련된 중요한 이벤트 처리가 늦어지고 이로 인해 자동해결 및 알림이 늦어져 피해가 발생할 수 있다. 따라서 HAVi 는 서비스나 기기의 중요도에 따라 메시지에 우선 순위를 부여하고 부여된 우선순위에 따라 시급한 메시지부터 처리하는 서비스를 지원해 줄 필요가 있다.[4][5]

본 논문에서는 우선순위 기반의 메시지 전송 기능이 추가된 HAVi 에 대해 논의하고 연구 결과를 기술한다.[6]

2. 관련연구

HAVi(Home Audio Video interoperability)는 IEEE 1394 를 기반으로 하는 디지털 오디오, 비디오 가전기기를 이용하여 분산 네트워크를 구성하고, 멀티미디어 서비스를 제공하는 응용 프로그램의 개발 및 수행 환경을 효율적으로 구축할 수 있도록 정의된 미들웨어 수준의 홈 네트워크 표준이다. HAVi network 의 기기는 GUID 라는 식별자를 갖는다. HAVi 를 구성하는 각 객체를 Software Element(SE)라 하고, 다른 SE 와 통신하기 위해 SEID 를 갖는다.

다양한 벤더의 기기를 HAVi network 에 수용하기 위

한 방법으로, HAVi network 의 모든 기기는 자신을 관리할 서비스 모듈을 제공한다. 이것을 DCM, FCM 이라 하는데, DCM 은 기기 자체의 인터페이스 역할을 하고 FCM 은 기기의 기능적인 컴포넌트에 대한 인터페이스 역할을 한다. HAVi 에서 기기는 FAV, IAV, BAV, LAV 의 4 가지 범주로 나뉜다. FAV 와 IAV 는 HAVi 스택을 탑재하고 DCM 과 FCM 등의 HAVi 어플리케이션의 수행 환경을 제공 하는 HAVi Controller 이다. FAV 는 자바 수행 환경이 있어서 DCM, FCM 을 다운로드 하여 수행시킬 수 있고, IAV 는 DCM, FCM 이 native 코드로 구현되어 미리 내장되어 있어야 한다. BAV 와 LAV 는 HAVi Controller 에 의해 제어되는 기기이다. BAV 는 HAVi SDD(Self Described Data)를 롬에 갖고 있어서 HAVi Controller 로 자신의 DCM, FCM 을 업로드 할 수 있다. LAV 는 IEEE 1394 만을 지원하는 기기로 HAVi Controller 에 LAV 기기의 DCM, FCM 이 내장되어야 한다.

HAVi 는 IEEE1394 Communication Media Manager (CMM1394), Messaging System, Registry, Event Manager, Resource Manager, Stream Manager, DCM Manager 의 7 개 시스템 컴포넌트로 구성된다.

CMM1394 는 통신 매체에 종속적인 SE 로서 IEEE1394 의 통신 메커니즘을 제공하고 HAVi network 의 토폴로지 정보를 관리한다. Messaging System 은 SE 간의 HAVi 메시지 통신을 위한 API 를 제공한다.

Messaging System 은 SE 에게 SEID 를 할당하고, callback 함수를 등록 받는다. SEID 는 8 바이트의 GUID 와 2 바이트의 swHandle 로 구성되는 10 바이트의 크기를 갖는다. GUID 는 홈 네트워크 상의 기기를 유일하게 지정하는 식별자이며 swHandle 은 기기 안에 설치된 소프트웨어 요소들을 구별하는 식별자이다. HAVi 메시지가 1394 버스를 경유하여 다른 기기로 전송될 때, 각 메시지들은 IEEE1394 asynchronous 패킷에 적합하도록 TAM 패킷 단위로 조각화 하여 CMM1394 로 보낸다.

Event Manager 는 비동기성 이벤트에 대한 등록, 공지 메커니즘을 통해 기기나 소프트웨어 요소의 추가나 제거 그리고 전송 상태나 대역폭 할당, 기기의 상태 등의 변화와 같은 사항을 감시하고 원하는 소프트웨어 요소에게 알리는 모니터 기능을 제공한다. SE 가 관심 있는 이벤트를 Event Manager 에 등록하면, 그 이벤트가 발생하는 경우 Event Manager 는 해당 이벤트를 등록한 SE 들에게 이벤트의 발생을 알린다.

Registry 는 SE 가 등록한 속성 정보를 database 로 관리하고 query 를 이용한 검색 서비스를 제공한다. DCM Manager 는 BAV 와 LAV 의 DCM Code Unit 의 설치와 제거를 담당하고, 새로운 기기가 HAVi network 에 추가되는 경우 새 기기의 DCM Code Unit 을 설치할 FAV 를 결정한다.

Stream Manager 는 HAVi network 에 접속된 기기들의 멀티미디어 스트림 전송을 위한 서비스를 제공한다. 멀티미디어 데이터를 전송하기 위해 기기간의 연결 상태를 표현하는 Connection Map 을 관리하고, 멀티미디어 데이터 전송에 필요한 네트워크 자원을 관리한

다.

Resource Manager 는 HAVi network 상의 DCM 과 FCM 에 대해서 사용 권한을 주는 기기 자원 관리 서비스와 스케줄링 서비스를 제공한다.

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 HAVi 메시지 시스템의 문제점

현재 사용되고 있는 IEEE1394 디바이스 드라이버는 FIFO Queue 를 사용하여 순차적으로 패킷을 받아서 처리하고 있다. 이렇게 큐에 들어온 순서대로 패킷을 처리하기 때문에 시급히 처리되어야 하는 패킷이 있어도 먼저 큐에 들어온 패킷들 때문에 데드라인을 만족하지 못하게 되고 이러한 시급한 정보의 처리 시간을 예측하기가 더욱 어렵다.

현재 사용되고 있는 IEEE1394 디바이스 드라이버에서 Asynchronous 패킷의 처리가 위와 같고, 이를 사용하는 HAVi 에서도 단순한 FIFO 큐를 사용함으로써 메시지 레벨의 우선순위 역전현상의 문제가 발생할 수 있고, 메시지의 처리시간을 예측하기 어렵게 된다. 즉, 메시지 처리 시간이 우선순위에 의해서 결정되는 것이 아니라 먼저 생성된 메시지의 수에 따라서 결정되게 된다. 수 있다.

예를 들어 Motion 센서 메시지와 network reset 이벤트가 동시에 발생한 경우, 기기의 node id 가 이미 변경되었으므로 Motion 센서 메시지가 목적지로 제대로 전송되지 않을 수 있다. 이 경우, network reset 메시지가 먼저 도달되어 각 기기에 대한 node id 재정비가 이루어진 후에 Motion 센서 메시지를 전송한다면 이 메시지는 제대로 전송될 수 있다.

이때, 우선순위의 기준은 다른 시스템 처럼 이벤트의 생성 주기에 따라 설정되지 않고 서비스와 디바이스의 응급성에 따라 설정된다. 따라서 HAVi 네트워크 상의 어플리케이션의 실시간 특성을 보장하기 위해 HAVi 메시지 시스템에서 어플리케이션의 우선순위에 따라 메시지의 우선순위가 구분되어야 한다.

3.2 기존의 HAVi 이벤트 및 메시지 시스템 구조

HAVi 에서 메시지는 이벤트 메시지와 일반 메시지로 구분할 수 있다. 이벤트 메시지는 소프트웨어 요소가 관심 있는 이벤트 목록을 이벤트 매니저에 등록하여 해당 이벤트가 발생할 경우 등록된 소프트웨어 요소로 이벤트 발생을 공지할 경우에 발생된다.

이때 이벤트 메시지의 발생 과정을 보면 이벤트 발생을 이벤트 매니저에 알리는 부분과 이벤트 매니저가 해당 소프트웨어 요소로 이벤트의 발생을 알리는 부분은 메시지 시스템을 통한 일반 메시지 전달을 통해서 일어난다.

따라서 시급히 처리되어야 하는 이벤트 메시지의 경우에도 메시지 시스템을 거치게 되는데 기존의 메시지 시스템에서는 메시지의 구분 없이 처리한다.

3.3 우선순위 기반의 메시지 전송 시스템 구조

제한된 우선순위 기반의 메시지 전송 시스템은 실시간 이벤트 전달 서비스를 제공한다. 네트워크에 연

결된 기기와 서비스들은 이 메시지 시스템을 통해 메시지를 전달하기 되며, 이 메시지 시스템은 메시지의 우선순위에 따라 메시지를 전달하게 된다.

제한된 우선순위 기반의 메시지 전송 시스템은 다음과 같은 특징을 갖는다.

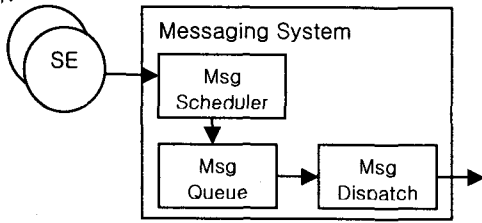
첫째, HAVi 메시지 구조 상 동일한 목적지로는 한번에 하나의 메시지만이 전달될 수 있다. 따라서 원하는 목적지가 사용 중인 경우에는 우선순위 메시지 큐의 다른 메시지의 전송을 시도하도록 해야 한다. 다른 목적지의 메시지는 병렬적으로 전송하게 한다.

둘째, 동일한 우선순위의 메시지는 FCFS 방식으로 처리한다.

셋째, 메시지 전송의 완료는 목적지의 메시지 시스템이 보내는 응답 메시지를 통해서 이루어 진다. 따라서 응답 메시지가 빨리 도달하도록 하기 위해서 응답 메시지의 우선순위를 높인다.

마지막으로 메시지 구조의 reserved 된 부분에 우선순위 정보를 넣어서 사용하여 기존의 HAVi 메시지도 처리되도록 한다.

<그림 1>는 우선순위에 따른 메시지 송신 구조도이다.

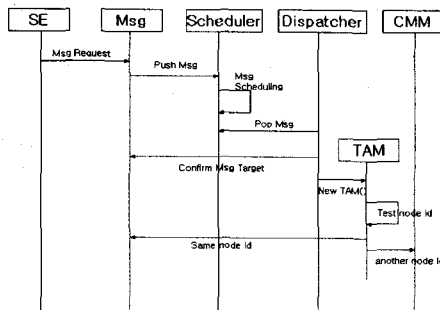


<그림 1> 우선순위별 메시지 송신 구조도

우선순위 기반의 메시지 전송 시스템은 메시지 스케줄러, 우선순위 메시지 큐, 메시지 디스패처로 구성된다. 우선순위 메시지 큐는 송수신에 따라 구분되어 있으며 우선순위에 따른 메시지 저장소이고, 메시지 스케줄러는 메시지를 보내거나 받는 경우, 메시지의 우선순위에 따라 우선순위 메시지 큐에 메시지를 할당하는 기능을 한다. 메시지 디스패처는 우선순위 메시지 큐에서 우선순위 별로 메시지를 발생시키거나 메시지를 받아들이는 기능을 한다.

3.3 서비스 시나리오

우선순위 기반의 메시지 전송 시스템의 서비스 시나리오는 다음과 같다.



<그림 2> 우선순위 기반의 메시지 전송 시퀀스 다이어그램

3.4 s/w 모듈

1) 메시지 스케줄러

- MsgScheduling class

소프트웨어 요소에서 메시지 전송 요청이 들어오면 메시지를 받아 우선순위에 따라 큐에 보관하고 관리하는 기능을 한다.

- RecMsgScheduling class

CMM1394 이나 TAM 을 통해 메시지를 받는 경우 메시지를 우선순위에 따라 큐에 저장하고 이렇게 수신된 메시지에 대한 우선순위 메시지 큐를 관리한다.

2) 메시지 디스패처

- PopMsg class

우선순위가 높은 순서대로 가장 높은 우선순위 큐에 메시지가 있는지 보고, 메시지가 있으면 해당 메시지를 가져온다. 우선 이 메시지에 대해 목적지 테스트를 한다. 이것은 한 목적지에는 한번에 하나의 메시지만 전송될 수 있기 때문이다. 목적지가 사용중이 아니면 메시지를 TAM packet 으로 만들어서 전송한다. 그러나 목적지가 사용 중이면, 메시지 전송을 중단하고 동일한 우선순위 큐의 다른 메시지를 전송한다. 이때, 해당 우선순위에서 목적지 때문에 모든 메시지를 전송할 수 없는 경우에는 다음 우선순위의 메시지를 전송하도록 한다.

- RecPopMsg class

RecMsgScheduling 클래스의 수신된 메시지에 대한 우선순위 큐를 정기적으로 검사하여 수신된 메시지가 있으면 우선순위에 따라 메시지를 가져와서 목적 소프트웨어 모듈로 전송하고, 목적지로 전송된 후에 메시지 큐에서 이 메시지를 삭제한다. 이때 우선순위가 가장 높은 메시지 큐에 대해서는 루프를 돌면서 이 메시지 큐에 있는 메시지를 모두 전송하고 다른 메시지 큐를 검사하게 한다

3) 기타

- Msg class

전반적인 메시지 전송을 담당한다. 소프트웨어 요소의 메시지 전송 요청을 받으면 그것을 우선순위 정보를 갖는 HAVi 메시지 형태로 만들고 이 메시지에 대한 정보를 저장한다. MsgScheduling 클래스를 통해 메시지를 우선순위에 따라 분류하고 PopMsg 클래스를 통해 스케줄링해서 목적지로 메시지를 전송하게 한다. 그리고 상대방 노드의 메시징 시스템이 보내는 Ack 가 도달될 때까지 기다려서 전송에 대해 성공과 실패 메시지를 반환한다. 메시지를 수신하는 경우에도 CMM1394 를 통해 수신된 TAM 패킷들을 모아서 하나의 HAVi 메시지를 만들어서 RecMsgScheduling 을 통해 우선순위에 따라 수신용 메시지 큐에 저장되고 RecPopMsg 를 통해 우선순위에 따라 메시지를 목적지 소프트웨어 모듈로 전송되게 한다.

- TAM class

동일한 node 로 전송되는 메시지인지를 구분하고

동일한 node 로 전송되는 메시지인 경우에는 동일한 노드의 메시지 시스템으로 메시지를 전송하고 다른 노드로 전송되는 메시지이면 메시지를 일정한 크기로 잘라서 CMM1394 를 통해 IEEE1394 로 메시지를 전송한다.

4. 성능분석

4.1 실행 환경

제안된 우선순위별 메시지 전송 시스템은 RedHat Linux 와 JDK 1.3 환경에서 Java 를 이용하여 구현하였다. IEEE1394 로 연결된 두개의 HAVi Controller 환경에서 하나의 HAVi Controller 는 우선순위에 따른 메시지를 생성하여 전송하는 소프트웨어 요소를 다른 하나의 HAVi Controller 에는 우선순위에 따라 메시지를 받고 응답 메시지를 보내도록 구성하였다.

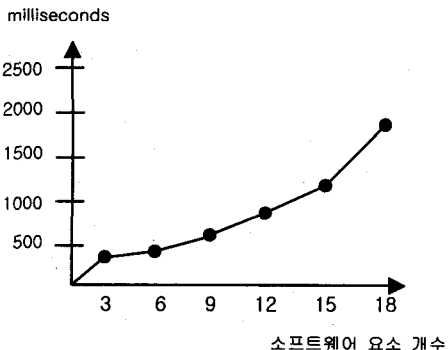
4.2 성능 분석

우선순위별 메시지 전송 시스템의 성능은 우선순위에 따라 메시지를 생성하는 소프트웨어 요소의 개수에 따른 메시지 전달 특성을 관찰함으로써 평가할 수 있다.

일정한 간격으로 일정한 수의 메시지를 발생시키는 소프트웨어 요소를 증가시키면서 기존의 HAVi 메시지 시스템을 사용하였을 경우의 메시지 전송 시간을 계산하였고, 동일한 환경 하에서 우선순위별 메시지 전송 시스템을 사용한 경우의 메시지의 전송 시간을 계산하였다.

메시지를 발생시키는 각 소프트웨어 요소는 10 개의 메시지를 발생시킨다. 우선순위별 메시지 전송 시스템에서는 각 소프트웨어 요소는 서로 다른 세 가지 종류의 우선순위를 갖는 메시지를 발생시킨다.

<그림 3>은 기존의 HAVi 메시지 시스템에서의 메시지 전송 평균 시간이고 <그림 4>는 우선순위별 메시지 전송 시스템을 사용하여 세 가지 종류의 우선순위 메시지를 전송할 때의 우선순위별 메시지 전송 평균 시간을 나타낸다.

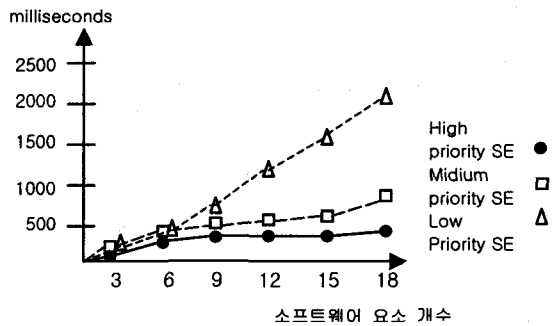


<그림 3> 기존의 HAVi 메시지 시스템에서의 메시지 전송 평균 시간

기존의 HAVi 메시지 시스템에서의 메시지는 평균적으로 메시지를 발생시키는 소프트웨어 요소의 수가 중

가할수록, 즉 메시지의 개수가 증가할수록 메시지의 평균 전송 시간이 증가함을 보인다. 이에 반해 우선순위별 메시지 전송 시스템의 경우에는 세 가지 종류의 우선순위 메시지를 발생하는 SE 의 수를 동일하게 증가시켰음에도 높은 우선순위의 메시지는 가장 작고 일정한 전송 시간을 보인다.

따라서 시급한 메시지의 경우 높은 우선순위를 갖도록 하면 예측 가능한 시간 내에 빨리 메시지를 전달할 수 있다.



<그림 4> 기존의 HAVi 메시지 시스템에서의 메시지 전송 평균 시간

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 최근 관심이 높아지고 있는 HAVi 네트워크 시스템을 소개하고, 기존의 HAVi 메시지 시스템의 문제점과 이를 해결하기 위해 우선순위에 따라 메시지를 전송하는 우선순위별 메시지 전송 시스템에 대해 기술하였다.

그러나 현재는 일반 자바 환경이므로 실시간 기능을 보장하는 데에 한계가 있다. 따라서 좀 더 확실한 우선순위별 메시지 전송을 보장하기 위해서 실시간 자바와 실시간 성이 있는 IEEE1394 에 대한 연구가 더 필요하다.

참고문헌

- [1] HAVi Specification Version 1.1 May 15, 2001
- [2] Rodger Lea, Simon Gibbs, Ravi Gauba, Ram Balaraman "Example by Example", Prentice Hall PTR
- [3] <http://www.1394ta.org/>, "1394 Trade Association"
- [4] Middleware architecture for supporting both dynamic reconfiguration and real-time services 박준호
- [5] Priority Queue-based IEEE1394 Device Driver supporting real-time characteristics 임호상
- [6] From proven office technologies to the intelligent multimedia home