

저전력 플랫폼 환경에서 DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼

권혜인, 강선미*

서경대학교

sunchip798@skuniv.ac.kr, *smkang@skuniv.ac.kr

DDS-based Live video transmission platform in a low-power platform environment

Hyein Kwon, Sunmee Kang*

Seokyeong Univ.

요약

오늘날 사물인터넷(Internet of Things)의 발전으로 발간-구독 방식의 실시간 분산형 통신 미들웨어인 DDS(Data Distribution Service)는 임베디드, 모바일 등의 저전력 소형 디바이스에서의 사용이 가능하도록 경량화 되었다. 본 논문에서는 저전력 플랫폼에서 실시간 영상 스트리밍 데이터에 대한 DDS 통신을 설계하고 QoS설정을 통해 데이터의 전송 품질을 보장할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

I. 서론

4차 산업혁명 시대와 함께 등장한 사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 오늘날 여러 센서를 통해 수집된 데이터를 가공하여 인공지능과 함께 작동하는 지능형 시스템으로 사용된다. 이러한 시스템의 등장과 함께 저전력, 저비용의 소형 디바이스에서의 사용이 증가하였다. 하지만 IoT에서의 통신은 주로 중앙 집중식 통신 방법으로, PC와 같은 일반적인 디바이스에 비해 데이터 공유에 대한 정책 혹은 장애와 같은 성능적인 문제가 발생한다. 따라서 이에 대한 적합한 표준의 프로토콜을 필요로 한다.

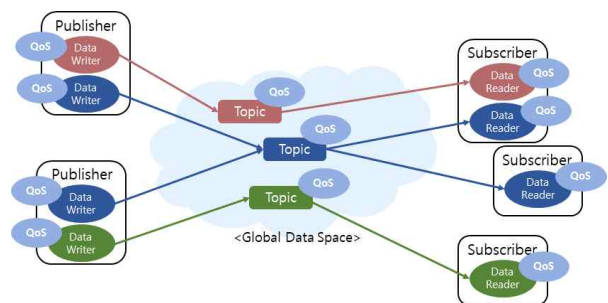
OMG DDS(Object Management Group Data Distribution Service)는 발간-구독(publish-subscribe)방식의 통신 기술로, 확장 가능한 실시간 네트워크 커뮤니케이션 미들웨어 및 프로토콜이다. DDS는 분산형 브로커리스 아키텍처를 지원하며 게시자(Publisher)와 구독자(Subscriber) 간의 원활한 데이터 공유를 가능하게 하고 QoS(Quality of Service) 지원에 따라 신뢰할 수 있는 고성능 및 상호 운용 가능한 데이터 품질을 보장한다. 최근에는 임베디드, 모바일 등의 사물 인터넷 디바이스를 연결할 수 있는 통신기술로 경량화 되었다[1].

본 논문은 OpenDDS를 기반으로 하여 IoT 디바이스에 보편적으로 사용되는 저전력 플랫폼인 라즈베리파이간의 통신 시스템을 제안한다. 스트리밍 영상 데이터에 대한 통신을 실시간 연결 관리를 제공하는 DDS로 통신함으로써 연속적인 데이터에도 안정성을 보여줄 수 있음을 확인한다. 또한 OpenCV와의 연동을 통해 영상데이터에 대한 영상처리가 동일한 플랫폼에서 가능하도록 한다.

II. 배경 지식

2.1 OpenDDS

DDS란 OMG에서 표준화된 데이터 중심의 Publish-Subscribe 방식의 통신 미들웨어로 OpenDDS는 OCI(Object Computing, Inc)사에서 OMG DDS를 구현한 오픈 소스이다. [그림 1]과 같이 OpenDDS는 동일 Domain 내에서 Topic을 통해 DataWriter와 DataReader가 데이터를 주고 받는다.



[그림 1] OpenDDS 동작 방식

통신 방식으로 동작한다. 이때 게시자와 구독자는 DataWriter와 DataReader의 데이터 흐름에 대한 제어 및 제한을 적용한다[2].

QoS는 시스템간의 통신 및 데이터 흐름에 관한 설정, 우선순위를 부여하여 데이터의 전송 품질을 보장한다. OpenDDS에서는 22가지의 QoS를 정의한다.

2.2 OpenCV

OpenCV(Open Source Computer Vision)는 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 인텔에서 개발한 오픈소스 프로그래밍 라이브러리이다[3]. 구현한 플랫폼에서는 OpenCV 라이브러리를 사용하여 웹캠에서 실시간으로 들어오는 영상데이터를 Mat(Matrix)값으로 변환하여 데이터 통신에 사용한다.

2.3 Raspberry Pi 400

Raspberry Pi 400은 Raspberry Pi 4를 기반으로 제작된 특수 키보드로 Raspberry Pi 4의 성능과 사양이 동일한 프로세스로 동작한다[4].

III. DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼

3.1 DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼 설계

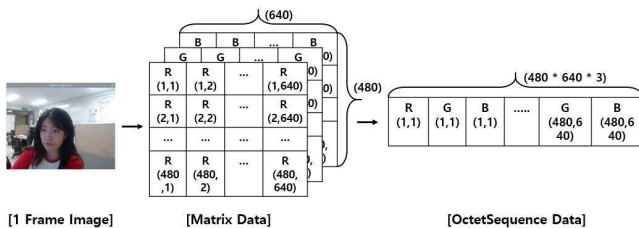
DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼에서의 저전력 환경은 Raspberry

Pi 400, Raspbian version 10이며 통신 미들웨어로는 OpenDDS를 이용해 구현하였다. 통신에 사용되는 데이터는 웹캠을 통해 입력받은 실시간 영상 스트리밍 데이터를 OpenCV로 영상처리 하여 사용하였다.

3.2 영상 데이터 변환

영상 데이터를 입력 및 전송, 그리고 출력하기 위해 데이터의 변환이 필요하다. 데이터의 변환과 더불어 변환된 데이터에 대한 전송이 동일한 플랫폼에서 가능하도록 OpenCV와 OpenDDS를 연동한다.

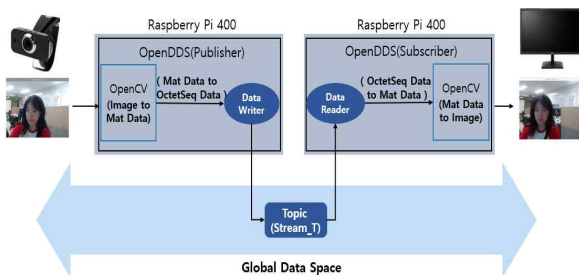
웹캠을 통해 실시간으로 입력되는 영상 데이터는 Publisher안에서 OpenCV 라이브러리에 정의되어 있는 Mat()함수를 이용하여 지정해준 Column과 Row, 그리고 Channel의 종류에 맞춰 [그림 2]와 같이 Matrix 데이터로 변환된다. Matrix 데이터의 각 픽셀은 OpenDDS에서 제공하는 OctetSequence함수에 의해 R(1,1), G(1,1), B(1,1), R(1,2)... 와 같은 순서의 리스트로 변환되며 각 인덱스의 값은 8bit 형태의 2진수 데이터로 저장되어 전송된다. 반대로 Subscriber는 전송받은 데이터를 다시 영상으로 출력하기 위해 위 과정을 역순으로 수행한다.



[그림 2] 영상 데이터 변환

3.3 DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼 동작

OpenDDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼의 동작은 [그림 3]과 같다. 웹캠을 통해 들어오는 영상은 [그림 2]와 같이 데이터의 변환을 거쳐 DataWriter를 통해 GDS(Global Data Space)안의 Topic(Stream_T)에 저장된다. 이후 Subscriber는 DataReader를 통해 받아온 데이터를 [그림 2]의 역순으로 변환하여 영상을 출력한다.



[그림 3] OpenDDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼

3.4 DDS 기반 라이브 비디오 전송 플랫폼 동작 결과

구현된 플랫폼에서 OoS에 대한 설정이 Default인 것을 기준으로 영상 데이터는 Publisher에서 Subscriber로 1초당 약 9.5개의 프레임이 전송된다. 전송될 때의 CPU 및 메모리 사용량은 각각 약 59.75%, 680MB이며 수신된 영상에서 경미한 딜레이가 나타난다. 이에 대한 성능 개선을 위해 OpenDDS에서 정의하는 22가지의 QoS 중, Publishing/Subscribing 하는 데이터를 저장하는 크기와 저장 규칙을 정의하는 HISTORY, 그리고 처리할 수 있는 데이터 샘플링 수를 정의하는 RESOURCE_LIMITS의 값을

[그림 4]와 같이 설정하였다.

변경 결과, Publisher에서 Subscriber로 1초당 약 9.8개의 프레임이 전송되며 CPU 및 메모리의 사용량은 각각 56.75%, 667MB로 변경 전보다 성능이 개선된 것을 확인할 수 있다.

	HISTORY	RESOURCE LIMITS (Max samples per instance)	CPU Usage	Memory Usage
Before	KEEP_ALL_HISTORY_QOS	LENGTH UNLIMITED	59.75%	680MB
After	KEEP_LAST_HISTORY_QOS	100	56.75%	667MB

[그림 4] QoS에 따른 성능 변화

IV. 결론

최근 IoT의 발달과 함께 저전력 디바이스의 사용이 증가하였다. 이에 낮은 성능의 환경에서도 원활한 통신이 가능한 프로토콜이 필요하다. 본 논문에서는 실시간 영상 스트리밍 데이터에 대한 저전력 플랫폼간의 DDS 통신을 설계 및 구현하였다. 구현된 플랫폼을 통해 OpenCV를 이용한 영상데이터 변환이 가능하고 QoS 설정을 통해 데이터의 품질 보장이 가능함을 확인하였다. 향후에는 저전력 플랫폼에 가장 최적의 성능으로 동작할 수 있는 플랫폼 구축을 목표로 DDS 및 QoS에 대해 심화 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생활화학제품 안전관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2020002970006).

참고 문헌

- [1] Slideshare, "DDS IoT", Retrieved May, 13, 2021, from <https://www.slideshare.net/ozturkabdullah/internet-of-things-where-omgs-dds-stands>
- [2] OpenDDS, "PubSub in OpenDDS", Retrieved May, 15, 2021 from https://opendds.org/about/dds_overview.html
- [3] Wikipedia, "OpenCV", Retrieved May, 15, 2021 from <https://ko.wikipedia.org/wiki/OpenCV>
- [4] Raspberry Pi, "Raspberry Pi 400", Retrieved May, 15, 2021 from <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-400/>