

인트라넷 환경에서의 공장자동화를 위한 센서 망 실시간 트래픽 성능 평가

송명규[†], 추영열^{**}

요 약

제조공정 내의 센서 및 계장기기로 부터의 실시간 데이터를 웹 상에서 제공하기 위해 XML (eXtensible Markup Language)에 기반한 통신 서비스 모델을 제안하였다. HTML (Hyper Text Markup Language)은 웹상에 비실시간 멀티미디어 데이터를 표현하는 데는 적합하나 제조 공장에서 발생하는 실시간 데이터를 표현하는 데는 적합하지 못하다. 인트라넷 환경에서 프로세스 데이터의 XML 기반 웹 서비스 적용을 위해 시스템 설계 기준을 제공을 목적으로 통신 서비스의 실시간 성능에 대해 평가하였다. 데이터 표현을 위한 XML 스키마를 제안하고 메시지 길이 증가로 인한 전송 지연과 원 데이터를 정의된 XML 표현으로 변환하는 과정에서 발생하는 처리 지연의 측면에서 시뮬레이션에 의해 성능을 평가하였다. 시뮬레이션에서 XML로의 변환 기능을 수행함에 있어 두 가지 형태의 구현 구조를 가정하였다. 하나는 데이터의 변환이 데이터가 계측기에서 SCC (Supervisory Control Computer)로 전송된 이후 SCC에서 수행되는 구조이고 다른 하나는 데이터가 SCC로 전송되기 전에 계측기에서 변환 과정이 수행되는 구조이다. 두 구조 각각에 대해 20%, 50%, 80%의 부하와 6종의 메시지 길이의 조건 각각을 변화시키면서 성능을 평가하였다. 실험 결과는 Ethernet 100BaseT 네트워크에서 총 트래픽이 7 Mbps 이하인 시스템에서 적용이 가능함을 보여 주었다.

Performance Analysis of Sensor Network Real-Time Traffic for Factory Automation in Intranet Environment

Myoung-gyu Song[†], Young-yeol Choo^{**}

ABSTRACT

In order to provide real-time data from sensors and instruments at manufacturing processes on web, we proposed a communication service model based on XML (eXtensible Markup Language). HTML (Hyper Text Markup Language) is inadequate for describing real-time data from manufacturing plants while it is suitable for display of non-real-time multimedia data on web. For applying XML-based web service of process data in Intranet environment, real-time performance of communication services was evaluated to provide the system design criteria. XML schema for the data presentation was proposed and its communication performance was evaluated by simulation in terms of transmission delay due to increased message length and processing delay for transformation of raw data into defined format. For transformation of raw data into XML format, we proposed two structures: one is the scheme where transformation is done at an SCC (Supervisory Control Computer) after receiving real-time data from instruments, the other is the scheme where transformation is carried out at instruments before the data are transmitted to the SCC. Performances of two structures were evaluated on a testbed under various conditions such as six packet sizes and offered loads of 20 %, 50% and 80%, respectively. Test results show that proposed schemes are applicable to the systems in Ethernet 100BaseT network if total message traffic is less than 7 Mbps.

Key words: XML(엑스엠엘), Intranet(인트라넷), Fieldbus(필드버스), Factory Automation(공장자동화)

※ 교신저자(Corresponding Author): 추영열, 주소: 부산시 남구 용당동 535(608-711), 전화: 051)629-1179, FAX: 051)629-3753, E-mail: yychoo@tu.ac.kr

접수일: 2007년 11월 9일, 완료일: 2008년 5월 19일

[†] 준회원, 동명대학교 컴퓨터공학과 석사

(E-mail: aeugo@tu.ac.kr)

^{**} 종신회원, 동명대학교 컴퓨터공학과 조교수

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITA-2008-C1090-0801-0004)

1. 서 론

공장 및 공정의 자동화 시스템은 다양한 제어시스템, 계측기, 액추에이터 등으로 구성된다. 이들은 각 해당 공정별로 분포되어 분산된 구조를 가지며 이들 간의 유효한 데이터 교환을 위해 통신망으로 연결되어 있다. 이들 통신망의 경우 대규모 시스템에서는 그림 1처럼 계측 및 제어시스템간의 실시간 제어망과 관리 정보를 위한 비실시간 또는 연성 실시간(soft real-time) 관리망으로 구성되어 이들 통신망의 효율성이 전체 공정의 효율성에 많은 영향을 끼친다[1,2].

특히, 시스템의 전체적 성능에 영향을 미치는 실시간 통신망으로 여러 통신 규약들이 제안되었다[3-6]. 그에 따라 서로 다른 통신사양을 지원하는 기기들 간의 호환성이 문제가 됨에 따라 표준화 및 개방형 구조가 제안되었다[7]. 자동화 통신망 관련 국제 표준은 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기표준회의)를 중심으로 IEC에서는 전기, 전자, 정보기술 분야를, ISO에서는 산업 자동화 시스템 등 기타 분야를 담당하고 있다. 최근의 작업 결과로 2000년 IEC TC65/SC65C에서 Profibus, ControlNet, Foundation Fieldbus, Interbus, Swiftnet, WorldFIP, P-net, FF HSE 등으로 구성된 IEC61158 (Digital Communications)을 제안하여 2003년 5월 국제표준으로 발표되었다[8].

한편, Ethernet-TCP/IP 통신망은 Ethernet의 확률적 전송매체 제어 특성으로 해서 예전에는 실시간 공정에 사용이 배제되었으나 Ethernet 스위치 장비의 보편화, 프로토콜의 단순화, 그리고 우수한 호환성으로 해서 실시간 공정에서의 사용이 지속적으로 확대되어 왔다. 그에 따라 다양한 인터넷 서비스를 산업체의 내부망으로 활용코자 인트라넷 환경이 구

축되어 왔으며 그림 1의 관리망에는 대규모 산업체를 중심으로 대부분 도입되어 있다. 이러한 동향은 망간 호환성 등을 위해 제어망에 까지 확산되고 있다. 이때의 기기간 데이터 표현 형식으로 데이터 중심의 표현을 위해 XML (eXtensible Markup Language)이 적용이 데이터의 특성을 고려하여 채택되고 있으며[8] 이러한 응용 사례로 필드버스간의 데이터 교환, 네트워크를 통한 망 장비 관리, 의료정보시스템 등이 있다[9-11]. 제어망에의 적용을 위해서 필드버스 지원 장비들 간의 장비 관리 및 메시지 표현을 위해 표준화가 진행되고 있으나 통신 메시지는 적용되는 자동화 공정별로 공정에 따른 전송 특성이 다르므로 각 장비 관리를 위한 XML 표현과는 별도의 연구가 필요하다. 즉, 공정에 따라 메시지의 길이, 주기적 메시지 (periodic message) 서비스, 간헐적 메시지 (sporadic message) 서비스, 메시지의 실시간성 등의 인자에 따라 네트워크의 성능에 대한 요구사항이 다르게 된다.

[12]에서는 Profibus를 중심으로 XML을 이용한 장비의 표현에 대하여 연구하였으나 통신 메시지의 표현에 대하여 제안하였으나 성능에 대하여는 제시되어 있지 않다. [13]의 경우 빌딩 관리 시스템, 특히 임베디드 시스템에 구현한 드문 사례이나 실시간 시스템 환경이 아니며 성능에 대한 결과는 포함하고 있지 않다. [8]에서 계측기의 통신 메시지에 대해 XML 표현을 제시하고 실시간 공정에의 적용 시 통신 지연에 대한 연구 결과를 제시하고 있다.

그러나, XML 표현형식을 이용한 경성 실시간(Hard real-time)통신에서 XML 적용시 공정 특성에 따른 검증을 위해서는 변환에 소요되는 시간, 즉 처리지연(Processing delay) 시간과 XML로 변환된 메시지의 전송에 소요되는 지연시간, 즉 전송지연(Transmission delay)을 구분하여 성능을 평가할 필요가 있다. 시스템의 측면에서 처리지연은 CPU (Central Processing Unit)의 성능에 좌우되고, 전송지연은 XML로 변환됨에 따라 증가된 메시지의 길이와 통신망의 대역폭에 좌우되기 때문이다. 처리지연의 경우 SCC (Supervisory Control Computer)와 계측기의 성능이 다르므로 어느 곳에서 변환이 이루어지는가에 따라 지연시간이 다르다.

본 논문에서는 공장자동화 시스템 간의 XML 기반 경성 실시간 서비스에서 XML 변환을 위한 시스

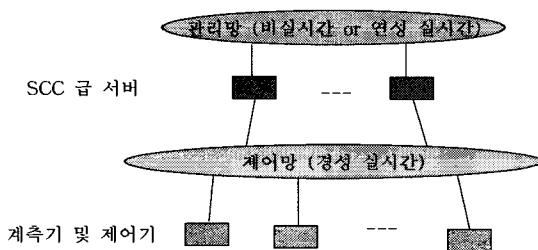


그림 1. 일반적 공장자동화 시스템 구성

템 모델에 따라 처리지연과 전송지연에 대해 0%, 20%, 50%, 80%의 offered load에 따른 성능평가 결과를 제시한다. 성능평가는 실제 자동화 공정의 메시지를 기반으로 하였으며 테스트베드 상에서 시뮬레이션에 의해 수행되었다. 본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 계측기의 측정 정보에 대해서 기술하며, 3장에서는 XML을 이용한 계측 데이터의 schema 설계에 대하여 기술한다. 4장에서는 제안된 두 구조 하에서 성능평가를 위한 시나리오에 대해서 기술한다. 그리고 5장에서는 성능평가 결과에 대해서 기술하고 6장에서 결론을 맺는다.

2. 계측기 측정 정보

계측 데이터의 전송 형태 및 표현 방식을 분석하기 위해 공정 제어를 위주로 하는 철강공장의 실제 계측기 정보를 수집하였다. 데이터를 분석한 결과 각 공정의 데이터는 계측기의 종류는 다르나 관리하는 통신 전문의 형태는 유사함을 알 수 있다. 본 연구를 위하여 압연 공정의 계측기에서 발생하는 데이터를 표본으로 삼아 전문을 분석하였다. 이를 바탕으로 XML 전문의 형태를 정의하였으며, 변환된 XML 데이터의 전송 시간 변화를 확인하기 위한 시뮬레이션에 활용하였다.

본 실험에서 분석된 계측기의 전문은 각각 Slab Width Gauge, Overlap Detector, Camber Gauge, Thickness Gauge, Profile Meter(Scan), Profile Meter(Strip)의 Result 데이터를 사용하였으며, 각 Gauge들의 전문 형태는 표 1과 같다.

그림 2는 테스트베드의 hardware 구성을 나타낸 것이다.

테스트베드는 다수의 계측기를 Client로, 공정의 전체적인 감시 및 제어를 담당하는 SCC를 Server로 하여 모델링하였다. 테스트베드는 Ethernet 100BaseT 망으로 구성하였으며 PC가 SCC와 계측기를 모사한다. Offered Load Generator에서는 XML 통신 이외의 제어망 부하를 발생시켜 Client PC로 전송한다. 이 제어망 부하는 계측기간의 비 실시간 데이터를 모델링한 것이다. 각 계측기는 표 1에 기술된 센싱 데이터를 주기적으로 SCC에 전송한다. 센싱 데이터를 XML 형식으로 변환하는 작업이 계측기에서 수행

표 1. 계측기의 Result 데이터

기기명	데이터 길이	포함된 정보	데이터 갯수
Overlap Detector	60 byte	Transaction Code	6
		Spare	
		First Bar No.	
		Second Bar No.	
		Overlap Length	
Slab Width Gauge	80 byte	Transaction Code	16
		Spare	
		...	
		Min_width_pos	
		Measured_length	
Camber Gauge	130 byte	Transaction Code	24
		Spare	
		...	
		Confidence Gauge #1	
		Confidence Gauge #2	
Thickness Gauge	206 byte	Transaction Code	17
		Spare	
		...	
		Tail blankout	
		Reserve	
Profile Meter (Scan)	2210 byte	Transaction Code	22
		Spare	
		...	
		No. of values Fine Profile	
		Thickness Fine Profile	
Profile Meter (Strip)	8278 byte	Transaction Code	35
		Spare	
		...	
		No. of values Fine Profile	
		Thickness Fine Profile	

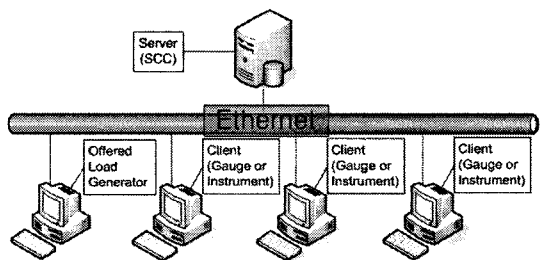


그림 2. Ethernet 기반 테스트베드 구성도

될 경우, Client PC는 Server PC로 XML 형식의 데이터를 전송하고 SCC에서 변환이 일어날 경우 XML 형식이 아닌 계측 데이터를 그대로 전송하여 전송지연시간 및 처리지연시간을 측정한다. 시뮬레이션에서는 전송지연과 처리지연 만을 고려하며 전파지연 (Propagation delay)은 무부하 상태에서 메시지를 전송하여 trun-around 시간을 반으로 나누는 일반적인 방법을 사용하여 측정하였다. 운영체제는 MS Windows를 사용하였다. 비실시간 운영체제를 고려하여 시뮬레이션 프로그램을 제외한 모든 타스크를 종료한 상태에서 성능을 측정하였다.

3. XML Schema 설계

XML 형식의 정의는 실제 공정의 데이터의 통신 전문을 바탕으로 한 [8]의 XML schema를 사용하였다. 루트 엘리먼트인 MeasuredData 아래 Header, GeneralInformation, SpecialInformation, CommunicationProfile의 4 부분으로 구성되며 각각 그림 3, 4, 5, 6, 7과 같다([8] 참조).

4. 실험시나리오

4.1 성능평가 시나리오 및 가정

성능평가를 위한 시스템 환경 전제사항은 다음과 같다.

- 공장망은 Ethernet-TCP(or, UDP)/IP 사양에 따르며 Ethernet 전송속도는 100Mbps를 사용 한다.
- XML 통신 메시지는 Ethernet, TCP/IP 통신규약의 프레임 길이에 따라 fragmentation 된다.
- 한 패킷의 최대길이는 1Kbyte 이다.
- 표1의 데이터에 대해 3장의 XML schema에 따라 XML 형식으로 변환한다.
- 제어망의 비 실시간 통신 대역폭은 부하 발생기 20%, 50%, 80%로 가정한다.
- 각 계측기 데이터의 목적지는 SCC로 한다.
- 계측기와 SCC간 통신 전문은 모두 경성 실시간 메시지로 가정한다.
- 모든 메시지는 주기적 서비스에 의해 처리되는 것으로 가정한다.
- 통신지연시간 = 처리지연 (Processing Delay) + 전송지연 (Transmission Delay) + 전파지연

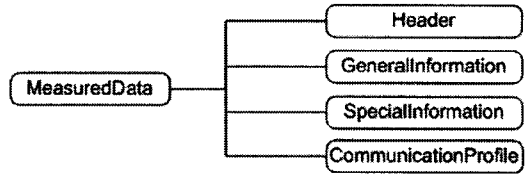


그림 3. MeasuredData schema

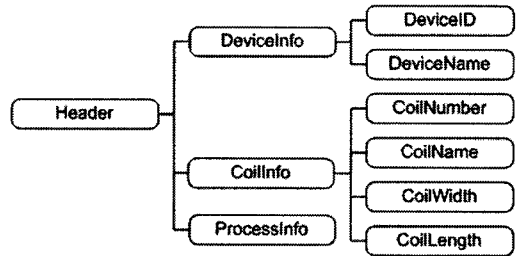


그림 4. Header schema

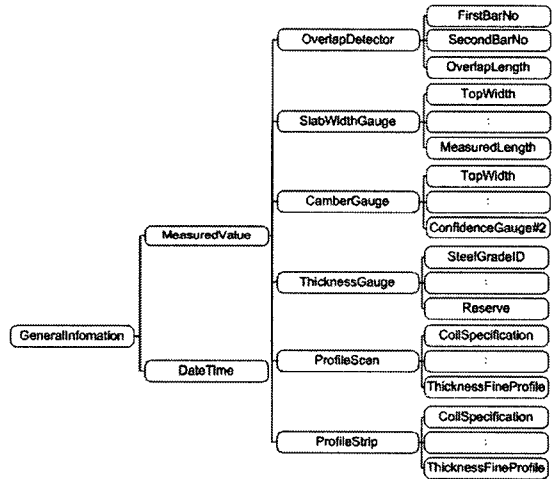


그림 5. GeneralInformation schema

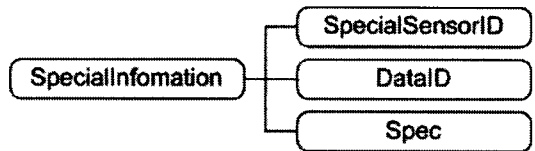


그림 6. SpecialInformation schema

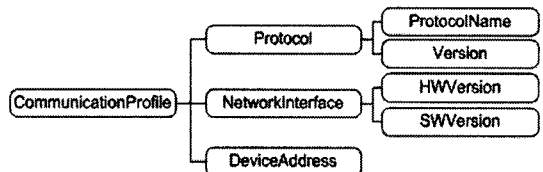


그림 7. CommunicationProfile schema

(Propagation Delay)

- 계측기와 SCC의 system clock은 동기화(synchronization)되지 않은 것으로 가정한다.
- 무부하 상태에서 전파지연시간은 일정한 것으로 가정한다.
- XML 변환 모델은 다음 절의 두 가지 구조를 가정한다.

4.2 모델 1 : XML변환을 계측기에서 수행

이 경우는 신규 장비의 도입이나 각 계측기가 XML 서비스의 지원이 가능한 경우로 계측기의 데이터에 대한 XML 변환이 계측기 자체에서 이루어지고 변환 후 SCC로 전송하는 경우이다. 테스트 시스템의 구성은 그림 8과 같다. 이 모델에서는 XML로의 변환을 위한 처리지연과 변환된 메시지의 길이 증가에 따른 전송지연이 발생한다.

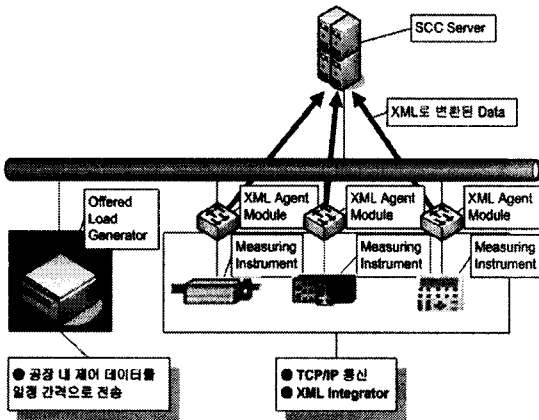


그림 8. XML변환을 계측기에서 수행

4.3 모델 2 : XML변환을 SCC에서 수행

이 경우는 XML 변환 기능을 SCC에서 수행함으로써 계측기의 부하를 덜어주는 경우이다. 기존의 공정 상태에서 인터넷 서비스를 구현하는 migration 단계에 적용되는 것을 고려하였다. 측정된 데이터를 SCC로 전송 후 SCC가 변환을 수행한다. 계측 데이터가 변환없이 전송되므로 전송지연시간은 기존의 구조의 전송지연과 동일하고 SCC에서의 변환을 위한 처리지연시간 만이 별도로 발생된다. 테스트 시스템의 구성은 그림 9와 같다.

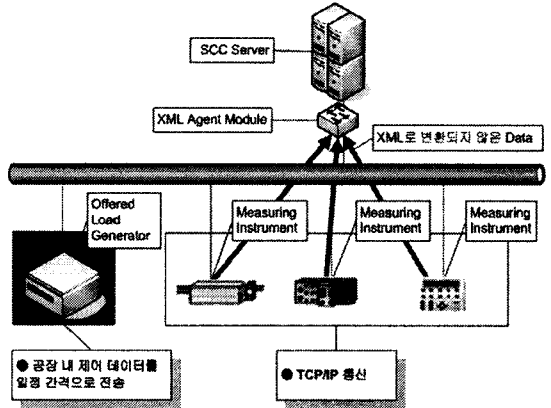


그림 9. XML변환을 SCC에서 수행

5. 실험결과 및 분석

본 실험에서 Offered Load는 계측기 역할을 하는 PC로 보내지며, XML 데이터와 Non XML 데이터의 전송 주기는 5초로 설정하였다. 전송횟수는 50회, 각각의 실험을 5회 실시하여 표준편차가 가장 낮은 데이터의 평균값을 위주로 실험결과를 도출하였다.

5.1 XML 변환 시 데이터 증가율

성능평가를 위한 모델 1과 모델 2를 바탕으로 시뮬레이션을 위해 표 1의 데이터를 3장에서 제시된 XML 형식으로 변환한 결과 전문길이의 증가는 표 2와 같이 나타났다.

표 2에 따르면 Raw 데이터의 길이에 따라 XML 데이터가 비례적으로 증가하지 않는 것을 알 수 있다. 특히 Camber Gauge와 Thickness Gauge의 변환 전후 데이터 크기를 비교해 보았을 때 Thickness Gauge의 변환 전 데이터 크기가 더 큼에도 불구하고 변환 후의 데이터는 Camber Gauge가 더 크다. 이는

표 2. XML 데이터 증가율

Gauge Name	Before	After	Rate
Overlap Detector	60byte	809byte	1348%
Slab Width Gauge	80byte	1224byte	1530%
Camber Gauge	130byte	1882byte	1447%
Thickness Gauge	206byte	1547byte	750%
Profile Meter (Scan)	2210byte	4070byte	184%
Profile Meter (Strip)	8278byte	10689byte	129%

markup language인 XML의 특징으로 인해서 표 1에서 기술한 raw 데이터 전문에서 분할된 segment 수에 종속적이라는 것을 알 수 있다.

5.2 Model 1에 대한 성능평가

이 절에서는 Raw 데이터를 계측기에서 XML 형식으로 변환한 후 SCC로 전송하는 경우의 각 지연시간을 기술한다.

그림 10은 메시지의 길이 증가에 따른 부하율별 XML 데이터의 전송지연시간으로서 괄호 안의 데이터 길이가 XML로 변환하였을 때의 Size이다.

그림 10에 따르면 1Kbyte 내외의 길이를 가지는 데이터에서 1ms 정도의 전송지연이 있다. 또한 부하율별 전송지연의 차이는 크지 않다. 계측 데이터로는 길이가 긴 10Kbyte의 길이에도 2.5ms 이하의 전송지연을 보인다. 길이 1 Kbyte 이하의 데이터에 대하여는 패킷의 fragmentation이 발생하지 않으므로 100 Mbps 대역폭에서 전송지연에 미치는 영향이 크지 않음을 알 수 있다. 변환된 길이를 기준으로 할 때 패킷의 길이에 따른 fragmentation이 부하율보다 전송 지연에 미치는 영향이 크게 나타났다. 이는 노드 수가 많지 않은 경우 충돌이 적으므로 이에 대한 영향보다는 네트워크 인터페이스 카드에서의 패킷을 나누는 과정과 전송 매체를 access하는 데 걸리는 시간이 주요한 인자임을 보여준다.

그림 11은 메시지의 길이 증가에 따른 부하율별 XML 데이터의 처리지연시간을 나타내는 그래프이다.

그림 11에서 Profile Meter (8278byte)의 데이터 처리지연시간이 급격히 증가함을 보인다. 2210byte와 비교하여 데이터 길이가 약 4배 증가함에 따라 처리지연시간도 약 4배의 증가를 보인다. 반면

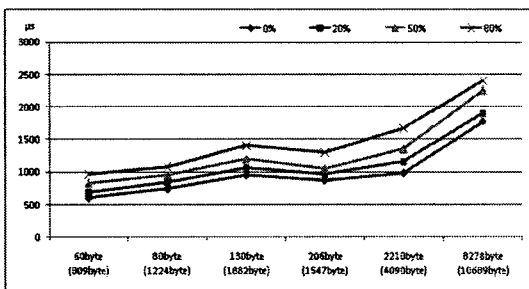


그림 10 . 모델 1의 전송지연시간

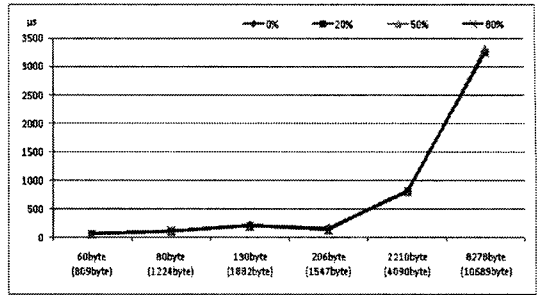


그림 11. 모델 1의 처리지연시간

206byte 이하의 길이에서는 처리지연시간이 큰 차이가 없다. 처리 지연시간은 데이터의 길이에 비례함을 보여준다.

그림 12는 메시지의 길이 증가에 따른 부하율별 XML 데이터 통신지연시간으로 위 전송지연시간과 처리지연시간을 통합한 그래프이다. 두 그래프를 종합하면 짧은 길이의 데이터에서는 전송 지연이 주요한 지연 요소로 작용하고 긴 길이의 데이터에 대하여는 상대적으로 처리 지연이 더 주요한 요소임을 알 수 있다. 짧은 길이의 데이터가 주를 이루는 공장 자동화 시스템에서는 통신 트래픽에 의해 네트워크 및 웹서비스 설계가 가능함을 알 수 있다. 반면 영상 데이터 등을 포함하는 긴 길이의 데이터는 처리 시간과 전송 시간이 함께 영향을 미쳐 다른 노드에서 발생하는 짧은 길이 데이터의 실시간 전송을 저해할 수 있음을 보여준다.

5.3 모델 2에 대한 성능평가

이 절에서는 XML 형식으로의 변환 작업을 SCC에서 수행하는 경우의 통신지연시간을 측정된 결과를 기술한다.

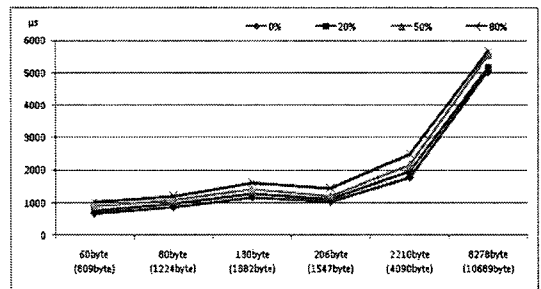


그림 12. 모델 1의 통신지연시간

그림 13은 메시지의 길이 증가에 따른 부하율별 Non XML 데이터의 전송지연시간이다. 2210byte의 메시지에서 전송 지연이 갑자기 증가한 것은 전문의 길이가 길어짐에 따라 fragmentation에 의한 영향으로 판단된다.

그림 14은 메시지의 길이 증가에 따른 XML 형식으로 변환에 소요되는 처리지연시간이다.

모델 2는 XML Agent가 SCC측에 위치하고, Offered Load를 수신하는 기능이 계측기에 있으므로 네트워크 부하율이 SCC에서 발생하는 처리지연시간에 영향을 미치지 못한다. 따라서 모든 데이터의 처리지연시간이 동일하다. 길이 130 byte의 경우 처리 지연시간이 다소 높게 증가한 것은 처리지연시간이 데이터의 길이보다 표 1에 나타난 것처럼 데이터의 개수가 많아 이에 따른 XML로의 파싱에 걸리는 시간이 큰 영향을 미친 것으로 파악된다. 따라서 처리 지연시간은 데이터의 길이 뿐 아니라 항목의 수도 제어망에서의 XML 서비스 구현 시 고려하여야 할 항목임을 알 수 있다.

그림 15는 메시지의 길이 증가에 따른 부하율별 XML 데이터 통신지연시간으로 위 전송지연시간과 처리지연시간을 합한 값이다.

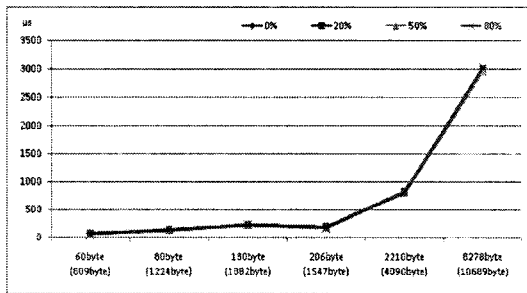


그림 14. 모델 2의 처리지연시간

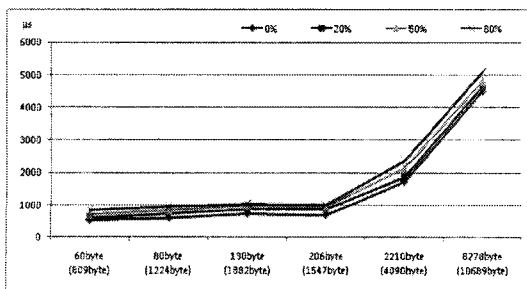


그림 15. 모델 2의 통신지연시간

모델 2의 경우 통신지연의 주요한 요소는 2210byte 이상의 데이터에서는 처리지연, 2210byte 미만의 데이터에서는 전송지연임을 알 수 있다. 그림 13과 그림 14을 같이 검토하면 데이터 길이 60 ~ 206byte의 전문에서는 처리지연시간이 작고 변화가 없어 XML 변환에 의해 발생하는 전문 길이 증가에 따른 전송지연이 전체지연에 주요 영향을 주었고, 길이 2210byte 이상의 전문에서는 처리지연시간이 증가함에 따라 처리지연이 주요한 요소가 됨을 확인할 수 있다. 길이 206byte 전문과 8278byte 전문을 비교하면 변환 후 길이는 1547byte와 10689byte로 길이가 약 7배 증가하였는데 부하율 80%를 제외한 경우에 전송 지연은 약 4배가 증가하였다.

5.4 시뮬레이션 결과 분석

이상의 실험 결과를 분석하여 요약하면 다음과 같다.

- XML Agent를 계측기에 두는 모델 1의 경우 2210byte 미만의 전문에서는 전송지연이, 2210byte 이상의 전문에서는 처리지연이 주요한 통신 지연 요소이다.

- XML 변환 Agent를 SCC에 두는 모델 2의 경우 처리지연시간이 주요한 통신지연 요소이며 2210byte 미만인 전문의 경우 처리지연시간은 300 μ s 이하, 2210byte의 경우 약 800 μ s, 8278byte의 경우는 약 3ms 이다.

- 처리지연, 전송지연 모두 부하율에는 큰 영향을 받지 않는다.

- 처리지연시간과 전송지연시간을 고려할 때 표준안으로의 Migration 단계에서는 SCC에 변환 Agent를 운용하는 것이 효율적이다.

- 변환 후 전문의 길이는 14.5배까지 증가를 보였으며 평균적으로 약 6.7 배의 증가가 예상된다. 그러나 2210byte 미만의 전문에서 처리지연시간은 큰 변화가 없다.

- Offered Load 의 영향은 적으므로 실험환경인 Ethernet 100BaseT를 고려할 때 통상 Ethernet의 부하율을 20% 이하로 관리하므로 20Mbps이하의 전송 부하를 처리할 수 있다.

- 전송지연과 처리지연을 포함한 전체적인 통신 지연의 증가는 길이 2210byte 이하의 전문에서는 2 배 이하의 증가를, 8278byte의 전문에서 최악의 경우도 3배 이하의 증가를 보인다. 따라서 실시간 제어망

이 처리할 수 있는 Traffic량을 20Mbps로 고려하였을 때 기존데이터 량이 2210byte 미만일 경우 10Mbps까지, 2210byte 이상의 경우 약 7 Mbps까지 XML 통신을 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

6. 결 론

본 논문에서는 인트라넷 환경에서의 XML 기반 데이터 서비스를 위해 XML 메시지의 변환을 위한 두 가지 모델을 바탕으로 통신 지연을 전송지연과 처리 지연으로 나누어 각각의 모델별로 시뮬레이션에 의해 성능평가를 수행하고 결과를 분석하였다. 시뮬레이션은 철강공정의 실제 데이터를 바탕으로 모델링하고 테스트베드를 구성하여 테스트베드 상에서 수행되었다.

XML 형식으로 변환하였을 경우 데이터의 Size는 Raw 데이터의 Size에 따라 증가하는 것이 아니라 Markup Language인 XML의 특징으로 인해서 Raw 데이터가 의미하는 Segment의 수에 따라 증가하며, 처리지연시간 차는 Raw 데이터의 Size에 따라 일정 비율로 증가한다. 그러나, 전송지연시간은 데이터의 Size에 따라 일정하게 증가하지는 않는다. 전체 통신지연시간 중 데이터의 크기가 클수록 처리지연시간의 비중이 높고, 데이터의 크기가 작을수록 전송지연시간의 비중이 높다.

본 시나리오의 최대 부하율을 적용 하였을 때 Raw 데이터와 XML 데이터와의 통신지연시간 차는 4ms 였다. 본 연구에서 제안된 방식을 적용하였을 때, Ethernet 100BaseT로 구성된 실시간 공정망 환경에서 최악의 경우 7Mbps, 약 2000byte 미만의 전문일 경우 10Mbps까지 수용이 가능할 것으로 예측된다.

이러한 성능을 고려할 때 전송 전문을 XML 형식으로 변환 시 해당 XML Schema를 데이터 확인의 용이성을 만족함과 동시에 전송지연시간을 최소화할 수 있는 적절한 길이로 설계함이 성능에 미치는 중요한 요소임을 확인하였다. 성능평가 결과를 바탕으로 공정별로 XML 서비스의 적용 한도를 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] Young-yeol Choo and Cheeha Kim, "Periodic

Communication Support in Multiple Access Networks Exploiting Token with Timer," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2662, pp. 141-150, Oct. 2003.

- [2] P. Ferrari, A. Flammini and S. Vitturi, "Performance analysis of PROFINET networks," *Computer Standards & Interfaces*, Vol.28, Issue 4, pp. 369-385, Apr. 2006.
- [3] Sang Geon Park, "Fieldbus in IEC61158 Standard," *Proceedings on the 15th CISL Winter Workshop*, Kushu, Japan, 2002. 2.
- [4] Robert Bosch GmbH, *CAN Specification* ver. 2.0, 1991.
- [5] IEC/SC65C/224/FDIS, *Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 4: Data Link protocol specification*, 1999.
- [6] PROFIBUS International, *PROFIBUS Specification - Normative Parts - Part 4: Data Link Layer Protocol Specification*. ver. 1.0. 1997.
- [7] E. Carpanzano and F. Jovane, "Advanced Automation Solutions for Future Adaptive Factories," *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol.56, Issue 1, pp. 435-438, 2007.
- [8] 추영열, 송명규, "실시간 공정 데이터를 위한 XML 기반 네트워크 서비스," 제어,로봇,시스템 학회 논문지, 제 14권, 제 2호, pp. 184-190, 2008.
- [9] 이민경, 정재현, 전종훈, 유수영, 김보영, 최진욱, "The LEX System : HL7을 사용하는 전자 의무기록의 효율적인 교환과 공유를 위한 XML 기반 통합의료환경의 구축," 정보처리학회논문지 D 제9-D권 제5호, pp. 769-778, 2002. 10.
- [10] 최미정, 오정민, 홍원기, "네트워크 관리를 위한 XML 기반 관리 에이전트," *KNOM Reveiw*, Vol.6, No.1, pp. 59-68, June 2003.
- [11] Torsten Klie, Frank Strauß, "Integrating SNMP Agents with XML-Based Management Systems", *IEEE Communications Magazine*, pp. 76-83, July 2004.
- [12] 문용선, 이명복, 정철호, "필드기기 통합구성을

위한 XML 적용에 관한 연구,” *Journal of Control, Automation and Systems Engineering*, Vol.11, No.8, pp. 733-739, August 2005.

- [13] 김태국, 장형준, 박귀태, “지능형 빌딩 시스템을 위한 임베디드 웹 서버와 XML 웹 서비스 구현,” *Journal of Control, Automation and Systems Engineering*, Vol.13, No.12, pp. 1167-1172, 2007.



송 명 규

2006년 2월 동명대학교 컴퓨터공
학과졸업
2008년 3월 동 대학원 석사 졸업
관심분야 : XML, Ajax, Database,
Software Engineering



추 영 열

1986년 2월 서울대학교 제어계측
공학과졸업
1988년 2월 동 대학원 석사
2002년 2월 포항공과대학 박사
1988년 6월~1994년 6월 포항산
업과학기술연구원 선임
연구원
1994년 7월~2002년 8월 포스코 기술연구소 책임연구원
2002년 9월~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 조교수
2005년 1월~7월 독일 Fraunhofer IESE Visiting
Scientist
2006년 11월~현재 U-Port ITRC 센터장
관심분야 : USN, Ambient Intelligence, 컴퓨터통신, 공
장자동화, 네트워크 보안