

실시간 공정 데이터를 위한 XML 기반 네트워크 서비스

XML-Based Network Services for Real-Time Process Data

추영열*, 송명규

(Young-yeol Choo and Myoung-gyu Song)

Abstract : This paper describes a message model based on XML (eXtensible Markup Language) to present real-time data from sensors and instruments at manufacturing processes for web service. HTML (Hyper Text Markup Language) is inadequate for describing real-time data from process control plants while it is suitable for displaying non-real-time multimedia data on web. For XML-based web service of process data, XML format for the data presentation was proposed after investigating data of various instruments at steel-making plants. Considering transmission delay inevitably caused from increased message length and processing delay from transformation of raw data into defined format, which was critical for operation of a real-time system, its performance was evaluated by simulation. In the simulation, we assumed two implementation models for conducting the transformation function. In one model, transformation was done at an SCC (Supervisory Control Computer) after receiving real-time data from instruments. In the other model, transformation had been carried out at instruments before the data were transmitted to the SCC. Various tests had been conducted under different conditions of offered loads and data lengths and their results were described.

Keywords : XML, system integration, fieldbus, process automation

I. 서론

인터넷과 웹 기술의 발달과 함께 고객의 서비스 요구도 질적으로 심화되고 있다. 제조업에 있어서도 고객의 주문 제품에 대해 현재의 제조 진행 정도, 완제품 이전 제품의 상태, 품질정보 등에 대해 고객에게 정보를 제공코자하는 노력이 소재 산업 등 중간재 제조 공정 전 분야에 요청되고 있다. 또한, 대규모 제조공정의 경우 전후 공정의 조업자 및 설비 관리자에게 현 공정의 데이터를 인터넷을 통해 제공하려는 노력이 일반화되고 있다. 이를 위해서는 제어용 네트워크로 연결된 계측제어 장비에서 생산되는 데이터의 웹 서비스가 필요하며 네트워크의 성능이 데이터의 서비스를 위한 주요 고려 요소가 된다. 자동화 및 공정제어 시스템은 대부분 분산형 구조로 되어있어 이들 간의 효율적 데이터 통신이 공정 제어 성능에 영향을 준다[1]. 이러한 산업용 통신망에서 요구되는 실시간 처리 성능의 만족을 위해 여러 통신 프로토콜들이 제안되었다. 그에 따라 서로 다른 통신사양을 갖는 기기들 간의 호환성 제공을 위해 표준화가 요청되었다. 현재 산업 통신망 관련 국제 표준은 ISO(국제표준화기구)와 IEC(국제전기표준회의) 두 단체에서 추진 중이다. 양 기관은 상호 협력주의를 기반으로 IEC에서는 전기, 전자, 정보기술 분야를, ISO에서는 산업 자동화 시스템 등 기타 분야를 각각의 활동범위로 채택하고 있다. 양 기관에서 발표한 최근의 산업용 네트워크 표준으로는 지난 2000년에 IEC TC65/SC65C에서 IEC61158(digital

communications)로 발표되었으며, Profibus, ControlNet, Foundation Fieldbus, Interbus, Swiftnet, WorldFIP, P-net, FF HSE 등으로 구성되었다. 이들 필드버스 표준들은 지속적인 논의를 통해 2003년 5월 공식적인 국제표준으로 발표되었다. 또한 IEC TC65/SC65C/WG6에서는 IEC61784-1 규격으로 '필드버스(Fieldbus)'를 채택하였으며, 최근 WG11을 통해 추가된 IEC61784-2 규격으로 '리얼 타임 이더넷(real time ethernet)'을 선정했다. ISO에서는 개방형 구조를 지향하는 오픈 프레임워크 표준을 ISO TC184(산업자동화통신망표준)/SC5(구조 및 통신)/WG5(open framework)에서 준비하여 2003년 10월 ISO15745(open framework)로 공표하였다. ISO15745는 2006년 현재 Part1에서 Part5까지 발표되었으며, 총 16개의 개방형 통신 네트워크 프로토콜들이 표준으로 채택되었다. 특히 Part5는 지난 3월에 ISO15745-5로 최종 승인되었다. Part5에는 PROFINET, MODBUS TCP, Ethernet Powerlink, EtherCAT, CC-Link 등 5개 프로토콜 항목이 포함되었다[2]. 이는 산업용 오토메이션 시스템의 애플리케이션 통합 프레임워크 시리즈 규격의 완결판이라 할 수 있다.

이로써 2006년 현재 개방형 구조의 산업용 네트워크는 총 16개의 프로토콜이 국제 표준으로 완결된 상태이다.

이와 같이 네트워크와 하드웨어 분야의 표준화는 필드버스를 필두로 활발하게 진행되어 거의 완료된 상태인 반면, 산업 제품의 품질 향상을 위해서 필수적인 계측기와 제어 시스템 사이의 효율적인 정보 교환을 위한 공정데이터의 표준화는 위 수준에 미치지 못하는 실정이다.

이러한 표준화와 분산되어 있는 각 장비의 관리를 위한 방안으로 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 이용하여 네트워크를 통해 상태정보를 관리하는 방법이 있으나, 이 방법은 확장성과 효율성에서 제한을 가지는 단점이 있고, 네트워크 측면의 표준 기법이므로 계측기에 적용을

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 9. 21., 채택확정 : 2007. 12. 21.

추영열, 송명규 : 동명대학교 컴퓨터공학과

(aeugo@tu.ac.kr/yychoo@tu.ac.kr)

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITA-2006-C1090-0701-0004)

위해서는 별도의 데이터 표현 방식이 요구된다. 또 다른 방안으로 내장형 웹 서버를 구현하여 서비스를 제공하는 방법이 있으나, 웹 서비스의 근간이 되는 HTML은 presentation 위주의 언어이므로 data 중심인 계측기 정보에 대한 적용은 적합하지 않다. 이러한 단점을 해결할 수 있는 방안으로 이기종 간의 데이터 통합에 유리한 장점을 가진 XML (eXtensible Markup Language)을 이용한 관리 방법이 제안되고 있다. 그러나 계측기 데이터 통합을 위한 XML 기반의 데이터 형식은 아직 표준화되거나 구현된 사례가 없다. 이에 본 논문에서는 XML 기반의 계측기 데이터 표현을 위한 형식을 제안한다. 형식의 통일된 제안을 위해 다양한 계측기가 활용되고 있는 철강 공정의 실시간 계측 데이터의 특성을 분석, 표준화 하였다. 실시간 데이터를 XML 형식으로 변환하는 작업의 수행을 위해서는 두 가지 처리 모델을 제안하였다. 첫 째는 변환작업을 SCC(Supervisory Control Computer)에서 수행하는 구조이고, 둘째는 계측기 자체에서 변환 후 SCC로 전송하는 구조이다. 제안된 XML 형식으로 데이터를 변환하여 전송할 경우 변환 과정에서의 처리 지연과 전송 프레임의 길이 증가에 따라 전송지연이 발생한다. 따라서 이의 적용을 위해서는 XML로의 변환에 따른 처리 지연 및 전송지연에 대한 분석이 요구된다. 각 구조 하에서 발생하는 시간 지연이 실시간 시스템의 성능에 미치는 영향을 평가하기 위해 시뮬레이터를 구축하여 성능 평가를 수행하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 XML의 기술적 특징과 XML을 이용한 표준화 연구동향에 대해 요약하고, 3장에서는 XML을 이용한 계측기 데이터의 스키마 설계에 대하여 기술한다. 4장에서는 성능 평가를 위한 시뮬레이터의 설계와 구현에 대해서 기술한다. 그리고 5장에서는 제안된 두 구조 하에서 성능평가를 위한 시나리오와 성능평가 결과에 대해서 기술한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

II. 이론적 배경

계측기의 측정 정보를 효율적으로 표현 및 관리하기 위한 요구사항으로는 플랫폼 독립성과 언어의 확장성, 데이터 확인의 용이성, 데이터의 유효성 검사가 가능해야 한다. 또한 이전의 기술을 재사용할 수 있고 기존의 사용자가 거부감 없이 새로운 기술을 습득할 수 있도록 해야 하며, 급속한 발전을 이루고 있는 산업용 이더넷 환경에서 사용할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항을 충족시킬 수 있는 가장 적합한 기술로는 W3C(World Wide Web Consortium)에서 HTML과 SGML의 한계를 극복하기 위해 정의한 XML (Extensible Markup Language)과 그 관련 기술이 두드러진 두각을 보이고 있다[3]. XML은 인터넷의 상호 호환성을 보증하기 위한 웹 기술로 산업용 이더넷 환경에서 발전하고 있는 웹 기반 어플리케이션에서 사용하기에 가장 적합하다. XML의 가장 큰 특징은 미리 정의된 요소가 없어 확장성이 뛰어나며, 스타일 정보와 데이터 정보를 분리함으로써 데이터베이스의 정렬과 데이터 전송을 쉽고 빠르게 할 수 있다는 점이다.

1. 관련연구

1.1 SNMP MIB의 XML변환

라우터나 허브 등 네트워크 기기의 관리 정보를 보다 효율적이고 쉽게 관리하기 위한 방안으로 만들어진 프로토콜인 SNMP는 급속도로 발전하는 네트워크 기술에 따라 무한정 증가하는 데이터를 처리하기에는 그 확장성과 효율성에서 제한을 가지고 있는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하여 방대한 네트워크에서 발생하는 많은 관리 정보 데이터를 효율적으로 전달하고 처리하기 위한 방안으로 XML을 이용하고자 하는 연구가 시도되고 있다.

XML 기반의 네트워크 관리 시스템은 그 언어적 특징으로 인해 확장성에 대해서는 장점을 가지지만 이미 SNMP를 기반으로 개발된 네트워크 관리 에이전트를 탑재한 장치들을 직접 수용하지 못하는 문제점이 있다. 따라서 XML 기반 네트워크의 장점을 활용하면서 기존의 SNMP 에이전트를 통합하여 관리할 수 있는 방안이 초점이 맞춰진 연구가 활발하다[4-6].

1.2 HL7

다양하고 상이한 양식으로 저장되어 있는 환자들의 의료 정보 시스템간 데이터 교환을 위한 프로토콜인 HL7은 서로 다른 시스템공급자에 의해 개발된 운영체제, 데이터베이스, 컴퓨터 어플리케이션과 무관하게 정보교환을 가능하게 하는 장점을 가지고 있다. 이러한 HL7 기반의 인터페이스를 이용한 환자의 의료 정보 공유 시스템은 현재 미국, 영국, 독일, 호주 등 전 세계적으로 활발히 적용되고 있다.

기존의 의료 정보 시스템의 경우 각각의 병원들이 의료 정보를 직접적으로 공유하기 때문에 정보를 공유하고자 하는 모든 병원은 서로간의 직접적인 통신망이 구축되어 있어야 한다. 반면 복잡한 통신망을 구축할 수 없는 작은 병원이나 보건소, 의료원등의 소규모 의료 기관들은 효율적인 정보교환이 불가능한 한계가 있다. 또한 직접적인 통신망이 구축된 환경이라 할지라도 정보를 공유하고자 하는 병원이 증가하는 것에 비례하여 점차 복잡해지는 통신망의 구조에 따른 효율적인 의료정보의 교환 및 공유가 힘들어진다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 병원들이 보유하고 있는 HL7 기반의 의료정보를 보다 효율적으로 저장하고 관리할 수 있는 XML 저장 관리 시스템에 대한 연구가 활발하다[7]. 그러나 HL7에서는 환자의 진료 정보 교환을 목적으로 하여 실시간 공정 내 계측기기간의 정보 교환을 위한 목적에 사용하기는 부적합하다.

1.3 필드버스에서의 XML 적용 동향

산업현장의 분산제어시스템은 실시간 통신 네트워크인 필드버스를 이용하여 필드 지역에 설치되어 있는 지능형 필드기기의 모니터링 기능뿐 아니라, 측정신호를 보다 정확하고 효율적으로 처리, 저장 및 관리하는 등 더욱 향상된 기능을 수행한다. 이러한 기능들을 수행하기 위해서는 필드기기의 논리적 구조 및 기능을 표현하는 DD(Device Description)를 중앙제어시스템에 제공해야 하며, DD는 C 언어 기반의 DDL(Device Description Language)로 기술되고, 필드기기의 자체 기능 및 파라미터의 정보를 포함한다. 이러한 DD 기술은 필드버스 기술에 종속적이며, 네트워크 설정과 필드기기의 기능 및 파라미터 설정은 벤더에서 제공

한 구성 소프트웨어에 따라 독자적인 데이터 형식을 갖추고 있기 때문에 구성 데이터를 확인하기 위해서는 벤더에서 제공하는 소프트웨어만을 사용해야 한다. 또한 산업용 실시간 제어 네트워크로 발전하고 있는 이더넷환경에 적합한 표준화된 데이터 형식을 갖추고 있지 않다[8]. 즉, 웹 기반 어플리케이션에서 사용하기 위한 표준화된 데이터 형식을 갖추고 있지 않다. 이더넷을 산업용 제어 네트워크로 사용할 경우 사무 환경의 원격 시스템에 접근이 가능하며, 다중 데이터베이스의 공유 및 접근 등 사무자동화 환경과 산업용 제어 네트워크와의 연결이 쉬워진다. 이를 위해서는 필드기기의 자체 기능 및 파라미터를 표현하는 DD기술을 필드버스에 종속적이지 않고 구성 데이터의 동일한 구조 및 형식을 갖출 수 있어야 할 뿐만 아니라 산업용 이더넷 환경에서도 적합한 데이터 형식을 갖춰야 한다. 이것은 벤더에 독립적인 개방형 제어시스템 구현을 위한 기본적인 요구이다.

이러한 노력의 일환으로 [9]에서는 공정제어의 목적은 아니지만 인터넷 상의 통신을 위하여 메시지 형식을 제안한 바 있으며 [10]에서는 필드기기의 데이터를 이더넷 환경의 웹 기반 어플리케이션에서 XML기술을 이용하여 통일된 데이터 형식으로 표현이 시도되었다. 그러나 필드버스에서의 XML 적용은 상이한 필드버스 사양의 통합에 중점을 두고 있어 계측기간 정보 교환을 위한 메시지 형식에 대한 정의는 아직 미흡하다.

III. XML 데이터 스키마

계측기간 프로세스 데이터를 웹을 이용해 서비스하기 위해서는 XML 형식으로 변환하여야 한다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이 제어 공정에서의 계측기 데이터의 통신을 위한 XML 형식에 대하여는 아직 표준화된 바 없으며 구현된 사례가 없다. 본 논문에서는 제어공정에서의 실시간 계측기 데이터 표현을 위한 XML 형식의 정의를 위해 실제 공정의 데이터와 통신 전문가를 조사, 분석하여 이를 바탕으로 다음과 같이 XML 스키마를 설계, 제안한다.

1. MeasuredData 정보

MeasuredData 엘리먼트는 계측기와 SCC간에 전송되는 데이터의 전체 내용을 포함하는 엘리먼트로서 그림 1과 같이 Header, GeneralInformation, SpecialInformation, CommunicationProfile의 네 부분으로 구성된다.

2. Header 정보

Header 엘리먼트는 계측기 정보의 기본이 되는 계측기의 ID와 이름을 포함하고 있으며, 또한 제품의 번호, 이름, 폭,

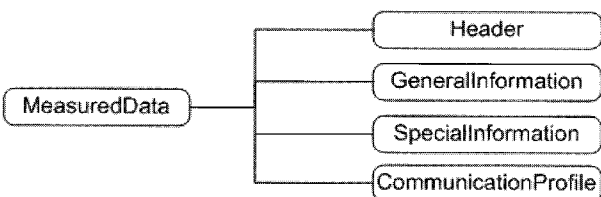


그림 1. MeasuredData 스키마.
Fig. 1. MeasuredData schema.

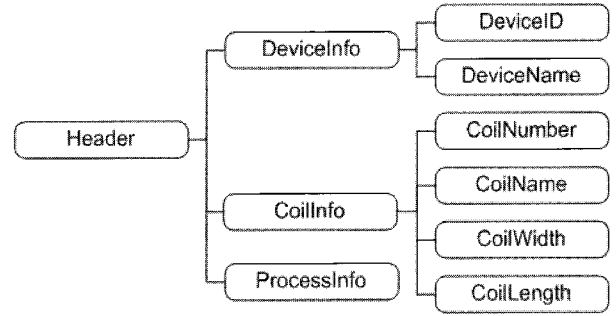


그림 2. Header 스키마.
Fig. 2. Header schema.

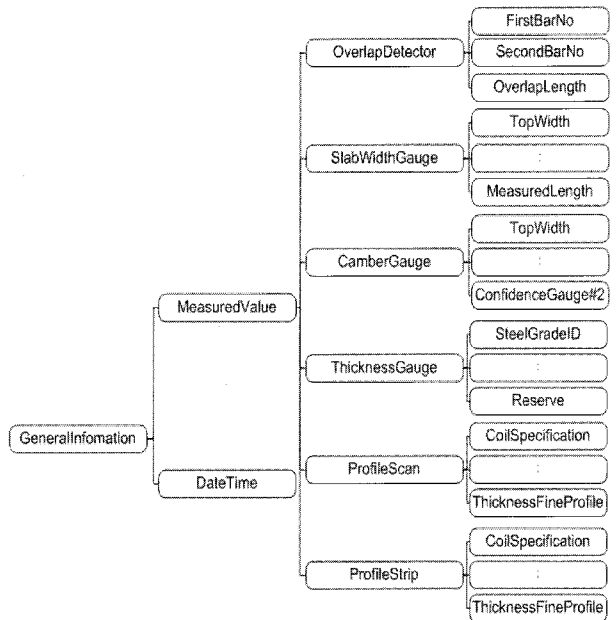


그림 3. GeneralInformation 스키마.
Fig. 3. GeneralInformation schema.

길이 정보를 나타내는 코일 정보와 해당 제품이 어떠한 공정에서 가공 중인지를 나타내는 공정정보를 포함하고 있다.

그림 2는 계측기 정보, 코일 정보, 공정 정보를 포함한 Header 엘리먼트의 스키마 구조를 나타내고 있다.

3. GeneralInformation 정보

GeneralInformation 엘리먼트는 각 계측기들의 필수 계측 정보를 포함하는 엘리먼트로서 Overlap Detector, Slab Width Gauge, Camber Gauge, Thickness Gauge, Profile Meter(scan), Profile Meter(strip)등과 같은 계측기들의 필수 계측 정보를 포함하는 구조로 구성하였다. 또한 계측 정보가 측정된 시각을 포함함으로써 해당 정보의 발생 시간을 인지할 수 있도록 하였다.

그림 3은 계측기들의 필수 계측 정보를 나타내는 GeneralInformation 엘리먼트의 스키마 구조이다.

4. SpecialInformation 정보

사진이나 기타 이미지 정보를 포함하는 계측기의 경우 해당 사진과 이미지에 대한 자세한 정보를 필요로 한다. 또한 자기 자신만의 특별한 정보를 포함하는 계측기들이 존

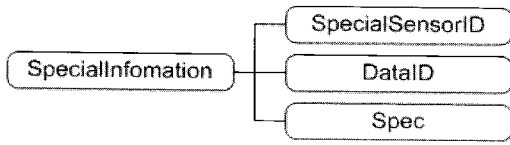


그림 4. SpecialInformation 스키마.
Fig. 4. SpecialInformation schema.

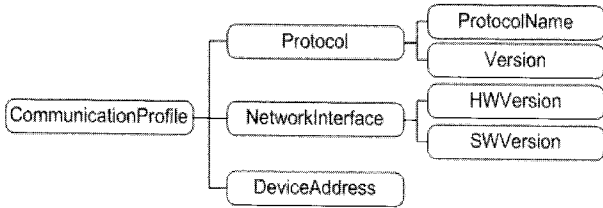


그림 5. CommunicationProfile 스키마.
Fig. 5. CommunicationProfile schema.

재하는데, 이러한 경우의 정보를 나타내는 엘리먼트가 SpecialInformation 엘리먼트이다. 특수 계측기의 ID, 데이터 명, 데이터 관련 특별 사양 등을 포함한다. 특수 계측기가 아닌 경우 이 필드는 생략할 수 있다.

그림 4는 SpecialInformation 엘리먼트의 스키마 구조이다.
5. CommunicationProfile 정보

CommunicationProfile 엘리먼트는 계측기와 SCC간의 네트워크와 관련된 정보를 포함하는 엘리먼트로서 해당 스키마의 구조는 그림 5와 같다.

필드버스 등의 종류에 따라 프로토콜, 네트워크 인터페이스 카드의 하드웨어, 소프트웨어 버전, 접속된 계측기의 ID (address) 등을 포함함으로써 설비 관리자의 관리 기능의 편의를 고려하였다.

IV. 시뮬레이터 설계 및 구성

1. 시뮬레이터 구성

계측기에서 발생하는 원형 계측데이터를 XML Format으로 변환하여 네트워크에서 전송하였을 때 변환과정에서의 처리지연이 발생되고 설계된 XML 형식으로 표현 시, 메시지 길이가 증가하므로 전송지연이 늘어날 것이다. 이는 실시간 시스템의 성능에 중요한 영향을 미친다. 예상되는 성능 저하를 비교하기 위하여 시뮬레이터를 구현하였다. 시뮬레이터 개발은 Windows 운영체제하에서 진행하였으며, 시뮬레이터의 핵심인 XML Parser는 Microsoft사의 Internet Explorer에 기본으로 내장되어 있는 MSXML Parser를 사용하였다. 개발 언어는 .NET Framework 환경의 C#을 사용하였다.

그림 6은 시뮬레이터를 구성하는 각 클래스들의 다이어그램이다. 그림 7은 테스트베드의 hardware 구성을 나타낸 것이다. 공정은 다수의 계측기를 Client로, 공정의 전체적인 감시 및 제어를 담당하는 SCC (Supervisory Control Computer)를 Server로 하여 모델링하였다. 전체 네트워크는 이더넷으로 구성하였으며, offered load generator에서 XML 통신 이외의 공장망 부하를 발생시켜 client PC로 전송하고,

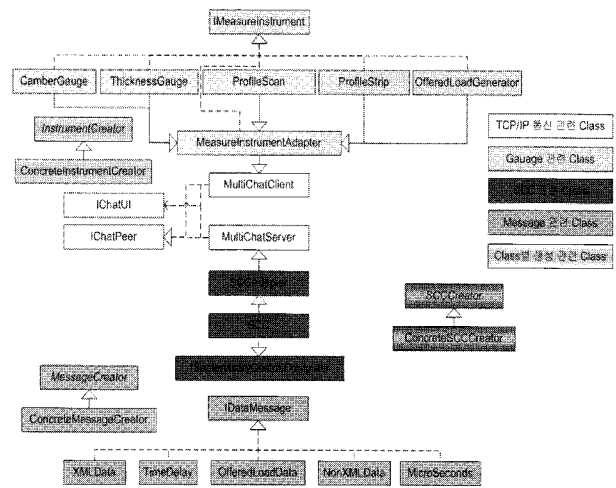


그림 6. 시뮬레이터 클래스 다이어그램.
Fig. 6. Simulator class diagram.

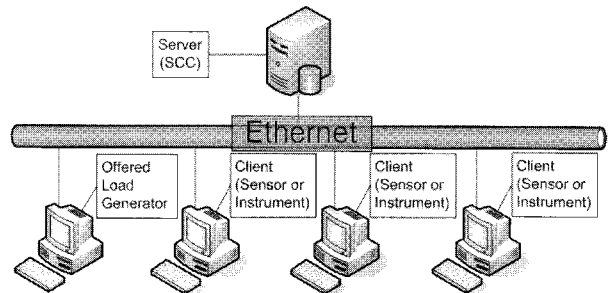


그림 7. 시뮬레이터 H/W 구성.
Fig. 7. Simulator H/W formation.

client PC는 server PC측으로 XML로 변환한 데이터와 XML로 변환하지 않은 데이터를 전송하여 전송지연 및 처리지연을 측정한다.

V. 성능평가

1. 성능평가를 위한 시나리오의 개요 및 목표

성능평가를 위한 시스템의 환경은 다음과 같이 가정하였다.

- XML 통신 메시지는 일정 길이를 갖는 packet 형태로 전송 된다.(809byte, 1224byte, 1547byte, 1882byte, 4070byte, 10689byte)
- 계측기와의 XML 통신 이외의 공장망 부하는 별도의 부하 발생기(Offered load generator)에서 모델링하여 발생시킨다.(20%, 50%, 80%)
- 각 계측기의 데이터의 목적지는 SCC로 한다.
- 성능 측정을 위해 계측기 내에서 발생하는 데이터는 모두 실시간 데이터로 모델링한다. (비 실시간 데이터의 경우 부하발생기로 모델링 가능하며, 의미 있는 측정 성능이 없음)
- 공장망은 Ethernet-TCP(or, UDP)/IP protocol stack을 갖는다. Ethernet 전송속도는 100Mbps로 한다.
- 통신지연시간 = 처리지연 (processing delay) + 전송지연

(transmission delay)+전파지연 (propagation delay)

- 계측기에서 생성되는 모든 메시지는 발생 시의 system time 값을 포함한다.

2. 계측기 측정 정보

본 시뮬레이션을 위해 분석된 계측기의 전문은 각각 Overlap Detector, Slab Width Gauge, Camber Gauge, Thickness Gauge, Profile Meter(scan), Profile Meter(strip)의 Result Data를 사용하였으며, 각 Gauge들의 데이터 사이즈와 측정 정보의 종류를 나타내는 segment 수는 표 1과 같다. Overlap Detector의 전체 데이터 사이즈는 60byte이며, segment의 수는 6개이다. Slab Width Gauge의 전체 데이터 사이즈는 80byte이고, segment 수는 16개이다. Camber Gauge의 전체 데이터 사이즈는 130byte이며, segment 수는 24개이다. Thickness Gauge의 전체 데이터는 206byte이며, segment 수는 17개이다. Profile Meter(Scan)의 전체 데이터 사이즈는 2210byte이며, segment 수는 22개이다. Profile Meter(strip)의 전체 데이터 사이즈는 8278byte이며, 35개의 segment를 가진다.

3. XML 변환 agent 모델

계측기 측정 정보를 XML로 변환하는 기능을 어디에 두는 것이 효율적인가 하는 문제와 관련하여 다음과 같이 두 가지 형태를 제안하여 실험하였다.

- 계측기 측에 두는 구조
- SCC에 두는 구조

현재의 시스템의 성능으로 볼 때, 계측기의 처리능력 및 메모리 자원이 XML 형식에서의 변환 및 처리를 충분히 수행할 수 있는 것으로 가정하였다. XML 형식으로 처리함에 따라 발생하는 부하를 기존의 통신 및 처리 부하와 비교하기 위해서는 변환이 없을 때의 순수한 통신 지연의 측정이 요구된다. SCC와 계측기 간의 무부하 통신지연시간을 확인하기 위하여 계측기에서 측정된 데이터를 XML 형식으로 변환하지 않고 SCC로 전송하여 전송지연을 측정하였다. 즉, XML로 변환된 데이터 전송 시간에서 무부하 통신 지연을 빼면 XML 변환으로 인한 처리지연 및 전송지연을 계산할 수 있다. 시스템의 구성은 그림 8과 같다.

성능평가를 위한 시뮬레이션에서 전송지연 및 처리지연 시간은 다음과 같이 측정한다. 그림 9와 같이 각 루틴의 시작점과 종료점에서 시간측정과 관련된 함수를 호출하여 각 시나리오별 통신지연시간을 측정하였으며, 시간측정과 관련된 함수로는 micro second까지 측정이 가능한 high-resolution

표 1. 계측기의 데이터 사이즈와 segment.

Table 1. Data size and segment of gauge.

Device Name	Data Size	Segment
Overlap Detector	60byte	6EA
Slab Width Gauge	80byte	16EA
Camber Gauge	130byte	24EA
Thickness Gauge	206byte	17EA
Profile Meter(Scan)	2210byte	22EA
Profile Meter(Strip)	8278byte	35EA

timer인 QueryPerformanceFrequency와 QueryPerformanceCounter 함수를 이용하였다. 이러한 함수들을 이용하여 SCC 요청 데이터의 turnaround time(평균, 최대값, 최소값, 표준편차)을 측정하였다.

3.1 XML 변환 agent를 계측기 측에서 운용

이 경우는 계측기내에 XML 변환 agent를 두고 측정 데이터를 변환한 후 SCC로 전송하는 경우이다. 테스트 시스템의 구성은 그림 10과 같다. 이 경우 XML로의 변환을 위한 처리지연과 변환된 메시지의 길이 증가분 만큼의 전송 지연이 발생한다.

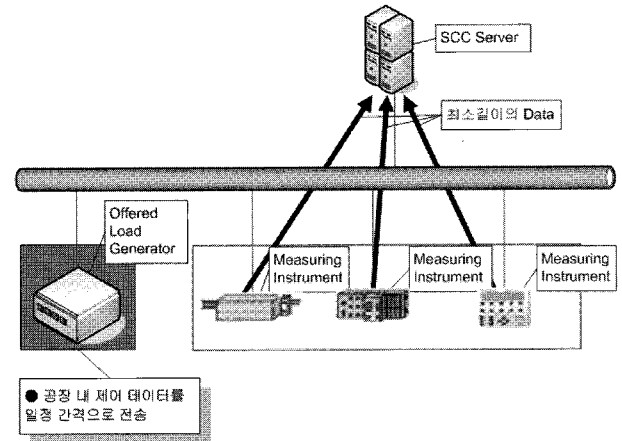


그림 8. 최소 길이의 data 전송 모델.

Fig. 8. Data transmission model of minimum length.

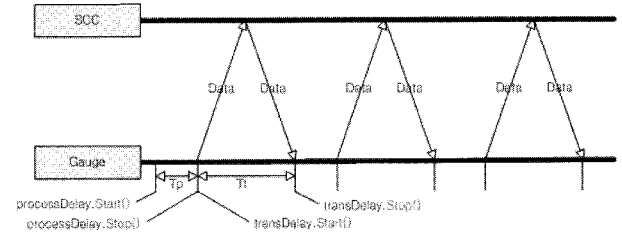


그림 9. 통신지연시간 측정 방법.

Fig. 9. Measurement method of communication delay time.

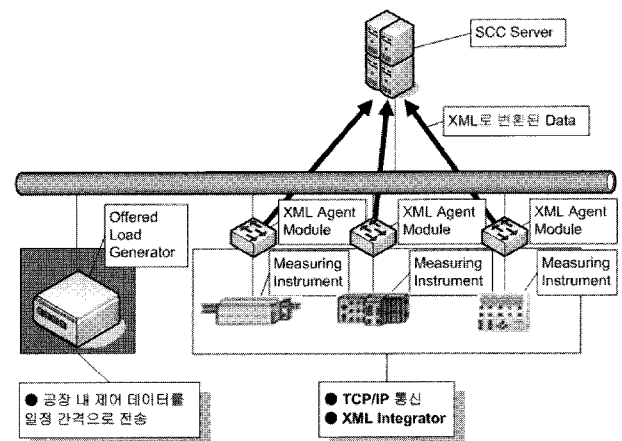


그림 10. XML 변환 agent를 Gauge측에서 운용하는 모델.

Fig. 10. XML agent at gauge.

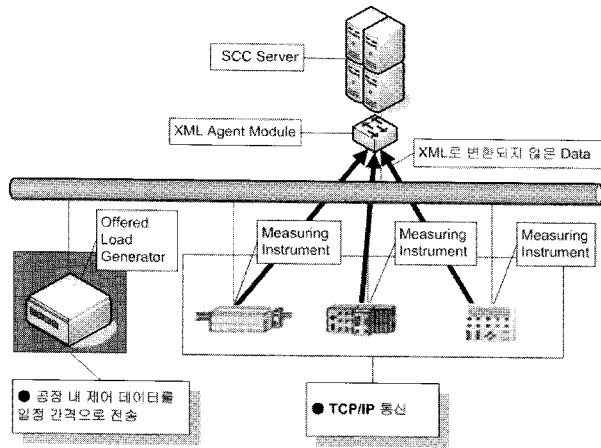


그림 11. XML 변환 agent를 SCC측에서 운용하는 모델.
Fig. 11. XML agent at SCC.

3.2 XML 변환 agent를 SCC측에서 운용

이 경우는 XML 변환 agent를 SCC에 두어 계측기에서 측정된 데이터를 SCC로 전송후 이 agent가 변환을 수행하는 구조이다. 이 경우 전송지연 시간은 기존의 전송지연과 동일하고 SCC에서의 변환을 위한 처리지연시간 만이 별도로 발생된다. 테스트 시스템의 구성은 위의 그림 11과 같다.

4. 시뮬레이션 결과 및 분석

성능평가를 위한 시나리오를 바탕으로 시뮬레이션을 실시한 결과 전문길이의 증가는 표 2와 같이 나타났으며, 그림 12-14는 XML converter의 위치에 따른 부하율별 통신지연시간을 각 메시지 길이 별로 나타낸 그래프이다.

표 2에 따르면 raw data의 길이에 따라 XML data가 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 markup language인 XML의 특징으로 인해서 표 1에서 기술한 raw data 전문에서 분할된 segment 수에 종속적이라는 것을 알 수 있다.

그림 12-14의 그래프에 따르면 통신지연시간이 부하율에는 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 또한 migration 단계에서는 SCC 측에서 XML agent를 운용하는 것이 더 효율적임을 알 수 있다. 통신지연시간의 증가는 2210byte 이하의 전문에서는 2배, 8278byte 길이의 전문에서는 최악의 경우

표 2. XML 변환시 데이터 증가율.

Table2. Increasing rate of XML data.

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%

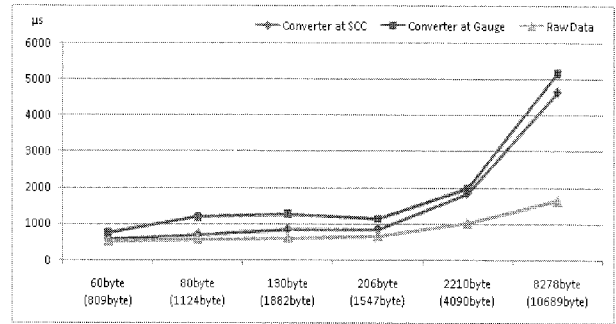


그림 12. 20% 부하율의 통신지연시간.
Fig. 12. Communication delay time of 20% load.

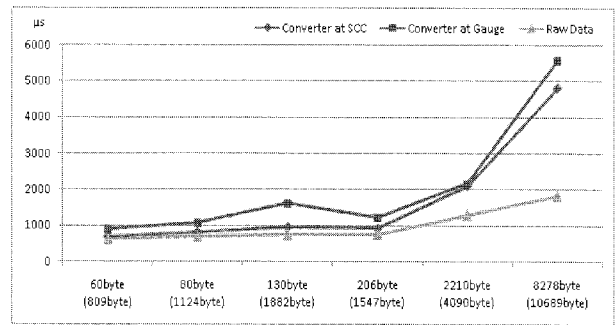


그림 13. 50% 부하율의 통신지연시간.
Fig. 13. Communication delay time of 50% load.

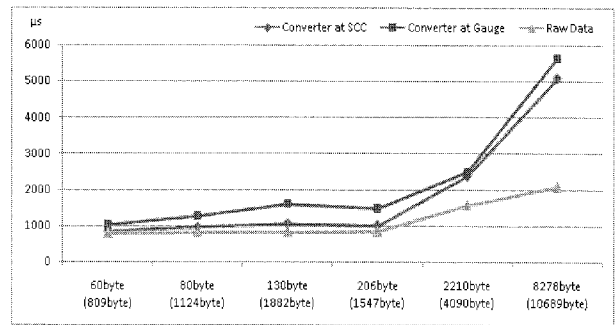


그림 14. 80% 부하율의 통신지연시간.
Fig. 14. Communication delay time of 80% load.

라도 3 배 이하의 증가를 보인다. 따라서 공장망이 처리할 수 있는 traffic 량을 20Mbps로 할 경우 기존 데이터 량이 짧은 전문일 때 10Mbps까지, 긴 전문일 때 약 7Mbps까지 본 서비스 표준안을 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

VI. 결론

본 논문에서는 공정 제어용 계측 데이터의 웹 서비스를 위해 XML 기반의 실시간 계측 데이터용 메시지 형식을 제안하였다. 이에 대한 표준안이 미비하여 현재 사용되고 있는 제어용 공정의 계측기 데이터를 수집하여 분석하고 이를 바탕으로 각 공정의 계측기에서 사용될 수 있도록 XML Schema를 설계하였다. 정의된 XML 형식으로서의 변환 작업을 실행하는 Agent를 계측기에 두는 경우와 현재 공정에서

운영되고 있는 계측기가 XML 형식에서의 변환 기능을 수행할 수 없는 경우를 고려하여 SCC에 두는 경우 등 두 가지의 통신 서비스 구현 모델을 제시하였다. 제안된 구조의 적용시 XML 형식에서의 변환 과정에서 처리지연과 전문 길이의 증가로 인한 전송지연이 발생된다. 이에 따라, 제어 공정에서의 실시간성의 만족 여부를 검증하기 위해 테스트 베드를 설계하여 시뮬레이션에 의해 성능을 평가하였다.

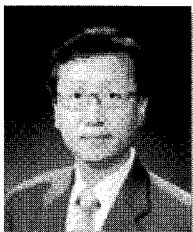
시뮬레이션 결과 XML agent를 계측기에 두는 경우 짧은 길이의 전문에서는 전송지연이, 긴 길이의 전문에서는 처리지연이 주요한 통신지연요소를 확인하였다. XML Agent를 SCC에 두는 경우 처리지연시간이 주요한 통신지연 요소이며 전문 길이가 2210byte 이하의 경우 처리지연시간은 300 μ s 이하, 2210byte의 경우 약 800 μ s, 8278byte의 경우는 약 3ms 정도였다. 처리지연시간 자체로 본다면 적용 가능한 수치로 판단된다.

이러한 성능을 고려할 때 전송 전문을 XML format으로 변환시 해당 XML schema를 데이터 확인의 용이성을 만족함과 동시에 전송지연시간을 최소화 할 수 있는 적절한 길이로 설계함이 성능에 미치는 중요한 요소임을 확인하였다.

향후 실시간 운영체제 하에서의 성능에 대한 변화를 실험하여야 할 것이다. 또한 XML 메시지의 특성상 인터넷을 통한 보안 대책에 대한 강구가 적용 공정의 특성에 따라 고려되어야 할 것이다.

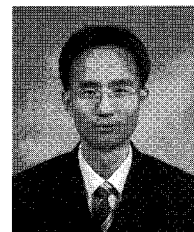
참고문헌

- [1] 홍승호, 손병관, "Foundation fieldbus에서 긴급데이터의 지연시간 성능해석 및 실험적 검증," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제 9 권 제 7 호, pp. 569-576, 2003. 7.
- [2] S. G. Park, "Fieldbus in IEC61158 standard," *Proceedings on the 15th CISL Winter Workshop*, Kushu, Japan, 2002. 2.
- [3] 이강찬, 손홍, 박기식, "XML 표준화 동향," 정보과학회지 제 19 권 제 1 호, pp. 6-14, 2001. 1.
- [4] 주홍택, 윤정혁, 홍원기, "XML 기반 네트워크 관리를 위한 SNMP-XML 변환기 및 게이트웨이," *KNOM Reveiw*, vol. 5, no. 1, pp. 1-17, June 2002.
- [5] 최미정, 오정민, 홍원기, "네트워크 관리를 위한 XML 기반 관리 에이전트," *KNOM Reveiw*, vol. 6, no. 1, pp. 59-68, June 2003.
- [6] T. Klie, F. Strauß, "Integrating SNMP agents with XML-based management systems," *IEEE Communications Magazine*, pp. 76-83, July 2004.
- [7] 이민경, 정재현, 전종훈, 유수영, 김보영, 최진욱, "The LEX system : HL7을 사용하는 전자무기록의 효율적인 교환과 공유를 위한 XML기반 통합의료환경의 구축," 정보처리학회논문지 D 제 9-D 권 제 5 호, pp. 769-778, 2002. 10.
- [8] J. McGilvray, "The ethernet decision" *ISA Industrial Computing Online*, http://www.sixnetio.com/html_files/web_articles/The_Ethernet_Decision.htm, June 2001.
- [9] 임종선, 주경수, "TCP/IP 기반의 XML 메시징 시스템 설계 및 구현," 멀티미디어학회 논문지 제 6 권 제 3 호, pp. 481-487, 2003. 6.
- [10] 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.



추 명 열

1986년 2월 서울대학교 제어계측공학과 졸업. 1988년 2월 동 대학원 석사. 2002년 2월 포항공과대학 박사. 1988년 6월~1994년 6월 포항산업과학기술연구원 선임연구원. 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. 관심분야는 USN, Ambient Intelligence, 컴퓨터통신, 공장자동화, 네트워크 보안.



송 명 규

2006년 2월 동명대학교 컴퓨터공학과 졸업. 2006년 3월~현재 동 대학원 석사 과정. 관심분야는 XML, Ajax, Database, Software Engineering.