JKIICE

Short Paper

한국정보통신학회논문지 Vol. 25 No. 2: 334~337, Feb. 2021

효율적인 빌딩 관제를 위한 표준설비 인터페이스 설계

Design of Standard Facility Interface for Efficient Building Control

Sang-Ho Moon*

*Professor, Department of Computer Engineering, Busan University of Foreign Studies, Busan, 46234 Korea

ABSTRACT

Recently, the necessity of rapid response to social problems such as disasters and quarantine arising from the complex and diverse social structures has emerged. As the number of large buildings increases, large-scale human damage is expected in the event of a disaster such as fire. To solve this problem, efficient control must be achieved through interfacing with various equipment and facilities installed inside the building. In this paper, we intend to study the interface method for various facilities in the building for efficient control. In detail, the facility standard model is defined by examining the status and specification of building. In addition, we intend to design and propose a standard facility communication data frame to support the protocol applicable to this model.

Keywords : Building control, Standard facility, Facility interface, Facility communication, Data frame

Ⅰ. 서 론

일반적으로 빌딩에는 관제 등을 위하여 다양한 설비들이 설치되어 있으며, 소방설비, 기계설비, 승강기설비, 전기설비, 조명설비, 보안 설비, 기타 설비로 분류된다. 체계적인 빌딩 관리를 위해서는 설비별 상황 정보들이 상호 연계되어 종합적인 상황을 판단할 수 있어야 한다. 특히, 최근에 산업화로 인한 도시 인구가 급격하게 증가함에 따라 빌딩들이 점점 고층화 및 대형화되고 있으며, 이러한 빌딩들이 증가할수록 화재 등과 같은 재난이 발생할 경우에 대규모의 인명 피해가 예상된다[1,2]. 이를 해결하기 위해서는 빌딩 내부에 설치되어 있는 다양한 장비 및 설비들과의 연계가 이루어져야 한다.

이러한 필요성에도 불구하고 설비들이 서로 다른 통신 방식을 기반으로 상이한 전송 데이터 구조로 정보를 전송하고 있기 때문에, 빌딩에 설치된 설비들 간의 연계는 쉽지 않다. 실제 현장에서는 설비별 개별 관제시스템으로 구현한 후에 각 관제시스템을 연계하여 종합 모니터 화면에 설비별 정보를 표출하는 방식으로 운영된다. 그림 1은 기존 빌딩에서 설비정보를 상호 연계하여 운영하는 관제시스템의 구성도를 보여준다.

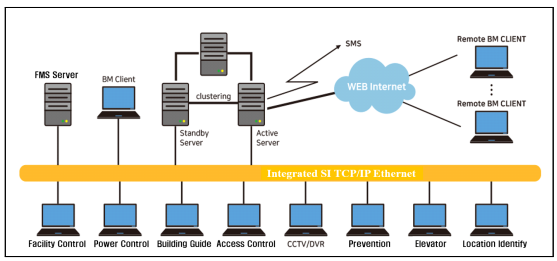

Fig. 1 Configuration of Building Control System

기존 빌딩 관제를 위한 현재의 시스템 구성은 종합적인 상황 판단을 힘들게 하고 현장의 정확한 상태를 확인하는데 어려움이 있다. 이러한 문제는 화재 등과 같은 재난이 발생하였을 때 신속한 대응이 어렵게 된다[3,4]. 따라서 화재 등과 같은 긴급 재난이 발생한 경우에는 신속한 재난 대응을 위하여 빌딩 내부에 설치되어 있는 다양한 장비나 설비들 간의 연계가 필수적이다[5,6].

본 논문에서는 빌딩의 주요 설비의 연계를 통한 효율적인 빌딩 관제를 위한 연구를 수행한다. 세부적으로 빌딩 설비 현황, 설비 사양 조사 등을 통하여 설비 표준 모델을 정의한다. 그리고 이 모델에 적용할 수 있는 프로토콜을 지원하기 위한 표준 설비통신 데이터 프레임을 설계 및 제안하고자 한다.

Received 4 January 2021, **Revised** 11 January 2021, **Accepted** 19 January 2021

* **Corresponding Author** Sang-Ho Moon (E-mail:shmoon87@bufs.ac.kr, Tel:+82-51-509-6225)
Professor, Department of Computer Engineering, Busan University of Foreign Studies, Busan, 46234 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.25.2.334 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

Ⅱ. 빌딩 설비 분석

표준설비 통신 데이터 프레임을 설계하기 위하여 먼저 빌딩 주요 설비들을 분석한 후에 관제에 필수적인 설비들을 정의한다. 빌딩 관제 관점에서 통합관제시스템에서 핵심적으로 필요한 데이터 획득을 위한 설비 분류 및 데이터를 정의하고, 설비별 프로토콜을 분석한 후에 통신 데이터 프레임을 설계한다. 표준설비 인터페이스 설계를 위한 접근 방안 및 세부 내용은 다음과 같다.

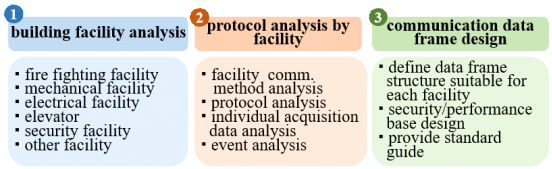

Fig. 2 Design plan for standard facility interface

2.1. 설비 유형 분석

빌딩 설비 분석을 위하여 SI, FMS, SOP별 설비 연계성 조사를 수행한다. 세부적으로 SI(System Integration), FMS(Facility Management System), SOP(Standard Operation Procedures) 관제시스템 별로 설비 연계성을 조사하여 필수 설비를 분류한다. 빌딩 설비 분석을 통하여 파악한 설비 유형 사례는 다음과 같다.

Table. 1 Building equipment analysis case

type	large category	medium category	small category	linked facility	SI	FMS	SOP
fire fighting facility	fire extinguishing facility	fire extinguisher	fire extinguisher			Y	
		fire extinguisher	automatic diffusion fire extinguisher			Y	
		fire extinguisher	simple fire extinguishing equipment			Y	
		Indoor fire hydrant		main pump	Y	Y	
		Indoor fire hydrant		spare pump	Y	Y	
		Indoor fire hydrant		auxiliary pump	Y	Y	

2.2. 설비별 통신 프로토콜 분석

설비별 통신 프로토콜 분석을 위하여 빌딩 자동제어에서 활용되는 통신 프로토콜을 조사하였으며, 주요 프로토콜로는 RS232C, modbus, Mux modbus, BACNet 등이 있다. 먼저 BACNet은 미국의 냉동공조학회인 ASHRAE에서 만들어진 개방형 표준 프로트콜로 건물자동화 및 건물 제어관리에서 활용된다. 계층형 구조로 object service 36가지를 제공하며 IEEE820.3, ARCnet, EIA-485, EIA-232, Lontalk와 같은 미디어를 지원한다 [7]. Lonworks는 Echelon LonMark 협회에서 제안한 개방형 표준 프로토콜로 건물자동화 및 건물 제어관리에서 활용된다. 평면 구조로 functional profile 73가지를 제공하며 TP/FT, TP/LP, PLT-22(PLC), IEEE802.3, FO-10(Fiber)를 지원한다.

KNX는 KNX 협회에서 제안한 개방형 표준 프로트콜로건물자동화 및 홈 자동제어에서 활용된다. 계층형 구조를 가지며 Twisted Pair, Power Line, RF와 같은 미디어를 지원한다. MODBUS는 MODBUS 협회에서 제안한 산업용 장비 통신 표준 프로토콜로 공장 자동화 및 전력 제어에 활용된다. Master/Slave 구조를 가지며 EIA-232, EIA-485, IEEE802.3와 같은 미디어를 지원한다.

설비별 통신 프로토콜 분석을 위하여 세부적으로 설비별 동작 이벤트를 분석한 후에 다음과 같이 데이터 타입을 정의한다.

Table. 2 Definition of data type

data type	state	value	example
digital	run	1	control signal, fan run(on)
	stop	0	control signal, fan stop(off)
	status	1	read signal, run/stop status display
analog	INT	5	elevator current floor: 5F
	UINT	340	-number of occupants -status code: 1~6
	FLOAT	58.0	hot water tank supply temperature

2.3. 표준 설비 정의

빌딩 내 주요 관제 설비를 분류하고 설비 데이터 연계 가능하고 빌딩 관제에서 필수적인 표준 설비를 정의한다. 세부적으로 빌딩 관제 내에서 설비별 주요 특성 등을 고려하여 설비를 분류하고 필수 표준 설비를 정의한다. 다음은 필수 표준 설비에 대한 목록 내용의 일부를 보여준다.

Table. 3 Part of the list of required standard equipment

type	large category	comm.	medium category	state	data type
machine facility	incentive fan	BACnet		run	digital
				stop	digital
				status	digital
	booster pump	BACnet		alert	digital
				status	digital

type	large category	comm.	medium category	state	data type
machine facility	drainage tank	BACnet		alert	digital
	exhaust fan	BACnet	water tank room	run	digital
				stop	digital
				status	digital

Ⅲ. 표준설비 인터페이스 설계

3.1 통신전송 규칙 정의

통신전송 규칙을 정의하기 위하여 먼저 전송에 사용할 데이터 유형을 다음과 같이 정의한다.

Table. 4 Definition of the data type for transfer

data type	description	MS.Net, C#
BYTE	single byte format without sign(byte, 8 digits)	byte
WORD	double byte format without sign(word, 16 digits)	Ushort, UInt16
DWORD	4-byte format without sign(D word, 32 digits)	Uint32
BYTE[n]	n byte	4*n/8=n byte
BCD[n]	8421 code, n byte	
STRING	unicode encoding	

전송은 기본적으로 빅엔디언 형식으로 전송한다. 세부적으로 WORD인 경우에는 우선 고위 8자리를 전송한 후 하위 8자리를 전송하고, DWORD인 경우에는 고위 16자리, 고위 8자리, 하위 8자리를 전송한다. 그리고 네트워크 상황에 따라 전송 규칙이 변경될 수 있다.

3.2. 통신데이터 프레임 설계

통신을 위한 기본 프레임 구조는 Sequence of IE (Information Element)로 정의한다. IE를 표현하기 위한 방법으로 다양한 통신 프로토콜에서 널리 쓰이는 TLV (Type, Length, Value) 구조를 채택하고 부가적으로 기능과 송수신 데이터에 대한 세분화 설계로 진행한다. 이를 기반으로 먼저 효율적 빌딩 관제를 위하여 주요 설비들 간의 표준 인터페이스를 위한 통신데이터 프레임의 구조를 다음과 같이 정의한다.

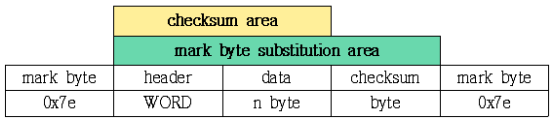

Fig. 3 Communication data frame structure

그리고 통신데이터 프레임 구조에 포함되어 있는 헤더(header) 구조를 다음과 같이 설계한다.

Header							
data frame classification	transmission version	message ID	message attribute	client serial number	message serial number	user defined data	message page
length	1byte	1WORD	1WORD	BCD[8-4-2-1] 4bit*16-64bit	1WORD	1Byte	2WORD
starting position	0	1	3	5	13	15	16
configuration information	0: 2020_V1	defined			starts from 0 increases by 1 when a message is transmitted.		

Fig. 4 Header structure

그림 4의 헤드 구조에서 중요한 부분은 메시지 속성이다. 이 메시지 속성을 위한 구조를 다음과 같이 정의한다. 여기서 분할 영역의 bit 값이 1이면 메시지를 페이징으로 처리하고 0이면 메시지 페이징을 처리하지 않으며 이 경우에는 헤드 구성에서 메시지 페이지는 제외된다. 그리고 데이터 암호화 방식은 bit 값이 '000'이면 메시지 암호화를 하지 않고, '111'이면 RSA 방식으로 암호화를 한다.

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
reserverd		partition	data encryption method			message length									

Fig. 5 Message attribute structure

통신데이터의 수신 무결성 검사를 위해 수신된 체크섬 바이트(byte)와 수신된 데이터의 체크섬을 구하여 상호 비교하여 무결성 체크를 진행한다. 그림 6은 통신데이터 프레임 구조에 있는 체크섬을 이용한 무결성 검사 방법을 보여준다.

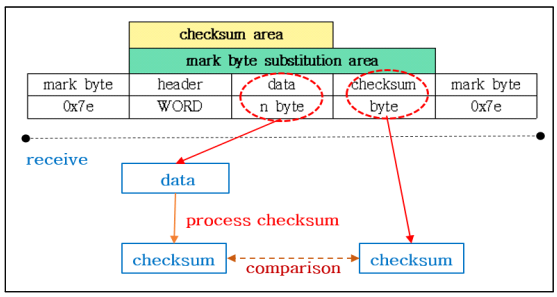

Fig. 6 Communication data integrity verification using checksum

통신데이터 프레임과 관련하여 추가적으로 메시지 속성 구조, 데이터 암호화 방식, 데이터 프레임 처리, 통합 메시지 처리, 클라이언트/서버 통합 응답, 라이브 신

호, 상향/하향 데이터 전송(클라이언트⇔서버), 재전송 요청을 설계한다. 종합적으로 앞에서 설계된 통신데이터 프레임을 활용하여 설비들과 관제시스템 간의 통신 흐름도는 다음 그림과 같다.

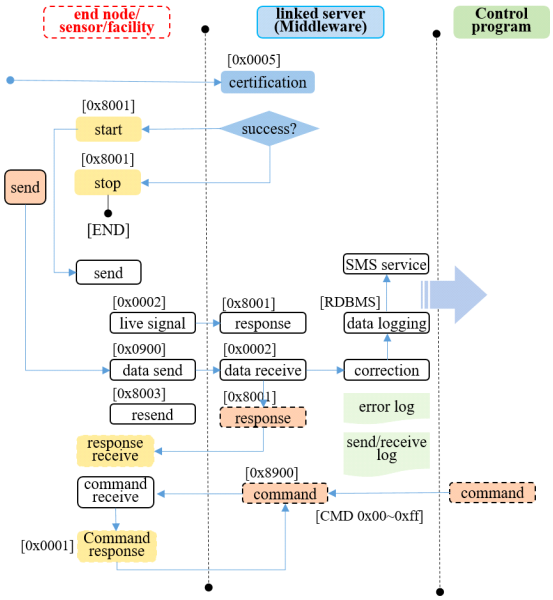

Fig. 7 Overall communication flow chart

통신 과정에서 데이터 프레임 페이지 처리는 헤더, 메시지 속성, 분할 정보를 기반으로 메시지 페이지 정보를 확인하여 데이터 프레임 페이징 처리를 한다. 그리고 전송 규칙이 별도로 기술되지 않으면 통합 응답을 수행하여야 한다. 이때, 클라이언트 통합 응답은 메시지 ID: 0x0001로, 서버 통합 응답은 메시지 ID: 0x8001로 처리한다.

클라이언트는 라이브 신호를 주기적으로 보내야 하며 서버는 클라이언트의 라이브 신호를 주기적으로 확인하고 응답이 없을 시에는 소켓, 세션을 종료시켜 리소스를 확보한다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 빌딩의 주요 설비들과의 연계를 통한 효율적인 빌딩 관제를 위한 표준설비 인터페이스 방안에 대하여 연구하였다. 세부적으로 빌딩 설비 현황, 설비 사양 조사 등을 통하여 설비 표준 모델을 정의하였다. 세부적으로 이 모델에 적용할 수 있는 프로토콜을 지원하기 위한 표준 설비통신 데이터 프레임을 설계하였다. 향후 과제로는 이 표준설비 인터페이스 설계를 기반으로 빌딩 통합관제시스템에서 활용할 수 있는 구현 방안에 대한 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by the research grant of the Busan University of Foreign Studies in 2020.

REFERENCES

[1] Y. Choi and I. Joe, “Design of Fire Evacuation Guidance System using USN Mesh Routing in High-Rise Buildings,” *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*, vol. 22, no. 3, pp. 278-286, 2008.

[2] J. Lee and G. Lee, “Research of the Fire to Minimization Damage Plan on High-rise Buildings,” *Journal of Korean Institute of Fire Science*, vol. 23, no. 4, pp. 91-97, 2009.

[3] S. Moon, Y. Yu, and C. Lee, “A Study on Evacuation Guidance using Location Identification Technology for Disaster,” *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 7, no. 12, pp. 937-946, 2017.

[4] Y. Yu, S. Moon, S. Park, and C. Lee, “A Study on the Visibility Measurement of CCTV Video for Fire Evacuation Guidance,” *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 7, no. 12, pp. 947-954, 2017.

[5] S. Moon, B. Kim, and G. Lee, “Design and Implementation of Building Control System based 3D Modeling,” *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 23, no. 5, pp. 673-682, May. 2020.

[6] C. Lee, S. Moon, S. Lee, and G. Lee, “A Study on the Evacuation Performance of Evacuation System Using Real-time IoT Information,” *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 22, no. 2, pp. 281-291, 2019.

[7] M. Song and S. Hong, “Simulation Analysis of the BACnet-based Fire Detection/Monitoring System,” in *Proceeding of Fall Annual Conference on the Korean Institute of Electrical Engineers*, pp. 319-322, 2001.