

ISA100.11a 네트워크에서 각 디바이스의 센서값에 대한 유효함을 보장하기 위한 센서 상태 진단 기능 제안

김도성, 정용훈, 유승화, 김기형
아주대학교 컴퓨터공학과
e-mail :herokds@ajou.ac.kr

New function propose 'sensor status diagnostic' for ensure sensor value in ISA100.11a Network

Do-Sung Kim, Chung Yonghun, Seung-wha Yoo, Ki-Hyung Kim
Dept. of Computer Engineering, ajou University

요 약

산업장내에 사용하는 무선 네트워크인 ISA100.11a 네트워크의 각 디바이스들의 센서값의 유효함을 보장하기 위하여 센서 상태 진단 기능을 제안한다. ISA100.11a 네트워크의 각 디바이스들은 자체적으로 디바이스들의 오류를 감지하는데 디바이스 오류 감지 기준이 단순하여 다양한 오류에 대해서는 진단 기능이 취약하다. 또한 적은 디바이스의 리소스으로는 정교한 오류 감지에 한계가 있다. 그래서 본 논문은 정교한 오류 감지법과 디바이스 리소스를 고려하여 센서 상태를 진단하는 기능을 제안한다.

1. 서론

최근 산업장에서는 공정 프로세스 관리, 위험 요소의 모니터링, 공장내에 방범, 방재 등 여러 분야에서 자동화를 실현하기 위해 다양한 형태로 네트워크를 구축하고 있다. 이런 네트워크는 위험요소에 많이 노출된 산업장이라는 특성상 네트워크의 신뢰성이 최우선으로 두게 된다. ISA100.11a 네트워크[1]는 네트워크의 신뢰성을 높이기 위해서 System Manager 와 Security Manager 라는 두개의 요소로 네트워크를 운영한다.

본 논문은 System Manager 의 기능 중 새로운 진단 기능을 제안한다.

ISA100.11a 네트워크의 기존의 진단 과정은 디바이스 내에 존재하는 DMAP(Device Manager Application

Process)가 디바이스의 오류를 감지 또는 디바이스 복구 기능을 수행한다. 그리고 DMAP 는 System Manager 에게 오류 감지 및 복구 관련 리포팅을 한다. 이와 같이 ISA100.11a 네트워크의 디바이스들은 DMAP 를 통해 자체적으로 문제를 해결하는 처리과정을 수행한다.

이러한 기존의 진단 기능을 ISA100.11a 표준에서는 Alert 이라고 호칭하며 Alert 은 디바이스 내에 존재하는 DMAP 에 의해 관리 되어 진다.

ISA100.11a 네트워크의 기존의 진단 방법은 디바이스 자체적으로 감지하고 복구하는 방식이다. 하지만 이러한 방식으로만 진단 기능이 지원 된다면 시스템 관리에 있어 문제가 발생할 수도 있다. 디바이스가 어떤 센서값을 리포팅 한다면 그 센서값이 유효한 값인지 아닌지를 판단하는데 한계가 있다. 여기서 센서값이란 조도량, 온도값, 습도값등, 각 센서가 출력하는 값을 통합적으로 의미한다. 디바이스가 오류를 감지하는데 하드웨어적인 Input/Output 오류만 감지 할 뿐 센서값의 유효함을 판단할 정교한 기준이 적용되어 있지 않다. 또한 디바이스내에 정교한 기준을 적용하여 센서값의 유효함을 판단하기에는 디바이스의 리소스 대비 프로세싱이 어려운 현실이다.

본 논문은 센서값의 유효함을 System Manager 를 통해 감지 및 진단하는 기능을 제안하고 센서값의 임계치를 산출하는 방법도 제안한다.

This work (Grants No.00035521) was supported by Business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Small and Medium Business Administration in 2010

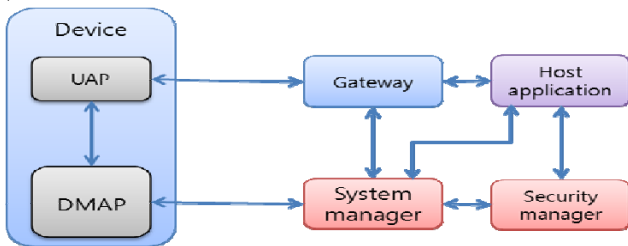
본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 "IT 융합 고급인력과정 지원사업" 의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2010-0004)

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 ISA100.11a 의 디바이스내의 관리 프로세스들의 구조와 관리시스템 구조 설명한다. 3 장에서는 새로운 진단 기능을 제안 한다. 4 장에서는 사례연구를 기재하고 5 장에서는 결론과 향후 연구 과제를 언급함으로써 본 논문을 마친다

2. ISA100.11a 의 System Manager

본 절은 ISA100.11a System Manager 의 구조와 디바이스 내의 관리프로세스의 구조, System Manager 와 디바이스 내에 관리 프로세스간의 상호작용을 설명한다.

ISA100.11a 네트워크는 무선 센서 네트워크 통신을 위해 만들어진 표준으로써 네트워크 신뢰성을 보장하기 위해서는 관리 시스템을 사용한다. 관리 시스템에는 System Manager 과 Security Manager 로 구성 되어 있는데 Security Manager 는 디바이스 인증, 메시지 인증등 공격자로부터 시스템을 보호하는 역할을 담당하고 있다. System Manager 는 디바이스들이 네트워크를 구성하기 위한 Joining 및 leaving 루틴을 처리하고 디바이스 정보를 관리하며 모니터링 및 진단 기능등 네트워크를 전반적인 관리 기능을 수행한다. System Manager 과 디바이스의 관계는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 관리시스템과 디바이스의 관계도

디바이스 내에 Application 레이어에는 UAP(User Application Process)와 DMAP(Device Management Application Process)이 있다. UAP 는 디바이스 내에 관리기능 이외에 모든 응용기능(온도센서 등) 을 핸들링 하는 프로세스이다. DMAP 는 디바이스의 각 통신 레이어를 관리 해주는 프로세스이다. UAP 와 DMAP 는 다수의 오브젝트로 구성되어 있다. 대부분의 관리 기능은 DMAP 와 System manager 의 상호작용으로 인해 수행된다.

Manager(관리자)는 Host Application 를 통해 UAP 와 DMAP 둘 다 통신이 가능하지만 대부분의 관리 기능은 System manager 를 통해 DMAP 를 제어하여 디바이스를 관리한다.

System manager 는 DMAP 를 통해 디바이스의 Attribute 들을 설정하거나 열람할 수 있고 디바이스의 기능 들을 실행 할 수 있다.

DMAP 는 12 개의 오브젝트로 구성되어 있고 System manager 는 9 개의 오브젝트로 구성되어 있다. DMAP 의 오브젝트 중 ARMO 와 System Manager 의

ARO 은 진단 기능인 Alert 을 수행한다. 처리과정은 UAP 가 Device 의 문제를 감지하면 DMAP 에게 Recovery 이벤트를 전송한다. DMAP 내에 ARMO 는 DMAP 안에 있는 다른 오브젝트들과 상호작용하여 Recovery 이벤트를 처리 한다. 그리고 System manager 의 오브젝트 ARO 에서 Alert 관련 리포팅 받고 리포팅 결과를 manager(관리자)에게 모니터링을 해준다.

3. 제안 기법

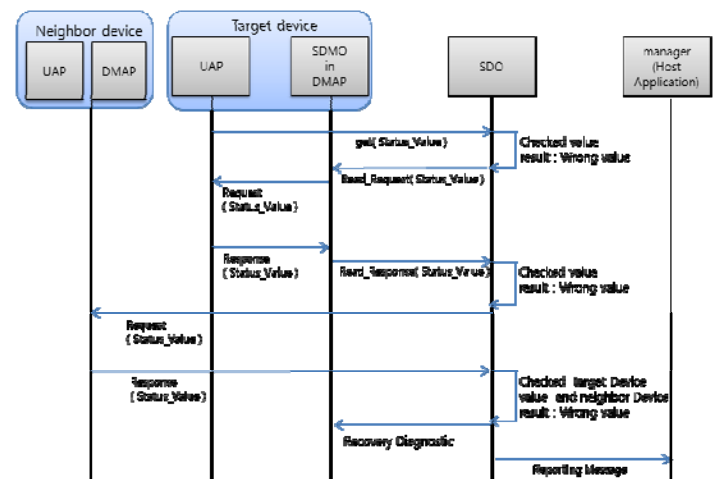
ISA100.11a 네트워크에서 센서가 관리자에 의해 오류로 판단되어 지는 상황에서 디바이스가 자체적으로 진단을 내리지 않을 경우 System Manager 가 디바이스의 센서를 진단하는 기능을 제안한다.

3.1 센서 상태 진단 처리과정.

본 절에서는 센서 진단 기능을 제안한다. 현재 ISA100.11a 의 진단 기능은 2 절에서 설명한 것 같이 디바이스가 자신의 오류에 대한 보고와 복구를 자체적으로 진행한다. 그리고 관련 리포팅을 System Manager 에게 보낸다. 하지만 System Manager 에 의한 진단 기능이 존재하지 않는다. 현재 네트워크 관리 프로토콜로 각광을 받고 있는 CWMP[2] 또한 Ping Diagnostic, TraceRoute Diagnostic, Traffic Diagnostic 과 같은 진단 명령은 ACS 서버로가 단말기를 진단하는 방식이다. 다른 관리 프로토콜 처럼 기존의 디바이스가 자체적으로 해결하는 진단 방식과 다르게 System Manager 가 디바이스를 진단하는 방식으로 제안한다.

현 System Manager 의 기존의 기능 호환을 위해서 SDO(Sensor Diagnostic Object)를 새롭게 추가함을 제안한다. 그리고 디바이스 안에 존재하는 DMAP 에도 기존의 기능과 호환하기 위한 SDMO(Sensor Diagnostic Management Object) 추가를 제안한다.

센서상태 진단 처리과정은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 센서 상태 진단 처리과정

System Manager 의 SDO 에게 센서값이 리포팅 된다. SDO 에서 상태 임계치과 비교하여 유효한 센서값인지 판단한다. 비교 방법은 임계치를 오차 범위를 두어 오차 범위안에 속하면 유효한 센서값이고 그렇지 않으면 유효하지 않는 센서값이다. 오차 범위는 각 센서종류에 따라 단위 및 수의 크기가 다르므로 센서종류에 따라 결정한다. 유효한 센서값이 판단 되어지면 임계치를 구하는 자료로 사용한다. 임계치를 구하는 방법은 3.2 절에 제시한다. 유효한 센서값이 아니라고 판단 되어지면 SDO 는 Sensor Diagnostic Method 실행 한다. Method 를 실행할 때 필요한 Attribute 는 <표 1>에 정의했다. SDO 는 DMAP 안에 SDMO 에게 read request 메시지를 송신하여 센서값을 요청한다. SDMO 는 UAP 에게 센서값을 요청하고 UAP 는 SDMO 에게 전달한다. SDMO 는 센서값을 SDO 에게 read response 로 전송한다. SDO 는 수신 받은 센서값이 유효하지 않으면 Neighbor 디바이스들의 센서값의 read request 한다. Neighbor 디바이스의 sensorValue 가 유효한지 비교한다. Neighbor 디바이스의 sensorValue 가 유효로 판단이 되면 타겟 디바이스의 문제로 판단한다. SDO 는 DMAP 에 Recovery Diagnostic 을 요청한다. 그리고 오류 리포팅을 manager(관리자)에게 모니터링 해준다.

Attribute 이름	Attribute 설명
sensorHostAddress	각 센서노드의 주소
sensorDiagnosticType	1: Requested 2: Complete 3: Error
sensorValue	센서값
thresholdValue	임계치값
numOfstats	read request 횟수

<표 1> SDO Attribute

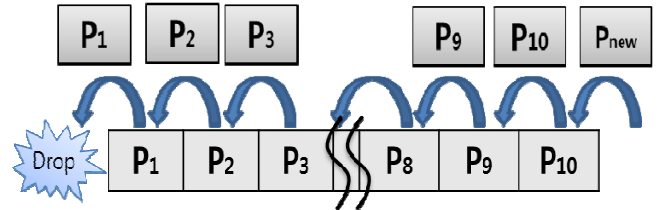
3.2 온도 임계치 생성 기법

임계치는 센서값에 가중치를 뒤 가중화된 센서값에 평균값을 구하여 생성한다. (그림 3) 에 수식으로 표현했다. 가중치는 총 10 개로 구성한다. Px 는 센서값을 의미한다. 측정된 순서대로 1 부터 10 까지의 가중치 값을 부여한다. 즉 가중치 10 을 받은 온도값이 최근에 측정된 온도값이다.

10 을 넘게 되어진다면 가중치 1 인 센서값은 삭제하고 가중치 2 의 센서값을 1 로 설정하고 가중치 3 의 센서값을 2 로 설정하는 식으로 9 까지 가중치 센서값을 설정한다. 그리고 최근에 들어온 센서값을 가중치 10 으로 설정한다. (그림 4)와 같이 센서값 저장한다.

$$W = \frac{P_1X_1+P_2X_2+P_3X_3+P_4X_4+P_5X_5+P_6X_6+P_7X_7+P_8X_8+P_9X_9+P_{10}X_{10}}{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}$$

(그림 3) 가중치 평균값



(그림 4) 센서값 저장 방식

4. 사례연구

제안기법을 4 가지 사례에 적용해 본다. 디바이스가 정상 및 비정상인 상태와 센서값을 리포팅할 때 데이터가 정상적으로 전송 되었는지 아닌지에 대한 case 를 만들어 적용해 본다.

4.1 디바이스는 정상적이고 리포팅 데이터 전송이 정상일 경우

System Manager 는 디바이스로 부터 유효한 센서값을 수신 받았다. System Manager 은 디바이스가 정상이라 판단하여 Status Diagnostic 을 실행하지 않는다.

4.2 디바이스는 비정상적이고 리포팅 데이터 전송이 비정상일 경우

System Manager 가 유효하지 않은 센서값을 수신 받았다. Status Diagnostic 을 실행한다. Status Diagnostic Response 의 sensorValue 가 유효하지 않는 값이 전송된다. 데이터가 중간에 Neighbor 디바이스들에게 sensor Diagnostic Request 를 전송한다. Neighbor 디바이스들의 sensorValue 와 임계치 값과 비교한다. Neighbor 디바이스의 sensorValue 값이 유효하다는 사실을 확인한다.

현 타겟 디바이스가 비정상적인 디바이스이라 판단한다. 타겟 디바이스내 DMAP 에게 Recovery 를 요청한다.

4.3 디바이스는 비정상적이고 리포팅 데이터 전송이 정상일 경우

4.1 절과 같은 시나리오로 동작한다.

4.4 디바이스는 정상적이고 리포팅 데이터 전송이 비정상일 경우

System Manager 가 유효하지 않은 센서값을 수신 받았다. Status Diagnostic 을 실행한다. Status Diagnostic Response 의 sensorValue 가 유효한 값이 전송된다. 그 전 데이터가 비정상적으로 송신 되었다고 판단한다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 산업장에서의 ISA100.11a 에서의 sensor 진단 기능을 제안하였다. 향후 본 논문에서 제안한 진단기능을 구현하여 상호 운용성 및 동작에 대한 분석을 하고 시스템 관리에 필요한 다른 진단기능을 추가적으로 제안한다..

참고문헌

- [1] ISA-100.11a-2009 Wireless systems for industrial automation: Process control and related applications, “<http://www.isa.org/ISA100-11a>”
- [2] TR-069 Amendment3 CPE WAN Management Protocol “<http://www.broadband-forum.org>”