



Wireless Hart의 개발 배경 및 특징

박민주 차장 / (주)ABB코리아 계측기기사업부

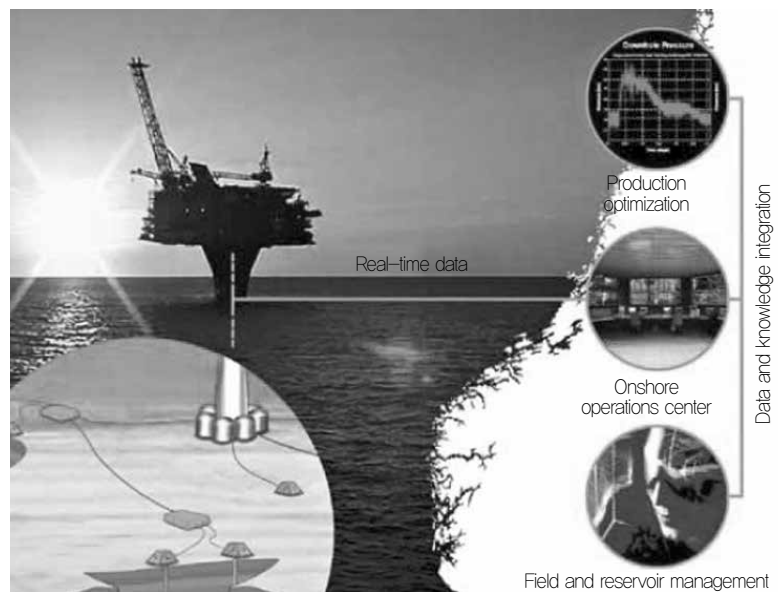
min-ju.park@kr.abb.com

Wireless Network Sensing의 발달

우리는 현재 통신의 빠른 진화 속에 많은 편리함을 누리고 있다. 최근 공장 자동화 환경에서 사용되는 통신 시스템들이 기존의 유선 네트워크에서 무선 네트워크로 점차 바뀌어가고 있다. 최근 몇십 년 내에, 공정 측정 분야에 출현한 가장 중요한 신기술은 무선 센싱(Wireless sensing) 기술이라고 할 수 있다.

특히 무선 통신 기술의 적용은 생산성 향상, 설치 비용의 절감은 물론 유선 통신 설치가 위험한 생산 환경의 문제점을 해결할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그렇기 때문에 무선 센싱 기술은 산업 분석 기관들의 지속적인 관심 대상으로 자리해 왔다. 산업 어플리케이션 분야에서 무선 측정은 대부

분의 예상에 비해 더딘 속도로 성장하고 있는 반면, 무선 기술은 전체 자동화 시장과 비교해서 훨씬 급속한 발전을 이어가고 있다.



Wireless Hart의 개발 배경

북해에 있는 석유 및 가스 설비는 대부분 1970년대에 건조되었으며, 이제 후기 생산 단계에 접어들고 있다. 노르웨이와 영국 구역에서 소수의 신규 대규모 그린 필드(초기 개발) 프로젝트가 계획되어 있지만, 업계는 브라운 필드(시설 개장) 프로젝트로 초점을 돌리고 있다. 이러한 변화의 결과로 다음과 같은 중요한 문제를 해결해야만 했다.

- 후기 생산 단계에서 유전의 수명을 연장하려면 효율적인 운영이 필수적이다.
- 장비 노화로 더 많은 유지보수가 필요하다.
- 운영비용 절감을 목표로 하는 상태 기준의 유지보수가 매우 중요하다.

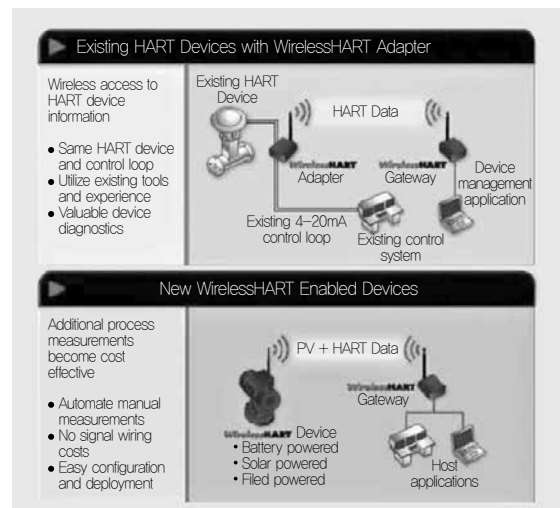
수천 개의 장치, 시스템, 설비를 관리하는 막대한 작업을 통제하려면 생산 증가와 효율적인 운영 및 유지보수 모두에 대응하도록 온라인 데이터를 광범위하게 사용하는 것이 성공에 필연적이다. 산유 단계의 석유 및 가스 업계 내에서는 통합 운영, e-Field, 미래의 유전, 스마트 유전 등 이러한 노선에 따른 다수의 계획이 시작되었다. 2006년 노르웨이 석유산업협회에서 발행한 보고서에 따르면, 노르웨이 대륙붕에서의 통합 운영에 따른 잠재 가치는 2500억 크로네(NOK)에 달하는 것으로 예상되었다.

산유 단계의 석유 및 가스 생산 설비는 기본적으로 탄화수소를 지표면 내의 저장소에서 수출 라인에 가공된 석유 및 가스 형태로 옮기는 생산 설비로 구성된다. 북해의 경우 생산 설비는 일반적으로 근해에 위치하며, 바다 깊이와 건조 당시에 활용 가능한 기술에 따라 강철 재킷, 콘크리트 구조 또는 부체(Floating unit) 위에 올려진다. 북해의 가혹한 환경에서 필요한 데이터를 수집할 수 있는 안정적인 대역폭을 확보하기 위해 석유 회사들은 광섬유 네트워크에 투자해왔다.

온라인 데이터 수집을 위해 센서를 설치하려면 배선이 필요하다. 배선을 개장하는 경우에는 더욱 많은 비용이 소요되며, 설치 인력이 시설에 파견되어야 하므로 대규모로 진행하는 것은 대개 불가능하다. 더구나 유전의 제한된 숙소와 수송 용량도 제한 요소가 되기 쉽다. 또한 센서에 배선을 연결하려면 비계를 설치하고, 절연체·형경벽·폭발 및 화재 방지 격실을 제거해야 하므로 비용이 한층 더 추가된다. 이러한 점을 극복하기 위해 Wireless sensor networks(WSN) 방식을 도입하였다. WSN은 기존 케이블을 이용한 방식에 비해 막대한 장점을 가지고 있다. WSN을 사용하여 지속적인 유지보수가 필요한 펌프, 팬 및 기타 모터구동장치 수백 개가 있는 근해 플랫폼을 개장할 수 있다. 이러한 막대한 장점을 가진 WSN을 적용하는데 있어 기술적 과제도 상당하다.

WSN의 기본적인 요구 조건은 다음과 같다.

- 가혹한 환경에서 통신의 신뢰성 보장문제
- 예측 가능한 대기시간(통신의 지연 및 결정론)
- 센서노드 및 통신의 낮은 소비전력
- 메시지 기밀성(포괄적인 암호화), 메시지 무결성 검사, 네트워크 액세스에 대한 인증 및 보안절차 등을 포함한 보안문제



▪ 다른 장비 및 경쟁 무선 시스템과 공존 가능

일반적으로 업데이트 속도가 느린 상태 모니터링 애플리케이션의 경우, 대기 시간은 그리 중요하지 않지만 신뢰성, 보안, 소비 전력은 여전히 중요하다.

소비 전력은 센서의 수명(배터리 구동 방식인 경우) 지대한 영향을 준다. 에너지 소비를 줄이려면 노드를 가급적 유향 상태로 유지해야 하며, 작동 중에도 가급적 적은 비트 수를 전송해야 한다.

또한 WSN은 플랫폼에 있는 수많은 강철 구조물에 대응하는 것과 더불어, 데이터의 안전한 교환을 방해할 가능성이 있는 다른 일반적인 근해 시스템과 공존해야 한다. 하지만 해당 근해 장소에 대한 스펙트럼 분석 결과, 대부분의 기존 및 신규 WSN 솔루션에서 사용하는 대역인 2.4GHz의 주파수 대역에서는 별다른 배경 노이즈가 나타나지 않았다. 하지만, 추후 WLAN(IEEE 802.11) 및 WiMax(IEEE 802.16) 시스템이 배치되면 이러한 상황이 변화할 수도 있다. 장래의 WSN 솔루션에서는 석유 및 가스 업계에서 가장 널리 확산된 기술인 WLAN과 공존할 수 있는 것이 필수적인 요건이다.

일반적으로 자동화 업계 내에서 가장 심각한 우려 사항 중 하나는 위에 언급한 모든 요구를 충족하기에 적합한 표준이 없다는 것이었다. 2007년 9월 WirelessHART 표준이 발표되면서 이러한 상황이 점진적으로 변화하고 있다. 산업애플리케이션에 있어, 새로운 표준으로 두각을 보이는 것은 산업 자동화용 무선 시스템인 ISA100이다. ISA100은 WirelessHART보다 적용 범위가 훨씬 크며, 다음과 같은 표준 모두에 대응한다.

- 공정 자동화(ISA100.11a)
- 공장 자동화(개별 중점)

- 전송 및 분배(장거리 중심)
- RFID(산업용 태그 중심)

이에 따라, 이미 공정 자동화 애플리케이션에 뛰어난 솔루션을 제공하는 WirelessHART와, 공존과 상호연동성을 보장할 수 있도록 어떻게 ISA100.11a와 적극적으로 통합하는가에 대한 논의가 진행되고 있다.

최신 기술의 경우 대부분 그러하듯, ISA(SP100 위원회를 통해), Foundation Fieldbus, Profibus 등과 같은 다른 그룹도 유사한 작업을 진행하고 있다. 이는 단일표준을 추구하는 최종 사용자에게 혼란스러운 메시지를 보내는 것처럼 보일 수 있지만, 이러한 그룹들이 상호협력력을 향해 커다란 행보를 보임에 따라 성공적인 무선 계측기 네트워크를 확보할 수 있게 되었다.

HART 7과 ISA.HCF는 SP100에 WirelessHART 사양을 제공했으며, 공동분석팀이 이미 계측기 수준에서 WirelessHART를 사용할 수 있는 경로를 밝혀냈다. ISA SP100이 프로토콜 집합이며, WirelessHART도 계측기 수준에서 매우 잘 통합될 수 있다는 점도 기억해야 한다.

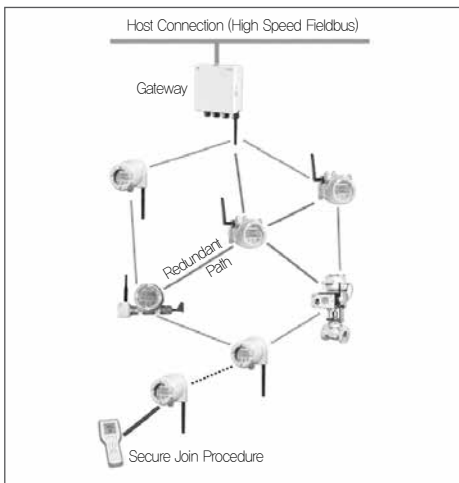
HART 7과 Fieldbus, WCT(무선협력연구팀)는 Foundation Fieldbus 또는 Profibus가 호스트 시스템의 백본을 구성하는 환경에서 WirelessHART를 계측기 수준에서 사용할 수 있는 토폴로지를 개발하고자 노력하고 있다. WCT는 정기적인 회의를 가지며 세 프로토콜의 전문가들이 모두 참석한다.

이러한 협동 연구 노력이 진전되고 최종 사용자 파일럿이 완료되면, WirelessHART 프로젝트를 고려하는데 더 이상 주저할 이유가 없을 것이다.

Wireless HART의 새로운 기능

(1) Wireless Mesh

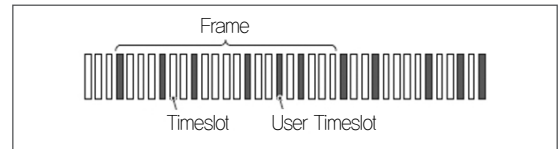
WirelessHART에서 사용하는 무선 메시 네트워크는 강력한 자체 회복 네트워크를 제공한다. 아래 그림에 무선 게이트웨이에 호스트 네트워크와 메시가 연결된 모습이 나와 있다. 계측기와 게이트웨이 사이에서 데이터가 전송되므로 메시 네트워크는 복수의 경로를 제공한다. 한 경로가 차단되면 대체 경로 중 하나를 사용하여 전송이 이루어진다. 메시지를 자동으로 관리하고 유지하는 일은 네트워크 관리자가 책임진다. 예비 경로로 전환하는 작업도 엔지니어의 개입없이 자동으로 이루어진다. 계측기가 메시에 합류되면 예비 경로의 새로운 그래프가 자동으로 구성된다. 새로운 계측기에 얼마나 자주 데이터를 처리해야 하며, 어떤 네트워크에 참여할 것인지와 암호만 제공하면 나머지를 자동으로 수행된다.



(2) Time Synchronization

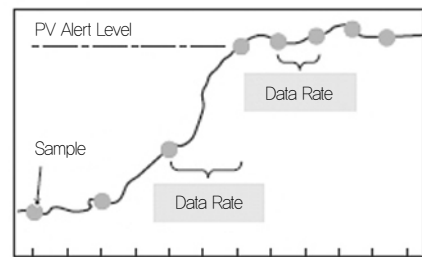
무선 계측기는 무선 채널의 데이터를 다시 무선 게이트웨이, 그리고 최종적으로 호스트 시스템에 전송한다. 충돌 및 데이터 손실을 방지할 수 있도록 모든 전송은 동기화된다. WirelessHART는 각 전송에 대해

10ms의 고정 지속 시간(흔히 슬롯이라 부름)을 적용한다(그림 참조). 계측기가 공정 데이터 및 기타 데이터를 다시 게이트웨이에 보고할 수 있도록 각 이 시간 슬롯은 자동으로 구성된다.



(3) Report by Exception – Time – and Condition – based Alerts

무선 송신기를 켤 때마다 상당한 양의 에너지가 사용된다. 이는 잦은 전송으로 배터리 수명이 단축되는 결과로 이어진다. WirelessHART는 배터리 수명을 극대화하는 기능을 몇 가지 제공한다. 기본 개념은 데이터가 변경되거나 이벤트에서 전송을 요청할 때에만 공정 데이터를 전송하는 것이다. 스마트 보고 기능은 공정값을 기준으로 데이터 전송률을 변경할 수 있는 방법을 제공한다. 아래 그림에 PV(공정변수)가 정보 수준에 도달할 경우 보고 속도를 증가시킴으로써 운전자에게 빠른 업데이트 시간을 제공하는 예가 나와 있다. 스마트 보고 기능의 다른 버전은 공정이 사전 설정량(예 : 5%)에 의해 변화되거나 기간(예 : 10분)이 만료되는 경우에만 데이터를 전송한다. 전송되는 공정 데이터에는 계측기에서 추가한 시간 및 날짜 스탬프가 있다. 예외가 있을 경우 정보가 보고될 수 있으며, 달리 말하자면 트리거 될 때에만 전송된다. 공정 정보는 트리거될 때 전송되며, 시간 및 날짜 스탬프가 포함된다.



(4) Time Stamp

각 계측기에는 데이터를 정확한 시간에 전송할 수 있도록 동기화된 클럭이 내장되어 있다. 이 클럭은 공정 데이터의 각 샘플에 시간 및 날짜 코드의 스탬프를 추가하는 데에도 사용된다. 각 샘플 사이에 긴 간격을 두고 데이터가 전송되는 경우 시간 스탬프가 중요하다.

(5) Process Variable (PV) Trending

WirelessHART의 또 다른 배터리 수명 연장 및 공정 분석(업데이트 속도 향상) 기능으로는 계측기 내에서 공정 데이터를 샘플링하고 데이터를 다시 집중적으로 호스트 시스템에 전송하는 기능이 있다. 그러면 호스트 시스템에서 데이터 변동과 관련 시간 스탬프를 바탕으로 추세를 구축할 수 있다.

(6) Wireless Co-existence

HART 7은 표준 무선(802.15.4)과 15채널의 비인가 주파수 대역(ISM[Instrument Medical Scientific])을 전송에 사용한다. ISM 대역의 문제는 누구나 사용할 수 있다는 것이므로(WiFi) 두 네트워크를 만족스러운 수준으로 운영하려면 충돌을 최소화해야 한다. WirelessHART는 채널 평가 및 짧은 메시지 크기를 사용하여 주변 네트워크와 공존한다(그림 참조). 계측기는 각 메시지의 전

송을 준비할 때 전송하려는 채널을 점검하여 사용 중인지 확인한다. 채널이 사용 중이라면 계측기는 다음 시간 슬롯을 기다리고 새로운 채널을 사용한다.

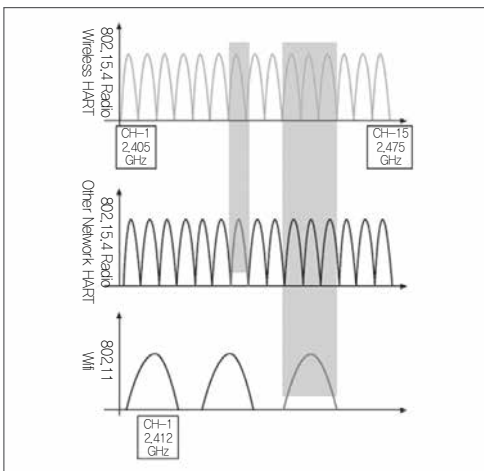
(7) Wireless Diagnostics

네트워크의 건전성과 보안 상태를 보장하려면 무선 네트워크 진단 결과를 모니터링하는 것이 중요하다. HART에는 이러한 진단 기능이 기본적으로 내장되어 있으며, 잔여 배터리 수명 표시기, 존재하는 장치, 네트워크 참가 시도, 기타 네트워크 관리 지표가 포함되어 있다.

(8) Wireless Security

보안은 무선에서 요구되는 최상위 조건 3개 중 하나(다른 조건은 강력함과 단순성)이며, 다음과 같은 몇 가지 단계로 처리된다.

- 시스템은 참가 중인 계측기가 참가에 적합한 자격 증명을 갖추고 있는지 검증해야 한다(그림 참조).
- 메시지 내용이 메시 네트워크를 통과하면서 변경되지 않도록 각 무선 메시지에 고유의 MIC(메시지 무결성 코드)가 포함되어야 한다.
- 데이터를 판독하기 어렵도록 각 메시지 종료 시에 채널이 변경되어야 한다.
- 콘텐츠 보안을 유지할 수 있도록 메시지가 암호화되어야 한다.



(9) Loop Testing

4~20mA 신호가 없으므로 WirelessHART는 호스트에서 공정 데이터가 정확하게 표시되는지 검사하고, 다른 제어 기능을 테스트할 수 있는 루프 테스트 또는 시뮬레이션 명령을 제공한다.

관련 연구

WirelessHART는 Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi 등의 다른 무선 표준과 유사성이 많지만, 동시에 다른 여러 측면에서 차이점도 가지고 있다. 일반 무선 센서 네트워크는 자체 구성 가능하며, 타이밍과 통신 신뢰성에 대해 엄격한 조건을 요구하지 않는다. WirelessHART, ZigBee, Bluetooth는 같은 비제한 2.4GHz ISM 무선 통신 대역에서 작동한다. Bluetooth는 시간 슬롯과 채널 호핑을 지원하며, 통신범위는 10ms에 불과하고 스타 형식의 토폴로지만 지원하며, 기존 IEEE 802.15.4 MAC를 사용한다. 반면 WirelessHART는 메시 토폴로지를 지원하므로 더 뛰어난 확장성을 제공하고 자체적으로 MAC 프로토콜을 정의한다.

WirelessHART는 MAC 계층에 대한 채널 호핑과 채널 블랙리스트 기능을 제공하며, 모든 노드가 주변장치에서 발생된 메시지를 전달함으로써 추가 데이터 경로를 효율적으로 제공할 수 있는 메시네트워크라는 수단을 통해 최고의 신뢰성을 달성한다. 무선 계측기는 무선 채널의 데이터를 다시 무선 게이트웨이, 그리고 최종적으로 호스트 시스템에 전송하게 되는데, 충돌 및 데이터 손실을 방지할 수 있도록 모든 전송은 동기화된다.

WirelessHART는 각각의 전송에 10ms의 고정 지속 시간 또는 시간 슬롯을 적용한다. 업데이트 속도에 따라 현장 장치가 공정 데이터를 다시 게이트웨이로 전송

하도록 시간 슬롯을 자동으로 구성할 수 있으며, 주파수 호핑과 TDMA의 조합은 초당 최대 1500회의 통신을 지원한다.

하나의 WirelessHART 네트워크는 최대 250개의 장치로 구성될 수 있다. 초당 30회 통신의 규칙을 적용하면 해당 네트워크는 8초마다 모든 값을 업데이트할 수 있다. 네트워크에 연결된 모든 현장 장치는 지속적으로 공정값을 업데이트해야 하며, 오프라인 상태가 되지 않아야 한다.

Wireless Hart Adapter

Wireless Hart Adapter는 새로운 HART 장치이다. 이 어댑터를 기존 유선 HART 계측기에 추가하여 원격 액세스용 WirelessHART 연결을 제공할 수 있다. ABB 어댑터는 루프 구동식(배터리 불필요)이며, 공간이 제한적인 경우에도 대부분의 애플리케이션에 충분히 작은 크기이다. HART 멀티플렉서를 설치하면 기존 유선 HART 계측기에 대한 원격 액세스도 가능하지만, 상당히 많은 배선 변경이 필요하다. 반면 이 어댑터를 가장 중요한 자산에 포인트 투 포인트(Point to Point) 방식으로 추가하여 상태 모니터링을 수행할 수 있다.



맺음말

무선 기술은 공정산업에서 패러다임의 변화를 주도할 것으로 여겨져 왔으며, 최근 폭넓은 연구가 이루어졌다. WirelessHART 기술은 신뢰성 높은 무선통신 전송의 기반 역할을 하는 IEEE 표준 802.15.4를 바탕으로 하며, 잘 알려지고 검증된 HART 프로토콜을 기반으로 개발되었다. 2010년 4월, WirelessHART는 IEC (국제전자기술위원회)에서 만장일치로 승인을 받음으로써 IEC 62591와 같이 최초의 국제무선표준이 되었다.

전 세계에 3000만 개 이상의 HART 장치가 설치되어 있지만, 대부분의 경우 제공할 수 있는 주요 정보가 장치 내에 고립되어 설치된 전체 HART 장치의 85%가

장치 진단 정보를 전달하기 위해 액세스되지 않는 것으로 예상되며, 단 하나의 공정변수 데이터만이 4~20mA 아날로그 신호를 통해 통신된다. 대개 HART 정보 액세스의 비용과 어려움으로 인한 것이다.

WirelessHART 기술은 유선 계측기를 대체하는 것이 아니라 보완하는 기술이며, 시설에서 두 기술을 동시에 운영하는 경우가 많아질 것이다. 또한 HART 명령구조 및 DDL(장치기술언어)을 포함한 하위 호환성을 제공하므로 동일한 도구를 사용하여 유선과 무선장치를 모두 손쉽게 지원할 수 있다. WirelessHART는 유망한 장치의 “교체 가능성”을 넘어 진정한 상호 연동성을 제공한다.

..... 기술원고를 받습니다

‘월간 계장기술’이 참신한 원고를 받습니다. 소장하고 있는 원고나, 평소에 소개됐으면 하는 내용을 기사로 작성하여 보내주시면 감사하겠습니다. 독자 여러분의 많은 참여 바랍니다. (특별기고·기술정보·산업동향 & 전망·연재 / 자세한 사항은 본지 참조)

▶ 원고제재 분야 및 내용

FA 및 PA 분야의 주요 아이템인 DCS, PLC, 센서, 유량계, 계측 및 계장기기, 인버터, 컨트롤 밸브, 계측 및 계장기기 와 이를 활용한 기술 및 산업전망

▶ 원고분량 및 발송방법

A4지 4~10매(연재는 편집부와 협의)이며, E-mail로 보내시면 됩니다. E-mail이 어려운 원고와 첨부자료(카탈로그와 제품사진 등)는 우편발송하시면 됩니다.)

▶ 보내실 곳

서울시 영등포구 문래동3가 55-7
에이스테크노타워 708호 월간계장기술 편집부 앞
TEL : (02)2168-8899 / FAX : (02)2168-8895
E-mail : procon@procon.co.kr / Ich1248@naver.com

▶ 원고마감 : 매월 15일