

산업용 사물인터넷(IIoT) 시장 전망과 기술 동향

I. 서론

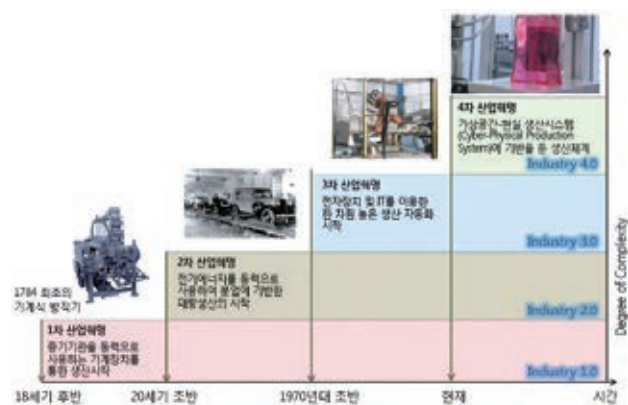
산업용 IoT에 대한 정의를 한번 되새겨 보자.

The IIoT is “the universe of intelligent industrial products, processes and services that communicate with each other and with humans over the computing network”

즉, 네트워크 기반에서 기계와 제품, 생산과정과 서비스에 지능을 부여하여 자율적으로 통신 및 제어가 가능하고 인간은 생산공정과 공급체인의 흐름을 시각적으로 확인할 수 있도록 하는 환경을 말한다.

센서를 통해 취득된 데이터들을 축적하고 분석하며 이에 따른 결과로 액추에이터를 통해 장치들을 제어하게 된다. 물론, 광범위하고 다양한 네트워크를 통한 데이터 및 제어의 전송은 필수적이다.

IoT기술이 산업의 생산분야에 도입되면 ‘스마트팩토리’ 혹은 ‘인더스트리 4.0’의 개념을 구현하는 것이 가능할 것이다(〈그림 1〉). 제조업 강국인 독일은 이미 오래전에 사물인터넷 기술을 제조업에 도입한



〈그림 1〉 4단계 산업혁명^[14]

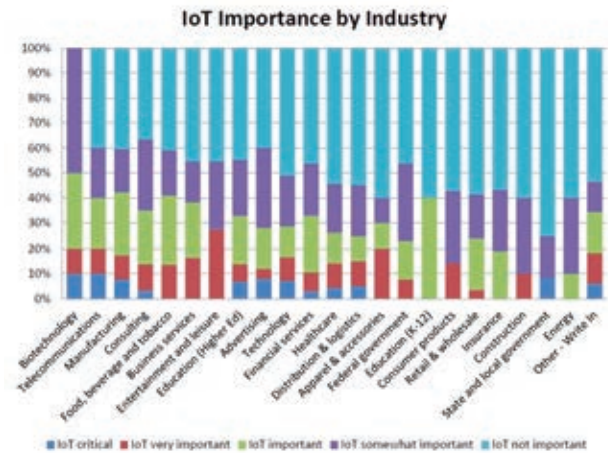


최용수
성결대학교 파이데이아대학

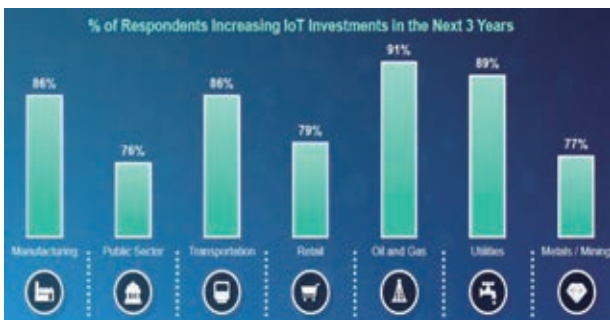
'Industry 4.0'을 국가전략으로 삼아 생산성을 30% 이상 높이는 혁신을 시도하고 있다.

Bosch Software Innovations의 Stefan Ferber는 Industry x.0의 기준을 다음과 같이 정의하였다. Industry 1.0은 기계적 도움을 받기 시작한 것을 말하며 Industry 2.0은 헨리 포드가 선도한 대량 생산의 시작, Industry 3.0은 전자장비와 제어시스템을 생산공정에 사용한 자동화 그리고 Industry 4.0은 제품/시스템/기계 장치들 간의 통신을 의미한다.

<그림 2>와 같이 Dresner Advisory Service에서 발표한 산업분야에서 IoT기술의 중요성을 살펴보면 생명과학, 통신, 제조업, 광고 등에서는 IoT기술의 도입이 매우 중요한 역할을 하지만 여전히 식음료, 기업 서비스, 오락과 레저 산업과 같은 곳에서는 중요도가 떨어지는 것을 알 수 있다. IIoT의 1차적 적용산업을 탐색함에 있을 도움이 될 만한 분류이다.



<그림 2> 산업분야별 IoT 도입의 중요성



<그림 3> 향후 3년간 IoT 투자에 대한 기업의 응답률^[2]

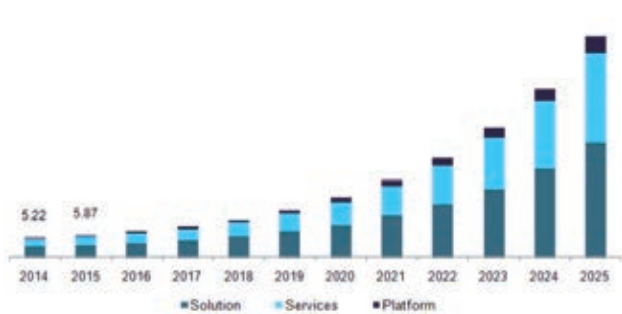
IIoT는 산업을 기반으로 하는 응용이며 제조업, 교통, 에너지, 의료환경에서 동작하는 장비들을 디바이스로 가진다. 특히나 IIoT응용은 시스템을 중심으로 프로세스를 운용관리한다. IIoT에서의 데이터 볼륨과 생성속도는 매우 빠른속도로 높아지고 있으며 산업분야에서 IIoT기술은 큰 임무를 가짐과 동시에 안전에 대한 임계를 가져야 한다. 그 이유는 스마트 그리드에서의 운용오류 그리고 스마트 교통 시스템에서의 오동작은 어마어마한 손해를 초래하게 되기도 한다. <그림 2>에서 보이는 것처럼 대부분의 산업에서 IoT에 대한 투자를 늘려 생산성 향상을 꾀하고자 하는 방향성을 읽을 수 있다.

II. IIoT 시장 규모 변화

IIoT의 시장규모는 2015년 900억불에서 2020년에는 1100억불로 증가하며 IIoT 2030년에 글로벌 경제에 미치는 추가적 영향이 14.2조 달러에 달하고 연평균 성장률은 약 8.03%에 달할 것으로 예측하였다.

2016년 글로벌 IIoT 시장 규모는 1092억 달러였으며 2025년에는 9336억 불에 달하고 연평균 성장률은 27.8%을 보일 것으로 Grand View Research에서 예측하였다. 또한 IIoT는 프로세서, 센서 및 기타 기술의 경제성과 가용성 향상, 그리고 IPv6-2.4X의 확장성과 더불어 클라우드 컴퓨팅의 증가하는 수요와 채용으로 전 세계적으로 높은 적용률을 보이고 있으므로 향후 몇 년 동안 상당한 성장이 기대된다.

IIoT 시장에서 세부적인 컴포넌트별 규모를 보기위해 독일의 시장을 근거로 살펴보겠다. 과거부터 미래까지 솔



<그림 4> 독일 IIoT 시장의 Component별 규모 (단위 : 10억달러)^[3]



루션 시장이 제일 높은 비중을 가지며 서비스와 플랫폼이 나머지를 차지하는 것을 볼 수 있다. 즉, 플랫폼은 꼭 필요하지만 시장의 규모면에서는 솔루션을 따르지 못하는 것을 알 수 있다. 솔루션 부문은 원격 모니터링, 데이터 관리, 분석, 보안 솔루션 등으로 분리되어 있습니다. 서비스 부문은 전문가 용 및 관리 형 서비스로 분류되었지만 플랫폼 부문은 연결 관리, 응용 프로그램 관리 및 장치 관리로 세분화 된 수준으로 분류할 수 있다.

Internet of Things (IoT)의 역할은 장치 및 기계에 쉽게 액세스 할 수 있게 하는데 점점 더 기술집중을 하고 있다. 정부가 후원하는 이니셔티브와 Huawei, GE 및 Cisco 와 같은 주요 기업의 혁신적인 노력은 예측 기간 동안 전 세계적으로 IIoT 채택을 강화할 것으로 예상됩니다.

위의 컴포넌트별 시장규모의 시장 점유율을 살펴보면 산업용 IoT 솔루션은 2016 년 최대 시장 점유율 55 %를 차지했으며 솔루션 제공 업체는 운영을 혁신하고 새로운 비즈니스 모델을 만들 수 있도록 다양한 산업 분야 및 비즈니스에 정보 시스템, 장치 및 센서를 통합하는 데 점점 더 노력하고 있고 의사 결정을 지원하고 제품 및 서비스를 향상시키는 다양한 출처의 데이터를 기반으로 한 분석을 통해 혁신적인 통찰력을 제공하므로 향후 상당기간 높은 성장이 기대된다.

IIoT 서비스는 2017 년부터 2025 년까지 연평균 29 %의 CAGR을 기록하며 이 분야의 성장은 클라우드 컴퓨팅 시장 개발, 지속 가능한 스마트 지원에 대한 정부의 노력 증가로 인한 효과가 크다.

III. IIoT 도입에 따른 효율성

사물인터넷 기술을 제조업에 도입한다면 비용절감과 생산효율화를 동시에 달성할 수 있다. 이는 제조공장의 모든 자원과 설비를 실시간 데이터에 기반하여 최적화해 유휴자원을 줄이고 가용성을 극대화할 수 있기 때문이다. 생산자들은 중앙관제를 통해 여러 공장에 있는 기계설비들을 실시간으로 모니터링할 수 있어 의사결정 시간을 줄이고 신속한 조치를 할 수 있다. 공장 안에 기계장치와 시스템이 연결되면 다양한 정보가 제공되고, 이러한 정보를

바탕으로 인간의 간섭 없이 생산시스템 자동화가 가능하다. 따라서 제조에서 판매까지 전체 공급체인에 대한 정보를 실시간으로 제공하여 체계적인 관리가 수월해질 전망이다.

국내에서도 스마트 그리드 사업을 실시하고 있지만 공장의 에너지 사용을 최적화하여 운영비용 중 큰 부분을 차지하는 에너지 비용을 감소시킬 수 있으며, 센서와 무선통신망을 통해 예기치 않은 생산시스템의 오류에도 선제적으로 대응할 수 있다. 맥킨지앤컴퍼니(McKinsey & Company)의 2015년 보고서에 따르면, 사물인터넷 응용 기술을 생산공정에 도입함으로써 10~20%의 에너지를 절감할 수 있으며, 20~25%의 노동효율성 증가가 발생할 것으로 예상하였다.

생산에 사물인터넷기술을 도입할 때 얻는 효과는 1인당 생산량, 생산능력, 납기 준수율, 생산 설비 운영 효율, 설비 가동률, 개선 역량, 고객만족도 등이 높아지며 이에 따라 생산 불량률, 제조원가, 생산 관련 의사결정 시간, 불용 재고, 생산 설비 장애 발생 건수, 현장 사고 발생 건수, 이상 대응 시간 등의 감소하는 부수적 효과를 보게 된다.

IV. IIoT를 이용한 생산관리 시스템 구조

IoT에 의한 생산공정 혁신은 <그림 5>를 통해 직관적으로 비교가 가능하다.

예전의 생산공정은 업무·계획을 관리하는 시스템, 제조·실행 시스템, 제어 시스템 등이 독립적인 시스템으로 운용되었다. 컴퓨터 네트워크와 데이터베이스, 그리고 실



<그림 5> 생산관리시스템(MES, CIM) 계층 구조^[9]



시간 모니터링 시스템의 발전으로 인해 점차 생산활동을 총괄적으로 제어·관리하는 컴퓨터통합생산(Computer Intergrated Manufacturing; CIM) 시스템으로 진화하고 있다. 즉, 사물인터넷과 빅데이터, 클라우드 시스템으로 인해 관리자는 원격으로 생산 현장을 모니터링하면서 실시간 데이터를 취합·분석하고 최적의 의사결정을 내릴 수 있게 되었으며, 이러한 의사결정은 다시 즉각적으로 공장으로 전달된다.

IV. 사물인터넷 도입에 따른 산업전반의 변화

사물인터넷, 클라우드와 빅데이터로 인해 가까운 미래에 기존에는 없었던 혁신적인 사업 기회가 창출될 수 있다. 사물인터넷 혁명은 에너지, 의료, 제조업 등 다방면에 영향을 미치고 인간과 기계의 상호작용에 근본적인 변화를 가져올 전망이다.

기존의 소품종·대량생산에서 다품종·소량생산의 수직적인 공급 가치사슬체제로 전환될 것으로 보인다. 즉, 소비자의 취향에 따라 맞춤형 제품과 서비스를 공급할 수 있도록 진화할 것이다. 이러한 예로 인벤테블즈(Inventables)는 간단한 컴퓨터로 작동이 가능한 3D carving machine을 제작하였다. 뿐만 아니라, 기업들은 기존에 자신들이 보유한 역량을 충분히 발휘할 수 있으면서도 사물인터넷 기술을 새롭게 접목한 서비스를 제공

할 전망이다. 스포츠용품 전문기업 나이키에서 퓨얼밴드(Fuel Band)를 제작한 사례는 이러한 트렌드를 반영하고 있다.

물론 컴퓨팅과 네트워크에 의한 4차 산업혁명은 인간이 영유하는 일자리에도 큰 변화를 가져와 단순노동력을 요하거나 컴퓨터의 연산능력이 발휘될 수 있는 분야의 직업은 사라질 가능성도 있다. 미국의 한 연구기관에서는 702개의 세부직종 중에서 약 47%가 위협을 받을 수 있다고 분석하였다. 텔레마케터, 화물/수송업 종사자, 소매상인, 모델, 은행원, 회계사, 부동산 중계업자 등이 그 대상이 되었다. 흔히 전문직이라 불리우는 의료계, 법조계, 교육계 종사자들의 업무 상당부분도 ICT기술을 사용하여 대체할 수 있을 전망이다.

기업의 비즈니스 모델에 있어서도 혁신적 파트너십이 공론화 될것이다. 신수요 창출이 가능한 혁신적인 제품을 생산하고 시장을 선점하기 위해서 기업의 규모/역사/업종에 관계없이 인수합병이 이루어 질것이다. 한예로, 구글이 스마트 온도조절장치 제조업체 네스트(Nest)를 인수하고 페이스북이 가상현실을 적용한 헤드셋 개발업체 오쿨러스(Oculus)를 인수한 사례가 있다.

공급자 위주(B2B)의 제품 중심에서 수요자 위주(B2C)의 서비스 중심으로 변화할 것이다. 대표적 제조업인 자동차산업에서도 기존의 물리적 시스템에서 벗어나 소프트웨어 플랫폼과 애플리케이션이 차량의 선택기준이 되기도 한다. 미래의 사물인터넷 산업은 제조업이라기보다는 서비스업에 가깝다고 할 수 있다. 사물인터넷 기기로 수집된 방대한 데이터를 통해 지금까지 없었던 다양한 형태의 서비스 제공이 가능해지고 이를 통해 새로운 비즈니스 모델이 창조될 전망이다.

VI. IIoT 적용 시나리오

<그림 7>처럼 위험한 작업이 이루어지는 대형 플랜트의 작업자 안전을 위한 IIoT시스템을 보여준다. 정제 공장에서 센서(H2S, LEL, NO2 등)를 통해 가스의 비정상수치를 계속적으로 감시하고 치료 및 응급상황을 위한 'Panic' 버튼을 작업장 곳곳에 설치한다. 또한 작업자의

스마트 혁신 환경	설명
에너지 분야 (Smart Energy/ Smart Utilities)	-신재생 에너지원, 전력망, 전력과 에너지 소비를 지속적으로 측정하여 배전회사와 소비자에게 정보를 제공하는 동시에 적절히 수요와 공급의 균형을 맞추도록 하는 분산전원의 지능형 통합시스템
교통-운송 분야 (Smart Transport)	-사용자가 더 안전하고 더 편리하게 이용할 수 있도록 서로 다른 형태의 운송 및 교통체계를 관리하는 혁신적인 서비스를 제공하는 지능형 운송 기술
제조업 분야 (Smart Manufacturing)	-전생산 공정에서 필요한 정보를 필요한 시점에 좀 더 유용한 형태로 가공하여 확인할 수 있도록 하는 실시간 통합처리 시스템
의료 분야 (Smart Health)	-진보된 응용기기(모바일/스마트 장치, 센서, 웨어러블 등)를 통해 환자와 의료진에게 의료서비스에 대한 접근성을 향상시키는 공공 및 개인 의료체계 구축
공공 분야 (Smart Government/ Smart Environment)	-시민의 안전과 관련된 정보를 제공하고 한 차원 높은 공공서비스를 제공할 수 있도록 실시간 정보체계 구축
고객 서비스 (Smart Customer Experience)	-구매에서 엔터테인먼트에 이르기까지 기술과 개인의 삶이 상호작용할 수 있는 개인 맞춤형 응용서비스 제공
건축/주거 분야 (Smart Homes)	-스마트폰이나 모바일 장치를 통해 원격으로 전등, 난방, 가전기기 등을 조정할 수 있는 건물과 관련된 응용시스템
금융 분야 (Smart Finance)	-은행, 보험, 부동산, 대출 등 다양한 금융시장에 적용할 수 있는 지능형 통합시스템

<그림 6> 사물인터넷의 주요 응용분야⁹⁾



〈그림 7〉 생명 안전을 위한 IIoT 시스템^[2]



〈그림 8〉 성장주도형 IIoT^[2]

무의식 또는 무동작을 모션 센서를 통해 감지한다. 모든 알람들은 Central Control Room에서 관리를 하면 알람을 울리는 센서들의 위치정보로 신속한 복구 및 구조가 진행 가능하다.

지능형 농업의 구현(〈그림 8〉)에 있어 IIoT시스템은 그 역할이 더욱 크다. 기존의 생육장비 및 작물들을 포함하는 농장에 센서들을 투입하며 더욱 지능적인 생육장치들로 발전되며 원격으로 작물의 상태를 진단하고 최적화 서비스를 결정하기 위해 토양과 작물 그리고 장치들의 분석 결과를 바탕으로 농업정보 서비스에 결과를 전송하면 농업 서비스의 부분에서는 출하정보를 바탕으로 농업 생산물의 출하량 조절을 실시해 최적의 농산물 유통환경이 되도록 도와준다.

VII. IIoT 도입 및 활성화를 위한 가이드라인

IIoT기술이 산업에 어는 정도의 영향을 미쳤을까?

아직까지는 고객에 국한한 Home Appliance 중심의 개발이 주를 이루고 있으며 Cyber-Physical System분야에서 IIoT기술의 산업응용이 많이 이루어지고 있다.

순차적인 동작이 이루어지는 제조업의 경우 여전히 PLC 또는 Ladder Logic 프로그램을 이용하고 있으며 에너지 그리드에서도 작은 수의 고정 자원 또는 부하에 대해서만 제한적으로 IIoT기술이 사용되어 지고 있다.

일부 제조공정 장비 개발 회사에서는 〈그림 9〉와 각각의 제어 시스템 상에서 이원적인 프로토콜을 사용하는 PLC, 원격 I/O 장치, 필드 장치들이 통합하는 필드버스형 콘트롤러 개발이 선행되어졌다.

멀지 않은 미래에 다가올 IIoT의 활성화를 위해서는 다음의 5가지 과제에 대한 해결이 중요할 것이다.

1. 더 높은 정확성

일반 소비자를 위한 IoT 장치들을 만드는 것이 쉽지 않지만 IIoT를 위한 장치들을 훨씬 복잡도가 높아질 것이다. 비록 전자기기와 시스템들을 연결한다는 공통점은 가지지만 대기시간, 의사결정, 통신의 대역폭 등 로컬 네트워크에 대한 환경성능의 기준이 훨씬 까다롭다.

시스템의 효율화를 통한 비즈니스, 기계 자체 그리고 기계 조작자의 안위를 위해서도 정밀 기계들의 경우 까다로운 상세 스펙의 준수는 더욱 중요하다.

이러한 목적으로 비디오 및 오디오를 스트림으로 동



〈그림 9〉 산업용 필드버스 콘트롤러



기화 하는 복잡한 작업의 표준기술을 차량간 무선통신 (V2V, Vehicle to Vehicle)에 사용하려는 노력이 있다.

2. 적응성과 확장성

기업들이 자사의 산업 시스템을 설계, 확장하던 기존의 방식을 벗어나 새로운 소프트웨어나 기능성을 기존의 솔루션 전반에 온전히 통합할 수 있도록 할 필요가 있다.

벤더 정의 블랙박스 추적을 통한 기능 추가나 독점의 기존 방식은 신속한 도입이 가능하다는 장점이 있지만 발생한 데이터의 취득과 분석에 취약한 단점이 있다.

단대단 솔루션의 설계는 데이터 공유가 유리한 선진적 통합 시스템이긴 하지만 통신 프로토콜 역시 자체적으로 구축해야 하는(시스템 자체의 본질이 블랙박스화 되는)한계를 가진다.

3. 보안

산업용 사물인터넷에서 보안은 결코 간과할 수 없는 문제이기도 하다. 수만 개의 노드로 구성되어 있어 위험 노출이 큰 IIoT 어플리케이션은 시스템에 투입된 불량 데이터로 인한 데이터 보안 공격으로 시스템에서 빠져나가는 데이터 유출 만큼이나 큰 피해를 초래 한다.

엄청난 규모의 시스템 네트워크가 원격지와 연결되며 통신과정이 안전하게 보호되지 않으면 수 백만 달러 가량의 자산이 위협에 처할수 있다. IIoT의 선두주자인 스마트 그리드의 예를 보면 그리드 상의 정보에 접근하기가 더 쉬워지면서 보안 위협 역시 커지고 있음을 알 수 있다.

4. 효율적 업데이트와 유지보수

기존의 산업 시스템은 안정적인 구동을 최우선으로 개발되지만 IIoT시스템에서는 변화하는 요건에 맞추어 지속적으로 수정, 보완 되도록 유지보수 및 업데이트에 염두를 두고 대비하도록 개발되어야 한다.

새로운 시스템의 개발이 기존 시스템의 전반적 대체가 아니므로 기존 및 다른 시스템들과도 통합될 수 있어야 하며 수천, 수 백만 개의 시스템을 다 업데이트 해야할 가능성도 생긴다.

5. 시스템 유연성에의 투자

변화하는 요건에 맞춰서 유연하게 적응하기 위해서는 열린 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼이 필요하며 또한 새로운 기술을 따라잡을 수 있는 실시간 네트워크가 필요하다.

급변하는 미래 환경에 맞춰 발전하고 변화할 수 있는 유연한 네트워크 시스템 구축이 필요하며 플랫폼 기반 접근 방식의 효율성 증대를 위해서는 하드웨어나 소프트웨어에 치중하기 보다는 애플리케이션 자체의 혁신에 주목해야 한다.

참고 문헌

- [1] Accenture Technology, Industrial Internet of Things Driving Unconventional Growth, 2015
- [2] Gerardo P. C., "DDS:Platform for the Industrial Internet of Things(IIoT)", RTI-.The Core Nervous System for The Industrial IoT, 2014
- [3] Grand View Research, "Industrial Internet of Things (IIoT) Market Analysis By Component (Solution, Services, Platform), By End-Use (Manufacturing, Energy & Power, Oil & Gas, Healthcare, Logistics & Transport, Agriculture), And Segment Forecasts, 2014 - 2025," Market Research Report, 2017
- [4] Market Watch, "Industrial IoT Market Size Worth \$933.62 Billion by 2025 | CAGR: 27.8%," Grand View Research, 2017
- [5] OpenMind, "7 Trends of IoT in 2017," 2016
- [6] 연합뉴스, "한국 사물인터넷시장, 2020년 17조...연평균 38% 성장 전망," 2016
- [7] 주대영, 김종기 "초연결시대 사물인터넷(IIoT)의 창조적 융합 활성화 방안," ISSUE PAPER 산업 창조 화 시리즈, 2014
- [8] 전혜영, "사물인터넷(IIoT) 관련 유망산업 동향 및 시사점," 한반도 르네상스 구현을 위한 VIP 리포트, 통권 662호, 2016
- [9] 황원식, "산업 패러다임에 따른 미래 제조업의 발전전략," K I E T 산업 경제, 3월호, 2016
- [10] 전종암 외 5인, "IoT 디바이스 제품 및 기술 동향," 한국통신학회지, 제 31권 4호, 2014
- [11] KISA, IT업계의 사물 인터넷 데이터 활용 동향, 인터넷 및 정보보호 동향, Vol. 5, 2014



[12] Kotra 해외 시장뉴스, “사물인터넷(IoT) 시장의 현황과 전망,”
2016

[13] Nexcom, “NIFE 10 Series,” www.nexcom.com

[14] 3RD EUROPEAN SUMMIT ON THE FUTURE INTERNET



최용수

- 1998년 강원대학교 제어계측공학과 공학사
- 2000년 강원대학교 제어계측공학과 공학석사
- 2006년 강원대학교 제어계측공학과 공학박사
- 2006년~2007년 연세대학교 첨단융합건설연구단 연구교수
- 2007년~2013년 고려대학교 정보보호대학원 연구교수
- 2013년~현재 성결대학교 교양교직부(멀티미디어) 조교수
- 현) 대한전자공학회 컴퓨터소사이터티 협동부회장

〈관심분야〉

Multimedia Hashing, Information Hiding,
Watermarking, Steganography, Image Forensics,
Forgery Detection 등