

IoT의 잠재력 실현

IoT의 5대 과제에 대해 알아보십시오

사물인터넷(IoT)은 모든 부문에서 급격한 성장세를 보이고 있습니다(그림 1). 2025년경에는 280억 개에 달하는 IoT 디바이스가 연결된 상태로 존재할 것으로 전망됩니다.¹ 또한 2023년에는 전체 시장을 통틀어 전 세계 IoT 지출 규모가 1조 1천억 달러에 달할 것이며, CAGR은 12.6%를 기록할 것입니다.² 복잡한 어플리케이션이 급증함에 따라 IoT 디바이스와 시스템은 실제 환경의 열악한 조건을 견뎌낼 수 있어야 합니다. 설계 엔지니어들은 수많은 기술적 과제에 직면하고 있습니다. 설계 초기부터 제조에 이르는 제품 수명 주기 전반에 걸쳐 중대한 설계 평가와 테스트 고려사항, 트레이드오프를 만들어야 합니다. IoT의 설계와 테스트에 대한 다면적인 과제를 해결하기 위해서는 종합적인 접근법이 필요합니다.



그림 1. 다양한 산업에서 급격히 성장 중인 IoT



또한 IoT는 소비자를 위한 용도에서 공공 안전, 비상 대응, 산업 자동화, 자율주행 차량을 위한 어플리케이션까지 그 유형이 매우 다양해졌습니다. 미션 크리티컬 어플리케이션은 배터리 수명이 길고 편리한 저비용 IoT 기술과 안정화된 무선 인프라를 활용합니다. 이러한 기술은 주요 디바이스와 시스템의 실시간 모니터링과 제어가 가능하도록 편의성과 상호운용성, 상호연결성을 개선합니다.

IoT 디바이스 설계의 다면적 과제에 대한 접근법

제한된 공간 안에 여러 개의 IoT 디바이스가 있으면 디바이스의 설계와 테스트, 성능, 보안에 대한 복잡성이 증가하게 됩니다. 이러한 디바이스를 테스트하는 것은 설계 엔지니어와 디바이스 제조업체의 가장 큰 과제 중 하나입니다. 이들은 IoT 디바이스 수명 주기 전반에 걸쳐 아래와 같은 5가지 과제를 해결해야 합니다.

연결(Connectivity): IoT 디바이스가 다른 IoT 디바이스, 클라우드, 주변 환경에 연결되도록 합니다.

지속성(Continuity): 작업을 수행하기 위해서는 IoT 디바이스가 확장된 배터리 수명을 보유해야 합니다.

컴플라이언스(Compliance): IoT 디바이스가 글로벌 규격 및 표준을 준수해야 합니다.

공존성(Coexistence): IoT 디바이스가 혼잡한 IoT 환경에서 조화롭게 작동하도록 합니다.

사이버 보안(Cybersecurity): 사이버 위협으로부터 데이터를 보호합니다.



첫 번째 과제 : 연결(Connectivity)

IoT에서 무선 연결은 데이터가 디바이스, 인프라, 클라우드, 어플리케이션을 원활하게 오갈 수 있게 만들어주는 핵심 요소입니다. 복잡한 시스템과 엄청난 밀도의 디바이스 상용화로 인해 '연결'은 이미 디바이스 설계자들이 직면하게 되는 주요 과제 중 하나입니다. 디바이스는 까다로운 환경에서도 결함 없이 안정적으로 작동해야 합니다. 빠르게 진화하는 무선 표준이 디바이스 배포 및 테스트 관련 복잡성을 더합니다. IoT 디바이스 설계자들과 엔지니어들은 다음과 같은 영역에서 공통적인 과제에 직면하게 됩니다.

- *RF 관련 지식 부족*

대부분의 IoT 기업에서는 처음으로 무선 설계를 경험하고 있습니다. 이러한 기업들은 때때로 RF 부분에서의 역량이 부족하여 개발 및 제조 단계에서 올바른 테스트 솔루션을 선택하지 못합니다. 전통적인 RF 테스트 장비는 너무 고가이며 작동 방식 또한 복잡합니다. 정확하고 믿을 수 있는 측정 결과를 얻기 위한 테스트 방법론을 구축하려면 상당한 양의 RF 및 프로그래밍 관련 지식을 쌓아야 합니다.

- *테스트 중인 디바이스(DUT) 관리 불가*

전자 디바이스의 소형화는 회로 보드 설계의 크기가 줄어들고 있으며 입력/출력 포트와 회로 보드에 내장된 안테나도 소형화 되거나 생략된다는 사실을 의미합니다. 설계자들은 물리적 연결 없이 DUT를 제어하여 실제 작동 모드를 시뮬레이션하는 방법에 대한 과제에 직면하고 있습니다. 어떻게 무선 주파수(RF) 성능을 OTA(Over-The-Air)로 측정할까요?

- *부족한 RF 테스트 커버리지*

R&D 및 제조 단계에서 처리해야 할 RF 매개변수는 무엇일까요? 표준 준수 여부를 확인하기 위해서는 제품 개발 단계에서 관련 무선 표준에 따라 디바이스를 대상으로 일련의 테스트들을 수행해야 합니다. 제조 단계에서 정밀 RF 테스트를 추가적으로 진행할 필요가 없어야 합니다. 그렇다면 어떠한 RF 테스트가 제조 결함을 방지할 수 있을까요?

- *높은 테스트 비용*

IoT 디바이스의 급격한 성장은 관련 요구가 기하급수적으로 증가한다는 것을 의미합니다. 제조업체들은 이처럼 점점 커지는 규모를 손쉽게 처리할 수 있으며 확장성과 안정성이 뛰어난 제조 테스트 시스템을 갖춰야 합니다.

- *믿을 수 없는 테스트 결과*

IoT 디바이스가 스마트 그리드, 커넥티드 카, 핵심적인 의료기기와 같은 미션 크리티컬 어플리케이션에 배포된 상황에서, 골든 라디오 방법 같이 동반 기기를 사용하는 전통적인 저비용의 제조 테스트 방법은 디바이스의 품질을 완벽하게 보장할 수 없습니다. 이러한 방법들은 제한된 테스트 커버리지를 제공하며 결과적으로 심각한 작동 결함이나 많은 비용이 드는 제품 리콜을 초래할 수 있습니다.

이러한 과제에 대처하려면 유연성이 뛰어난 설계 및 테스트 솔루션을 신중히 선택해야 합니다.

- 테스트 솔루션은 다양한 무선 형식의 여러 디바이스를 테스트할 수 있을 정도로 유연해야 하며, 개정된 사양이나 새로운 무선 형식을 지원할 수 있도록 업그레이드가 가능해야 합니다.
- 소프트웨어는 DUT와 테스터를 제어하여 디바이스를 여러 작동 모드로 전환하고 실제 RF 성능을 평가할 수 있어야 합니다.
- 하드웨어는 디바이스나 칩셋별 제어 소프트웨어에 물리적으로 연결하지 않아도 OTA RF 측정을 지원해야 합니다.
- 테스트 시스템은 간단하고 저렴해야 하며, 다양한 단계 전반에서 측정 상호연관성 문제를 최소화하기 위한 설계 검증과 제조 단계에서 모두 사용할 수 있어야 합니다.
- 또한 잠재적인 생산 확장을 위한 다중 DUT 테스트를 위해서는 솔루션의 확장성과 재구성 가능성이 매우 높아야 합니다.

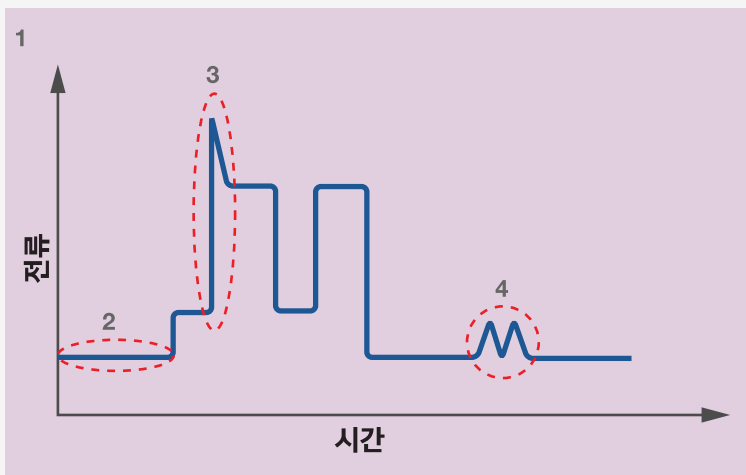


두 번째 과제 : 지속성(Continuity)

배터리 수명은 IoT 디바이스의 핵심입니다. 긴 배터리 수명은 큰 경쟁력을 제공하며 소비자의 구매 결정에 영향을 미칩니다. 스마트 미터나 산업용 무선 센서는 충전하지 않더라도 아주 오랫동안 작동해야 하며, 10년 이상 작동해야 하는 경우도 있습니다. 심박 조율기 같은 의료기기의 경우 배터리 수명이 생사를 결정할 수도 있습니다. 무선 통신 표준 그룹 또한 전력 소비가 적은 새로운 작동 모드를 정의하고 있는데, 여기에는 제한된 활성 작업 시간을 제공하는 NB-IoT, LTE-M, LoRa, Sigfox 등이 포함됩니다.

집적 회로(IC) 설계자, 디바이스 설계자, 테스트 엔지니어는 IoT 디바이스의 배터리 수명과 관련해 다음과 같은 과제에 직면하고 있습니다.

- 설계자는 긴 배터리 수명 요구사항을 충족하기 위해, 최소한의 전류를 소비하며 클럭 속도와 명령의 복잡성을 줄이고 낮은 배터리 전압을 구현하는 절전 모드를 갖춘 IC를 구축해야 합니다.
- 감지, 처리, 제어, 통신 컴포넌트들을 최종 제품에 통합시키는 디바이스 설계자들은 주변장치가 어떻게 동작하고 전력을 소비하는지 파악해야 합니다. 결과적으로 이들은 디바이스의 펌웨어와 소프트웨어를 최적화해서 작동을 간소화하고 소비 전력을 줄여야 합니다.
- 디바이스 설계자와 테스트 엔지니어들은 디바이스 수명 주기의 모든 단계에서 광범위한 전류 레벨을 통해 측정해야 합니다. 저전력 IoT 디바이스는 대부분의 시간을 절전 또는 유휴 모드에서 보내며 데이터를 주고받아야 할 때만 가끔 켜집니다.
- IoT 디바이스의 소비 전력은 마이크로초부터 초까지, 그리고 피코 암페어(pA)부터 수 암페어까지 크게 차이가 납니다. 이처럼 빠르게 변하고 넓은 전류 범위를 측정하는 것은 디바이스 설계자와 테스트 엔지니어들에게 있어 큰 과제입니다. 그림 2는 저전력 디바이스와 측정 요구사항의 예를 보여 줍니다.



1. 전류 프로필을 검증하고 시뮬레이션과 비교해 최적화
2. 절전 모드 전류 소비량 평가 및 감소
3. 디바이스 작동 과도 전류의 정확한 측정
4. 디버깅에 유용한 작은 신호와 스파이크를 간과하지 않음

그림 2. 저전력 디바이스와 측정 요구사항의 예

이러한 과제를 해결하기 위해서는 IC 설계자와 디바이스 설계자, 그리고 테스트 엔지니어들이 다음을 수행해야 합니다.

- 나노 암페어(nA)부터 암페어(A)까지 소비 전류를 시각화하여 IoT 디바이스의 절전 모드부터 활성 모드에 이르는 광범위한 전류 범위를 충족합니다.
- 하위시스템 이벤트(예: RF 무선 활성화, 펌프 활성화, 디스플레이 활성화)와 소비 전류 파형을 자동으로 상호 연결하여 설계 취약점을 식별합니다. 이를 통해 설계자는 디바이스 하위시스템의 전류 소비 기여 요인을 보다 정확하게 파악할 수 있습니다.
- 디바이스의 OTA 시그널링 제어를 수행하여 실제 작업을 시뮬레이션하고 이러한 작업 도중 소비되는 전력을 측정합니다.
- 실제 작동을 시뮬레이션 하는 디바이스의 배터리 수명 예측, 총 소요 시간 계산, 각 이벤트 또는 하위시스템이 소비한 전류 결정 등이 자동으로 이루어집니다.

설계자와 테스트 엔지니어는 이러한 역량을 통해 설계 취약성을 조기에 발견하고 제품 개발 주기를 가속화하여 배터리 수명 성능을 극대화할 수 있습니다.



세 번째 과제 : 컴플라이언스(Compliance)

컴플라이언스는 IoT 디바이스가 시장에 출시되기 전에 무선 표준과 글로벌 규격을 준수하도록 보장하는 것을 의미합니다.

그림 3에 나와 있는 것처럼 인증 테스트의 주요 범주는 두 가지입니다.

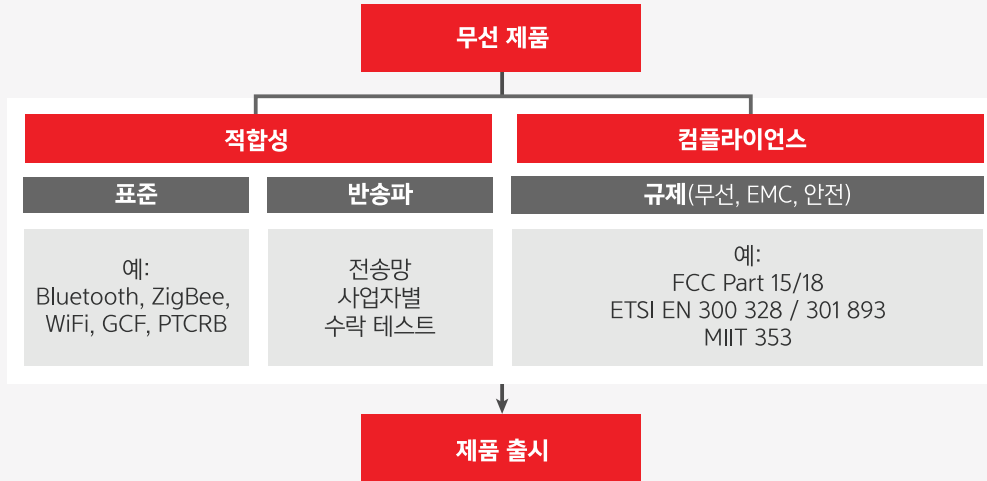


그림 3. 컴플라이언스 테스트의 두 가지 주요 범주

IoT 디바이스 제조업체는 종종 전 세계의 여러 요구 사항을 충족해야 하는 과제에 직면하게 됩니다.

- 출시 시간에 대한 압박: 디바이스 설계자들은 때때로 촉박한 일정에서도 원활한 글로벌 시장 출시를 보장하고 최신 규제를 준수하기 위해 고군분투합니다.
- 규격 테스트의 복잡성: 규제는 가끔씩 변경되기도 하는데, 이에 따라 규격 테스트가 복잡해집니다. 또한 테스트 장비 공급업체가 업데이트를 느리게 제공하면 일정을 준수하는 것이 더 어려워집니다.
- 대규모 자본 투자: 때때로 광범위한 규격 테스트 시스템을 구축하기 위해 많은 자본을 투자해야 할 수도 있습니다.

다음과 같은 팁은 제조업체들이 실패 확률을 줄이고 예산 내에서 제품 출시 일정을 유지하는 데 도움이 될 수 있습니다.

- 제품 개발 초기 단계에 사전 컴플라이언스 테스트를 포함시킵니다. 제품 개발의 모든 단계에서 테스트를 수행할 목적으로 사전 컴플라이언스 테스트 솔루션에 투자하는 것을 고려합니다. 설계 단계 초반에 문제를 수정하는 것이 나중에 문제를 발견하는 것보다 시간과 비용이 적게 듭니다.
- 확장 및 재구성이 가능한 사전 컴플라이언스 테스트 시스템을 선택하십시오. 일부 테스트 장비 공급업체는 기본적인 저가형 테스트 시스템으로 시작해 필요에 따라 확장할 수 있도록 확장 가능한 컴플라이언스 테스트 시스템을 제공합니다.
- 자동화된 테스트를 통해 테스트 시간을 줄입니다. 규제 테스트는 복잡하고 많은 시간이 소요됩니다. 일부 테스트는 수동으로 수행하는 경우 완료하는 데 수일이 소요됩니다. 시장에서 이용 가능한 자동화된 테스트 시스템에 투자하면 컴플라이언스와 사전 컴플라이언스 테스트에 소요되는 시간을 절감할 수 있습니다.

네 번째 과제 : 공존성(Coexistence)

연결된 디바이스의 급격한 증가로 RF 환경의 밀도와 혼잡도가 증가하였습니다. 표준 기구들은 다른 신호가 존재하는 상황에서 디바이스의 작동 성능을 개선하기 위해 방법론과 충돌 방지 기법을 개발했으며, 여기에는 AFT(Adaptive Frequency Hopping), LBT(Listen Before Talk), 협동 충돌 방지 기능 등이 포함됩니다. 그렇다면 혼합 신호 환경에서 이들의 효과는 어떨까요? 무선 형식이 다른 신호를 감지하지 못한다면 충돌과 데이터 손실이 발생할 것입니다. 결과적으로 무선 헤드셋 및 웨어러블과 같은 소비자 디바이스의 통신이 지연되거나 일시 정지될 수 있습니다. 하지만 의료기기의 경우 RF 간섭으로 인하여 작동이 멈춘다면 환자의 생명이 위독해질 수 있습니다.

공존성 테스트가 중요하긴 하지만, 현재 컴플라이언스 또는 인증 체계가 부족합니다. 미국에서는 연방통신위원회(FCC)가 무선 디바이스의 방출을 규제하고 식품의약국(FDA)이 의료기기 안전을 규제합니다. 하지만 이와 관련된 책임을 지고 적절한 테스트를 수행하는 것은 제조업체의 재량입니다. 미국 전기전자학회(IEEE)는 평가 프로세스, 테스트 설정, 위험 기반 테스트 등급 등의 공존성 테스트 관련 주요 고려사항을 제공하기 위해 ANSI(American National Standard for Evaluation of Wireless Coexistence) C63.27에서 몇 가지 지침을 만들었습니다.



1. 대상 환경을 특성화합니다

- 어떤 간섭원이 존재하는가? 주파수, 프로토콜, 신호 강도는 어떤가?



2. 디바이스의 기능적 무선 성능(FWP)을 정의합니다

- 반드시 통신해야 하는 대상은 무엇인가? 통신이 얼마나 자주 일어나야 하는가? 허용되는 최대 지연은 얼마나 되는가? 필요한 지속 데이터율은 얼마인가?



3. 테스트 계획을 개발합니다

- 챔버를 사용한 동축 테스트 설정 또는 야외 설정 중에 테스트 설정을 선택합니다.
- 위험 계층을 정의합니다. 계층 1은 사망 또는 증상 등의 심각한 위험을 초래하지만 계층 4는 주로 불편함이나 애로사항을 초래하는 무시할 만한 수준의 위험을 불러옵니다.
- 합격/불합격 기준을 정의합니다. 데이터율, 지연 시간, 오류율 등이 있습니다.



4. 테스트를 실행합니다

- DUT를 오가는 신호와 RF 환경을 모니터링합니다.
- 기준 성능을 확보하기 위해 간섭원 없이 테스트를 진행합니다.
- 실패할 때까지 간섭원을 포함해 테스트를 진행합니다.



5. 보고서를 생성합니다

그림 4. ANSI C63.27에서 제공: 올바른 공존성 테스트를 수행하기 위한 주요 단계

제조업체는 이 지침을 활용해 잠재적인 위험과 디바이스가 의도하지 않은 신호가 존재하는 작동 환경에서 FWP를 성공적으로 유지할 수 있는 역량을 평가할 수 있습니다.

다섯 번째 과제 : 사이버 보안(Cybersecurity)

디바이스부터 통신 네트워크와 클라우드, 어플리케이션까지 사이버공격은 다양한 계층에서 발생할 수 있습니다. 연결되어 있는 모든 디바이스는 더 많은 가치를 제공하는 시스템으로 가는 관문 역할을 합니다. 예를 들어 해커가 IoT 디바이스를 사용하여 한 국가의 배전 센터나 방위 시스템에 액세스해 이를 무력화할 수 있습니다.

오늘날의 기업들은 사이버 공격의 위험을 최소화하려면 극단적인 조치를 통해 강력한 IoT 인프라를 구축해야 한다는 사실을 실감하고 있습니다. 다음은 권장되는 계층형 접근법입니다.

디바이스 단계에서의 보안

보안 격차를 없애는 작업은 디바이스 단계서 시작됩니다. 대다수의 보안 위반이 엔드포인트에서 시작됩니다. 디바이스 설계자들은 디바이스 개발 초창기에 보안을 고려하고 제품 수명 주기 전반에서 지속적인 검증을 수행하여 보안과 서비스 품질을 보장해야 합니다.

네트워크 단계에서의 보안

기업은 위험과 취약성을 줄일 수 있도록 돕는 일련의 정책과 절차인 정보 보안 프레임워크를 채택합니다. 예를 들어, 미국 표준기술연구소(NIST)는 양호한 보안 프로그램을 위한 프레임워크에서 다음과 같은 다섯 가지 주요 활동에 대해 간략히 설명합니다.

- 식별: 보호하고 적합한 위험 평가를 수행해야 하는 데이터와 프로세스 식별.
- 보호: 물리적 및 관리 제어를 통해 해당 자산 보호.
- 감지: 항상 네트워크 내 존재하는 위협 감지.
- 대응: 문서화되고 테스트를 거친 사건 대응 계획을 통해 위협 대응.
- 복구: 해당하는 경우 손실된 자산 복구.

엔터프라이즈 단계에서의 보안

모든 구성원에게 데이터 보안의 중요성에 대해 교육하는 것은 최소한의 비용으로 투자 대비 가장 큰 효과를 얻을 수 있는 보안 조치입니다. IT 부서 뿐만 아니라 경영진과 이사회 조직도 사이버 공격의 대상이 될 수 있다는 것을 알아야 합니다.

권장된 모든 단계의 보안 조치를 취하더라도, 여전히 네트워크가 손상되었을 수 있습니다. 복구하는 데 얼마나 오랜 시간이 걸리는지가 관건입니다. 복원력 있는 네트워크는 위협으로부터 자신을 보호하고 조직의 재정적 손실을 최소화합니다.

객관적으로 바라본 다섯 가지 과제

IoT는 여러 업계에서 흥미롭고 새로운 어플리케이션과 기회를 만들어 내고 있습니다. 하지만 그와 동시에 전례없는 과제를 유발하며, 미션 크리티컬 요구사항을 충족하기 위해서는 새로운 방식으로 사고하는 것이 필요합니다. 심박 조율기를 예로 들어 보겠습니다. 외과 의사가 심박동을 모니터링 및 제어할 목적으로 환자의 피부 아래에 심박 조율기를 삽입한다고 가정해 보겠습니다. 이 경우 무선 연결을 통해 의사가 환자의 심장 활동을 모니터링하고 향후 치료 계획을 세울 수 있습니다.

이러한 잠재력을 가지고 있음에도 불구하고, 심박 조율기와 다른 미션 크리티컬 IoT 디바이스의 성공은 다음과 같은 다섯 가지 과제와 밀접하게 연관되어 있습니다.

- 심박 조율기의 에너지 효율성(인체 내에 존재하는 배터리를 교체하려면 개흉수술을 진행해야 합니다)
- 근육 과잉 자극을 유발할 수 있는 전류 누출량
- 모든 환경에서 중단 없이 데이터를 전송하기 위한 연결의 견고성
- 전송된 정보 보호
- 긴 FCC 및 FDA 규제와 임상 프로세스를 빠르게 처리할 수 있는 역량

연구원들이 이러한 영역을 계속해서 연구하고 있습니다. 다섯 가지 과제의 기술적 난제에 대한 세심한 평가를 통해 삽입된 무선 심박 조율기를 사용하는 환자를 원격으로 모니터링하면 환자의 삶의 질이 올라갑니다. 또한 무선 심박 조율기의 활용률이 급증할 것입니다.

성공적인 IoT 구현을 위해서는 설계자와 엔지니어가 IoT의 다섯 가지 기술적 과제를 극복해야 합니다. 기술적 과제와 주요 설계 및 테스트 고려사항을 심층적으로 이해하면, 에코시스템 전반에서 IoT 개발 및 배포 관련 위험을 제거하기 위한 탄탄한 기반을 구축할 수 있습니다. 또한 제품 수명 주기 전반에서 올바른 설계, 검증, 컴플라이언스, 테스트, 제조 도구를 사용하여 IoT의 잠재력을 실현할 수 있습니다.



1. Lueth, Knud L. “2019년의 IoT를 돌아보다: 올해 가장 주목할만한 10가지 IoT 개발 (IoT 2019 in Review: The 10 Most Relevant IoT Developments of the Year).” IoT Analytics. 최종 수정일: 2020년 1월 7일. <https://iot-analytics.com/iot-2019-in-review/>.
2. Desmond, Michael. “IDC: 2022년 전 세계 IoT 지출 규모 1조원 도달(IDC: Global Spending on IoT to Top \$1 Trillion 2022).” ADTmag. 최종 수정일: 2019년 6월 14일. <https://adtmag.com/articles/2019/06/14/iot-spending-trends.aspx>.
3. Berry, Jen. “2020년을 주도할 산업용 사물인터넷(IoT) 트렌드(Industrial Internet of Things (IoT) Trends to Dominate in 2020).” MobiDev. 최종 수정일: 2019년 11월 5일. <https://mobidev.biz/blog/industrial-iot-internet-of-things-trends>.
4. “IoT 헬스케어 현황(State of IoT Healthcare).” Aruba. n.d. https://www.arubanetworks.com/assets/infographic/Aruba_IoT_Healthcare_Infographic.pdf.
5. “사물인터넷 가이드: 수십억 개의 온라인 개체가 어떻게 웹을 더 똑똑하게 만들고 있는가(A Guide to the Internet of Things: How billions of Online Objects Are Making the Web Wiser).” Intel. n.d. <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/images/iot/guide-to-iot-infographic.png>.
6. Greenough, John. “자동차, 첨단기술, 이동통신 기업을 위한 다수의 새로운 비즈니스 기회를 만들어 내고 있는 '커넥티드 카'(The 'Connected Car' Is Creating a Massive New Business Opportunity for Auto, Tech, and Telecom Companies).” Business Insider. 최종 수정일: 2015년 3월 11일. <https://www.businessinsider.com/connected-car-forecasts-top-manufacturers-2015-2>.
7. “스마트 시티: 미래지향적 비전(Smart Cities: A Futuristic Vision).” SC Actual Smart City. 확인 날짜: 2020년 3월 31일. <https://www.thesmartcityjournal.com/en/articles/1333-smart-cities-futuristic-vision>.

www.keysight.com에서 더 많은 정보를 확인하십시오.

키사이트테크놀로지스 제품, 어플리케이션 및 서비스에 대한 자세한 정보는 키사이트로 문의하십시오. www.keysight.com/find/contactus

