

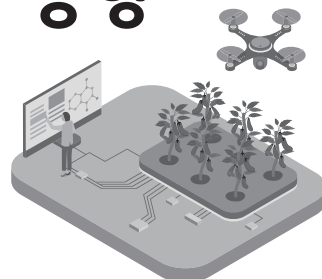
클라우드 기반 스마트팜 서비스 및 표준화 동향

김세한 한국전자통신연구원, 농축산PL

이명훈 농촌진흥청 국립농업과학원 스마트팜개발과 농업연구사

여현 순천대학교 교수, 스마트팜ICT융합표준화포럼 의장

이승희 인제대학교 교수, PG426 의장



1. 머리말

스마트팜은 ICT 기술을 활용해 시설온실, 축사, 노지 등의 분야에 접목하여 원격 및 자동으로 작물과 가축의 생육환경 제어 및 관리를 통해 생산 효율을 높일 수 있는 농장 시스템을 의미한다. 보다 넓은 의미로는 시설원예, 축산, 노지, 수산 등 분야에 생산, 유통, 소비의 전주기적 과정에 지능정보 ICT융합 기술 적용을 통한 농촌·농민의 삶의 질 향상을 도모하는 첨단 농업 형태를 의미한다. 1세대 스마트팜은 사람에 의한 편의성 향상과 노동력 절감, 2세대는 생산성 향상을 위해 생산 정밀화 및 지능화를 위한 지능정보기술의 적용을 지원하며, 3세대는 대량생산 및 전 과정 자동화를 위한 로봇 및 에너지 최적화, 4세대는 유통 및 소비 전 과정 지능화를 목적으로 한다. 농업 생산성을 향상시키기 위해 다양한 사용자들에 의한 농업 기술 발전과 ICT기술의 융합을 통한 노력은 오랫동안 지속되어 왔다[1]. 최근 한국을 비롯한 주요국의 농업은 ICT와 융합을 통한 지능화된 스마트팜 산업으로 발전하기 위해 데이터 중심의 고도화된 농업 시스템을 개발하고 있으며, 지능화된 형태의

융합 진화를 추진하고 있다. 클라우드 컴퓨팅 기반의 스마트팜은 데이터의 효율적 수집, 관리, 분석 및 활용을 위한 핵심 분야로 스마트팜을 위한 초기 비용의 감소, 농가 및 작목반의 지속적인 활용, 대상 작물의 생산성 향상 등을 목적으로 하는 2세대에서 4세대 스마트팜에 공통으로 활용가능한 서비스로 농가 현장에서 사용가능한 기술 범주에 따라 구분된다.

스마트팜과 같이 특정 목적에 맞으며 사용자 집단이 구별되는 프라이빗 클라우드 형태는 이해 당사자에 의해 운영되거나 제3자에 의해 온·오프형태로 제공되며 개인화된 서비스 형태로 서비스 프로그램 제공이 핵심이 된다. 스마트팜에서는 클라우드 플랫폼을 제공하는 기관에서 농가의 데이터를 유지·보수할 수 있어야 하며 다양한 위험 관리, 노하우의 보호, 작물에 특성화된 다양한 알고리즘의 보급 등 인프라로 그 사용이 점차 증가할 것으로 예상된다. 서비스 연속성 및 백업 등의 안정성을 위해 독립된 프라이빗 클라우드 형태의 플랫폼을 사용하고, 다양한 센서 데이터의 수집·제어·분석을 통해 보다 지능화된 IoT 서비스를 제공함으로써 안정적이며 경제적인, 또한 분산된 현장을 위한 농가 서비스들의 지속적

관리 및 운영의 편의성을 위한 노력이 다양하게 이뤄져 왔다[2]. 농업 데이터 분석가 등으로 사용자는 매우 다양하며, 농가의 노하우를 담고 있는 경우가 많아 프라이빗 클라우드 플랫폼 형태로의 발전이 지속적으로 예상된다. 본고에서는 국내외 클라우드 컴퓨팅기반 스마트팜의 기술 동향과 관련 표준을 소개하고 향후 방향을 전망하고자 한다.

2. 클라우드 기반 스마트팜 서비스 동향

2.1 해외 동향

일본의 미도리 클라우드 시스템은 입문형과 프로형으로 상용 서비스를 진행하고 있다. 입문 버전의 경우 초기 비용이 89,000엔, 월 클라우드 사용 비용은 2,260엔 수준으로 카메라/온습도, 일사량 센서 등 최소한의 센서를 지원한다. 기본적으로 무선 LAN 및 3G망을 지원하며, 실시간 정보의 저장 및 모니터링, 통계 등을 클라우드 플랫폼 기반으로 제공한다. 프로 버전은 노지 재배와 대규모 생산 시설에서 사용가능한 형태로 초기 비용이 128,000엔, 월 클라우드 사용 비용은 2,260엔 수준이다. 최대 6종류 16개까지 온습도 센서, 일사량, CO₂, 토양복합 센서(수분/지온/EC) 등의 지원이 가능한 형태이나 센서를 활용한 생산량, 병해 예측 등 핵심 알고리즘의 지원은 미비하다.

OPTiM¹⁾은 AI·IoT·빅데이터를 활용하여 ‘재미있고, 멋있고, 스타 농업’ 지원을 목표로 한다. 한국과 유사하게 일본의 농업은 고령화, 전문가의 감소, 노하우 차이에 따른 소득 불균형 등 농업의 지속성 확보가 갈수록 어려워지고 있는 현실을 반영한 서비

스를 중점 추진 중이다. 작업 부담의 경감 및 생산성 향상을 위해 OPTiM 정보 관리, Cloud IoT OS에 의한 시각화, 수확시기 및 수확량 예측, 농사기록 지원, 원격 지원 등 노동력 최소화를 위한 서비스 제공을 주목적으로 한다. 최근에는 무인 항공기에 의한 핀 포인트 살포와 드론 촬영 사진에서 Cloud IoT OS를 활용한 딥러닝 기술 이용 해충 감지를 통한 저농약 생산물을 추진하고 있으며, 블록체인 시스템을 통한 고품질 안심 등을 위한 기술도 개발 중인 것으로 알려져 있다.

Agri Field Manager는 드론이나 스마트폰으로 촬영한 농장이나 농작물의 영상 및 이미지, 인공지능을 이용하여 분석하고 효과적으로 작물의 생육을 관리하는 플랫폼으로 다양한 분야의 센서정보를 융합하여 고급 생육 분석을 제공하는 서비스를 제공하고 있으며, 세계 최초로 무인 항공기 이미지에 의한 딥러닝 기술을 이용한 병해충 탐지기술을 개발하였다. 관리 작업 부담 경감, 드론이나 스마트폰 등으로 촬영한 작물이나 포장 상태, 온도와 일조량, 포장 작업 보고서 등을 일괄적으로 관리하여 농장주에게 작업 부담을 줄일 수 있다. 또한 빅데이터에서 분석을 통해 노지나 농작물의 영상 및 이미지와 축적된 빅데이터 분석을 통해 작물의 생육 예측 서비스를 함께 지원한다. Agri House Manager는 하우스 내에 설치된 대량 센서 다변량 분석 및 크롤러의 양쪽에 설치한 스마트폰에서 연속 촬영한 위치정보를 포함하는 이미지 데이터의 분석에서 토마토 수율 예측(수량 계산, 수확 적기)을 지원한다. Agri Assistant는 자동 음성 입력에 의해 쉽게 농사 기록을 학습하여 GAP 취득에 필요한 농사정보의 공유가 가능하다.

1) www.optim.co.jp/agriculture/



[그림 1] IoT 기반 팜클라우드 서비스 플랫폼

Optimal Second Sight는 스마트글래스, 스마트폰, 태블릿의 카메라를 이용하여 현장 영상을 공유하고 각종 지원 기능을 이용하여 현장 작업을 지원하는 원격 작업 지원 서비스로, 모든 사람에게 그때 필요한 경험을 원격으로 공유 Remote Experience Sharing 서비스를 제공한다.

FarmCloud²⁾는 포르투갈에서 개발한 상용버전의 축산용 클라우드 플랫폼으로 실시간 관리 솔루션 기반으로 다른 제조업체의 환경정보 수집기와 사양관리 제어기의 플러그 앤 플레이 통합이 가능한 솔루션을 제공하는 것이 특징이다. 실시간으로 팜에 액세스하고 FarmCloud에 연결된 모든 타사 룬 컨트롤러의 모든 정보를 동시에 관리가 가능하다. 원격 장비인 환경정보 수집기와 사양관리 제어를 로컬에서 사용이 가능하며 또한 개별 또는 그룹으로 제어 가능하다. 또한 FarmCloud Reports Wizard를 사용하여 대부분의 기록 데이터의 비교·분석이 가능하며 별도의 API 제공을 통해 다양한 소프트웨어 추가 개발 및 스마트 단말용 앱을 통해 서비스를 제공한다.

2.2 국내 동향

클라우드 기반 스마트팜 시스템은 대부분 시설 원예용으로 개발되고 있으며 쉬운 설치와 관리, 합리적 가격, 원격제어, 정밀한 센싱 및 제어, 함수율, EC, pH 등 다양성, 작물생리 특성에 맞는 생육정보 수집, 병해 수집 - 알고리즘 - 진단 체계, 작목반 및 브랜드 조직을 위한 통합형 서비스, 작목반 소속 농가별 생산관리 비교분석 등이 요구되고 있다. ETRI, (주)이지팜, (주)엘시스 등은 oneM2M기반의 IoT 노드 및 허브, 클라우드 기반의 스마트팜 제어, 원격 상황인지, 생육정보 관리, 병해 수집 및 진단 알고리즘, 작목반용 생산 - 유통 - 경영 지원 서비스 등이 가능한 팜클라우드 기술개발을 진행 중이다. 특히 기존 농가별 또는 시설하우스별 별도의 통합 제어기나 운영PC 없이 스마트단말이나 웹 브라우저를 통한 서비스 제공을 통해 기존 시스템 대비 초기비용 50% 이상 감소 및 관리 어려움 해결, 소프트웨어의 지속적 버전 관리, 데이터 수집 및 분석의 효율성 향상 등을 위한 상용 서비스를 위해 논산, 부여, 장성 등 현장 농가를 중심으로 테스트 중에 있다.

2) www.farmcloud.io



[그림 2] 팜클라우드 표준 범위

3. 표준화 추진 동향

3.1 클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항 표준

클라우드 기반 스마트팜 서비스를 위한 표준은 2016년부터 TTA PG426을 통해 개발되어 왔다. 클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로 스마트팜을 관리·운영하는데 있어 필요한 용어, 구성요소 및 서비스 요구사항을 정의하였으며 이를 통해 농업 분야에 클라우드 활용을 위한 산업계의 관심을 고조시키고 스마트팜 활성화를 목적으로 한다. 요구사항 표준에서는 온실 자원의 가상화를 통해 스마트팜 서비스를 제공하고, 운영 및 개발 환경(PaaS)을 위한 클라우드 기반 스마트팜(FaaS, Farm as a Service) 플랫폼의 서비스 구성요소를 정의한다. 또한 클라우드 기반 스마트팜 서비스는 장치관리서비스(EMS based FaaS), 데이터관리서비스(DMS based FaaS), 모델관리서비스(MMS based FaaS) 등의 관리 서비스 기능과 스마트팜모니터서비스(FMS based FaaS), 스마트팜제어서비스(FCS based FaaS) 등 단순/복합 제어 서비스 기능, 스마트팜 운영 서비스 및 농장생산·경영관리 등의 서비스 기능을 하는 스마트팜운영

서비스(FOS based FaaS) 등 표준이 적용되는 4개의 시나리오를 제시하고 있다.

또한 기존의 C/S방식의 온실 모니터링 및 제어 표준들과 호환성 및 구별을 위해 새롭게 용어를 정의하였다. FaaS는 농장 자원의 가상화를 통해 스마트팜 서비스를 제공하는 PaaS 환경과 제어/관리를 지원하는 운영 서비스 및 개발 환경을 제공하는 API 서비스, 농장의 운영, 모니터링, 단순/복합제어, 장치 관리, 데이터 관리, 모델 관리를 지원하는 상위 응용 서비스 등을 포함한다. 클라우드 센서 노드(C-SensorNode, C-SN)는 센서와 통신모듈이 결합된 구조로써 측정된 센싱값, 센서 상태, 센서 노드의 상태를 온실 클라우드 통합 제어기를 통해 전송하거나 FaaS에 직접 전송이 가능한 노드이다. 클라우드 구동기 노드(C-Actuator Node, C-AN)는 구동기와 통신모듈이 결합된 구조로써, 클라우드 통합 제어기 또는 FaaS의 스마트팜 제어 서비스로부터 전달받은 명령을 통해 시설을 제어하고, 구동 상태를 FaaS에 전달 가능하다. 클라우드 구동기 노드(C-AN)는 구동기와 통신모듈이 결합된 구조로써 클라우드 통합 제어기 또는 FaaS의 스마트팜 제어 서비스로부터

전달받은 명령을 통해 시설을 제어하고, 구동 상태를 FaaS에 전달 가능한 노드를 의미한다. 클라우드 복합 노드(C-Hybrid Node, C-HN)는 센서와 구동기 모듈이 단일 노드에 결합된 구조로 클라우드 통합 제어기 및 FaaS의 장치 관리서비스와 연결을 통해 모니터링 및 제어가 가능한 노드를 의미한다. 클라우드 통합 제어기(C-Greenhouse Control Gateway, C-GC)는 FaaS로부터 받은 명령을 클라우드 구동기 노드(C-AN)에게 전달하고, 클라우드 센서 노드(C-SN)로 부터 전송된 센싱값을 FaaS로 전달하기 위한 장치로 클라우드 연결 및 프로토콜 변환을 위한 게이트웨이 역할을 하는 장치이다. 클라우드 게이트웨이(C-Gateway, C-GW)는 클라우드 기반 서비스 제공을 위해 필요한 데이터를 전달하기 위한 통신 장치로, 클라우드 연결 및 프로토콜 변환을 위한 게이트웨이 역할을 하는 장치를 의미한다.

3.2 FaaS와 클라우드 장치 간 데이터 전송 표준

클라우드 장치 기반 온실 관제 시스템을 운용함에 있어 클라우드 디바이스인 클라우드 센서 노드, 클라우드 구동기 노드, 클라우드 하이브리드 노드와 클라우드 게이트웨이, 팜클라우드 사이의 데이터 전송을 위한 프로토콜을 정의한 표준이다. 엔드 디바이스의 구성, 통신 환경, 운영 관리 등의 사용 환경, 프로토콜을 위한 프레임구조 및 각 필드의 구성, 클라우드 엔드디바이스와 클라우드 게이트웨이 간 통신 절차, 클라우드 게이트웨이와 팜클라우드 서버 간 통신 절차 등을 정의하고 있으며, 클라우드 엔드 디바이스 상태정보 획득 및 보고, 에러 발생 등 절차도 함께 정의한다. 특히 oneM2M프로토콜의 경량형 버전을 포함하여 기존 IoT 표준의 농업 분야 적용을 용이하도록 한다.

3.3 스마트팜 서비스와 서드파티 응용 서비스 간 인터페이스 표준

서드파티 응용 서비스(3rd Party Application)는 스마트팜 서비스에서 발생하는 데이터를 수집하거나 스마트팜 서비스 운영에 필요한 데이터를 공급하는 외부 서비스를 말한다. 서드파티 응용 서비스 운영자는 스마트팜 현장지원센터를 운영하는 농업 기술원, 시군농업기술센터 등의 공공기관과 스마트팜 수요 농가에 스마트팜 제품과 솔루션을 제공하는 전문 개발회사들이 있다. 팜클라우드는 외부의 응용 서비스와 데이터를 공유함으로써 작물 생육 관리, 시설 환경 관리 등 스마트팜 운영 노하우를 교류하고 이를 통해 생산성향상, 비용 절감, 농산물 품질 향상 등 운영 효율을 높일 수 있다. 한편, 스마트팜 농가는 다양한 서드파티 응용 서비스를 비교해 보고 자신의 농장 운영 환경에 적합한 서비스를 선택하여 이용할 수 있다. FaaS와 서드파티 응용 서비스 간의 농장 기초정보, 작물의 작기정보, 생육정보, 농장 환경정보, 작물 관리가이드 및 농장 경영정보 서비스 제공이 가능하도록 관련 데이터의 전송 및 표현을 정의한다.

3.4 병해충 대응 서비스 인터페이스 표준

본 표준은 병해충 대응 서비스를 위해 FaaS와 서비스 단말 간의 데이터 전달을 위한 인터페이스를 정의한 것으로, 시설원에 내외부의 환경정보, 생육정보 및 스마트단말의 이미지 정보를 활용한 작물의 병해충 정보 예측, 판단 및 정보 서비스를 목적으로 한다. 병해충 진단 기능은 서비스 사용자 또는 자동영상측정 장치로부터 촬영된 병해충 이미지와 촬영 현장의 메타데이터를 함께 수신하고 FaaS에서 제공하는 기능에 따라 병해충 정보 및 처방 방법 등에 대한 내용을 전달한다. 병해충 대응 서비스를 위해 FaaS를

사용하는 가입자 단말은 로그인을 서비스가 가능해야 하며, 진단내역 조회, 사용자의 농장, 온실 조회, 재배품목 조회, 이미지 업로드를 통한 진단결과 조회, 병해충의 대한 기본 및 상세정보 조회·제공되는 정보의 만족도 등을 위한 기본 절차에 대해 정의한다. 해당 표준 부록에는 병해충 정보제공을 위한 재배 품목 고유번호 2자리와 재배 품목 내 병해 고유번호 2자리로 구성된 정보를 함께 제공하여 이해를 돕는다.

3.5 온실의 장비 오작동 대응 서비스 인터페이스 표준

팜클라우드 기반 온실 장비 오작동 대응 서비스는 스마트온실을 구성하는 센서, 구동기 및 통신장비 등의 비정상적인 상태를 감지하여 온실 운영자의 서비스 단말에 알리는 서비스를 의미한다. 온실 장비의 비정상 상태는 온실에 설치된 센서 및 구동기 감지를 통해 환경 및 메타 데이터를 수집하고 구동기의 운영 상태에 대한 정보를 수집하여 팜 클라우드에서 사용하는 경우에 가능하며, 물 기반 오작동 감지 및 인공지능 기반 오작동 감지와 같은 다양한 오류 감지 기능이 제공되는 경우에 사용할 수 있다. 클라우드 기반 스마트 팜 서비스를 위해 FaaS를 사용하는 가입자 단말은 진단 이력, 사용자의 온실 조사, 비정상 상황 탐지 설정을 위한 절차의 정의, 업로드 규칙정보, 장치정보 조회 및 제공된 정보의 만족도 등을 포함한다. 또한 이 표준의 부록에는 일반적인 오작동 상황에 따른 대처방안을 포함하여 개발되었다.

3.6 스마트팜 장치 관리를 위한 생애주기 관리 표준

본 표준은 클라우드 컴퓨팅 기술 기반으로 스마트팜을 관리·운영하는 구성요소 중 하나인 장치관리 서비스(EMS)의 자원관리 기능을 정의하고, 클라우드 공통 플랫폼으로써 IoT 장치 관리를 위한 생애주기 관리 표준을 정의한다. oneM2M 공통 플랫폼을

기반으로 활용하여 사물인터넷 장치들의 자원관리 기능을 제공한다. oneM2M 공통 플랫폼은 레이어 아키텍처 스타일로서 표현하면 IoT 응용(M2M 애플리케이션 레이어)과 농장 환경(M2M 장치 레이어) 사이에 위치하고 있으며 네트워크 서비스를 유용하면서 M2M 기반 다양한 애플리케이션들에게 공통 기능을 제공하기 위한 공통 서비스 레이어로 표현할 수 있다. 로그인, 농장/온실 조회, 장치리스트 조회, 노드 등록, 장치 제어 등록, 삭제, 실행, 상태 통지 등의 메시지를 정의한다.

3.7 영농작업관리 서비스 인터페이스 표준

영농작업관리란 작물 재배과정에서 수행하는 그날그날의 영농작업 결과를 기록하는 것으로 농업인이 영농작업 상황을 보다 편리하게 기록/관리할 수 있도록 각각의 기관에서 공개한 공공 데이터 즉 작목별 작업정보, 농약정보, 병해충정보 등 영농작업에 필요한 각종 정보를 팜클라우드 FaaS에서 수집하고 수집된 정보를 영농작업관리 서비스에 제공한다. 이렇게 제공된 정보를 기반으로 농업인은 영농작업관리 서비스를 통해 농작물 재배를 위한 파종, 정식, 작물보호제 살포, 수확 등 재배 단계별로 수행한 작업을 편리하게 등록/관리할 수 있고 정형화된 작업정보를 통해 효과적으로 데이터를 관리할 수 있다. 본 표준에서는 효율적인 영농작업관리를 위해 영농작업 활동을 통해 발생하는 데이터에 대한 메시지 구성과 농장정보, 온실정보, 재배품목정보, 작업정보, 농약정보, 비료정보, 병해충정보, 영농작업정보 등의 등록·변경·삭제 등을 위한 서비스를 정의한다.

4. 맺음말

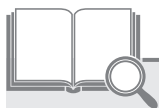
최근 스마트팜 분야는 빅데이터 및 인공지능 기술의

현장 적용을 위한 연구가 활발하게 이뤄지고 있다. 이는 기존과 다르게 다양한 형태의 데이터 수집·분석·활용·관리가 필요한 분야로 현장의 농민 및 연구자들이 가진 경험 지식의 정형화가 매우 중요하다. 또한 클라우드 컴퓨팅이 가진 분산자원의 효율적 관리 측면에서 농업분야에 활용이 국내외에서 적극 이뤄지고 있다. 국내의 경우 스마트팜의 보급 및 확산을 위해 통신사에 제공하는 클라우드 서비스를 활용하고, 시설원예를 중심으로 서비스 준비가 이뤄지고 있으나 축산, 노지, 수산 등 유사한 기술적 체계를 갖는 분야에 적극적 도입, 데이터의 수집 및 분석을 위한 다양한 SaaS형태의 개발과 이를 뒷받침할 수 있는 추가적 표준의 개발이 이뤄져야 한다. 더욱이 호환성 등을 목표로 하는 인증체계, 운영, 보안, 과금 등의 기술로의 발전이 필요하다. **TTA**

※ 본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.R7117-16-0154, 스마트팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발)

[참고문헌]

- [1] Janet Kaaya, 'Role of information technology in agriculture', Proceedings of FoA Conference, Volume 4, 1999.
- [2] Chaodong Miao, 'The Intelligent Supervision of The Agriculture Production Based on Internet of Things and Cloud Service Platform', International Conference on Information Sciences, Machinery, Materials and Energy(ICISMME 2015), pp.1,597-1,600, Chongqing, China, April 11-13, 2015.



정보통신 용어 사전

<http://terms.tta.or.kr>



웹 국제화 Web Internationalization

다양한 국제 언어 문화 환경을 수용할 수 있도록 웹 콘텐츠나 서비스, 웹 표준 등을 설계하고 개발하는 것.

특정 소수의 언어나 문화권 이용자도 영어권의 이용자와 동일한 수준으로 웹 서비스를 이용할 수 있도록 하기 위한 것이 목적이다. 월드와이드웹 컨소시엄(W3C)은 웹 국제화를 고려하여 HTML, CSS 등 웹 표준화를 진행한다.

전 세계의 모든 사람이 웹에 접근하여 잘 활용할 수 있도록 하는 것은 초기부터 W3C의 중요한 관심사 중의 하나였다. 따라서 W3C는 HTML이나 XML 콘텐츠 작성 시 다양한 문자 세트를 지정을 위한 문자 세트 지정 포맷(예: 유니코드 UTF-8, 완성형 한글 EUC-KR 등)을 표준화하여 효율적으로 다양한 언어를 표현할 수 있도록 하였다. 그리고 세로쓰기 형태인 한국 고어, 일본어, 중국어를 위해 종속형 스타일 시트(CSS: Cascading Style Sheets), 가변 벡터 도형 처리(SVG: Scalable Vector Graphics) 및 XML 문서 포맷에 사용하는 XSL 포맷팅 객체(XSL-FO: XSL Formatting Objects) 표준에 세로 형태 표현 기능을 정의하였다. W3C는 핵심 이 되는 표준 개발에서 국제화를 더욱 강화하기 위해 2018년 6월 국제화 협의체(Internationalization Initiative)를 설립하여 활동을 시작하였다. 국제화의 영단어 'Internationalization'에서 첫 글자인 'I'자와 마지막 글자인 'N'의 사이에 18개의 글자가 들어가 있어 줄여서 'I18N'이라고도 표기한다.