

IoMT 기반 정밀 농업 서비스 아키텍처

*금승우 **오승택 ***문재원

한국전자기술연구원

*swkum@keti.re.kr **stoh@keti.re.kr ***jwmoon@keti.re.kr

Precision Farming Service Architecture with IoMT

*Seungwoo Kum **Seungtaek Oh ***Jaewon Moon

Korea Electronics Technology Institute

요약

Internet of Media Things (IoMT)는 Internet of Things (IoT) 기술을 기반으로 미디어 기반 제어를 지원하고자 하는 표준으로 진행되고 있으며, 다양한 미디어 관련 기기를 크게 네 종류의 카테고리로 구분하여 미디어 기반 서비스를 제공하기 위한 인터페이스 표준을 정의하고 있다. 또한 미디어 기반 서비스 제공을 위한 다양한 유즈 케이스를 제공하고 있으며 이는 서비스 구성 및 활용에 대한 레퍼런스로 제공되고 있다. 본 논문에서는 이와 같은 IoMT 기술을 활용하여 정밀 농업 서비스를 제공하는 구성 기술을 제안한다.

정밀 농업 기술은 영상을 포함한 센서 기술들을 사용하여 농업 환경을 분석하고 이를 기반으로 사용자에게 의사결정을 지원하는 도구로 제시되고 있으며, 기존 온도 습도 등 센서 기반의 환경으로부터 영상 정보를 포함한 분석 기술을 활용하는 형상으로 확장되고 있다. 이는 기존의 IoT 기술에 대한 미디어 기술의 접목이 반드시 요구되는 부분으로, 정밀 농업을 위한 분석 기술의 활용에 대한 IoMT 기술의 새로운 사용 시나리오를 제시할 수 있다. 본 논문에서는 딸기 작물을 대상으로 스마트팜에서의 영상 정보를 활용한 분석 기법을 제안한다.

1. 서론

Internet of Media Things (IoMT)는 ISO/IEC JTC1 SC29 WG7 산하에서 개발되고 있는 표준으로, IoT 기술을 활용한 미디어 기반 서비스 구성을 위한 인터페이스 표준을 정의하고 있다. 해당 표준은 현재 4개의 파트로 구성되어 있으며, Part 1은 IoMT에서 제시하는 아키텍처 [1]를, Part 2는 Discovery and communication API를, Part 3는 Media Format 및 API를 정의하고 있고, 마지막 Part 4는 레퍼런스 소프트웨어를 포함한다. 특히 Part 1의 아키텍처는 미디어 서비스를 구성하기 위한 IoMT기기군을 그 특성에 따라 MSensor, MActuator, MAnalyser, MStorage의 네 종류로 구분하고 각 기기군간의 통신 기법에 대한 아이디어를 정의하고 있다. 이를 통하여 개발자는 개발하고자 하는 미디어 기반 서비스를 각 기가긴 연동을 통하여 구현할 수 있다. 해당 표준은 이를 위한 유즈 케이스 레퍼런스를 함께 제시하고 있다.

본 논문은 이러한 IoMT 기술을 통하여 정밀 농업 서비스를 제공하는 설계를 제시한다. 최근 농업 환경은 빠르게 디지털화되어 가고 있으며, 이 디지털화된 정보를 활용한 정밀 농업의 개념이 빠르게 적용되어 가고 있다. 소위 1세대 스마트팜으로 분류되는 기존 스마트팜 기술은 IoT 기술의 접목을 통하여 다양한 센서를 농장 내에 설치하고 이를 통하여 농장의 상태를 원격으로 상시 모니터링하며 특정 Actuator를 원격으로 제어할 수 있는 기법들을 일컬었다면, 최근의 스마트팜들은 취득된 데이터에 대한 딥 러닝 기법의 적용을 통한 분석 및 예측 기술의 활용을 시도하고 있다. 이 중 정밀 농업은 상기와 같이 수집된 데이터에 대한

분석 기술의 적용을 통하여 사용자 (영농인)의 의사 결정을 지원할 수 있는 방법론으로 정의된다. 예를 들어 농장에 설치된 습도 및 온도 센서를 통하여 현재의 농장 상황을 파악한 후 특정 조건에 따라 온도 및 습도를 조절할 수 있는 형상의 구성이 가능하다. 최근의 기술들은 이러한 센서 데이터에 대하여 머신 러닝 혹은 딥 러닝 기술을 적용하여 보다 높은 수준의 분석 및 예측을 제공할 수 있는 형태로 발전하고 있으며, 센서 데이터도 2D 이미지, 3D 이미지 등 고차원 데이터의 활용이 적극적으로 적용되고 있다. 이러한 정밀농업을 활용한 서비스의 형상은 센서 - 분석기 - 액츄에이터간의 연동으로 추상화할 수 있으며, 이는 IoMT 표준에서 제시하고 있는 아키텍처 구조와 부합한다. 이에 본 논문에서는 작물의 생장 관리를 지원할 수 있는 정밀 농업 기반 서비스의 IoMT 기술 기반 구현을 제시한다.

2. 관련 연구

IoT 기술 및 센서 기반의 정밀 농업은 빠르게 영상 기반의 분석을 적용할 수 있는 형태로 발전해 오고 있으며, 영상 기반으로 작물의 다양한 특성을 분석할 수 있는 기법들이 제시되고 있다. Yolo v4 기반으로 작물의 위치를 파악할 수 있는 기법 [2]은 2D 영상입력으로부터 화분을 찾아 낼 수 있는 기법을 제시하고 있으며, 보다 고차원적인 작물의 형상을 찾기 위한 3D (Point Cloud) 기반의 기법들이 연구되고 있다. Wang et al.[3], Bernotas et al.[4]의 연구는 스테레오 카메라를 통한 3D 이미지로부터 식물의 구조를 파악하는 기법 및 도구를 제시하고 있으며,

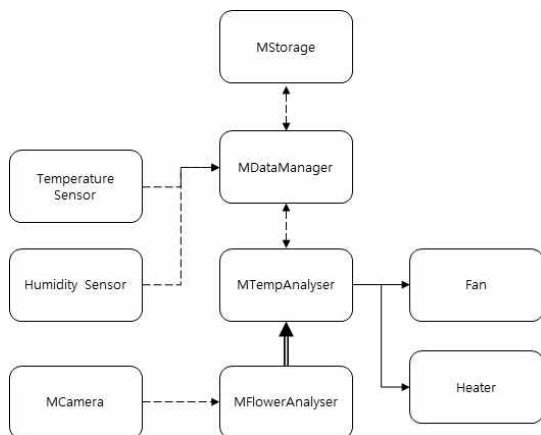
최근에는 생장의 특성을 보다 직접적으로 파악하기 위한 엽상 및 엽면적의 크기를 파악하는 기법 [5] 등이 제시되었다. 다만 해당 기술들은 정밀농업을 지원하기 위한 주요 단위 기술에 대한 연구로 데이터의 취득부터 액추에이터의 제어까지를 포함하는 end-to-end 아키텍처는 아직 구체적인 제시가 확인되지 않고 있다.

3. 정밀 농업 서비스 아키텍처

정밀 농업 서비스는 매우 다양한 형상으로 구현이 가능하며, 대상 작물, 대상 환경 (노지 혹은 그린 하우스), 대상 센서 및 액추에이터의 구성에 따라 각각 독립된 형상을 가지게 된다. 이에 본 논문에서는 딸기를 그 대상 작물로 선정하고 수경 재배 기반의 그린 하우스 환경에서 활용 가능한 정밀 농업 서비스 아키텍처를 제시한다. 또한 상기의 데이터를 통하여 분석 가능한 Analyzer의 형상을 복합적으로 구성 및 제시한다.

본 논문에서 제시하는 Use case는 3종의 센서(온도, 습도 및 영상)와 Analyser set, 그리고 온도 및 습도를 조절할 수 있는 Actuator set으로 구성된다. 카메라 (영상 센서)로부터 입력된 이미지로부터 1차 분석기는 작물의 꽃을 인지하고 꽃 중심부의 변색 여부를 확인한다. 만일 변색 여부가 발생되었을 경우 해당 정보는 2차 분석기로 전달된다. 2차 분석기는 온도 및 습도 데이터의 이력을 분석하여 꽃의 변색 여부가 발생한 온도/습도의 변화를 파악하고 이 분석결과에 의거하여 향후 온도 및 습도를 Actuator set을 통하여 제어한다.

상기와 같은 구성은 각각 효율적으로 IoMT Architecture에 적용 가능하다. 3종의 센서는 각각 MSensor 군에, 2종의 분석기는 각각 MAnalyzer군에, 2종의 Actuator는 각각 MActuator 군에 매핑되며, 수집된 데이터의 저장을 위한 저장장치는 MStorage 군에 매핑될 수 있다. 다만 본 유즈 케이스의 경우 센서 데이터의 스토리지 저장, 스토리지로부터 특정 기간에 대한 센서 데이터에 대한 쿼리가 지원되어야 하나, 기존 MThing간의 아키텍처 및 Flow 정의에는 MSensor로부터 MStorage로의 데이터 저장에 대한 기능은 포함되어 있지 않아 추가적인 클래스의 정의가 요구된다. 이에 본 아키텍처에서는 MDataManager라는 새로운 클래스를 정의한다. 이는 기존의 4개 MThigns 카테고리에 포함되지 않는 새로운 클래스로 데이터 클라이언트와 스토리지 사이에서 데이터 입력 및 출력을 관장한다. 제시된 아키텍처는 그림 1에 도식되어 있다.



<그림 1 정밀농업을 위한 IoMT 아키텍처>

그림 1의 좌측에 도식된 세 개의 블록은 센서군으로, 카메라는 그 영상 정보를 MFlowerAnalyzer에, 나머지 두 개의 센서는 그 수집 데이터를 MDataManager에 전달한다. MDataManager는 MStorage의 전방에 위치하여 센서 및 타 MThing들과 MStorage간의 데이터 입출력을 담당한다. MFlowerAnalyzer는 카메라 입력을 분석하여 꽃의 상태를 확인하고 만일 중심부의 변색이 확인될 경우 MTempAnalyzer에 온도의 분석을 요청한다. MTempAnalyzer는 해당 요청의 수신에 의거하여 MDataManager를 통하여 데이터의 이력을 MStorage로부터 수신하고 해당 데이터를 분석하여 적절한 Fan과 Heater의 구동을 결정한다. 상기 도식의 경우 다양한 종류의 데이터 플로우가 공존하는 것을 확인할 수 있다. 점선으로 표시된 부분은 센서로부터 입력되는 데이터를 도식하고 있으며, 실선으로 표시된 부분은 액추에이터로 전달되는 제어 명령을 표시한다. 분석 결과의 전달은 MAnalyzer간에 이루어지며 그림 1에서는 두 MAnalyzer 사이의 겹선으로 도식되어 있다.

4. 결론

본 논문에서는 미디어간 서비스 구성을 제공할 수 있는 IoMT 표준에 의거한 정밀농업 기반 서비스의 구성 방안을 제시하였다. 정밀 농업 서비스의 구성을 위한 유즈 케이스의 선정과 각 구성요소에 대한 선정을 통하여 해당 서비스가 IoMT 구조에 적합함을 확인할 수 있었으며, 또한 이와 함께 기존 아키텍처에서 지원되지 않는 추가적인 요구사항 (센서와 스토리지간의 데이터 입출력 인터페이스)를 확인할 수 있었으며, 이에 대한 연계방안을 함께 제시하였다. 제시된 구성은 센서, 분석 정보, 액추에이터 명령 등 3종의 데이터가 혼재하는 형상으로 구성될 수 있음을 확인하였다. 제시된 구조는 IoMT 기반의 서비스 구성을 위한 레퍼런스로 활용될 수 있으며, 저자들은 향후 본 아키텍처에서 제시된 새로운 클래스들 (2종의 MAnalyzer 및 1종의 MDataManager)의 인터페이스 정의를 통한 표준화 및 레퍼런스 구현을 진행할 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-01578, 옛지 컴퓨팅 지원 스마트팜 정밀 농업용 AI 서비스 플랫폼 기술 개발)

Reference

[1] ISO/IEC 23093-1:2020 Information technology - Internet of media things - Part 1: Architecture
 [2] 1.Wang, J. et al. Real-Time Detection and Location of Potted Flowers Based on a ZED Camera and a YOLO V4-Tiny Deep Learning Algorithm. Horticulture 8, 21 (2021).
 [3] 1.Wang, B. H., Diaz-Ruiz, C., Banfi, J. & Campbell, M. Detecting and Mapping Trees in Unstructured Environments with a Stereo Camera and Pseudo-Lidar. 2021 IEEE Int Conf Robotics Automation ICRRA 00, 14120-14126 (2021).
 [4] 1.Bernotas, G. et al. A photometric stereo-based 3D imaging system using computer vision and deep learning for tracking plant growth. Gigascience 8, giz056 (2019).
 [5] 1.Zhou, J. et al. Leaf-GP: an open and automated software application for measuring growth phenotypes for arabidopsis and wheat. Plant Methods 13, 117 (2017).