

UECS プラットフォームに対応した IoT マイコンによるデジタルデータロガーの開発

星 岳彦

近畿大学生物理工学部，〒649-6493 和歌山県紀の川市西三谷 930

要旨

ユビキタス環境制御システム(UECS)による植物生産施設の自律分散環境計測制御では，全体の計測制御記録が残らないので，環境の総合的確認・分析には施設 LAN に接続した記録用パソコンやクラウドサーバを使う必要がある．そこで，各 UECS 機器が LAN で通信する内容(UECS-CCM パケット)を収集し，最新受信値を 1 分ごとに CSV 型式で記録する低コストデジタルデータロガーのアプリケーション” UECSrecorderM5”を開発し，IoT 組込コンピュータ基板(ESP-WROOM-32)を内蔵した小型低コストのプロトタイピング用コンピュータ M5Stack Basic V2.6 に実装した．UECSrecorderM5 は，URI:<<https://hoshi-lab.info/interface/UECSrecorderPackage.zip>>よりソースコードを含めた ZIP 形式ファイルパッケージとしてダウンロード可能にした．パソコンやインターネット接続環境を必要とせずに，UECS による施設植物生産の環境計測制御の試験研究を低コストで手軽に実施できるようになる．

キーワード

ESP32，M5Stack，オープンソース，環境計測制御，施設園芸

緒言

日本の植物生産施設，試験施設に，オープンアーキテクチャの採用で生産者・研究者の自作も可能にした，自律分散環境制御システムであるユビキタス環境制御システム(UECS)の導入が進みつつある(Hoshi *et al.* 2018)．計測制御機能を持つ各 UECS 機器は，施設 LAN に接続され，UDP パケットによるオープン情報通信プラットフォーム(UECS-CCM, ユビキタス環境制御システム研究会 2010)を用いて相互に情報通信しつつ，自律分散協調して施設環境計測制御を達成する．LAN にコンピュータを接続して UECS-CCM をキャプチャすれば，植物生産施設全体の計測制御状況を収集・記録・分析でき，その結果に基づき遠隔操作 UECS-CCM を送信すれば，高度な統合的環境制御もできる．現在では，パソコンで動作するフリーウェアアプリケーションの UECS モニタ，UECS-GEAR 等を利用し，環境計測制御の収集・記録・分析に供することが多い(図 1)．

ところが，通信クライアント用途にスマートフォン，タブレット等の代替利用が進み，ネットブック等のクラ

イアント用低価格パソコン需要が減少し，入手困難になりつつある．また，施設からモバイル通信回線とクラウドサーバを使った収集・記録・分析も良く使われる．しかし，試験場・大学などの研究用途で UECS を利用する場合，回線契約が難しく，高性能なコンピュータでデータ分析するので，収集・記録機能のみで充分である．

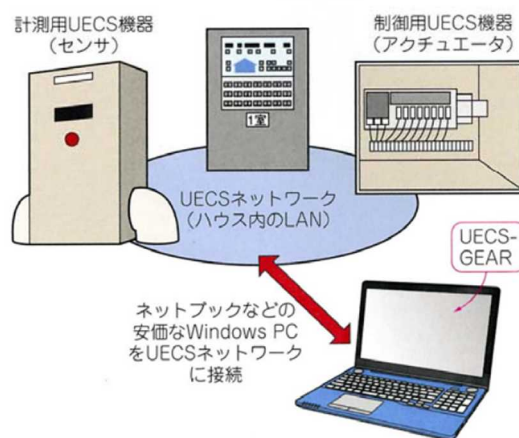


図 1 UECS-CCM 情報通信プラットフォーム (星 2020)

そこで、IoT 化用の低コストコンピュータ基板を使用したプロトタイピング用評価キットである M5Stack を使って UECS-CCM を収集し、CSV 型式ファイルとして SD メモリカードに記録する“UECSrecorderM5”を開発し、オープンソースアプリケーションとして公開した。

材料および方法

UECSrecorderM5 は、M5Stack Technology 社製の M5Stack Basic V2.6 に実装した。これは、IoT 組込コンピュータ基板の Espressif Systems 社製 ESP-WROOM-32(ESP32)を内蔵したプロトタイピング用途のコンピュータで、WiFi、カラーLCD、スピーカ、ボタンスイッチ、micro SD メモリカードスロット等の I/F デバイスを備えている。直流 5V 0.5A 電源で、5~10W USB 充電アダプタで使用でき、3.7V 110mAh のバッテリーも内蔵しており、短時間停電しても動作を継続できる。外形寸法は 54 x 54 x 18 mm³と、ノートブックと比較し極めて小型で、日本では 1 台約 5,500 円で入手でき低コストである

ソフトウェア開発環境は、Arduino IDE version 1.8.15 を使い、実現した機能は、WiFi を使用して、UDP ブロードキャスト通信パケットで配信される XML 電文の UECS-CCM を逐次受信し、UECS 機器 IP アドレス(IP タグ)、設置位置(Room, Region, Order インデックス)、優先度(Priority インデックス)、データ名(Type インデックス)ごとに分類し、そのエントリに値(Data タグ)を記録する。同分類の新たなパケットを受信すると値は更新され、180 秒を超えて同分類のパケットが再度到着しない場合、値を Null 値にして無効化するデータ鮮度管理をした。UECS-CCM の通信規約では 3 種の配信データ有効時間の鮮度管理が規定されるが、プログラム簡素化のため、最長有効時間に統一した。1 分に 1 回、最新の受信値を SD メモリカードに CSV 型式で記録するようにプログラムした。

結果および考察

UECSrecorderM5 のプログラムコード(スケッチ)は 781,042 バイト(M5Stack Basic V2.6 フラッシュメモリの 59%使用)、グローバル変数データは 56,744 バイト(同 RAM の 17%使用)になった。今回は、記録可能な UECS-CCM 数を最大 255 種類に設定したが、この結果より 1000 種類程度まで安定動作可能と推察できた。UECS 環境制御されているイチゴ高設養液栽培試験温室内に設置し、テスト計測したところ、91 種類の UECS-CCM 通信パケットをロスなく受信し、2 か月間以上安定した動作を確認できた。この他にも、数か所の施設の試用・評価を依頼し、プログラム等のミスがほぼ解消された安定動作する UECSrecorderM5 version 1.3 を URI:<[lab.info/interface/UECSrecorderPackage.zip>よりソースコード・マニュアルを含めた ZIP 形式ファイルのパッケージとしてダウンロード可能にした。](https://hoshi-</p>
</div>
<div data-bbox=)

UECSrecorderM5 の動作画面の表示内容と、ボタンの機能の概略説明を図 2 に示した。また、SD メモリカードに記録された CSV ファイルは各種表計算ソフトウェアで読み込みでき、グラフ化が行えることを確認した(図 3)。



図 2 UECSrecorderM5 の表示内容とボタン機能の概略

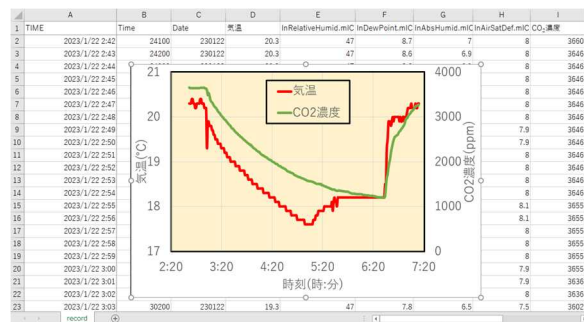


図 3 表計算ソフトへの記録ファイル読込・図化例

UECSrecorderM5 は、クラウドサーバやインターネットを使用せず、手軽・低コストで UECS を使った施設植物生産の環境計測制御研究を支援するツールとして有効であると考えられる。また、UECS モニタ、UECS-GEAR 等が常時動作する施設においても、これらが停止した場合の記録データ欠損を回避するためのバックアップとしての利用も期待できる。

引用文献

Hoshi, T., K. Yasuba, H. Kurosaki and T. Okayasu (2018) Ubiquitous Environment Control System: An Internet-of-Things-Based Decentralized Autonomous Measurement and Control System for a Greenhouse Environment. (Automation in Agriculture. IntechOpen), <DOI: 10.5772/intechopen.71661>, 107-123.

ユビキタス環境制御システム研究会(2010) ユビキタス環境制御システム通信実用規約 version 1.00 - E10, <https://uecs.jp/uecs/kiyaku/UECSStandard100_E10.pdf>.

星 岳彦 (2020) 農業センシングの世界 その 27 無料の環境モニタ・ソフト, Interface, CQ 出版社, 東京, 2020 年 12 月号, 14-15.