

多点計測による太陽光型植物工場の VPD 分布推定 IoT システム

上田 朝紀[†] 山口 賢一^{††} 岩田 大志^{††}

[†] 奈良工業高等専門学校 システム創成工学専攻

^{††} 奈良工業高等専門学校 情報工学科

1. 背景

近年、太陽光型植物工場(以下植物工場)での植物の栽培において、VPD(Vapor Pressure Deficit)の制御を行うことで、作物の収量を増加させる研究が行われている。文献[1]では植物工場内の二点を代表値として VPD 制御を行い、制御を行った区画が比較区に対し10~20%収量が増加したと報告している。植物工場全体の VPD 値の分布を把握するためには測定点を増加させる必要があるが、校正センサとして用いられるセンサは 30 万円程度の価格であり、多数配置するには高価といった問題がある。

2. 目的

植物工場の VPD 値の分布を低コストかつ正確に把握するシステムを考案する。そのために、植物工場内に多数設置可能であり、1000 円程度の安価なセンサを用いたセンサノードを設計する。また、センサノードの配置数を減少させるために、計測値による補間を用いた環境分布の推定を行う。どのような配置であれば、またどの程度の計測点数であれば元の計測値から少ない誤差で補間値による代替ができるか検証する。

3. 安価なセンサノードの開発

文献[2]では強制通風筒を用いたセンサノードを構築していた。本稿では文献[2]の強制通風筒を改良し、1000 円程度の安価なセンサの利用とセンサノードの小型化による製作コストの削減を行った。

センサノードを小型化したことにより、ファンの小型化による機能性の低下と、センサとの距離が小さくなることによる計測値への影響が懸念される。強制通風機構の小型化による影響を調査するために試作したセンサノードと通風機構を外した自然通風筒、ならびにセンサ単品での計測と比較した。結果、自然通風筒に比べ環境の急激な変動に素早く追従し、環境への即応性で明らかに優位性が観測された。また、センサ単品との比較ではセンサの許容誤差 0.1[kPa]に対し平均の誤差は 0.0197[kPa]、最大の誤差は 0.0554[kPa]と、強制通風機構によって発生する計測値への影響は十分許容できるという結果が得られた。

4. 平面補間によるセンサノード数の削減

文献[2]では植物工場の縦一区画に対しセンサノード数の検討を行っていた。本稿では、縦から平面での計

測に拡張し、構築したセンサノード 16 個を室内に 4×4 の形に配置して VPD 値の計測を行った。また、測定中に暖房と加湿器を用いて環境の変動を発生させた。実験の計測値と逆距離加重法による補間値との誤差を調べ、センサノードの配置を検討した。

結果、VPD 値の変動が大きかった計測点で許容誤差 0.1[kPa]を超える誤差が発生した。これらの計測点は近傍点との環境変化の差が大きかったことが原因と考えられる。一方、近傍点との環境変化の差が小さい点では、安定して許容誤差内での補間が可能となっていた。そこで、図1左に示すように補間を行った際の誤差が 0.1[kPa]を超えた二点と、角の四点の合計六つの計測点のみを用いて再度補間を行った。結果図 1 右に示すように、近傍点が少なくなる外周の補間点に二点のみ許容誤差を超える誤差が見られたが、内部の補間点に関してはすべて許容誤差内に収まった。本実験区では 16 点の計測を6点の計測と補間によって代替することが検討可能であるという結果が得られた。

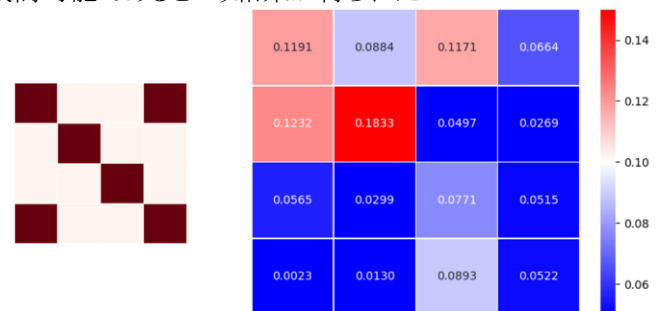


図1 計測点を削減した補間による計測値との誤差

5. 今後の課題

今後、実際に植物工場でセンサノードを運用し、精度及び耐久性の厳密な評価が必要である。また、より精度の高い補間方法に対応させ、さらに計測点を削減した環境把握が可能か検証することが考えられる。

参考文献

- [1]渡邊 孝一ら,“太陽光型植物工場における連続細霧発生による気温・飽差制御システムの開発”,計測自動制御学会論文集 52 巻 5 号,pp.292-298(2016)
- [2] 岩田 大志ら,“太陽光型植物工場の水蒸気飽差制御における環境データの空間分布推定 IoT システムの構築”,第 18 回システムインテグレーション部門講演会,pp.267-272(2017)