作物の状態からレシピを生成する自動水耕栽培システム

高田　裕也[1,a)]　中沢　実[1]

概要：現在の農業は環境の変化を受けやすい，農業従事者が減少している等の問題点がある．この問題点の解決案の 1 つは，環境の変化を受けない室内で自動で水耕栽培してくれるシステムの導入である．現時点で自動水耕栽培システムは多数あるが，栽培方法（栽培レシピ）を手動で操作しており，自動生成しているものはない．本稿では使用する人が農業の知識，経験を必要とせず，栽培レシピを自動生成する水耕栽培システムの提案を行う．

1. 研究背景

現在の農業にはいくつか問題点がある．大規模農作では干ばつ，豪雨等による天候の変化に影響を受けやすい，同じ土地で同じ種目を育てると連作障害が発生する可能性が高くなる，イノシシ，アブラムシなどの害獣・害虫による被害がある，農業に従事する基幹的労働従事者が年々減少している [1] 等である．

以上の問題点を考慮すると，環境の変化を受けない室内で人間が介在しない栽培方式が望ましい．また土壌を使用する栽培方式ではなく土壌を使用せず培養液を使用する栽培方式を採用すれば，作物が土壌伝染病に感染する確率が減少する．

さらに熟練の農業従事者は勘と経験から栽培条件の良し悪しを把握することができる．しかし農業の新規参入者はそれができない．後述する既存製品は自動水耕栽培を行ってくれるが，栽培レシピの設定は自動ではなく手動である．そのため栽培レシピを作成する人によって，栽培レシピの良し悪しが出てしまう．また一般に出回っている作物の栽培方法（栽培レシピ）は土壌での栽培を前提としているため，必ずしも水耕栽培に適した栽培レシピとは限らない．

以上を踏まえ，本研究では水耕栽培を行いながら水耕栽培に適した栽培レシピを生成するシステムの提案をする．

2. 関連技術・既存製品

Personal Food Computer(PFC)[2]

Personal Food Computer は MIT の OpenAgriculture プロジェクトで開発された自動水耕栽培システムである．センサは pH センサ，ElectricalConductivity(EC) センサ，温湿度センサ，CO2 センサ，水位センサを搭載している．また光量，温度，pH，培養液の養分の濃度を制御できる．PFC のプログラムや回路図，作成手順，栽培レシピはオープンソースとして公開されている．しかしながら栽培レシピの自動生成機能はなく，あらかじめ設定した栽培レシピにしたがって栽培を行う．

LEAF[3]

スマートフォンで遠隔操作することができる自動水耕栽培システムである．センサは pH センサ，ppm センサ，温湿度センサ，水位センサ，水温センサを搭載している．また光量，温湿度，水温，５つの栄養素の投与量を制御できる．栽培レシピの自動生成機能はなく，あらかじめ設定した栽培レシピにしたがって栽培を行うが，栽培者のコミュニティから任意の栽培レシピを同期することもできる．

Normalized Difference Vegetation Index(NDVI)[4]

植物による光の反射の特徴を生かし植物の量や活力を表す植生指標の一つである．下記の式によって求められる．

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

NIR が赤外線画像であり，Red が RGB 画像の内の赤色だけの画像である．NDVI 画像を図 1 に示す．

3. システム概要

3.1 システム構成

システム構成図を図 2 に示す．

作物の葉の活性度を示す NDVI 画像を生成するため，通常のカメラと赤外線カメラを搭載する．2 つのカメラのレンズ歪み，画像の解像度を合わせ NDVI 画像を生成する

1 金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology, 7-1, Ohgigaoka,Nonoichi, Ishikawa, 921-8501,Japan
a) b6800635@planet.kanazawa-it.ac.jp

©2018 Information Processing Society of Japan

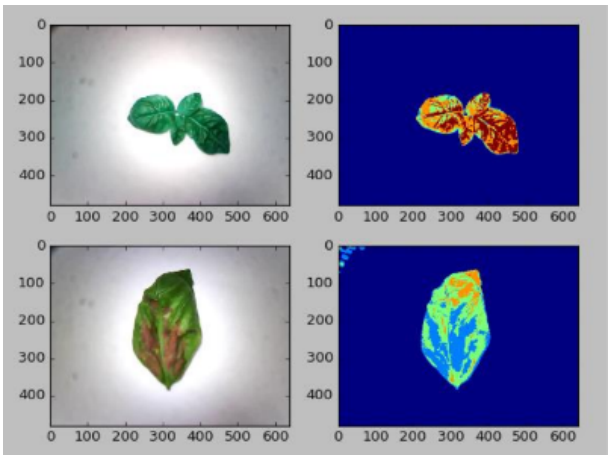

図 1　NDVI 画像

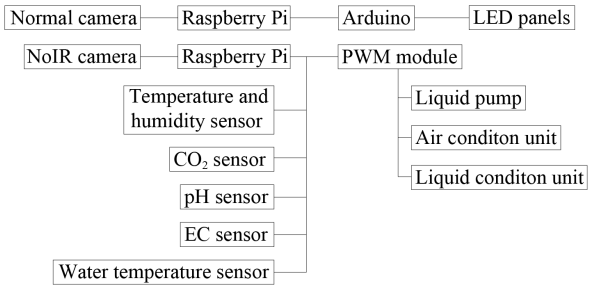

図 2　システム構成図

時間を短縮するため RaspberryPi カメラモジュールを使用した．そのためカメラモジュール一台につき RaspberryPi 一台という構成になった．センサは温度と湿度を計測する温湿度センサ，空気中の二酸化炭素濃度を計測する CO2 センサ，培養液内の水素イオン化指数を計測する pH センサ，培養液内の電気伝導度を計測する EC センサ，培養液の水温を計測する水温センサを搭載する．これらのセンサは I2C でセンサ値を取得し RaspberryPi に送信する．アクチュエータは培養液の pH，養分の濃度を調整するための液体ポンプ，栽培システム内の温度を調整する冷暖房ペルチェ素子ユニット，培養液の温度を調節する冷却・放熱ペルチェ素子ユニット，LED パネルを搭載する．これらのアクチュエータにより温度，光量，培養液の水温，培養液の pH，培養液の養分の濃度が変更可能である．またこれらのアクチュエータは RaspberryPi から I2C で送信した制御信号を PWM モジュールを用いて制御する．製作したシステム全体図を図 3 に示す．

3.2　栽培レシピ生成アルゴリズム

栽培レシピの初期値は土壌での一般的な栽培方法を元に決定する．システムは AM6:00 に栽培レシピに示された温度，光量，培養液の水温，培養液の pH，培養液の養分の濃度の内どれか一つをランダムに選びランダムに変更を行う．システムは 30 分おきにセンサの値とカメラ画像を取得し NDVI 画像を生成する．システムは PM6:00 に 30 分おきに生成された NDVI 画像の分析を行う．具体的には，生成された NDVI 画像に示される作物の葉の活性箇所の比率が，増加傾向か減少傾向か変化なしかを判断する．減少傾向，変化なしの場合は AM6:00 に変更を行った値は不適切とし変更前に戻す．増加傾向の場合は AM6:00 に変更を行った値は適切と判断し栽培レシピを更新する．

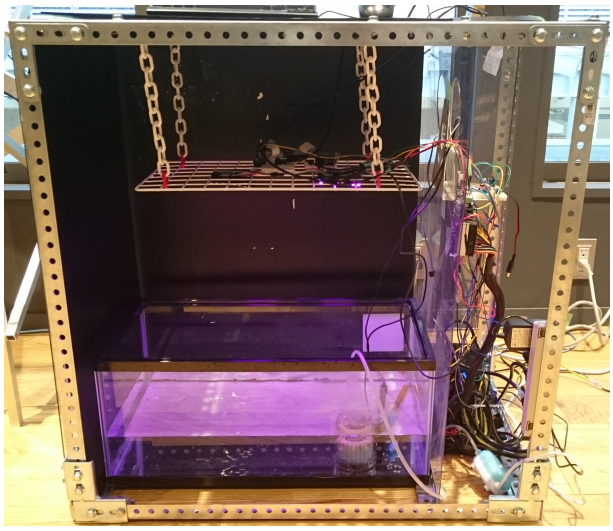

図 3　システム全体図

4.　まとめ

本論文では水耕栽培を行いながら水耕栽培に適した栽培レシピを生成するシステムの提案を行った．本システムは，使用する人が農業に関する知識・経験がない人でも栽培することができる．また作物の葉の活性箇所の比率が増加するように栽培レシピが最適化される．今後は，トマトのようなストレスを与えて栽培する栽培レシピの生成を考慮する必要がある．

参考文献

[1] 農林水産省:農業労働力に関する統計，農林水産省（オンライン），入手先 ⟨http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html⟩ (2018.07.31).

[2] MIT Media Lab,Open Agriculture Initiative:PersonalFoodComputer,MIT Media Lab,Open Agriculture Initiative(オンライン)，入手先 ⟨https://www.media.mit.edu/projects/personal-food-computer/overview/⟩ (2018.07.31).

[3] Corsica Innovations:LEAF: The Automatic Home Grow System For Medical Plants and Food,LEAF(オンライン)，入手先 ⟨https://www.getleaf.co/⟩ (2018.07.31).

[4] AgSky Technologies:What Is NDVI?,AgSky Technologies(オンライン)，入手先 ⟨http://agsky.ca/technology/what-is-ndvi/⟩ (2018.07.31).

©2018 Information Processing Society of Japan