

時空間投影画像を用いた植物の初期生長量の抽出

楠岡 真理子[†] 七夕 高也[‡] 古谷 雅理^{**} 宮村 (中村) 浩子^{**} 斎藤 隆文^{***}

[†]東京農工大学 工学部情報コミュニケーション工学科

[‡]農業生物資源研究所 光環境応答研究ユニット

^{**}東京農工大学 大学院工学府

^{**}日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター

^{***}東京農工大学大学院 生物システム応用科学府

1 はじめに

ゲノム解析技術の進歩により、様々な植物のゲノム情報の解読が進んでいる。解読した情報を活用した植物の生長解析研究では、生長過程における特徴や相違点を明らかにする技術の開発が求められている。

七夕らは時系列画像から葉の先端を追跡し、抽出することによって生長量を求める手法を提案した[1]。しかし、自動で葉の先端を追跡すると見失うことがあり、手動で位置を修正しなければならない。そのため、位置を修正する回数が多いほど時間がかかる。

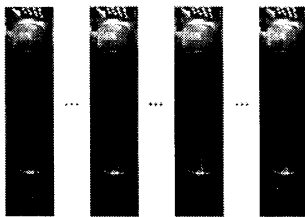
柴崎らはイネの生長過程を時空間投影画像で可視化し、1枚の静止画で生長情報を一覧できる手法を提案した[2]。しかし、この手法はあくまで目視で確認するためのものであり、生長の数値情報は得られない。

本研究では、時空間投影画像を用いて、ユーザのわずかな操作で生長量を抽出する方法を提案する。

2 時空間画像解析

2.1 イネの初期生長過程の可視化手法

本研究ではイネの発芽初期の生長過程を観察対象とする。イメージングシステム[1]を使いイネの生長の様子を10分ごとに画像に記録する。



初期画像

最終画像

図1 イネの成長過程の時系列画像
(総フレーム数 2435, 撮影期間 14 日間)

Quantitative Extraction of Plant Growth in Initial Stage by using Spatiotemporal Projection Images

Mariko KUSUOKA[†], Takanari TANABATA[‡], Tadasuke FURUYA[†], Hiroko Nakamura MIYAMURA^{**}, Takafumi SAITO[†]

[†]Tokyo University of Agriculture and Technology

[‡]National Institute of Agrobiological Sciences

^{**}Japan Atomic Energy Agency

図1に撮影した画像を示す。時系列画像を x , y , t の3次元画像として扱い、時間軸に平行な断面画像(y - t 断面)を作成し時空間投影画像を得る。図1のイネの芽は背景と比べて輝度が高いため、横軸での最大輝度値を時系列として示すことで生長量の変化を可視化できる[2]。

作成する時空間投影画像には多量のノイズが含まれているため、ノイズ除去手法として手法[2]では背景差分が提案されている。本研究でも、時刻0を背景とする背景差分を用い作成する。

2.2 生長量抽出

イネの発芽初期の時系列画像に適用して得られた時空間投影画像を図2に示す。作成した時空間投影画像にはイネの生長先端を表す曲線を観察することができる。この曲線を動的計画法を用いて抽出する。画像内の各画素で生長先端曲線上の点らしさを評価値として求め、曲線上の評価値の和が最大となるような経路を求める。

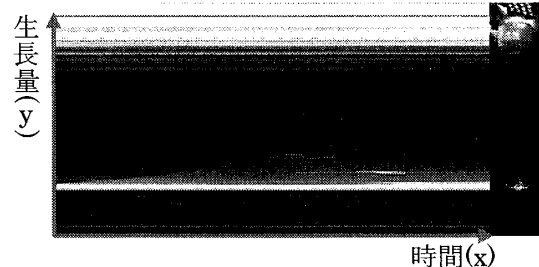
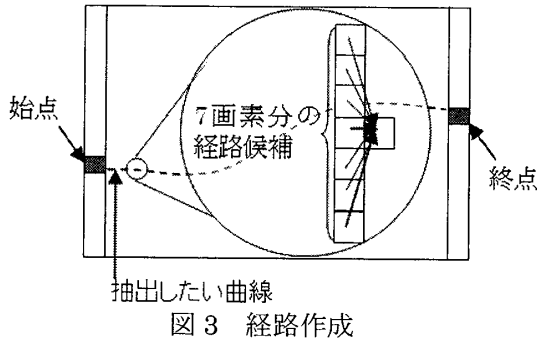


図2 時空間投影画像

生長先端曲線は、画像の左端から右端に至るもので、全ての場所において傾きが -3 から $+3$ の範囲内にあるものに限定する。評価値としては、ステップエッジとの一致度及びその傾きの妥当性を、画像の勾配を用いて求める。曲線の始点位置、終点位置は手動で指定する。図3に経路作成過程の図を示す。まず、全ての画素において評価値を求める。そして、左端から右端に向かって、各画素で評価が最も高くなる経路を7画素の中から選び、経路ならびに評価の累積値を記録する。全ての画素における経路が決定したら、終点から経路を逆に辿り、生長先端曲線である最適な経路を作成する。



3 適用結果

提案手法を適用し、曲線を描画した結果を図4に示す。また、図4の始点周辺、曲線の途中、終点周辺を拡大した画像を図5(A)~(C)に示す。図5(A)をみると、ノイズの影響で正しい生長量曲線を描いていないが、(B)では生長量曲線の下方にある他の曲線を抽出することなく、正確に生長量曲線を描いている。また、(C)をみると、指定した終点範囲まで正確な生長量曲線を描いている。これらから、自動で曲線を描く際には始点周辺のノイズが影響することがわかる。

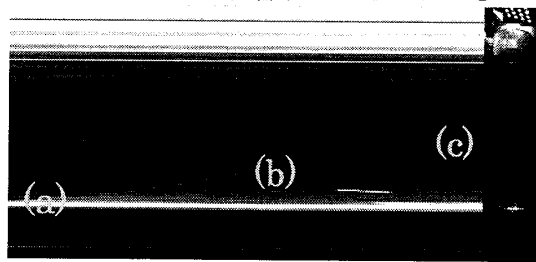


図4 適用後の時空間投影画像

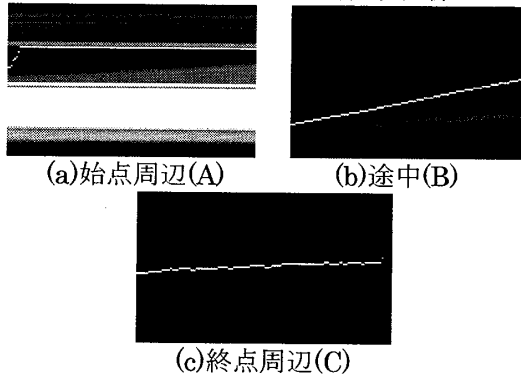


図5 図4の一部拡大画像

手法[1]で提案された背景差分を用い、作成された時空間投影画像に適用した結果を図6、図7に示す。図7(A)をみると、ノイズの影響を受けずに正確な生長量曲線が描かれており、図7(B)、(C)と図5(B)、(C)を比べると、背景差分適用後と適用前で描かれた曲線に大きな違いはない。これらから、背景差分を適用することによってノイズを除去し、正確な生長量曲線を描くこと

ができた。また、背景差分によって生長量曲線となる部分の情報を失うことなく、生長量曲線を描くことができた。

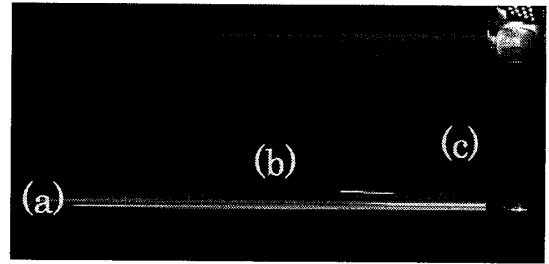


図6 背景差分後に適用した時空間投影画像

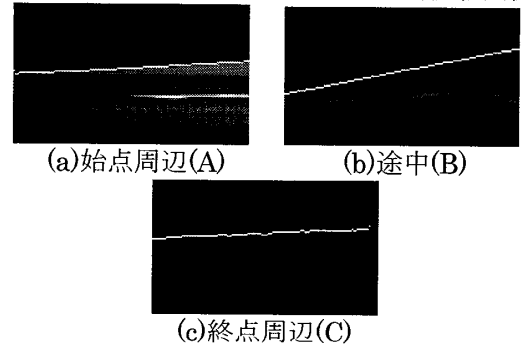


図7 図6の一部拡大画像

4 おわりに

本研究ではイネの初期生長過程の時空間投影画像から生長量の抽出手法を提案した。提案した手法により、イネの初期生長の違いを簡単に比較することができるようになり生長解析研究の促進が期待できる。今後は生長量の抽出法の改善を行い、より正確かつ高速な生長量抽出を目指す。大量サンプルの生長量の数値化と可視化を行う。

謝辞

本研究の実験に使用したイネの生長画像をご提供いただき、また本研究に対して貴重なご意見をいただいた独立行政法人 農業生物資源研究所 高野 誠 博士に深く感謝いたします。

参考文献

- [1]七夕 高也, 清水 久代, 篠村 知子, 高野 誠, 宮村(中村) 浩子, 斎藤 隆文: "イネ初期生育期における表現型解析のための画像計測システム", 電気学会論文誌C, Vol.128, No. 6, pp.962-969, 2008.
- [2]柴崎 裕一, 宮村(中村) 浩子, 斎藤 隆文: "時空間画像解析に基づくイネの初期生長過程の可視化", 画像電子学会ビジュアルコンピューティングワークショップ, 2004.