

## 植物生長モニタリングのためのビデオ映像処理

海野将範† 高馬祐子† 斎藤隆文‡ 宮村(中村)浩子‡

†東京農工大学 工学部 情報コミュニケーション工学科

‡東京農工大学 生物システム応用科学教育部

### 1 はじめに

本研究では、植物の生長を長時間にわたって撮影したビデオ映像から、外的要因によるノイズを軽減し、生長の変化を容易に観察できるように編集する手法を提案する。

植物の生長は長時間にわたるため、撮影された画像の閲覧を容易にするためには適度に短縮処理を施す必要がある。しかし植物は風をはじめとする外的要因の影響を受けており、一定の間隔でフレームを選出するといった単純な短縮処理では、この影響を大きく受ける恐れがある。本研究では、時空間断面画像解析を用いて外的要因による揺れの少ないフレームを選出し、さらに時系列平均化処理によって揺れによる影響をを行うことで、外的要因による影響を軽減しながら表示する。

### 2 研究方針

植物の生長はさまざまな過程からなるが、今回は稲の開花の様子を 29.97fps で 90 分間にわたり撮影した動画を対象とした。これは屋外で撮影されたため、稲穂が時折風により大きく左右に揺れている。この動画から稲の部分を取り抜き、おおむね 180 フレームごとに 1 フレームを選出することで、約 30 秒の動画に短縮する。ここで、等間隔に選出したのでは風の影響を受けたフレームもひろってしまうため、短縮した動画は左右に大きなブレが生じ、良好な結果が得られない。そこで、風の影響の少ないフレームを選出し、また光源の変化による影響を除去することで、植物の生長の様子を観察・閲覧しやすいような動画を作成する。

### 3 提案手法

動画の各フレームを時間軸上に並べたものを時空間画像という。時空間画像を図 1 のように x-t 軸に平行に切断すると時空間断面画像が得られる。稲穂の先端部の断面画像に注目すると、稲穂が風に揺れている様子が観察できる。本手法ではこの時空間断面画像を用いて風による揺れを検出する。

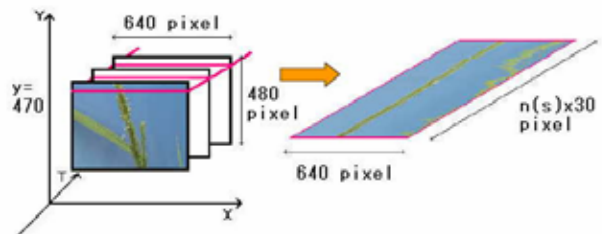


図 1：時空間断面画像の作成

#### 3.1 動画編集の流れ

生長動画の編集の流れを図 2 のフローチャートに示す。設定の入力では、処理するフレームの範囲、切り抜く画像の範囲、1 枚のフレームを選出するフレーム数を設定する。また、今回は基準画像に処理に第 1 フレームを設定している。

#### 3.2 相違度計算による揺れの検出

風による揺れは時空間断面画像における時間軸ごとの相違度を計算することにより検出する。相違度の計算方法には *SAD* (*Sum of Absolute Differences*) を用いる[1]。この方法は各画素値の差の絶対値を合計するもので、対象の画像の画素値を  $S(i,j)$  と  $T(i,j)$  とすると、計算式は式(1)のようになる。

$$SAD = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} |S(i,j) - T(i,j)| \dots (1)$$

上の式はグレースケール画像用である。カラー画像に対応させるために、本システムでは RGB 各色ごとに重み付けをした式(2)を用いる。なお、 $Sr(i,j)$ 、 $Sg(i,j)$ 、 $Sb(i,j)$  は画像  $S(i,j)$  の、 $Tr(i,j)$ 、 $Tg(i,j)$ 、 $Tb(i,j)$  は画像  $T(i,j)$  の、R 値、G 値、B 値である。

Video image processing for a plant growth monitoring  
Masanori Unno†, Yuko Kohma†, Takafumi Saito‡, and Hiroko Nakamura Miyamura‡  
† Department of Computer, Information and Communication Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology  
‡ Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

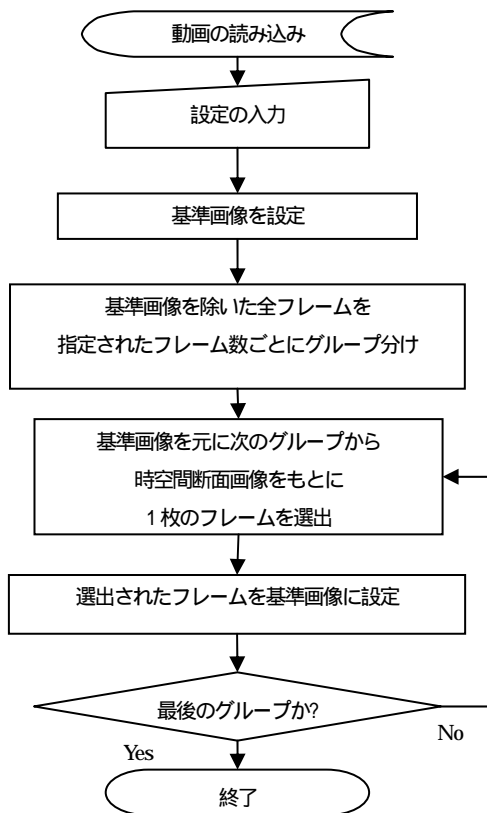


図2：フレーム選出フローチャート

$$SAD = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} \left( \begin{array}{c} 0.299|Sr(i, j) - Tr(i, j)| \\ + \\ 0.587|Sg(i, j) - Tg(i, j)| \\ + \\ 0.114|Sb(i, j) - Tb(i, j)| \end{array} \right) \dots (2)$$

時空間画像による選出(図2の )にはこの  $SAD$  を用いる。判定対象の画像は基準画像の時空間断面画像と、次のグループに属するフレームの時空間断面画像である。それぞれのフレームに  $SAD$  比較を行い、最も  $SAD$  の小さいフレームを選出する。

#### 4 時系列平均化処理

3章の処理により風などによる揺れの影響は改善された。ここで、さらにフレーム間での光源の変化などによるちらつきを軽減するために、短縮した動画像を時間軸方向に平滑化する。平滑化処理として、前後3フレームのRGB値を各画素ごとに平均した。

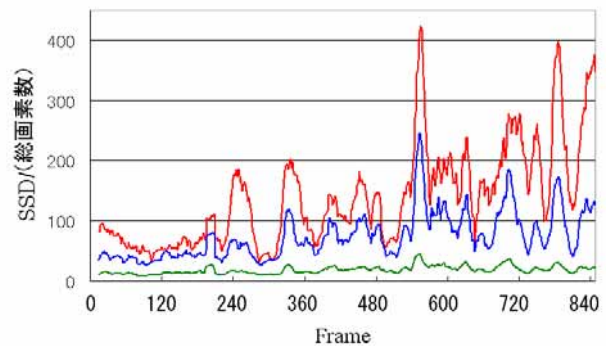


図3：動画像の定量評価 (赤：単純な間引き処理, 青：選出後, 緑：時系列平均化後)

#### 5 結果と考察

稲の開花部分を切り取り、処理を行った。実行環境は Hewlett-Packard HP d330 (CPU Intel Pentium 4 2.6GHz, メモリ512MByte)である。評価のために、単純に間引き処理を行った映像、時空間断面画像を用いて選出を行った映像、その映像に対して時系列で平均化を行った映像それぞれに対して定量評価を行う。定量評価の方法は、前フレーム画像との相違度を  $SSD$ (Sum of Squared Difference)(式(3))にて計算し、その結果を図3に示す。

また、処理に要した時間は57分46秒である。このうち95%は時空間断面画像の作成に要した時間である。

$$SSD = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} \left( \begin{array}{c} 0.299\{Sr(i, j) - Tr(i, j)\}^2 \\ + \\ 0.587\{Sg(i, j) - Tg(i, j)\}^2 \\ + \\ 0.114\{Sb(i, j) - Tb(i, j)\}^2 \end{array} \right) \dots (3)$$

#### 6 おわりに

本研究では、植物の生長を長時間にわたって撮影されたビデオ映像から、外的要因によるノイズを軽減し、生長の変化を容易に観察できるように編集する手法を提案した。

今後の課題としては、GUIによる容易な編集作業、時空間断面画像による選出時間の短縮などがあげられる。

#### 参考文献

[1]“ビジュアル情報処理 CG・画像処理入門” CG-ARTS 協会, 2004