

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*]	(参考)
A01G 7/00	603	A01G 7/00	603	5L096
G06T 7/00	300	G06T 7/00	300	D

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号	特願2001 - 301195(P 2001 - 301195)	(71)出願人	501203344 独立行政法人農業技術研究機構 茨城県つくば市観音台 3 - 1 - 1
(22)出願日	平成13年 9月28日(2001.9.28)	(72)発明者	西脇 健太郎 岩手県盛岡市下厨川字赤平 4 厨川住宅 4 - 101
特許法第30条第 1 項適用申請有り 2001年 4月 1日 ~ 4日 農業機械学会開催の「第60回農業機械学会年次大会」において文書をもって発表		(72)発明者	天羽 弘一 岩手県盛岡市下厨川字赤平 4 厨川住宅 2 - 104
		(74)代理人	100063565 弁理士 小橋 信淳 (外 1 名)

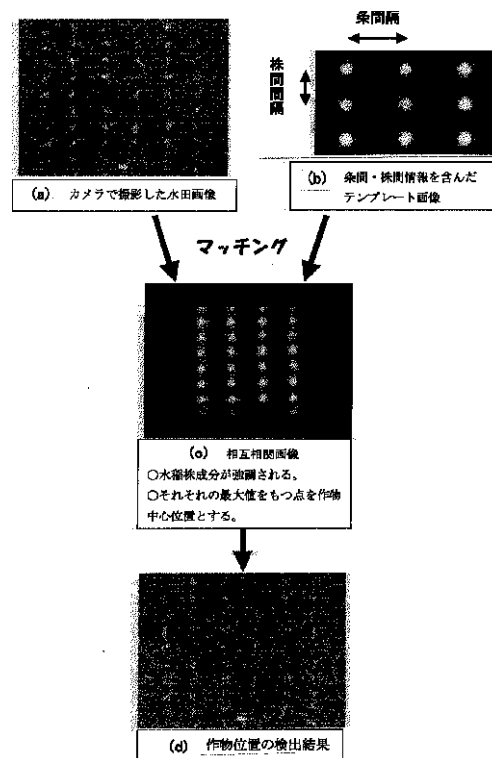
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作物位置検出のためのアルゴリズム

(57) 【要約】

【課題】 圃場内に生育している作物の位置を安定して検出する画像処理アルゴリズムの開発。

【解決手段】 ①. 相互相関を判断基準としたテンプレートマッチング法を利用し、光環境が変動する圃場で安定して動作して作物位置を検出する。②. 使用するテンプレート内に作物の形と配置情報を含ませることにより、作物成分だけが強調される。そして、一定の間隔で作物が植えられている圃場を対象とし、雑草や光条件の変化などのノイズに強く、実際の圃場作業への応用を可能とする作物位置検出アルゴリズムが得られる。また、農作業の情報化においてブレークスルー的位置づけとなるものであり、本発明を応用することで、薬剤・肥料などの効果的部分散布、欠株の検出及び補植、車両の無人走行などが可能となり、農作業の軽労化、情報化が加速される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相互相関を判断基準としたテンプレートマッチング法を利用し、光環境が変動する圃場で安定して動作して作物位置を検出することを特徴とする作物位置検出のためのアルゴリズム。

【請求項 2】 使用するテンプレート内に作物の形と配置情報を含ませることを特徴とする作物位置検出のためのアルゴリズム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相互相関を判断基準としたテンプレートマッチング法を利用し、圃場内に生育している作物の位置を安定して検出する画像処理アルゴリズムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】農業生産現場である圃場は、画像処理システムにとって厳しい環境にある。雲によって照度に変化し、作物表面では散乱光が発生するなど光環境が変動する。また、雑草などのノイズも存在する。カメラで取得した画像から作物を検出する画像処理アルゴリズムは従来から存在するが、圃場で安定して動作させることは難しかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】圃場内で安定して作物位置検出を行う画像処理装置を実現するには、既存のアルゴリズムでは問題となる、照度の変化や反射光、影、雑草など想定される様々なノイズに影響されない頑強なアルゴリズムが必要である。

【0004】

【課題を解決するための手段】植えられている作物の配列情報に着目し、この情報を利用して作物位置を検出する。具体的には、複数の作物モデルで構成され、作物の配列情報を含んだテンプレートを作成し、カメラで撮影した圃場画像との間で相互相関を判断基準としたテンプレートマッチングを行い、規則正しく並んだ作物だけを強調することにより、圃場環境でのノイズを押さえながら作物の抽出を行う。

$$T(x_1, y_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \times \exp \left[-\frac{(x_1 - X)^2 + (y_1 - Y)^2}{2\sigma^2} \right]$$

ここで、

X : 作物位置の X 座標

Y : 作物位置の Y 座標

σ : 標準偏差

【0011】テンプレート画像と重なった圃場画像の一部分及びテンプレート画像を図 6 に、相互相関画像算出の説明図を図 7 に、相互相関の計算式を数式 2 にそれぞれ

【0005】

【作用】カメラで撮影した圃場画像内をテンプレート画像でスキャンしながら相互相関画像を得る。このことは、テンプレートに記述された内容のフィルタを掛けることと同じ意味を持つ。

【0006】本発明では、テンプレート内に作物モデルと作物間隔を記述しており、テンプレートに記述した間隔で並んだ作物が相互相関画像内に強調されて現れる。作物を意味するそれぞれのクラスタの最大値を持つ点を作物中心位置として、作物検出を行う。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明による作物位置検出の実施の形態を、図面及び数式に基づいて説明する。図 1 (a) は、カメラを車両に取り付けて移植 3 週間後の水稲移植圃場 (株間 15 cm、条間 30 cm) を撮影したものであり、水稲が前後・左右の間隔を一定にして、格子状に並んでいる。図 1 (b) は、テンプレート画像を作成したもので、水稲は簡単にガウス関数としてモデリングした。水稲モデルを株間・条間の間隔で縦 3 × 横 3 に並べた。図 1 (c) は、圃場画像とテンプレート画像間でマッチングを行い、相互相関画像を得た。格子状に並んだ水稲成分が強調されている。図 1 (d) は、それぞれのクラスタの最大値を探し、その点を作物中心位置とした。精度は高く、通常の条件では ± 2 cm の誤差で作物位置検出を行うことができる。

【0008】図 2 は、移植 4 週間後の雑草が茂った場合の作物位置の検出結果を示す。図 3 は、移植 6 週間後の株間が覆われた場合の作物位置の検出結果を示す。図 4 は、作業車両の影が映り込んだ場合の作物位置の検出結果を示す。図 5 は、太陽が水面に映り込んだ場合の作物位置の検出結果を示す。

【0009】本実施例では「水稲の葉が存在する確率を株位置を中心とした正規分布として表すことができる」と仮定し、水稲株をガウス関数としてモデリングした (数式 1 参照)。

【0010】

【数 1】

れ示す。

【数 2】

$$C(a_n, b_n) = \frac{\sum_{x_1=0}^{T_x-1} \sum_{y_1=0}^{T_y-1} \{I_{(a_n, b_n)}(x_1, y_1) - \bar{I}_{(a_n, b_n)}\} \{T(x_1, y_1) - \bar{T}\}}{T_x T_y I_{\sigma(a_n, b_n)} T_{\sigma}}$$

ここで、

$$\bar{I}_{(a_n, b_n)} = \frac{1}{T_x T_y} \sum_{x_1=0}^{T_x-1} \sum_{y_1=0}^{T_y-1} I_{(a_n, b_n)}(x_1, y_1)$$

$$\bar{T} = \frac{1}{T_x T_y} \sum_{x_1=0}^{T_x-1} \sum_{y_1=0}^{T_y-1} T(x_1, y_1)$$

$$I_{\sigma(a_n, b_n)} = \sqrt{\frac{1}{T_x T_y} \sum_{x_1=0}^{T_x-1} \sum_{y_1=0}^{T_y-1} \{I_{(a_n, b_n)}(x_1, y_1) - \bar{I}_{(a_n, b_n)}\}^2}$$

$$T_{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{T_x T_y} \sum_{x_1=0}^{T_x-1} \sum_{y_1=0}^{T_y-1} \{T(x_1, y_1) - \bar{T}\}^2}$$

【0012】なお、上記実施例は、本発明を水稲（水田）に適用した場合について説明したが、畑作物についても適用できる。即ち、水田におけるアルゴリズムでは、水稲が格子状に配列されているため、ある水稲の前後左右一定の距離に別の水稲があることを示すテンプレートを使用しているが、畑の場合は、条毎に作物位置がずれるため、ある作物の左右一定の距離に別の作物があるとは限らない。このような場合には、ある作物の前後方向一定の距離に別の作物があることだけを示すテンプレートを使用することにより、本発明のアルゴリズムを適用することができる。

【0013】

【発明の効果】本発明は、一定の間隔で作物が植えられている圃場を対象とし、雑草や光条件の変化などのノイズに強く、実際の圃場作業への応用を可能とする作物位置検出アルゴリズムである。従来方法では、雑草や光条件の変化などのノイズ存在下では安定して動作することが難しかったが、本アルゴリズムは、それらのノイズ存在下でも安定して動作する（図2～図5参照）。

【0014】本発明は、農作業の情報化においてブレークスルー的位置づけとなるものであり、本発明を応用することで、薬剤・肥料などの効果的部分散布、欠株の検出及び補植、車両の無人走行などが可能となり、農作業の軽労化、情報化が加速される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるテンプレート画像を作成する行程図である。

【図2】移植4週間後の雑草が茂った場合の作物位置の検出結果を示す図である。

【図3】移植6週間後の株間が覆われた場合の作物位置の検出結果を示す図である。

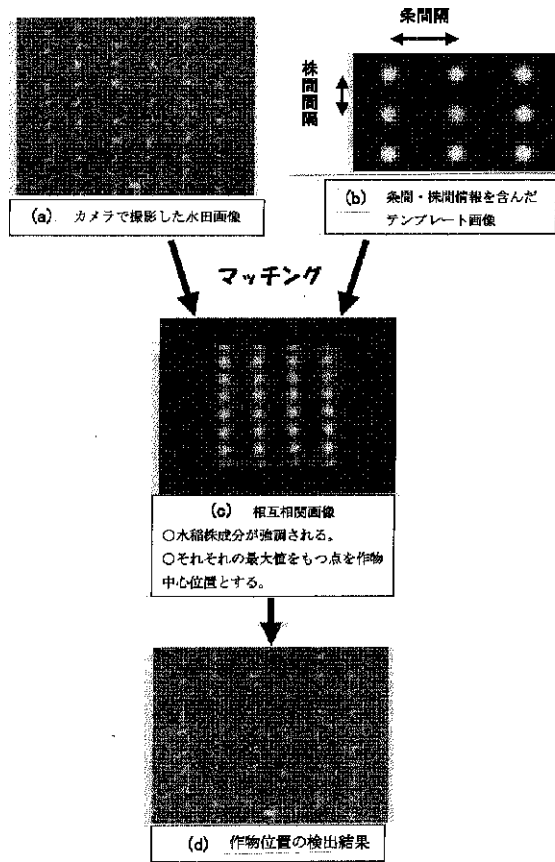
【図4】作業車両の影が映り込んだ場合の作物位置の検出結果を示す図である。

【図5】太陽が水面に映り込んだ場合の作物位置の検出結果を示す図である。

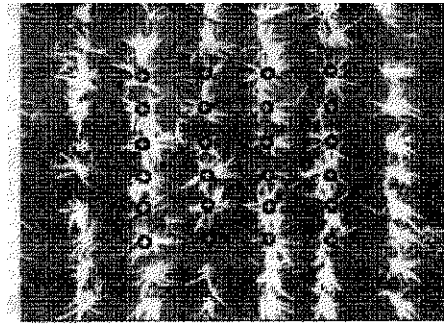
【図6】テンプレート画像と重なった圃場画像の一部分及びテンプレート画像図である。

【図7】相互相関画像算出の説明図である。

【 図 1 】

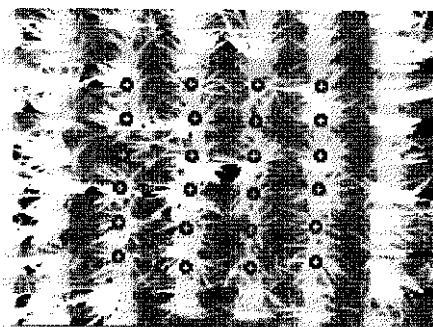


【 図 2 】



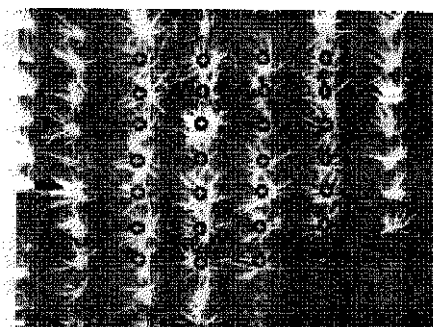
雑草が茂った場合
(移植 4 週間後)

【 図 3 】



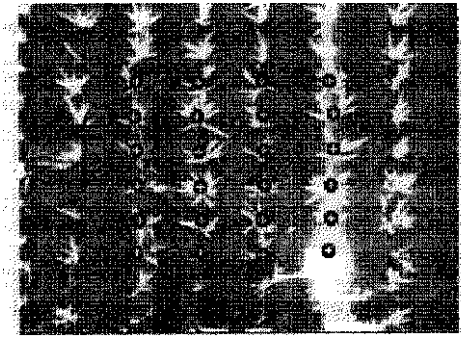
株間が覆われた場合
(移植 6 週間後)

【 図 4 】



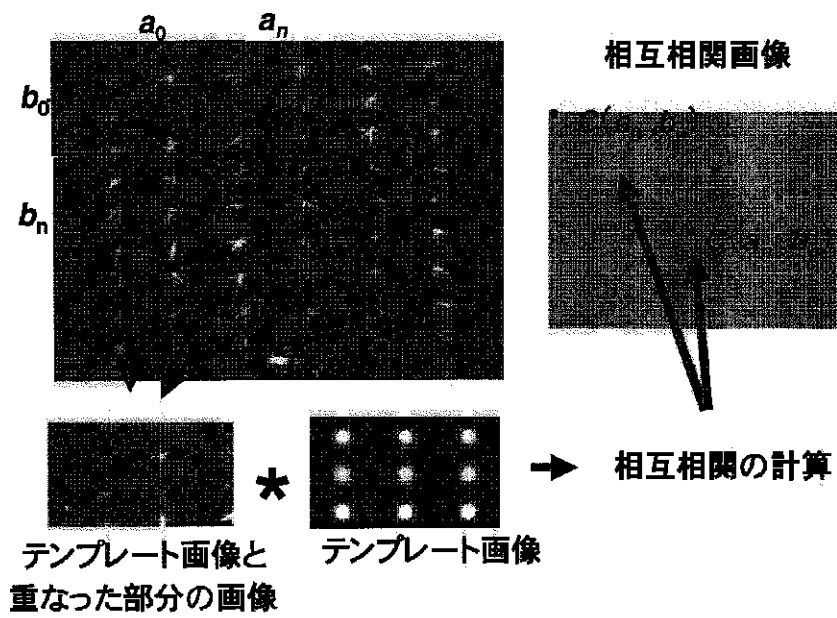
作業車両の影が
映り込んだ場合

【図5】

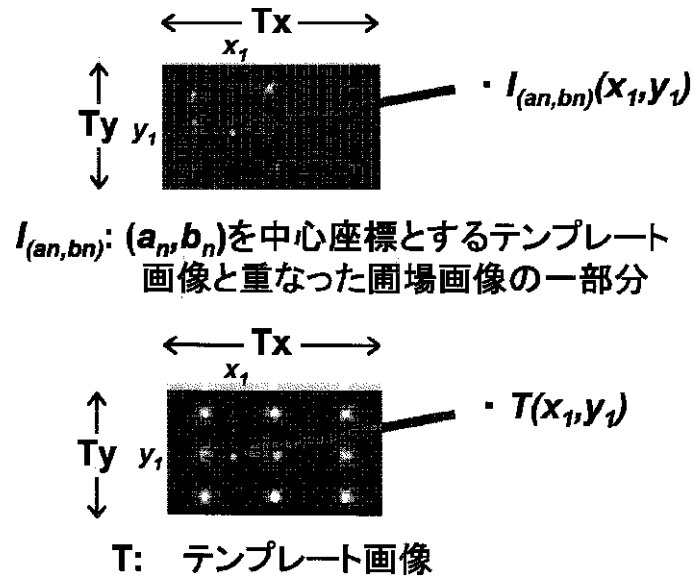


太陽が水面に
映り込んだ場合

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 富樫 辰志
岩手県盛岡市下厨川字赤平4 農試宿舍R
C 2 - 11

(72)発明者 藤澤 忠
岩手県盛岡市東松園3 - 24 - 14
Fターム(参考) 5L096 AA06 CA02 DA01 JA09