

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4337356号
(P4337356)

(45) 発行日 平成21年9月30日 (2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月10日 (2009.7.10)

(51) Int. Cl.

F I

G06T 5/00 (2006.01)
H04N 1/407 (2006.01)
H04N 1/409 (2006.01)
H04N 5/335 (2006.01)

G O 6 T 5/00 3 O O
H O 4 N 1/40 1 O 1 B
H O 4 N 1/40 1 O 1 C
H O 4 N 5/335 P

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-30577 (P2003-30577)
(22) 出願日 平成15年2月7日 (2003.2.7)
(65) 公開番号 特開2004-5424 (P2004-5424A)
(43) 公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
審査請求日 平成17年11月8日 (2005.11.8)
(31) 優先権主張番号 特願2002-30414 (P2002-30414)
(32) 優先日 平成14年2月7日 (2002.2.7)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号 特願2002-92052 (P2002-92052)
(32) 優先日 平成14年3月28日 (2002.3.28)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100072718
弁理士 古谷 史旺
(72) 発明者 津田 豊
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内
審査官 松野 広一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像信号のノイズを低減する信号処理装置、信号処理プログラムおよび信号処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像ノイズ除去用の信号処理装置であって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1記憶部と、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2記憶部と、

前記第1記憶部に記録された前記第1画像データと前記第2記憶部に記録された前記第2画像データとを読み出して演算処理する処理部と、

を備え、

前記処理部は、

前記第1画像データの出力値から前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求め、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、

そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】

画像ノイズ除去用の信号処理装置であって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第 1 画像データを記録する第 1 記憶部と、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第 2 画像データを記録する第 2 記憶部と、

前記第 1 記憶部に記録された前記第 1 画像データと前記第 2 記憶部に記録された前記第 2 画像データとを読み出して演算処理する処理部と、

を備え、

前記処理部は、

前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求め、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、

そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 3】

画像データのノイズを除去するための信号処理プログラムであって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第 1 画像データを記録する第 1 記憶部と、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第 2 画像データを記録する第 2 記憶部と、

前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求めるとともに、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる処理部として、コンピュータを機能させるための信号処理プログラム。

【請求項 4】

画像データのノイズを除去するための信号処理プログラムであって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第 1 画像データを記録する第 1 記憶部と、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第 2 画像データを記録する第 2 記憶部と、

前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求めるとともに、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算

10

20

30

40

50

した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる処理部として、コンピュータを機能させるための信号処理プログラム。

【請求項 5】

画像データのノイズを除去する信号処理方法であって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第 1 画像データを記録する第 1 の記憶ステップと、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第 2 画像データを記録する第 2 の記憶ステップと、

前記第 1 の記憶ステップにより記憶された前記第 1 画像データと前記第 2 の記憶ステップにより記憶された前記第 2 画像データとを読み出して演算処理するステップとを有し、

前記演算処理するステップは、

前記第 1 の記憶ステップにより記憶された前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 の記憶ステップにより記憶された前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求め、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、

前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、

そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる

ことを特徴とする信号処理方法。

【請求項 6】

画像データのノイズを除去する信号処理方法であって、

被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第 1 画像データを記録する第 1 の記憶ステップと、

前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第 2 画像データを記録する第 2 の記憶ステップと、

前記第 1 の記憶ステップにより記憶された第 1 画像データと前記第 2 の記憶ステップにより記憶された第 2 画像データとを読み出して演算処理するステップとを有し、

前記演算処理するステップは、

前記第 1 の記憶ステップにより記憶された前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 の記憶ステップにより記憶された前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求め、

前記所定の画素における差分が、前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、

前記所定の画素における差分が、前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、

そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる

ことを特徴とする信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像信号のノイズを低減する信号処理装置、信号処理プログラム、および信号処理方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、画像データのノイズ除去方法として次の２種類の方法が知られている。

第１の方法は、メディアンフィルタにより特異点を平滑化する方法である。具体的には、局所領域中の濃度のメディアン値を出力濃度として与える方法である。例えば、 3×3 の領域を用いた場合、９個の濃度値を小さい順に並べ、メディアン値である小さい方から５番目の濃度値を求めればよい。このようなメディアンフィルタを画像データに施すことにより、輝点状や黒点状のノイズを特異点として画像データから除去可能となる。

【 0 0 0 3 】

第２の方法は、被写界画像から固定パターンノイズ画像を画素単位に減算する方法である。この被写界画像は、被写体を撮像素子で撮影して得られる画像データである。一方、固定パターンノイズ画像は、暗黒状態などの受光環境下において、撮像素子から出力されるノイズのみの画像データである。この減算処理により、被写体画像中の固定パターンノイズを同相除去し、固定パターンノイズの除去された画像データを得ることができる。

【 0 0 0 4 】

以下、この第２の方法を、数式で説明する。

$S(m)$: 被写界画像の各画素の信号レベル

$S_o(m)$: 真の各画素の信号レベル

$N(m)$: 各画素のノイズレベル

m : 画素の番号

とすると、

$$S(m) = S_o(m) + N(m)$$

と表すことができる。

【 0 0 0 5 】

また、ノイズレベルの内訳は、

$$N(m) = N_r(m) + N_f(m)$$

$N_r(m)$: ランダムノイズ

$N_f(m)$: 固定パターンノイズ

となる。

一般に、撮像素子の露光時間 t が長くなるほど、固定パターンノイズは大きくなる。そのため、長時間露光では、 $N_f \gg N_r$ となり、固定パターンノイズが支配的となる。このような場合、被写界画像から固定パターン画像を減算すると、

$$S_o(m) = S(m) - N_f(m)$$

となる。すなわち、真の画素値に近い画像データを得ることができる。

【 0 0 0 6 】

従来、その他のノイズ除去技術として、下記の特許文献１が知られている。この特許文献１の従来装置は、固定パターンノイズ画像の画素値をレベル判定することによって、白キズ欠陥を検出する。一方、被写体画像の画素値をレベル判定することによって、飽和画素を検出する。この従来装置は、このような画素単位のノイズ状況判別に基づいて『白キズ』かつ『非飽和』の画素を選別し、選別した画素に限って上述した減算処理を実施する。

【 0 0 0 7 】

【特許文献１】

特開 2 0 0 1 - 9 4 8 8 2 (図 1 0 の $S 5 0$, $S 5 2$)

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した第１および第２の固定パターンノイズの除去方法では、固定パターンノイズをある程度除去することが可能であるが、次に挙げるような問題があった。

【 0 0 0 9 】

第１の方法では、膨大な画素数の一つ一つについて、局所領域内の複数の画素値を参照しつつ、メディアン値を求める必要がある。そのため、処理時間が膨大になる、或いは専用

10

20

30

40

50

のハードウェアを用意しなければならないといった問題が生じる。

また、第1の方法では、全画素について、メディアン値との置換処理を実施するため、補間ミスが発生しやすく、偽色や偽パターンなどの弊害を生じやすい。

【0010】

一方、第2の方法では、画素単位の単純な減算処理であるため、特別なハードウェアを用意することなく簡単に演算処理することができる。しかしながら、固定パターンノイズレベルが画像信号レベルと同程度になる場合には、固定パターンノイズを十分に取り除くことができないという問題があった。

【0011】

さらに、特許文献1では、飽和画素に発生する白キズ欠陥に対して、ノイズ除去が有効に行われず、通常、白キズ欠陥の箇所は、白キズのノイズレベルが重畳するため、飽和画素となる可能性が高い。そのため、飽和画素のノイズ除去を単に禁止したのでは、白キズ欠陥が除去されずに多数残存するなどの支障を生じやすい。

本発明は、上述した問題に鑑みて、固定パターンノイズを的確に除去し、かつ新たなノイズを発生しにくいノイズ除去技術を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

以下、本発明について説明する。

【0013】

本発明の信号処理装置は、画像ノイズ除去用の信号処理装置であって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1記憶部と、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2記憶部と、前記第1記憶部に記録された前記第1画像データと前記第2記憶部に記録された前記第2画像データとを読み出して演算処理する処理部と、を備え、前記処理部は、前記第1画像データの出力値から前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求め、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする。

【0015】

また、本発明の信号処理装置は、画像ノイズ除去用の信号処理装置であって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1記憶部と、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2記憶部と、前記第1記憶部に記録された前記第1画像データと前記第2記憶部に記録された前記第2画像データとを読み出して演算処理する処理部と、を備え、前記処理部は、前記第1画像データの出力値から前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求め、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする。

【0016】

また、本発明の信号処理プログラムは、画像データのノイズを除去するための信号処理

10

20

30

40

50

プログラムであって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1記憶部と、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2記憶部と、前記第1画像データの出力値から前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求めるとともに、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる処理部として、コンピュータを機能させるものである。

10

【0017】

また、本発明の信号処理プログラムは、画像データのノイズを除去するための信号処理プログラムであって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1記憶部と、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2記憶部と、前記第1画像データの出力値から前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求めるとともに、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いる処理部として、コンピュータを機能させるものである。

20

【0018】

また、本発明の信号処理方法は、画像データのノイズを除去する信号処理方法であって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1の記憶ステップと、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2の記憶ステップと、前記第1の記憶ステップにより記憶された前記第1画像データと前記第2の記憶ステップにより記憶された前記第2画像データとを読み出して演算処理するステップとを有し、前記演算処理するステップは、前記第1の記憶ステップにより記憶された前記第1画像データの出力値から前記第2の記憶ステップにより記憶された前記第2画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分の最大値と最小値とを求め、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最大値と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最大値に置換し、前記所定の画素における差分が前記同色近接画素における差分の最小値と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記同色近接画素における差分の最小値に置換し、そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする。

30

40

【0019】

また、本発明の信号処理方法は、画像データのノイズを除去する信号処理方法であって、被写界からの光を、単一色成分のカラーフィルタが各画素に対応して配列された撮像素子にて受光することで得られた第1画像データを記録する第1の記憶ステップと、前記撮像素子で暗黒を撮影することで得られるノイズデータからなる第2画像データを記録する第2の記憶ステップと、前記第1の記憶ステップにより記憶された第1画像データと前記第2の記憶ステップにより記憶された第2画像データとを読み出して演算処理するステッ

50

ブとを有し、前記演算処理するステップは、前記第 1 の記憶ステップにより記憶された前記第 1 画像データの出力値から前記第 2 の記憶ステップにより記憶された前記第 2 画像データの出力値を減算する減算処理を行うことで差分を算出した後、所定の画素の同色近接画素における差分のうち、二番目に大きな差分と二番目に小さな差分とを求め、前記所定の画素における差分が、前記同色近接画素における前記二番目に大きな差分と予め定めた定数とを加算した値を超過する場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に大きな差分に置換し、前記所定の画素における差分が、前記同色近接画素における前記二番目に小さな差分と予め定めた定数とを加算した値未満となる場合に、該所定の画素の差分を前記二番目に小さな差分に置換し、前記そのどちらでもない場合には、前記所定の画素の差分をそのまま用いることを特徴とする。

10

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、デジタルカメラに内蔵される信号処理装置 1 を示すブロック図である。

この信号処理装置 1 は、被写界からの光を受光して電気信号に変換する撮像素子である CCD 3 と、撮影時を決定するリリース釦 5 とを有している。また、信号処理装置 1 は、信号処理装置 1 を制御するためのプログラムを記憶した ROM 7 を有している。

20

【 0 0 2 9 】

また、信号処理装置 1 は、被写界を撮影することにより得られた第 1 画像データである被写界画像データを記録する第 1 記憶部としての RAM 9 と、被写界画像データとは異なる受光条件（例えば、シャッターを閉じた暗黒状態）で撮影して得られた第 2 画像データである暗黒画像データを記録する第 2 記憶部としての RAM 11 とを有している。

【 0 0 3 0 】

さらに、信号処理装置 1 は、CPU 13 を有している。CPU 13 は、RAM 9 に記録された被写界画像データと RAM 11 に記録された暗黒画像データとを読み出して演算処理する処理部であり、また、その他の信号処理装置 1 の制御をも統括している。

そして、信号処理装置 1 は、RAM 9 と RAM 11 とのデータを用いて CPU 13 で演算した結果を記憶する RAM 15 と、RAM 15 からの画像信号出力 17 S を記憶するための EEPROM 19 とを有している。

30

【 0 0 3 1 】

次に、信号処理装置 1 での演算処理の概略を説明する。

この信号処理装置 1 の特徴点は、被写界画像データから固定パターンノイズを除去するために暗黒画像データを引き算する際に、引き過ぎることなくノイズ成分を効果的に除去することができる点にある。

そして、そのために、暗黒画像データに基づいて画素毎に、被写界画像データの出力値を同色近接画素の被写界画像データの出力値と置換する置換処理と、被写界画像データの出力値から暗黒画像データの出力値を減算する減算処理とを切り換える。

【 0 0 3 2 】

40

以下、数式を用いて具体的に説明する。

CCD 3 は、図 2 に示すような原色の RGB ベイア配列であり、同色画素は縦、横、斜め方向に 1 画素飛んだ位置に配置されている。そのため、m ライン目の画像データは、次式のように配列されている。

すなわち、第 1 画像データである被写界画像データ S は、

$\dots, B(n-3, m), G(n-2, m), B(n-1, m), G(n, m), B(n+1, m), G(n+2, m), B(n+3, m), \dots$

$\dots (1)$

と表される。

【 0 0 3 3 】

また、第 2 画像データである暗黒画像データ N は、

50

..., $B'(n-3, m), G'(n-2, m), B'(n-1, m), G'(n, m), B'(n+1, m), G'(n+2, m), B'(n+3, m), \dots$
 ... (2)

と表される。

【0034】

従って、固定パターンノイズ N_f を除去するために、 $G(n, m)$ に対して $G'(n, m)$ を減算する際に、 $G'(n, m)$ が CCD 3 の飽和レベルに近い値の場合、真の信号レベル S_o はクリップされている可能性が高く、そのまま減算すると差分が小さくなり、暗い点ノイズとなることが多い。

そこで、暗黒画像データの出力値が、所定の閾値 P を超える場合、すなわち、 $G'(n, m) > P$ になった場合には、当該画素を同じ m ライン目の 2 つ前にある同色近接画素と置換する。一方、暗黒画像データの出力値が閾値 P 以下である場合、すなわち、 $G'(n, m) \leq P$ になった場合には、被写界画像データの出力値から暗黒画像データの出力値を減算する。

【0035】

例えば、 $B'(n-1, m) > P, G'(n+2, m) > P$ であるとする、(1) 式から (2) 式を減算した後のノイズ除去データ N_R は、

..., $NR(n-3, m), NR(n-2, m), B(n-3, m), NR(n, m), NR(n+1, m), G(n, m), NR(n+3, m), \dots$
 ... (3)

となる。

【0036】

なお、CCD 3 からの電気信号 21 S が不図示の A/D 変換器によりデジタル信号に変換される際に 12 bit のデータとなる場合は、階調表現性能が 4096 階調になるので、閾値 P の値としては、CCD 3 の飽和レベルに近い値にすることが好ましい。例えば、 $P = 3800$ 程度にする。

図 3 は、信号処理装置 1 での演算処理の流れを示す説明図である。

【0037】

この図は、 k 行 p 列のベイア配列の CCD 3 を使用した場合の演算処理を示している。まず、リリース釦 5 が押されると、被写界画像データと暗黒画像データとが CCD 3 より取り込まれ、ROM 7 内の演算処理プログラムが起動される。プログラムの処理ルーチンは、次のような構成になっている。

【0038】

まず、ステップ S11 において、ベイア配列の任意の列を示す記号 i に 0 が代入される。

次いで、ステップ S12 において、 i に 1 が加算される。

次いで、ステップ S13 において、ベイア配列の任意の行を示す記号 j に 0 が代入される。

【0039】

次いで、ステップ S14 において、 j に 1 が加算される。

次いで、ステップ S15 において、 j が 2 より大きいかが判断される。 j が 2 より大きいときはステップ S16 に進む。一方、 j が 1 または 2 のときはステップ S20 に進み、ステップ S20 において、 $S(i, j)$ から $N_f(i, j)$ が引かれ、 $S_o(i, j)$ が求められる。そして、ステップ S19 に進む。

【0040】

ステップ S16 では、 $N_f(i, j)$ が閾値 P より大きいかが判断される。 $N_f(i, j)$ が閾値 P より大きくない場合はステップ S17 に進む。一方、 $N_f(i, j)$ が閾値 P より大きい場合はステップ S18 に進む。

ステップ S17 では、 $S(i, j)$ から $N_f(i, j)$ が引かれ、 $S_o(i, j)$ が求められる。すなわち、被写界画像データの出力値から暗黒画像データの出力値が引かれる。

【0041】

ステップ S18 では、 $S(i-2, j)$ が $S_o(i, j)$ に代入される。すなわち、現在

処理中の画素の出力値として、同じ行にある２つ前の画素の出力値が代入される。

ステップＳ１９では、 j が k より小さいか否かが判断される。 j が k より小さい場合は、ステップＳ１４に戻り、 j に １ が加算され、 j が k より小さくない場合は、ステップＳ２１に進む。

【００４２】

ステップＳ２１では、 i が p より小さいか否かが判断される。 i が p より小さい場合は、ステップＳ１２に戻り、 i に １ が加算され、 i が p より小さくない場合は、全ての画素の処理が終了したことになり、演算処理を終了する。

上述した実施形態では、被写界画像データの出力値を２つ前にある同色近接画素の被写界画像データの出力値と置換する置換処理と、被写界画像データの出力値から暗黒画像データの出力値を減算する減算処理とに切り換える。このような切り換え動作により、固定パターンノイズが飽和レベル近くまで大きく、真の信号レベルを復元できないと推定される画素に対しては、置換処理が実施される。その結果、減算処理による弊害が生じず、的確に固定パターンノイズを除去することができる。ひいては、写真やモニターに映し出された画像において目立つノイズを、確実に低減できる。

【００４３】

また、上述した実施形態のデジタルカメラの信号処理装置および信号処理方法では、場合分けの条件を暗黒画像データの出力値が閾値 P を超えるか否か、すなわち、固定パターンノイズが真の信号レベルを復元できないほど大きいと推定されるか否かとしたので、適切な閾値 P を設定することで、容易かつ的確に固定パターンノイズを除去することができる。

【００４４】

なお、上述した実施形態では、閾値 P を超える場合に同じ行の２つ前にある画素の出力値と置換した例について説明したが、いずれか１つの近接画素の出力値と置換しても良い。このような構成にすることにより、画像中のノイズをより強く抑止することができる。

また、上述した実施形態では、閾値 P を超える場合に近接画素の出力値と置換した例について説明したが、近接画素が演算処理済みである場合は、演算処理後の当該近接画素の出力値と置換しても良い。この場合、ノイズ除去された画素によって置換されるため、画像中のノイズをより強く抑止することができる。

【００４５】

なお、上述した実施形態では、閾値 P を被写界画像データから暗黒画像データを減算する際の飽和レベルに近い値にした例について説明した。しかしながら、固定パターンノイズを除去することができる値であればよい。例えば、ガンマ処理の出力に対する飽和レベルに近い値にするようにしても良い。

次に、第２の実施形態について説明する。

【００４６】

（第２の実施形態）

第２の実施形態の信号処理装置は、第１の実施形態（図１）と同じため、ここでの重複説明を省略する。

第２の実施形態では、被写界画像データの出力値と暗黒画像データの出力値との差分を $CPU13$ で算出し、画素毎に同色近接画素の差分の最大値および最小値を算出し、この最大値および最小値を閾値として場合分けして演算処理を行う。

【００４７】

以下、数式を用いて具体的に説明する。

任意画素の被写界画像データの出力値を $S(i, j)$ とすると、 $S(i, j)$ を中心とする 5×5 画素の出力値の配列は、図４のように示される。

また、同様に、任意画素の暗黒画像データの出力値を固定パターンノイズの出力値 $Nf(i, j)$ とすると、 $Nf(i, j)$ を中心とする 5×5 画素の出力値の配列は、図５のように示される。

【００４８】

被写界画像データから暗黒画像データを減算すると、

$$S_o(i, j) = S(i, j) - N_f(i, j)$$

$S_o(i, j)$: 真の各画素の信号レベル

となる。

CCD3は、図2に示すような原色のRGBベイア配列であるため、同色画素は行方向、列方向ともに1画素飛びに配置されている。

【0049】

そのため、 $S(i, j)$ がRまたはB画素の場合、周辺 5×5 画素内の同色画素は、 $S(i-2, j-2)$ 、 $S(i, j-2)$ 、 $S(i+2, j-2)$ 、 $S(i-2, j)$ 、 $S(i+2, j)$ 、 $S(i-2, j+2)$ 、 $S(i, j+2)$ 、 $S(i+2, j+2)$ に対応する画素として、8個存在する。

10

一方、 $S(i, j)$ がG画素の場合、周辺 5×5 画素内の同色画素は、 $S(i-2, j-2)$ 、 $S(i, j-2)$ 、 $S(i+2, j-2)$ 、 $S(i-2, j)$ 、 $S(i+2, j)$ 、 $S(i-2, j+2)$ 、 $S(i, j+2)$ 、 $S(i+2, j+2)$ 、 $S(i-1, j-1)$ 、 $S(i-1, j+1)$ 、 $S(i+1, j-1)$ 、 $S(i+1, j+1)$ に対応する画素として、12個存在する。

【0050】

そして、この第2の実施形態では、被写界画像データから暗黒画像データを減算したときに、過剰に減算したり、過小に減算したりしてしまうのを防止するために、同色近接画素の真の信号レベル出力値(差分)の最大値 $S_{max}(i, j)$ と最小値 $S_{min}(i, j)$ を求める。

20

そして、

$$S_o(i, j) > (S_{max}(i, j) + K) \quad K: \text{任意の定数}$$

の場合、 $S_o(i, j)$ は他の画素に対し特異点(輝点ノイズ)となっている可能性が高いため、同色近接画素の最大値 $S_{max}(i, j)$ と置換をする。

【0051】

一方、

$$S_o(i, j) < (S_{min}(i, j) + K) \quad K: \text{任意の定数}$$

の場合、 $S_o(i, j)$ は他の画素に対し特異点(黒点ノイズ)となっている可能性が高いため、同色近接画素の最小値 $S_{min}(i, j)$ と置換をする。

30

また、

$$(S_{min}(i, j) + K) \leq S_o(i, j) \leq (S_{max}(i, j) + K) \quad K: \text{任意の定数}$$

の場合は、正常であると判断し、 $S_o(i, j) = S_o(i, j)$ とし、同じ出力値を使用する。

【0052】

図6および図7は、信号処理装置での演算処理の流れを示す説明図である。

この図は、 k 行 p 列のベイア配列のCCD3を使用した場合の演算処理を示している。

まず、リリース釦5が押されると、被写界画像データと暗黒画像データとがCCD3より取り込まれ、ROM7内の演算処理プログラムが起動される。プログラムは、次のような構成になっている。

40

【0053】

まず、ステップS110において、ベイア配列の任意の行を示す記号 i に0が代入される。

次いで、ステップS120において、 i に1が加算される。

次いで、ステップS130において、ベイア配列の任意の列を示す記号 j に0が代入される。

【0054】

次いで、ステップS140において、 j に1が加算される。

次いで、ステップS150において、被写界画像データの出力値 $S(i, j)$ から暗黒画

50

像データの出力値 $Nf(i, j)$ が減算され、真の各画素の信号レベル $So(i, j)$ に代入される。

次いで、ステップ S 1 6 0 において、 j が p より小さいか否かが判断される。 j が p より小さいときはステップ S 1 4 0 に戻る。一方、 j が p より小さくないときはステップ S 1 7 0 に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 7 0 では、 i が k より小さいか否かが判断される。 i が k より小さいときはステップ S 1 2 0 に戻る。一方、 i が k より小さくないときはステップ S 1 8 0 に進む。ステップ S 1 8 0 では、 i に 1 が代入される。

次いで、ステップ S 1 9 0 において、 i に 1 が加算される。

10

【 0 0 5 6 】

次いで、ステップ S 2 0 0 において、 j に 1 が代入される。

次いで、ステップ S 2 1 0 において、 j に 1 が加算される。

次いで、ステップ S 2 2 0 において、画素位置 (i, j) の複数の近接画素において、差分 So の最大値を求めて $Somax(i, j)$ とする。同様に、画素位置 (i, j) の複数の近接画素において、差分 So の最小値を求めて $Somin(i, j)$ とする。

【 0 0 5 7 】

次いで、ステップ S 2 3 0 において、 $So(i, j)$ が $Somax(i, j) + K$ より大きいと判断される。 $So(i, j)$ が $Somax(i, j) + K$ より大きいときはステップ S 2 4 0 に進む。一方、 $So(i, j)$ が $Somax(i, j) + K$ より大きく

20

ないときはステップ S 2 5 0 に進む。ステップ S 2 4 0 では、 $So(i, j)$ に $Somax(i, j)$ が代入され、ステップ S 2 5 0 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 5 0 では、 $So(i, j)$ が $Somin(i, j) + K$ より小さいと判断される。 $So(i, j)$ が $Somin(i, j) + K$ より小さいときはステップ S 2 6 0 に進む。一方、 $So(i, j)$ が $Somin(i, j) + K$ より小さくないときはステップ S 2 7 0 に進む。

ステップ S 2 6 0 では、 $So(i, j)$ に $Somin(i, j)$ が代入され、ステップ S 2 7 0 に進む。

30

【 0 0 5 9 】

ステップ S 2 7 0 では、 j が $p - 2$ より大きいと判断される。 j が $p - 2$ より大きくないときはステップ S 2 1 0 に戻る。一方、 j が $p - 2$ より大きいときはステップ S 2 8 0 に進む。

ステップ S 2 8 0 では、 i が $k - 2$ より大きいと判断される。 i が $k - 2$ より大きくないときはステップ S 1 9 0 に戻る。一方、 i が $k - 2$ より大きいときは、全ての画素の処理が終了したことになり、演算処理を終了する。

【 0 0 6 0 】

この第 2 の実施形態では、RAM 9 に記録された被写界画像データと RAM 1 1 に記録された暗黒画像データとを読み出して差分を算出し、画素毎に閾値を決めて、信号処理の場合分けを行う。したがって、全画素を 1 つの閾値で場合分けする方法に比べて、高精度な補間処理を行うことができる。引いては、固定パターンノイズレベルが十分大きい場合でも、的確に固定パターンノイズを除去することができる。

40

【 0 0 6 1 】

また、上述した第 2 の実施形態では、同色近接画素の差分の最大値および最小値に基づいて閾値を決定するので、所定範囲からはみ出した出力値を的確に排除することができる。さらに、上述した第 2 の実施形態では、固定パターンノイズが大き過ぎると推定される画素の出力値（輝点ノイズ）は、近接画素の差分の最大値と置換され、固定パターンノイズが小さ過ぎると推定される画素の出力値（黒点ノイズ）は、近接画素の差分の最小値と置換されるので、近接画素の出力値の範囲内で置換されることになり、近接画素の色に溶け

50

込ませることが可能である。

【0062】

(第3の実施形態)

この第3の実施形態は、最大差分 S_{\max} および最小差分 S_{\min} に代えて、『二番目に大きな差分 $S_{\max 2}$ 』および『二番目に小さな差分 $S_{\min 2}$ 』を使用する点のみが、第2の実施形態と異なる。

すなわち、ステップ S230 において、『二番目に大きな差分 $S_{\max 2}$ 』を基準にして、 $S_o(i, j)$ の大小判別を行う。このとき、 $S_o(i, j)$ が近接画素に比べて大き過ぎると判断されると、 $S_o(i, j)$ を $S_{\max 2}$ と置換する。

【0063】

一方、ステップ S250 において、『二番目に小さな差分 $S_{\min 2}$ 』を基準にして、 $S_o(i, j)$ の大小判別を行う。このとき、 $S_o(i, j)$ が近接画素に比べて小さ過ぎると判断されると、 $S_o(i, j)$ を $S_{\min 2}$ と置換する。

そのため、第2の実施形態のように近接画素の出力値の最大値や最小値と置換する場合に比べ、近接画素に固定パターンノイズが発生していた場合の影響を受けにくいといった利点がある。その結果、固定パターンノイズ $N_f(i, j)$ の過小差し引きや過大差し引きを抑止することができる。

【0064】

なお、上述した第2および第3の実施形態では、閾値を、同色近接画素の差分の最大値および最小値などに基づいて決定した例について説明したが、同色近接画素の差分の標準偏差に基づいて、 K の値などを決定しても良い。

また、上述した第2および第3の実施形態では、 G 画素における近接画素の出力値の最大値および最小値を求めるときに、12個の近接画素の出力値を対象とした例について説明したが、 R 画素や B 画素と同様に8個の近接画素の出力値を対象としても良い。

【0065】

さらに、上述した第2および第3の実施形態では、同色近接画素の差分の最大値および最小値と置換する例や、2番目に大きい値および2番目に小さい値と置換する例について説明した。しかしながら、複数の近接画素における差分の平均値やメディアン値と置換しても良い。ここで、複数の近接画素の選択条件について、好ましい例を挙げる。

【0066】

(1) 同色近接画素の出力値の大きい方から3つの平均値と同色近接画素の出力値の小さい方から3つの平均値により行う。

【0067】

(2) 同色近接画素をいくつかのブロックに分けて平均値を求めて、出力値の変化の傾向を考慮した上で、いずれか1つのブロックの出力値を用いる。

【0068】

(3) (2) において、ブロックの分け方を少しずつ変更しその都度平均値を求め、出力値の変化の傾向を十分に考慮した上で、いずれか1つのブロックの分け方におけるいずれか1つのブロックの出力値を用いる。

【0069】

以上説明したように、第2および第3の実施形態では、被写界画像データ(第1画像データ)と暗黒画像データ(第2画素データ)とを読み出して処理部により差分を算出し、画素毎に閾値を決めて場合分けして信号処理をする。したがって、全画素を1つの閾値で場合分けする方法に比べて、高精度な補間処理およびノイズ除去処理を行うことができる。引いては、固定パターンノイズレベルが十分大きい場合でも、的確に固定パターンノイズを除去することができる。

【0070】

なお、上述した実施形態では、本発明を電子カメラに適用する場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明を単体の信号処理装置(ICなど)として実現したり、コンピュータによって実行される信号処理プログラ

10

20

30

40

50

ムとして実現してもよい。また、本発明の信号処理方法をインターネットなどを通じて画像処理サービスとして提供してもよい。

【 0 0 7 1 】

なお、本発明は、その精神またはその主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明は、特許請求の範囲によって示されるものであって、本発明は明細書本文にはなんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内である。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

10

本発明では、撮像素子のノイズ状況を画素毎に判別し、そのノイズ状況に応じて減算処理／置換処理を画素単位に動的に切り換えることができる。したがって、同相除去により固定パターンノイズを除去できないノイズ状況に応じて、置換処理を選択的に実行することが可能になり、第1画像データ中のノイズをより確実に除去することが可能になる。特に、本発明のノイズ除去技術では、減算処理によって新たなノイズが重畳するといった事態を顕著に改善することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】信号処理装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】CCDに使用されるベイア配列を示す説明図である。

【図3】ROMに記憶されたプログラムの流れを示す説明図である。

20

【図4】被写界画像データの出力値の配列を示す説明図である。

【図5】暗黒画像データの出力値の配列を示す説明図である。

【図6】ROMに記憶されたプログラムの流れを示す説明図である。

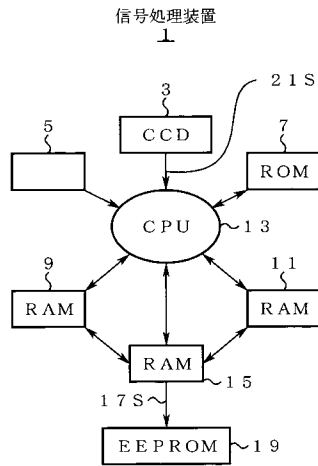
【図7】図6のプログラムの続きを示す流れ図である。

【符号の説明】

- 1 信号処理装置
- 3 CCD
- 5 レリーズ釦
- 7 ROM
- 9 RAM
- 11 RAM
- 13 CPU
- 15 RAM
- 19 EEPROM

30

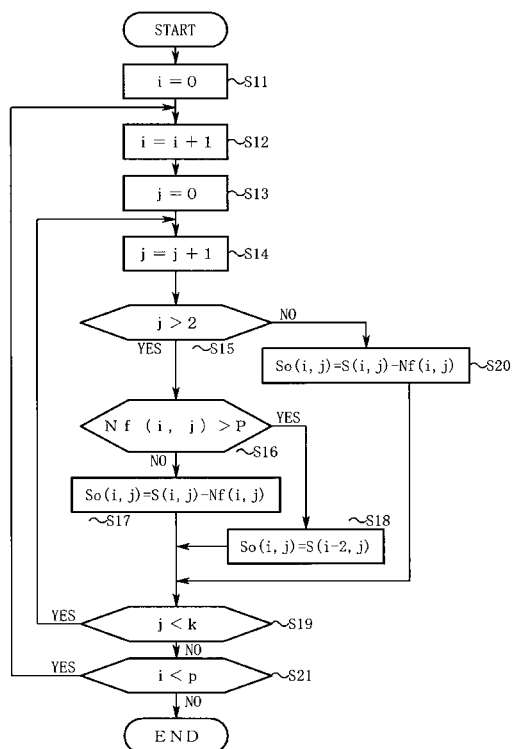
【図 1】



【図 2】

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	...
2	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	...
3	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	...
4	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	...
5	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	...
6	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	...
7	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	...
8	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	...
9	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	...
10	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	...
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	

【図 3】



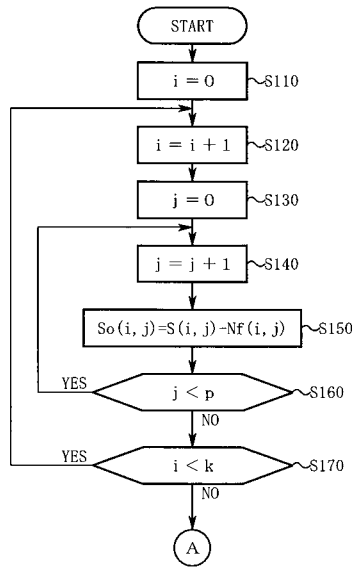
【図 4】

$S(i-2, j-2)$	$S(i-2, j-1)$	$S(i-2, j)$	$S(i-2, j+1)$	$S(i-2, j+2)$
$S(i-1, j-2)$	$S(i-1, j-1)$	$S(i-1, j)$	$S(i-1, j+1)$	$S(i-1, j+2)$
$S(i, j-2)$	$S(i, j-1)$	$S(i, j)$	$S(i, j+1)$	$S(i, j+2)$
$S(i+1, j-2)$	$S(i+1, j-1)$	$S(i+1, j)$	$S(i+1, j+1)$	$S(i+1, j+2)$
$S(i+2, j-2)$	$S(i+2, j-1)$	$S(i+2, j)$	$S(i+2, j+1)$	$S(i+2, j+2)$

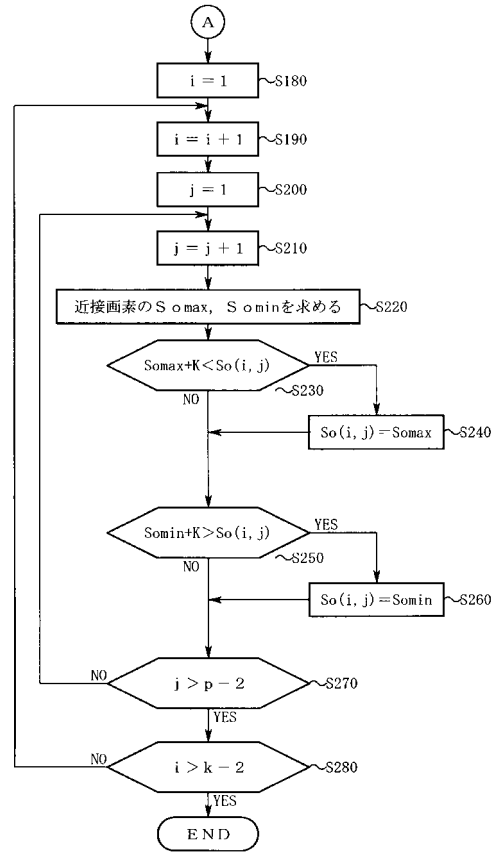
【図 5】

$Nf(i-2, j-2)$	$Nf(i-2, j-1)$	$Nf(i-2, j)$	$Nf(i-2, j+1)$	$Nf(i-2, j+2)$
$Nf(i-1, j-2)$	$Nf(i-1, j-1)$	$Nf(i-1, j)$	$Nf(i-1, j+1)$	$Nf(i-1, j+2)$
$Nf(i, j-2)$	$Nf(i, j-1)$	$Nf(i, j)$	$Nf(i, j+1)$	$Nf(i, j+2)$
$Nf(i+1, j-2)$	$Nf(i+1, j-1)$	$Nf(i+1, j)$	$Nf(i+1, j+1)$	$Nf(i+1, j+2)$
$Nf(i+2, j-2)$	$Nf(i+2, j-1)$	$Nf(i+2, j)$	$Nf(i+2, j+1)$	$Nf(i+2, j+2)$

【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 0 9 5 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 0 3 4 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 7 7 7 6 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 3 4 4 9 0 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 9 9 3 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 1 5 5 2 6 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 0 6 5 8 9 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 5 2 9 5 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 0 5 1 3 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 0 0 5 1 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 1 5 3 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 3 6 4 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G06T 5/00
H04N 1/40
H04N 1/401
H04N 1/407
H04N 1/409
H04N 5/335
JSTPlus(JDreamII)