

グレーサーチ について

ご注意

本書の内容の一部または全部を無断で転載することは固くお断りします。
本書の内容について、将来改良を目的に予告なしに変更することがあります。

(株)ファースト

1 グレイサーチ用パラメータの意味と機能

CSC90Xシリーズの標準機能である「グレイサーチ」の動作は、
グレイ **設定** の中で設定されるサーチパラメータに左右されます。ここでは **設定** メニューパッドの各項目の意味と機能を簡単に説明します。

パターン名称

サーチして欲しいパタンの「名称」を指定します。基準パターンは前もって登録しておく必要がありますが、その登録の際にパタンの識別子として4文字の名前が付けられるようになっています。ここで指定するのはその名前であり、複数個登録されているパタンの内のどれか1つです。サーチ実行時は、ここで指定されたパターンのみを画面の中から探し出して来ます。

個数

ワーク画像の中から見つけ出して欲しいパターンが複数個存在する場合、そのサーチ個数を指定します。

例えばワーク画像の中に基準パターンと同じパターンが3個存在し、他のパラメータ値もこの3個が見つかるような設定値になっていると仮定します。ここでサーチ個数を「3」と指定すると3個の位置を探してきます。もし「2」に指定しておく、内部では3個見つけますが、指定が2ですから、3個のうち最も相関値が高い順に2個だけを取り出して、その2個の位置をサーチ結果として返答します。逆に多めの「5」に指定しておく、3個以上は見つからない訳ですから、指定にかかわらず3個の位置しか返答しません。

設定範囲は1～50で、出荷時の設定は1になっています。

精度

サーチ結果位置を返答する際の精度を指定します。「通常」「高」「超高」の3種が設定でき、各々下記のような意味を持ちます。出荷時の設定は「通常」になっています。

通常：最悪位置決め誤差 ± 2 画素(大部分は 1 画素以内)

高：最悪位置決め誤差 ± 1 画素(大部分は 0.5 画素以内)

超高：最悪位置決め誤差 ± 0.5 画素(大部分は 0.1 画素以内)

ただし、必ず設定どおりの精度を保証するものではありません。画質やパターンそのものの品質、あるいは形状によって設定どおりの精度が得られない場合もあります。

ところで、この設定の違いにより内部では何が起きているのでしょうか？これを説明するには、ある程度処理方式の立ち入った話しをしなければなりません。

正規化相関法パターンマッチングは古くから知られている認識法ですが、一般式を見れば判るとおり、ある程度の画像サイズになると数十億回の計算を繰り返すこととなります。このため一昔前までは処理速度の点で殆ど実用に耐えませんでした。しかし CPU や周辺メモリの高速化、特化した前処理の発案、アルゴリズムそのものをハードウェア(LSI)化するなどのテクニックにより、近年では各社装置とも FA ラインでも問題なく使えるレベルになりました。弊社の装置では「柔軟な汎用性を持たせる」「価格を安く抑える」「将来の新機種への移植を容易にする」ために特殊なハードウェアは一切搭載していません。CPU 速度、メモリのアクセス速度、そして処理アルゴリズムのみが高速化の鍵になります。この処理アルゴリズムにおいて弊社が採用している高速化テクニックの一つが「圧縮処理」です。つまり計算回数が少なくなるように特別な圧縮処理を施しているのです。とりあえずここでは単純な画像圧縮を思い浮かべて貰えれば結構です（実際は単純な画像圧縮ではありませんが、企業秘密に類するものですので詳しいお話しは出来ません）。

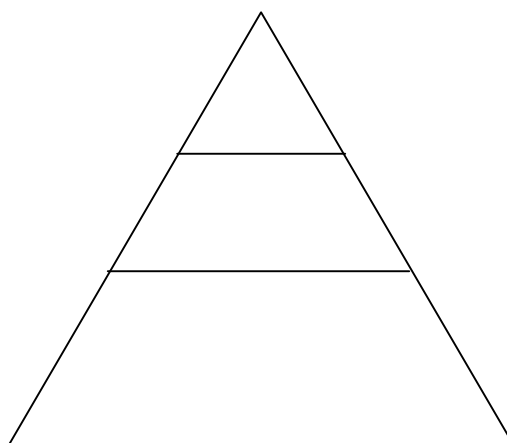
例えば右図のようなピラミッド構造のデータが有るとします。

最上段 が徹底的に圧縮されたデータ(あるいは画像)、中央 が軽く圧縮されたデータ、最下段 が圧縮していない生データと想定してください。

徹底的に圧縮された最上段 でも近似データとして残っていますから、サブピクセルの計算を行えばそれなりの位置が検出されます。しかし中央 ならもっと多くのデータが残っていますから、同じ計算を行っても の場合より精度の良い位置が得られます。最下段 は生データですから最良の精度が得られます。

ただし、最上段 は計算点数が圧倒的に少ないので精度が良くない代わりに相当な高速処理になります。それに比べ最下段 は計算点数が膨大になるので精度が良い代わりに処理速度は低下します。

つまり上記の例えで言えば、「通常」は最上段 データで位置計算を行う、「高」は中央 データで位置計算を行う、「超高」は最下段 データで位置計算を行う、という意味になるのです。



複雑度

基準パタン及びサーチ対象画像の状態を 1~9 の範囲で指示します。"1"が最も良い状態(コントラストがはっきりしている、形状は単純、大きさも充分、パタンの濃度分布も一様ではないなど)を意味し、"9"に近づくに従って悪い状態を意味します。出荷時の設定は"1"になっています。

上記の **精度** の説明でピラミッド構造の説明をしましたが、ここではそのピラミッド構造が 9 段になっていると考えてください。複雑度の 1~9 の数字はこのピラミッドのどの位置からサーチを開始するかの意味になります。"1"は最も圧縮率が高い位置からサーチを開始し、"9"は初めから生データでサーチを開始するわけです。"1"にしておけば処理速度が最も高速になりますから理想的ですが、反面、圧縮率が高いのでデータの欠落も多く、特に「点」や「線」に近いパタンは、特徴部分がこの欠落の中に含まれてしまう(つまり特徴情報が失われてしまう)確率が高くなりますので「パタンが見つからない」の原因になり易くなります。"9"は生データのままサーチを開始しますので殆ど問題なくサーチできますが、処理速度は目に見えて低下します。

経験的なことですが設定値は"1","5","9"の3種のどれかで良いでしょう。2~

4 や 6~8 は体感として殆ど差が無いように思われます。

ここで一つ補足しておきますが、「圧縮」だとか「データが一部欠落」などと言われると、いかにも後退的な処理を行っているように聞こえるかもしれませんが、グレイサーチがスパイク性ノイズに非常に強いのは、実はこの圧縮処理の効果です。単に処理速度の問題だけで圧縮処理をしている訳ではないのです。

途中下限値

サーチ処理は 2 段階に分けて行われます。これも高速化のテクニックです。

- 第 1 段階：似ていると思われるパターンを探し出す(候補点を見つける)
- 第 2 段階：候補点が本当にサーチするパターンかどうか評価する。

「途中相関値」はこの第 1 段階で使用する相関係数を 1000 ~ 9999 の範囲で指定します。つまり基準パターンとワーク画像中の何処かを重ね合わせた時、もし設定「途中相関値」以上の相関値を示したら「このあたりにパターンが存在していると思われる」と判断して、第 2 段階に処理を引き渡すのです。この 4 桁の数字は「一致率」というような見方でも構いません。例えば相関値が 4321 という数字を示したら「基準パターンとの一致率は 43.21%であった」というふうに。

「途中相関値」が低い場合は、多数の候補点が出現するため第 2 段階の処理が増加します。一般的に「途中相関値」を高くすると処理速度は高速になりますが、あまり高すぎると本来のパターンさえ見つからなくなりますので注意が必要です。出荷時の設定は 5000 になっていますが、パターン登録時と殆ど同様の画像状態でサーチする場合は 6000 ~ 7000 程度にしておいても問題はないでしょう。

もう少し内部的な話しをすると、第 1 段階の処理では探索パターンは **複雑度** で指定されている圧縮状態でサーチが開始されています。前述 **複雑度** の説明の中で「サーチを開始するピラミッド位置」と説明しましたが、その位置にある圧縮データを最初の探索開始データとして使用するのです。そしてサーチ過程で少しずつ圧縮率を下げて、候補点を絞り込んで行きます。圧縮率の下げ幅は **精度** で指定されている圧縮率の一手前までです。

最終下限値

「最終相関値」は上記で説明した第2段階処理で使用する相関係数を 1000 ~ 9999 の範囲で指定します。これは最終的に「見つけた」と判断するしきい値ですから普通は「途中相関値」より低い値では意味がありません。一般的にはサーチする画像の最悪の状態を想定して設定します。出荷時の設定は 6000 になっていますが、パターン登録時と殆ど同様の画像状態でサーチする場合は 8000 以上にしておいても問題はないでしょう。低い値にしておくとも予期せぬパターンをサーチしてしまいますので要注意です。

もう少し内部的な話しをすると、第2段階処理でのパタンの比較は **精度** で指定されている圧縮状態で比較されています。最終的な相関値と位置を検出するのが第2段階の主な仕事ですから、設定相関値の「高い」「低い」は処理速度には殆ど影響しません。

Wエッジ

処理範囲(ウィンドウ)に接触する物体をサーチ対象にするか否かのスイッチです。通常、位置決めマークなどのような一つの独立した塊をサーチパターンとする場合は OFF にしておけば良いでしょう。出荷時の設定も OFF です。

ウィンドウに接触しているものは、本来のパターンがその位置に有るのか、それともウィンドウの外側に有る別の物体の一部が入り込んでパターンそっくりに映ってしまっているのか判断が付きませんから、OFF にした方が無難です。またユーザーが意識的に処理範囲(ウィンドウ)を絞り込んだ場合は、その範囲でしかパターンが出現しないことが判っているからそうしたのでしょうから、その場合も OFF で良いでしょう。

ではどういう時に ON にするのか？ 例えば過去に電線(ケーブル)のたわみをグレイサーチの座標群から判断するというテーマが有りましたが、電線は画面左端から右端まで直線的(筋状)に存在していますから、たわみを見るのであれば画面両端サーチ座標と画面中央サーチ座標の位置関係を見れば判ります。こういう時は ON にする理由があります。

ピッチX

ここで指定した範囲(画素)内で複数個のパタンが見つかった場合は、その中で最も相関値の大きいパタン 1 個だけをサーチ結果として返答します。"0"を設定するとサーチパタン横サイズの値が採用されます。

これはどういう時に使うかというと、例えば **Wエッジ** で引用した電線の場合、1本の線が途切れることなく画面の左端から右端まで直線的に存在していますから、1画素おきに同じパタンが存在していることと同じになり、普通にサーチすると左端を起点に右方向へ1画素おきのサーチ結果を **個数** 分まで返答してくることになります。通常このような結果は意味がありません。そこでこのような場合、例えば"50"を設定しておけば1個目が見つかったと、次の2個目の返答位置は50画素離れた箇所になり、その間の結果は返しません。

ピッチY

上記の **ピッチX** と同じ意味で、これはY(縦)方向の制限に関わるものです。

フィルター

これはデータ圧縮時の前処理方式に関わるパラメータです。前述したようにサーチ時のデータ圧縮は単純な間引きではなく、またJPEGなどとも違います。正規化相関法グレイサーチに最も適しているであろうと思われる手法をとっています。しかし「圧縮」である以上いくつかのデータが欠落することも事実です。通常は問題ないのですが、その圧縮が原因でサーチが困難になる場合もあります。そういう時にこのパラメータを操作します。なお、この パラメータ変更はパタン登録前に実施 していないと意味がありませんので注意してください。下記4種が用意されています。

高速：通常のパタン登録、サーチを行う場合

黒線：黒(暗)い線状パタンの登録、サーチを行う場合

白線：白(明る)い線状パタンの登録、サーチを行う場合

通常：「高速」ではサーチが不安定なパタンの場合

出荷時の設定は「高速」になっており、通常はこの状態で充分です。「高速」のままではサーチが不安定になる場合に、パターンに合わせて「黒線」「白線」「通常」を選択してください。

「黒線」は例えば数画素幅の細い黒(暗)線、あるいは棒状のものをパターンとする場合に設定してください。データ圧縮は「ノイズに非常に強くなる効果を持つ」と前述しましたが、このことは別の言い方をすれば「細いものや小さいものはパターンとしての効果を失う、あるいは無視される」ということでもあります。つまり細い線や棒状物はノイズの中に埋もれてしまう可能性が極めて高いのです。その場合「黒線」に設定しておく、と、圧縮する前に黒い部分が残るような特殊処理を施すのです。逆に白(明)線や白色棒状物の場合は「白線」に設定しておく、と、圧縮する前に白い部分が残るような特殊処理を施します。

しかし「白線」「黒線」だけでは困ったことが起きます。例えばゼブラ模様(白黒の縞模様)のような場合、「黒線」にすると黒(暗)を残しながらデータを減らす訳ですから、言い換えれば反対色の白(明)の情報が減ります。つまり一面黒色ベタのパターンになってしまう(そのようなデータを作ってしまう)可能性がありますし、「白線」にするとその逆に一面白色と同様データになるかもしれません。そういう時に「通常」にすると、両方ともうまく残すような(完全には残りませんが)データにしてくれます。また「通常」は線状物だけを対象としているのではなく、形状や濃度分散が細々(こまごま)複雑になっているものに対しても有効です。

なお「黒線」「白線」「通常」を選択すると前処理が増えるため、その分処理速度は低下します。

2 グレイサーチ対象画像の品質上の留意点

グレイサーチを利用しているお客様の中で、たまに下記のような問い合わせをされるお客様がいらっしゃいます。

サーチパターンと背景のコントラストはハッキリしているのにパターンが見つからない。

「途中相関値」を非常に低くしておかないとパターンが見つからない。

見つかった場合はとても高い相関値(例えば 9500 以上など)を示すのに、パターンを見つけない見つけない見つけない。

同じパターンでも、パターンの存在場所によって見つけたり見つけなかったりする。

「複雑度」を変えても相関値や処理速度が殆ど変わらない。

e t c

おっしゃる現象の内容は様々なのですが、撮像状態を聞くといずれも似たような状況にあることが多いようです。グレイサーチは決して万能サーチではありません。様々な限界も持っています。そこで上記の問い合わせに答えるような形で留意事項を記しておきます。なお、ここに記載したことはあくまでも参考であり、これが全てではありません。



2.1. 非均一な光量によるシェーディング

シェーディングとは明るさの偏り、つまり濃度ムラのことです。対象画面上に投射されている光量ができるだけ均一になるようにしてください。例えば標準機能のメニューの中に「Aスコープ」表示というものがあります。この機能を使って、均一濃度の平面物を映して直線上の画像濃度(画面左側と下側にグラフで表れる)を見たときに図 1-1 のような状態であれば問題ありませんが、図 1-2・図 1-3・図 1-4 のようだとパターン位置によって相関値の低下をもたらしますので光量が均一になるよう照明を工夫して下さい。これは特にコントラストが少ないパターンをサーチするときに大きく影響してきます。

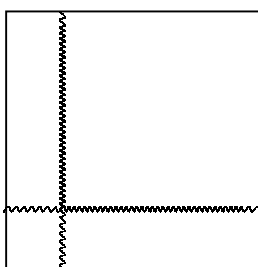


図 1-1
隅から隅まで
ほぼ均一光量

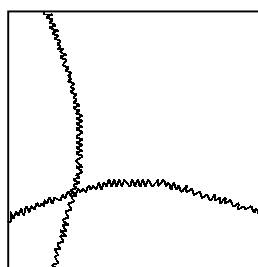


図 1-2
中央部が明るく
周囲が暗い

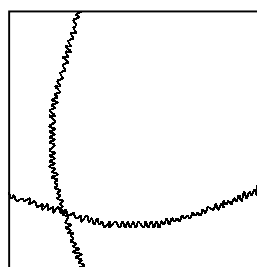


図 1-3
中央部が暗く
周囲が明るい

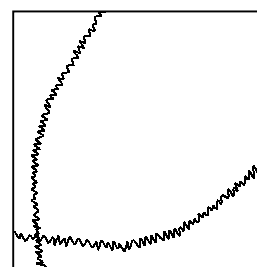


図 1-4
非リニアな光量
変化

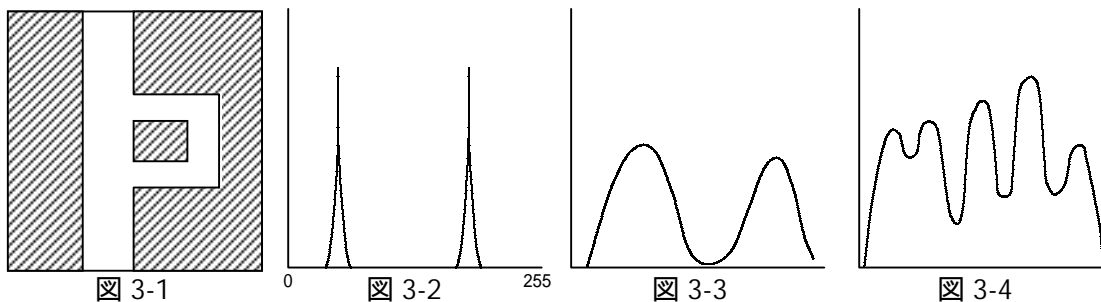
2.2 レンズ系による歪みの発生

レンズを通して物を見る以上、歪みはつきものです。特にカメラに 25mm 以下のレンズを取り付けると端の方の歪みが段々大きくなってきます。つまり真円を撮像したときに中央部では真円に映りますが、画面の端の方に移動させると楕円(歪んだ円)に近づいてきます(魚眼レンズでの映り方を思い浮かべてもらおうとよいでしょう)。このような環境はパターンの在る位置によって形が変わることを意味しますから、パターン位置によって相関値の低下をもたらします。これも特にコントラストが少ないパターンをサーチするときに大きく影響してきます。

2.3 コントラストさえ有れば良いという神話

パターンと背景の間に大きなコントラスト(濃度差)が有ることはとても重要なことです。コントラストが少ないとサーチを不安定にします。でもコントラストが高いだけでサーチがしやすくなるというものではありません。

サーチをする上で最も重要な要素となるのは「濃度の分散値」です。わかりやすく言うと、パターンの中に様々な濃度がそれなりの大きさに混在していた方が良いのです。例えば図 3-1 のような画像(パターン)が在ったとします。この画像のヒストグラムを計測(標準機能を使って見ることが出来ます)してみたら図 3-2 のようになったとすると、これは余り良い画像とは言えません。できれば図 3-3 や図 3-4 のように幅広く濃度が存在するヒストグラム形状になった方が良いでしょう。



左図 3-1 の斜線部分が"暗"でほぼ一定濃度、白抜き部分が"明"でほぼ一定濃度になっていることを示すヒストグラム。

別の言い方をすれば、高周波成分より低周波成分の方が良いと言ってもいいかもしれません。つまり何処かのエッジ部分を見たときに次ページ図 3-5 のような濃度変化をしているよりも図 3-6 の方がグレイサーチには良いのです。

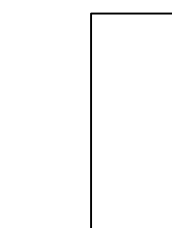


図 3-5

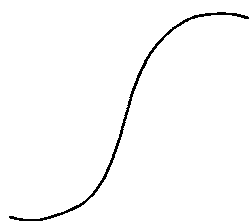


図 3-6

ご存知のように内部では正規化していますから例えば図 3-7 のように左側が黒で一定濃度、右側が白で一定濃度の場合、濃度的な特徴があるのは || で示す範囲内だけということになります。勿論こういう状態でもサーチはできるにはできます。しかし第 1 項及び第 2 項に記述したように光量ムラや歪みがあると通常パターン以上にサーチを不安定にします。また、光量ムラや歪みが無かったとしてもサーチアルゴリズムの関係上サーチを不安定にします(これについては後で詳述します)。

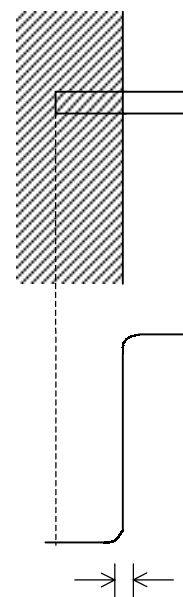


図 3-7

2.4 明るさやコントラスト変動追従にも限界がある

グレイサーチはある程度の濃度変動には耐えられるようになってはいます。しかし、それにも限界があります。例えば図 4-1 ~ 図 4-3 は画像メモリの或る場所を走査して得た濃度グラフを想定したのですが、図 4-1 のように基本的な濃度幅(最低濃度から最高濃度までの幅)が変わらないで全体的に明るく、または暗く変動する(レンズの絞りを变えるのと近似)、あるいは図 4-3 のようにコントラストがある程度変動する分には問題ありませんが、図 4-2 のように表現可能濃度レベルを超えるような変動があったり、変動は無くても既にパターン登録時にこのような状態になっていると相関値の低下を引き起こします。

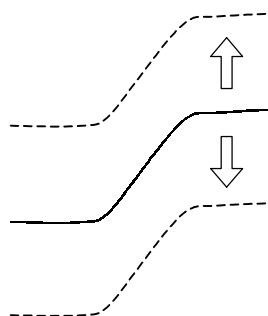


図 4-1(O K)

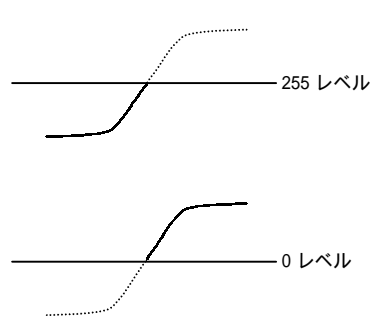


図 4-2(N G)

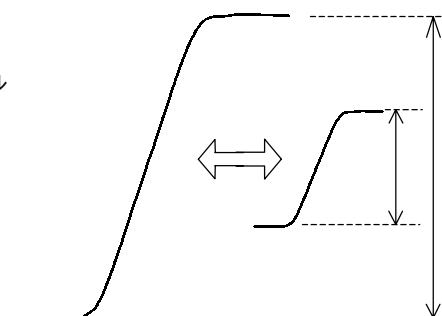


図 4-3(O K)

2.5 サーチの成功率が低い、あるいは最終相関値は 9000 以上あるのに途中相関値は非常に低く設定しておかないとサーチ出来ない、などの件について

コントラストはハッキリしている、形状も単純で、背景に余計なものも映っていない、画質の変化も無い、このように一見すれば確かに最終相関値は高くなりそうなパターンが見つからなかったり、あるいは途中相関値を非常に低く(1000~1500)設定しておかなければ見つからない、といったことが確かに起こる場合があります。

ご存知のように、処理速度を速くするためにサーチ処理は2段階によって行われています。

第1段階.....候補点を見つける。

第2段階.....候補点が本物かチェックする。

「途中相関値」はこの第1段階で使用する一致度(「パターンが在りそう」と判断するためのしきい値)を設定するものです。第1段階は、画像を粗く走査しながら登録パターンを重ね合わせて行く際に、この設定値以上になる場所を次々に候補点としてピックアップして行き、作業を次の第2段階へ引き渡す訳ですが、この粗く(=データの間引き、データ圧縮、1画素単位の走査ではなく飛び飛びの走査、etc...)探す時にデータが無くなって見つからない可能性があります。前記3.項「コントラストさえ有れば...」の章で良くないと注意した濃度パターンについては特にそうです。

前記したように、コントラストが有っても暗い部分と明るい部分が一定濃度のパターンだと、特徴が有るのは白黒境界(パターンと背景の境界)のエッジ部分だけです。しかもエッジ部分の濃度差が殆ど垂直に立っていると、特徴部分(ここで言う特徴部分とは即ち濃度分散のこと。明るさが徐々に変化すれば、その間には暗い濃度、明るい濃度、その中間の濃度など様々な濃度が分散して存在する

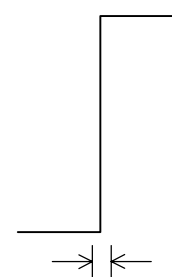


図 5-1

ることになり、これがグレイデータの特徴となる)は僅か2~3画素幅ぐらいのところに集中していることとなります(図5-1の || で示す部分)。これぐらいの幅だとデータ圧縮の時に完全に消えてしまうことがあるのです。例えば2画素幅の線状パターンを4画素飛びに探したとしたら場所によってはパターン自身が飛び越された画素の中に含まれ、全く見つからない場合が発生します。

これと同様の現象です。それにワークを重ねて一致度を見る時も、濃淡的特徴が有るのはエッジだけですから、エッジ部分の濃度分散の誤差が基準パターンとの誤差を検証する重要な情報となります。つまり重要な情報箇所の重なりだけで見れば「面」ではなく「点」で重なっているような状況(図 5-2 の 印)になります。つまりパターンの極近辺で重なっていても途中相関値は極端に低くなります。

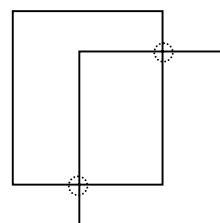
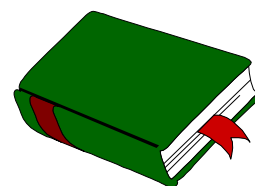


図 5-2

しかしこれは単に情報量が少ないからそうになっているだけであり、別にパターンが崩れている訳ではありません。だからもし途中相関値で拾い上げることが出来れば、第 1 段階でピックアップされた場所を更に詳しくチェック(データ圧縮等を行わない、飛び飛びではなく 1 画素ずつ全数チェック)する第 2 段階ではパターンの重なりがほぼ完全に一致する箇所が現れ、最終相関値は 9500 や 9800 など極めて高い値を示すことになるのです。

特徴部分が広ければ(多ければ)パターンがどの位置にあっても問題ないのですが、特徴部分が極端に狭い(少ない)と、パターンの存在位置によっては第 1 段階(途中相関値)で設定相関値以下になってしまい第 2 段階に進めず、「対象物が有りません」となる場合も起きるのです。



2.6 複雑度を変えても途中相関値やサーチ時間に変化が無い件について

内部では相関計算用データの圧縮(減量)を行っていますが、複雑度はどの圧縮率から相関処理を始めるかの数値です。例えば単純な画像圧縮をイメージしてみてください。512×480画素の黒画像の中に1画素幅の1本の白い垂直線があったと仮定します。ここでこの画像を128×120画素に圧縮するとします。この際のもっとも簡単な方法は、1画素取り出したら隣画素以降3画素分を飛び越した箇所の画素を取り出して、圧縮用画像メモリにそのデータを転送して行くという方法です(図6-1)。もう少し大きめの256×240画素に圧縮したかったら1画素分飛び越しながら同じことをすればよいことになります。

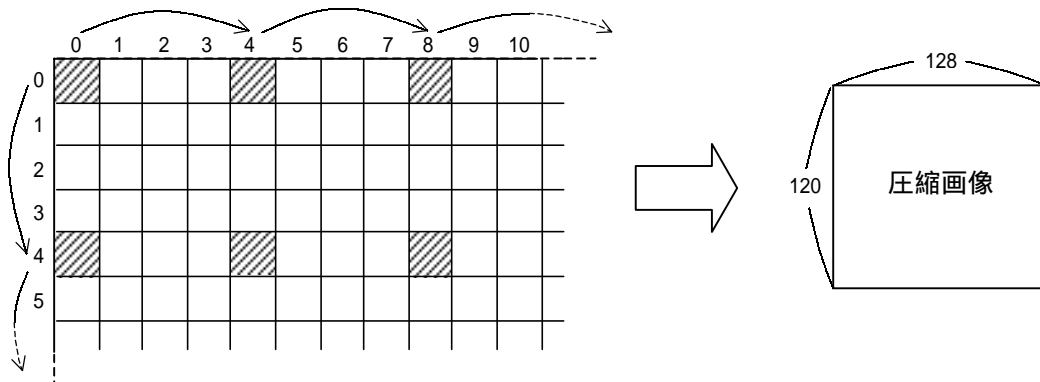


図 6-1

さてここで、たまたま転送対象画素が白い垂直線を含んでくれれば圧縮画像側にも白線は残ってくれるのですが、逆に白線を飛び越してしまうと出来上がった圧縮画像は全面黒画像ということになります。

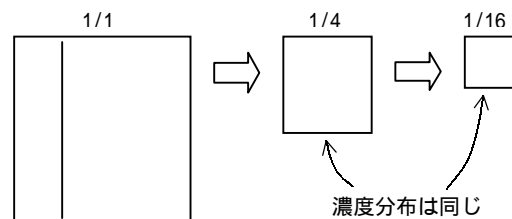


図 6-2

このように 128×120 画素像と 256×240 画素像共に白線を取り損ねたとすると、そこには濃度的な差は何もありません。つまり 128×120 画素に圧縮した像も 256×240 画素に圧縮した像も全く同じ濃度分布画像になってしまっています(図 6-2)。つまり 1/4 圧縮でサーチした時も、1/16 圧縮でサーチした時も相関値には差が出ないことになります。

また、反対に白線データが各圧縮画像で残ったとしても、元々が 1 画素幅の線ですから、1/4 圧縮でも 1/3 圧縮でも 1/2 圧縮でも白線データは 1 画素幅データとして残り、濃度的特徴となる白線に変化はありません(図 6-3)。

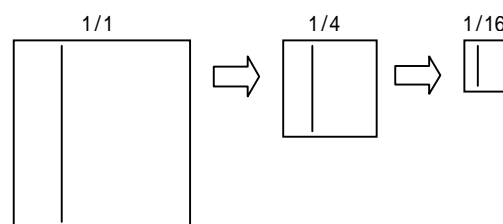


図 6-3

これが 20 画素幅ぐらいの線なら 1/4 圧縮で 5 画素、1/3 圧縮で 6~7 画素、

1/2 圧縮で 10 画素と白線のデータ量に差が出て、それが相関値の変化をもたらしたりするのですが、上記例のように「極端に有効データ量が少ないと、圧縮率を変えても何も変化がない」のです。

もっともグレイサーチ用の圧縮アルゴリズムは演算量・演算回数の減量を目的とした圧縮であり、ここに述べた内容とは異質のもの(アルゴリズムの重要な部分であり、企業秘密的な要素がありますので詳しいお話しは出来ません)ですから、前記した内容はあくまでも参考とお考えください。ただ圧縮のイメージとして分かり易く書いてだけです。このように複雑度を 1~9 に変化させても、元画像上の情報量によっては途中相関値もサーチ時間も変動しないような状態になることがあるのです。

2.7 安定したサーチを行うのに何か手はないのか？

アルゴリズムを変えて「データを圧縮しない」でサーチするという方法は現実的ではありません。弊社の画像処理は総てソフトウェアで行っています。いくら CPU やメモリが高速だからといっても、データを減量せずに真っ正直に 1 画素単位で走査して全画面をサーチすれば数十億回単位の除算や加算を行いますので、どんなに速くても数十秒の処理時間が掛かってしまいます。ですからアルゴリズムに画像を合わせる方が賢明です。

コントラストが無いものについては照明を工夫する、あるいは画像処理のエンハンス(階調変換)機能を利用して濃度階調に幅をもたせる、などの処置を行ってください。

コントラストは有るが、濃度分散が少ない画像については垂直に立っている

エッジを緩やかな傾斜にしてください。方法は登録とサーチの直前で近傍平均処理を複数回行う、あるいは故意にレンズのピントを少しずらして画像をぼかした状態で登録・サーチを行うというのも効果的です。こうすると濃度の分散値が増える(情報量がふえる、つまり図 3-5 のような画像が図 3-6 のようになる)ことになり、サーチの成功率が高くなるはずです。

グレイサーチはもともと2値化処理が難しい対象物(エッジがシャープでなく、どこが境界か判らないようなもの、あるいは濃度がバラバラであり1つの2値化レベルでは対象物を切り出すことができないようなもの)をなんとか認識できるようにしたものです。品質の良いシャープな像に対してはグレイサーチの優位性はさほどありません。かえって2値画像で処理した方が処理速度も速く、最適だと思います。そのあたりは画像によって、または処理内容によって、うまく使い分けてください。

