



画 像 処 理

鈴木 達 朗*

1. まえがき

私達が写真を撮った場合、何個かにピントを合わせている筈である。ピントの前後はボケている。後になってそのボケた所に重要な情報を含んでいることが分かる場合も多い。撮り直し出来るならば問題はないが、一般にはそれが出来ない場合が多い。そのボケた所を鮮明に見える如くする方法はないものか。また写真レンズなどではどうしても収差の影響で像にボケを生ずる。これをもっと鮮明化出来ないものだろうか。また厚い物体のX線写真などではそのコントラストがどうしても低い。したがってもっとコントラストを上げる方法はないだろうか。望遠鏡で星の写真をとればどうしても空気のゆらぎが入って地上ではその分解能を十分に発揮出来ない。この空気のゆらぎを除去出来ないものだろうか。また分光器で分光した場合、スリットや回折格子の大きさが有限の大きさであるため、スペクトルにその影響が入る。それを除去出来ないだろうか。

以上のようなことを目的としてよりよい像を得よう即ち像回復を行なおうとしたのが大体1950年から60年初期にかけての画像処理の歴史であり、多くの研究者によって、それ相応に有効な方法が発表されたが、手段は主として光学的処理によるもので、対称が変われば、光学的フィルターを作り直さなければならず、余り実用的ではなかった。

60年代に入るとロケット技術が急速に発展してくる。高速で動くロケットから撮影された写真は流れ写真であり、そのままでは到底観測に耐えない。月や火星に飛んだロケットからの写真が役立たなければ何にもならない。かくして真剣な研究が開始され、電子計算機が登上してきて、各種の処理方法が開発され、それは亦新

しい応用分野の開拓へとつながってきたのである。一応そうした方式を分類してみよう。

2. 分 類

(1) 目的による分類

- (i) 収差、ピント外れ、流れによるボケ像の回復
- (ii) 空気のゆらぎによるボケ像の回復
- (iii) コントラスト, dynamic range の回復
- (iv) 伝送系あるいはフィルムによる雑音を含んだ像からの元の像の推定
- (v) 伝送系, 結像系の特性が不確かな像からの元の像の推定
- (vi) 検定, 特徴抽出, 超解像

(2) 処理方法による分類

(i) 光学的処理

1. optical filtering 法

(a) コヒーレント光の使用

(a) — 1 振巾, 位相フィルターの使用

(a) — 2 ホログラフイーの応用

2. Direct scanning 法

(a) インコヒーレント光の使用

3. その他

(a) Herschel effect の応用

(b) electron-optics の応用

(ii) 電気回路処理

(iii) 計算機処理

1. 微分法

2. deconvolution

3. nonlinear filtering

4. human visual system

5. 統計的処理

(a) 最小自乗法

(b) 最尤推定法

(c) 検 定

6. 超解像

* 鈴木達朗 (Tatsuro SUZUKI), 大阪大学工学部, 応用物理学教室, 教授, 工学博士

- (a) 標本定理の応用
- (b) prolate spheroidal function の応用

(iv) 波長を変えて撮った写真からの処理

以上を眺めると結局、元の物体が装置の不完全さ、動き、媒体の不完全さ、雑音などを受けて観測され、われわれはその観測像から元の物体に関する必要な情報を得ようとするもので、原理的には普通の測定装置で測定された計測量から被測定物の情報を得ようとする、通常の計測と何等変わる所はない。したがって使われる手段も、それが analog 的であれ diggital 方式であれ、フーリエ変換を行なって周波数領域で種々のフィルターリングを行なうことも大同小異である。

画像処理がこうした一般の測定系と異なる点を考えるならば、一般の測定系が主として1次元であるのにくらべて画像処理は2次元である。そのため処理される情報量は1次元の場合の自乗となり、膨大なものとなって、高速フーリエ変換法が開発される迄は diggital 方式は実用にならなかったのである。亦、画像の乱れを生ずる原因も複雑であり、雑音の性質も単純なものではない。現在でもこうした基本的問題の考察と、それに対する実験とが行なわれている。また、最終的に得られた画像の価値を判断するのは人間の頭脳である。したがって、われわれは回復された画像をみながら修正を繰返し行ない、満足のゆく結果を得ようとする manmachihe 対話方式の開発が必要である。

3. 処理像例

われわれの研究室においては16年程前より、将来は電子計算機を用いた diggital 処理方式が主体となるであろうと考え、そのハード、ソフト両面から開発を重ね、現在、大型計算機を用いた複雑な処理、ミニコンを用いた対話形式の方式をもほぼ完成し、現在、性能の改善、応用の開発に進みつつある。ここではミニコンで処理された若干の例をあげてみよう。

図1(a)は美人の写真であり、それを雑音の平滑化と二次微分を行なったのが同(b)図である。この黑白反転も容易である。このような線画も得られると言う一例である。

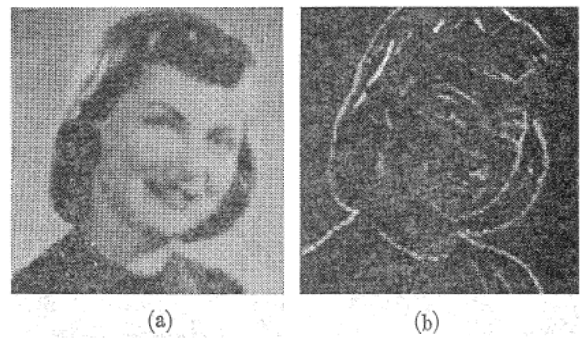


図1

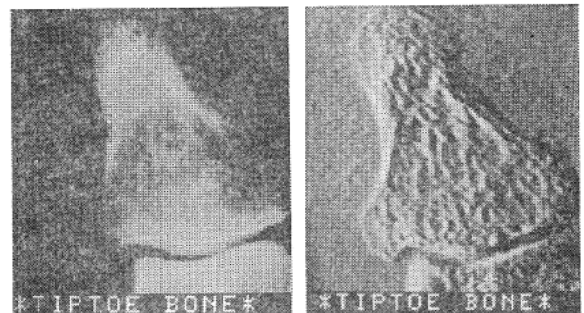


図2

図2(a)は人間の左足親指の骨のX線写真であり、図(b)は、その微細構造、輪郭強調のため一次微分を行なった例で、立体感を持つのが特色である。

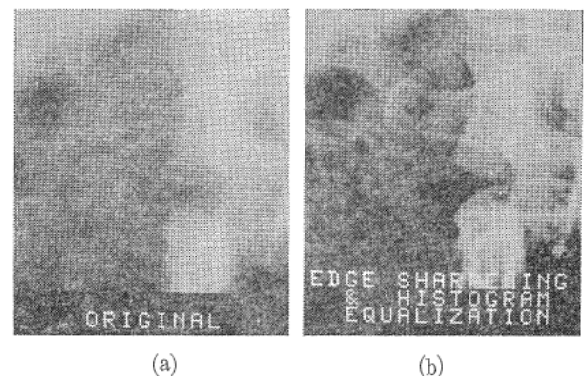


図3

図3も腰骨2番のX線写真の輪郭強調とコントラストの改善を行なったものである。今後、このような装置が普及してくると、医者もこうした修正像を観察する。従来とは違った見方の養成が必要となってくるであろう。

図4はある種のインフルエンザウイルスの電子顕微鏡像の輪郭強調、コントラストの改善を行なったものである。

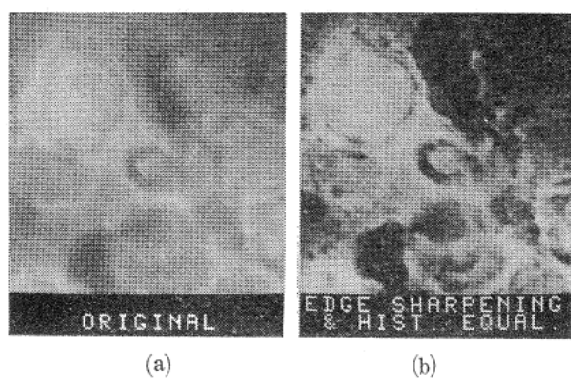


図4

その他、修正像の例は多くあるが紙面の都合上、数例にとどめた。現在、X線、超高電圧電子顕微鏡像の改善に力を注いでゆく積りであるが、読者諸賢からも、こうした応用が価値あるのではないかと言うアドバイスを賜れば幸いである。