

放射線科学

画像を評価すること

小寺 吉衛

皆さんが普段撮られている写真は、うまくピントが合っているでしょうか。また、ちゃんとコントラストはついているでしょうか。逆光ではどうして顔が黒く写ってしまうのでしょうか。露光不足ではざらついた感じになってしまいます。このような写真などの画像の品質を評価する方法があります。私は、医療用の放射線画像(主にX線画像)の評価を行うということを永年やってきました。今回は、医用X線画像を評価するという過程のなかで感じた事をいろいろ書いてみたいと思います。

「いい画像とは何か」という質問をよく耳にします。また、自分自身でもしばしば問いかけています。私は絵が好きで、時間があれば美術館を回っていますが、どのような絵が好きかと聞かれると困ってしまいます。写実的なものでも、抽象的なものでも気に入ったものに特に傾向というものはありません。強いて挙げれば、色でしょうか。これは好みですので説明のしようがありません。では、医学で利用するX線画像ではどうでしょうか。読影をされる医師の方に「いいX線画像とはどのような画像ですか」と問いますと、多くの方は困ってしまうのではないのでしょうか。言葉で説明するのはなかなか難しいようです。画像の品質のことを画質といいます。われわれは、画質で画像の善し悪しを説明しています。しかし、計測された画質と実際の画像の印象が必ずしも一致しない場合があります。画質というものは、一つのパラメータで表わすことができないため、いくつかの因子に分けて解析しています。通常は、コントラスト、鮮鋭度、粒状度(雑音)の三つで表わしているのですが、これらは互いに複雑に関係しており、それぞれの因子に影響を及ぼす要因(たとえばX線エネルギーなど)により、時として、因子が互いに逆に作用することがあります。視覚で評価する場合には、このような因子が複雑に関与した画像を直接見て判断するわけで、そのときの対象となる画像や写っている構造物などで印象が大きく変わってしまいます。つまり、画像の質を一つのパラメータで表わすことは不可能なわけですが。したがって、われわれが計測している画質の因子(コントラスト、鮮

鋭度、粒状度)も、それぞれの因子の特徴は正確に表わしているのですが、1枚の画像の総合的な評価や、ある特定の情報(たとえば胆石を見たいとか)をどのように表示するかということになるとそのままでは使えない場合があります。では、画像の評価は何の役にもたないのか。レントゲンがX線を発見して100年が過ぎましたが、この間、医用X線画像は格段の進歩を遂げました。その中で、画像評価の果たした役割は決して小さくはありません。

X線という人体にとって害のあるものを照射して得られる画像ですので、できるだけ少ない量で画像を得る必要があります。しかし、X線量を少なくするほど画質(主に鮮鋭度と粒状度)が悪くなるという事も事実です。したがって、できるだけ少ない線量でできるだけよい画質の画像を得ることは、この100年間の大きなテーマであったわけです。画質評価がその一助となったことは事実です。

近年、デジタル画像が医用X線画像系でも普及してきました。デジタル画像の大きな特徴は、どのようなX線量であっても、検出器で感知できれば画像として形成できることと、画像処理により画質を改善できることです。また、今日では、コンピュータ支援診断システムとしての役割も注目されつつありますが、これについては別の機会にお話ししたいと思います。現状でのデジタル画像は、鮮鋭度、階調分解能の点で従来の増感紙フィルム系のようなアナログ画像に今一步追い付いていませんが、それ以上に種々の付加価値に魅力があります。しかしながら、どのような照射線量でも画像を作ることが可能(しかも線量が多いほど画質はよい)となりますと、往々にして照射線量を多めにとることが危惧されます。いくつかの調査研究班が撮影条件を調べましたが、幸いにも現在のところ、従来の増感紙フィルム系の撮影条件とほぼ同等の条件であることが報告されています。しかし、将来にわたってこの条件が維持されるという保証はなく、デジタル画像系の撮影条件に対する何らかの指標の提示が望まれています。

画像を評価するというと、何か1枚の絵について、その絵がよいのか悪いのかを調べることに思われている方が多いと思いますが、ここでいう画像評価とは、画像系すなわち画像を作るシステムの評価を指しています。通常の写真での画像系を考えてみますと、まず、カメラがあります。厳密には、レンズの特性(ぼけ、収差、明るさなど)と、絞り(開口)、撮影時間などが含まれます。つぎに、フィルムと印画紙の特性(それぞれ感度、コントラスト、鮮鋭度、粒状度、現像条件など)があります。現像条件には現像液、現像温度、現像時間

などがあります。放射線画像系では、たとえば増感紙フィルム系ですと、画質に影響を及ぼす要因として、X線エネルギー、照射線量、X線管焦点の形状と大きさ、被写体、散乱線、焦点—被写体—カセット間距離、増感紙、フィルム、現像システムなどがあります。これらを個々に解析することも可能ですし、一つのシステムとしてみることもできます。大切なことは、1枚の画像だけを評価しているのではなくシステムの評価をしているということです。

画質の評価では、画像を直接目で見て判断する方法と光学的な装置を用いて光の分布などを計測して評価する方法があります。前者を主観的評価あるいは視覚評価と呼び、後者を客観的評価あるいは物理的評価と呼んでいます。どちらがよい方法かということがしばしば議論されていますが、それぞれに一長一短があり、上手に組み合わせて利用するのが一番よい方法でしょう。物理的評価は、再現性や定量的評価としては優れていますが、得られた数値が、実際の視覚による評価とどのように係わっているのかということはまだ十分にはわかっていません。視覚評価は、直接画像を見ているのですから、これほど確かなことはないように思われますが、対象となる画像に大きく影響されます。その画像が、システムを代表する理想的な画像であるならば問題ないのですが、そうでない場合には、結果は片寄ったものになってしまいます。そのためには、たくさんの画像を準備しなければなりません。なぜなら、画像は常に揺らいでいると考えられているからです。もう少し専門的にいいますと、画像系は確率過程であるとみなすことができます。カメラで写真を撮っても、二つとして同じものは撮れないわけです。したがって、画像系の画質の評価を行う場合には、統計的処理(簡単に言えば集合平均をとることなど)を考慮しなければなりません。これは視覚による評価の場合には特に大切なことです。もう一つ、視覚評価で注意しなければならないことは、視覚評価を総合評価と勘違いしないことです。初めに述べましたように、画質の善し悪しを単一のパラメータで表わすことはできません。これは、視覚評価でも同様です。

人は、とかく自分の目で見たものは信じやすく(百聞は一見に如かず)、それが真実であるかのように思い込むことがあります(UFOを見たなどと)。しかし、画像とは目という感覚器官を通して(この場合の目とは単なるレンズの役割でしかありません)脳に行き、そこで合成されて初めて画像として認識されるのです。したがって、画像とは、素材は目からもらってきますが、脳で作り上げた合成物でしかないということです。端的な例は、雑誌などにある3D画像(2枚の画

像を左右の目でそれぞれに見て三次元の立体像として認識するもの)で、これは、もともと二次元の画像でしかないものを、脳で三次元の像に作り替えています。テレビ画面も色の信号は赤と緑と青しかないわけですが、我々の目は、赤と緑の信号(それぞれの波長の電磁波)が同時に飛び込んでくると黄色に感じてしまい、本物の黄色の波長の電磁波と区別することはできません。もちろん、そのおかげで、カラーテレビジョンという放送手段が開発されたわけですから文句は言えませんが(もし、我々の目が、それぞれの波長の電磁波をすべて区別できたとしますと、テレビ放送でもすべての色の電磁波の情報を電波にのせなくてはならず、現在の信号帯域での送信は不可能になります)。ところが、音の信号ですと、われわれの耳はすべての波長を聞き分けることができます。これこそが、われわれが普段音楽を聞き、和音を楽しむことができる理由であり、これが、ドの音とミの音を聞いてレの音になってしまったのでは話になりません。

いろいろ、目の悪口を書きましたが、これは本意ではありません。しかし、目を過信しないということも画像評価を行う上で大事なことです。

先に、デジタル画像系の撮影条件も増感紙フィルム系の撮影条件とほぼ同じであったと述べました。これはどういう意味でしょうか。もちろん、術者が、これまでの慣習で同一条件で撮影しているということも考えられますが、少なくとも、画像には目を通し、チェックをしているはずで、その時点で、これまでの増感紙フィルム系とほぼ同等の画質の像が得られていることを確認して読影に回しているのではないのでしょうか。ここに、これまでのアナログ画像系の画質の情報が術者の意識下にあると考えるのは早計でしょうか。画質評価は、必ずしも数値データだけではなく、術者の頭のなかにも存在しているということです。ただ、私は、デジタル画像系は、X線検出器が異なることと、画像処理ができることから、もっと違う撮影条件(患者被曝線量をさらに低減して質のよい画像を得る条件)が存在すると考えています。そのためには、さらに多くの物理的ならびに視覚による評価が必要になります。現在、精度のよい画質評価を行える機関はあまり多くありません。線量測定とともに地道な活動ではありますが、国民の総被曝線量を低減していくためにも必要な活動であると考えています。

(近畿大学工学部助教授・電子情報工学科)