

北京版チベット大蔵経のデジタル画像化

1 Y - 1 0

柴田 みゆき

箕浦 暁雄

宮下 晴輝

片岡 裕

大谷大学

{neko, akio, miya, kataoka}@otani.ac.jp

1. 背景

書画の1次資料が、貴重であるか劣化が進行した資料である場合、写真印刷では、再現性が低く、デジタルデータでの公開のみ可能であると言って良い[1]。デジタルデータを代替原資料とする時は、デジタル化過程の条件の明示だけでなく、研究用原資料として共有化し利用可能な情報を示す精度の保証が必要であるが、情報を保証したデータは希である。情報の保証とは、要求された精度を保証する再現性の証明を添付することである。

大谷大学所蔵の北京版チベット大蔵経(*Tibetan Tripitaka Beijing Red Edition*)は、2部のみ存在する完本の1部であり、世界文化遺産であるばかりでなく、その内容が極めて重要である。本大蔵経は、研究での参照が可能な唯一の完本であるが、赤色素と紙による木版であり、退色が進行し、限定公開も不可能である。従って、原資料を保存しつつ、内容を研究するためには、デジタルデータ化が必須である。本資料は、40000ページを超え、文字コードが未制定の *Tibetan Script* で記述されており、デジタル画像データとしなければ、配布も不可能である。

このデジタルデータを代替1次資料とするためには、可読性を保証する分解能だけでなく、OCRなどの画像処理に使用可能な情報と精度を保証する必要がある。しかし、カラー・デジタル・イメージ作成での全過程を通して、保持すべき情報を明示し、簡便にそれを証明する研究がなされていなかったため、本研究を行った。

2. 目的

本資料(70.9×21.0cm)上の0.4mmの最細線が35mmカラー・リバーサル・フィルムで量子化誤差を無視できる精度と再現性で撮影可能であることは、既に実証した[1]。本稿では、得られた資料フィルムのスキャン時に発生する、スキャン後の修正不能な量子化誤差の原因を特定し、高精

度デジタル画像に必要な量子化ビット数と量子化誤差の簡便な評価方法を求め、それを実証した。その結果、原資料を撮像したフィルムを使い、必要な再現性を保証するスキヤニングの可能性を証明する。

3. 線分のエッジにおける量子化誤差の検討

出力結果のモノクロ、カラーを問わずスキャン後に修正不能な量子化誤差の減少と誤差タイプの特定のため、スキヤナが使用するレンズの焦点円の大きさと内部処理ソフトウェアのアーティファクトの検討が必須となる。

線分幅が細くなるほど、線分のエッジ領域における量子化誤差の影響は大きくなる。即ち標準化周波数に近い被写体のサイズでは、量子化誤差が顕著になる。従って、スキヤナの1ピクセルに近いサイズの線分を検討することでスキヤナの性能が簡便に検定できることになる。

線幅600分の3インチの100%黒色細線を、600分の3インチ間隔から同じ長さで600分の1インチずつ広げた検定図を、白色平滑紙上に印刷した。これを原資料と同じ撮影条件で、量子化誤差が影響する距離に配置して撮影し、実際にスキャンして高域特性を検証した。

4. カラー・デジタル画像の量子化誤差の検討

RGB比率を正確に保つため、RGB各色それぞれで階調表現の調整のためには、最低12bitでのサンプリングが必要である。さらにスキャン後に修正不能な量子化誤差の減少のため、サンプリングビット中で情報を保持しているビット数の検討が必須となる。明度・色調の明確な検討に、KODAK社製カラー・チャートとグレイ・スケールを併撮し補正の指標とした。

本資料のように紙と文字部分の明度差が小さい場合、明度階調を狭い範囲でスキャンする必要がある。しかし、明度階調の範囲指定は、感度補正曲線から外れ色相階調誤差を生じる。これらの階調を、カラー・チャートとグレイ・スケールとの比較からスキャン後に修正するために、サンプリング・ビット数は、RGB各8ビットでは不足する。

5. スキヤナの構造に由来する量子化誤差の検討

量子化による数学的誤差の他に、各スキヤナ固有の構造に由来する量子化誤差の検討も必須である[2]。

スキヤナは、ドラム・スキヤナ型と、普及型のフラットベッド型に大別される。ドラム・スキヤナは高DPIであ

Providing high fidelity digital data of *Tibetan Tripitaka Beijing Red Edition* by qualified scanning.

Miyuki Shibata, Akio Minoura, Seiki Miyashita and Yutaka Kataoka

Faculty of Letter, Otani University, 603-8143 Koyama-Kamihusa Cho, Kita-ku, Kyoto, Japan

{neko, akio, miya, kataoka}@otani.ac.jp

るが、ドラムの真円性が低くモアレの発生等のため焦点円を小さくはできない。フィルムとガラスの非密着による干渉縞の消去のため、フィルムを塗布剤で装着するため高域特性が低下し、作業者のスキルにも大きく左右される。塗布剤によるフィルムの破損を防ぐための複製フィルムのスキャン法では、微小情報が欠落し、本目的を満たさない。

フラット・ベッド型は、フィルムを破損せず、安価であるため一般に多用される。レンズの型により、シリンダリカル・レンズ型と円形ズーム・レンズ型に大別される。

シリンダリカル・レンズ型は固定解像度による焦点調整のみで、解像度の変更はソフトウェア処理であり、大きな誤差が含まれる。レンズが真円ではないため、焦点円の縦横で分解能に著しい差がある。使用ソフトウェアの詳細は各メーカー固有で非公開である。

円形ズーム・レンズ型は、工学的に任意の解像度と露出調整が可能であり、スキャナが使用するソフトウェアに起因する誤差が最低限であれば、高品位スキャンに最適であると推測できる。スキャナ内部のソフトウェアの詳細は各メーカー固有で非公開であるが、CCD 直接出力を得られる機種もあり、その場合は検証可能である。

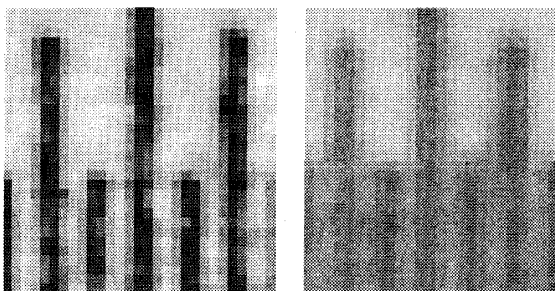
デジタル・カメラを利用してデジタル画像を得る手法が検討されているが、現時点では2次元 CCD によって生じる誤差が大きく、高精度デジタル化には不向きである。なお、分割撮影後ソフトウェアでの接合する場合、欠落部や二重表示部を生じ、根本的に正確なデータは得られない。

6. 比較検討実験での使用機器

シリンダリカル・レンズ型の製品のうち最も多用される、KODAK 社製の ProPhoto CD 64BASE (以下、64BASE) と、円形ズーム・レンズ型であり、特に精密スキャン用途に開発された大日本スクリーン製造株式会社製の GENASCAN5000 (以下、G-5000) を使用し比較検討した。解像度は64BASEでは35mm フィルムの撮像面に対し4096×6144 ピクセル、G-5000は5300DPIである。どちらも可読性の保証には、限界性能が要求される。

7. 実証結果

検定用細線データの8ビット・サンプリングスキャン



G-5000 結果

64BASE 結果

図1 8ビットサンプリング補正データ

後無補正比較した結果、G-5000ではエッジ領域に予期された量子化誤差が観察されるが解像可能であった。しかし64BASEではエッジ領域を含め黒線の解像が不可能だった。両結果とも明度・色相階調が正しく再現されず、正しい解像度を得るため、PhotoShop4.0JでRGB各16ビットで明度・色相補正し、検討した。G-5000は、黒線間の誤差領域の明度が上がり解像度が向上したが、64BASEは十分な解像度を得られなかった。

より正確を期すために、検定用細線とほぼ同じ線幅で高コントラストのJIS1級金尺の目盛部分(資料と同一条件で撮影)を200倍の顕微鏡で検鏡して精度確認後、G-5000と64BASEでの両スキャン結果を明度・色相階調補正後比較した結果、64BASEでは量子化誤差が大きく解像されていないことが確認された(図1)。また、64BASEでは、スキャナの内部処理ソフトウェアが修正不能なアーティファクトを混入させていることも判明した。

原資料を撮影したフィルム上の最小文字部分のスキャン結果も検討した結果、64BASEでは、文字部分の細部でアーティファクトが大きいことが判明し、高精度デジタル・データ作成には使用に適さないと云える。

資料の最小線幅から量子化誤差を無視しうるデジタルデータには、計算上8000DPIの分解能が必要であるが、G-5000では最大分解能が5300DPIであり、量子化誤差と他の予測した誤差が理論値に近く、12ビットサンプリングでは、本資料の最細線の中央ピクセルでの誤差は十分に少なく、可読性を保証しうる誤差と判断できた。

8. 考察

以上の結果により、光学的最大分解での検証が容易であることを示し、高域特性の検証が極めて重要であることを具体的に示せた。高域特性は、線分解能、サンプリングビット数、明度・色相階調の検討の各段階において、全てに多大な影響を与える。さらに、スキャナの組込スキャンソフトウェア由来の誤差が極めて大きいことが示された。次回は、高精度スキャン結果の高再現性表示に関する結果を発表する予定である。

株式会社ニコン、株式会社堀内カラーの川瀬氏と神阪氏に感謝する。特に、大日本スクリーン製造株式会社の岸田氏及び実原氏には、スキャナとCCDカメラの精度と誤差に関して具体的にご教授を頂き、深く感謝する。

参考文献

- [1] 柴田みゆき et al., 北京版チベット大蔵経の高デジタル画像化: 写真撮影過程, 情報処理学会, 情報処理学会研究報告 Vol.98, No.97, pp.73-80, 1998年10月.
- [2] 柴田みゆき et al., 北京版チベット大蔵経の項再現性デジタル画像化: 高精度スキャン過程, 情報処理学会, 情報処理学会研究報告 Vol.99, No.59, pp.43-50, 1999年7月.