

歯科手術用顕微鏡におけるオンライン画像処理技術を用いた診療支援システム

とみた歯科
富田明男



A diagnosis and treatment support system using online video image processing technology in the dental operating microscope

TOMITA DENTAL

Akio Tomita

【緒言】

筆者の携わる歯科医療の現場において、画像記憶装置付実体顕微鏡の導入により、動画データの情報処理を行う機会が増加しつつある。現状では、動画の録画、再生、オフライン処理が主である。デジタルオンライン処理の実現は、リアルタイム画像処理技術により、歯科用顕微鏡を使った診療支援や遠隔医療への応用が期待できる。顕微鏡下の歯科治療の特性を列挙すると、①術者を含め、複数人間が動画を観る。②ミラーテクニックの多用。③鏡筒の角度、フォーカスの移動、等である。これらから、今回提案する診療支援を目的としたオンライン処理機能は、①表示画像を段階的に拡大させる。②動画を任意にX軸、Y軸反転させる。③フォーカシング時、ROI領域をグレースケールに変換後拡大させる。④鏡筒の移動時を動画に明示させる。⑤主鏡筒の角度方向を動画に明示させる、等である。

本研究は、以上の機能を実現すべく、実験モデルを試作、その信頼性を確保するため客観評価を行ったものである。

【方法】

1. 実験モデルの試作

ディスプレイ側画像処理用プラットフォームに汎用PC、顕微鏡筒側センサーデバイス用プラットフォームにマイクロコンピュータ基板を採用した。プラットフォーム間の情報伝送には、LAN接続によるTCP/IP通信を用いた。PC側ソフトウェア実装法としては、おのおのの動画処理とUDPソケット通信処理を並列処理で行った。実装においては、開発言語としてVisual C++ 2008 EEを用いた。顕微鏡筒側ハードウェア実装法としては、3軸加速度センサーをマイクロコンピュータのアナログ入力ポートに接続、デジタル出力ポートにLEDを接続した。ファームウェア実装法としては、UDPソケット通信によりPCからのポーリング信号を受信処理後、加速度センサーからの入力値の送信処理を行った。ファームウェア実装においては、開発言語としてCを用いた。以上を実装、所定の動作を確認、評価実験を行う。

2. 実験モデルの評価

顕微鏡下の歯科治療における懸念事項としてのディスプレイ表示遅延に着目した。本実験モデルは、汎用性を考慮して顕微鏡本体からのNTSC方式のビデオ信号を利用しており、コンバーターを経由し、PC本体でデータ処理を行っている。顕微鏡側ビデオ出力のフレームレートは約30fpsであり、入力フレーム間の1/30sec以内に所定のデータ処理を行うのが理想である。しかしながら、処理時間は本体、カメラ、コンバーターの性能、扱うデータ処理量、処理内容等に依存するため、1/30secを超える場合を考慮する必要がある。そこで、各機能の所定動作におけるフレーム間データ処理時間の計測を行った。計測方法は動画処理における1プロセス分の実行時間を100プロセス分所得し、順次メモリーに記憶させ動画処理終了後、ファイルに書き込む。以上行程を各機能の動作時に行い、結果をもって客観評価とした。

【結果】

前項の評価実験の主な結果を次に示す。

項目	適用														
A UDP通信(鏡体の挙動解析)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B 拡大率(1.0倍 アスペクト比補正)	○	○	○	○	○	○	○								
C 拡大率(1.4倍)									○	○	○	○	○	○	○
D 拡大補間法(最近傍法)	○	○	○						○	○					
E 拡大補間法(バイリニア法)				○	○						○	○			
F 拡大補間法(バイキュービック法)						○	○						○	○	
G XY軸反転(フリップ)			○		○		○		○		○		○		○
H グレースケール拡大															○
AVE (msec)	23.3371	56.8093	57.3197	60.4475	64.6755	68.5588	76.1669	55.4487	58.4094	63.1079	72.9237	84.7972	87.2606	56.8986	
測定値 RANGE (MAX-MIN)	20.3601	21.1904	39.7226	38.4381	37.0346	40.1300	39.8553	38.6820	38.8921	38.1741	40.6932	34.4396	33.3378	24.2858	
σ	5.06523	5.57071	6.92788	7.6643	10.4553	12.9135	14.0159	6.07268	7.94204	11.6044	14.7781	8.52468	5.86077	5.55395	

CPU Intel pentium4 2.80GHz, VideoCard RADEON9200, Memory 512MB, OS WindowsXP Professional SP2, Converter IO-DATA GV-USB, CameraUnit Carl Zeiss Pico MediLive

【考察】

動画の評価にあたり、平均処理時間、処理時間の最大最小幅、処理時間のばらつき度を指標とした。測定結果より、UDP通信を行わなかった場合、拡大倍率1.0倍・最近傍法・フリップ無しの条件で平均処理時間は、約23msecで、同条件のUDP通信との並列処理の場合は、約56msecであった。2者の値は、 $\sigma(5.57)$ の3倍以上の開きがあり、並列処理の影響が見て取れた。並列処理における処理時間の最小値は、UDP通信・拡大倍率1.4倍・最近傍法・フリップ無しの条件において約55msec、最大値は、UDP通信・拡大倍率1.4倍・バイキュービック法・XY軸フリップの条件において約87msec、フレームレート換算で約18fps~11fpsであった。処理時間の最小最大幅と処理時間のばらつきに関しては負荷の度合いにより値が大きくなる傾向が見て取れた。以上今後の課題として、並列処理の高速化があげられる。