

実時間分光画像処理による肌の色素成分分析

中尾 大輔, 津村 徳道, 三宅 洋一 千葉大学大学院自然科学研究科

Real time spectral image processing for skin components analysis

D.Nakao, N.Tsumura, Y.Miyake Graduate School of Science and Technology, Chiba University

Real-time mapping pigmentation in human skin is expected to give useful information for reproducing various skin colors and monitoring human conditions in real time. In this research, the maps of melanin, oxy-hemoglobin and deoxy-hemoglobin densities in skin are estimated and displayed in real time from digital video signals by using three pre-computed look up tables for color conversions. As the experiments to show the effectiveness of the proposed system, time dependent changes of pigmentation map in human hand are observed during the occlusion and release of middle finger, also during anaerobic by squat exercise. From the results of the experiments, human homeostasis for disturbance can be seen in real time.

1. はじめに

顔色等の肌の色は、その人の健康状態等の非常に多くの情報を持っている。肌の色はその色素成分、すなわちメラニン濃度、ヘモグロビン濃度、そして酸化ヘモグロビンの割合である酸素飽和率によってほぼ決定されると言われている。また、人間の肌の状態は時間によって大きく変化するため、その変化の様子を知ることが非常に重要である。そこで、本研究ではデジタルビデオカメラから入力された肌画像に実時間分光画像処理を行い、色素成分値の分布の変化を測定する。

2. 色素成分推定システム

Fig.1 に示す本システムはデジタルビデオカメラより肌画像を入力し、そのデータを PC へ送る。送られた画像より実時間で色素成分分布を推定し、表示する。肌の 3 次元形状による照明ムラの影響を抑えるため、直径 120cm の積分球を作成し、拡散照明を行った。Fig.2 に実際の測定風景を示す。

色素成分値推定の流れを Fig.3 に示す。デジタルビデオカメラより入力された RGB 画像から、Wiener 推定より分光反射率画像を求める。さらに主成分分析に基づき、各画素における肌の 3 つの主成分係数を求める。その 3 値から光散乱におけるモンテカルロ・シミュレーションによって得た逆変換テーブルを用いて、色素成分値を推定する。主成分係数を用いることで、色素成分変化に敏感な変換を可能にした。変換には処理速度向上のため、Look Up Table を用いた。撮影環境に依存する処理、依存しない処理でテーブルを分けることで、異なる撮影環境への適応を容易にした。

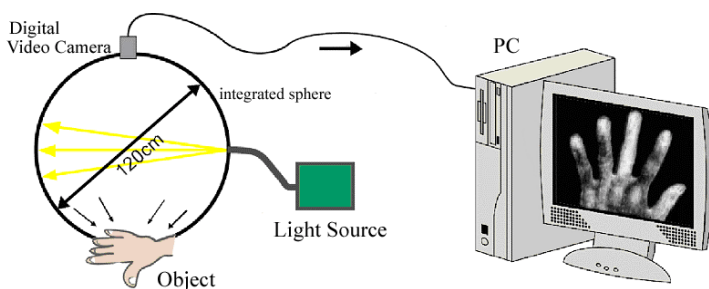


Fig. 1 System configuration



Fig. 2 Overview of the system

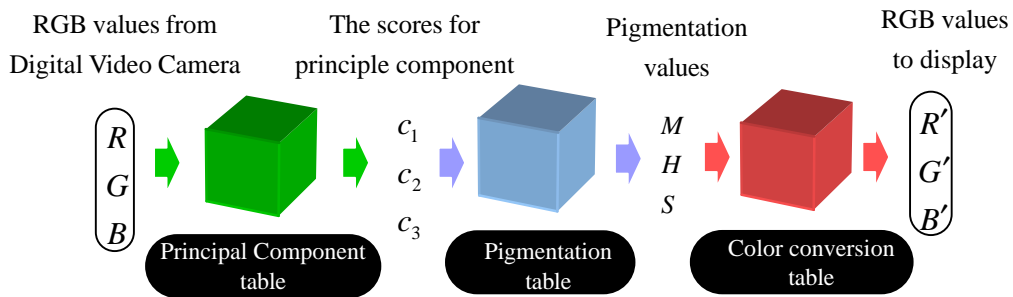


Fig. 3 The flow of real-time estimation

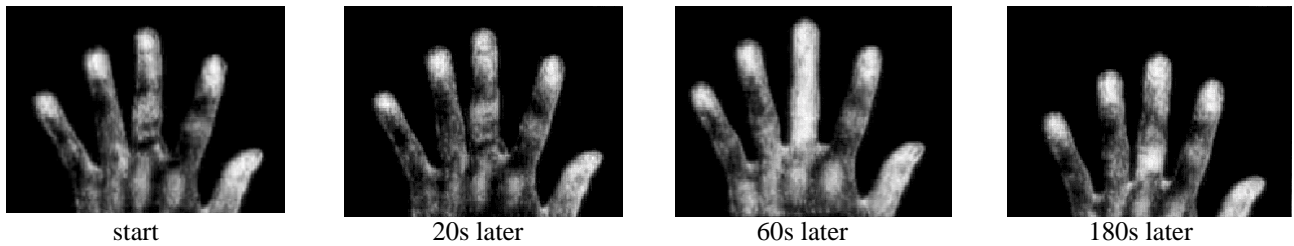


Fig. 4 Map of hemoglobin density in occlusion

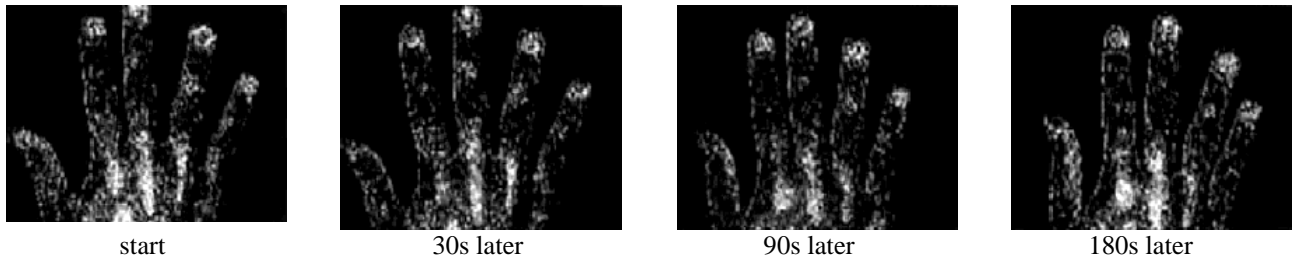


Fig. 5 Map of oxygenated saturation in anaerobic

4. 実験

4-1. 虚血状態における色素成分分布変化

中指にきつく糸を巻き、完全に止血し、30秒後に糸を切った時の色素成分分布の変化を測定した。Fig.4に得られた画像のうち、ヘモグロビン濃度分布の変化のみを示す。止血している間は血液供給が無いためヘモグロビン濃度は変化しないが、糸を切った後、貯まっていた鮮血が一気に供給されるためにヘモグロビン濃度が著しく上昇した。その後、ヘモグロビン濃度は徐々に平衡状態に戻った。この時、付け根側から視覚的に戻る様子がわかる。また、メラニン濃度に変化はなかった。酸素飽和率は止血時に減少したが、糸を切ることで鮮血が供給され、著しく上昇した。その後、徐々に平衡状態に戻った。

4-2. 無酸素運動時における色素成分分布変化

次に測定しながらスクワット100回を行い、無酸素運動時における変化を調べた。測定した酸素飽和率の変化の様子のみをFig.5に示す。無酸素運動を行うことで体内での酸素使用量が増加、その結果、酸素飽和率が下がっている。しかし、その後、運動を行うことで血液の循環が向上、ヘモグロビン濃度が上がり、酸素供給量が増加、酸素飽和率が90秒を境に再び上昇した。

5 おわりに

実時間で肌の色素成分分布の推定に成功し、外部からの刺激による肌の変化の様子を確認することができた。鬱血状態や重力による血液変化なども調べた。今後は測定精度の向上と共に、感情や睡眠等の内部刺激と肌色との関係について調べていく。

6 参考文献

1. Norimichi Tsumura, Miki Kawabuchi, Hideaki Haneishi and Yoichi Miyake: "Mapping Pigmentation in Human Skin by Multi-Visible-Spectral Imaging by Inverse Optical Scattering Technique", Proc.8th Color Imaging Conference.(2000)p81-84.