

電子・情報 工学専攻	学籍番号	053433	指導 教員	中内 茂樹
申請者 氏名	西野 颯			梅村 恭司

論文要旨 (博士)

論文題目	分光画像情報に基づく不可視情報の可視化
------	---------------------

(要旨 1,200 字程度)

17 世紀に光のスペクトルの存在が明らかにされてから今日に至るまで、光のスペクトルを追究する分光学が発展を続けている。そして昨今、光学素子開発技術の高まりを受けて、画像の各画素がスペクトルをもつ三次元データ「スペクトルイメージ」から物性情報の空間的分布を明らかにするスペクトルイメージングの研究が活発化している。スペクトルイメージングは、少数の重要な波長を選択計測するマルチスペクトルイメージングと、多波長を網羅的に計測するハイパースペクトルイメージングに分けることができる。ハイパースペクトルイメージングは豊富な分光情報により多様な分野で有効性を示しているが、特殊な計測装置が必要、計測時間が長い、複雑な解析を要するといった問題が実用化の障害となっている。一方マルチスペクトルイメージングは、実用性が高い反面で波長を厳選しているため、精度が不十分なケースも多い。本研究ではこの問題に解決策を提示することを目的とし、簡便な光学系構成でハイパースペクトルイメージングの機能を得ることを可能とする分光フィルタの設計法を提案した。

本研究では、三種類の異なるフィルタを提案し、それぞれについてフィルタ設計手法の確立と実問題への応用を行った。まず一つ目は、バンドパスフィルタ (BPF) の透過帯域最適化による物性判別・定量フィルタである。これは、干渉フィルタの透過帯域を最適化することで、次元削減と精度向上の両立を狙うものである。本研究ではこれを路面凍結検出に応用し、わずか 2 枚のフィルタでハイパースペクトルイメージングと同等の判別精度を得ることに成功した。

続いて提案したフィルタは、RGB カメラ装着型のスペクトル特徴強調フィルタである。このフィルタもまた物性の判別・定量を狙うフィルタである。肌に塗布されたファンデーションを検出・定量するフィルタの設計を行ったところ、実に 94%もの検出精度と決定係数 0.9 もの定量精度が得られた。このフィルタの最大の特長は、RGB カメラにフィルタを装着するだけで上記の精度を得られるという点であり、帯域最適化フィルタと比較して実用性が非常に高い。

最後に述べるフィルタは、ヒトの色弁別感度を高める色差強調フィルタである。具体的には、弁別ターゲットとなる二群のスペクトルが色空間上で分離され、さらに弁別能力が高い領域に投影されるように最適設計されたフィルタである。静脈の弁別、化粧ムラの見分けの二つをターゲットとしてフィルタ設計を行ったところ、いずれのターゲットに対しても色差向上が確認できた。画像情報処理に関して高い能力を持つヒトの視覚機能を一段と高めることができる本フィルタは、目視検査を必要とする様々なフィールドで有用であると考えられる。

以上、本研究は用途の異なる三種類のフィルタ設計手法が提案し、そのいずれについても有用性を確認した。本研究は、従来ハイパースペクトルイメージングによって行われてきた様々な研究を産業応用へと発展させるキーテクノロジーとなり得るだろう。