

論文内容の要旨

博士論文題目 能動的照明に対する光学的応答の多重化計測による
光学特性および幾何形状の獲得

氏名 櫛田 貴弘

(論文内容の要旨)

コンピュータビジョン分野では、能動的照明によってシーンを照らした時の応答を観測し、解析することで光学特性や反射特性を獲得する方法が研究されている。光学的応答の計測は、複数の応答を分離できる形でまとめて計測する多重化計測を用いることで効率化できる。本論文では、散乱媒体を用いた多重化と時空間変調照明を用いた多重化の2つの多重化計測手法を提案し、光学特性の獲得と幾何形状の獲得へと利用する。光学特性の獲得では、散乱媒体を用いた多重化計測を利用する。散乱媒体を用いて光を進行方向以外から観測できるようにし、複数の方向へ反射した光をまとめて計測する。多重化した観測から各方向の反射光強度を復元するために、トモグラフィ法による推定を行う。幾何形状の獲得では、時空間変調照明を用いた多重化計測手法を利用する。幾何形状の獲得する方法として、従来より光の飛行時間を用いる方法と三角測量に基づく視差を用いる方法が利用されてきた。本手法では、時空間変調照明を用いることでこれらの情報をまとめて計測する。時間領域と空間領域は直交しているため、互いに影響を与えることなく容易に分離できる。

本論文ではこれら2つの多重化手法がそれぞれ光学特性と幾何形状の獲得の効率化に有効であるかどうか検証した。散乱媒体を用いた多重化計測では、反射特性計測のための計測装置の簡略化に有効である一方で、散乱媒体はモデル化が難しく、各方向の反射光強度の復元精度が低下してしまうという課題が明らかとなった。時空間変調照明を用いた多重化計測では、同時に得られた飛行時間と視差の2つの情報を組み合わせることで、精度を落とすことなく広範囲な距離計測が実現できることが分かった。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、コンピュータビジョン分野における主要課題である光学特性および幾何形状の計測の効率化を目的として、2種類の多重化計測手法を提案している。これまで、計測対象に光を照射し、その応答を観測することで、計測対象の特徴を表す様々な情報を獲得する研究が行われている。このような光学的応答の計測は、多重化計測と呼ばれる複数の応答をまとめて計測する手法を用いることで効率化できる。本論文は光学的応答の計測のための多重化手法に関する研究成果であり、散乱媒体を用いた手法と時空間変調照明を用いた手法の2種類の計測手法を提案している。

まず、物体表面の反射特性の獲得において、散乱媒体を用いて複数の反射方向をまとめて計測する多重化計測手法を提案している。散乱媒体に入射した光は、微粒子に衝突し様々な方向へと広がるため、周囲から観測できるようになる。提案手法ではこの散乱媒体の性質を利用し、複数の反射方向の光を多重化してまとめて観測する。多重化した観測からトモグラフィ法によって各方向の反射光強度を復元している。実験により、提案手法を用いて簡易な計測装置で反射特性の獲得ができることを示し、有効性を確認している。

また、幾何形状の獲得において、時空間変調照明を用いて空間的応答と時間的応答をまとめて計測する多重化計測手法を提案している。従来、幾何形状を獲得する代表的な手法として、構造化照明法とTime-of-Flight法の2つが用いられてきた。構造化照明法は空間的応答から視差を計測し、三角測量法に基づいて距離を計測する。一方、Time-of-Flight法は、時間的応答から光の飛行時間を計測し、距離を計測する。提案手法では時空間変調照明を用いて視差と光の飛行時間の2つの要素を多重化してまとめて計測し、これらの組み合わせから距離を計測している。実験により、提案手法を用いて精度を落とすことなく広範囲な距離を計測できることを示し、有効性を確認している。

以上のように、本論文では光学特性および幾何形状の計測の効率化を目的として、散乱媒体を用いた手法と時空間変調照明を用いた多重化計測手法を提案

し、実験によりその有用性を示している。本論文は、コンピュータビジョン分野において、学術面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容に関しては、学術論文誌に論文が掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。