

論文の内容の要旨

論文題目 Physics-Based Modeling of Shape, Lighting, and Appearance from Images
(画像からの形状・光源・見えの物理ベースモデリング)

氏名 岡部孝弘

近年、いわゆる明るさ解析と呼ばれる物理ベースの光学的な画像の解析が、コンピュータビジョン (CV) だけでなくその周辺の研究領域においても注目を集めている。特に、コンピュータビジョンとコンピュータグラフィックス (CG) の学際領域においては、写実的な画像生成を目指して、物体の幾何学的・光学的特性やシーンの光源分布を実世界の画像からモデル化する研究が注目されている。また、コンピュータビジョンとパターン認識 (PR) の学際領域においては、撮影条件を制御することが困難な実世界シーンにおいて人物・物体を認識することを目指して、画像生成過程の理解に基づいて人物・物体の見えをモデル化する研究が注目されている。物体の見えが物体を観察する視点や物体の姿勢だけでなく物体を照らす光源にも依存して大きく変化することから、照明条件の変動に伴う物体の見えの変化を考察することは、画像の生成、認識、および、理解のために重要である。本論文では、照明変動に伴う物体の見えの変化に関する考察を軸に、CV と CG、ならびに、CV と PR の学際領域の問題に取り組む。

一般に、あるシーンにおける物体の画像は、物体の形状、反射特性、および、シーンの光源分布の関数として記述される。シーンの幾何学的・光学的特性が与えられたときに画像を生成する問題は、順問題と呼ばれ、CG そのものである。逆に、CV で扱う、画像が与えられたときにシーンの幾何学的・光学的特性を推定する問題は、逆問題と呼ばれ、上述のように写実的画像生成のためにも重要である。本論文の前半では、このような逆問題に取り組む。特に、物体表面上で観察される陰 (attached shadow) に基づいて物体表面の法線を推定する手法、ならびに、ある物体が他の物体に落とす影 (cast shadow) に基づいてシーンの光源分布を推定する手法を提案する。

一方、物体の見えは、物体の幾何学的・光学的特性を陽に獲得しなくても、画像から直接モデル化することも出来る。画像を単なるパターンとして扱う PR のアプローチには、ある条件下の物体を認識するためには同様の条件下で撮影した物体の画像が必要になるという問題があるが、画像生成過程の理解に基づいて撮影条件の変動に伴う見えの変化を画像から予測することで、この問題を軽減することが出来る。本論文の後半では、照明変動に伴う人物・物体の見えの変化を、画像から直接モデル化する問題に取り組む。特に、遠方光源下、および、近接光源下における拡散反射成分と陰をモデル化する手法を提案するとともに、その顔認識への応用について議論する。