

審査の結果の要旨

論文提出者 竹内敬亮

本論文は、「3次元空間における任意視点画像生成のための光線情報取得に関する研究」と題し、あらゆる3次元画像を統一的に扱う3次元統合情報環境において、3次元空間情報を記述し、視点位置や表示装置の形状に応じて適切な画像を合成するために必要な光線情報を取得する手法について論じたものであって、全体で7章からなる。

第1章は「序論」であり、現状での3次元画像情報の取得方法の多様性と、3次元画像を光線として記述する手法に関する技術的課題を踏まえ、標準的な光線情報取得方式の必要性とそれが満たすべき条件について論じ、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「光線による3次元空間情報の記述」と題し、3次元情報を光線の集合として記述する手法に関するこれまでの成果を概観している。具体的には、まず、光線として記述する考え方の登場の背景、および具体的な光線の記述方法を明らかにしている。次いで、代表的な3次元入力手段である多視点撮影について取り上げ、光線情報として記録するための手順を示すとともに、第4章での議論の準備として、視点配置の観点から既存の多視点撮影方式の位置付けを行なっている。

第3章は「距離画像からの光線情報の取得」と題し、既存の3次元入力手段の一つである3次元形状計測装置によって得られる距離画像（物体の形状と表面色の情報）を、光線情報として記録するための方法について論じている。また、距離画像を光線情報として記録することで実現できる新たな利用形態として、複数の距離画像どうしの統合や、多視点撮影によって得られた画像と距離画像の融合処理を試みている。

第4章は「3次元情報の光線記述における標本化の影響」と題し、光線情報の取得および記録の際に離散的なデータとして扱うことによって生じる問題点について論じている。具体的には、第2章および3章で論じた既存の3次元入力手段によって取得したデータと、光線情報が格納される4次元情報空間を比較して、両者が3次元空間内に連続的に分布する同じ光線群に対して異なる標本化を行なったものであることを示し、この影響で任意視点画像の合成結果に視覚的な歪みが生じる可能性があることを明らかにしている。

さらに、任意視点画像の画質の改善を目的として、元の画像情報を損失なく記録するような4次元情報空間の離散化や、画像情報を離散的な4次元情報空間に格納する際のデータの近似方法について検討を行なっている。

第5章は「正投影像を利用した光線情報の直接的な取得」と題し、第4章で論じた問題点の根本的な解決のために、連続的に分布する光線群を4次元情報空間と同じ形で標本化するように光線情報を取得すること（光線情報の直接的な取得）を考え、特に任意の方向から対象を眺めた画像を生成するための光線情報の直接的な取得法の実装について検討を

行なっている。具体的には、光線情報が被写体の正投影像の集合であるという性質に着目し、従来のような透視投影での画像撮影ではなく、正投影での画像撮影が可能なテレセントリックレンズを用いて、物体を多数の視点から撮影する手法を提案し、その有効性を実験的に示している。

第6章は「テレセントリックレンズを用いた物体全周撮像システム」と題し、第5章で提案した原理に基づいて、テレセントリックレンズにより、物体の任意視点画像の合成に必要な光線情報を、高い精度で自動的に取得する装置の開発を行なっている。また、本装置で得られるデータと理想的な光線情報との誤差について検討を行ない、その要因となるテレセントリックレンズの歪みや、全周撮影のために物体を回転させる機構とカメラとの位置関係の誤差について、計算法および補正法を示している。さらに、構築した装置によって得られる光線情報を用いると、歪みのない任意視点画像が合成できることを、実験によって示している。

第7章は「結論」であり、本研究で得られた成果をまとめるとともに、現状での課題と将来の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、3次元統合情報環境において任意視点空間情報を記述するために必要な光線情報の取得を目的として、光線記述における標本化の影響などの基礎検討を行うとともに、距離画像や正投影像を利用した新たな光線情報の取得法を提案して実装したものであって、今後の電子情報通信工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。