

平成 10 年度入学 大学院博士後期課程 システム情報工学専攻 知能機械システム講座

氏 名 佐藤 寛幸 (Hiroyuki SATO)

論文題目 計算機ネットワーク上の仮想空間における三次元実体の再現手法とその表示品質の評価に関する研究

英訳題目 Effective rendering and evaluation method for 3D objects in virtual space on the computer network

- **Abstract**

Recently, virtual spaces on computer network are expanding rapidly. For more effective usage of them, especially for 3D objects, several problems still remain. They come mainly from that 3D modeling is not easy, different performance computers are connected on the same network. This thesis describes an effective texture mapping technique on 3D object for easy capturing and a dynamic optimization technique for 3D image display on computers with different performance. Here, an evaluation method of display images is also proposed as a standard tool to compare the quality of display under supposed circumstances.

Chapter 1 describes the background and purpose of the research, and presents the outline of this thesis.

Chapter 2 discusses on the state of development and application of virtual spaces on the computer network. The details of this research scheme are explained.

Chapter 3 describes the evaluation technique for 3D display of objects in the virtual space. Here, several factors that control image quality are inspected. Consequently, the number of surfaces to compose 3D object, the texture image resolution and the number of texture images to describe 3D object are adopted as significant factors. The subjective index of image quality is designed as a weighted sum of these factors.

Chapter 4 describes a proposed practical 3D texture mapping procedure. At first, 3D shape reconstruction and rendering from image streams captured by free camera work are explained as the circumstance of this research. Then, an effective texture mapping method is proposed, i.e. a selection procedure of optimal image from observed images for texture mapping and a few procedures to improve image quality. Differences of texture coordinates and gray level between the neighbor triangular patches composing 3D object are corrected automatically by this method.

Chapter 5 describes a dynamic optimization technique for 3D data display with different display performance. Display data are abbreviated according to the control factors discussing in chapter 3 and the quality of image is kept in human sense with reasonable display speed. This chapter also demonstrates a prototype of 3D display system for e-commerce.

Chapter 6 summarizes the above analysis, and discusses the direction of future work.

---

## 「和文要旨」

近年の情報システムの展開と情報端末の普及は、高速処理と小型化の実現によるものであり、インターネットでの WorldWide Web の普及に代表されるように、高速通信環境の実現を背景として、その利用が社会生活に確実に根を下ろしてきた。この一層の展開を考えると、三次元情報の提供が1つの鍵となるが、三次元形状のモデリングの困難さ、一様でない情報処理装置の集まりに対応した表示法など、幾つかの問題点を解決する必要がある。

本論文では、三次元情報の効果的な表示処理手法に着目し、拘束条件の少ない撮影方法による画像を用いた場合でも高品質な三次元表示を生成できるテクスチャマッピング手法、また、表示処理能力が低いプラットフォーム上でも、表示品質を保ちつつ表示速度の向上を実現するための動的に適応する三次元表示処理手法の実現を目指した。このとき、実物体の計算機内への取り込みを想定して、その再現精度、表示速度等を含めた、三次元物体の表示品質を総合的に評価する手法を開発して用意した。以上を以下の6章に分けて論じた。

第1章では、まず本研究で取り扱う領域の背景を概観し、ここで整理しようとする問題設定を論じ、論文の構成を説明している。

第2章では、本研究の領域の技術展開、計算機ネットワークを通じた仮想空間の利用について詳しくまとめた。この情報技術への要請を整理して、本研究の問題設定とその解決手法の概要を述べている。

第3章では、仮想空間内に表示された三次元物体の表示品質を総合的に評価する手法を設計している。すなわち、三次元物体の表示品質に影響を与える複数の要因の中で影響が大きいと思われる、三次元物体の構成形状面数、形状面へマッピングするためのテクスチャ画像の解像度、複数方向撮影テクスチャ画像枚数、表示速度の4つの要因を取り上げ、主観評価実験を通してこれら要因間の表示品質劣化重みを算出した。そして、この重みと各要因の積和を評価尺度として採用、その妥当性について考察している。

第4章では、三次元実体の計算機内での表現に重要な働きをするテクスチャマッピングを、データ採取方法と関連付けて設計する手法を提案している。すなわち、自由なカメラワークによって撮影された多視点画像系列を用いるテクスチャマッピング手法を、対象物とカメラとの間の相対的距離と方向が任意に変化する撮影条件の下で構成した。具体的には、撮影された多視点画像系列からの最適画像選択法、画像と形状面との写像関係に誤差が含まれる場合の補正手法、異なる画像が選択された形状面の境界稜線上で生じる濃度差の補正手法よりなっている。この結果を論じている。

第5章では、計算機ネットワーク上に多様な表示処理能力を持った端末が接続されている場合でも、動的に対応する適応表示機能を持たせることで、伝送後の三次元物体データの適応的最適化表示が実現できることを述べている。このとき、第3章で論じた表示品質劣化要因を利用し、重み付けして三次元データを簡略化することになっている。これにより、人間が気付きにくい部分から優先的に簡略化される。このシステムを電子商取引サイトでの三次元物体表示システムとして試作し、提案した手法の有用性を論じている。

第6章では、本研究での考察と、提案した実体の三次元表示のためのテクスチャマッピング手法、及び動的な表示処理の最適化手法と、それらの評価手法について、その工学的意味を総括し、今後の展開についてのまとめを行っている。