

京都建築・アートの3次元CGデータ作成とその手法

京都の文化的建築物・町並みの3次元デジタルコンテンツ化プロジェクト

田中 寛

Abstract:In our sub-project we study two main topics. One topic is constructing 3D data of historically and culturally important architectural structures in Kyoto. Especially we take the Kyoto Minamiza Theater. The data construction is done precisely based on its design documents, so that they can be used for various kinds of virtual simulation. The other topic is to develop methods for creating digital archives of complex curves of fine 3D arts, which are often placed in historical places, e.g., Buddhism temples, in Kyoto. The method is based on techniques of high-speed Monte-Carlo simulation in a curved space.

1. はじめに

我々のサブプロジェクトでは、「京都アート・エンタテインメント創成研究」に精密コンピュータ・グラフィックスの立場から取り組んでいる。本年度は、(1) 京都南座の3次元デジタルデータの作成、及び (2) 3次元アートのための複雑曲面アーカイブ化技術の開発、の2点で成果を上げたので以下に報告する。

2. 京都南座の3次元形状復元

京都南座は、京都市内の四条川端交差点の南東方向の角にある劇場である。江戸時代の元和年間(1615-24)にこの地に歌舞伎や芝居の劇場として造られたのが始まりとされる。現在の南座は明治時代の設計・建築と平成の大改装(1990-91)によるものである。江戸時代の南座では、歌舞伎・顔見世興行を中心に、京都の芸能の発信地であった。また、明治後期からは活動写真の興行、新劇団、舞踏などの興行も行った。昭和に入ってから歌舞伎・喜劇のほかに歌謡ショーなど様々な舞台の京都公演の場となっている。このような事情から、京都南座の建物は、文化の発信地点として、京都・四条通のランドマーク的な存在となっている。

このように、京都南座は常に各時代の芸能

の発信地として重要な役割を果たしてきた。今後も新たな利用法が工夫され、試みられていくと思われる。このような歴史的・文化的建築物の新たな利用法探求に、情報学の立場から貢献するひとつの試みとして、我々は、南座の舞台空間を3次元デジタルデータ化し、様々な新しい利用法をシミュレーションできるようにしようと考えた。また、3次元デジタルデータの構築は、従来の舞台の利用法においても、視覚効果や音響効果を高める座席配置、各種設備等の再検討を科学的に分析するための、シミュレーション環境を整えることにもなる。

シミュレーションにも利用可能な精密な形状復元のために、我々は平成の大改修の際の設計図を入手し、それに出来るだけ忠実にデータ入力を行った。具体的な作業としては、各階の平面図(図1)をCAD等で作成し、次にこれをモデリングソフトウェアで立体化し(図2)、最後に各階のデータを連結した(図3-6)。

2003年度においては、舞台空間の形状の復元を一応完成させた。ただし、まだ、椅子などの細かいアイテム類が入力されていないが、2004年度に追加入力する予定である。また、色彩に関しては、現在は暫定的な色を与えているので、今後これを精緻化する予定である。

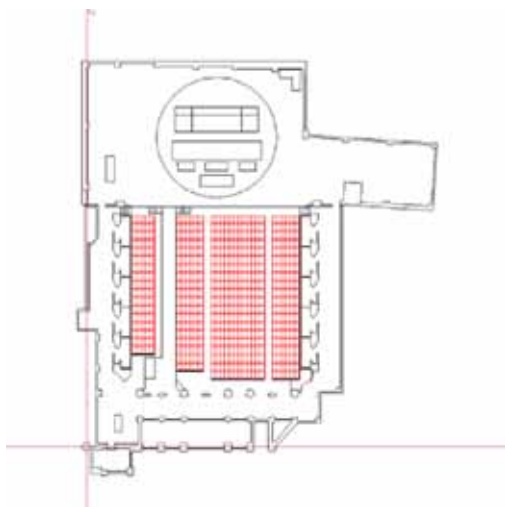


図1: 1階平面図

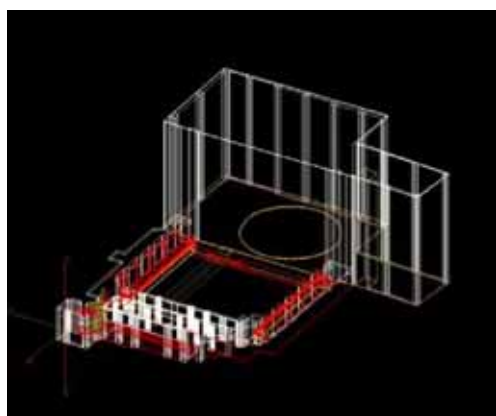


図2 立体化

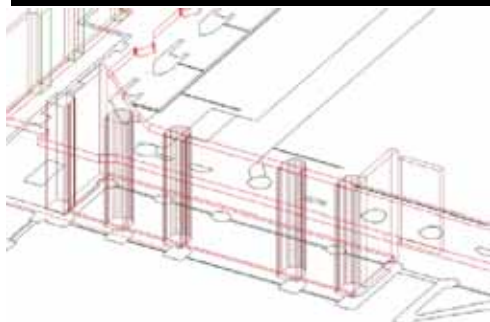


図6: 1階入口



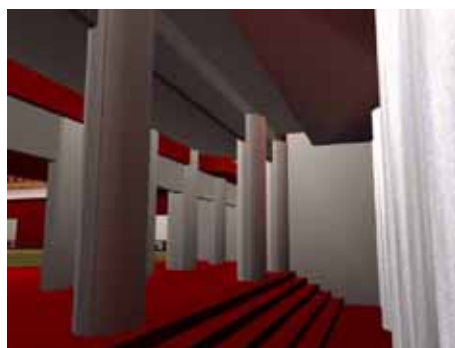
図3: 機敷席より



図4: 舞台より



図5: 3階客席より



3. アートのための複雑曲面のアーカイブ技術

歴史的、文化的な芸術作品を幾何学的に見ると、その表面が複雑微妙な3次元曲面なしている場合が多い。寺院の仏像などの彫刻類はその良い例である。このような曲面形状をアーカイブするには、まず、レーザ・スキャナなどの3次元計測装置で曲面上の多数の点群の位置を取得する。次に、この点群を計算によって補間し、曲面形状を再現する。補間の手法の中で、我々は陰関数曲面の手法に注目し、これにモンテカルロ・シミュレーションの手法を組み合わせ、精密なコンピュータ・グラフィックスに適したアーカイブ化手法を開発した。

3次元的に分布した点群を補間して定義される陰関数曲面を「補間陰関数曲面」と呼ぶ。補間陰関数曲面は、3次元形状測定装置などで得られた点群データの精密な非線形補間を可能にする。この補間の非線形性を、高品位レンダリングに最大限に生かすためには、ポリゴン化などの線形近似を行わない「ポイント・レンダリング」(点を基本形状とするCG手法)が有効である。しかし、形状測定装置で得られた点群は、精密なポイント・レンダリングのためには密度が低すぎる。そこで我々は、高速モンテカルロ・シミュレーションの技術を導入して補間陰関数曲面を高速にリサンプリングし、補間前の初期入力点群よりもはるかに高密度な点群データを再生成して、これを用いて精密なポイント・レンダリングを行うことを試みた。

我々が開発した、「曲がった空間におけるモンテカルロ・シミュレーション法」を補間陰関数曲面に適用すると、非常に高速かつ一様に高密度な点群が再生成されることがわかった。図7は、数十万点の初期入力点群に対して、約1千万点の高密度化された点群を再生成し、これを用いて1~2ピクセル相当の高精度で精密なポイント・レンダリングを行う過程を示したものである。

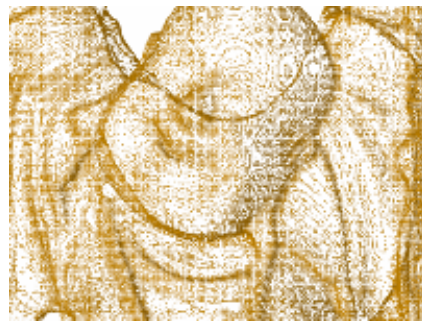


図7 初期入力点群55万点(上)、再生成した高密度点群986万点(中)、及び再生成した点群による高品位ポイント・レンダリング(下)。

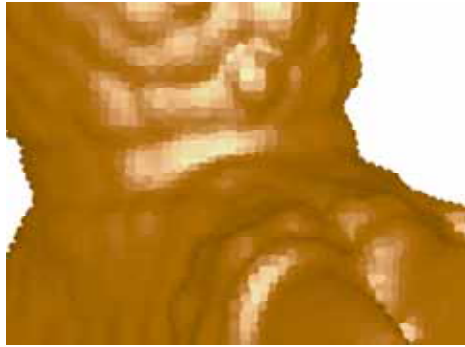


図8 初期入力点群17万点によるポイント・レンダリング(上)及び、再生成した高密度点群 1200万点によるポイント・レンダリング(中,下).

点群の高密度化の効果をもっとはっきりと示したのが図8である. 同じ条件で, 初期入力点

群17万点と再生成した1200万点の高密度点群を用いてそれぞれポイント・レンダリングを実行したものである. 明らかに, 後者の方が高品位な可視化が実現されている.

また, モンテカルロ・シミュレーションの重点サンプリングの技術を使って曲面の特徴的な部分のみを自動選択して可視化することもできる(図9). これは, 我々の手法が, 単なるアーカイブ化だけでなく, 形状理解, 形状分析にも使えることを示している.

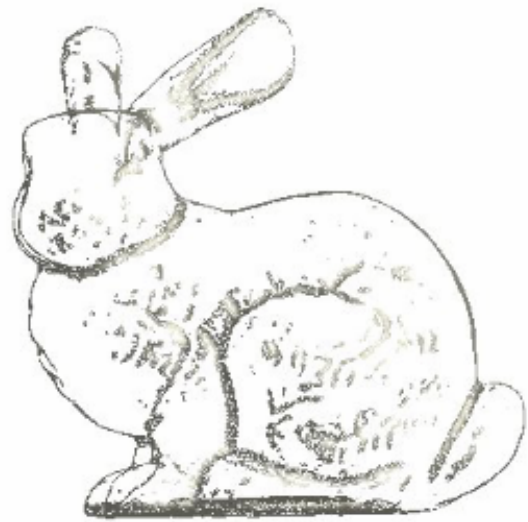


図9 特徴的な部分の自動抽出によるラフ・スケッチ画

4. おわりに

京都アート・エンタテインメント創成研究という大テーマに, 精密コンピュータ・グラフィックスの立場から取り組んだ我々の試みを2つ紹介した. これ以外にも京町家における照明シミュレーション, 新しい並列分散処理モデルを用いた高速コンピュータ・グラフィックスなど, 幾つかのテーマでの研究が進行中である.

コンピュータ・グラフィックスは, 現在, アートの分野でもすでに色々と利用されている. しかし, 従来の絵筆, 彫刻等などのツールに比べれば, はるかに歴史は浅く, その可能性の追求はまだこれからである. 本研究をその一助としたい.