

## 2E-01

## 電気照明以前の劇場における照明シミュレーション

池田昌志 笹島俊 小野五月 斎藤隆文 森祐希子

東京農工大学工学部情報コミュニケーション工学科

## 1.はじめに

本研究では、光の相互反射を考慮するラジオシティ法[1], [2]を利用して 17 世紀, イギリスで屋内劇場として利用されていたブラックフライヤーズ座の様子をシミュレーションする。その結果から、当時の照明機材がどの程度機能していたのかを推測することを目的とする。

17 世紀初頭、演劇は屋外で昼間に公演されていた。屋外ではもちろん季節、天候の影響にかなり左右される。その制約から解放されるために人工照明を用いて、屋内で演劇が行われるようになった。しかし、同じ昼間でも屋外と屋内では明るさが異なる。また人工照明が用いられるようになったとはいえ、当時は、現在利用されているような電気照明はまだ存在しなかった。利用されていたものとして、蝋燭や松明が挙げられるが、これらは電気照明に比べて格段に暗いことが予測できる。ところが、17 世紀の屋内劇場が、現代まで残っており、照明機材がどのように機能していたのかを示す文献もきわめて少ない。そのため、演劇の研究を行っている人たちは、残された文献により、当時の屋内劇場の様子、人工照明による明るさと演出効果についての推測を行っている。その結果、薄暗い屋内で行われるようになった演劇は作品自体が変化したという仮説が立てられた。しかしこれらの推測には科学的根拠が伴わない。そこで当時の劇場の様子をコンピュータ上で検証することを試みた。

## 2.劇場モデル

劇場の寸法、什器、材質、方角は[4]による推測に

従った。また光源になりうる物体の輝度値は実写画像より得られる画素値から測定した。蝋燭の炎は形を持たないガス状物質であるため、本研究では簡単のため縦 3[cm]、横と奥行を 2[cm]の直方体の光源と仮定してシミュレーションを行う。松明の炎は蝋燭の輝度値と等しく設定し、大きさは、30[cm]四方の立方体とする。この大きさによる松明の光度は蝋燭のおよそ 170 倍となる。窓からの自然光は、窓を光源とし、時間帯、方角を設定して扱うことにする。また、反射率は、材質から推測することにする。

## 3.システム

簡単なモデリング機能を備えたプログレッシブレンダリングエンジン[3]によるラジオシティ実行システムを作成した。

## 3.1.劇場の設定

劇場内における物体は予想図[4]に従って、実装されているモデリング機能で視覚的に行う。また、反射率を決定する材質は、木や石などに限られているため、よく使われる材質は雛型として選択できるようにした。さらに、細かい設定が必要な場合は RGB 値を直接操作することで可能になっている。輝度値も同じく雛型から選択し、蝋燭や松明は、インタラクティブに配置された直方体に炎の輝度値を与えて設定し、窓からの自然光は、時間帯によって異なる値を設定できるようになっている。

## 3.2.照度分布表示

照度は現実空間における明るさの尺度であるため、この照度がシーン明るさの評価基準になる。照度分布は図 1 に示される擬似カラーに基づいて表示される。図 1 の擬似カラーの設定は JIS によって定めら



図 1. 照度分布図

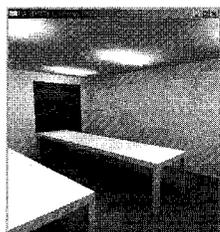


図 2. 現代の室内の結果画像と照度分布

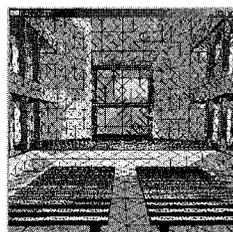
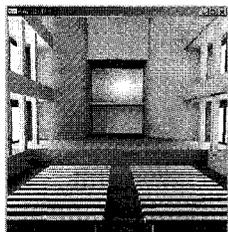
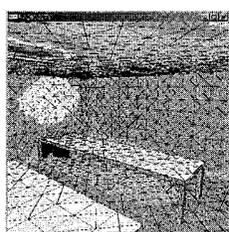


図 3. 劇場のシミュレーション(I)

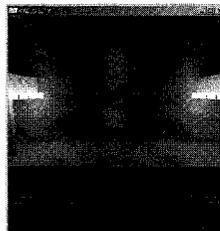


図 4. 劇場のシミュレーション(II)

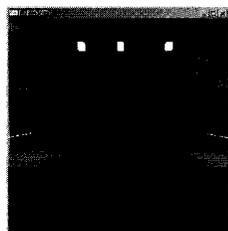
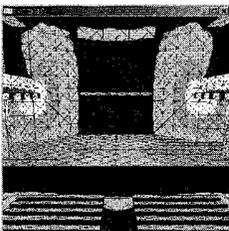
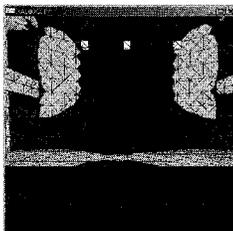


図 5. 劇場のシミュレーション(III)



れている照度基準を参考にした。JIS 規格によると、非常階段や夜の廊下で  $30\sim 75[\text{lx}]$ 、学校の教室で  $150\sim 300[\text{lx}]$ が奨励値として定められている。おおよそ、人間が物体の色と形を、困難なく認知できる明るさは  $30[\text{lx}]$ 以上と考えられる。

#### 4. 実行結果

現代の電気照明による一般的な部屋のシミュレーション結果が図 2 である。照度分布図から JIS 規格に定められている明るさの基準に達していることが分かる。図 3、図 4、図 5 はブラックフライヤーズ座のモデルにシミュレーションを行った結果である。図 3 は 14 時の太陽光を窓からとり入れた場合の照明の様子である。図 4 はステージ両サイドに松明を置いた場合である。図 5 はシャンデリアのように松明をステージ上部に吊るし、ステージの両サイドに蝋燭を 50 本ずつ設置した場合である。人工照明の配置は当時の劇場内の予想図を参考にした。

#### 5. 考察

光源が蝋燭や松明などの人工照明のみ場合、自然光による照明を用いる場合に比べて、かなり暗かったことが分かる。人工照明の配置によって舞台全体の照度を効率的にする工夫がなされていたと思われるが、物理的にどのような配置が可能であったかは検証が必要である。また、ステージ中央部や奥の部分で照度が不足していることが分かる。そのため、

出演者が照明機材を持つといった作業が行われていたと考えられる。しかし、当時の人間の視覚は現代の人間と異なっていた可能性もあるため、実行結果から当時の演劇は視覚的に鑑賞することが困難であったと言い切れない。それでも、当時の照明技術による照度が、これらの結果からある程度、推測できると同時に、当時の演劇にどれくらいの照度が必要であったのかを推測できる。問題点としては、本実験で用いた光源は非常に簡素に設定してあるために、更なる検証が必要である。

#### 参考文献

- [1]T.Nisita, E.Nakamae, "Continuous Tone Representation of Three-Dimensional Objects Taking into Account of Shadows and Interreflection", Proc. SIGGRAPH'85, pp23-30 (1985).
- [2]Michael F.Cohen and Donald P.Greenberg, "The Hemi-cube a Radiosity Solution for Complex Environment", Proc. SIGGRAPH'85, pp31-51 (1985).
- [3]Michael F.Cohen, Shenchang Eric Chen, John R.Wallece, Donald P.Greenberg, "A Progressive Refinement Approach to Fast Radiosity Image Generation", Proc. SIGGRAPH'88, pp75-84 (1988).
- [4]Irwin Smith, "Shakespeare's Blackfriars Playhouse : Its History and Its Design", New York University Press, pp298-313, 1964.