

窓ガラスに生じるゆがみの表現

ー映り込みと透過の再現ー

日吉 大樹 (指導教員: 田中 敏光, 佐川 雄二)

名城大学 理工学部

1. はじめに

実際のガラスには製造過程や経年変化によってゆがみが生じる。しかし、CG では窓ガラスを完全な平面として定義しているため、不自然に見えることがある。文献[1]は透過について、文献[2]は映り込みについて、適切なゆがみを加えることでガラスが本物らしく見えることを報告しているが、それぞれ単独の影響しか考慮していない。また、屋内から屋外を見た条件で評価している。そこで、本研究では、実際の窓ガラスと同様に透過と映り込みを同時に表現し、屋外から屋内を見る条件で評価する。そして、主観評価実験により、適切なゆがみの大きさを調べる。

2. 窓ガラスのモデル

本研究では、窓ガラスに生じるゆがみを、うねりとたわみの 2 種類に分類して表現する。うねりは、製造過程で生じるゆがみである。これは、横方向の三角関数で近似する。たわみは、施工や経年変化で窓ガラス全体に生じる変形である。横に生じるものとして、2 次関数で表現する。それぞれのゆがみを独立に計算した値で高さマップを作り、それを法線マップに変換して保存する。

3. 窓ガラスの表示

建物の壁面とガラス面は三次元モデルで定義する。周囲の風景はテクスチャマッピングで表現する。背景となる壁には、ガラスを開けた状態で室内を撮影した写真を貼り付ける。また、映り込みを表現するため、部屋の中から外を撮影した写真をカメラの後ろに置いた板に貼り付ける。

画像はレイ・トレーシング法で作成する。ガラス面を平面として交差を判定するが、交点の法線方向は周囲のバンプマップの値を線形補間して算出する。この値で正反射方向を求め、カメラの後ろに置いた背景との交点のテクスチャを参照する。透過については、表面での屈折と裏面での屈折を同様に計算し、裏面からの射出方向にある壁面のテクスチャを参照する。

4. 主観評価実験

本研究では文献[2]の方法に従い、作成した CG 画像同士を一对比較して優劣を判定し、うねりを加える条件で実験する。

初めに、うねりを加えていない窓ガラスの画像を作成する。透過と映り込みの両方が無理なく表示されるように、大きな窓ガラス（縦横 2[m]）が付いた部屋を外から見る状況を設定し、近距離から正対して見た画像を作成する。

その後うねりを加える。うねりは振幅と周期の 2 つのパラメータで定義する。今回はガラス窓の幅の 1/2, 1/4, 1/6 の周期のうねりを比較する。また、それぞれについて、振幅を 2, 4, 6[mm] の 3 通りに変える。こうして作成した 9 枚の画像にうねりの無い画像 1 枚を加えた 10 枚で比較を行う。左右入れ替えた場合も実験するので、被験者には 90 回の比較をしてもらう。

5. 実験結果と考察

被験者 7 人に対して実験を行った。それぞれの画像について、本物らしいと判定された画像には 1 点を、判定できなかった場合は両方の画像に 0.5 点を与え、得点を集計したものをその画像の評価とする。結果を図 1 に示す。図中の F は振幅、W は周期を表している。

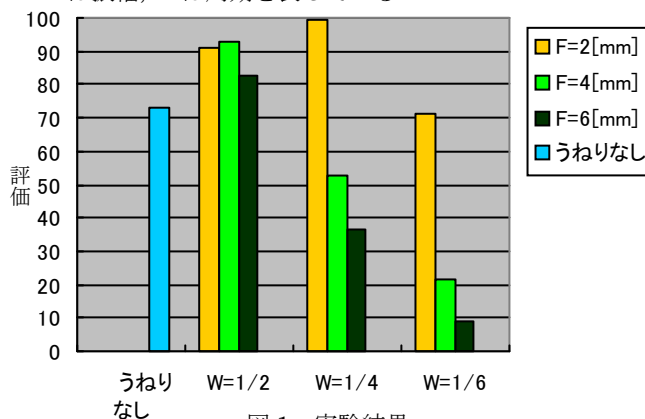


図 1 実験結果

実験結果より、ゆがみを加えていない画像より評価の高かった画像は 4 枚ある。この実験では、どの周期でも振幅が小さい方が比較的本物らしいと評価されている。また、周期が大きくなるほど、振幅の違いによる評価の差が小さくなっている。これは、周期が小さくなると、同じ振幅でも隣り合う画素の法線方向の差が大きくなってしまい、うねりの様子が顕著に表れてしまうからだと考えられる。つまり、うねりの有無がぎりぎり知覚できる程度のパラメータが本物らしいと評価されていると考えられる。

また、屋内から窓ガラスを見た状況の先行研究では、背景が昼間でも夜間でも、うねりが無い場合やうねりが極端に大きな場合に評価が低くなっている。このことから、今回の結果は、屋内から窓ガラスを見た状況とほぼ同様といえる。

6. まとめと今後の課題

実験の結果より、屋内・屋外共に昼間の画像には、適正な値であればうねりを加えたほうが良いと考えられる。ただし、実験の条件が限定されているため、今回の結果が全ての窓ガラスに当てはまるわけではない。

そこで、今後は夜間の画像でもゆがみの効果を調べる必要がある。また、今回調査できなかったたわみだけを加えた場合と、うねりとたわみの両方を加えた場合の実験も行う。これらの実験の結果から、ガラスをより自然に表現するための指針を示すことができると考えている。

参考文献

- (1) 米山英彦 他, “仮想透明物体の多角的表現,” 名城大学大学院理工学研究科修士論文, 1998.
- (2) 岡田朋之 他, “CG を使った窓ガラスの映り込みの表現とその評価,” 名城大学大学院理工学研究科修士論文, 2005.