

雪の不規則な動きを考慮した 積雪のリアルタイムシミュレーション*

森木 大樹†

床井 浩平‡

和歌山大学大学院システム工学研究科§

和歌山大学システム工学部¶

1 はじめに

映画やゲームといった分野で、自然現象や自然物体の表現に関心が集まっている。そのような自然現象の中でも雪の表現は季節感を表すのに非常に重要であるといえる。従来の積雪を対象とする研究として、物体表面からパーティクルを打ち上げたときの障害物との衝突の有無と安定の処理により積雪形状を決定する方法[1]などがある。しかし、[1]の方法は処理に時間がかかるという弱点がある。

本研究では、雪を降雪と積雪の2つの状態に分けて表現する方法を提案する。降雪時はパーティクルを用い、風の影響を受けた降雪の方向と正規乱数によって雪の不規則な動きを簡略化して表現する。また、積雪時はZバッファ法とシャドウマップ法を応用することでシーン上の積雪の確率分布を決定し、さらに、隣接4点との関係による安定化の処理を加えることによってシーン上の積雪形状を自動的に決定する。本論文では、積雪形状を決定する手法について重点的に説明する。

2 積雪形状の決定

ここでは、風の影響による雪の不規則な動きを考慮して積雪形状を決定する方法について述べる。

2.1 積雪確率

積雪確率とは、ある特定の場所における積雪

* Real-time simulation of fallen snow with consideration to the irregular motion of snow

† Hironori Moriki

‡ Kohe Tokoi

§ Graduate school of Systems Engineering, Wakayama University

¶ Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

する可能性を示し、以下の操作により決定する。

Z バッファ法を使用すれば、視点から一番近い位置にある面の3次元空間上の位置を求めることができる。投影面をシーンの真上に置いたときのZバッファの内容から、シーン中の積雪部分を求めることができる(図2)。

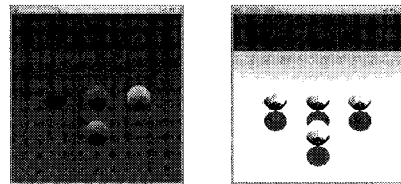


図2: 実行結果 (地面の上に浮く4つの球)

ただし、単一の投影面では直線的な降雪しか考慮できないため、微妙に角度が異なる複数の投影面によるZバッファの内容を合成することによって、積雪確率の分布に雪の不規則な動きを反映する。図3に示すように、障害物の下に位置する場所に対しても、雪が積もる可能性がある。また、Zバッファの内容を合成

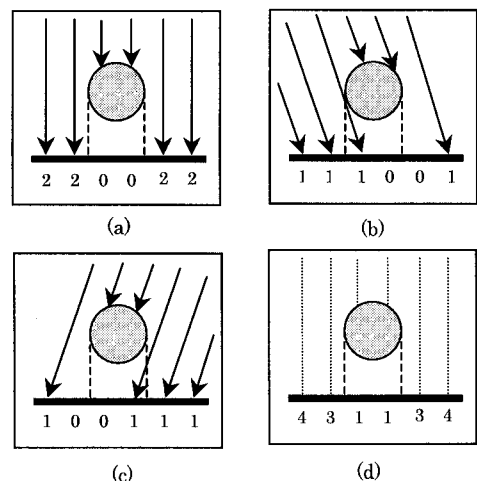


図3: 真上からの積雪判定(a)と斜め上からの積雪判定(b)(c)合成した積雪確率の比率分布(d)

するとき、降雪の方向と投影面との角度によって影響度を変化させる。このとき、角度と影響度の関係は正規乱数によって決定する。そして、求められた積雪確率の分布に降雪量と経過時間を与えることで積雪の高さを求めることができる。基本的な例として、障害物の下にある地面について適当な数値を当てはめた合成結果を図3に示す。

2.2 雪の安定化の処理

2.1 節で述べた方法のみでは、降雪量を多く設定した場合、隣接する積雪量との差が大きくなり、バランスの悪い不自然な形状を示すことになる。そこで、生成された形状を滑らかにするため、2.1 節で得られた結果に対して安定の処理を加える。ここでは、安定化の処理を簡単に述べる。

ある特定の地点(図では中心に位置する場所)について考えた場合、そこに隣接する4点との関係によってより安定する場所に移動することで雪の安定を表現する。本手法では、以下のような3種類の場合分けを行う。

- ① 隣接4点が対象となる場所の積雪量と同じ、または高い場合：図4(a)
⇒ 積雪量の移動は行わない
- ② 隣接4点のうち、1点のみが対象となる場所の積雪量より低い場合：図4(b)
⇒ 1点のみ低い場所に積雪量を移動する

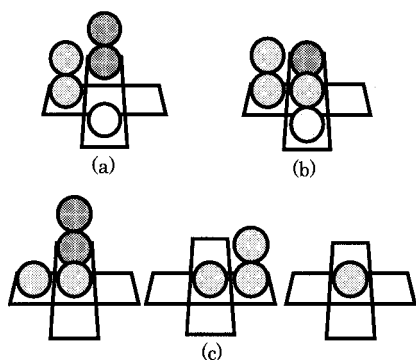


図5 隣接点との関係による場合分け

- ③ 隣接4点のうち、2点以上が対象となる場所の積雪量より低い場合：図4(c)
⇒ 対象となる場所より低い位置にある点に分配して積雪量を移動する

2.3 時間経過に対する処理

与えられた経過時間における積雪量が決定した後には、降雪量と積雪確率に応じて積雪量を加えていき、適時安定化の処理を行うことで積雪量を変化させていく。

3 表示方法

雪の表示は、降雪と積雪に分けて考える。降雪時には雪をパーティクルで表示し、視点からの距離の近い順に、テクスチャを貼ったポリゴン→6角形ポリゴン→点→Fogと変化させることでLODの考え方を導入し、処理の軽減を実現している。積雪時は、降雪時にはパーティクルで扱っていた雪を1つの塊と考え、量として扱うことで表現する。ここでは、2節で示した方法によって算出されたそれぞれの場所における積雪の高さを、3角形ポリゴンで繋ぐことにより形状を表現する。また、積雪量が少量の場合、粉状の雪を表すテクスチャを用いて表現する。

4 おわりに

本論文では、Zバッファ法とシャドウマップ法を積雪確率に応用した積雪量の決定方法と、隣接点との関係による雪の安定を提案し、それらを組み合わせることによって積雪形状を表現する方法について述べた。この方法を用いることによって、雪の不規則な動きに対応した積雪形状を生成することができる。

今後の課題としては、VRでの使用に向けての処理の軽減、シーン内の物体移動時における積雪確率の変化への対応などが挙げられる。

参考文献

- [1] Paul Fearing: Computer Modelling Of Fallen Snow, SIGGRAPH2000