

高いリアリティを備えた稲妻 3D モデルの ビジュアルシミュレーション

藤野 智也† 木全 英明†
工学院大学 情報学部†

1. はじめに

アニメやゲームなどのコンテンツにおいて、背景の変化をつける際に稲妻の 3D モデルを用いられることがある。先行研究[1]では、電界を考慮した手法で様々な稲妻形状の生成を可能としている。しかし、先行研究は 3D モデル生成に重点を置いているため、よりリアルな稲妻を生成する手法については言及されていない。本稿では、先行研究を基に、枝分かれの数をパラメータで確率的に調整できる稲妻生成アルゴリズムを提案する。また、生成した稲妻にアニメーションを付加し、現実の稲妻と比較することで、よりリアルな稲妻の生成手法について考察を行う。

2. 提案手法

先行研究では、電位空間生成、稲妻パターン生成、放電路進展のアルゴリズムにより、稲妻の発生原理を考慮した生成法を提案している。

各アルゴリズムの処理手順を図 1、図 2、図 3 に示す。まず図 1 のアルゴリズムを事前実施し、図 2 により稲妻パターンを決定する。図 3 は図 2 の稲妻を 1 段階進展させるときに実行される。本研究では、3 つのアルゴリズムをプログラミングで再現する。提案手法では、より稲妻らしく見える枝分かれの数を調査するため、枝分かれの数をパラメータで制御可能にした。また枝分かれの数に上限を設けることで、枝分かれの数が過剰にならないようにする処理を追加した。

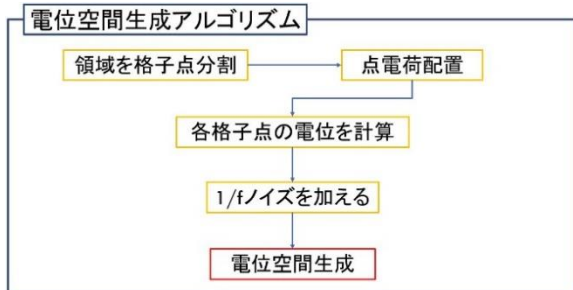


図 1: 電位空間生成アルゴリズムの処理手順

Visual simulation of lightning 3D models with high realism
†Tomoya Fujino and Hideaki Kimata
Faculty of Informatics, Kogakuin University

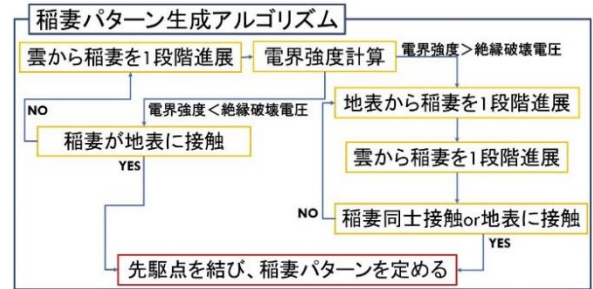


図 2: 稲妻パターン生成アルゴリズムの処理手順

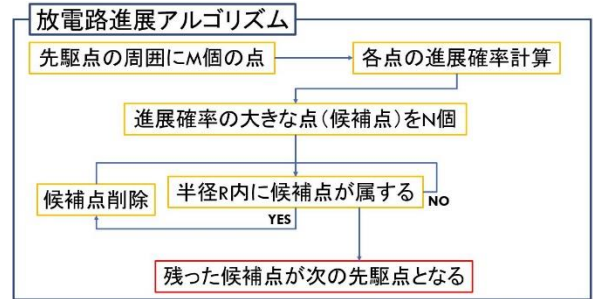


図 3: 放電路進展アルゴリズムの処理手順

3. 実験方法

3.1 パラメータ設定

放電路進展アルゴリズムにおいて、枝分かれの数を確率的に調整するパラメータの有効性を評価する。稲妻が次に進展する座標を決めるパラメータ M , N の値を定める。後述する評価実験 1 ではパラメータを 3 種類に分けて稲妻を生成した。評価実験 2 では値を固定して稲妻を生成した。先行研究では R は球状だが、本研究では R を $x=1.5, y=0.5, z=1.5$ と定め、楕円型とした。また、発光しているように見せるため、EmissionのColorを設定した。稲妻を生成するオブジェクトの色は HSV で設定し、 $H=60, S=100, V=100$ とした。

3.2 評価実験 1

生成した稲妻の評価実験を行った。被験者は男性 11 名、女性 2 名の計 13 名で行った。枝分かれ数を調整できるパラメータをそれぞれ $M=6$ と $N=2, M=6$ と $N=4, M=8$ と $N=2$ の 3 種類に分けて稲妻を生成した。さらに、生成した稲妻には背景を 3 種類用いた。初めに現実で発生した稲妻の映像を視聴し、その後生成した稲妻を提示した。

3.3 評価実験 2

生成した稲妻にアニメーションを付加し、評価実験を行った。被験者は男性8名と女性1名の計9名で行った。枝分かれの数を調整できるパラメータを $M=6$, $N=2$ として稲妻を生成した。背景は設定せず、Unity 上に地表となるオブジェクトを設置し、その上にアニメーションを再生した。初めに現実で発生した稲妻の映像が流れ、その直後にアニメーションが再生される 10 秒程度の動画を作成した。被験者はその動画を視聴しながら評価を行う。

4. 実験結果

4.1 評価実験 1 結果

表 1, 表 2 に $M=8$, $N=2$ の場合の実験結果を示す。図 4 は実験で使用した稲妻の画像であり、表 1, 表 2 は図 4 左側の $M=8$, $N=2$ のパラメータで生成した稲妻に対する回答である。枝分かれが極端に多い場合において、稲妻に見えないという意見が得られた。また、図 4 左側の稲妻のように枝分かれが密集すると稲妻に見えないという結果が得られた。

表 3, 表 4 に $M=6$, $N=2$ の場合の実験結果を示す。表 3, 表 4 は図 4 右側の $M=6$, $N=2$ のパラメータで生成した稲妻の画像に対する回答である。枝分かれの数が少ない稲妻の方が、稲妻らしく見えるという意見が多かった。しかし、形状に違和感を覚え、稲妻ではなく光の筋に見えるという意見もあった。

黒背景より現実の背景を用いた方が稲妻に見えるという意見が得られた。特に夜背景の方が稲妻に見えるという意見が多く、昼背景は稲妻が背景から浮いているように見えるという否定的な意見もあった。

表 1 枝分かれの数 ($M=8$, $N=2$)

$M=8$, $N=2$	多い	やや多い	適切	やや少ない	少ない
枝分かれの数	11	2	0	0	0

表 2 稲妻に見えるか ($M=8$, $N=2$)

$M=8$, $N=2$	見える	やや見える	やや見えない	見えない
稲妻に見えるか	0	4	6	3

表 3 枝分かれの数 ($M=6$, $N=2$)

$M=6$, $N=2$	多い	やや多い	適切	やや少ない	少ない
枝分かれの数	3	5	5	0	0

表 4 稲妻に見えるか ($M=6$, $N=2$)

$M=6$, $N=2$	見える	やや見える	やや見えない	見えない
稲妻に見えるか	6	4	3	0

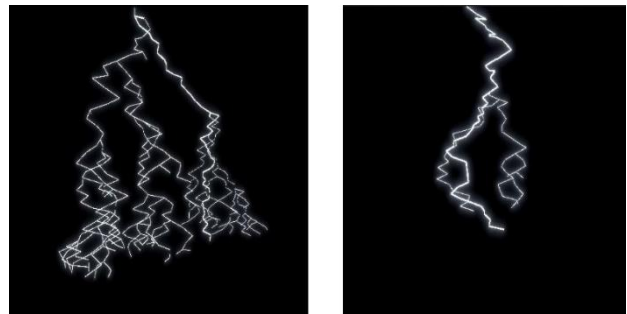


図 4: 左 $M=8$, $N=2$ の稲妻, 右 $M=6$, $N=2$ の稲妻

4.2 評価実験 2 結果

アニメーションを付加したことで、枝分かれの数に関係なく稲妻に見えるという意見が増えた。一方、枝分かれが密集した場合、生成された形状に違和感がある結果が得られた。また、発光する際に、枝分かれが密集した部分が特に眩しく感じたため違和感があるという意見が得られた。

5. 考察

評価実験 1 より、枝分かれの数を調整することで、枝分かれが少ない方が稲妻らしく見えることがわかった。しかし、枝分かれの数が極端になると稲妻に見えなくなることから、枝分かれの数で生成した稲妻の印象が大きく変わることがわかった。また現実の背景を用いた画像の方が稲妻に見える意見が多く、稲妻の 3D モデルのリアルさは背景に依存していると考えられる。

評価実験 2 より、アニメーションを付加したほうが稲妻らしく見える結果となった。また、枝分かれが密集すると、形状だけでなく発光にも違和感を及ぼす原因となった。生成した稲妻の形状は毎回ランダムであり、アルゴリズムを実行する度に形状が変化するため、枝分かれが密集した形状が生成されたと考えられる。

評価実験 1, 2 から、よりリアルな稲妻の 3D モデルを生成するには、枝分かれの数や密集度が最も重要な項目になると考えられる。

6. まとめ

本論文では、先行研究のアルゴリズムを基に、枝分かれの数を確率的に調整できる新たな稲妻 3D モデル生成アルゴリズムを提案した。実験結果より、特定のパラメータ M , N において稲妻に見える 3D モデルを生成することができた。

参考文献

- [1] ソソラバラムバドゥジャルガルら, 電界を考慮した稲妻の CG モデル, 画像電子学会誌, 第 32 巻, 第 1 号, p64-70, 2003.