

凹凸とその陰影によるデータの可視化に関する研究

鄭中翔[†] 齋藤豪^{††}[†]東京工業大学 大学院 情報理工学系研究科

1 はじめに

データの可視化を行う際には、その概要を一目で読み取れるように表示する工夫が望まれる。本研究ではデータの値に応じて凹凸面を作成し、データの可視化を試みる。凹凸面の認識において陰影の持つ役割は大きく、認識のしやすさに深く関わる。陰は局所的な面の法線によって決定され、影はより大域的な面の形状によって現れ方が変わる。そのため、多くの情報を持つ陰影を適切に表示することは面の形状を認識する上で重要である。そこで陰影による表現を活かすことができ、データの可視化に適した光の当て方について考察を行う。

多変量データの可視化を行う上で使用できる要素には色、模様、形などがある [1]。影は色の変化の一種であると言えるが、光学現象としての現れる影を意図的に可視化に使用した例は見られない。影による効果を考えた時、影の存在は、物体の位置関係、影が映る面の形状、遮蔽物の形状を認識する上で重要な手がかりになる [2]。そのため、影を適切に発生させることは凹凸の認識しやすくすると言える。

凹凸面の高さを読み取る場合、多くの場合は面を斜めから見るという方法を用いている。斜めから見ることによる利点としては、凹凸面の高さの読み取りと周囲の高さとの比較を直感的に行えることが挙げられる。その一方で高い部分がある場合、その背後を見ることができないこと、凹んで部分を見ることが難しいなどの欠点も挙げられる。これらの問題点を解決する方法として真上から見た凹凸面に影をつけ、それから高さを読み取ることを考える。

2 手法の提案

影の現れ方が変化することは、影を影であると認識する手助けとなる。そのためユーザーが光源の位置を自由に調整できるようにリアルタイムで影のレンダリングを行う必要がある。設置する光源は光が一点から放射状に広がる点光源とする。放射状に広がる光源を設置することで影も放射的に現れる。点光源を用いる利点は次のものが挙げられる。一つ目は光源をひとつ

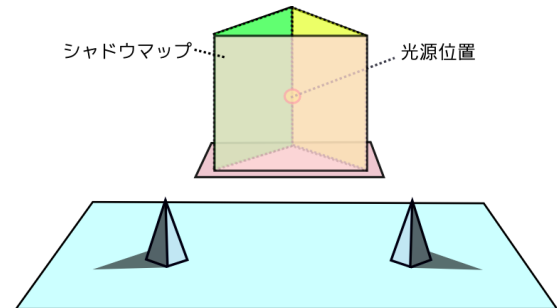


図 1: シャドウマップの作成位置

設置するだけで全体に影を表示できることである。スポットライトを用いた場合には光源の位置によって光が当たらない場所が現れる。また光源の向きを調整する必要もあるためユーザーが光源の設定をする上で手間が増えることになる。二つ目は光源の位置を明確に示さなくても、光源の位置を読み取れることである。これにより光源の位置に何らかの意味を持たせることも可能になる。以上の理由から点光源を用いて陰影を発生させる。

リアルタイムで影を表示する手法としてジオメトリの複雑さに影響を受けにくいシャドウマッピングを用いる。シャドウマッピングを用いて点光源を実現する手法として Philipp の Omnidirectional Shadow Mapping(OSM)[3] の考え方を元に実装を行う。OSMでは6面のキューブマップ上のシャドウマップを生成しているが、本手法では光源の位置が凹凸面の上部に設置され、視点にも制限が加わるため上面のシャドウマップを作成する必要がない。そのため今回は図1に示すように側面用に3枚、底面に1枚のシャドウマップを作成して影を生成した。

また影の中でも拡散光による凹凸の表示を示すために影に含まれているかで次のように場合分けを行い表示色 *Color* を決定する。

$$Color = \begin{cases} C(0.7d + 0.3) & \text{影でない場合} \\ C(a(d^n) + 0.3) & \text{影の中の場合} \end{cases} \quad (1)$$

ここで C は地の色、 d は拡散反射光、 0.3 は環境光、 n はガンマ係数を表し、 $0 \leq a < 0.7$ とする。 a を調整することで影の濃さ、 n を調整することで影の中での色の階調の調整することができる。

Data visualization by casting shadows to bump surfaces

[†] Zhongxiang ZHENG^{††} Suguru SAITO

Graduate School of Information Science & Engineering, (†)

3 実装

実装は OpenGL(JOGL2) を用いて行った。ジオメトリシェーダーによる複数のレイヤーに描画する機能と TEXTURE_2D_ARRAY を用いて、一度のレンダリング複数の視点からのシャドウマップを作成し、その後シャドウマッピングを行い影のついたシーンを生成する。凹凸面の作成はハードウェアのテッセレーション機能を利用してディスプレイメントマッピングで作成した。実行環境 AMD Phenom2 X4 965, nvidia GTX580, 8GB メモリにおいて、シャドウマップの解像度 2048×2048、光源 4 つ、凹凸面の解像度 512×512、表示解像度 1024×1024 で実行した場合 60FPS 以上の実行速度を得ることができた。

4 結果と考察

気象データに対して本手法を適用した結果を図 2,3,4 示す。ここでは $a = 0.2, n = 1$ としている。表示に用いたデータは 2009 年 10 月 8 日 12 時の日本域の気温及び風速である。この時大型の台風が本州に上陸している。気温を色、風速を凹凸面の高さに割り当て視点を凹凸面の真上に設置して画像を生成した。それぞれ図中の黄色の四角形は光源の位置を示している。影を発生させることによって凹凸の高さが強調されてわかりやすくなっていることがわかる。北海道の下部に高い凸部分の存在しているが、影が存在しない図 2 においてはその部分を読み取ることはできない。対して図 3 では凸部分存在している部分から長い影が伸びているため、凸部分を読み取ることが可能になる。光源の高さを調整することによって影の長さを調整することができるため、高い凸部分にのみ影を発生させることも可能である。図 4 では日本列島全体が影に覆われているため、そこが凹んでいることが強調されている。これに加え、ユーザーが光源の位置を変化させることによって影の形が凹凸面の形によって変化するためより認識のしやすさが向上する。

5 まとめ

影を用いたデータの可視化手法を提案した。これまで可視化には使われていなかった影を意図的に使用することによって新しい表現手法が可能になる。今後の課題として他のデータへの応用と、読み取り易さに関して既存の手法との比較実験を行う必要がある。

参考文献

- [1] H. Senay and E. Ignatius. A knowledge-based system for visualization design. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, Vol. 14, No. 6, pp. 36–47, nov 1994.
- [2] Pascal Mamassian, David C. Knill, and Daniel Kersten. The perception of cast shadows. *Trends in Cog-*

nitive Sciences, Vol. 2, No. 8, pp. 288–295, August 1998.

- [3] Philipp S. Gerasimov. Omnidirectional shadow mapping. In Randima Fernando, editor, *GPU Gems: Programming Techniques, Tips and Tricks for Real-Time Graphics*, chapter 12. Pearson Higher Education, 2004.

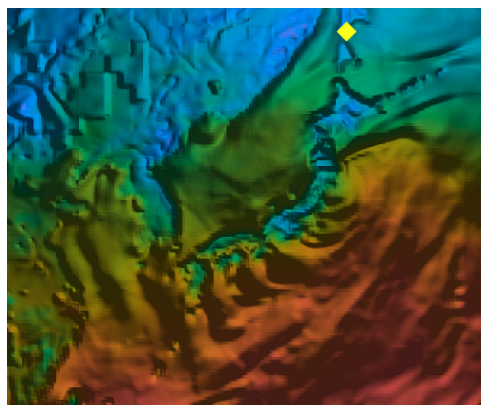


図 2: 影のない結果

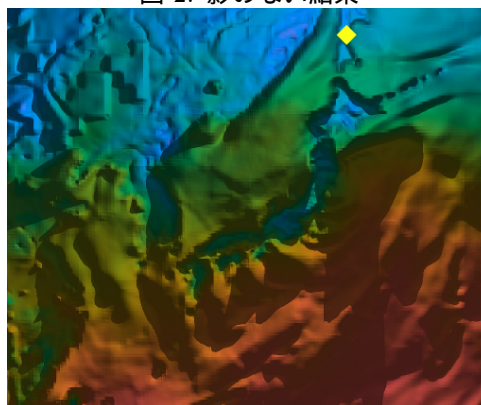


図 3: 影を付与した結果

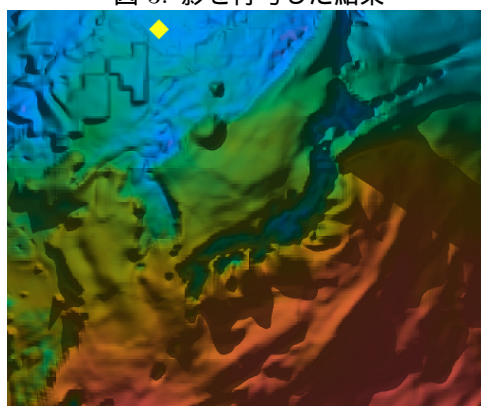


図 4: 図 3 とは異なる位置に光源を設置した結果