

自由曲面の等傾斜線とその応用 - 2

7K-2

○権田秀夫
東京電機大学工学部

久志本琢也
スタンレー電気(株)技術研究所

穂坂 衛
東京電機大学工学部

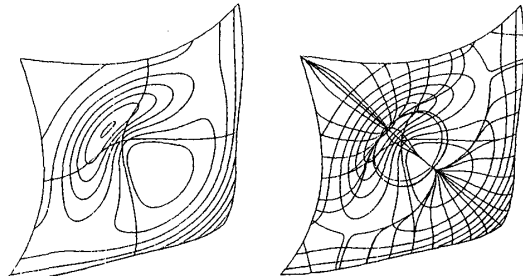
1. まえがき

先の報告では等傾斜線の、性質・導出法など、理論的な面について触れた。等傾斜線の微分方程式をルンゲ・クッタ法で数値積分し曲線群を画くのは、曲率線のそれに比べ高速かつ容易で、しかも安定している。ここでは等傾斜線の応用の一部として、自由曲面の shading, 面やその接続の滑らかさの評価, シルエットの算出等について報告する。

2. 等輝度線の振舞いと shading

等傾斜線は、傾斜の対象となる高さの方向を光源の方向に取れば、平行光線による明るさの等しい点を結んだ等輝度線の役割を果たす。等輝度な点の軌跡は、曲面上で連続した線であり、閉じた形状ではループをなす。従ってこの等輝度線を曲面上に適当な輝度間隔で描き、線間の領域に補間を行なえば、曲面の shading が行なえる。

現在までに提案されているスキャン・ライン法などの shading アルゴリズムも、結果として面上の輝度を求めているわけであるから、光の反射・屈折を扱わないとするなら、あらかじめ等輝度の線を求めてしまう方法は有効である。曲面上の輝度は、この等輝度線に直交する方向に漸変していくと考えられる。 shading 時はその様な方向に補間していけばよい。ここでは等輝度線の他に、等輝度線に直交する線を描いて補間を行なった。両線で囲まれた領域は輝度変化がほぼ1次元的に変化するので輝度補間には都合がよい。図1に等輝度線、等輝度線に直交する線を描いた例を、図2にその shading例を示す。



(a) 等輝度線 (b) 等輝度線に直交する線を加えた例

図1. 等輝度線と等輝度線に直交する線

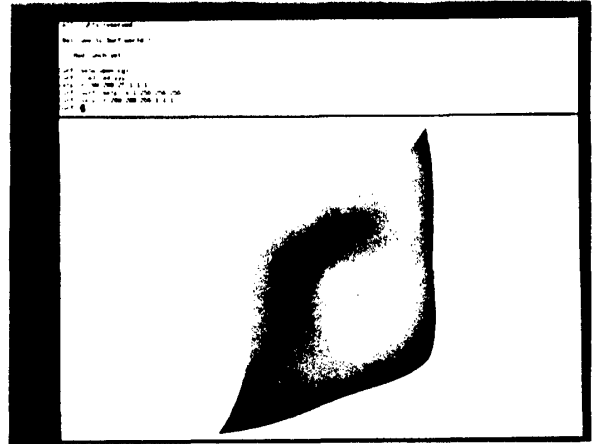
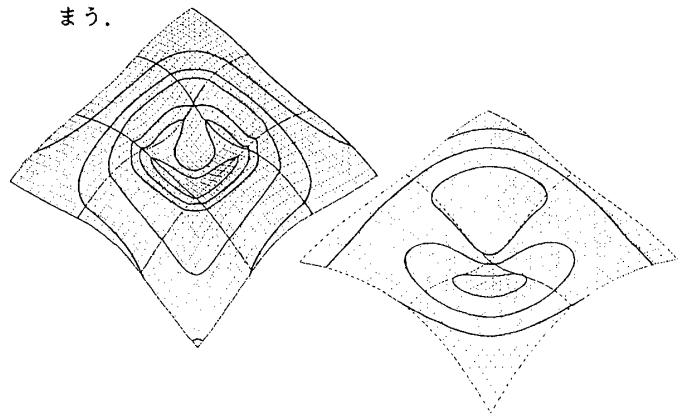


図2. 等輝度線による shading

図3に、接続する2次・3次曲面の等輝度線の表示例を示す。例に用いた曲面は、接続に関して、2次ではC1の、3次ではC2の連続までを保証している。図から、2次曲面の方では、曲面間の境界で等輝度線の滑らかな連続がくずれていることがわかる。等輝度線の描画は面の性質を明確に表してくれる。等輝度線は先の報告に示したように、曲面式の2階の微係数に関係してくる量なので、この例の様に接続曲面のC2連続の評価基準となり、 shading をせずとも等輝度線で接続の評価が行なえてしまう。



(a) 2次曲面群

(b) 3次曲面群

図3. 曲面の接続と等輝度線

Equi-slope Curves and Silhouette Curves of Free-form Surface

Hideo GONDA*, Takuya KUSHIMOTO**, and Mamoru HOSAKA*

*Tokyo Denki University, **Stanley Electric CO., LTD.

3. シルエット線とその性質

シルエット線は、閉じた形状のものが見える時のシルエットとなるような線で、法線ベクトルの足と視線ベクトルとが直角に交わるような点、つまり内積が0となるような点の集まりである。シルエット線には、形状をつかむことの他に、不可視領域を検出できる情報がある。ここでは等輝度線の隠線処理にシルエット線を用いた。

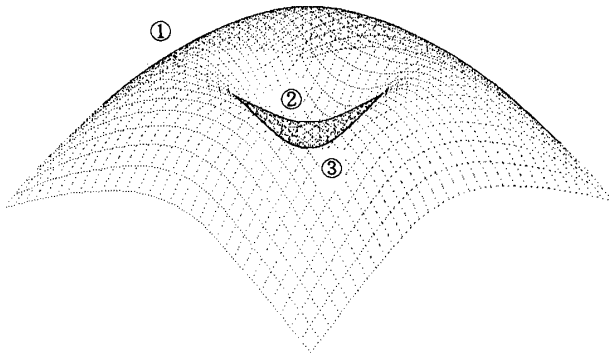
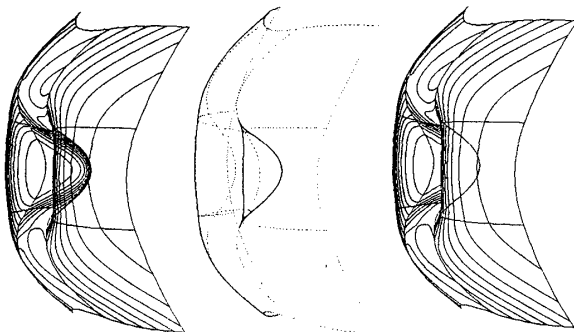
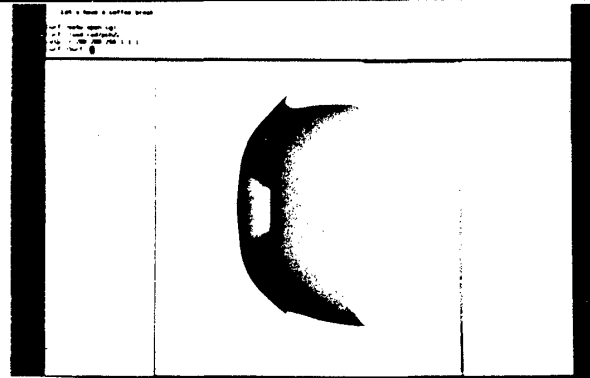


図4. シルエット線

シルエット線は、性質が違う3種類の部分に分けて考えることができる。1つは図4の①の、実際に曲面のシルエットとなる線、後の2つは後のものを前のものが覆い隠しているようなところに出てくる線で、そのうち②は見える線で、もう一方の③は実際には見えず、見える線の続きとしてループをなす。従ってシルエット線を工夫して利用すれば、曲面上で本来隠れて見えない部分をあらかじめ知ることが出来る。②③がつくるループの中が隠される部分であり、この内部に等輝度線を描こうとする時は、その線が手前側のものなのか後側のものなのかを判別し、手前側のものだけを描くようにする。シルエット線はshadingの輝度補間の際にも用いる。shading時の扱いとしては、①の線は輝度0の等輝度線として扱って良い。②は線の両側で曲面は連続でないで、それぞれ両側で別々の処理を必要とし、③は無視する。図5は、シルエット線を利用して等輝度線を隠線処理した2次曲面の例と、それをshadingしたものである。



(a) シルエット線を利用した等輝度線の隠線処理



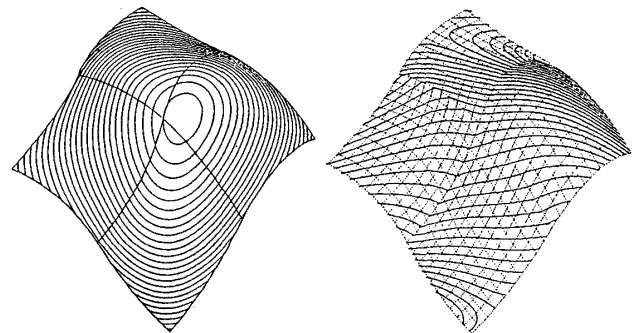
(b) shading

図5. シルエット線を利用した自由曲面のshading

通常、ラスタ表示では、自由曲面の輪郭シルエットがギザギザで汚い。これはシルエットを正しく求めているためであることが多い。本方法では微分方程式を解いて求めるので滑らかである。

4. ハイライト線群とシルエット線群

定義された曲面の滑らかさの評価を行なうのに、ハイライト線群が用いられるが、その代用として、視線方向を順次に変えたシルエット線群を用いても、効果はほぼ同じである。図6は接続する2次曲面のハイライト線群を表示した例である。等高線を表示しても何も表れないが、ハイライト線では明確に境界が表れている。



(a) 等高線

(b) シルエット線

図6. 等高線とシルエット線

5. まとめ

等傾斜(勾配)線ネットは自由曲面の形状評価と特徴把握のため重要な情報を提供する。その理論や関連する性質を報告1で示し、報告2では具体的応用例の一部を示した。その計算はルンゲ・クッタ法で積分し曲線追跡を行なうのであるが、曲率線追跡の時のように、計算は不安定になることはない。結果の解釈も容易である。