1998 年電子情報通信学会総合大会論文集 [2], 176(1998.3).

漸化式を用いた計算機合成フレネルホログラムの計算

A Recurrent Equation for display CGHs

松島恭治†，高井正弘

K. Matsushima† and M. Takai

関西大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, Kansai University

1　はじめに

ディスプレイ用の計算機合成フレネルホログラムを生成する場合，大量の点光源光波の計算を高速度で行わなければならない．光波計算においては，点光源と観測位置の3次元的距離の計算が大きなウェイトを占める．これを高速化するため，開平演算の近似多項式で初めの2項だけを用いる高速計算法がある [1, 2]．しかしながら，この近似計算法では物体光の入射角が大きい時，著しく計算精度が落ちる問題点がある．

本報告では，この計算精度悪化を避けるために，漸化式を用いた高精度近似計算法を提案する．

2　漸化式による距離計算

以下，水平視差のみのホログラムを考える．$z=0$ の平面上に位置するホログラムのセル $(x=x_0+x_n)$ での，位置 (x_0, y_0) の点光源の光波を計算するためには，2点間の距離，

$$r(x_n) = \sqrt{{x_n}^2 + {z_0}^2} \tag{1}$$

が必要であり (図 1)，計算時間短縮のために，開平計算の2項近似式，

$$r(x_n) \simeq z_0 + \frac{{x_n}^2}{2z_0} \tag{2}$$

が用いられる．しかしながら，この近似は $z_0 \gg x_n$ において成り立ち，x_nの増加にしたがって急速に誤差が増加する問題点がある．

そこで，我々は計算精度を改善すべく，漸化式を用いた計算法を考案した．すなわち，$r(x_n) \gg \delta x$ より，$r(x_{n+1}) = r(x_n + \delta x)$ のテイラー展開

$$\begin{aligned} r(x_{n+1}) &= r(x_n) + \delta x r'(x_n) + \frac{\delta x^2}{2} r''(x_n) + \cdots \\ &= r(x_n) + \left(x_n + \frac{\delta x}{2}\right)\alpha_n - \frac{{x_n}^2}{2r(x_n)}{\alpha_n}^2 + \cdots \end{aligned}$$

を求め，$\alpha_n (\equiv \delta x / r(x_n))$ の1次の項までを用いることにより，漸化式

$$r_{n+1} = r_n + \frac{s_n + \delta x^2/2}{r_n} \tag{3}$$

$$s_{n+1} = s_n + \delta x^2 \tag{4}$$

を得た．ここで，$r_0 = z_0$，$s_0 = 0$ である．この漸化式では，3回の加算と1回の除算により，1ステップの計算が可能である．

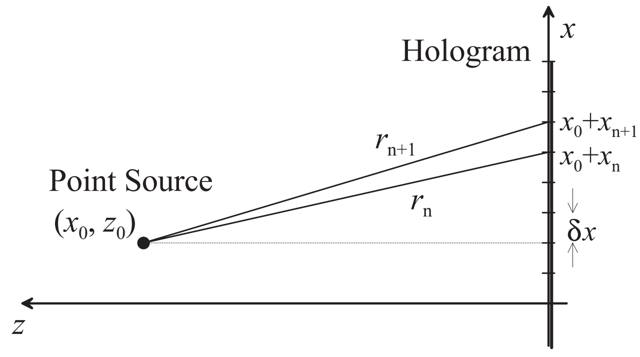

図 1 距離計算

3　距離計算の精度とまとめ

提案する漸化式，および2項近似式を用いた距離計算結果の誤差を波長を単位として図 2 に示した．この結果からわかるとおり，本報告で提案する漸化式は，2項近似に比べて高い精度を有しており，特に解像度 (δx) の高い表示デバイスに有効である．

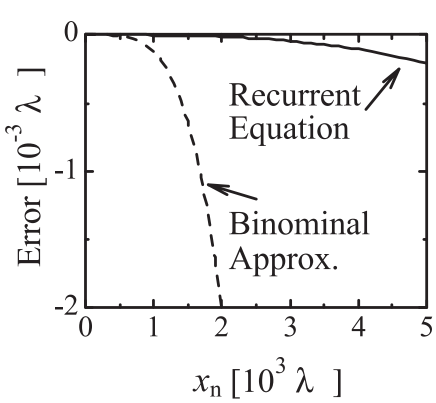

図 2 距離計算の誤差 $(\delta x = 10\lambda, z_0 = 10^5\lambda)$

参考文献

[1] 西川, 岡田, 松本, 吉川, 佐藤, 本田：“フレネルホログラム計算のハードウェア化の検討”, 3次元画像コンファレンス’95, p. 7 (1995).

[2] 岩瀬，吉川：“差分を用いたフレネルホログラム計算”，電子情報通信学会ソサエティ大会，D–306 (1996).

†E-mail: matsu@laser.ee.kansai-u.ac.jp