

## SPCONV ver.0.6

### 1. はじめに

デジタルカメラにフィッシュアイコンバータ(Nikon FC-E8, Olympus FCON-02)が用意されたことにより, 従来より簡単に魚眼レンズ画像を扱うことができるようになった. 立体角(天空比)や立体角投射率(天空率, 形態係数)の検討をするには, 文献<sup>1)</sup>にあるような図を利用して点の数を手作業でカウントするのが通常であったが, デジタル画像なのでコンピュータでできるだけ処理を簡単にするためのプログラムがあると良い SPCONV は, 魚眼レンズで撮影した画像データの射影方法を変えることができ, 更に手動ながら面積計量もできるプログラムである. 射影方法は, 入力・出力とも,

- ・正射影(等立体角投射率射影)
- ・等立体角射影
- ・等距離射影
- ・極射影

の4種類をサポートし, 出力に関しては更に透視変換もサポートしている. ちなみに FC-E8, FCON-02 を用いて撮影した画像は等距離射影である.

画像の中心(視点), 画角 180° の円, 視線方向(注視点), カメラの傾きは直接数値入力できるほか, ソース画像上でマウス操作により変更することができる. 画像の中心は円の中心付近で左ドラッグ, 画角 180° の円は円周付近で左ドラッグ, 視線方向は SHIFT+左ドラッグ, カメラの傾きは円周付近で SHIFT+左ドラッグで行う. 現在のところ, 出力画像上でのマウス操作はサポートしていない.

画素の内挿方法<sup>2)</sup>は, 最近隣内挿法, 共 1 次内挿法, 3 次畳み込み内挿法の 3 つから選択することができる. また, 画像フォーマットは, 入力・出力とも Windows Bitmap と JPEG の 2 種類をサポートしている.

立体角や立体角投射率を求めるためには入力画像を, 等立体角射影もしくは正射影に変換し, 画面内にある 1000 個の点を塗りつぶす. 塗りつぶしを行わなかった領域も含めて 16 の領域の算出ができる. 塗りつぶしは左クリックで, また, 消去は右クリックでドラッグすることにより行う. 表示ドットサイズ及び塗りつぶしブラシのサイズは S, M, L, H の 4 種類を用意している. 塗り分けたデータ自体は画像と独立に保存・読込が可能である. また, ログファイル (SPCONV.LOG) に面積比データを出力することもできる.

### 2. 動作環境等

MS-Windows98/2000 で動作確認をしている. 実行に当っては, Visual Basic 6 のランタイムライブラリが別途必要である. プログラムは, SPCONV.EXE(本体)と FBM.DLL(画像処理)で構成されおり, インストールは, この 2 つを同一ディレクトリに展開するだけである. また, アンインストールは上記ファイルを消去するだけである.

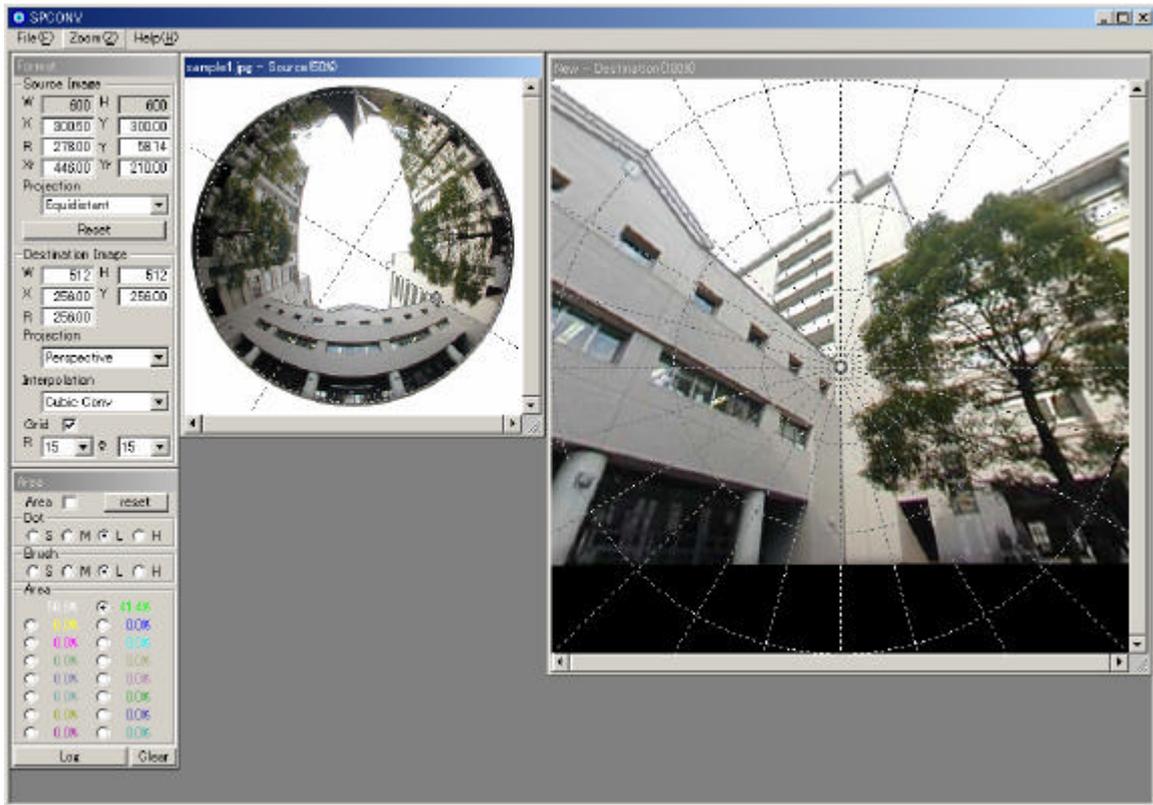


図1 プログラム実行画面

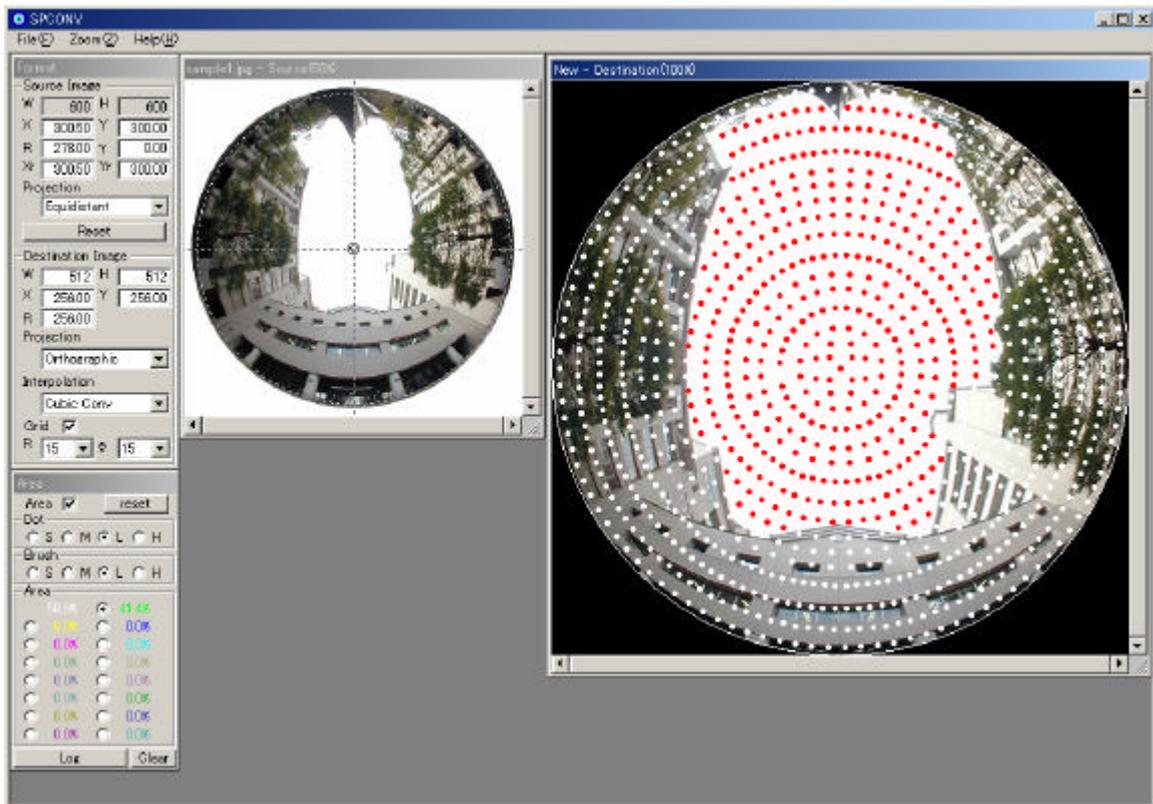


図2 プログラム実行画面（天空率計測）

### 3. 射影方式

半径 1 で基準化することとし，球面上での座標を  $(x, y, z)$  とし，

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

とおく．ただし， $x^2 + y^2 + z^2 = 1$  である．すると，各射影方式による変換は下記のようになる．

#### (0) 正射影

$$r_0 = r, \quad x_0 = x, \quad y_0 = y$$

#### (1) 等立体角射影

$$r_1 = \sqrt{1 - \sqrt{1 - r^2}}, \quad x_1 = \frac{r_1}{r} x, \quad y_1 = \frac{r_1}{r} y$$

#### (2) 等距離射影

$$r_2 = \frac{2}{\pi} \sin^{-1} r, \quad x_2 = \frac{r_2}{r} x, \quad y_2 = \frac{r_2}{r} y$$

#### (3) 極射影

$$r_3 = \frac{r}{1 + \sqrt{1 - r^2}}, \quad x_3 = \frac{r_3}{r} x, \quad y_3 = \frac{r_3}{r} y$$

#### (4) 透視射影(中心から $z=1$ の面に射影)

$$r_4 = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}}, \quad x_4 = \frac{r_4}{r} x, \quad y_4 = \frac{r_4}{r} y$$

最終的には， $f(r) = r_1 / r$  などを  $x, y$  に乗ずることになるため，実際には  $f(r)$  が重要である．等立体角射影(1)から等距離射影(2)に直接変換する場合なども考えて， $i$  から  $j$  への変換関数を  $f_{ij}(r)$  とする．上記の場合は  $f_{12}(r_1)$  となる．表 1 に変換関数  $f_{ij}(r)$  を示す．表中， $a_1$  などは有理多項式による近似式，

$$f(r) = \frac{1 + b_1 z + b_2 z^2}{1 + a_1 z + a_2 z^2}$$

の係数である．ただし，

$$z = \sqrt{1 - r^2}$$

とおいた．係数はミニマックス近似によって求めたもので，表中の  $|\varepsilon|$  は絶対誤差の最大値である．

なお，実際に変換元  $i$  から変換先  $j$  へ変換するときは，変換先  $j$  上の pixel を走査し対応する変換元  $i$  上の pixel の位置を求めるため，必要な変換関数は  $f_{ij}(r)$  ではなく  $f_{ji}(r)$  となる．バージョン 0.6 で視線の変更をサポートするに当たって，すべて正射影を經由して変換するようになった．このため，若干変換速度が犠牲になっている．

表 1 変換関数

	変換関数	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	$ \varepsilon $
$f_{01}$	$\frac{1}{\sqrt{1+\sqrt{1-r^2}}}$	1.146817735	0.238971709	0.646845536	0.040163719	5.7059e-7
$f_{02}$	$\frac{2}{\pi r} \sin^{-1} r$	1.217982915	0.292753831	0.581388014	0.016997900	5.0073e-7
$f_{03}$	$\frac{1}{1+\sqrt{1-r^2}}$	1.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0
$f_{10}$	$\sqrt{2-r^2}$	0.126257896	0.126406700	0.124214669	0.647245026	6.0325e-5
$f_{12}$	$\frac{4}{\pi r} \sin^{-1} \frac{r}{\sqrt{2}}$	0.126831149	0.295157537	0.127372609	0.152889221	1.5622e-5
$f_{13}$	$\frac{1}{\sqrt{2-r^2}}$	0.114124186	0.649447067	0.115787782	0.131326312	4.5875e-5
$f_{20}$	$\frac{1}{r} \sin \frac{\pi r}{2}$	-0.040302246	-0.095601717	-0.039436648	0.396781587	3.0157e-5
$f_{21}$	$\frac{\sqrt{2}}{r} \sin \frac{\pi r}{4}$	-0.002330162	-0.029317486	-0.002319536	0.077888925	3.6433e-7
$f_{23}$	$\frac{1}{r} \tan \frac{\pi r}{4}$	0.003139550	0.328120525	0.003173890	0.042396784	1.0935e-6
$f_{30}$	$\frac{2}{1+r^2}$	0.000000000	-0.500000000	0.000000000	0.000000000	0
$f_{31}$	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1+r^2}}$	0.187217195	-0.541053632	0.184570795	-0.270825045	1.0450e-4
$f_{32}$	$\frac{4}{\pi r} \tan^{-1} r$	0.195368559	-0.481704916	0.193408870	-0.284798335	7.6000e-5

文献

- 1) 日本建築学会編: 日照の測定と検討(日本建築学会設計計画パンフレット 24), 彰国社, 1977.
- 2) 高木幹雄・下田陽久監修: 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 1990.



正射影



等立体角射影



等距離射影



極射影



透視射影



視線を変更した透視射影  
焦点距離 35mm (対角画角 62°)

図 3 射影方式の変換例 1



正射影



等立体角射影



等距離射影



極射影



透視射影



視線を変更した透視射影  
焦点距離 35mm (対角画角 62°)

図 4 射影方式の変換例 2