

Mit dem Programm Image\_Filter.PRO können unter IDL [1] zweidimensionale Datenfelder – das können z. B. Bilder sein – mit den Techniken der Fourier-Transformation [3, 4] gefiltert werden.

Für das Filtern von 2D-Signalen stellt dieses Funktions-Unterprogramm die drei

Filterarten Tief-, Hoch- und Bandpaß zur Verfügung. Als Filtertypen sind zur Zeit implementiert: Ideales-, Butterworth- und Exponential-Filter.

Das Programm steht im Internet zur Verfügung. Diese Beschreibung gibt den Stand des Programms in der Version V 01.3

(= V 1.0 – Edit 3) wieder. Es wurde von der Abt. Wiss. Datenverarbeitung in der „Interactive Data Language“ IDL [1, 2] angefertigt und kann ggf. vom jeweiligen Anwender selbst modifiziert bzw. ergänzt werden.

### 1. Beschreibung:

Dieses Programm berechnet zunächst aufgrund der angegebenen Parameter die diskrete Repräsentation der Übertragungsfunktion  $H$  des gewünschten Filters mit Hilfe der zweidimensionalen Frequenz-Matrix (siehe Punkt 3).

Die Daten werden dann mittels der FFT [4] in den Frequenzbereich transformiert und hier durch Multiplikation mit der Übertragungsfunktion  $H$  des Filters die eigentliche Filterung der Daten ausgeführt [3 – Theorem 26]. Das Ergebnis wird anschließend mittels der inversen FFT in den Raum-Zeitbereich rücktransformiert und an das rufende Programm als komplexes Feld übergeben.

### 2. Aufruf:

Image\_Filter ( array, delta [, ...] )

#### 2.1 Variablen (VAR):

**array** — Name des zweidimensionalen Feldes mit den Daten, die gefiltert werden sollen. Vor dem Filtern der Daten sollten diese geeignet tiefpaßbegrenzt worden sein.

**delta** — Wird noch nicht verwendet.

#### 2.2 Keywords:

Durch die Angabe folgender Keywords können die einzelnen Filtereigenschaften festgelegt werden.

**/BANDPASS** — Es soll ein Bandpaß-Filter verwendet werden. Es müssen außerdem die Mittenfrequenz  $f_m$  und die Bandbreite  $\Delta f$  angegeben werden mit: CENTER = ... und WIDTH = ...

**CENTER** — Die Mittenfrequenz  $f_m$  bei einem Bandpaß-Filter.

**CUTOFF** — Die Grenzfrequenz  $f_g$  des Filters.

**FILTER** — Der Typ des Filters, der verwendet werden soll. Zur Zeit sind folgende Filter-Typen implementiert:

FILTER =	Filter-Typ
"IDEAL"	Ideales Filter (Default)
"BUTTER"	Butterworth-Filter n. Ordnung
"EXP"	Exponential-Filter n. Ordnung

**/HIGHPASS** — Es soll ein Hochpaß-Filter verwendet werden. Außerdem muß die Grenzfrequenz  $f_g$  angegeben werden mit: CUTOFF = ...

**/LOWPASS** — Es soll ein Tiefpaß-Filter verwendet werden. Außerdem muß die Grenzfrequenz  $f_g$  angegeben werden mit: CUTOFF = ...

**ORDER** — Der Ordnungsgrad  $n$  bei einem Butterworth- oder Exponential-Filter.

**WIDTH** — Die Bandbreite  $\Delta f$  bei einem Bandpaß-Filter.

#### Ideale Filter:

$$\text{Tiefpaß: } H = \begin{cases} 1 & \text{wenn } f_{x,y} < f_g \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Hochpaß: } H = \begin{cases} 1 & \text{wenn } f_{x,y} > f_g \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Bandpaß: } H = \begin{cases} 1 & \text{wenn } \left(f_m - \frac{\Delta f}{2}\right) < f_{x,y} < \left(f_m + \frac{\Delta f}{2}\right) \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (3)$$

#### Butterworth-Filter:

$$\text{Tiefpaß: } H = \frac{1}{1 + [f_{x,y}/f_g]^{2n}} \quad (4)$$

$$\text{Hochpaß: } H = \frac{1}{1 + [f_g/f_{x,y}]^{2n}} \quad (5)$$

$$\text{Bandpaß: } H = \frac{1}{1 + [(f_{x,y} - f_m)/\Delta f]^{2n}} \quad (6)$$

#### Exponential-Filter:

$$\text{Tiefpaß: } H = e^{-\left(f_{x,y}/f_g\right)^n} \quad (7)$$

$$\text{Hochpaß: } H = e^{-\left(f_g/f_{x,y}\right)^n} \quad (8)$$

### 2.3 Beispiel(e):

Ein Beispiel folgt in der nächsten Edition.

### 3. Erforderliche Programme:

Dieses Programm verwendet folgende IDL-Programme der Abt. Wiss. Datenverarbeitung:

- **F\_Matrix** (P 476/22): Erzeugen der quadratischen  $m \times m$  Frequenz-Matrix. In einer Frequenz-Matrix wird jedes Element proportional zu seiner „Frequenz“ gesetzt, wobei diese dem euklidischen Abstand vom Nullpunkt entspricht.

### 4. Sonstige Hinweise:

- Ein Exponential-Bandpaß ist zur Zeit nicht implementiert.

### 5. Literatur:

- [1] Research Systems, Inc.: IDL – Interactive Data Language. Version 2.1. Boulder (USA): RSI 1991 (Edition vom 2.4.1991). E-Mail: idl@boulder.colorado.edu.
- [2] Dittberner, K.-H.: Interactive Data Language IDL: Eine Einführung. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 85, 1988–1992.
- [3] Dittberner, K.-H.: Wichtige Theoreme der Signaldatenverarbeitung. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 8, 1989–1992.
- [4] Dittberner, K.-H.: Die Fourier-Transformation in der Signaldatenverarbeitung – Teil 2. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 34, 1990–1992.