

Mit dem Programm RED\_POWER.PRO lassen sich zweidimensionale Powerspektren von Bildern, die mit dem Programm IMAGE\_POWER.PRO [1] berechnet wurden, bezüglich einiger Eigenschaften analysieren bzw. auf eindimensionale Teil-Powerspektren reduzieren [2].

Der Ablauf der Berechnung kann durch Angabe von mehreren Keywords beim Aufruf des Programms modifiziert werden.

Das Programm steht auf dem HAIRcluster des Instituts für Physiologie im Verzeichnis PRO zur Verfügung und kann von dort ausgedruckt werden. Diese Beschreibung gibt den Stand des Programms in der Version V 01.14 (= V 1.0 – Edit 14) wieder.

Dieses Programm wurde von der Abt. Wiss. Datenverarbeitung in der „Interactive Data Language“ IDL [3] angefertigt und unterliegt dem internationalen Copyright [Projekt C90 231].

**1. Beschreibung:**

Dieses Programm ermittelt aus dem mit der 2-dimensionalen Fourier Transformation [3] ermittelten komplexen Spektrum eines Bildes eindimensionale Teil-Powerspektren in logarithmischer Darstellung. Diese Reduzierung erfolgt durch Filtern des vollständigen Powerspektrums  $p$  mit verschiedenen Filtern (Abb. 1 – 4) im Frequenzbereich:

■ Ring-Filter (ring):

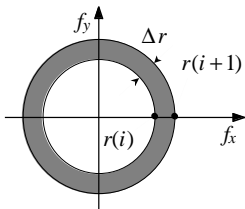


Abb. 1:  

$$p(r) = \frac{1}{n(r)} \cdot \sum_r^{r+\Delta r} p(r, \theta) \quad (1)$$
 mit  $r = (1, \dots, \frac{n}{2\Delta r})$   
 und  $\Delta r = WIDTH$

■ Sektor-Filter (sector):

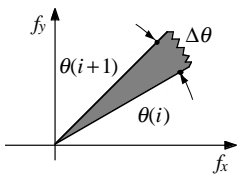


Abb. 2:  

$$p(\theta) = \frac{1}{n(\theta)} \cdot \sum_{\theta}^{\theta+\Delta\theta} p(r, \theta) \quad (2)$$
 mit  $\theta = (1, \dots, \frac{180}{\Delta\theta})$   
 und  $\Delta\theta = SECTOR$

■ Vertikales Streifen-Filter (v-strip):

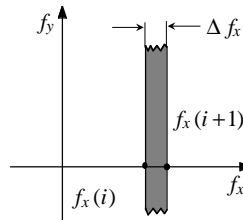


Abb. 3:  

$$p(x) = \frac{1}{n_y} \cdot \sum_x^{x+\Delta f_x} p(f_x, f_y) \quad (3)$$
 mit  $y = (0, \dots, \frac{n_x}{2} - 1)$   
 und  $\Delta f_x = 1$

■ Horizontales Streifen-Filter (h-strip):

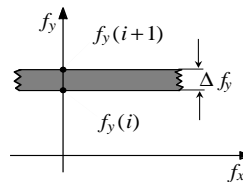


Abb. 4:  

$$p(y) = \frac{1}{n_x} \cdot \sum_y^{y+\Delta f_y} p(f_x, f_y) \quad (4)$$
 mit  $y = (0, \dots, \frac{n_y}{2} - 1)$   
 und  $\Delta f_y = 1$

Es gilt dabei:

$$p(f_x, f_y) = |\text{FFT}(\text{image})|^2, \quad (5)$$

was sich mit  $r = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (6)$

$$\theta = \arctan \frac{f_y}{f_x} \quad (7)$$

in die polare Form  $p(r, \theta)$  umrechnen läßt. Die Umrechnung in Dezibel erfolgt mit:

$$p_L = 10 \cdot (\lg p - \lg(0,0)) \quad (8)$$

Einzelheiten des verwendeten Algorithmus sind dem leicht lesbaren Programm (IDL!) selbst zu entnehmen.

Ein Beispiel ist in der Abb. 5 verkleinert dargestellt. Die Ergebnisse der Filterungen werden außerdem in einer (ASCII-)Daten-File „job.CHARS“ (Characteristics!) für eine leichte Weiterverarbeitung – zum Beispiel mit dem Programm AVE\_POWER [5] – auf der Platte abgelegt. Ein Ablegen in binärer Form ist wegen der schlechten Portierbarkeit zu anderen Computer-Plattformen unzumutbar.

*Hinweis:* Die komplexe Eingangsvariable „spectrum“ sollte unmittelbar vorher – sie muß aber nicht (siehe Punkt 2.1) – mit dem Programm IMAGE\_POWER.PRO (P 476/16) ermittelt worden sein. Dabei wird auch der Name des Jobs festgelegt, im Beispiel: „MAC:FOTO“.

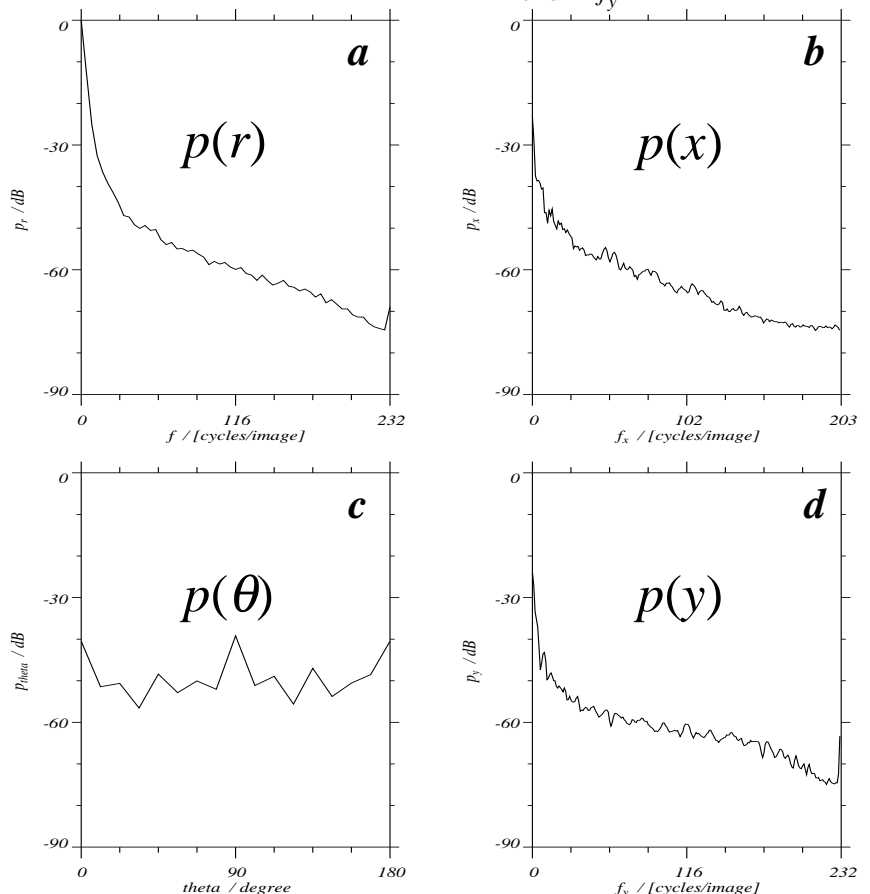


Abb. 5: Log. Teil-Powerspektren des Testbildes von Abb. 2 aus [1]. Die Filterungen erfolgten mit: (a) Ring-Filter, (b) Vertikales Streifen-Filter, (c) Sektor-Filter, (d) Horizontales Streifen-Filter.

## 2. Aufruf:

RED\_POWER, spectrum, job

### 2.1 Variablen (VAR):

**spectrum** — Das komplexe Spektrum des Bildes, wie es vom Programm IMAGE\_POWER.PRO [1] berechnet wird. Falls das komplexe Spektrum in einer getrennten Sitzung unter IMAGE\_POWER mit dem Keyword /SAVE als Datei „job.SPECTRUM“ auf der Platte gesichert worden war, kann diese VAR vor dem Aufruf von RED\_POWER mit dem IDL Restore-Befehl

```
> RESTORE, job.SPECTRUM, /VERBOSE
```

wieder in den Speicher geladen werden.

**job** — Bezeichnung für den Job; z. B. zur Verwendung als Titel bei den Ausgaben sowie für die Namen der auszugebenden Dateien (siehe Punkt 2.2).

### 2.2 Keywords:

**/ABEL** — Geplante Transformation, wie sie in [4] ab Seite 262 beschrieben ist (Nicht implementiert).

**/BATCH** — Muß angegeben werden, wenn dieses Programm im IDL Batch-Mode oder von einem reinen Text-Terminal laufen soll.

**/EPS** — Die PostScript-Ausgabe erfolgt als Encapsulated PostScript-Datei (EPS-File) unter dem Namen „job\_REDPOWER.EPS“. Es erfolgt keine Ausgabe auf dem PostScript-Drucker. EPS-Files werden ausschließlich für den Transfer zu anderen Applikationen verwendet; z. B. zum Import (Positionieren) beim Programm „PageMaker“ auf einem Macintosh Computer, was auch über das IfPnet möglich ist.

**/HOLD** — Die PostScript-Datei des Spektrums wird nicht gedruckt. Sie wird unter dem Namen „job\_REDPOWER.PS“ auf der Platte abgelegt und kann zu einem späteren Zeitpunkt ausgedruckt werden.

**/LOG** — Es werden Zwischeninfos über den Berechnungsstand ausgegeben. Das ist z. B. sehr nützlich, wenn das Programm in einem größeren Batchjob läuft und man wissen will, wie weit inzwischen gerechnet worden ist. Die Logfile eines Batchjobs ist jederzeit mit TYPE \*.LOG interaktiv lesbar.

**/PS** — Es erfolgt nur der PostScript-Druck des Spektrums und keine Ausgabe des Spektrums auf dem Grafik-Terminal.

**SECTOR** — Der Öffnungswinkel des Sektors in Grad für das Torten-Filter. Der Zahlenwert muß mit einer ganzen Zahl multipliziert 360 Grad ergeben; Beispiel: SECTOR=11.25. Der Defaultwert ist 22.5 Grad; also 16 Sektoren/Vollkreis.

**WIDTH** — Die Bandbreite des Kreisringes in cycles/image für das Ring-Filter. Der Zahlenwert muß als ganze Zahl angegeben werden; Beispiel: WIDTH=2. Der Defaultwert ist 4 cycles/image.

### 2.3 Beispiel(e):

Das in der Abb. 5 dargestellte Beispiel wurde als EPS-Datei von einem Text-Terminal (!) mit folgender Befehlsfolge angefertigt und über das IfPnet zum MAC-II (WDVMAC) transportiert. Dort wurde die EPS-Datei direkt mit dem „PageMaker“ in dieses Merkblatt importiert und positioniert.

```
> COPY DEMO:FOTO.TIF MAC:*. *
> IDL
> IMAGE_POWER, "MAC:FOTO.TIF", s, j, /neg,
  /nonoise, /batch, /notrim, /eps, /prim
> RED_POWER, s, j, width=4, sector=11.25,
  /batch, /eps, /log
Ring          1 von 58
```

```
Ring          ...
Ring          58 von 58
Sektor        1 von 16
Sektor        ...
Sektor        16 von 16
V-Strip       1 von 203
V-Strip       ...
V-Strip       203 von 203
H-Strip       1 von 232
H-Strip       ...
H-Strip       232 von 232
```

## 3. Erforderliche Programme:

Dieses Programm verwendet folgende IDL-Programme der Abt. Wiss. Datenverarbeitung, die in der IDL-Bibliothek des Instituts zur Verfügung stehen und beim Aufruf des Programms automatisch aktiviert werden:

- PRINT\_PLOT (P 476/2): PostScript-Ausgabe einer Grafik-File über das Queue-System des HAIRclusters.
- F\_MATRIX (P476/22): Erzeugen der quadratischen  $n \times n$  Frequenz-Matrix.
- RING\_FILTER (P476/23): Erzeugen eines Kreisring-Filter (Idealer Bandpaß).
- A\_MATRIX (P476/24): Erzeugen der quadratischen  $n \times n$  Angle-Matrix.
- TORT\_FILTER (P476/25): Erzeugen eines Sektorfilters (Tortenstück).

## 4. Sonstige Hinweise:

■ Dieses Programm muß nicht unbedingt interaktiv benutzt werden. Es kann sehr gut als Batchjob (über Nacht) laufen, um z. B. Spektren in großen Mengen zu verarbeiten. Das Muster eines solchen Batchjobs (Stapelverarbeitung) findet man auf dem HAIRcluster in der Prozedur DEMO:IMAGE\_JOB.PRO (P 476/28) und der zugehörigen DCL-Prozedur DEMO:IMAGE\_JOB.COM.

## 5. Literatur:

- [1] Dittberner, K.-H.: IDL Programm: IMAGE\_POWER.PRO (P 476/16). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 92, 1991.
- [2] Pratt, W. K.: Digital Image Processing. New York: Wiley 1978 (17. Auflage). ISBN: 0-471-01888-0. Preis: 225,50 DM. – [BU 755].
- [3] Research Systems, Inc.: IDL – Interactive Data Language. Version 2.0. Boulder (USA): RSI 1990 (Edition vom 1.3.1990). E-Mail: idl@boulder.colorado.edu.
- [4] Bracewell, R. N.: The Fourier Transform and Its Applications. New York: McGraw-Hill 1978 (2. Auflage). ISBN: 0-07-007013-X.
- [5] Dittberner, K.-H.: IDL Programm: AVE\_POWER.PRO (P 476/29). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 94, 1991.

## 6. Copyright-Notiz:

© 1990, 1991, 1992 – K.-H. Dittberner c/o Freie Universität Berlin. All rights reserved. No part of this software package may be reproduced, transmitted, transcribed, stored in a retrieval system, or translated into any form by any means without the written permission of Karl-Heinz Dittberner, FU Berlin, Arnimallee 22, D-1000 Berlin 33. Permission will be granted for non-profit usage.