

## Labor für Videotechnik

### Planare Filter (V3)

Versuchstag: \_\_\_\_\_ Gruppen-Nr.: \_\_\_\_\_

Teilnehmer:

Name	Vorname	Matr.-Nr.
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Ausarbeitung: \_\_\_\_\_  
Name Vorname

Versuchsleiter: Prof. Dr. Wolf-Peter Buchwald  
Dipl.-Ing. Irina Ikkert

Vortestat: \_\_\_\_\_

Testat: \_\_\_\_\_ abgegeben am: \_\_\_\_\_

# Planare Filter

## Versuch 3

### Einführung

Ein analoges Filter, das in einen Videosignalweg zwischen Kamera und Monitor eingefügt wird, bewirkt nur eine rein horizontale Bildveränderung, beispielsweise in Form einer Unschärfe, wenn es sich um ein Tiefpassfilter handelt. Diese spezielle Vorzugsrichtung beruht auf der Tatsache, dass sich der Filtereffekt auf den zeitlichen Signalverlauf auswirkt, der in horizontaler Richtung geschriebenen Helligkeitsinformation je Zeile entspricht.

Um eine vertikale Bildbeeinflussung zu erreichen, müssten die Helligkeitsinformationen von vertikalen Spalten geeignet überlagert werden. Im analogen Videosignal wären dazu Zeilenpeicher notwendig, um dies zu realisieren. In der Kombination von horizontal und vertikal wirkenden Filtern resultiert dann eine zweidimensionale Bildmanipulation, bei der man von planarer Filterung spricht.

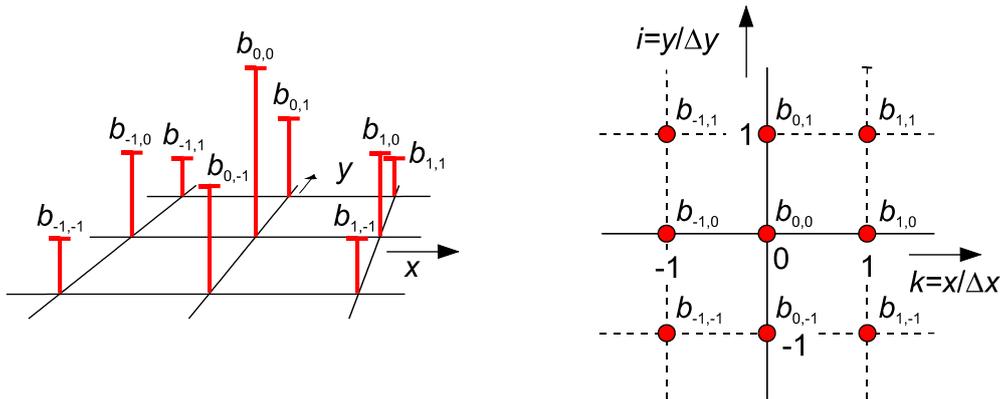
Im allgemeinen arbeitet man mit planaren Filtern volldigital und stützt sich auf ein zweidimensional angeordnetes diskretes Bildpunktmuster, das orthogonal angeordnet ist (Zeilen und Spalten senkrecht zueinander). Unter der Voraussetzung, dass sich ein ganzes Bild in einem Bildspeicher befindet, erübrigen sich zusätzliche Zeilenpeicher für die vertikalen Filteroperationen. Alle erforderlichen horizontal wie vertikal benachbarten Bildpunkte oder Pixel (von *picture elements*) können über geeignete Speicherzugriffe mit Adressmanipulationen realisiert werden.

Zur einfachen Darstellung der Wirkungsweise von planaren Filtern kann in Simulation eines bewegten Videobildes ein Standbild im Rechner mit geeigneter Bildverarbeitungs-Software umgerechnet werden. Dies hat bei der Durchführung des vorliegenden Laborversuches keinerlei Auswirkungen auf das Ergebnis, da die zeitliche Abfolge der einzelnen Videobilder für ein planares Filter ohne Bedeutung ist. Die Filterung erfolgt nur in x- und y-Richtung, nicht in zeitlicher Tiefe (Bewegungsrichtung). Die Auswirkungen von planaren Filtereigenschaften auf ein ruhendes Bild hat weiterhin den Vorteil, dass alle resultierenden Effekte wie z.B. Unschärfen in ausreichender Betrachtungszeit und ohne zusätzliche Überdeckungseffekte durch Bewegung analysiert und diskutiert werden können.

In dem vorliegenden Versuch sollen die in der Vorlesung vorgestellten horizontalen, vertikalen und planaren Filter sowohl an Testbildern wie auch realen Vorlagen experimentell untersucht werden. Auch die Kombination von horizontalen und vertikalen Teilfiltern zu einem separierbaren planaren Filter steht dabei zur Diskussion.

### Theoretische Grundlagen

Die Filterkoeffizienten werden durch die Impulsamplituden der Impulsantwort repräsentiert. Sind die Koeffizienten gegeben, kann die Impulsantwort grafisch und mathematisch beschrieben werden und nach zweidimensionaler Fouriertransformation auch die zugehörige Übertragungsfunktion.



Der Zusammenhang zwischen der zweidimensionalen Impulsantwort und der Übertragungsfunktion lautet wie folgt:

$$h(x, y) = \Delta x \Delta y \cdot \sum_k \sum_i b_{k,i} \cdot \delta(x - k \cdot \Delta x) \cdot \delta(y - i \cdot \Delta y)$$

bzw.

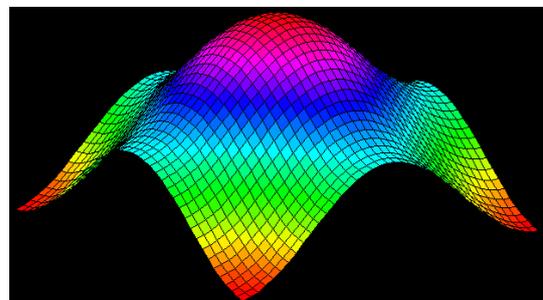
$$h(m, n) = \sum_k \sum_i b_{k,i} \cdot \delta(m - k) \cdot \delta(n - i)$$



$$H(f_x, f_y) = \sum_k \sum_i b_{k,i} \cdot e^{-j2\pi(f_x k \Delta x + f_y i \Delta y)}$$

Das Beispiel einer 3 x 3 Koeffizientenmatrix aus der Vorlesung ergibt unter Nutzung dieser Beziehung:

0	1	0
1	4	1
0	1	0



$$h(m, n) = 4 \cdot \delta(m, n)$$

$$+ 1 \cdot \{ \delta(m-1, n) + \delta(m+1, n) \}$$

$$+ 1 \cdot \{ \delta(m, n-1) + \delta(m, n+1) \}$$



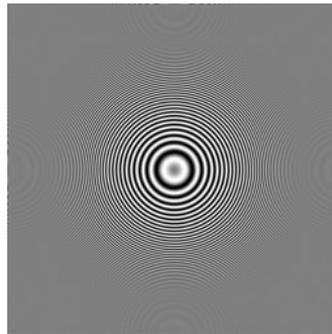
$$H(f_x, f_y) = 4 + 2 \cdot \cos(2\pi f_x \Delta x) + 2 \cdot \cos(2\pi f_y \Delta y)$$

## Versuchskomponenten

Rechner (PC)

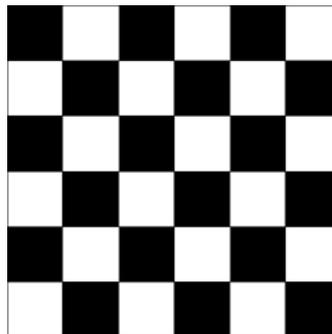
Bildverarbeitungssoftware

Zoneplate Testbild



zone.tif  
512 x 512, schwarz/weiß, 8 Bit/Pixel (Y)

Schachbrett Testbild



checker.tif  
512 x 512, schwarz/weiß, 8 Bit/Pixel (Y)

Reales Bild



ny.jpg  
851 x 574, farbig, 24 Bit/Pixel (RGB)

## Versuchsdurchführung

Alle Filteruntersuchungen sind grundsätzlich mit den drei gegebenen Testvorlagen durchzuführen.

Teilversuch 1	Gegebene horizontale Koeffizienten Berechnen Sie die horizontale Übertragungsfunktion Skizzieren Sie die Sprungantwort über x	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>				1	2	1												
1	2	1																		
Teilversuch 2	Gegebene vertikale Koeffizienten Berechnen Sie die vertikale Übertragungsfunktion Skizzieren Sie die Sprungantwort über y	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td> </td><td>1</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td>2</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td>1</td><td> </td></tr> </table>		1			2			1										
	1																			
	2																			
	1																			
Teilversuch 3	Filtern Sie das jeweilige Bild zunächst horizontal, dann das Ergebnis vertikal mit den Koeffizienten aus Teilversuchen 1 und 2 Welche planaren Filterkoeffizienten müsste man bei einem direkten Filterentwurf berücksichtigen?																			
Teilversuch 4	Gegebene Koeffizientenmatrizen Skizzieren Sie die horizontale und die vertikale Sprungantwort	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px; margin-left: 20px;"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0	1	0	1	4	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0	1	0	1
0	1	0																		
1	4	1																		
0	1	0																		
1	0	1																		
0	4	0																		
1	0	1																		
Teilversuch 5	Gegebene Koeffizientenmatrix mit teilweise negativen Werten Skizzieren Sie die horizontale und die vertikale Sprungantwort	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td>0</td><td>-1</td><td>0</td></tr> <tr><td>-1</td><td>4</td><td>-1</td></tr> <tr><td>0</td><td>-1</td><td>0</td></tr> </table> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px; margin-left: 20px;"> <tr><td>-1</td><td>0</td><td>-1</td></tr> <tr><td>0</td><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>-1</td><td>0</td><td>-1</td></tr> </table>	0	-1	0	-1	4	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	4	0	-1	0	-1
0	-1	0																		
-1	4	-1																		
0	-1	0																		
-1	0	-1																		
0	4	0																		
-1	0	-1																		