(19)   **(KR)**
(12)   **(B1)**

(73)

20

(72)

2 210 1301

3 777- 1   1 803

(74)

:

(54)

(Video Phone)   (Video Conference)   , CCD

(sub- pixel)   .

; (a).   ,
, H   PSF(Point Spread Function), f   , z   , g
                , $g = Bz = Hf + n$ (B,H   , n   H
)   ; (b). PSF(H)   M(f)   , (c).   M(f)   PSF(
H) $f = Pg$ PSF(P)   , (d). $f = Pg = PBz = Qz$ PSF(P)   B   Q
           (f)   .

2

(Video Phone)   (Video Conference)   , CCD

,

(sub- pixel)   ,

2

.

(Resolution)   (Sensor)   (Nyquist Rate)

.

(Bit Rate)   .

,   .

(Expansion)   (Enhancement)

.

,   (Bilinear Interp

olation),   (Zero Order Hold Expansion),   (Cubic Spline)   ,

(Over Blurred)

.

,   ,

.

POCS(Projection Onto Convex Set)   ,
                                                                             (
            ),   (Nakazawa)   ,   (Segmentation)
                (Non- uniform Sample)   (Mapping)
          ,
       .

                                                                                         ,

                    .

                                                                    2
           ,   PSF(Point Spread Functio
n)   ,   PSF
    ,
                   .

                                    ;

(a).   ,   , H
PSF(Point Spread Function), f   , z   , g
                   , g= Bz= Hf+ n (B,H   , n   H   )
     ;

(b). PSF(H)   M(f)

$$M(f) = \| g - Hf \|^2 + \alpha \| Cf \|^2$$

          ,

(c).   M(f)   PSF(H)

$$H(k, l) = \frac{G(k, l)}{F(k, l)}$$

        f= Pg   PSF(P)

$$P(k, l) = \frac{H^*(k, l)}{H^*(k, l)H(k, l) + C^*(k, l)C(k, l)}$$

,

(d) . f= Pg= PBz= Qz PSF(P) B Q (f)

.

1 2 , 2 1 2

.

1 (a i) , (A,B,C,D)

.

(circle) (a i) , 3× 3 2

.

3 3 , 4 3 3

.

3 (a p) , (A,B,C,D,E,F,G,H,I)

.

(circle) (a p) , 4× 4 4 3

3 .

2 3 6 ( )
5 , 6 6 .

5 , '× ' 2 2 ,
4 3 , 2 3

.

2, 4, 6 , 9
(9bit shift) (floating point) .

1 6 2 , 3 , 6 , ,

.

, .

, PSF (spatially invariant point spread funct
ion) ,
PSF .

z, g
f 1 .

1
$$g = Bz = Hf + n$$

1 B,H,n , H
g PSF , n H .

, PSF(H) , (direct inverse) PSF(H)
2 .

2

$$H(k, l) = \frac{G(k, l)}{F(k, l)}$$

2 H(k,l) PSF(H) (k,l) , G(k,l) (k,l)
, F(k,l) (k,l) .

f (under- s
ample) PSF(H) .

, PSF(H) , (k,l) '
0' ( ) (overshoot) ,
PSF(H) (requlariza
tion image restoration) .

PSF , PSF(H)
M(f) 3 .

3

$$M(f) = \| g - Hf \|^2 + \alpha \| Cf \|^2$$

3 ,
.

. 1- 2 (norm) , , C
2 2 (Gaussian Filter) .

3 (Gradient Operator) 4
.

4

$$\nabla_f M(f) = -2H^T(g - Hf) + 2\alpha\, C^T Cf = 0$$

4 T (transpose) .

, ,
.

( ) '1' , (f)
5 .

5

$$f = \frac{H^T g}{(H^T H + C^T C)} = Pg$$

5　　PSF(P)　　P= H^T /(H^T H+ C^T C)　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　,
(block- circulant)　　　　　　　　　　　　　　　　　　.

, PSF(P)　　　　　　　　　6　　　　　　　　　　　　.

6

$$P(k, l) = \frac{H^*(k, l)}{H^*(k, l)H(k, l) + C^*(k, l)C(k, l)}$$

6　　'*'　　　　　　　　　　(complex- conjugate)　　　　.

6　　　　　IFT (Inverse Fourier Transform)　　　　PSF(P)　　　　.

　　　PSF(P)　　　　　　1　　　　　　　　　　　　　f　　　　　7
.

7

$$f = Pg = PBz = Qz$$

, PSF(P)　　　　　　,　　　　　　　　　,　　　　　Q
.

,　　　　　　PSF(P)　　　　　　(up- sampling)　　　.

　　　　2　　　　　　3　　,　　　3　　　　4
.

　　2　　　　　　　　　　　　　　2　　　　　H.263
(sub- pixel)　　　　　　,　　　3　　H.26L
1/3　　　　　　　　.

,
.

(57)

1.

(a).   ,   , H

PSF(Point Spread Function), f   , z   , g

                          , g= Bz= Hf+ n (B,H   , n   H   )

      ;

(b). PSF(H)   M(f)   ,

(c).   M(f)   PSF(H)   , f= Pg   PSF(P)

      ,

(d).   f= Pg= PBz= Qz   PSF(P)   B   Q   (f)

                    ,   .

      2.

    1   ,   M(f)   ;

$$M(f) = \| g - Hf \|^2 + \alpha \| Cf \|^2$$

(, C   2   )

                    ,   .

      3.

    1   ,   PSF(H)   ;

$$H(k, l) = \frac{G(k, l)}{F(k, l)}$$

(G(k,l)   (k,l)   , G(k,l)   (k,l)

)

                                                            .

      4.

    1   ,   PSF(P)   ;

$$P(k, l) = \frac{H^*(k, l)}{H^*(k, l)H(k, l) + C^*(k, l)C(k, l)}$$
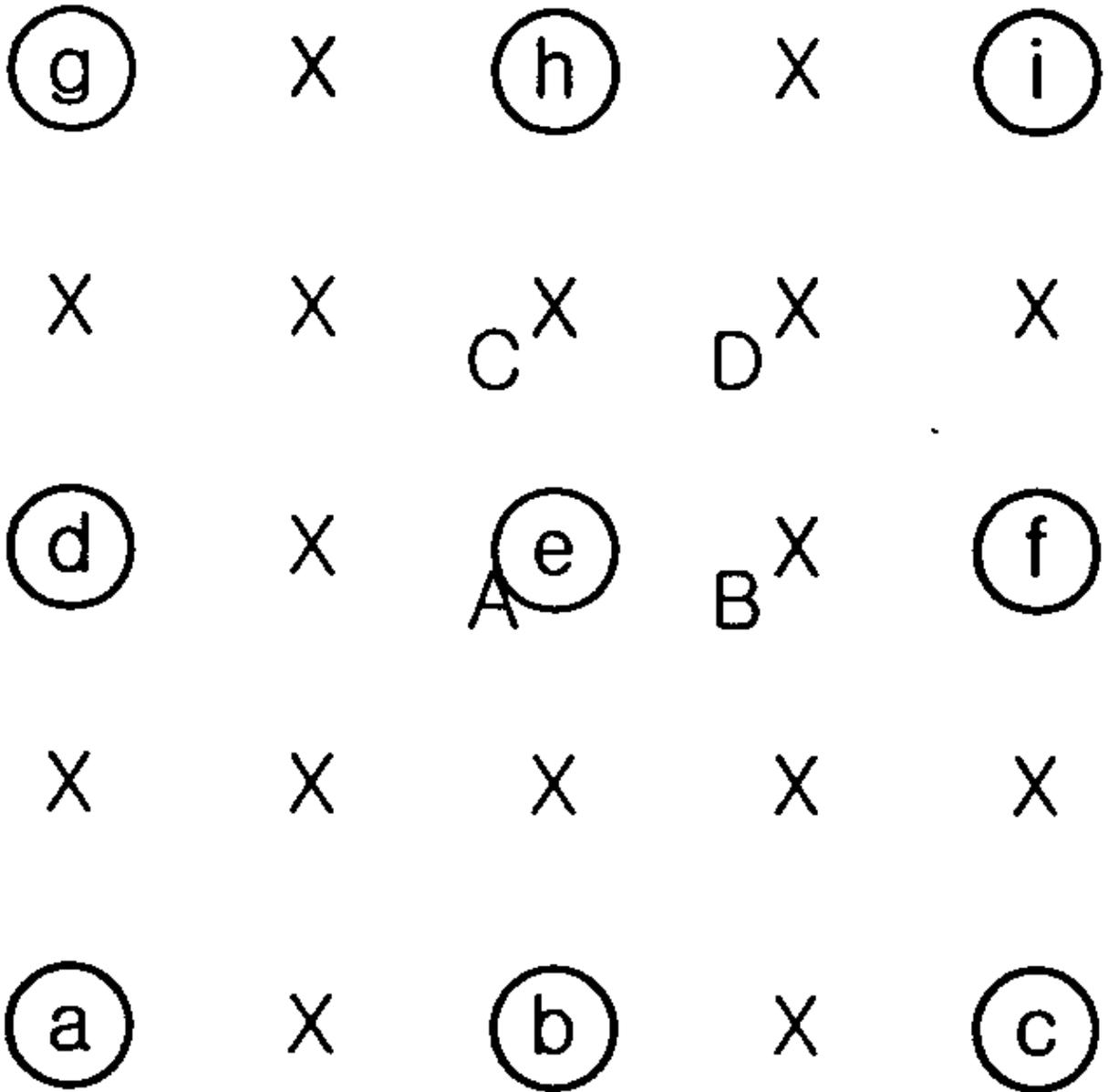
      IFT(Inverse Fourier Transform)   ,

      .

5.

2   ,   '1'   ,
.

6.

1   4   ,   PSF(P)
,   .

7.

2   ,   2   2   (Gaussian Filter)
,   .

1

g   X   h   X   i

X   X   C^{X} D^{X} X

d   X   A e   B^{X} f

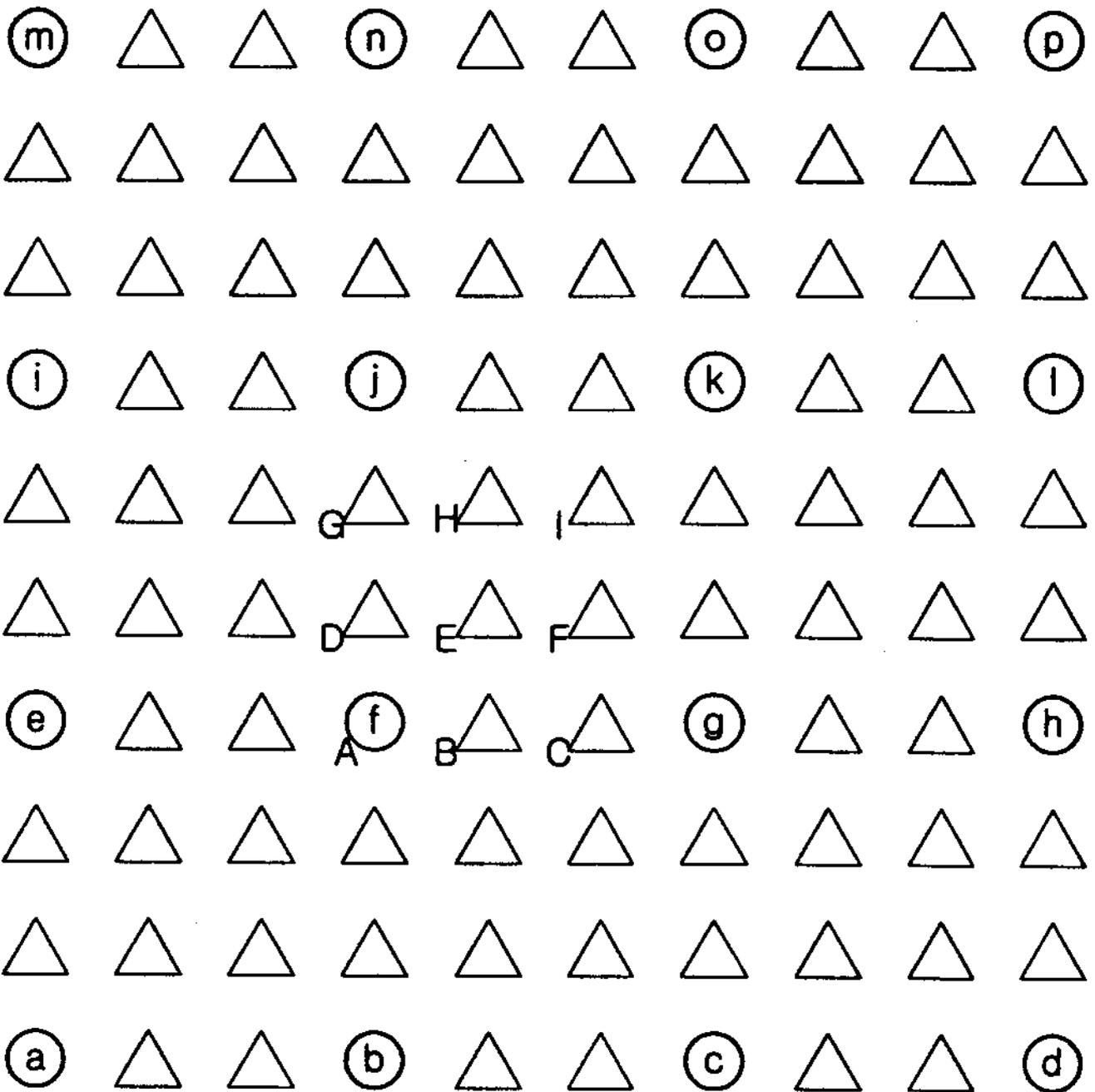X   X   X   X   X

a   X   b   X   c

2

$$
\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{bmatrix} = 1/512 \begin{bmatrix} 1 & 94 & -15 & 94 & 391 & -15 & -15 & -15 & -8 \\ -15 & 86 & -9 & -13 & 370 & 113 & -6 & -14 & -18 \\ -15 & -13 & -6 & 86 & 370 & -14 & 9 & 113 & -18 \\ -6 & -14 & -14 & -14 & 349 & 107 & -14 & 107 & 11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \\ i \end{bmatrix}
$$

3

4

$$
\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \\ I \end{bmatrix} = 1/512
\begin{bmatrix}
-4 & 60 & -22 & 0 & 104 & 387 & -3 & 0 & -4 & 7 & -13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-15 & 71 & -22 & 0 & 11 & 422 & 63 & 0 & -11 & 12 & -19 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 44 & 9 & -8 & -17 & 307 & 215 & -8 & -6 & 4 & -11 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-16 & -8 & -16 & 0 & 103 & 372 & -3 & 0 & 9 & 91 & -20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & -4 & -25 & 0 & 9 & 403 & 61 & 0 & -12 & 107 & -15 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-8 & -9 & -23 & -5 & -19 & 284 & 229 & -10 & -13 & 69 & 29 & -12 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-8 & -10 & -6 & 0 & 44 & 212 & -16 & 0 & 71 & 269 & -11 & 0 & -11 & -16 & -6 & 0 \\
-4 & -9 & -10 & 0 & -6 & 226 & 52 & 0 & 2 & 272 & 22 & 0 & -6 & -15 & -12 & 0 \\
-2 & -8 & -12 & -2 & -16 & 160 & 100 & -9 & -15 & 213 & 143 & -2 & -9 & -12 & -15 & -2
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \\ i \\ j \\ k \\ l \\ m \\ n \\ o \\ p \end{bmatrix}
$$

5

(m) (n) (o) (p)

(i) (j) □ △ x △ □ (k) (l)

□ □ □ □ □ □ □
S T U V W X

△ □ △ □ △ □ △
P Q R

x □ □ x □ □ x
L M N O

△ □ △ □ △ □ △
I J K

□ □ □ □ □ □ □
C D E F G H

(e) (f) □ △ x △ □ (g) (h)
A B

(a) (b) (c) (d)

6

$$
\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \\ I \\ J \\ K \\ L \\ M \\ N \\ O \\ P \\ Q \\ R \\ S \\ T \\ U \\ V \\ W \\ X \end{bmatrix} = 1/512
\begin{bmatrix}
-7 & 81 & -14 & 0 & 52 & 405 & 24 & 0 & -13 & -2 & -14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & 23 & 52 & -12 & -9 & 201 & 302 & -12 & -3 & -5 & -13 & -6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-8 & 43 & -16 & 0 & 99 & 382 & -9 & 0 & -3 & 38 & -14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-10 & 38 & -20 & 0 & 54 & 397 & 27 & 0 & -7 & 49 & -16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-13 & 33 & -23 & 0 & 10 & 413 & 62 & 0 & -12 & 59 & -17 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & 26 & -15 & -3 & -4 & 354 & 142 & -5 & -11 & 48 & -4 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-10 & 17 & -8 & -7 & -13 & 295 & 221 & -9 & -10 & 36 & 9 & -9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-5 & 4 & 18 & -11 & -9 & 197 & 302 & -9 & -5 & 17 & 24 & -11 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-14 & -6 & -21 & 0 & 56 & 338 & 29 & 0 & -2 & 99 & -17 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-10 & -7 & -24 & -3 & -5 & 344 & 145 & -5 & -12 & 88 & 7 & -6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-4 & -13 & -16 & -11 & -10 & 194 & 301 & -6 & -6 & 39 & 60 & -16 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & -13 & -9 & 0 & 53 & 363 & 26 & 0 & 1 & 111 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-9 & -14 & -11 & 0 & 19 & 356 & 67 & 0 & -6 & 109 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-9 & -9 & -14 & -2 & -9 & 261 & 195 & -5 & -9 & 74 & 45 & -6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-12 & -5 & -13 & -4 & -5 & 174 & 282 & -9 & -5 & 42 & 79 & -12 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-6 & -10 & -8 & 0 & 19 & 219 & 18 & 0 & 37 & 271 & 6 & 0 & -9 & -16 & -9 & 0 \\
-8 & -9 & -6 & 1 & -11 & 193 & 76 & -4 & -7 & 243 & 83 & -4 & -4 & -14 & -14 & -1 \\
-1 & -8 & -11 & -4 & -8 & 102 & 156 & -13 & -8 & 142 & 206 & -10 & -1 & -11 & -15 & -4 \\
-4 & -5 & -3 & 0 & 23 & 153 & -16 & 0 & 83 & 330 & -13 & 0 & -13 & -16 & -7 & 0 \\
-3 & -5 & -4 & 0 & 6 & 151 & 0 & 0 & 45 & 338 & 15 & 0 & -11 & -9 & -11 & 0 \\
-2 & -5 & -5 & 0 & -10 & 149 & 15 & 0 & 7 & 347 & 43 & 0 & -9 & -2 & -16 & 0 \\
-2 & -4 & -6 & -1 & -12 & 125 & 35 & -4 & -5 & 304 & 111 & -4 & -6 & -3 & -14 & -2 \\
-1 & -4 & -6 & -1 & -14 & 102 & 55 & -8 & -16 & 260 & 179 & -9 & -4 & -4 & -13 & -4 \\
-1 & -4 & -6 & -2 & -7 & 62 & 104 & -12 & -8 & 172 & 255 & -11 & -2 & -9 & -14 & -5
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \\ i \\ j \\ k \\ l \\ m \\ n \\ o \\ p \end{bmatrix}
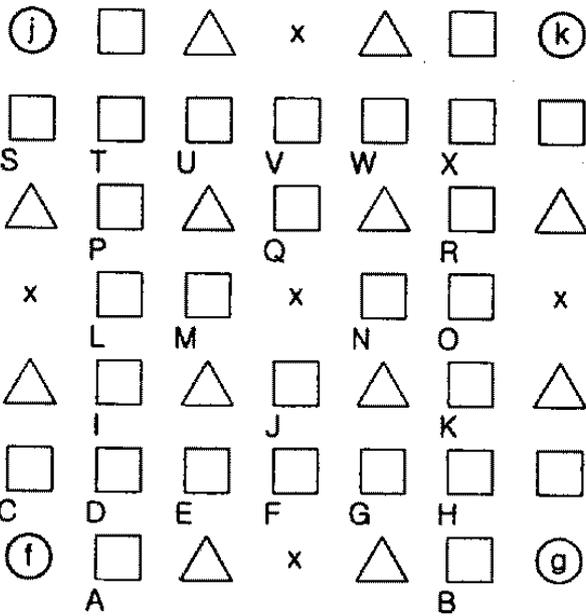$$