

Convolution

DCS HW05

Image & filter

- Use A1~A8, B1~B8... to represent each pixel in image
- Use A~E to represent 1x5 filter
- Use F~J to represent 5x1 filter

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

F
G
H
I
J

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8

1x5 convolution

- No zero padding
- Stride = 1 (filter往下或往右一次移動一格)
- 從左上角開始把相同位置的image和filter相乘
- 再把相乘完的5個數相加可得相對應位置的結果

Step 1

- $I1 = A1 * A + A2 * B + A3 * C + A4 * D + A5 * E$

A	B	C	D	E	A6	A7	A8
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

Step 2

- $I2 = A2 * A + A3 * B + A4 * C + A5 * D + A6 * E$

A1	A	B	C	D	E	A7	A8
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

Step 3

- $I3 = A3 * A + A4 * B + A5 * C + A6 * D + A7 * E$

A1	A2	A	B	C	D	E	A8
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

Step 4

- $I4 = A4 * A + A5 * B + A6 * C + A7 * D + A8 * E$

A1	A2	A3	A	B	C	D	E
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

Step 5

- $I1 = B1 * A + B2 * B + B3 * C + B4 * D + B5 * E$

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A	B	C	D	E	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

Step 6

- $I1 = B2 * A + B3 * B + B4 * C + B5 * D + B6 * E$

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
B1	A	B	C	D	E	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Step 32

- $P4 = H4 * A + H5 * B + H6 * C + H7 * D + H8 * E$

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
H1	H2	H3	A	B	C	D	E



I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	L4
M1	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4

5x1 convolution

- No zero padding
- Stride = 1 (filter往下或往右一次移動一格)
- 從左上角開始把相同位置的image和filter相乘
- 再把相乘完的5個數相加可得相對應位置的結果

Step 1

- $Q1 = I1 * F + J1 * G + K1 * H + L1 * I + M1 * J$

F	I2	I3	I4
G	J2	J3	J4
H	K2	K3	K4
I	L2	L3	L4
J	M2	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4

Step 2

- $Q2 = I2 * F + J2 * G + K2 * H + L2 * I + M2 * J$

I1	F	I3	I4
J1	G	J3	J4
K1	H	K3	K4
L1	I	L3	L4
M1	J	M3	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4

Step 3

- $Q3 = I3 * F + J3 * G + K3 * H + L3 * I + M3 * J$

I1	I2	F	I4
J1	J2	G	J4
K1	K2	H	K4
L1	L2	I	L4
M1	M2	J	M4
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4

Step 4

- $Q4 = I4 * F + J4 * G + K4 * H + L4 * I + M4 * J$

I1	I2	I3	F
J1	J2	J3	G
K1	K2	K3	H
L1	L2	L3	I
M1	M2	M3	J
N1	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4

Step 5

- $R1 = J1 * F + K1 * G + L1 * H + M1 * I + N1 * J$

I1	I2	I3	I4
F	J2	J3	J4
G	K2	K3	K4
H	L2	L3	L4
I	M2	M3	M4
J	N2	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4

Step 6

- $R2 = J2 * F + K2 * G + L2 * H + M2 * I + N2 * J$

I1	I2	I3	I4
J1	F	J3	J4
K1	G	K3	K4
L1	H	L3	L4
M1	I	M3	M4
N1	J	N3	N4
O1	O2	O3	O4
P1	P2	P3	P4



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4



Step 16

- $T4 = L4 * F + M4 * G + N4 * H + O4 * I + P4 * J$

I1	I2	I3	I4
J1	J2	J3	J4
K1	K2	K3	K4
L1	L2	L3	F
M1	M2	M3	G
N1	N2	N3	H
O1	O2	O3	I
P1	P2	P3	J



Q1	Q2	Q3	Q4
R1	R2	R3	R4
S1	S2	S3	S4
T1	T2	T3	T4