KANGWON NATIONAL UNIVERSITY

컴퓨터비전 실습

실습8 | Harris Corner

실습과제 이루리 내 제출

CVMIPLAB @ KNU

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

문제

주어진 코드를 활용하여 “bucks.jpg” 파일을 **흑백으로** 읽은 뒤,
Harris Corner Algorithm을 구현하세요.

요구 결과

`HarrisCorner::FindConfidenceMap` 함수 안의 `confidence_map`에
마지막 페이지의 이미지와 같이 Moravec Algorithm를 적용하여 Edge를 검출하고 저장합니다.
결과 이미지는 “bucks_moravec.bmp” 파일로 저장합니다.

저장된 영상과 구현한 “.cpp” 총 2개의 파일을 압축하여 이루리 시스템에 제출합니다.

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

WSSD(Weight Sum of Squared Difference)

$$S(v,u) = \sum_{y}\sum_{x} G(y,x)(f(y+v,x+u) - f(y,x))^2$$

$$v,u : y,x \text{의} \, windowsize$$

$$G : GaussianMask$$

$$G_{\sigma}(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2}\exp^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}}\right)$$

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

2차 모멘트 행렬 변환

등방성(Iostropic property) : 모든 방향을 동등하게 취급

기존 동서남북 ((0,1),(0,-1),(1,0),(-1,)) 방향 → 등방성 만족이 어려움

32,48 도 등의 회전에 대처하지 못한다.

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

$$
\begin{aligned}
S(v,u) &\cong \sum_y \sum_x G(y,x)(vd_y + ud_x)^2 \\
&= \sum_y \sum_x G(y,x)(v^2 d_y^2 + 2vud_y d_x + u^2 d_x^2) \\
&= \sum_y \sum_x G(y,x)(v\ u)\begin{pmatrix} d_y^2 & d_y d_x \\ d_y d_x & d_x^2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} v \\ u \end{pmatrix} \\
&= (v\ u)\sum_y \sum_x G(y,x)\begin{pmatrix} d_y^2 & d_y d_x \\ d_y d_x & d_x^2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} v \\ u \end{pmatrix}
\end{aligned}
$$

$$
S(v,u) \cong (v\ u)\begin{pmatrix} G \circledast d_y^2 & G \circledast d_y d_x \\ G \circledast d_y d_x & G \circledast d_x^2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} v \\ u \end{pmatrix} = \mathbf{uAu}^{\mathrm{T}}
$$

※ 실습 진행시에는 Sobel Filter를
활용해서 진행하여 주시면 됩니다.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Gx

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Gy

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

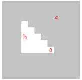
예제 4-2 **2차 모멘트 행렬 A 계산**

[예제 4-1]에서 사용한 [그림 4-3(a)]의 영상에서 행렬 **A**를 계산하는 과정을 살펴보자. [그림 4-5(a)]는 편의상 같은 영상을 다시 보여주는 것이고, [그림 4-5(b)]는 d_y, d_x, d_y^2, d_x^2, $d_y d_x$를 구한 영상이다. d_y와 d_x를 구하기 위해 각각 $[-1\ 0\ 1]^T$와 $[-1\ 0\ 1]$ 연산자를 사용하였다. [그림 4-5(c)~(e)]의 영상을 얻기 위해 다음과 같이 $\sigma=1.0$인 가우시안 마스크 G를 사용하였다.

$$G = \begin{array}{|c|c|c|} \hline .0751 & .1238 & .0751 \\ \hline .1238 & .2042 & .1238 \\ \hline .0751 & .1238 & .0751 \\ \hline \end{array}$$

이제 어떤 점의 행렬 **A**를 구할 수 있다. 예를 들어, 점 a의 행렬은 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0.522 & -0.199 \\ -0.199 & 0.527 \end{pmatrix}$이다.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	c 0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	b 1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	1	1	a 1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



(a) 원래 영상 f

$> d_y$ $> d_x$ $> d_y^2$ $> d_x^2$ $> d_y d_x$

(b) 도함수 영상(흰색은 1, 회색은 0, 검은색은 −1)

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-.075	-.124	-.075	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-.199	-.403	-.323	-.075	0	0	0	0	0
0	0	0	-.199	-.527	-.602	-.323	-.075	0	0	0	0
0	0	0	-.075	-.323	-.602	-.602	-.323	-.075	0	0	0
0	0	-.075	-.124	-.150	-.323	-.527	-.403	-.124	0	0	0
0	0	-.075	-.204	-.124	-.075	-.199	-.199	-.075	0	0	0
0	0	-.075	-.124	-.075	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(e) $G \circledast d_y d_x$

그림 4–5 2차 모멘트 행렬 A를 구하는 과정

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	.075	.124	.075	0	0	0	0	0	0	0
0	0	.199	.403	.323	.075	0	0	0	0	0	0
0	0	.199	.527	.602	.323	.075	0	0	0	0	0
0	0	.075	.323	.602	.602	.323	.075	0	0	0	0
0	0	0	.075	.323	.602	.602	.323	.075	0	0	0
0	0	.075	.199	.349	.597	.726	.478	.124	0	0	0
0	0	.199	.527	.726	.801	.801	.522	.150	0	0	0
0	0	.199	.527	.726	.726	.651	.403	.124	0	0	0
0	0	.075	.199	.274	.274	.274	.199	.075	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(c) $G \circledast d_y^2$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	.075	.124	.150	.124	.075	0	0	0	0	0	0
0	.199	.403	.521	.478	.323	.075	0	0	0	0	0
0	.274	.651	.801	.726	.602	.323	.075	0	0	0	0
0	.274	.726	.801	.597	.602	.602	.323	.075	0	0	0
0	.274	.726	.726	.349	.323	.602	.602	.323	.075	0	0
0	.199	.527	.527	.199	.075	.323	.527	.403	.124	0	0
0	.075	.199	.199	.075	0	.075	.199	.199	.075	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(d) $G \circledast d_x^2$

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

$$C = \lambda_1 \lambda_2 - k(\lambda_1 + \lambda_2)^2 \qquad (4.8)$$

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} p & r \\ r & q \end{pmatrix}$$

$$C = det(\mathbf{A}) - k \times trace(\mathbf{A})^2 = (pq - r^2) - k(p + q)^2 \qquad (4.9)$$

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

1. Sobel 필터를 이용하여 dx, dy, dxy 구합니다

2. 가우시안 필터를 적용

$$\begin{pmatrix} G \circledast d_y^2 & G \circledast d_y d_x \\ G \circledast d_y d_x & G \circledast d_x^2 \end{pmatrix}$$

3. 특성 가능성 값을 구하여 ConfidenceMap을 구합니다.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} p & r \\ r & q \end{pmatrix}$$

$$C = det(\mathbf{A}) - k \times trace(\mathbf{A})^2 = (pq - r^2) - k(p + q)^2 \qquad (4.9)$$

실습 8-1 | Harris Corner Algorithm

결과화면