

제6장 영상 워핑과 모핑

영상 처리

청주대학교 대학원 전자공학과
한철수

목차

- 영상 워핑
- 영상 모핑
- 실습

영상 워핑(Warping)

- 픽셀의 위치를 이동하는 기하학적 처리
- 회전, 이동, 확대/축소 등의 기하학적 처리와의 차이점
 - 픽셀마다 이동 정도가 다름
- 영상이 그려진 고무판을 임의로 구부리는 효과를 낼 수 있음

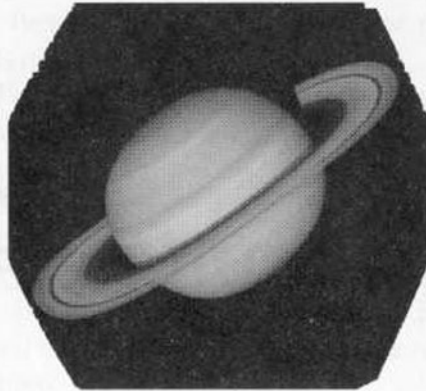


영상 워핑의 사용 예 (1/2)

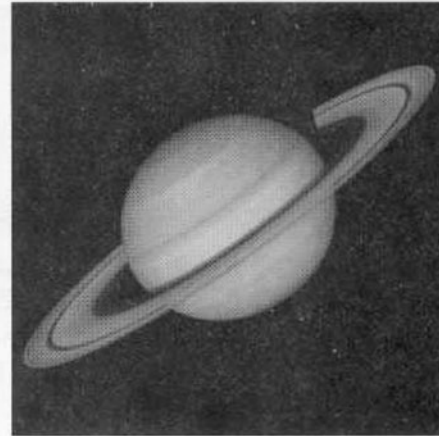
- 인공 위성이나 우주선에서 보내온 일그러진 영상을 복원하는데 처음 사용되었음
- TV나 영화에서 물체, 동물, 배우의 모습을 변형하는데 사용
- 미아의 성장 모습을 생성하는데 사용



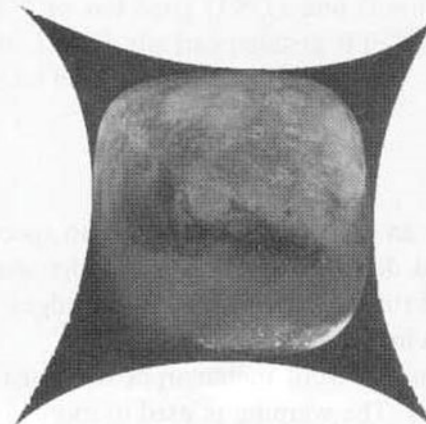
영상 워핑의 사용 예 (2/2)



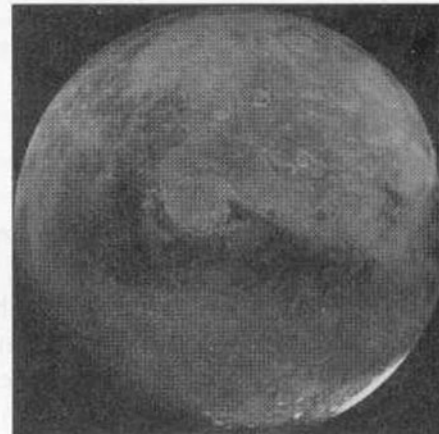
(a)



(b)



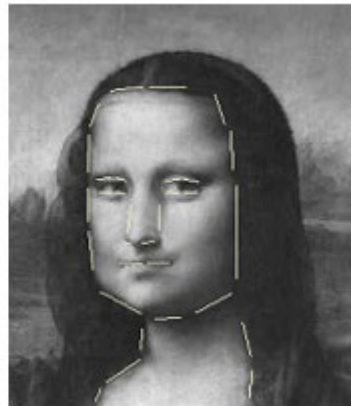
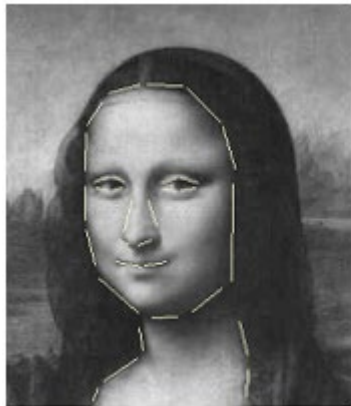
(c)



(d)

입력 영상과 출력 영상의 대응관계 기술

- 제어선, 제어점, 그물망, 다각형 등 다양한 방법이 있음



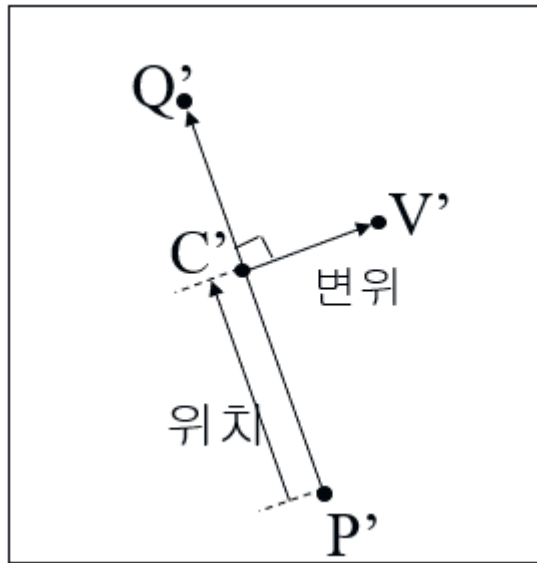
제어선



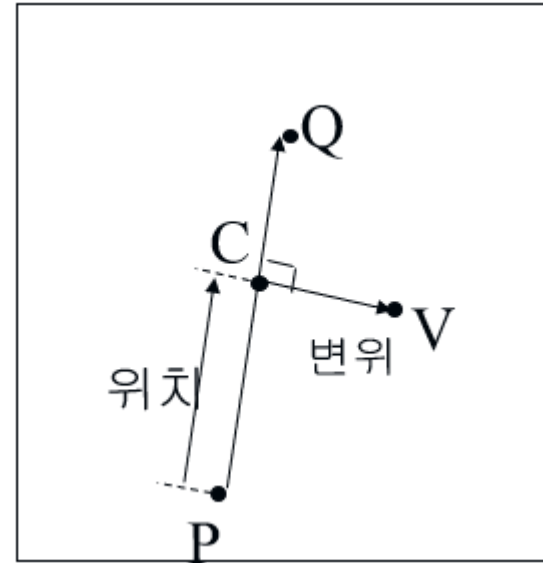
제어점

제어선을 이용한 워핑

- 출력 영상의 픽셀 V 에 대응되는 입력 영상의 픽셀 V' 을 찾아서 픽셀값을 복사해야 함
- 수직 교차점이 제어선 내부에 존재할 때

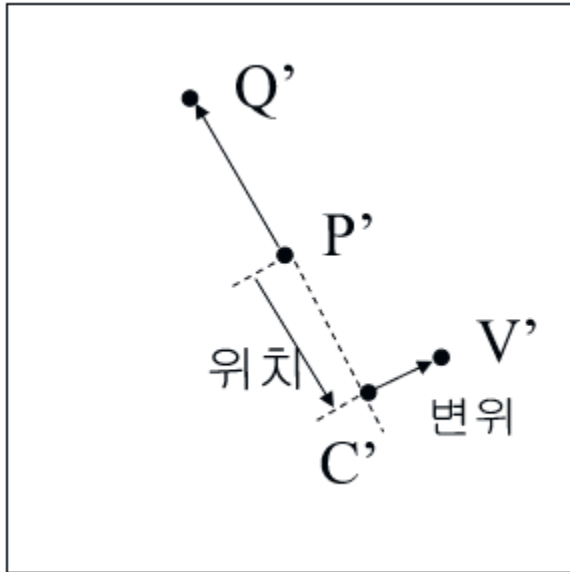


입력 영상

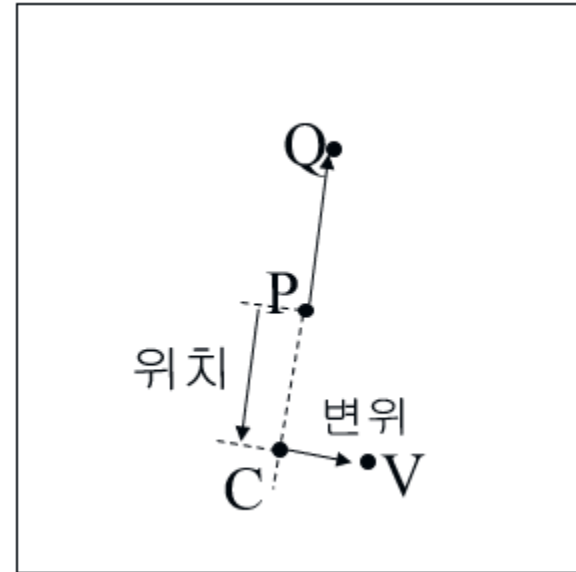


출력 영상

수직 교차점이 제어선 외부에 존재할 때



입력 영상



출력 영상

제어선이 여러 개인 경우

- 제어선은 영상 내의 모든 픽셀들에 영향을 미침
- 각 제어선에 대한 가중치를 고려함

$$\text{가중치} = \left(\frac{\text{제어선의 길이 } p}{(a + \text{픽셀과 제어선의 거리})} \right)^b$$

p : 선의 길이에 대한 가중치 ($0 \leq p \leq 1$)

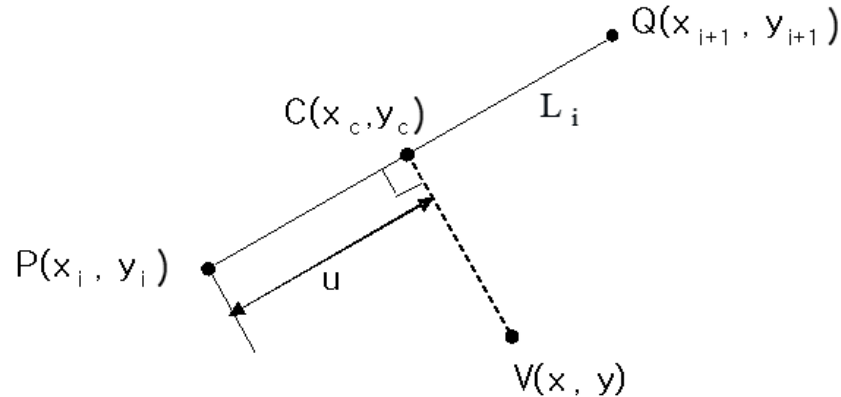
a : 0으로 나누는 것을 방지

b : 거리의 증가에 대한 가중치의 감소율 ($0.5 \leq b \leq 2.0$)

제어선을 이용한 영상 워핑 알고리즘

```
warping()
{
    출력 영상의 각 픽셀  $V(x,y)$  에 대하여 {
        tx = 0 // x방향 변위의 합을 나타내는 변수를 초기화한다
        ty = 0 // y방향 변위의 합을 나타내는 변수를 초기화한다
        totalWeight = 0 // 가중치의 합을 나타내는 변수를 초기화한다
        각 제어선  $L_i$  에 대하여 {
             $V$ 와  $L_i$ 의 수직교차점의 위치  $u$ 를 계산한다.
             $V$ 와  $L_i$ 의 수직 변위  $h$ 를 계산한다
             $u$ 와  $h$ 를 이용하여 입력 영상에서의 대응 위치  $V'(x', y')$ 을 구한다.
             $V$ 와  $L_i$ 사이의 거리를  $d$ 를 계산한다.
            weight = ((제어선의 길이 $p$ )/(a+d))b
            tx = tx + (x'-x) * weight
            ty = ty + (y'-y) * weight
            totalWeight = totalWeight + weight
        }
        X = x + tx / totalWeight
        Y = y + ty / totalWeight
        입력 영상의  $V'(X,Y)$  픽셀의 값을 출력 영상의  $V(x,y)$ 픽셀에 복사한다.
    }
}
```

수직 교차점의 위치 계산



- 수직 교차점의 위치에 따른 u 의 범위

$u < 0$: P 바깥에 위치

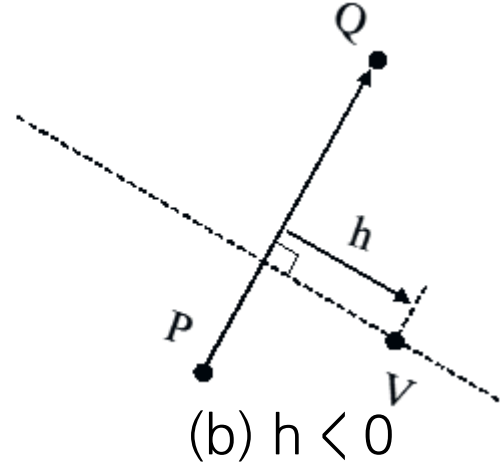
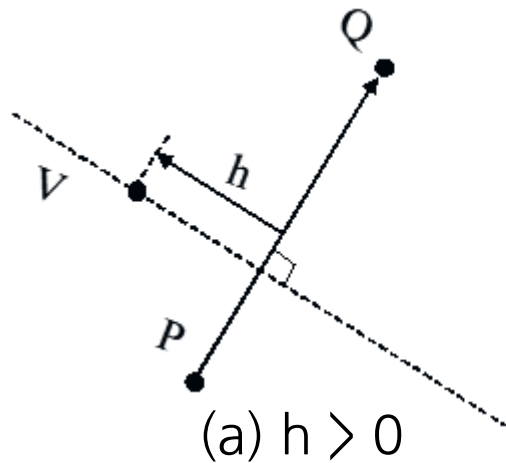
$0 \leq u \leq 1$: 제어선 내부에 위치

$u > 1$: Q 바깥에 위치

- u 값의 계산

$$u = \frac{(x - x_i)(x_{i+1} - x_i) + (y - y_i)(y_{i+1} - y_i)}{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

제어선으로부터의 변위 계산



- 픽셀의 위치에 따른 h의 범위

$h < 0$: 픽셀이 제어선 아래쪽에 있음

$h = 0$: 픽셀이 제어선에 있음

$h > 0$: 픽셀이 제어선 위쪽에 있음

- h 값의 계산

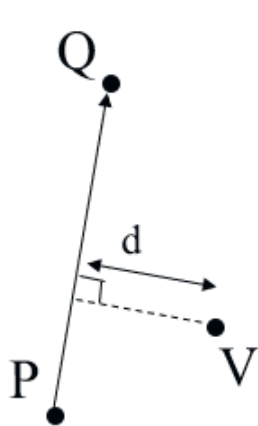
$$h = \frac{(y - y_i)(x_{i+1} - x_i) - (x - x_i)(y_{i+1} - y_i)}{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}$$

제어선별 입력 영상에서 대응 픽셀의 위치 계산

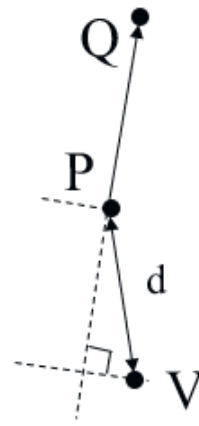
$$x' = x_i' + u \times (x_{i+1}' - x_i') - \frac{h \times (y_{i+1}' - y_i')}{\sqrt{(x_{i+1}' - x_i')^2 + (y_{i+1}' - y_i')^2}}$$
$$y' = y_i' + u \times (y_{i+1}' - y_i') + \frac{h \times (x_{i+1}' - x_i')}{\sqrt{(x_{i+1}' - x_i')^2 + (y_{i+1}' - y_i')^2}}$$

(x_i', y_i') 과 (x_{i+1}', y_{i+1}') : 입력영상의 제어선 Li의 양 끝점 좌표

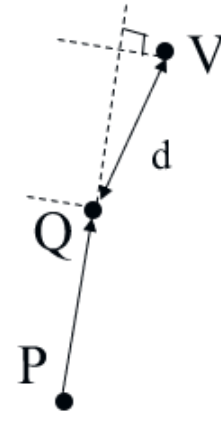
픽셀과 제어선의 거리 계산



(a) 수직 교차점이 제어선
내부에 있는 경우



(b) 수직 교차점이 제어선
외부에 있는 경우



$$d = \begin{cases} \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} & u < 0 \\ \sqrt{(x - x_{i+1})^2 + (y - y_{i+1})^2} & u > 1 \\ |h| & 0 \leq u \leq 1 \end{cases}$$

제어선의 가중치 계산

$$\begin{aligned} weight &= \left(\frac{\text{제어선길이}^p}{(a+d)} \right)^b \\ &= \left(\frac{\left(\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \right)^{0.75}}{(0.001 + d)} \right)^2 \end{aligned}$$

입력 영상에서 대응 픽셀의 위치 누적

$$t_x = t_x + (x' - x) \times weight$$

$$t_y = t_y + (y' - y) \times weight$$

$$totalWeight = totalWeight + weight$$

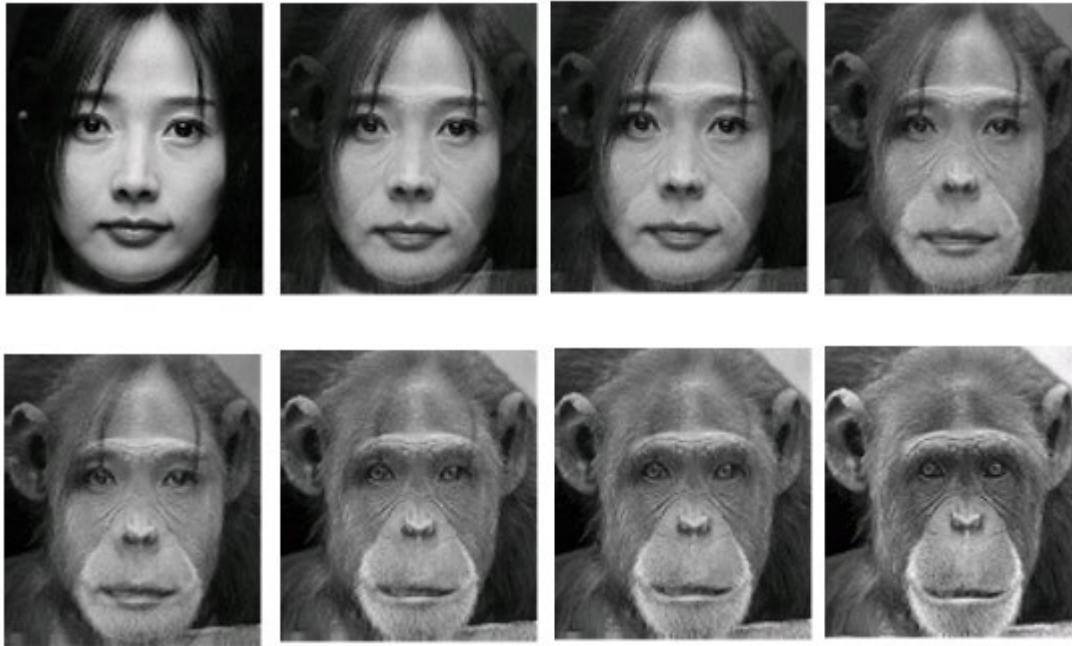
입력 영상에서 대응 픽셀의 최종 위치 계산

$$X = x + \frac{t_x}{totalWeight}$$

$$Y = y + \frac{t_y}{totalWeight}$$

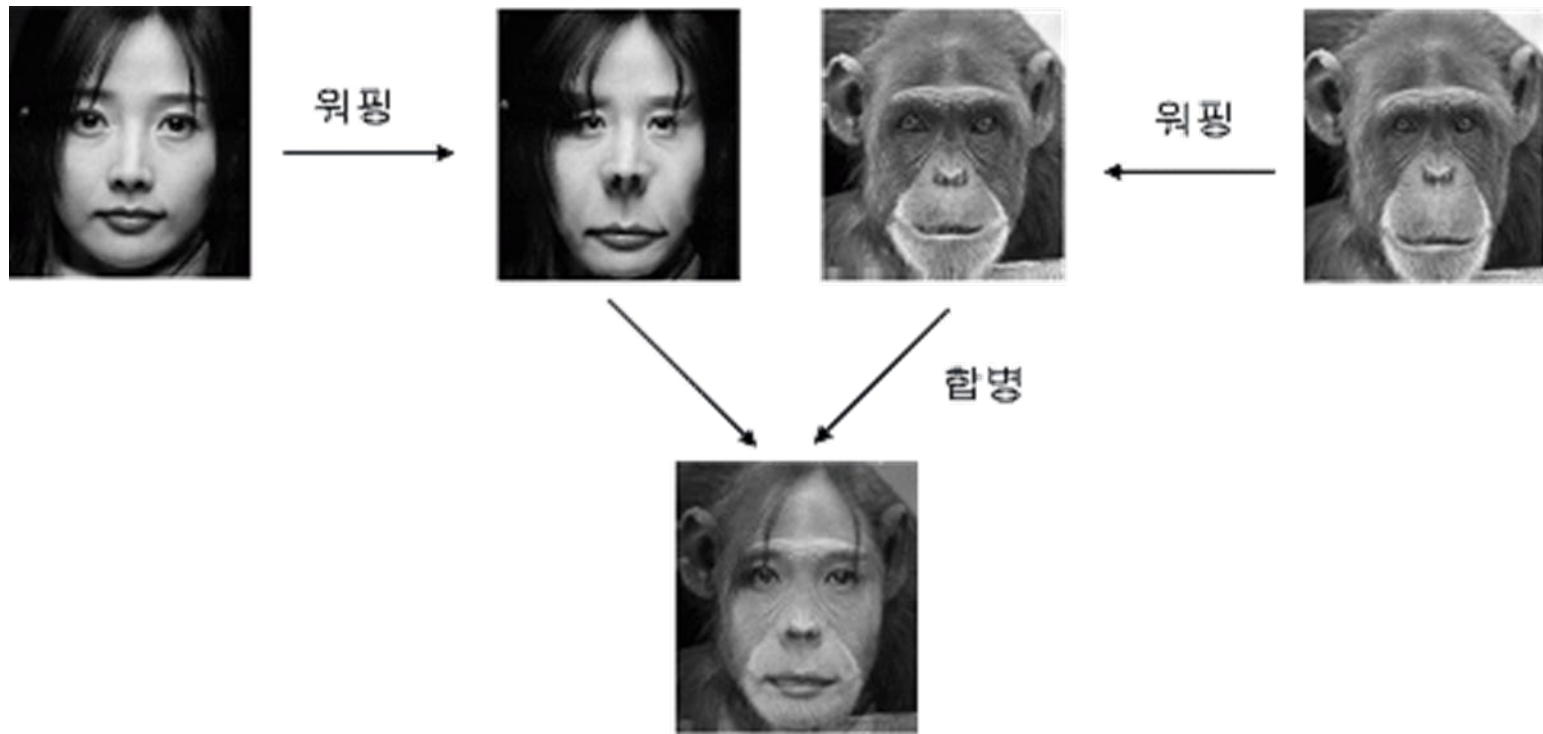
영상 모핑(Morphing)

- 두 개의 서로 다른 입력 영상에 대하여 한 영상을 다른 영상으로 변환



모핑의 단계

- 모핑은 워핑과 합병의 두 단계로 구성



두 영상 사이의 대응관계 기술

- 모핑을 위해서는 두 영상 사이의 대응관계를 기술해야 함



중간 프레임에 대한 제어선 생성

- 두 입력 영상의 제어선으로부터 보간법을 사용하여 생성



영상1의 제어선



중간 프레임의 제어선



영상2의 제어선

K번째 중간 프레임에 대한 제어선 계산

$$u = k / N$$

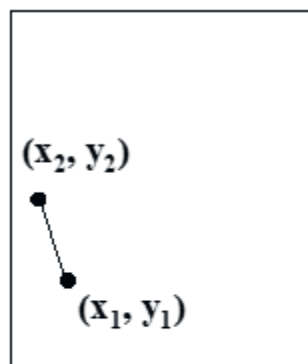
$$x_p = x_1 + u(x_3 - x_1)$$

$$y_p = y_1 + u(y_3 - y_1)$$

$$x_q = x_2 + u(x_4 - x_2)$$

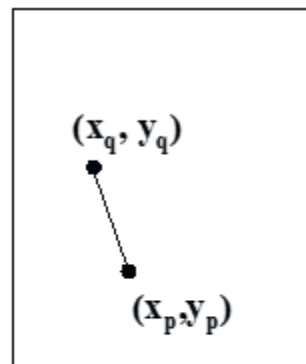
$$y_q = y_2 + u(y_4 - y_2)$$

N : 전체 프레임 수



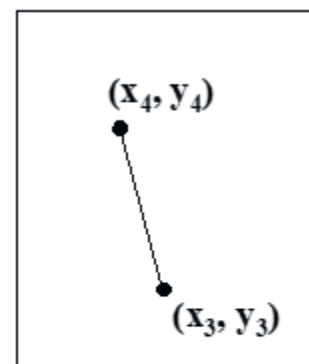
입력 영상 1

...



K 번째 중간 프레임

...



입력 영상 2

영상 합병

$$u = k / N$$

$$O(x, y) = (1 - u) \times I_1(x, y) + u \times I_2(x, y)$$

$I_1(x, y)$: 입력 영상 1로부터 복사되는 픽셀 값

$I_2(x, y)$: 입력 영상 2로부터 복사되는 픽셀 값

질문

Q&A