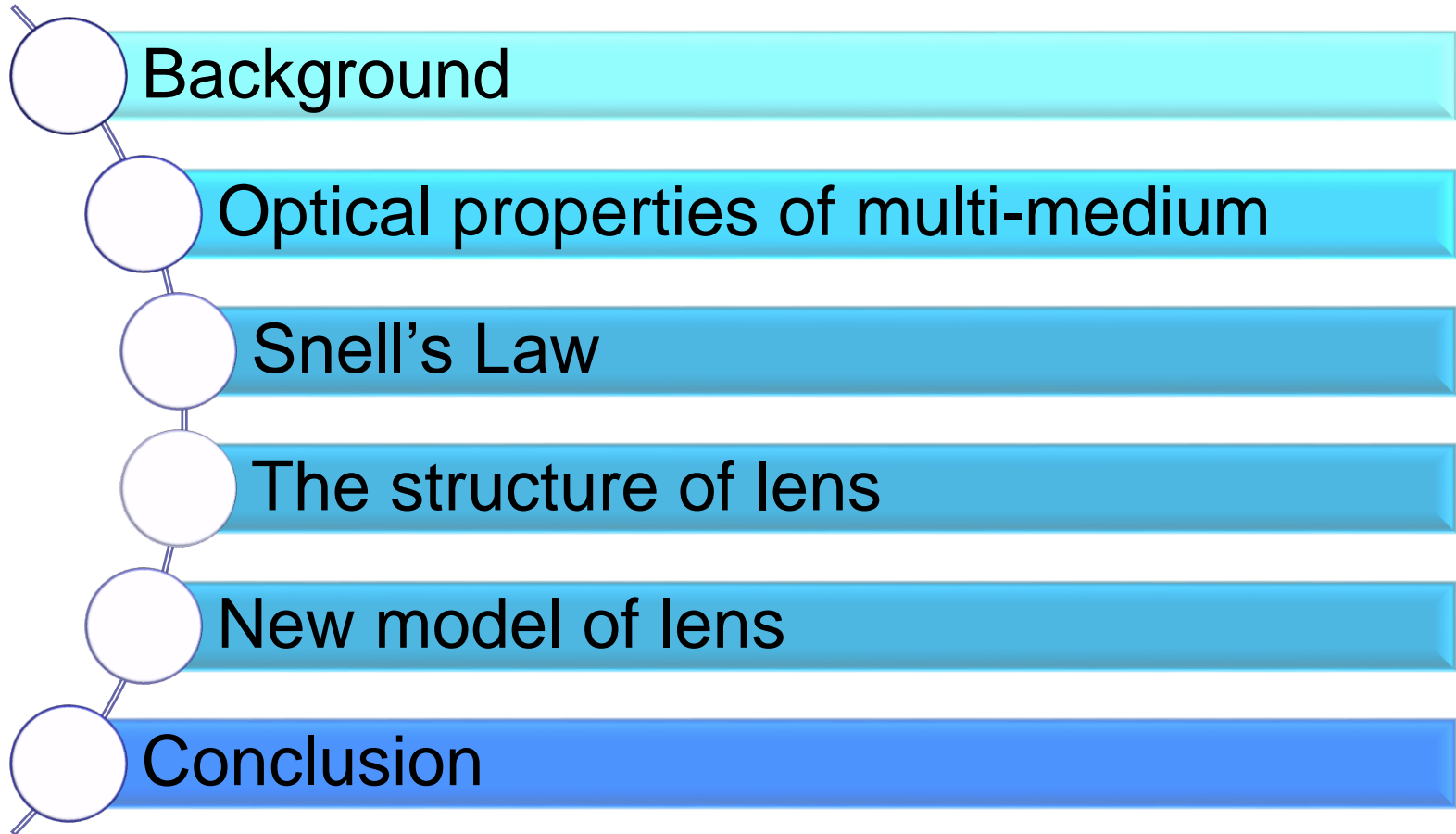


Measurement of the thickness Of the underwater object

유용길

Index



Background

- 수중 Cavitation

- 포일 혹은 프로펠러 표면에 유속으로 인한 Cavitation 발생.



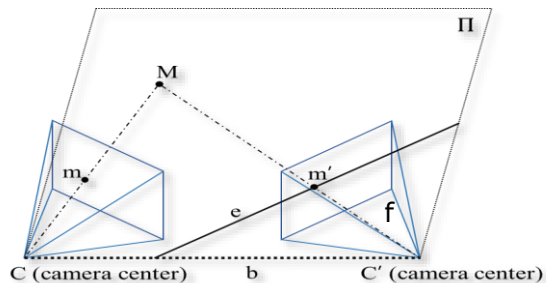
- Cavitation으로 인한 구조물 파손 발생



Background

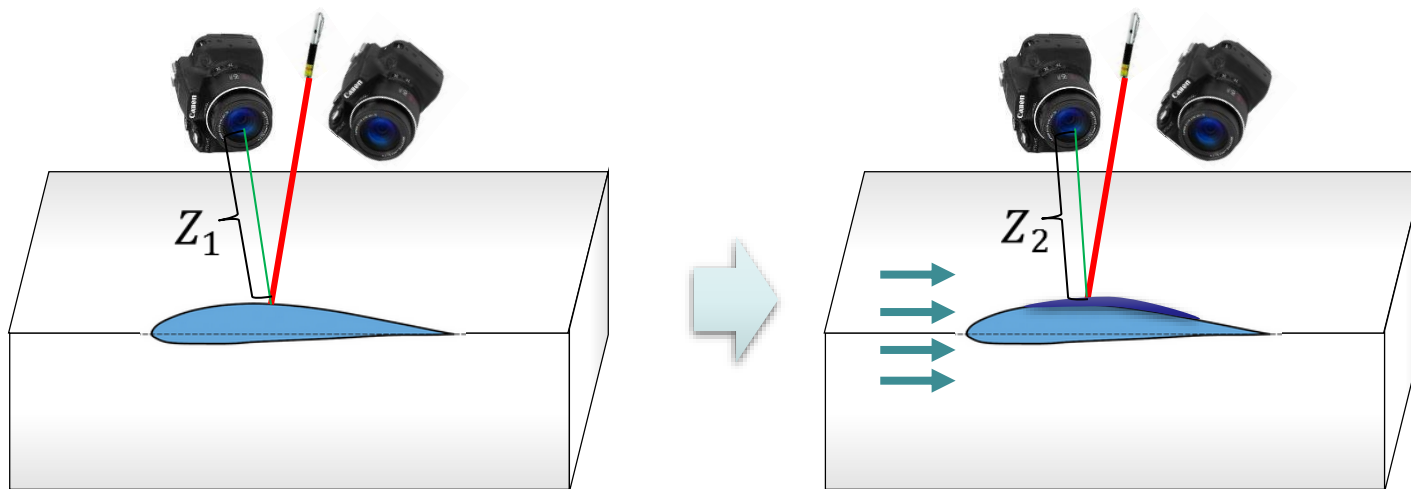
● Cavitation 두께 계측

- 삼각 측량법(Stereo Triangulation)을 이용한 거리 정보 산출 방법



M: 실제 정합점 위치
m, m': 영상 평면에서의 정합점
f: 초점 거리
C, C' 양 카메라의 영상중심

- Cavitation 두께 계측 방법



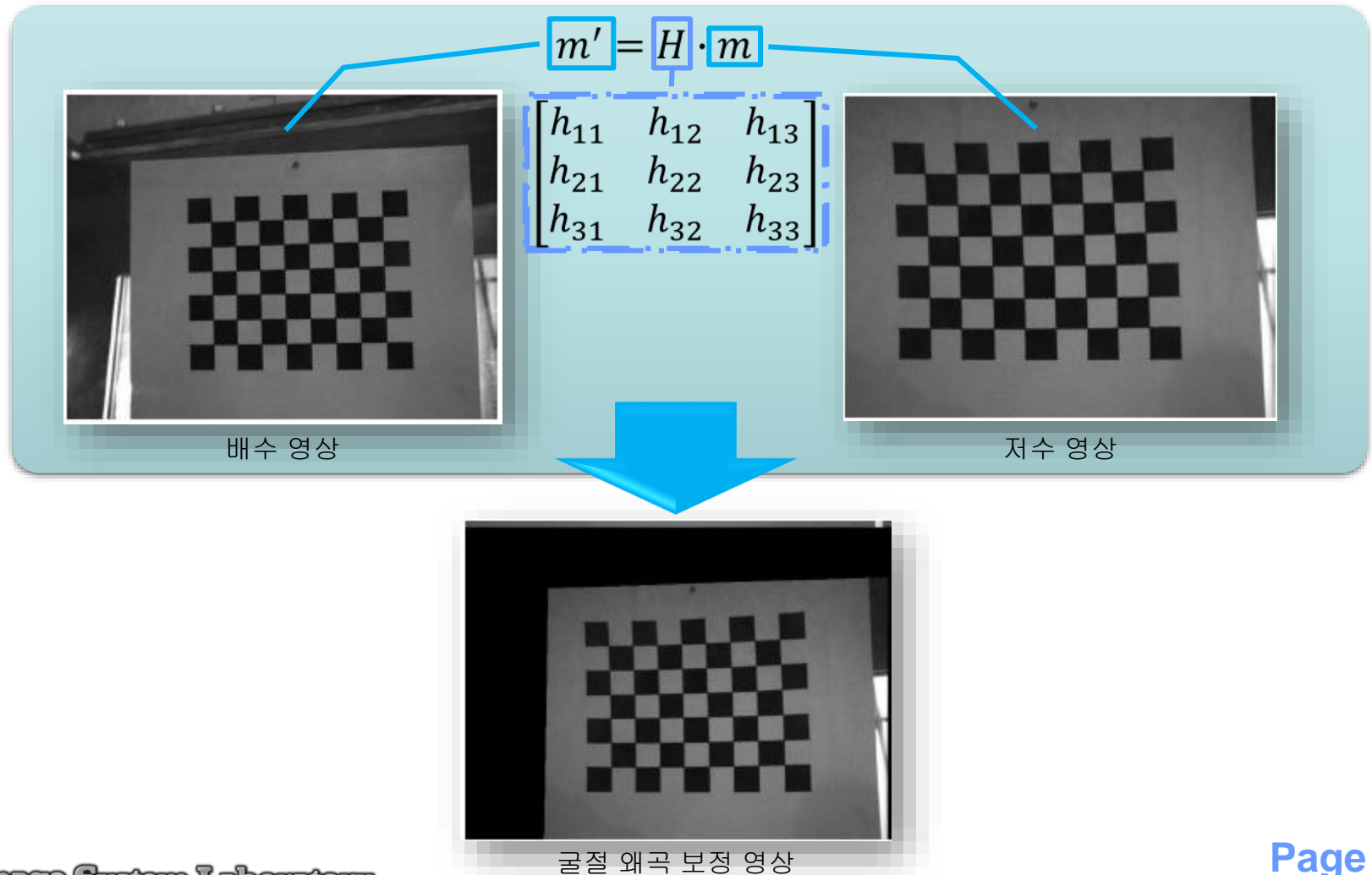
$$Tc = Z_1 - Z_2$$

(Tc = Thickness of cavitation)

Background

- Cavitation 두께 계측

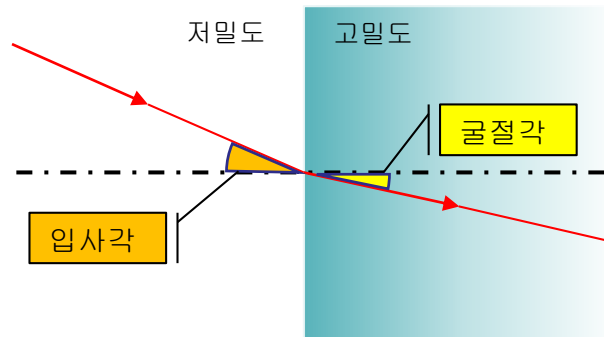
➢ 기존의 다중 매질에 의한 왜곡 극복 방법



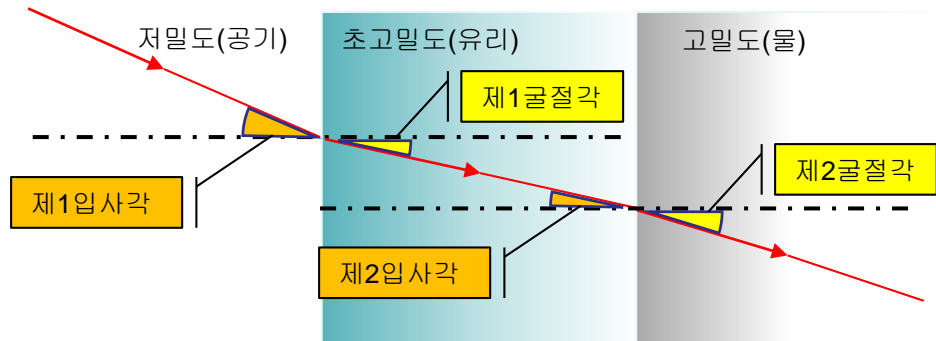
Optical properties of multi-medium

● 다중 매질에서의 광 경로

➤ 밀도에 따른 단면 매질의 광 경로



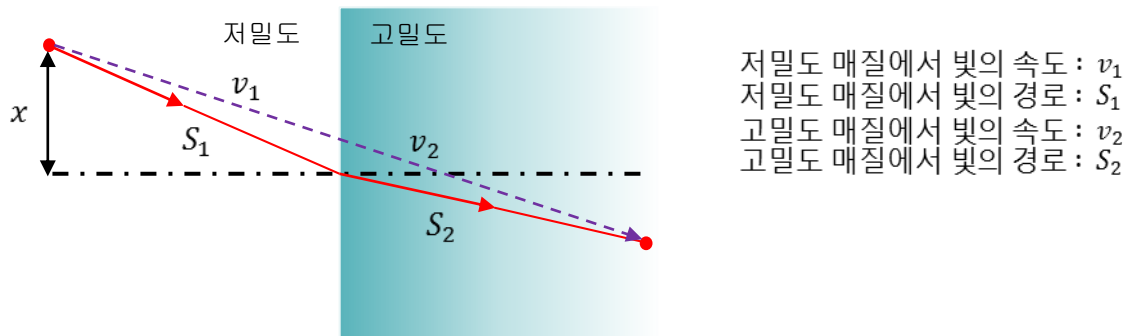
➤ 다중 매질의 광 경로



Snell's law

● 페르마의 원리

- 두 점 사이에서 빛이 이동하며 취한 경로는 항상 최소시간이 걸리는 경로가 된다.



$$t = \frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2}$$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} \right) = 0$$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\sum_{i=1}^j \frac{S_i}{v_i} \right) = 0 = \frac{1}{c} \frac{d}{dx} \left(\sum_{i=1}^j n_i S_i \right)$$

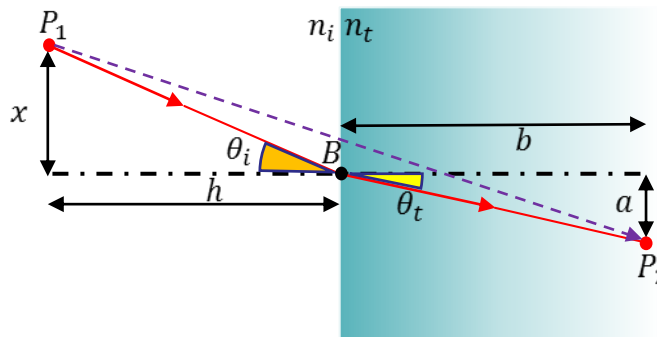
진공에서 빛의 속도 : c

$$n_i = \frac{c}{v_i} = \text{굴절률}$$

Snell's law

● 스넬의 굴절 법칙

➤ 페르마의 원리에 의한 유도.



$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{c} \frac{d}{dx} \left(\sum_{i=1}^2 n_i S_i \right) = 0$$

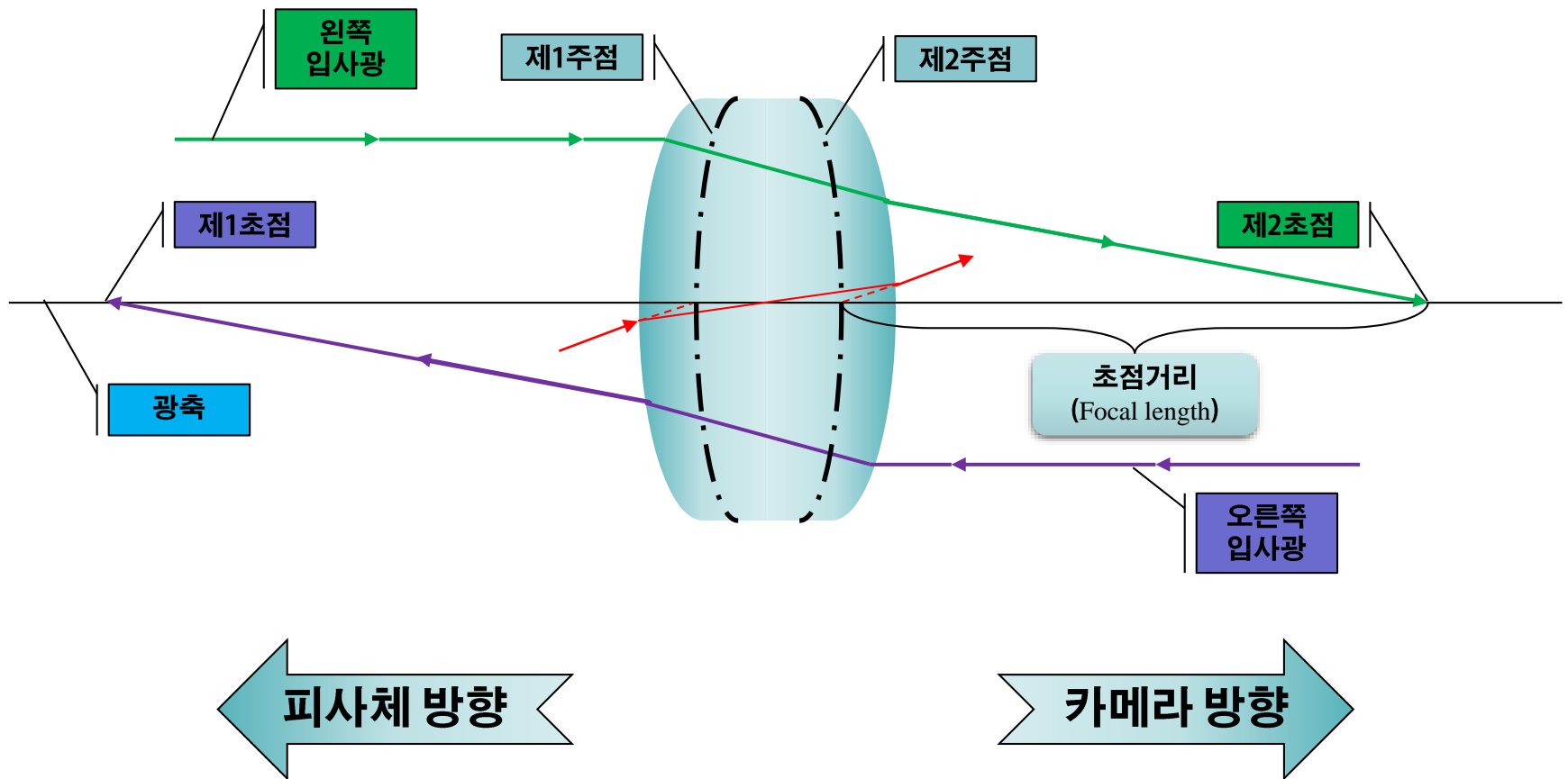
$$S = n_i \overline{P_1 B} + n_t \overline{B P_2} = n_i \sqrt{h^2 + x^2} + n_t \sqrt{b^2 + (a - x)^2}$$

$$\frac{d}{dx} (S) = 0 = n_i \frac{x}{\sqrt{h^2 + x^2}} - n_t \frac{a - x}{\sqrt{b^2 + (a - x)^2}}$$

$$n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t$$

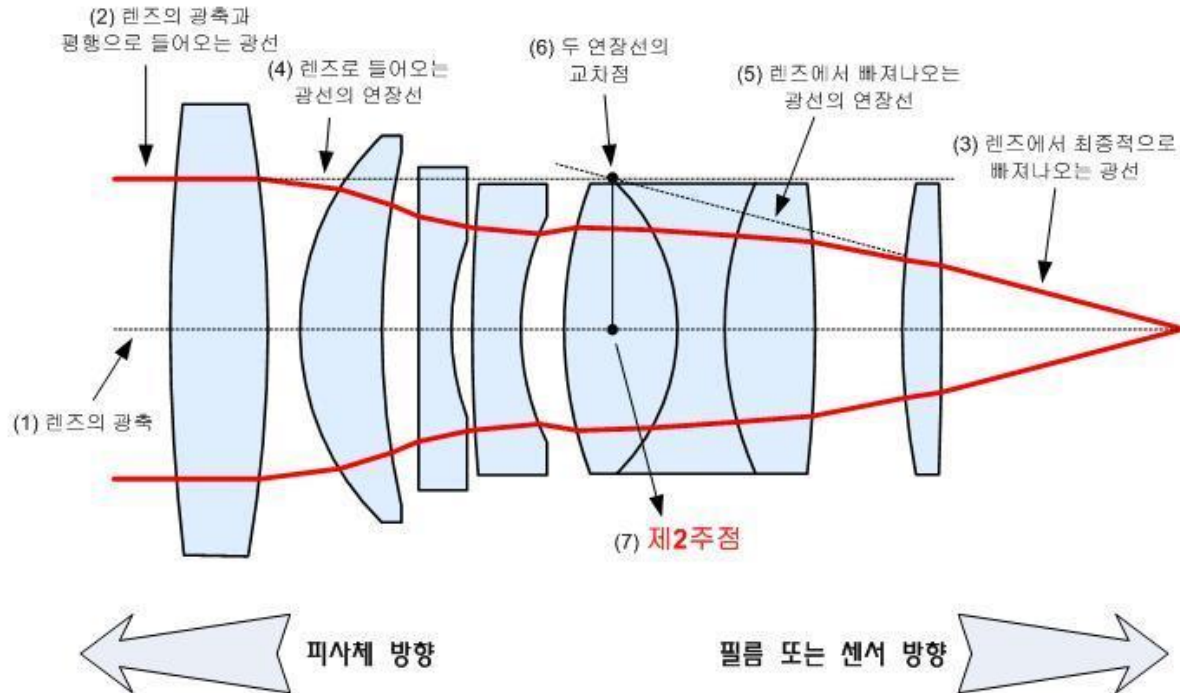
The structure of lens

- 렌즈의 원리와 기본 구조



The structure of lens

- 다중 렌즈의 원리와 기본 구조

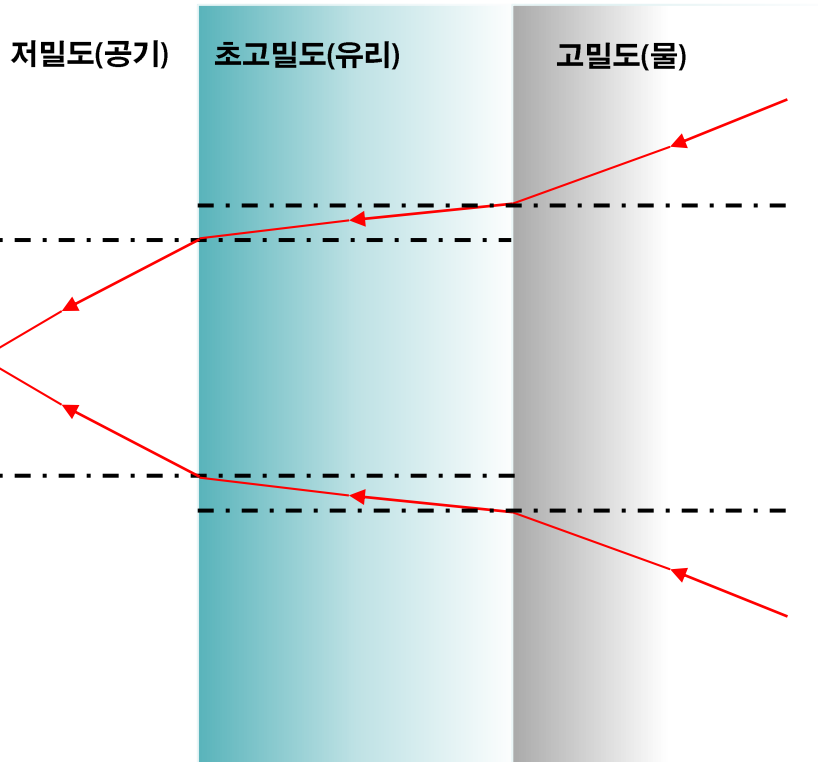


New model of lens

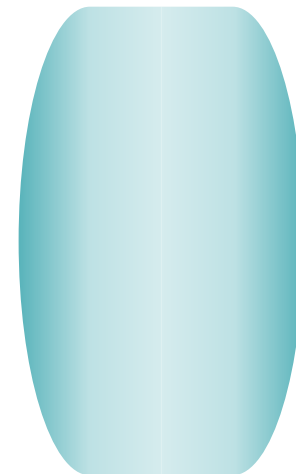
- 다중 매질에서의 카메라와 렌즈의 광 특성

$$\frac{d}{dx}(S) = 0 = n_i \frac{x}{\sqrt{h^2 + x^2}} - n_t \frac{a - x}{\sqrt{b^2 + (a - x)^2}}$$

(But, in digital image plane $x = \sqrt{x_{image}^2 + y_{image}^2}$)



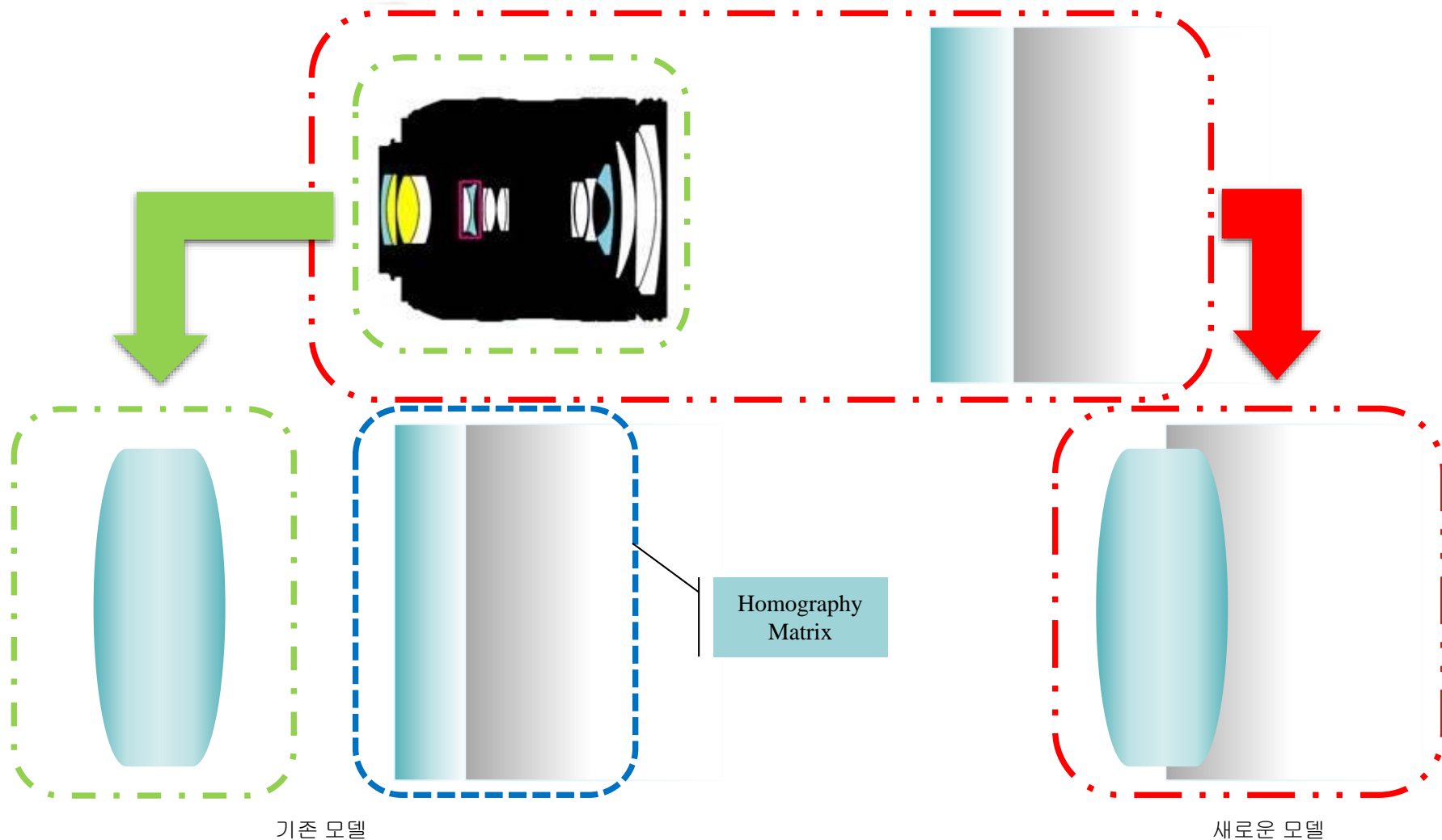
\approx
 \equiv



(but, $C = \infty$)

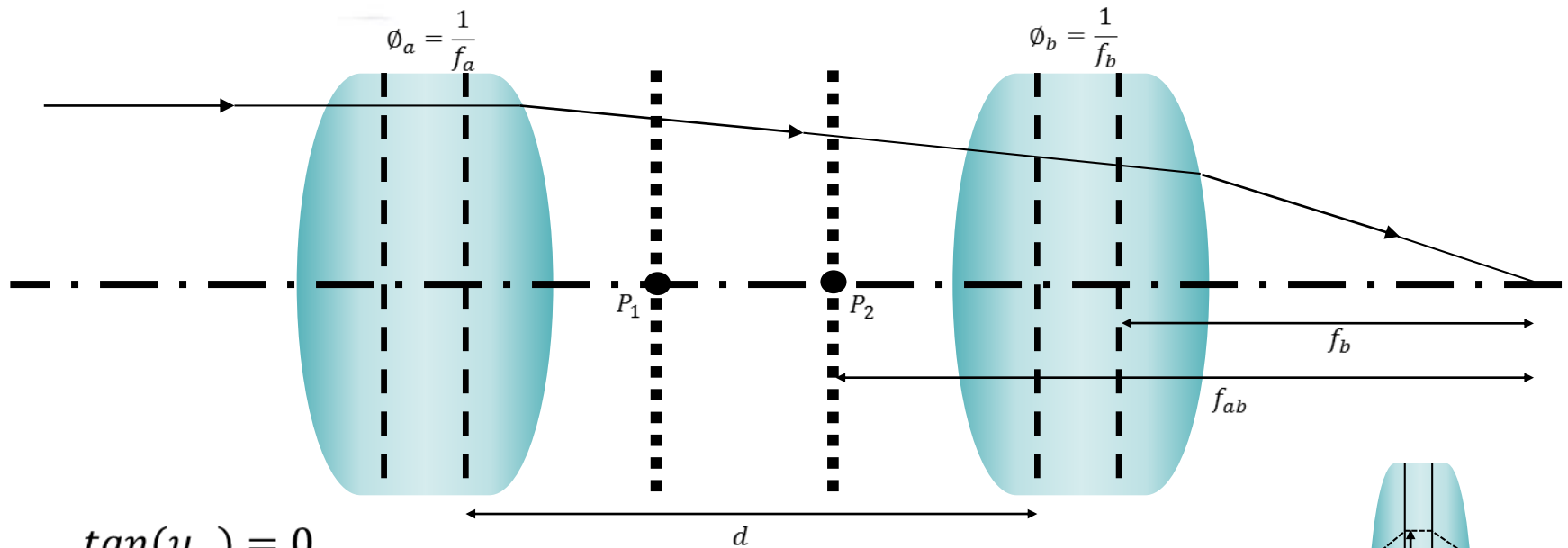
New model of lens

- 다중 매질에서의 카메라 모델



New model of lens

● 2개의 렌즈에서 제2 주점의 이동



$$\tan(u_a) = 0$$

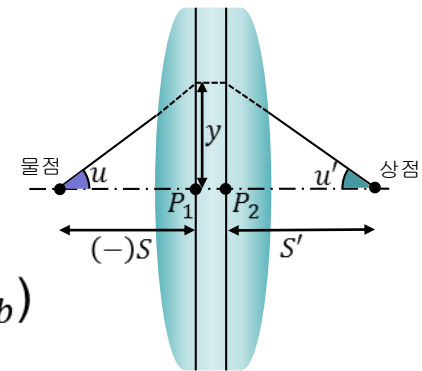
$$\tan(u'_a) = 0 - y_a \phi_a$$

$$y_b = y_a - d y_a \phi_a$$

$$\tan(u'_b) = -y_a \phi_a - (y_a - d y_a \phi_a) \phi_b = -y_a (\phi_a - \phi_b + d \phi_a \phi_b)$$

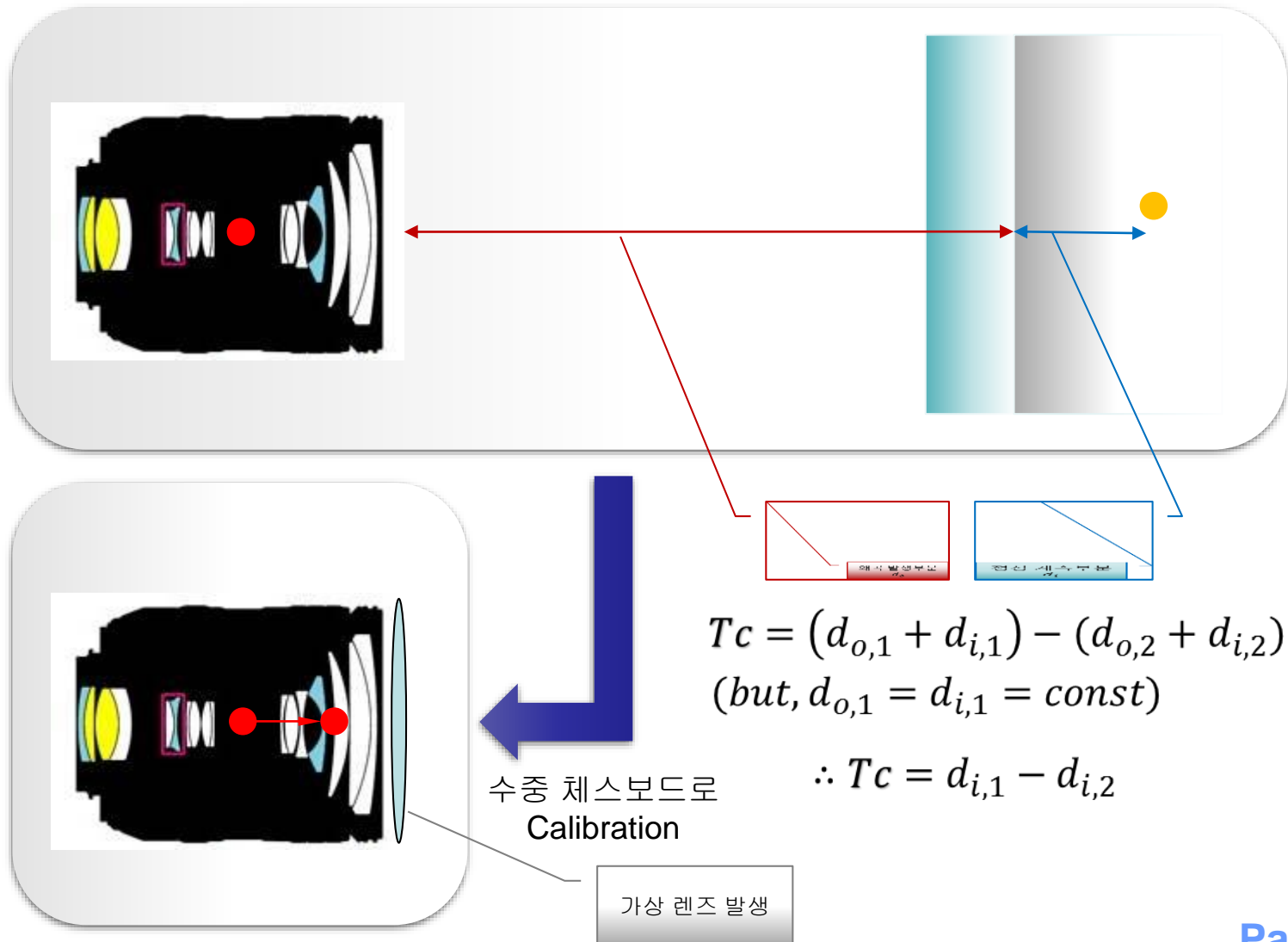
$$\phi_{ab} = \frac{1}{f_{ab}} = \frac{-\tan(u'_b)}{y_a} = \phi_a - \phi_b + d \phi_a \phi_b = \frac{1}{f_a} + \frac{1}{f_b} - \frac{d}{f_a f_b}$$

$$f_{ab} = \frac{f_a f_b}{f_a + f_b - d}$$



New model of lens

● 제2 주점의 이동



Conclusion

● 각 상태 별 내부 행렬 비교

➤ 오른쪽 카메라 내부 행렬

배수시

$$\begin{bmatrix} 1.318e+3 & 0 & 5.323e+2 \\ 0 & 1.316e+3 & 3.847e+2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

저수시

$$\begin{bmatrix} 1.793e+3 & 0 & 5.198e+2 \\ 0 & 1.792e+3 & 3.835e+2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

➤ 왼쪽 카메라 내부 행렬

배수시

$$\begin{bmatrix} 1.318e+3 & 0 & 5.333e+2 \\ 0 & 1.317e+3 & 3.870e+2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

저수시

$$\begin{bmatrix} 1.773e+3 & 0 & 5.406e+2 \\ 0 & 1.758e+3 & 3.858e+2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

▶unit = pixel

Q&A