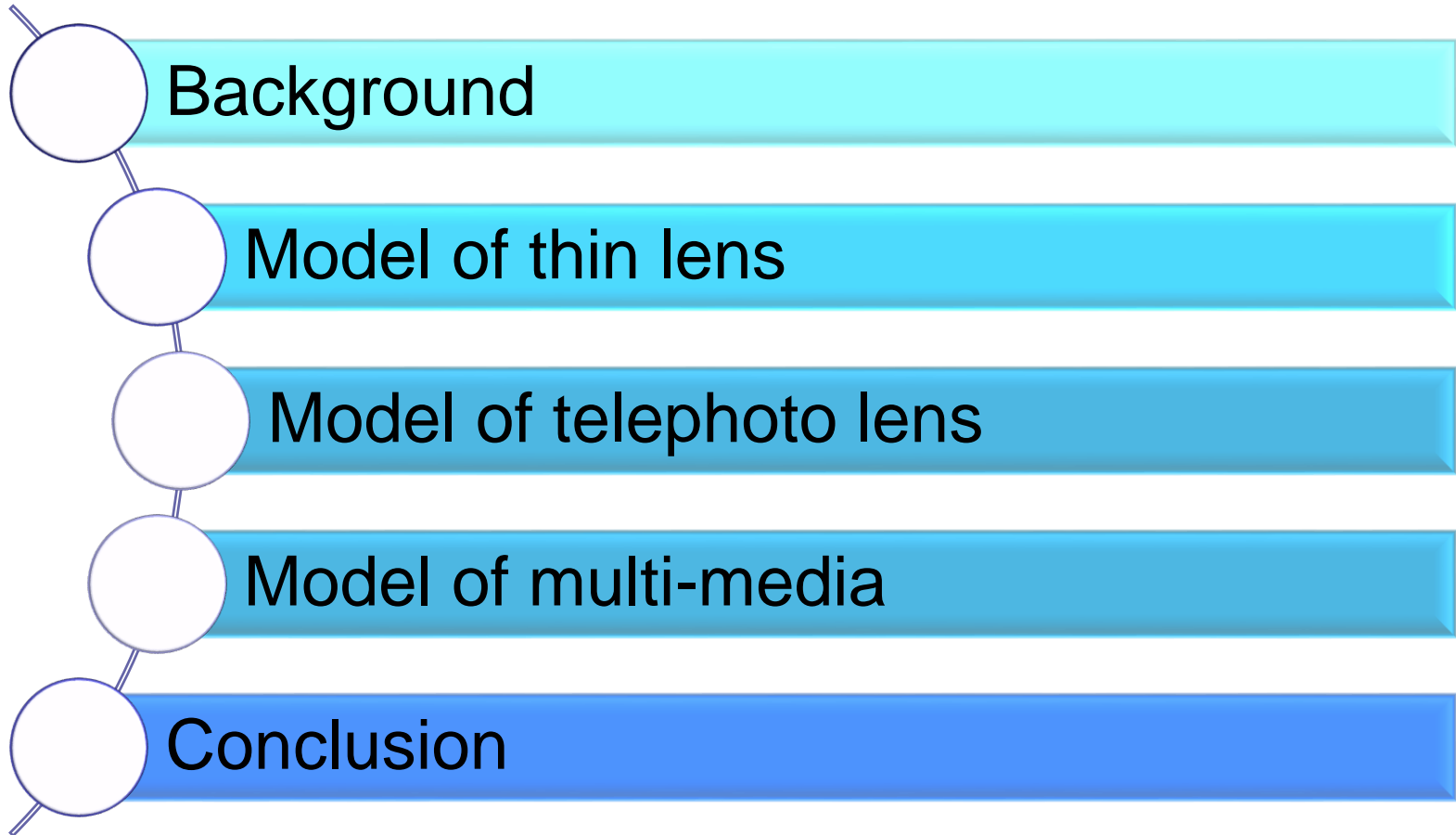


Lens model of multi-media

유용길

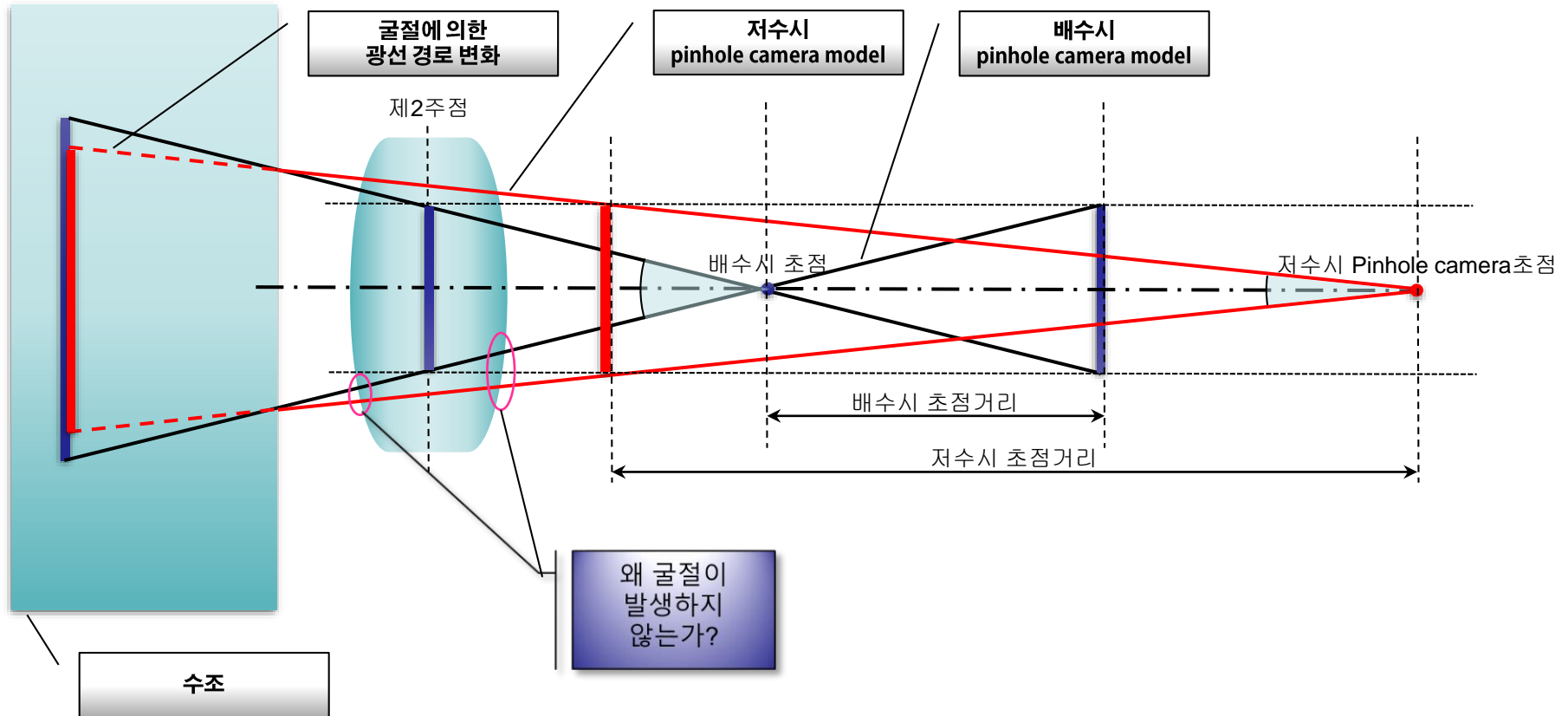
Index



Background

● 기존 모델의 문제점

➤ 기존 모델.

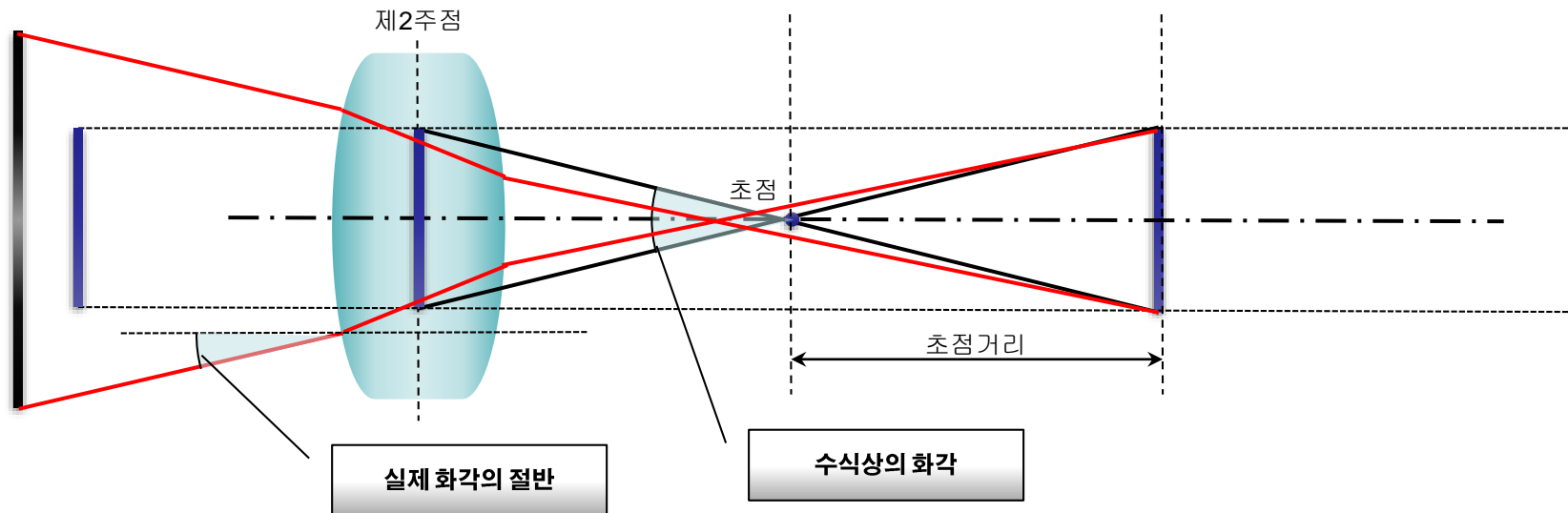


Background

● 화각의 정의

- 사진 업계에서 화각의 의미.

$$2 \tan^{-1} \left(\frac{\text{Length of CCD}}{2f} \right)$$



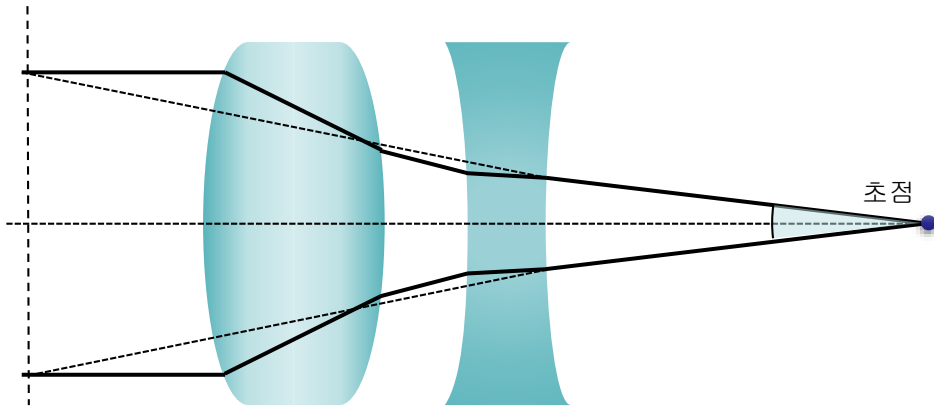
- 즉, 초점=핀홀인 모델에서 화각이 정확하지 않다.

Background

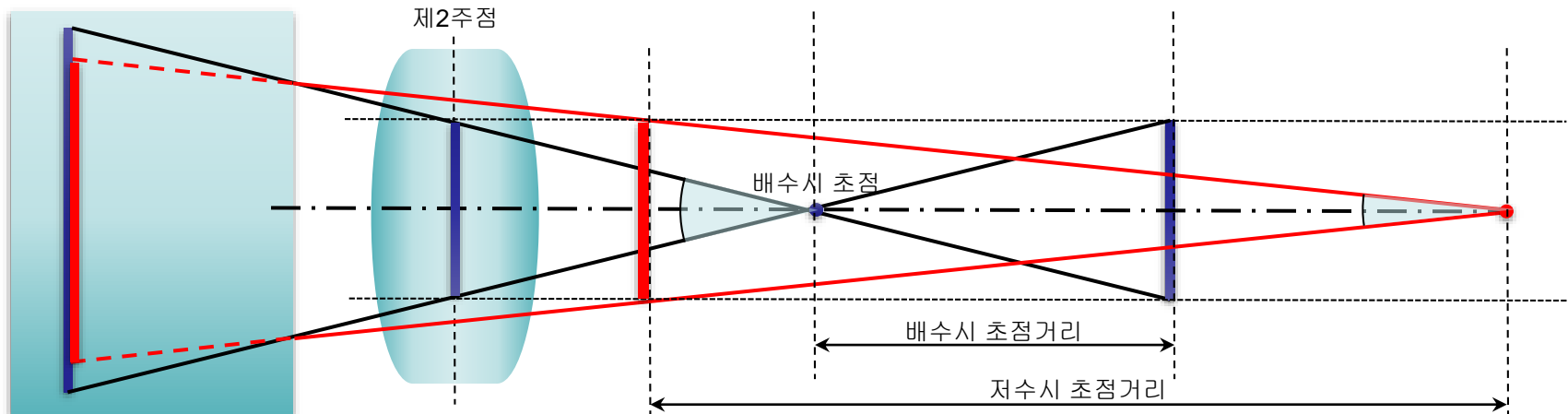
● 기존 모델과 망원 렌즈 비교

- 기본 망원렌즈 모델.

제2주점



- 제2주점이 물체 쪽으로 옮겨간다.

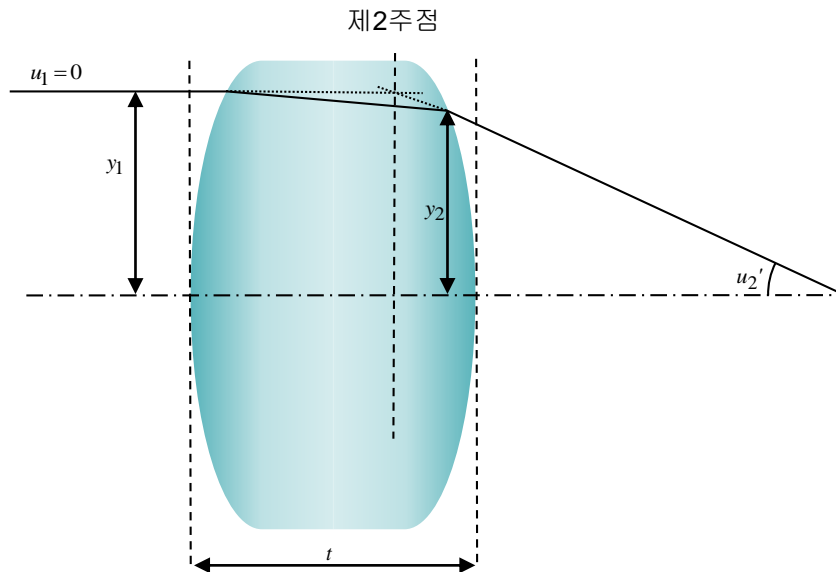


- 기존 모델에서는 상 쪽으로 옮겨간다.

Model of thin lens

● 얇은 렌즈 모델

➤ ynu 근추적법 사용



$$C_1 = \frac{1}{R_1}, C_2 = \frac{1}{R_1}$$

$$u_1 = 0$$

$$n_1 = 1$$

$$n_2' = 1$$

$$n_1' u_1' = -y_1(n_1' - n_1)C_1 + n_1 u_1 = -y_1(n_2 - 1)C_1$$

$$y_2 = y_1 + \frac{t(n_1' u_1')}{n_1'} = y_1 \left(1 - \frac{(n_2 - 1)}{n_2} t C_1\right)$$

$$n_2' u_2' = n_1' u_1' - y_2(n_2' - n_2)C_2 = -y_1(n_2 - 1)C_1 - y_1 \left(1 - \frac{(n_2 - 1)}{n_2} t C_1\right) (1 - n_2)C_2$$

$$u_2' = -y_1(n_2 - 1) \left(C_1 - C_2 + t C_1 C_2 \frac{(n_2 - 1)}{n_2}\right)$$

$$f = -\frac{y_1}{u_2'}$$

$$t = 0$$

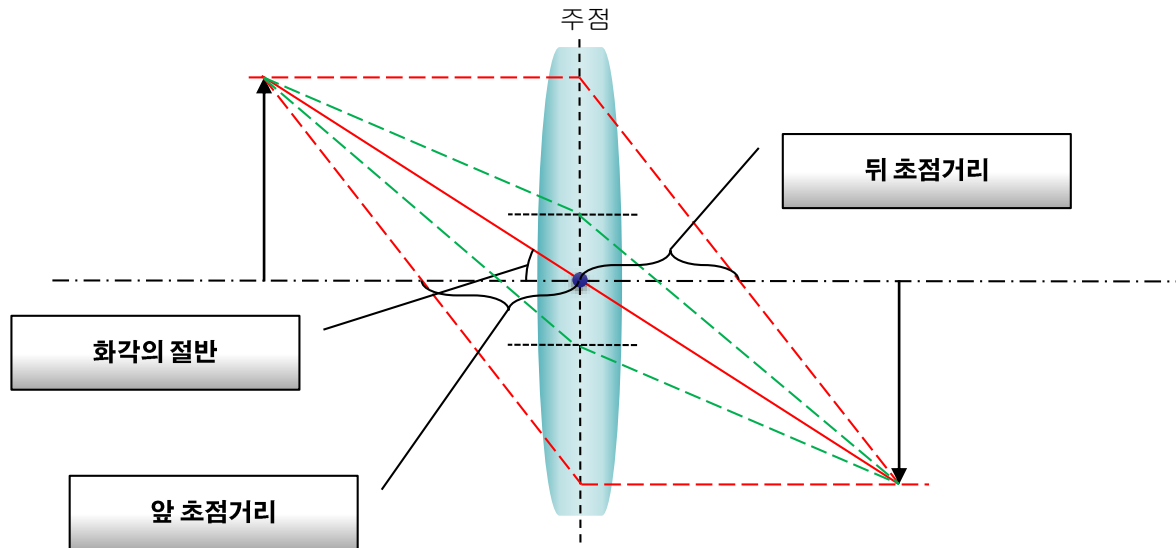
$$\therefore f = \frac{1}{(n_2 - 1)(C_1 - C_2)}$$

➤ 두께 요소의 제거로 모든 주점이 한 곳으로 모인다.

Model of thin lens

● 얇은 렌즈 모델의 특성

- 배율이 1인 얇은 렌즈



$$y_2 = y_1 + \frac{t(n_1' u_1')}{n_1'} = y_1 \left(1 - \frac{(n_2 - 1)}{n_2} t C_1 \right)$$

$$t = 0$$

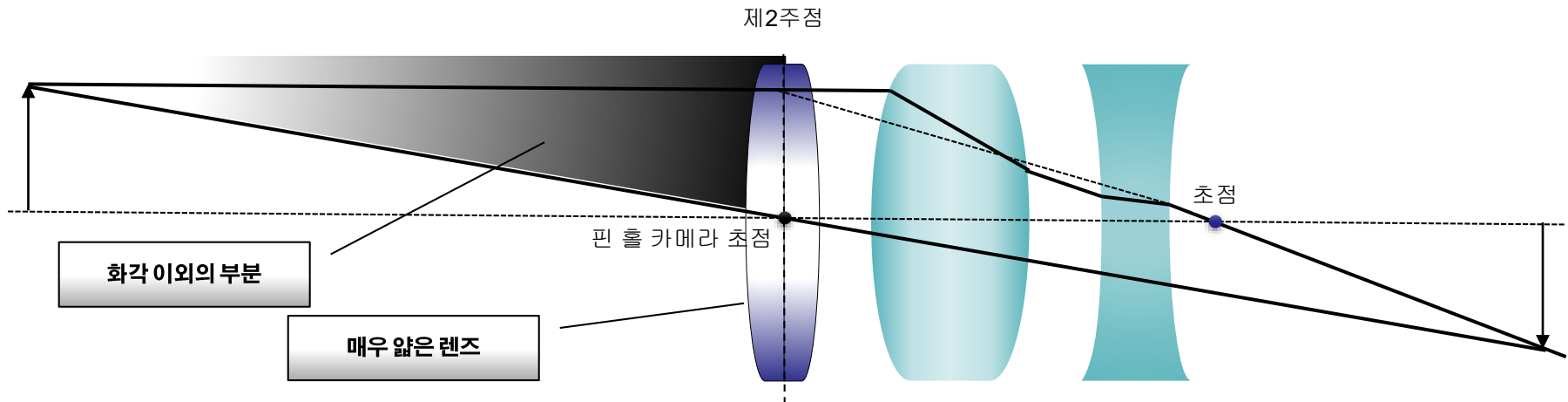
$$\therefore y_2 = y_1$$

- 주점의 위치가 모두 동일하기 때문에 앞 초점거리와 뒤 초점거리가 같다.
- 렌즈의 중심을 모든 광선이 통과한다.

Model of telephoto lens

● 망원렌즈 모델

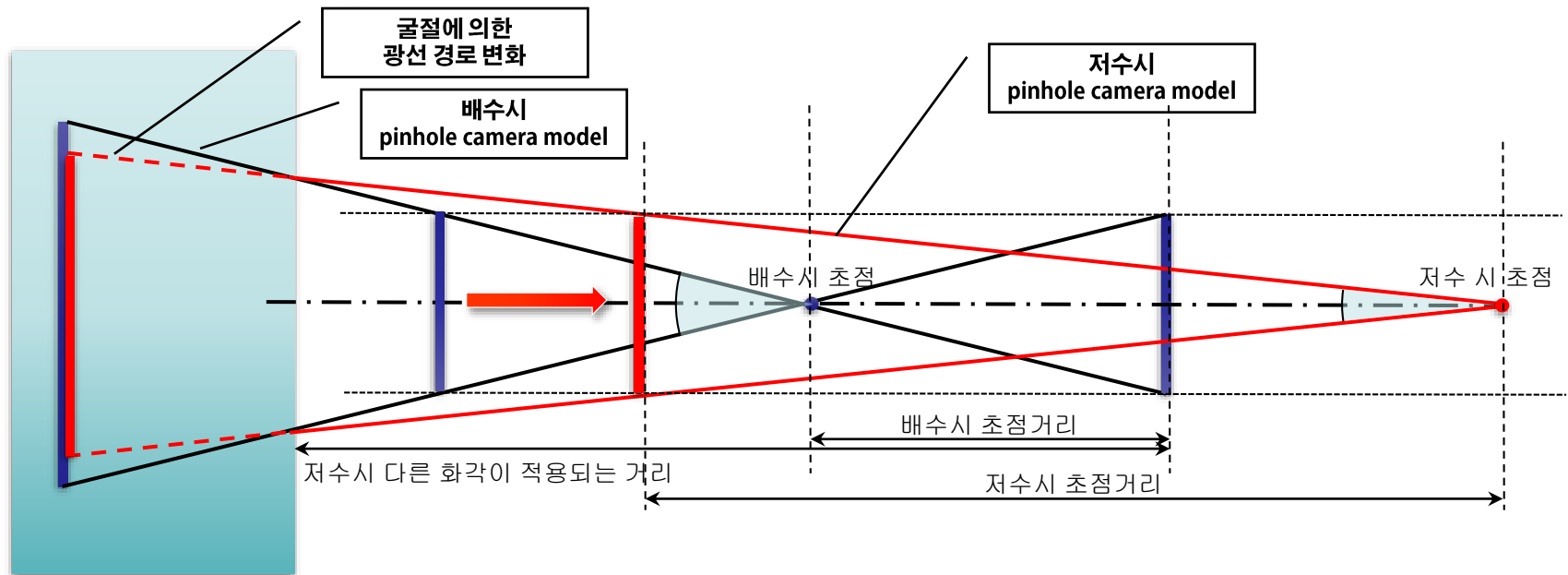
- 망원 렌즈의 핀 홀 카메라 모델링.



- 핀 홀 카메라 초점이 물체 쪽으로 옮겨 간다.
- 화각 이외의 부분은 이미지 센서에 상이 맺히지 않는다.

Model of multi-media

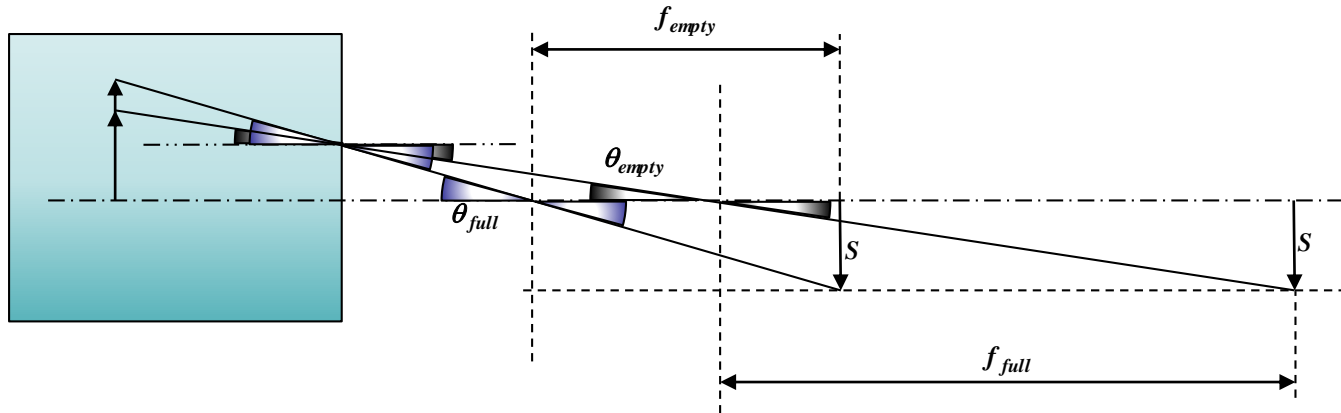
● 다중매질 모델



- 저수시 다른 화각이 적용되는 거리는 왜곡되어 더 길게 나타난다.
- 왜곡 정도는 화각에 의존한다.

Model of multi-media

● 다중매질 초점거리 유도



$$\sin \theta_{full} = \frac{\sqrt{S^2 + f_{full}^2}}{S}$$

$$\sin \theta_{empty} = \frac{\sqrt{S^2 + f_{empty}^2}}{S}$$

$$\sin \theta_{full} = n \sin \theta_{empty}$$

$$\frac{\sqrt{S^2 + f_{full}^2}}{S} = n \frac{\sqrt{S^2 + f_{empty}^2}}{S}$$

$$f_{full} = \sqrt{S^2(n^2 - 1) + n^2 f_{empty}^2}$$

θ_{full} = 저수시 화각의

θ_{empty} = 배수시 화각의

f_{full} = 저수시 초점

f_{empty} = 배수시 초점

n = 굴절률

Conclusion

● 실험 결과

➤ 초점 거리 확인

	배수시	저수시	계산시
X축 초점거리	3480.6	4782.7	4752.5
Y축 초점거리	3472.8	4778.8	4705.3

(굴절률 = 1.33)

➤ 다중매질 모델 형성 확인 가능

Conclusion

● 실험 결과

- 기존 방식 (Homography 이용)과 새로운 방식의 정확도 비교
 - 4mm 시료

	Homography 이용	다중 매질 렌즈 모델
1회 차	3.43	3.57
2회 차	3.34	3.89
3회 차	3.53	3.9
4회 차	4.04	3.9
5회 차	2.32	4.33
평균	3.332	3.918

Conclusion

➤ 5mm 시료

	Homography 이용	다중 매질 렌즈 모델
1회 차	4.17	4.83
2회 차	4.24	4.84
3회 차	4.5	4.94
4회 차	3.64	5.23
5회 차	3.42	4.95
평균	3.994	4.958

➤ 6mm 시료

	Homography 이용	다중 매질 렌즈 모델
1회 차	5.11	6.19
2회 차	4.85	6.01
3회 차	5.09	6.33
4회 차	5.69	6.05
5회 차	6.23	5.93
평균	5.394	6.102

Q&A