빛의 선형 전파는 빛이 직선으로 이동하는 경향을 말합니다. 빛에는 두 가지 기본 속성이 있는데, 첫 번째는 일정한 속도로 이동한다는 것이고, 두 번째는 매질이 균일할 경우 항상 직선으로 이동하는 것입니다. 빛은 전체 굴절률이 동일한 매체를 통과할 때는 굴절되지 않지만, 그렇지 않은 매체를 통과할 때는 굴절을 겪습니다. 스넬의 법칙은 빛이 두 개의 다른 매질의 경계를 통과할 때 발생하는 굴절 현상을 설명하는 중요한 물리 법칙이다. 이 법칙은 빛의 굴절 각도와 각 매질의 굴절 지수 사이의 관계를 정확하게 기술하여, 빛이 다른 매질로 들어갈 때 어떻게 굴절되는지를 예측할 수 있게 합니다. 빛의 선형 전파와 스넬의 법칙은 광학 현상을 이해하고 연구하는데 중요한 도구로 활용됩니다.

'기하 광학 물리 정보 신경망(GONN)'은 물리 정보 신경망(PINNs)을 활용하여 기하 광학의 정방향 및 역방향 문제 해결을 위한 딥러닝 인공 신경망 솔루션입니다. 먼저 광선의 초기 위치 값을 설정하고 이를 이용해 방향 벡터 값을 얻은 다음, 이를 결합하여 입력 데이터를 생성합니다. 앞에서 생성한 입력데이터를 입력 값으로 받고 출력 값이 광선의 교차 예측 시간 (인 모델을 만듭니다. 모델의 구조는 각각 10개의 뉴런이 있는 두 개의 숨겨진 레이어로 구성되며, 활성화 함수로 ReLU 함수를 사용합니다. 손실 함수에는 두 가지 손실 값이 있습니다. 첫 번째는 광선과 렌즈의 교차점에서의 손실입니다. 예측된 교차 시간을 사용하여 광선이 렌즈와 교차하는 지점의 좌표를 구하고 이를 렌즈 에 대입하여 얻은 손실 값(여기서 은 렌즈 중심 좌표) 입니다. 두 번째 손실 값은 빛의 선형 전파에 의해서 균일한 매질을 통과하는 경우 빛은 직선으로 이동하기 때문에 빛의 방향 벡터가 음수인 경우의 손실 값입니다. 각 손실 값에 평균 제곱 오차(MSE)를 사용하여 손실함수를 정의하고, 손실 함수 값을 최소화하기 위해 학습 가능한 가중치를 사용하여 경사 하강법을 통해 훈련됩니다. 최종적으로 최소 손실 함수 값을 갖는 을 다양한 빛의 관계식에 활용하여 기하학적 광학 현상의 순방향 및 역방향 문제를 다양하게 예측하고 해결할 수 있습니다.