**손실 함수 설계 (Design of Loss Function)**

본 연구에서는 내부 온도와 천창 개폐도 예측 모델의 성능을 최적화하기 위해 다중 패널티를 포함한 맞춤형 손실 함수를 설계하였다. 이 손실 함수는 예측의 정확성을 높이고, 개폐도의 변화를 최소화하며, 온도 제어 시스템의 안정성을 유지하는 데 중점을 둔다.

**1. 개폐도 변화 패널티 (Penalty for Change in Skylight Opening)**

개폐도의 급격한 변화를 방지하기 위해, 예측된 개폐도와 현재 개폐도 사이의 제곱 오차를 계산한다. 또한, 작은 움직임(0.5도 이하)에 대한 패널티를 추가하여 작은 변화가 발생했을 때 패널티를 줄인다. 이는 개폐도의 빈번한 변화를 최소화하여 시스템의 내구성을 높이고 에너지 소비를 줄이는 데 기여한다.

**2. 예측 오차 패널티 (Penalty for Prediction Error)**

예측된 개폐도와 실제 개폐도 사이의 절대 오차를 계산하여 모델의 예측 정확성을 평가한다. 이는 모델이 실제 데이터를 얼마나 정확하게 예측하는지를 반영한다.

**3. 1시간 뒤 온도 변화 패널티 (Penalty for Temperature Difference After One Hour)**

예측된 개폐도를 적용한 후 1시간 뒤의 내부 온도와 현재 온도 사이의 차이를 계산한다. 온도 차이가 4도 이상일 경우, 그 초과분에 대해 패널티를 부과하여 예측된 개폐도가 내부 온도의 급격한 변화를 유발하지 않도록 한다.

**4. 5분 뒤 온도 변화 패널티 (Penalty for Temperature Difference After Five Minutes)**

예측된 개폐도를 적용한 후 5분 뒤의 내부 온도와 현재 온도 사이의 절대 오차를 계산하여 단기 온도 예측의 정확성을 평가한다.

**최종 손실 함수 (Final Loss Function)**

최종 손실 함수는 각 패널티에 가중치를 곱한 후 이들의 합을 구하고, 이를 평균화하여 계산된다. 각 패널티의 가중치는 점진적 접근 방법으로 실험을 통해 최적화되었으며, 모델의 학습 및 성능 평가에 사용되었다.

여기서 각 가중치는 다음과 같다:

vt = 1

pp = 100

oh = 160

fv = 100

**손실 함수의 주요 특징**

1. **개폐도 변화 최소화**: 개폐도의 급격한 변화를 방지하여 시스템의 내구성을 높이고 에너지 소비를 줄임.
2. **예측 정확성 향상**: 예측된 개폐도와 실제 개폐도의 오차를 줄여 모델의 예측 정확성을 개선.
3. **온도 변화 제어**: 예측된 개폐도로 인해 발생하는 온도 변화를 제한하여 안정적인 온도 제어를 가능하게 함.
4. **다중 패널티 구조**: 다양한 패널티를 통해 모델의 다양한 측면에서의 성능을 균형 있게 유지.

이 손실 함수는 모델이 예측할 때 개폐도의 변화량을 최소화하고, 예측 정확도를 높이며, 미래 온도 변화를 적절히 반영하도록 설계되었다. 각 패널티 항목은 모델의 예측 정확도와 제어 시스템의 안정성을 균형 있게 유지하는 데 기여한다.