

Fig. 2. Sequence Diagram

체인의 Cycle 동작시간만큼의 센서 데이터를 기록한다. 승강기 모형 내부 보드는 내부의 소리와 진동 데이터를 취득한다. 외부 보드에서는 소리 노이즈 제거를 위한 외부 소리 데이터를 취득한다. 소리데이터는 외부소리 주파수 대역을 필터링하는 방식으로 Butterworth filter를 적용하여 외부 소음 노이즈를 감소시킨 후 Chroma-cqt기법을 사용하여 특징을 추출한 결과를 사용한다. 진동데이터는 Kalman filter를 통해 외부 노이즈를 감소시킨다. 이러한 전처리 과정 후 데이터를 이미지화하여 CNN모델의 input data로 사용한다.

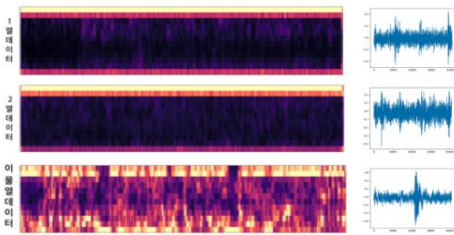


Fig. 3. Input Data Image

CNN모델에는 실제 산업현장의 다양한 변수에 잘 대처하기 위해 과적합 문제를 효율적으로 해결하는 inception 모듈을 사용하였다.[4]

### III. Experiments

본 논문에서 시스템의 성능을 검증하기 위해 이전 연구[3]에서 소음만을 이용한 CNN모델과 비교 실험을 진행하였다. 두개의 체인, 두개의 모터로 구성된 승강기 모형이며, 체인의 길이는 56cm로 고정하였으며, 체인이 한바퀴 돌아갈 때 걸리는 시간이 10초이므로 녹음단위는 10초로 설정하였다. 실험은 1열 체인, 2열 체인, 체인의 이물질 총 3개의 Class로 두 시스템 모두 같은 환경을 구성하여 진행하였다. 실험은 노이즈 배제처리가 필요 없는 환경과 필요 있는 환경으로 구성되어 진행하였다. 실험1은 노이즈 방해 없이 실험을 진행한 결과로 진동이 추가되었을 때와 소음, 진동에서 필터를 적용한 것의 결과를 비교하였다. 실험 2는 노이즈가 존재하는 곳에서 동일한 조건으로 실험을 진행하였다. Table1은 비교실험의 결과로 1열 체인의 데이터 722개, 2열 체인의 데이터 720개, 체인의 이물질 데이터 722개 총 2164개의 데이터로 학습을 하여 실험을 진행하였고, 데이터 셋의 90%는 훈련데이터, 10% 검증데이터로 사용했을 때 나온 결과이다.

Table 1. Comparative experimental results

	[3] Noise	Noise · Vib ration	Noise · Vibration (Filter)
Environment without ambient noise	93.2%	95.3%	95.6%
Environment with ambient noise	68.7%	69.3%	87.7%

### IV. Conclusions

본 논문에서는 기존 소음을 이용하여 CNN모델 학습을 통해 비정상 상황을 분류하는 시스템을 진동 데이터와 Butterworth filter, Kalman filter를 적용하여 변경하였다. 기존 시스템의 지속적 소음상황에 노출되었을 경우 유연하게 대처하지 못하는 문제를 진동데이터와 노이즈 완화를 통해 해결하였다. 그 결과 제안된 시스템이 다양한 소음 환경에서 보다 정확하게 구동장치의 상태를 파악함을 확인할 수 있었다. 이를 통해 신속한 유지보수 및 가동중단으로 인한 손해 및 인명피해를 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

### REFERENCES

- [1] Hyeon-seok Oh and Byung-dong Yoon, 2016, "Research Trend of PHM Technology for Data Characteristic Factor Extraction", The Korean Society of Mechanical Engineers Vol.50, no.11, pp. 32-36
- [2] Manjeet Singh, Er.Naresh Kumar Garg, 2014, "Audio Noise Reduction Using Butter Worth Filter", International Journal of Computer & Organization Trends - Volume 6 Number 1 - Mar 2014
- [3] Se-Hoon Lee, Ji-Seong Kim, Bo-Bae Sin "CNN based Actuator Fault Cause Classification System Using Noise", Proceedings of KSCI Conference, January. 2018.
- [4] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens, Z. Wojna, "Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision", Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 2818-2826, 2016.