소음기반 스텝체인 신율 측정 연구

이세훈*, 정찬영O, 김한솔*, 이태형*, 김지태*, 두경민**, 이유진**
OO인하공업전문대학 컴퓨터시스템과,
*인하공업전문대학 컴퓨터시스템과,
**한국콘베어공업(주)
e-mail: seihoon@inhatc.ac.kr*, gook3427@naver.comO, doctorsol@naver.com*, thlee0700@gmail.com*,
jitae0401@naver.com*, kmdoo@conveyor.co.kr**, ejlee@conveyor.co.kr**

Study of Noise based Step Chain Elongation Measurement

Se-Hoon Lee*, Chan-Young JungO, Han-Sol Kim*, Tae-Hyoung Li*, Ji-Tae Kim*,
Kyung-min Doo**, Yu-Jin Lee**
ODept. of Computer Systems, INHA Technical College,
*Dept. of Computer Systems, INHA Technical College,
**R&D Center, Korea Conveyor Ind. Co., LTD.

● 요 약 ●

본 논문에서는 산업 현장에서 사용되는 기계들의 이상을 감지하고 잔존수명을 예측하는데 사용되는 중요한 지표 중 하나인 체인의 신율을 측정된 소음을 통해 계산하려고 한다. 본 연구에서는 Edge에서 측정한 소음데이터를 기반으로 스텝 체인의 특성을 고려하여 소음데이터의 파형을 분석하여 체인으로부터 발생되는 특징을 감지하고 해당 특징을 이용하여 대역통과필터와 최소분산을 이용하여 스텝 체인의 신율을 측정한다.

키워드: 스텝체인(Step Chain), 신율(Elongation),
이상감지(Anormaly Dectection), 잔존수명(Ramaining Useful Life)

I. Introduction

소음 기반 스텝체인 신율 측정은 산업현장에서 사용되는 기계 주요 부품들 중 체인의 갑작스러운 이상으로 인한 피해를 최소화하고 더 나아가 성능 저하로 인한 문제를 방지하기위한 잔존수명을 예측하기 위한 지표로 제공한다[1]. 본 논문에서는 신율측정을 위한 시스템 전반의 아키텍처를 설명하고 현장에서 사용되는 Edge 컴퓨팅 센서에서 측정한 에스컬레이터의 소음데이터를 스텝 체인의 특성을 고려하여 특징을 찾아내는 과정을 설명한다[2]. 찾아 낸 스텝 체인의 특징을 이용하여 대역통과필터와 추정되는 피크들 간의 간격에 대한 분산값을 이용하여 스텝 체인에서 발생하는 소음구간의 주파수 대역을 추정하여 신율을 계산한다.

II. The Proposed Scheme

1. System Architecture

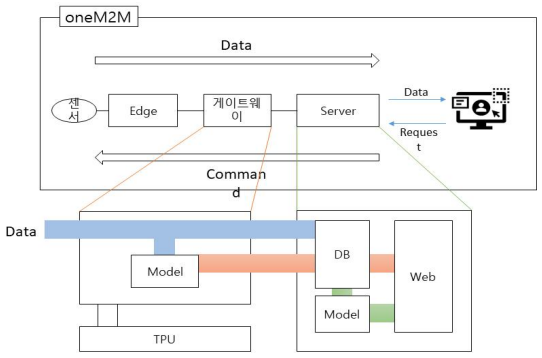


Fig. 1. System Architecture

Fig. 1 은 제안하는 시스템의 아키텍처이다. IoT 국제 표준인 oneM2M 기반으로 Edge 및 게이트웨이에서 측정한 소음데이터를 수집하여 서버로 전송하고, 서버에서는 수집된 소음데이터를 분석하

여 스텝체인에서 발생하는 소음을 예측하여 신율을 측정하는 구조로 구성된다.

서버에서는 스텝 체인의 특성을 이용하여 소음데이터를 분석하고 대역통과필터와 최소분산을 이용 하여스텝 체인의 특징이 가장 이상적으로 감지되는 구간을 선별하여 스텝 체인의 링크길이를 구하고 제공되는 기계스펙을 이용하여 신율을 측정한다.

측정한 신율을 클라이언트가 실시간 모니터링이 가능하게끔 서비스를 제공한다.

2. 대역통과필터(Bandpass Filter)와 최소분산

선행 연구에서는 진동데이터를 이용하여 에스컬레이터의 고장을 예지하는 시스템을 개발하였다. 본 연구는 소음을 기반으로 진행하였으며, 소음데이터는 측정 대상 외 다른 환경 요인으로 인한 잡음이 많이 섞여있다. 때문에, 체인의 특징만이 이상적으로 표현되는 주파수 구간을 찾아내어 표현하기 위하여 대역통과필터와 최소분산을 이용한다.

Fig. 2 의 대역통과필터를 이용하여 스텝 체인의 특징이 잘 나타나는 이상적인 구간을 찾는데, 이를 위해 Fig. 3 의 수식으로 소음데이터에서 측정된 스텝체인에 대한 추정 피크 간격의 분산 치에 대한 최소값을 기준으로 한다. 대역 통과 필터를 저 주파수 대역에서 고 주파수 대역으로 훑어 가면서 나오는 피크간격들의 최소 분산 값이 이상적인 구간이라 추정 할 수 있다.

이상적인 구간을 찾은 후, 피크 간 거리를 측정하여 제공되는 체인 스펙을 이용하여 스텝 체인의 신율을 측정한다.

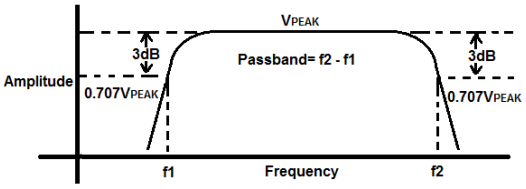


Fig. 2. Bandpass Filter

$$\sigma^2 = \frac{\sum(\chi - \mu)^2}{N}$$

Fig. 3. Variance

III. Experiment

Fig. 4 은 에스컬레이터에서 발생하는 소음데이터를 대역통과필터와 최소분산을 이용하여 이상적인 구간을 찾아내고 피크 값을 출력한 모습이다. 찾아낸 피크 값을 이용하여 스텝의 길이를 측정한다.

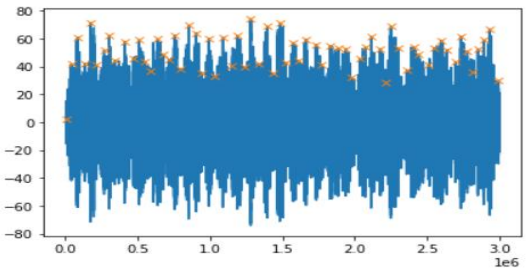


Fig. 4. Find Peaks

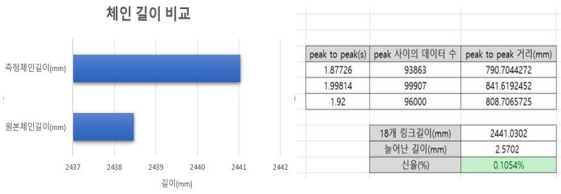
에스컬레이터의 스텝 링크는 Fig. 5 와 같이 3개의 링크로 구성되어 봉과 발판이 없어져 있는 구조를 가진다. 이들 구조에서 발생하는 스텝체인의 충격 소음과 사전에 설정한 기계 스펙을 이용하여 체인의 길이를 구한다.

마지막으로 체인 길이를 이용하여 신율을 계산한다.

Fig. 5. StepChain and Link

IV. Conclusions

본 연구는 Fig. 6 의 내용과 같이 소음데이터 기반으로 원본 체인 길이 대비 소음으로 측정 체인 길이를 계산할 수 있었으며 이를 통해 스텝 체인의 신율을 측정하는데 성공했다.



peak to peak(s)	peak 사이의 데이터 수	peak to peak 거리(mm)
1.87726	93863	790.7044272
1.99814	99907	841.6192452
1.92	96000	808.7065725

18개 링크길이(mm)	2441.0302
늘어난 길이(mm)	2.5702
신율(%)	0.1054%

Fig. 6. Elongation

REFERENCES

[1] P.P.Adhikari, H.V.Rao, and M.Buderath, "Machine Learning based Data Driven Diagnostics & Prognostics Framework for Aircraft Predictive Maintenance," 10th International Symposium on NDT in Aerospace Dresden, Germany, Oct. 2018.

[2] Chang-Ho Lee, Chang-Hoon Lee, Sang-Hyun Park, Yu-Jin Lee, Pung-Il Kim, Sang-Bang Choi, "IoT-based escalator failure prediction system," Proceedings of KSCI Conference, 27(2), pp. 11-12. Jun. 2019.