

전기차 무선충전 배터리를 위한 시계열 데이터 압축 기법 분석

(Analysis of data compression techniques based on time series for electric vehicle wireless charging batteries)

김성호, 황상호, 정철우, 서중현, 김용훈, 석수영, 윤장규*
(재)경북IT융합산업기술원

(Sungho Kim, Sang-Ho Hwang, Cheol-Woo Jung, Jung-hyun Seo, Yong-Hoon Kim, Soo-Young Suk and Jang-Kyu Yun)

(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC))

Abstract : In this paper, we conducted a detailed technique analysis on the Sprintz technique and implemented the relevant part. When viewed as a detailed technique, Sprintz has been established well in accordance with its characteristics. However, in this paper, we were able to come up with a direction for additional compression in the process of analyzing implementation and detailed techniques. In future research, we will conduct research based on this analysis, and through research, we will devise a new technique that can perform a comparative analysis of performance with the existing Sprintz technique.

Keywords : electric vehicle, data compression, IoT, time series, analysis, wireless charging

1. 서론

기술집약적 산업인 이차전지 산업은 드론, 로봇, 모바일뿐만 아니라 전기차 시장에서 중요하다. 특히 전기차 배터리 시장은 연 평균 35% 이상 성장률을 기록하고 있다[1-2]. 특히 전기차 시장은 글로벌 기후변화 대응 및 자동차 규제 본격화에 따라 높은 성장세를 보이고 있다. 또한 글로벌 전기차 선도 업체 테슬라 CEO인 일론 머스크는 전기차 핵심 부품인 배터리의 가격을 현격하게 낮추어 전기차 판매 가격을 25,000달러 수준으로 판매하겠다고 밝혔다. 이는 전기차에서 배터리가 핵심적으로 중요하다는 것을 알리는 것이다.

현재 전기차 배터리는 다수의 셀을 구성하고 이러한 셀을 배터리 관리 시스템(BMS, Battery

Management System)을 통해 관리하고 있다. BMS는 다수의 셀에 대한 전압, 전류 등 정보를 모니터링, 관리, 제어를 수행한다. 이러한 정보들은 실시간에 대량의 정보를 가지고 있고 활용할 수 있는 용도가 많으나 많은 정보를 전달하기에는 전송 대역폭 등 물리적인 한계가 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 연구에서는 시계열에 대한 많은 데이터양을 손실 없이 압축하고 이를 분석할 수 있는 연구가 진행되었다[3].

본 논문에서는 기존에 시계열 데이터 압축 방법인 Sprintz 기법에 대한 분석을 진행하고자 한다. Sprintz 기법은 기존 Zlib, Snappy 기법과 비교하여 시계열 데이터 압축에서 높은 압축률을 보여주었다[3-5]. 또한 Sprintz 기법은 IoT 시계열 압축을 기반으로 하고 있으나 세부 기법 별 분석 및 배터리의 특성을 반영할 경우 전기차 배터리에서 생산하는 BMS의 대량의 셀 데이터를 손실 없이 압축하기 위한 연구로 분석을 진행한다. 해당 분석을 통해 전기차 배터리의 실시간 셀 데이터를 수신 받고 이러한 데이터들을 분석함으로써 화재, 폭발 위험 방지를 위한 방법으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

* 교신저자(Corresponding Author)

김성호, 황상호, 정철우, 서중현, 김용훈, 석수영, 윤장규 : (재)경북IT융합산업기술원

※ 이 논문은 2023년도 정부(중소벤처기업부)의 재원으로 규제자유특구혁신사업육성 R&D 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(P0025181, 전기차 무선충전기 연계형 무선충전 실증)

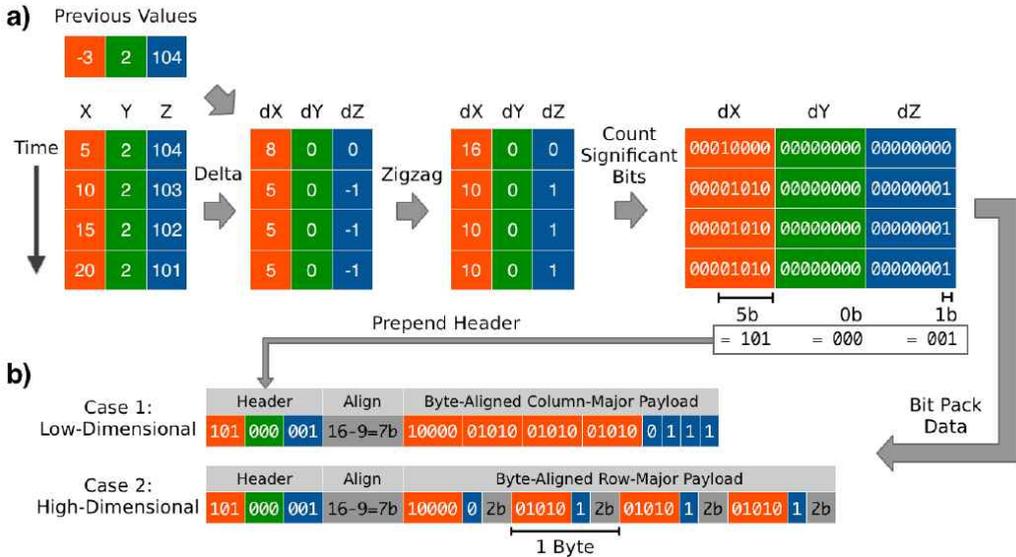


그림 1. Sprintz 기법의 절차
Fig. 1. The procedure of Sprintz technique

II. 시계열 데이터 압축 기법 분석

1. 개요 및 구현

Sprintz 기법은 Forecasting, Bit packing, Run-length encoding, Entropy coding 4개의 컴포넌트로 구성하고 있으며, 그림 1의 절차와 같다.

첫 번째 Forecasting은 이전 값과 현재 값을 차이를 기준으로 값을 최소화한다. 이는 시계열 데이터의 경우 차이 값이 비교적 적기 때문에 데이터 압축에 유리함을 가지기 위해 delta encoding을 사

용한다. 또한 정수 값에서는 부호 비트가 압축에 불리한 특성이 있어, 부호 비트 제거를 위해 zigzag encoding을 적용한다.

두 번째, Bit packing은 일반적으로 벡터 값에 따라 column, row payload로 구분한다. column payload는 열의 개수가 적을 경우 사용하며 압축 효율성이 높다. row payload는 열의 개수가 많은 경우 사용하며, 압축 효율은 떨어지나 벡터별 압축 해체에 유리하다.

세 번째, Run-length encoding은 모든 값이 0에 해당하는 경우 header에만 기록하고 실제 값으로

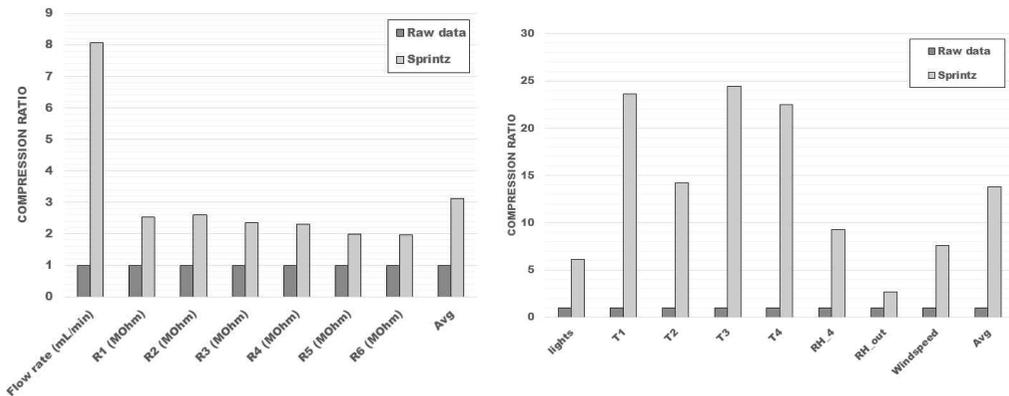


그림 2. Sprintz 기법 성능 비교 분석
Fig. 2. Analysis of performance comparison of Sprintz technique

기록하지 않는다. 이러한 과정을 통해 비트 개수를 줄인다.

네 번째, Entropy coding은 Huffman encoding을 활용한다. Huffman encoding은 문자의 빈도에 따라 이진 트리로 압축하는 기법으로 시계열 데이터에서 압축 효율이 높다.

이상 네 가지 컴포넌트를 활용하여 Sprintz 기법은 IoT 시계열 데이터에 대한 압축 기법을 제안하고 있다.

2. 성능 비교

이 절에서는 Sprintz 기법의 성능 분석 비교를 위해 기본 데이터(raw data)와 압축률 비교 분석을 진행하였다. 표 1에서는 UCI Machine Learning Repository 공개 데이터 중 2개 데이터 셋을 선정하였다[6].

표 1. 실험환경에 사용한 데이터셋
Table 1. Dataset of using experimental environment

| Dataset | Description |
|---|---|
| Gas (Gas sensor array temperature modulation) | Co2, humidity, temperature, benzene, etc |
| App (Appliances energy prediction) | Temperature, humidity, etc measured at home for 4 to 5 months |

그림 2에서 Sprintz는 Gas에서 3.1배, App에서 15.8배 압축률을 보여주고 있다. 이는 Gas의 경우 변화가 많은 데이터를 가지고 있어 압축률이 낮은 것으로 보이며, App은 값의 변화가 미비하여 이러한 결과보인 것으로 판단된다.

3. 분석 및 개선 방향

Sprintz 기법의 구현 및 성능 비교를 통해 본 논문에서는 두 가지 개선 방향을 모색할 수 있다.

첫 번째는 Payload 내 압축 방법이다. 예를 들어, dX 2번째 행 값(00001010)으로 시작되어 끝까지 반복된다면 1회만 적용하여 해당 값을 줄일 수 있다.

두 번째는 가변길이 조절 방식이다. 예를 들어, dX 1번째 행 값(00010000) 값으로 인해 다른 dX 값이 5비트로 설정됨을 확인 할 수 있다. 이때 header는 5비트로 하되 1번째 행의 값을 모두 NOT 연산을 할 경우 11101111로 4비트로 줄일 수 있다. 다만 dY는 0에서 1로 반전되고, dZ는 1로

만 표기되기 때문에 추가적으로 압축을 할 수 있는 부분이 존재한다.

III. 결 론

본 논문에서는 Sprintz 기법에 대해 상세한 기법 분석을 진행하고, 해당 부분에 대한 구현을 진행하였다. Sprintz는 세분화된 기법으로 보았을 때 특성에 부합하게 잘 설계 되었다. 그러나 본 논문에서는 구현 및 세부 기법 분석하는 과정에서 추가적으로 압축을 할 수 있는 방향을 마련할 수 있었다.

향후 연구에서는 해당 분석을 토대로 연구를 진행할 것이며, 연구를 통해 기존 Sprintz 기법과 성능 비교 분석이 가능한 새로운 기법을 고안할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김양화, 임재완, 박규열, 임옥택, “전기자동차 시장 및 배터리 관련 기술 연구 동향”. Trans. of Korean Hydrogen and New Energy Society, 제 30권, 제 4호, 362-368쪽, 2019.
- [2] 박요한, 이철용. “국내·외 리튬 이온 배터리 수요 및 가격 예측”. 한국혁신학회지, 제 15권, 제 2호, 209-235쪽, 2020.
- [3] Blalock, D., Madden, S., & Guttag, J. “Sprintz: Time series compression for the internet of things”. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, vol. 2, no. 3, pp. 1-23, 2018.
- [4] P. Deutsch and J.-L. Gailly. “Zlib compressed data format specification version 3.3”. Technical report, 1996.
- [5] Gunderson, S. H. “Snappy: A fast compressor/decompressor”. code. google. com/p/snappy, 2015.
- [6] Burgués, J., Jiménez-Soto, J. M., & Marco, S. “Estimation of the limit of detection in semiconductor gas sensors through linearized calibration models”. Analytica chimica acta, no. 1013, 13-25, 2018.