

스마트 가스 계량기 압력 데이터 기반 누출 판단 기법 개발

†김정훈 · 오정석 · 이진한

한국가스안전공사 가스안전연구원

(2023년 3월 28일 접수, 2023년 5월 2일 수정, 2023년 5월 18일 채택)

Development of Leakage Judgment Technique based on Pressure Data of Smart Gas Meter

†Jung-Hoon Kim · Jung-Suk Oh · Jin-Han Lee

Institutes of Gas R&D, Korea Gas Safety Corporation, Eumseong, 369-811, Korea

(Received March 28, 2023; Revised May 2, 2023; Accepted May 18, 2023)

요약

가스계량기의 검침방식이 발전하면서 원격검침이 가능한 스마트 가스 계량기(누출점검용 계량기 및 다기능 안전 계량기)가 사용되고 있다. 이러한 계량기는 부가기능으로 수집하는 유량 및 압력 데이터를 활용하여 누출 판단을 하는 기능이 있다. 유량 데이터를 이용한 누출판단 기능은 실제 현장에서 유효한 사례가 있지만 압력 데이터 기반 누출 판단 기준은 누출로 인한 압력 값 변화뿐만 아니라 여러 요인(정압기 압력 크기, 인접 계량기 연계, 인접 주택 사용량, 계량기 위치 등)으로 압력 크기 변화(레벨)가 있는 문제점이 있다. 본 논문에서는 스마트 가스계량기에서 수집되는 압력데이터를 활용하여 누출여부를 판단 할 수 있는 기법으로 압력 데이터 전처리 방법과 누출 여부 관련 압력 값 범위 기준, 누출판단 기법 및 적용 사례 검증을 통해 개발하였다.

Abstract - As the meter reading method of gas meters develops, smart gas meters capable of remote meter reading (leak checking meters and multi-function safety meters) are being used. These meters have a function to judge leakage by utilizing the flow rate and pressure data collected as an additional function. Leakage judgment function using flow rate data has valid cases in the actual field, but the pressure data-based leakage judgment standard is based on not only the pressure value change due to leakage but also various factors (pressure regulator pressure, connection with adjacent meters, usage of adjacent houses, location of meters, etc.). There is a problem with pressure magnitude changes (levels). In this paper, as a technique that can judge leaks by using pressure data collected from smart gas meters, it was developed through preprocessing of pressure data, criteria for pressure value ranges related to leaks, leak judgment techniques, and application case verification.

Key words : smart gas meter, pressure data, leak judgment technique, leak checking meter, multi-functional safety meter

1. 서론

가스계량기의 검침방식의 발전은 고객에게 방문하여 계량기 지침을 기록하는 제1세대 방문검침, 지침을 육안 검침이 아닌 인근지역의 검침장치에 기록하는 제2세대 근거리 방침 및 시스템에 의한 자동화된

원격검침의 3세대 원격검침으로 발전해 왔다[1].

스마트 가스 계량기는 3세대 원격검침이 가능한 계량기를 말하며 국내에는 누출점검용 계량기와 다기능 안전 계량기를 의미한다. 누출점검용 계량기와 다기능 안전 계량기는 부가기능으로 수집하는 유량 및 압력 데이터 등을 활용하여 누출 판단기능을 가지고 있다. 두 계량기의 부가기능에서의 차이점은 누출 판단기능의 누출 판별방법 및 자동차단 기능 여부의 차이가 있다[2-3].

†Corresponding author:jhkim223@kgs.or.kr

Copyright © 2023 by The Korean Institute of Gas

국내 가스 계량기 계측의 신뢰도 확보와 안전성 개선을 위해서 보다 선진화된 가스 AMI(Advanced Metering Infrastructure)의 구축이 최종 완료되면 가스 사용량 계량의 정확도와 검침의 편의성이 개선되며, 가스 사용량 및 사용 패턴에 관한 정보가 실시간으로 취득할 수 있다. 가스 AMI란 가스 계량기에 IoT(사물인터넷, Internet of Thing) 기술을 적용하여 원격 검침 및 데이터 분석이 가능하도록 하는 스마트 가스미터기 및 제반 시스템을 통칭한다[1, 4].

이를 기반으로 실시간 사용요금 정보제공 서비스가 가능해지며 가스 사용시설의 안전관리 기능이 강화될 수 있다. 가스 AMI의 안전기능과 관련된 국내의 누출판단 기능으로 누출점검용 계량기는 미사용 중 수시누출점검, 사용 중 미소유량 누출, 사용 중 대유량 누출, 압력 저하 및 상승 경고 기능이 있고 다기능 안전 계량기는 유량차단성능(합계유량차단, 증가유량차단, 연속사용시간), 미소사용유량, 장기미소누출, 압력저하차단의 기능이 있다[2-3].

유량 데이터를 활용한 누출판단 기능이 많고 실제 판단이 유효하다라는 사례가 있지만 압력 데이터 기반 누출 판단은 데이터 값 범위로 정보를 주는 기능이다. 누출로 인한 압력 값의 변화뿐만 아니라 다른 요소인 정압기 압력의 크기, 동일 배관 상 인접 계량기 연계, 인접 주택 사용량, 계량기 위치 등에 따라 압력 크기가 달라져서 이를 개선할 수 있는 누출 판단기법이 필요하다.

국의 가스계량의 누출판단 기능은 지진 관련 차단 기능, 유량 관련 차단기능, 사용시간 관련 차단기능, 지진 발생 후 압력 관련 강하 감지 차단, 압력조정기의 압력 데이터를 활용한 경미 누출, 압력 범위 벗어나는 경우 및 가스 사용후 차단 압력 모니터링 방법 등이 있다. 압력조정기 압력의 수집은 국내에서 어려움이 있다[5].

본 논문에서는 누출점검용 계량기 및 다기능 안전 계량기에서 수집되는 압력데이터를 이용하여 누출여부를 판단 할 수 있는 기법을 개발하였다. 압력 데이터 전처리 방법과 누출 여부 관련 압력 값 범위 기준, 누출판단 기법 개발 및 특정 주택의 적용 사례 검증을 통해 연구를 수행하였다.

II. 스마트 계량기 누출 판단 기술 현황 및 문제점

일반적으로 가스 계량기는 측정 방식 및 표시 방식, 누출과 관련된 안전기능에 따라 분류할 수 있으며 이를 정리하면 Table 1과 같이 크게 총 5개 기종으로 구분된다[1].

현재 우리나라에서 사용되는 계량기는 기계식이

Table 1. Classification and characteristics of domestic and foreign gas meters

Meter type	Measurement method	Mark	Add-ons	Characteristic
mechanical meter	Diaphragm type	mechanical	-	
digital meter		LCD	-	Convenience of meter reading
Meter for Leak Check		LCD	Leak Notification	safety
Multi-functional Safety Meter		LCD	Leak notification, automatic leakage blocking	safety
ultrasonic meter (not introduced)		ultrasonic wave	LCD	Leak notification, automatic leak blocking, temperature and pressure compensation (optional)

대부분이나 초음파 계량기를 제외한 총 4종이 도입된 상태다. 이 중에서 누출 판단이 가능한 계량기는 누출점검용 계량기와 다기능 안전 계량기이다.

스마트 계량기 누출기술 현황과 문제점을 검토하기 위해 국외 및 국내 계량기의 누출 판단기술 현황과 문제점에 대해 분석을 하였다.

2.1. 국외 계량기 누출 판단 기술 현황

해외 중 일본의 경우 가스계량기가 많은 안전기능을 활용하고 있다. 지진 관련 차단기능, 유량 관련 차단기능, 사용시간 관련 차단기능, 지진 발생 후 압력 관련 강하 감지 차단, 압력조정기의 압력 데이터를 활용한 경미 누출, 압력 범위 벗어나는 경우 및 가스 사용후 차단 압력 모니터링 방법 등이 있다[5].

- (1) 지진 차단기능 : 가스를 사용하는 동안 지진 강도 5이상의 지진 감지되면 가스 차단
- (2) 총유량 감지 차단 : 밸브 실수 열림/손상으로 설정된 총 값을 초과하면 차단
- (3) 유량 감지 차단 : 소비가 빠르고 비정상적인 증가/손상된 경우 설정 값 초과하면 차단

- (4) 사용시간 검지 차단 : 가스기기 끄는 것을 잊어 버린 경우 설정된 최대 시간 초과하면 가스 차단
- (5) 압력 강하 감지 차단 : 지진 발생 후 2차 재해 예방을 위한 것으로 계량기 압력이 0.6kPa보다 낮게 감소 되는 경우 차단
- (6) 유량 경미 누출 감지 경고 : 경미한 누출 경고
- (7) 압력강하에 의한 경미한 누출 경고 : 압력조정기와 보일러 사이의 경미한 누출 경고
- (8) 비정상 조절 압력 경고 : 압력조정기로 오류를 보고하는 경고로 2.3~3.3kPa(사용 압력범위) 사이의 범위를 벗어나는 경우 모니터링(30일 중 15일 초과하는 경우 경고)
- (9) 비정상 차단 압력 경고 : 가스 사용 후 압력조정기 차단압력이 어떻게 되는지 모니터링 하는 것으로 3.5kPa을 몇 번 초과하는지 카운트 하고 30일 동안 15일 초과하는 경우 경고 알림

압력 데이터를 이용하는 경우는 지진 발생 후 2차 재해 예방을 위한 압력 감소에 대한 차단인 경우로 국내 압력저하 차단과 유사하지만 기능 목적이 지진 재해와 관련 된 것이다. 압력을 활용한 안전기능에서 국내와 차별성이 있는 것은 압력조정기 데이터를 활용하는 것이 다르며 가스계량기의 압력 변화는 누출로 인한 압력 뿐만 아니라 다양한 원인으로 달라 질 수 있기 때문에 압력조정기 압력을 활용한 것이라고 판단 된다.

이 연구에서는 압력조정기 압력의 수집은 어려움이 있어 가스계량기 압력 데이터를 활용해서 통상 사용 압력 범위 기준을 활용한 누출 판단 기법을 개발하였다.

2.2. 국내 계량기 누출 판단 기술 현황 및 문제점

누출점검용 가스 계량기는 도시가스 사용시설 중 은폐배관에 점검구를 대신하여 설치하는 누출점검용 가스계량기를 말한다[2].

- (1) 미사용 중 수시누출점검 : 가스를 사용하지 않는 상태에서 미소가스누출부터 다량가스누출을 즉시 점검할 수 있는 것
- (2) 사용 중 미소유량 누출 : 통상의 사용상태에서 0.02 m³/h 이하가 누출되는 경우
- (3) 사용 중 대유량 누출 : 통상의 사용상태에서 대유량누출검지가 가능해야하며 통상의 사용조건에서 최대사용유량(Qmax)의 1.1배의 대유량 누출이 발생

다가능 가스안전계량기의 안전기능은 KGS 코드

AA631에 Table 2와 같은 기능을 포함하고 있다[3]. 스마트 계량기로 원격점검으로 수집되는 데이터 중 유량으로 가스를 차단하는 기능과 Fig. 1과 같은 압력저하차단 기능이 있다.

하지만 압력저하차단 기능은 현장의 환경을 고려했을 때 문제점이 있어 오경보가 자주 발생하여 기능을 대부분 사용하지 않고 꺼두는 경우가 있다. 예를 들면 아파트의 경우 도시가스 공급과정은 도시가스회사의 본관(0.4~0.5MPa, 중압관)에서 각 가정에 직접 공급하는 것이 아니라 도로와 비유하면 국도, 지방도에

Table 2. Leakage criteria for multi-function gas safety meters

Operating performance	How to judge leak
Flow blocking performance	Total flow cut-off value exceeded Increased flow cut-off value Long-term continuous flow without flow fluctuations
Performance of registration of minute flow rate	Detecting minute flow rates in normal use
Micro leak detection performance	If detected for 30 consecutive days
Pressure drop blocking performance	Detects 0.6±0.1 kPa pressure drop on the outlet side

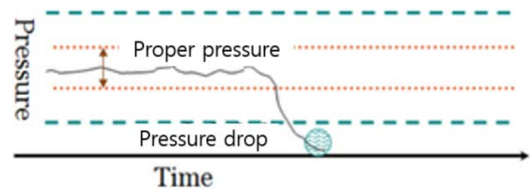


Fig. 1. Pressure drop example of pressure sensor data.

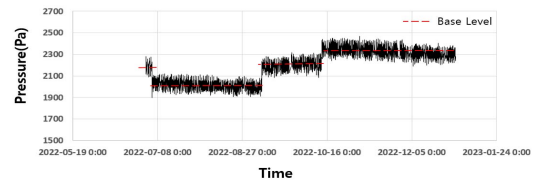


Fig. 2. Pressure change over time of smart meter in house A (22.07.01 - 22.12.30).

비유할 수 있는 본관을 설치한 후 공급희망지역에 대해 본관에서 압력을 감압하는 장치인 지역정압기를 설치하여 지역정압기로부터 다시 공급관(2.5kPa, 저압)을 설치하여야만 주택에 공급할 수 있다.

이 때 주택에 공급하는 압력이 지역정압기 압력의 크기, 동일 배관 상 인접 계량기 연계 등에 따라 Fig. 2와 같이 압력 크기 레벨(Base level) 변화가 발생하기 때문에 압력 저하 값이 $0.6 \pm 0.1 \text{kPa}$ 에서 차단하는 것은 누출 판단에 문제가 있어 압력 데이터 분석을 통한 가스누출 판단이 가능한 기법을 개발하였다.

III. 압력 데이터 기반 누출판단 기법 개발

기존 누출점검용 가스계량기와 다기능 가스안전계량기의 압력 관련 안전기능은 계량기 설치 환경을 고려했을 때 압력크기 레벨 변화가 발생하여 오경보가 자주 발생하는 문제점이 있다.

이때 주택에 공급하는 압력이 지역 정압기 압력의 크기, 동일 배관 상 인접 계량기 연계, 인접 주택 사용량, 계량기 위치 등에 따라 압력 크기 레벨(Base Level) 변화가 발생하기 때문에 압력 데이터의 전처리 및 가스누출 판단 방법을 개발하였다.

Fig. 3은 누출 판단 방법의 순서로 1단계는 압력 데이터를 수집을 하고 2단계는 데이터 오류 전처리 3단계는 압력 범위 데이터를 산출하고 압력 레벨을 "0"으로 변환한다. 4단계는 이상치 제거를 위한 분류를 하고 5단계는 가스누출 판단 분석을 한다.

3.1. 스마트 계량기 압력 데이터 전처리 방법

가) 센서로 수집되는 시간별 압력 데이터 오류(반복 데이터, 누락 데이터, 0 등) 제거

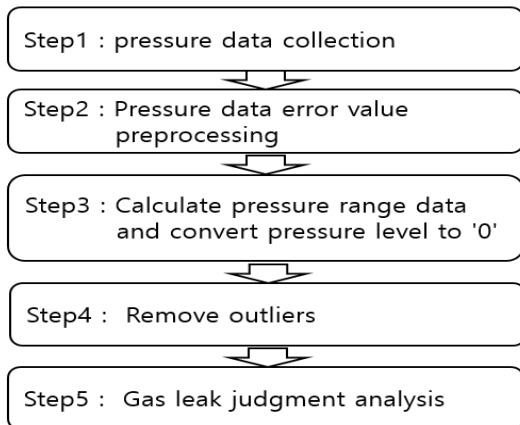


Fig. 3. Flowchart of leak judgment method.

스마트 계량기의 데이터는 시간당 검침하여 유량과 압력 값을 저장하는데 여러 요인(통신 불량 등)으로 특정 시간이 반복적으로 저장(Table 3)되거나 어떤

Table 3. Example of 3 duplicate data errors per hour

Meter reading time	Communication time	Accumulated flow rate	Pressure
2022-06-25 23:00	2022-06-26 8:13	106,245	2300
2022-06-25 23:00	2022-06-26 8:14	106,245	2,300
2022-06-25 23:00	2022-06-26 8:14	106,245	2,300
2022-06-26 0:00	2022-06-26 8:13	106,245	2,500
2022-06-26 0:00	2022-06-26 8:14	106,245	2,500
2022-06-26 0:00	2022-06-26 8:14	106,245	2,500

Table 4. Example of pressure data zero value error

Meter reading time	Communication time	Accumulated flow rate	Pressure
2022-10-29 15:00	2022-10-29 20:32	136,434	0
2022-11-16 12:00	2022-11-16 12:04	138,174	0
2022-11-26 12:00	2022-11-26 12:04	139,454	0

Table 5. Examples of missing data errors by hour

Meter reading time	Communication time	Accumulated flow rate	Pressure
2022-12-02 4:00	2022-12-02 7:30	367	6,300
2022-12-02 5:00	2022-12-02 7:30	367	6,300
2022-12-02 6:00	2022-12-02 7:30	367	6,400
2022-12-02 8:00	2022-12-02 15:47	367	6,200
2022-12-05 0:00	2022-12-05 7:41	367	6,200
2022-12-05 1:00	2022-12-05 7:41	367	6,200
2022-12-05 2:00	2022-12-05 7:41	367	6,100

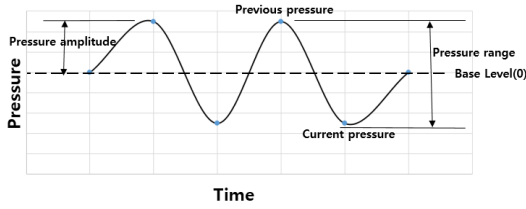


Fig. 4. Define pressure range, pressure amplitude, Previous pressure and current pressure of time-pressure data.

시간 구간에서는 데이터가 누락 경우(Table 5)도 있고 압력이 0인 경우(Table 4) 등이 발생하여 이에 대해 데이터를 제거한다.

나) 압력범위(현재 압력 - 이전 압력)로 변환

개별 주택 가스계량기의 압력 데이터에서 레벨(Base Level) 변화가 발생하기 때문에 Fig. 2의 데이터 그래프와 같이 특정 시간에 압력의 크기 레벨이 감소하거나 증가하는 양상이 발생한다.

Fig. 4는 시간에 따른 압력 데이터에서 전처리를 위해 필요한 압력범위(pressure range), 압력진폭(pressure amplitude), 검측시점 압력(current pressure) 및 검측시점 전 압력(previous pressure)을 정의하였다.

압력 크기 레벨 변화의 데이터는 실제 배관이나 계량기 등에서 누출이 발생했을 때의 압력변화가 아니라서 데이터를 제거할 수 있도록 압력범위 데이터로 변환한다. (1)과 같이 계산을 하고 전체 시간에 대해 Base Level을 0으로 변환하게 된다.

$$Pressure\ range = Current\ pressure - Previous\ pressure \quad (1)$$

Pressure amplitude : 압력진폭

Current pressure : 검측시점 압력

Previous pressure : 검측시점 전 압력

평균압력은 (2)와 같이 정의한다.

$$Average\ pressure = \frac{Current\ pressure + Previous\ pressure}{2} \quad (2)$$

Fig. 5는 특정 주택의 시간-압력 데이터를 시간-압력범위 데이터로 변환한 것으로 압력 크기 레벨을 0으로 변환하는 것을 통해 압력 크기 레벨 변화 데이터를 확인할 수 있으며 이를 제거해야 하는데 여러가지 방법을 적용을 할 수 있다.

다) 압력 레벨 변환에 따른 이상 값을 제거 방법
데이터에서 이상 값은 보통 검측되는 데이터 범위에서 많이 벗어난 아주 작은 값이나 큰 값을 말한다.

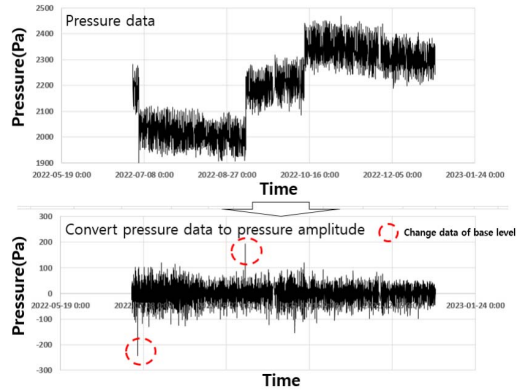


Fig. 5. Time-pressure data, pressure range data conversion and pressure level change data part.

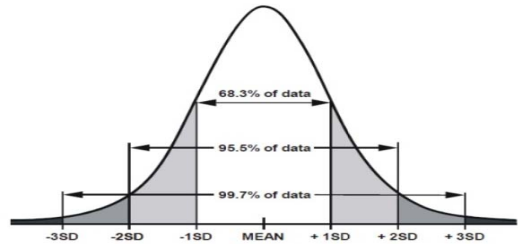


Fig. 6. Normal probability distribution and standard deviation relationship[6].

압력 범위에서 벗어나는지 판단을 하는데 필요한 데이터 분석을 할 경우 이러한 이상 값은 누출판단 결정에 영향을 미칠 수 있어서 적절한 이상치 처리는 필요하다. 본 논문은 압력 범위에서 벗어나는 값을 제거해야 한다.

이상치 처리 방법은 표준편차(Z-score), IQR(Interquartile range) with Box plots, Isolation Forest, DBSCAN(Density based spatial clustering of applications with noise) 등의 방법이 있다. 압력 데이터는 일반적으로 분포가 정규분포를 생성하고 있고 이상치 처리 방법의 특성을 고려 했을 때 표준편차(Z-score) 방법이 적절하다고 판단하여 적용하였고 다른 기법도 활용은 가능하다[6-8].

압력 크기 레벨 변화 데이터를 제거하기 위해서 압력범위 데이터로 정규 확률분포를 산출하여 표준편차(Z-score)를 적용하였다. Fig. 6은 1표준편차($\pm 1SD$), 2표준편차($\pm 2SD$), 3표준편차($\pm 3SD$)를 사용했을 때 확률분포 표준편차 범위 바깥 쪽 부분으로 벗어나는 데이터를 이상치로 간주할 수 있는 것을 의미한다.

표준편차 방법은 Z-Score로 대체 할 수 있으며 관측치가 표본평균에서 표준편차의 몇 배의 거리만큼 떨어져 있는지 나타내는 지표로 (3)을 사용한다[9].

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

x : 데이터
 μ : 평균
 σ : 표준편차

위 식을 계산한 결과의 절대값이 크면 클수록 분포의 양극단에 위치하며, 해당값이 설정한 임계값을 넘어서면 이상치로 판단하고 해당 값은 제외한다. 연간 압력 확률분포의 변화가 지역 정압기 압력의 크기 변화, 동일 배관 상 인접 계량기 연계 변경, 인접 주택 사용량 변화 및 계량기 위치 등의 이유로 큰 경우 변경된 기간을 고려하고 최근 기간의 압력데이터를 이용하여 업데이트하여 적용한다.

그러나 압력 변화가 여러 요인의 레벨변화가 아닌 누출에 의한 변화도 있을 수 있기 때문에 누출판단 기준이 필요하다. 또한, 이 방법을 실제현장에 적용하기 위해서는 압력변화의 원인이 각 주택마다 조건이 다르기 때문에 각 주택마다 표준편차 기준 값을 산출해야 한다. 누출이 없는 기간(약 1년)의 데이터를 기반으로 Z-Score값을 설정해야 다양한 경우의 압력 데이터 변화를 포함하는 분포를 얻을 수 있다고 판단되기 때문이다.

3.2. 압력 데이터 특성을 고려한 누출판단 기법 개발

가스 계량기의 압력 범위 누출 판단 기준 관련 상위 및 하위 압력 데이터 기준 값 산출을 위해서는 실제적으로 가스계량기 압력 변화에 영향을 주는 인자인 정압기 송출압력능력, 인접 스마트 계량기 개수, 고도, 동시 가스사용 주택 수 등으로 변화가 있을 수 있다고 판단된다.

이와 같이 다양한 원인으로 압력 변화가 개별 주택에서 발생할 수 있기 때문에 실제 현장 적용시 개별 주택에 매칭되는 압력기준범위를 산출하여 적용해야 한다고 판단된다.

개별 주택의 압력 데이터를 앞에서 설명한 전처리를 한 후 확률분포를 Fig. 7과 같이 산출하고 압력 레벨 변화에 따른 값이 아닌 이상값 제거 기준(표준편차(Z-score))의 압력 범위를 벗어나는 데이터를 도출한다. Fig. 8은 특정 주택의 실제 가스계량기 압력 데이터를 압력진폭의 크기로 변환한 데이터이고 Fig. 8 a)는 압력 데이터의 크기(레벨) 변화가 있는 날짜를 표

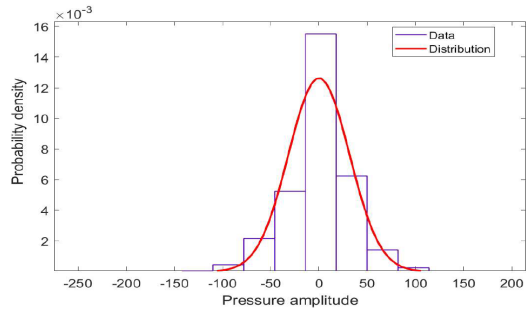


Fig. 7. Histogram and Normal probability distribution of pressure amplitude data for specific house.

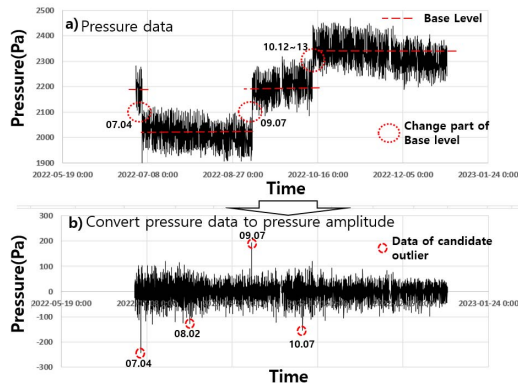


Fig. 8. Pressure data of specific house : a) Change parts of base level in pressure data and b) data of candidate outlier in pressure amplitude.

시하고 있고 3개 부분이 있다. Fig. 8 b)는 Fig. 7의 확률분포에서 여러 Z-Score를 검토한 결과 이상치 데이터의 개수가 적은 ($\pm 4SD$)를 기준으로 설정하였고 데이터를 벗어나는 4개 데이터를 표시한 것이다. 여기서 특이 사항은 Fig. 8 a)의 3번째 데이터 크기 변화 부분에서는 $\pm 4SD$ 의 기준을 벗어나는 데이터가 없는 것을 확인할 수 있고 이유는 압력 진폭의 크기가 10월 12일부터 13일 동안 점차적으로 크기가 증가 되어 큰 값이 발생하지 않았다.

Fig. 8 a)의 압력크기(레벨) 변화 데이터 부분 해당 날짜의 전과 후의 1일 기간의 데이터에 대해서 압력 크기 레벨을 0으로 변경하기 전의 평균압력의 차이가 표준편차 크기(max(범위 벗어나는 데이터의 시점 전과 후의 1일 표준편차))를 초과하는 경우는 압력레벨

Table 6. Results of outlier through proposed leak judgment method

Date of candidate outlier	Daily average pressure difference before and after the outlier	The maximum value of the daily pressure standard deviation before and after the outlier	Judgment of outlier
07.04	148.2	43.9	O
08.02	0.0	44.9	leak potential pressure
09.07	194.6	45.2	O
10.07	17.7	49.2	leak potential pressure

변환으로 보고 아닌 경우는 누출 이상 압력으로 고려하는 방안으로 기법을 개발하였다.

이 결과를 Table 6에 정리하였고 4개 데이터에서 2개 데이터(07.04, 09.07)가 이상치로 판단이 되었는데 실제 Fig. 8 a)의 압력크기(레벨) 변화 부분과 일치한다. 이와 같은 방법으로 현장에서 발생하는 이상치를 제거할 수 있는 기법을 개발하였다.

나머지 2개 데이터(08.02, 10.07)는 누출 가능성 압력 데이터이고 이러한 데이터가 연속 10일 중 5일 이상 발생하는 경우에 누출판단 경보를 준다. 압력 상위 값 기준(+4SD)을 벗어나는 경우는 과압으로 인한 누출 위험과 압력 하위 값 기준(-4SD) 밖의 압력은 누출로 인한 압력 강하로 누출 가능성을 판단한다.

누출판단 기준에서 데이터가 압력 범위 기준을 1회 벗어 났을 때가 아니라 연속 10일 중 5일 이상으로 한 이유는 압력변화가 다양한 요인으로 변화가 있을 수 있고 압력데이터가 정밀한 수준으로 변화하지 않기 때문이다. 다른 환경의 많은 주택의 가스계량기 압력 데이터(실제 누출 케이스 포함)를 수집하여 판단 기준에 대한 추가 검증은 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결론

원격검침이 가능한 스마트 가스계량기가 수집하는 압력데이터를 활용한 누출판단 기법을 개발하였다. 스마트 계량기의 압력 데이터는 각 주택마다 누출로 인한 압력뿐만 아니라 여러 요인으로 인해서 압력 변화와 압력크기 레벨 변화가 발생하여 오경보가 자주

발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 압력데이터 전처리 방법으로 압력범위로 데이터를 변환하여 압력크기 레벨을 0으로 이동하여 압력크기 레벨 변화 값 제거하는 방법으로 표준편차(Z-score) 방법을 적용한다. 이 표준편차 방법은 각 주택마다 적용해야 하며 누출이 없는 기간(약 1년)의 데이터를 기반으로 Z-score의 값을 설정해서 압력 범위를 적용해야 한다. 이 압력 범위를 벗어나는 데이터에서 압력레벨 크기 변화 데이터와 누출가능 데이터를 구별하기 위해서 압력 범위를 벗어나는 데이터 부분 해당 날짜의 전과 후의 1일 기간의 데이터에 대해서 압력 크기 레벨을 0으로 변경하기 전의 평균압력의 차이가 표준편차 크기(max(범위 벗어나는 데이터의 해당 날짜의 전과 후의 1일 표준편차))를 초과하는 경우는 압력레벨 변환으로 보고 아닌 경우는 누출 이상 압력으로 고려하는 방안으로 기법을 개발하였다. 이러한 누출이상압력이 연속 10일 동안 5일 이상 발생하는 경우 누출 위험으로 판단하는 기법을 개발하고 적용사례로 검증하였다. 향후 연구는 실제 사례의 압력 데이터를 수집하는 경우 이 누출판단 기법 유효성 여부에 대한 추가 검토 및 개선연구를 할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2021202090028B).

REFERENCES

- [1] Seo J. G., Noh N. J., *A Study on Securing the Feasibility of Projects Related to Gas AMI Distribution*, Korea Energy Economics Institute, (2017)
- [2] Korea Gas Safety Corporation, *Gas Meter Performance Certification Criteria for Leak Check*, KGS FU551 PC14, (2019)
- [3] Korea Gas Safety Corporation, *Facility Technical Inspection Criteria for Multi-functional Gas Safety Meter Manufacturing*, KGS AA631, (2022)
- [4] Lee, S. W., Lee, S. S., Song, M. H., Kwon, Y. M., "Examination of IoT-based Gas Remote Meter Reading (AMI) Platform and Service", *KIGAS*, 24(3), 1-10, (2020)
- [5] Kalgla vapotechcorp, TOYOKEIKI, *Ultrasonic smart gas meter with safety + networking functions*.
- [6] Hamzeh A., Shengnan N. C., "Performance evaluation of outlier detection techniques in production

- timeseries: A systematic review and meta-analysis”, *Expert Systems with Applications*, 191, 116371, (2022)
- [7] MGI, *Big data : The next frontier for innovation, competition, and productivity*, (2011)
- [8] BNEF, *Smart grid analytics and data management : a primer*, (2012)
- [9] Jak Jailani, N. S. , Muhammad, Z. , Fazalul Rahiman, M. H. and Nasir Taib, M. , “Analysis of Kaffir Lime Oil Chemical Compounds by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and Z-Score Technique”, *2021 IEEE I2CACIS*, Shah Alam, Malaysia, 110-113, (2021)