



A Historical Temperature Analysis System using Expert Weight Value

Chang-Kun Lee¹, Myeong-Mo Gu², Sang-Bok Kim^{*3}

¹*Department of Ship Building Technology, Koje College*

²*Computer Information Center, Gyeongnam National University*

³*Department of Computer Science, Gyeongsang National University*

ABSTRACT

We propose using a Time History of Temperature Analysis System by applying Expert Weight Value for obtaining a measurement of temperature with precision according to a temperature change due to external circumstances. It is not easy to precisely diagnose a normal temperature change using the existing system, which employs a fiber optic sensor. Only once a temperature has been accepted as normal, may it be considered valid Historical Information and be utilized for reference. When it exceeds a specified figure of Historical Temperature Information, it is rated to be a mistake. This paper applied Expert Weight Value to Historical Temperature Information of the temperature measured in real-time, specifically while diagnosing a normal and an abnormal temperature and the difference between the standard Historical Temperature Information and the measured temperature. In this paper, we improved the history information Data in our system for Historical Temperature and Alarm Temperature which are used in the history inquiry module in the simple typical Optical Temperature Distribution Sensor Measurement system. Simulations demonstrated that this system showed a relatively higher rate of diagnosis of a temperature change than the existing system that does not apply Expert Weight Value.

© 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Expert Weight Value, Temperature Analysis System, Optic Fiber Sensors, Historical Temperatures, External Parameters

ARTICLE INFO: Received 16 October 2014, Revised 12 December 2014, Accepted 12 December 2014.

*Corresponding author is with the Department of
Computer Science, Gyeongsang National University, 63,
Gajwa-gil 29beon-gil, Jinju-si, Gyeongsangnam-do,

KOREA.

E-mail address: sbkim@gnu.ac.kr

1. 서론

외부환경의 변화로 인하여 예기치 못한 사고가 발생하기 쉬운 산업현장에서는 대상에 따라 정확한 온도측정을 위하여 온도센서를 요구하고 있다. 특히, 온도센서는 성능과 안전성이 요구되는 많은 분야에 응용이 될 수 있으며, 실시간 측정이 가능하고 전송되는 결과가 비교적 정확한 값을 나타낼 수가 있어야 하기 때문에 전기저항식 센서보다는 광섬유 센서를 이용한다[1-2]. 광섬유 센서는 광섬유가 가지는 전자파 간섭에 대한 내성, 센서부에서 전기를 사용하지 않기 때문에 폭발성이 강한 환경에서도 사용이 가능하다. 또한 고감도와 가느다란 광섬유에서 오는 소형, 경량, 고속측정 및 유연성, 그리고 다중화와 분포측정 능력 등의 장점이 있다[3-6]. 이러한 장점을 이용한 기존 온도 시스템에는 라만 산란 분포 온도 시스템과 브릴루앙 산란 분포 온도 시스템이 있다[7-8]. 그러나 이들 시스템에서는 정확한 온도 측정을 할 수 있다는 특징이 있지만 실시간 온도변화에 대한 정확한 진단이 이루어 지지 않는다. 그 이유는 측정된 온도 정보는 데이터베이스에 저장되어 문제가 발생하였을 경우 참조될 수 있는 이력정보의 활용에 있다. 이들 시스템에서 사용되는 이력 정보는 과거의 정보 데이터와 온도 데이터에 대한 단순한 조회 기능만을 가지고 있고 실시간 온도에 이력 온도 정보를 미반영하기 때문에 정상적인 실시간 온도 변화와 비정상적인 실시간 온도 변화를 정확하게 진단하지 못하여 온도 진단의 정확성과 시스템 운용의 안정성에 문제가 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 실시간 온도 변화에 대하여 이력 온도 정보를 반영한 이력 온도 해석 시스템을 제안한다. 제안 시스템에서는 정상적인 온도 변화를 세분화하여 광센서 구부러짐과 고장을 진단하도록

하였으며, 비정상적인 온도 변화도 이력정보를 이용하여 실시간으로 진단한다. 또한 주변 환경 요인으로 인하여 정상온도의 변화가 많이 발생할 수 있기 때문에 임계값 기준의 큰 온도차와 작은 온도차를 두어 더 정확하게 진단할 수 있다. 분포 온도 시스템에서 적용되는 알고리즘을 시뮬레이션을 통하여 실시간 온도 변화에 대한 정확성과 안정성을 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 2장에서 광섬유 온도센서를 이용한 시스템에 대하여 알아보고, 3장에는 본 논문에서 제안하는 이력 온도 해석 시스템에 대하여 알아본다. 4장에서 시뮬레이션을 통하여 평가하고 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련연구

라만 산란 분포 온도 시스템[7] 구성에서 광신호는 검출 소자를 거치면서 전기 신호로 변환된다. 이 신호는 아날로그 회로에서 증폭된 후 2.5ns까지 낮출 수 있는 프로그램화 된 주기로 회신된 모든 신호를 샘플링하는 초고속 아날로그-디지털 변환 회로(A/D Converter)를 거치며 디지털화 되어 한번 측정 때마다 메모리에 기억되며 SNR(Signal to Noise Ratio) 개선을 위하여 디지털 평균화기에서 평균화 처리된다. 이 과정을 수 천번 반복하여 전체 측정 데이터를 가산 평균하면 랜덤 잡음(Random Noise)은 감소하며 평균화 처리한 데이터는 컴퓨터로 전송하여 최종적으로는 온도 데이터로 변환된다. 이 변환된 데이터는 데이터베이스에 조회용 온도 정보로 기록 된다.

브릴루앙 산란은 분포 온도와 변형감지 시스템의 핵심이며, 분포 온도와 변형을 측정기법인 DTSS(Distributed Temperature and Strain Sensing)이다[8]. 광섬유에 빛을 보내면 레이저파만

이 전달되는 것이 아니라 음파도 발생한다. 전파되는 레이저파와 음파사이의 상호작용에 의하여 브릴루앙 반사가 나타난다. 브릴루앙 반사도 마찬가지로 두 개의 성분, 즉 스토크스와 반스토크스 범위의 파장으로 분리되므로 광섬유를 통해 보낸 빛의 색과 다른 색을 가진다. 브릴루앙 산란의 스토크스 및 반스토크스 신호는 주파수에 대해 라만 산란의 주파수보다 레일리 산란 지점과 훨씬 인접하고 있기 때문에 브릴루앙 산란에 대한 분석이 상대적으로 어렵다. 그러므로 광섬유 주변의 온도가 변하게 되면 스토크스 및 반스토크스 신호의 진폭이 변하며 변형율의 변화가 있는 경우는 주파수 특성이 변하게 된다. 분포측정형 광섬유 센서는 광섬유를 통과하는 빛의 손실 또는 산란이 피측정량에 의해 변하는 것을 OTDR를 이용하여 광섬유의 길이를 따라 측정함으로써 광섬유의 길이방향에 따라 피측정량의 분포를 측정한다. 브릴루앙 주파수는 광섬유 재료에 크게 의존할 뿐 아니라 광섬유에 인가되는 변형률과 주위온도에 따라 변화한다.

Controller:PC), 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier:EDFA), RF(Radio Frequency) 신호 발생기(Signal Generator:SG), 광 검출기 등으로 구성된다. 측정원리는 발생하는 펄스로부터 광섬유에서 되돌아오는 시간을 계산하여 위치를 확인하고, 되돌아온 산란광, 특히 브릴루앙 산란광만을 필터링하여 파장의 변화를 측정함으로써 온도변화 또는 스트레인 변화를 측정한다. BOTDA도 광섬유 센서의 일종이므로 전자기파에 영향을 받지 않으며, 센서의 내구성은 광섬유 브래그 격자 센서와 마찬가지로 좋다. 광섬유 브래그 격자 센서와 비교하여 가장 큰 차이점은 BOTDA는 광섬유 자체를 활용하는 분포형 계측센서이므로 광섬유가 닿아 있는 부분은 어디든지 1m 간격으로 측정이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 이러한 온도측정에 대한 장점이 있음에도 실시간 온도에 이력온도 정보를 반영하지 않아 실시간 온도 변화에 대한 정상적인 온도와 비정상적인 온도를 진단하는 정확성이 떨어지는 문제점이 있다.

3. 이력 온도 해석 시스템

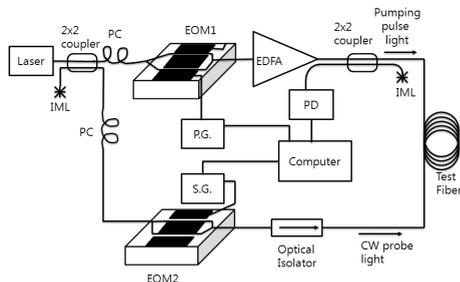


그림 1. BOTDA 광섬유 센서 구성요소
Figure 1. Component of the BOTDA optical fiber sensor

<그림 1>은 광섬유 BOTDA 센서의 구성을 나타낸다[9-10]. 광펄스 50nsec 이하인 펄스발생기(Pulse Generator:PG)와 EOM(Electro-Optic Modulator)변조기, CW 프로브 광원, 편광 조절기(Polarization

본 논문에서 제안하는 이력 온도 해석 시스템은 특정한 지점에서 급격한 온도 변화가 발생하였을 때 광센서를 통하여 수집된 정보를 데이터베이스에 저장하여 실시간으로 온도를 측정하고 측정된 온도 정보와 데이터베이스에 저장된 온도 정보를 비교하여 분석하는 시스템이다.



그림 2. 이력온도 해석 모듈
Figure 2. Analysis module of the historical temperature

<그림 2>는 본 논문에서 제안하는 이력온도 해석 모듈을 보여준다. 이력온도 해석 모듈은 임계값 설정 및 추정, 이력온도 정보 설정, 이력정보 분석, 온도 데이터 이력관리, 이력정보 반영 등으로 구성된다. 임계값 설정/추정은 비정상적인 온도 변화와 정상적인 온도변화에 대한 정확한 진단을 위하여 측정 전에 설정하는 값이다. 이 값은 이력온도 정보를 반영할 경우 전문가의 경험에 의하여 재설정될 수 있다. 이력온도 정보 설정은 온도 변화에 대한 값을 특정 기간의 온도 값과 비교 분석이 될 수 있도록 지정한다. 이력온도의 분석은 특정 기간으로 설정된 이력온도 정보를 분석하여 온도의 상승 또는 하강요인을 찾는다. 이 정보는 실제온도 변화와 이력온도 변화의 차이를 판단하는데 중요한 정보가 된다. 온도 데이터 이력관리 및 이력정보 반영에서는 실시간 정보는 항상 저장이 되며 정상과 비정상인 경우를 판단하여 정상적인 온도 변화일 경우에는 전문가 경험치, 외부 경험치, 외부 파라미터를 참조하여 이력온도 정보에 반영하도록 한다. 반영된 이력온도는 다음 특정 온도 측정 시 정확한 진단을 위하여 활용될 수 있도록 한다.

조회용 이력정보인 데이터베이스 서버 이력 조회는 경보 데이터에 대한 이력 조회와 온도 데이터에 대한 이력 조회로 구성된다. 경보 데이터에 대한 이력 조회는 실시간 온도 정보와 임계값이 반영된 이력온도 값을 초과 또는 미만일 경우에 대한 구간의 값을 확인 할 수 있다. 온도차에 대한 정보뿐만 아니라 경보가 발생한 원인에 대하여도 확인할 수 있다. 온도 데이터에 대한 이력 조회는 특정 구간에 대한 이력 온도의 변화와 실시간 온도의 변화를 조회할 수 있다.

<그림 3>은 데이터베이스 서버 이력조회를 나타낸다.

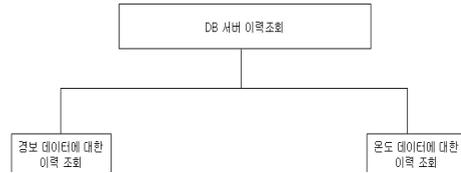


그림 3 DB서버 이력 조회
Figure 3. History query from DB

<표 1>은 정상, 비정상, 고장에 대한 이력온도 값에 반영하기 위하여 기준이 되는 가중치를 나타낸다.

표 1. 전문가 가중치
Table 1. The expert weight value

진단	구분	실제 온도와의 오차율(%)	반영비율(%)
	정상	정상온도	0
케이블 구부러짐		1%~10%	임계값의 전문가 가중치(0~100)
기타		0%	임계값의 전문가 가중치(0~100%) 외부 파라미터(0~100%)
비정상		0%	0%
고장		0%	0%

<표 1>에서 정상온도일 경우에는 실시간 온도를 이력온도에 모두 반영되어 진단하도록 한다. 또한 케이블 구부러짐에서 발생하는 온도오차에 대하여는 전문가 가중치를 두어 가변적으로 설정되는 비율을 적용하도록 한다. 그러나 외부요인으로 발생하는 온도의 변화에는 외부 파라미터를 더 적용하여 정확한 온도 변화를 이력온도 정보에 반영하도록 하였다. 센서 구부러짐과 다른 경우에도 온도 값이 차이를 나타내는 경우도 있다. 외부 상황에 의해서 온도 값의 오차를 보일 경우도 있는데 이러한 경우에는 큰 오차를 나타낼 수 있기 때문에 전문가 경험치 테이블 참조에 의한 경험치 반영과 외부 경험치에 대한 온도 값을 적용함으로써 그 상황에 대하여 능동적으로 진단할 수 있다.

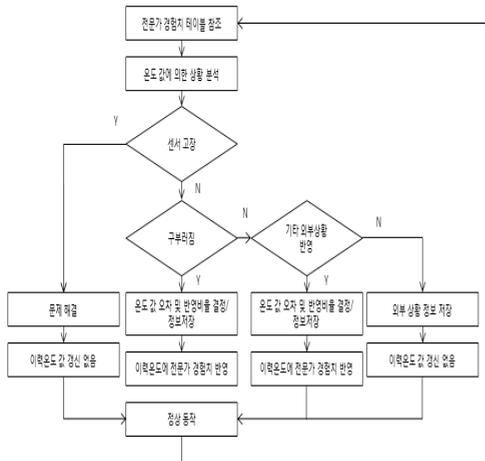


그림 4. 전문가 가중치 적용을 위한 흐름도
Figure 4. Flowchart for the expert weight value adaptation

<그림 4>와 <표 2>는 제안 시스템에 적용한 이력온도 반영을 위한 전문가 경험치 적용에 대한 흐름도와 알고리즘을 나타낸다.

<그림 5>은 실제 온도 값이 임계값을 초과하였을 경우에 대하여 나타낸다. 그림에서 실시간 온도가 상승 또는 하강하였을 경우에는 문제온도 구간으로 진단하게 되지만 케이블의 구부러짐과 더불어 외부 상황에 의하여 온도 값의 편차가 발생하였을 경우에는 설정한 전문가 경험치 반영률과 외부 파라미터 값을 통하여 새로운 임계구간을 설정하고 이 설정된 구간의 이력온도 값과 임계값에 따라 정상적인 온도로 처리할 수 있다. 그러나 기존 시스템에서는 문제가 발생한 비정상적인 온도로 처리하게 된다. 그림에서와 같이 문제가 발생하였을 경우 각 설정된 값에 따라 새롭게 설정된 임계값 및 이력온도는 <그림 6>에 나타내었다. <그림 6>은 기존의 이력 온도 값에 전문가 경험치 비율과 외부 경험치 비율을 적용하였을 경우 반영될 구간을 나타낸다. 그림에서 외부 경험치 참조 구간은 전문가 경험치 비율을 10%, 외부 온도 값을 임계값의

30%에 대한 온도 값을 적용할 경우에 대한 시나리오다.

표 2. 전문가 가중치 적용을 위한 알고리즘
Table 2. Algorithm for expert weight value adaptation

```

Procedure temperature history
Read expert table
Analysis value
  Get ratio
  Apply ratio:
    if situation = bend
      NewHistory = OldHistory ± Δ
    *ratio ± BendTemp
    else if situation = breakdown
      repair and others skip
    else if situation = external
      NewHistory = OldHistory ± Δ
    *ratio ± ExtTemp
    else save other information
End procedure
*Δ: temperature threshold
    
```

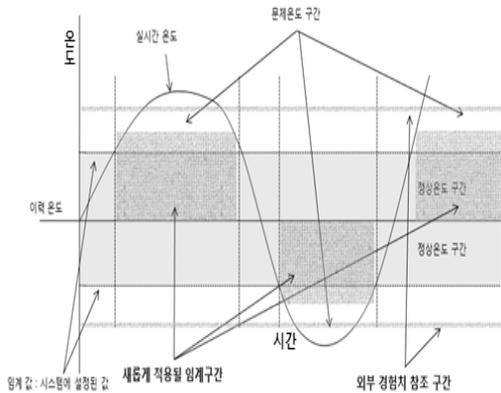


그림 5. 외부 파라미터 적용을 위한 문제 온도 구간
Figure 5. The temperature problem interval for the external parameters

구부러짐에 대한 온도 값의 오차는 적은 값에서 변동하지만 외부 환경에서의 온도 값의 오차는 상대적으로 크기 때문에 더 정확한 진단 값이 필요하다. 따라서 다음 온도 측정 시 발생할 수 있는 온도 오차 값에 대하여 외부 경험치 반영을 함으로써 기존 시스템보다 더 정밀하게 진단할 수 있다.

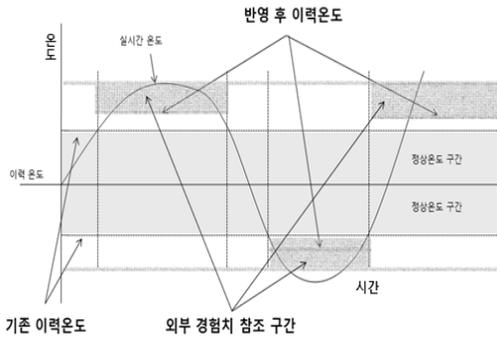


그림 6. 외부 파라미터 참조 구간
Figure 6. The reference interval for external parameters

4. 시뮬레이션

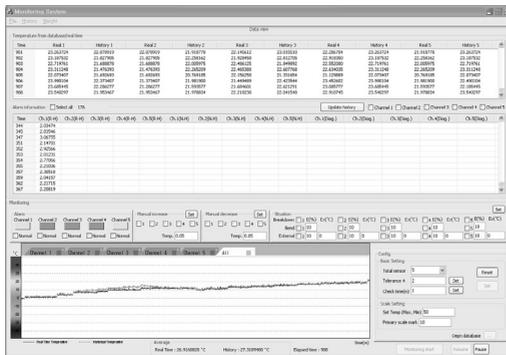


그림 7. 이력온도 해석 시스템
Figure 7. Historical Temperature Analysis System

<그림 7>은 본 논문에서 구현한 전문가 경험치를 반영한 이력온도 해석 시스템의 구현화면을 나타낸다.

제안한 시스템에서는 기존 이력온도를 조회할 수 있으며, 해석 모듈에서 실시간 온도와 이력온도를 분석하여 설정된 임계값을 통하여 센서의 정상 온도와 비정상 온도를 판단할 수 있다. 비정상 온도일 경우에는 실시간 측정된 온도 값을 이력정보에 저장하지 않는다. 그러나 실시간 온도가 정상온도로 판단될 경우에는 다음 측정 시에도

비정상온도로 판단될 수 있기 때문에 본 시스템에서는 시뮬레이션에서 전문가 가중치와 외부가중치, 파라미터 값을 실시간으로 반영하여 기존 이력 온도 값을 변경하여 정확한 진단을 할 수 있도록 한다.

표 3. 시뮬레이션 시나리오
Table 3. Simulation scenario

시스템	기존 시스템	이력정보 반영	실시간 온도 감지/ 알람 발생 후 조치
	제안 시스템	이력정보 반영	기본 가중치를 50%, 전문가 경험치 반영률 10%, 외부 경험치 반영률 10%

<표 3>은 시뮬레이션 시나리오를 나타낸다. 시뮬레이션에서 기존 시스템에서는 이전의 이력온도인 이력정보를 반영하고 있지만 실시간으로 이력정보 반영과 전문가 경험치를 적용할 수 없고 제안 시스템은 정상온도 값을 이력정보에 실시간으로 적용하여 비교한다. 전문가 경험치와 외부 경험치의 반영 비율은 온도 변화의 상황에 따른 정확성을 위하여 지정된 각각의 비율을 적용하도록 한다. 실험은 1000분간 실제 저장된 이력온도 정보를 이용하여 진행한다. 총 5개의 채널 중 채널1 구역에서의 온도 상승 시간은 150 ~ 350분 구간이었으며 이는 정상적인 온도 값의 변화로 간주한다. 다만 센서의 고장으로 인한 온도 변화는 시뮬레이션에서 적용하지 않는다.

<그림 8>은 실험을 위한 초기 이력정보와 실시간 온도 값을 나타낸다. 이 데이터는 실시간 온도와 이력정보 온도값이 임계값의 범위에 존재하는 정상적인 온도 정보이다.

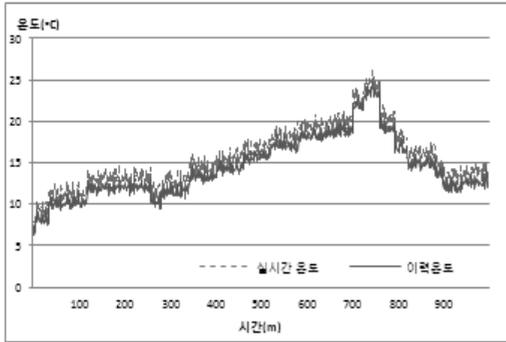


그림 8. 시뮬레이션 데이터
Figure 8. Simulation data

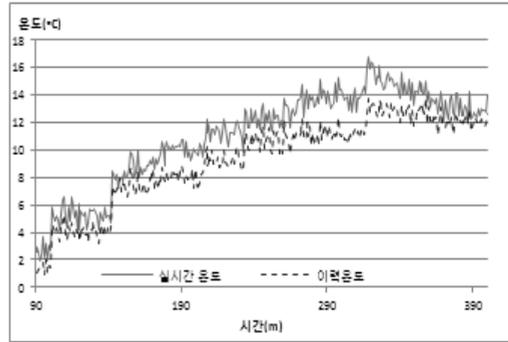


그림 10. 제안 시스템 측정 값(기본 50%)
Figure 10. Values of the proposed system(basic 50%)

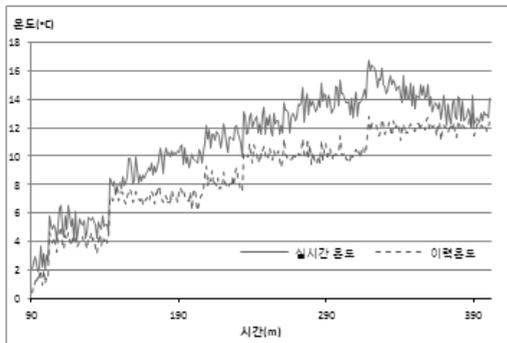


그림 9. 기존 시스템 측정 값
Figure 9. Values of the existing system

<그림 9>는 기존 시스템에서의 측정 결과이다. 온도 변화가 많은 90 ~ 400분 구간을 나타내었다. 이 구간에서는 온도 임계값을 벗어나 비정상적인 온도 상승으로 인하여 경보가 발생하였다. 하지만 이 온도 상승은 계절 온도 변화와 외부환경에서의 정상적인 온도 변화이므로 경보 발생으로 인하여 감지 시스템을 중지하고 현장에서 상황을 점검해야 하는 문제가 발생한다. 또한 임계 온도의 초과로 인하여 이력온도에 반영하지 못하는 문제가 발생하였으며, 이후 같은 동시기에 온도를 측정할 경우에는 상기의 문제점이 계속 발생하게 된다.

<그림 10>은 제안한 시스템에서 이력정보에 임계값의 50%를 반영한 후 측정된 결과이다. 기존 시스템은 실시간 온도의 상승으로 전체 176건의 경보가 발생하였는데 제안 시스템에서는 정상온도 값의 측정을 위하여 임계값의 50%의 가중치를 부여하여 측정하였다. 이 결과 92건이 경보를 발생하여 비정상적인 온도로 판정하였지만 <그림 11>에서 나타난 결과와 같이 제안 시스템에서는 전문가의 판단에 따른 전문가 가중치와 외부에서 영향을 줄 수 있는 상황파라미터를 부여할 수 있기 때문에 정확한 온도측정을 위한 이력온도 값으로 반영하여 온도를 판단할 수 있다.

<그림 11>는 <그림 10>에서 반영한 임계값의 50%의 전문가 판단에 의한 가중치 10%와 외부 환경으로 인한 파라미터 10%를 이력정보에 반영한 결과이다. 이 적용으로 인하여 임계 온도 값의 범위를 벗어난 경보 발생건수는 3건으로 나타났다. 이후 측정 시에도 정상적인 온도 상승으로 판단하여 온도 변화의 해석과 판단의 정확성을 높일 수 있다. 기존시스템에서는 다음 측정 시에도 이력정보를 반영하지 않아 높은 온도차로 인하여 경보를 발생시켜 문제를 알리게 되어 시스템의 정확성이 떨어지게 됨을 알 수 있었다.

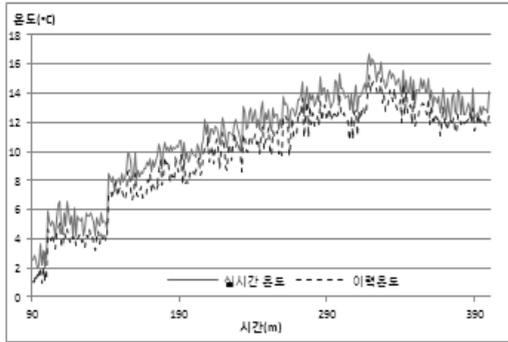


그림 11. 제안 시스템 측정 값(기본 50%, 전문가
가중치 10%, 외부 파라미터 10%)

Figure 11. Values of the proposed system(basic 50%,
expert 10%, external parameter 10%)

표 4. 시뮬레이션 결과 분석
Table 4. Analysis of simulation result

구성	시스템	기존 시스템	제안 시스템
	정상 온도 상승 으로 인한 경보 (176 건)	이력정보 미반영 기본 반영률50% 전문가 경험치 반영률10%, 외부 경험치 반영률 10%	0%(176건) 해당없음 해당없음

<표 4>는 기존 시스템과 제안한 분포온도 이력정보 시스템에서의 시뮬레이션 결과를 정리하여 나타내었다. <표 4>에서 기존 시스템에서는 실시간 온도에 이력온도 정보를 반영하지 못하기 때문에 기본 반영률 50%, 전문가 경험치 반영률 10%, 외부 경험치 반영률 10%를 적용하지 않지만, 제안 시스템에서는 보다 정확한 정상온도 진단을 위하여 반영한다. 실시간 온도가 임계값을 초과하여 경보가 발생한 176건 대하여 기존 시스템과 제안 시스템에서 이력 정보에 반영하지 않았을 경우 정확한 온도 변화의 진단율이 0%로 나타나 똑 같이 정상적인 실시간 온도를 비정상적인 온도로 진단하는 결과를 보였지만

제안 시스템에서 임계값의 50% 가중치를 적용하였을 경우에는 48%의 정상온도의 판단과 임계값의 50% 가중치, 전문가 경험치 10%, 외부 파라미터 10%를 적용하였을 경우에는 실시간적인 이력온도 정보의 반영으로 98%의 온도 변화에 대한 해석과 판단으로 정상적인 온도로 진단하였다.

5. 결론

시뮬레이션 결과에서 광섬유를 이용한 기존의 분포 온도 측정 시스템의 일반적인 단순한 이력조회 모듈에서 사용되는 경보 데이터에 대한 이력과 온도 데이터에 대한 이력 정보를 개선하였다. 이력 온도와 실시간 온도 값과 임계값을 설정하였으며, 임계값을 초과하여 발생하는 경보에 대하여 분석하고 시스템에 적용하여 온도변화를 정확하게 감시하는 시스템을 구현하고 시뮬레이션을 하였다. 시뮬레이션에서는 수집된 온도 정보를 분석 평가하여 경보 시 온도 해석 시스템의 자료를 반영하여 시스템의 정확성과 안정성을 보였다. 이는 기존의 온도데이터와 경보데이터의 이력조회 및 화면 출력 기능이 아니라 수집된 데이터를 바탕으로 주변 온도 변화에 대한 더 정밀한 임계값을 반영하여 주변의 온도 변화를 정확하게 측정 및 판단이 가능하다.

References

- [1] J. A. Bucaro, H. D. Dardy, and E. F. Carome, *Optical fiber acoustic sensor*, Appl. Opt., 16(7), pp. 1761-1762. 1977.
- [2] Hyung-Jin Jung, *The development of RTD temperature sensors*, KIST, the Ministry of Science and Technology, 1992.

- [3] Baldini F., *In vivo monitoring of the gastro oesophageal system using optical fibre sensors*, Anal. Bioanal. Chem. Vol. 375, pp. 732-743. 2003.
- [4] Goicoechea J., Zammarreno C. R., Matias I. R., and F. J. Arregui, *Optical fiber pH sensors based on layer-by-layer electrostatic self-assembled neutral red. Sens, Actuators B*. Vol. 132, pp. 305-311. 2008.
- [5] Lee J.-M., Li M., Lee S.-H., Kim Y.-S., Kim C.-J., and Lee B.-H., *A pH optosensor based on fluorescence from nile blue encapsulated within silica solgel film*, J. Kor. Sensors. Soc. Vol. 13, pp. 169-174. 2004.
- [6] Netto E. J., Peterson J. I., McShane M., and Hampshire V., *A fiber-optic broad-range pH sensor system for gastric measurements*, Sens. Actuators B. Vol. 29, pp. 157-163. 1995.
- [7] Jaehyoung Park, Bumki Min, and Namkyoo Park, *System performance with different fiber structures in Raman amplifier*, Hankook Kwanghak Hoeji, Vol. 12, No. 2, April 2001.
- [8] Nikles M., Thevenaz L., and Robert P. A., *Simple distributed fiber sensor based on Brillouin gain spectrum analysis*, Opt. Lett. Vol. 21. No. 10, pp. 758-760. 1996.
- [9] Il-Bum Kwon, Man-Yong Choi, and Jae-Wang Yu, *Development of Fiber Optic BOTDA Sensor*, Hankook Kwanghak Hoeji, Vol. 12, No. 4, August 2001.
- [10] Il-Bum Kwon, Chi-Yeop Kim, Man-Yong Choi, and Seung-Seok Lee, *Temperature measurement distributed on a building by fiber optic BOTDA sensor*, Spring Conference 2002 of RIST(Research Institute of Industrial Science & Technology).

전문가 경험치를 반영한 이력 온도 해석 시스템

이창근¹, 구명모², 김상복³

¹거제대학교 조선기술과

²경남과학기술대학교 컴퓨터정보센터

³경상대학교 컴퓨터과학과

요 약

본 논문은 외부 환경에 있어 실시간 온도변화에 따른 정확한 온도 측정을 위한 전문가 경험치를 반영한 이력 온도 해석 시스템을 제안한다. 광섬유 센서를 이용한 기존의 온도 시스템에서는 정상 온도의 변화에 대하여 정확한 진단을 하기가 어렵다. 특정 임계값을 초과할 경우에는 문제가 발생한 것으로 간주하고 정상 온도로 판단될 경우에만 이력 온도 정보에 반영하여 조회용으로 활용 할 수 있다. 본 논문에서는 이력온도 정보를 실시간으로 측정된 온도에 전문가 경험치를 반영하도록 하였으며, 특히 임계 값 기준과 온도차에 대하여 정상 온도와 비정상 온도를 진단한다. 본 논문은 광섬유를 이용한 기존의 분포 온도 측정 시스템의 일반적인 단순한 이력조회 모듈에서 사용되는 경보 데이터에 대한 이력과 온도 데이터에 대한 이력 정보를 개선하였다. 시뮬레이션 결과 전문가 경험치를 반영하지 않는 기존 시스템보다 온도 변화에 대한 진단율이 비교적 높았음을 보였다.



Chang-Kun Lee received the Diplom degree in the Department of Computer Science from the Dortmund University in 1994. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Science from Gyeongsang National University in 2011. He is a professor in the Department of computer science at Kyeongsang National University. He is a professor in the Department of Ship Building Technology at Koje College. His current research interests include computer network, computer architecture and offshore and shipbuilding design.

E-mail address: lckun@koje.ac.kr



Sang-Bok Kim received the Ph.D. degree from Chungang University in 1989. he was the chief of Information & Computing Center at Gyeongsang National University. He is a professor in the Department of computer science at Kyeongsang National University. His current research interests include computer network, computer architecture.

E-mail address: sbkim@gnu.ac.kr



Myeong-Mo Gu received the bachelor's degree in the Department of Computer Science from the Gyeongsang National University in 2001. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Science from Gyeongsang National University in 2006. he was a researcher in the Computer Information Center at Kyeongnam National University. He was a visitor professor in the Department of science and technology at Kyeongnam National University from 2013 to 2014. His current research interests include computer network, multicast, system design.

E-mail address: kmm6378@hanmail.net