

# 이산화탄소 측정의 정확성 향상을 위한 자동 기준점 교정(ABC) 기능 분석

김남호, 권동우, 지영민

한국전자기술연구원

{namho0941, dwkwon, ym.ji}@keti.re.kr

## Analysis of Automatic Baseline Correction (ABC) Function for Enhancing the Accuracy of Carbon Dioxide Measurement

Namho Kim, Dongwoo Kwon, Youngmin Ji

Korea Electronics Technology Institute (KETI)

### 요약

이 논문은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 센서의 정확성을 개선하기 위한 자동 기준점 교정(Automatic Baseline Correction, ABC) 기능을 가진 이산화탄소 모듈의 동작을 분석한다. 이 연구에서는 ABC 기능이 활성화된 상태와 비활성화된 상태의 센서를 비교 분석하고, ABC 기능의 실질적인 효과를 평가했다. 결과는 ABC 기능이 센서의 성능저하를 줄이고, 안정적인 데이터를 제공하는 것을 보여주었지만, 기능의 잘못된 작동에 대한 정확한 ABC 동작을 이해하고 계속 활용하여 이산화탄소 측정의 신뢰성을 높이는 데 기여하고자 한다.

### I. 서론

이 연구는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 측정의 정확성을 향상시키기 위한 자동 기준점 교정(ABC) 기능의 중요성을 조명한다. 이산화탄소는 실내 공기질 관리, 온실 가스 배출 모니터링, 기후 연구 등 다양한 환경과학 분야에서 중요한 지표로 활용되며, 이 분야에서 정확한 데이터 취득은 신뢰도 높은 연구 결과와 효과적인 정책 결정을 가능하게 한다. CO<sub>2</sub> 센서는 주기적으로 보정이 필요하며, 챔버를 사용하는 보정 방법은 센서를 특정 환경에 노출시켜 zero calibration을 실행하여 데이터를 보정하는 반면, ABC 기능은 지속적으로 환경 변화에 따라 센서를 자동으로 보정하여 장기간 동안 측정 정확도를 유지한다. 본 논문은 ABC 기능의 적절한 활용과 개선이 실내의 환경 모니터링의 정확성을 어떻게 향상시키는지 초점을 맞춘다. 이를 위해 비분산 적외선(NDIR) 센서인 Senseair S8을 사용하여 ABC 기능의 효과와 메커니즘을 체계적으로 분석한다.

### II. 본론

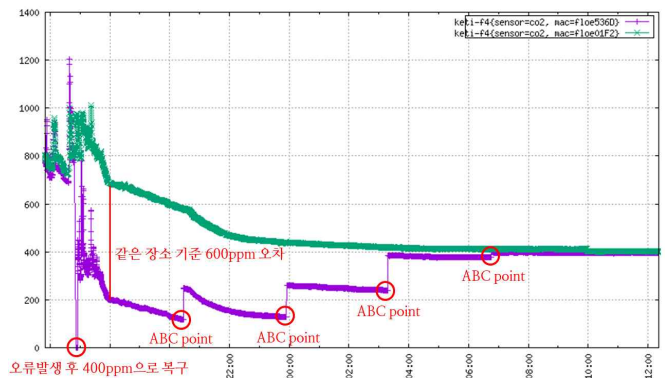
이 연구는 Senseair S8 이산화탄소 센서의 자동 기준점 교정(Automatic Baseline Correction, ABC) 기능의 효과와 그 메커니즘을 분석한다. ABC 기능은 환경에 노출되고 시간이 지나면서 센서의 성능이 저하되는 센서 드리프트를 보정하고 장기 측정 정확성을 유지하는 데 기여한다는 장점을 가진다. 그러나 이 기능이 잘못 작동하였을 때 나타나는 이상 케이스들을 분석하여, ABC 기능의 정확한 관리와 조정의 중요성을 탐색한다.

#### 2.1 자동 기준점 교정(ABC) 기능의 메커니즘과 효과

ABC 기능의 작동 원리는 센서가 고정된 시간 동안 측정된 최소 CO<sub>2</sub> 농도를 배경 농도로 재설정하는 것이다. 센서의 ABC 기능의 경우 기본적으로 180시간의 주기를 가지고 목표 CO<sub>2</sub> 농도는 400ppm으로 설정되어 있으며, 센서는 180시간 동안 기록된 최저 CO<sub>2</sub> 측정값을 추적하여 다음 수식(1)과 같은 과정을 수행한다.

$$(ABC\_offset) = 400ppm - (Min\_CO_2) \\ (New\_CO_2) = (\text{측정된 } CO_2) - (ABC\_offset) \quad (1)$$

이는 정기적인 기준선 재조정을 통해 센서 드리프트와 환경적 변화로 인한 측정 오류를 효과적으로 보정한다. 본 방법은 센서가 장기간 동안 정확한 측정 결과를 제공할 수 있도록 지원하며, 특히 변화하는 환경 조건에서도 성능의 일관성을 유지하는 데 기여한다.



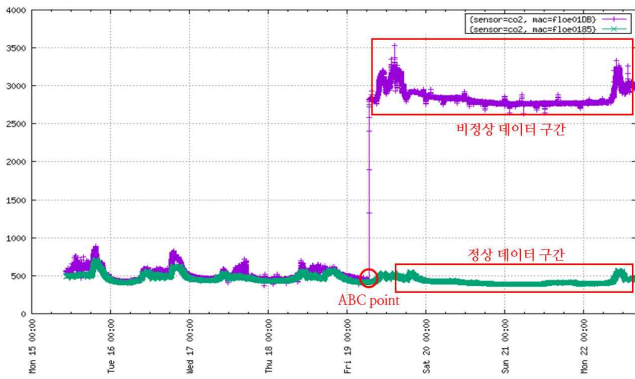
[그림 1] ABC 정상 동작 그래프

#### 2.2 실험설계 및 데이터 분석을 통한 ABC 기능의 검증

실험은 ABC 기능의 효과를 실증적으로 평가하기 위해 실내 환경에서 센서를 가동하였다. ABC 기능이 활성화된 상태와 비활성화된 상태의 센서를 비교 분석하여, ABC 기능이 실제로 센서의 측정 오류를 감소시키고 정확도를 향상시키는지 평가하였다. 측정 주기는 5초에 한 번씩 수행되었으며 아래 각 케이스는 ABC 기능이 동작해 정상적으로 동작하는 모습과 센서의 측정 데이터 이상 현상을 나타낸다.

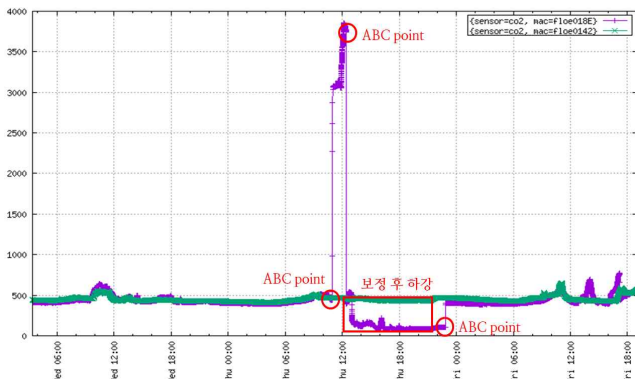
(1) 최솟값 선택 오류 사례: ABC 기능이 최솟값을 잘못 선택하는 과정에서 데이터의 급격한 상승이 발생하였다. 이는 ABC 기능의 재설정 과정 중 발생한 오류로, 센서의 기준선 보정 과정에서 최솟값이 적절히 선정되지 않았을 때 발생할 수 있는 문제를 보여준다.

이와 같은 문제를 해결하기 위한 방법으로, 기존의 자동 기준점 교정 방식 대신 임의의 보정을 적용하는 접근을 고려할 수 있다. 임의의 보정은 간이 측정기를 사용하여 주변 환경의 CO<sub>2</sub> 농도가 400ppm인 경우, 수동으로 현재 CO<sub>2</sub> 농도를 400ppm으로 임의로 조정할 수 있도록 한다. 특히 환경적 제약으로 정확한 기준 CO<sub>2</sub> 농도를 확보하기 어려운 경우, 사람이 없는 새벽 시간대에 임의의 보정을 수행 하는 것을 고려할 수 있다.



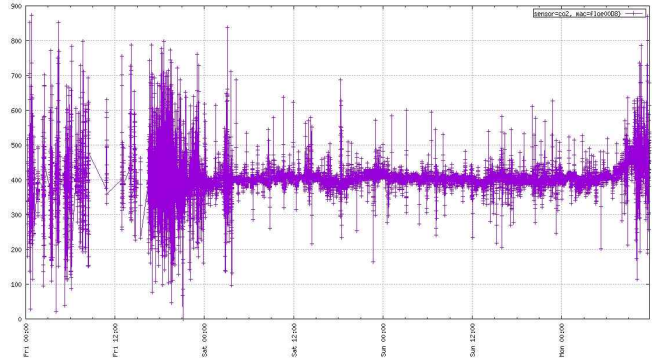
[그림 2] 이상 동작 그래프

(2) 기준선 자동 보정 사례: 오류가 발생해 CO<sub>2</sub>수치가 급격하게 이뤄지고 ABC 기능이 정상적으로 동작하여 자동으로 기준선 보정이 이루어진 사례이다. 이는 ABC 기능이 제대로 작동할 경우 센서의 측정 데이터의 정확성이 어떻게 향상될 수 있는지를 보여준다. 그러나, 보정 후에도 주변 환경의 CO<sub>2</sub> 농도가 400ppm이 아닌 경우, 오류로 인해 높게 나타난 측정값이 지속적으로 감소하면서 ABC 보정이 반복적으로 필요할 수 있다. 이는 ABC 기능이 환경적 조건에 따라 다시 조정되어야 함을 시사하며, 센서의 보정 메커니즘과 환경 간의 상호작용을 이해하는 데 중요한 사례로서, 이산화탄소 수치가 계속해서 내려가는 현상을 통해 추가적인 보정이 필요함을 보여준다. 이는 ABC 기능의 동작과 주변 환경 간의 정밀한 조정이 필수적임을 나타낸다.



[그림 3] 이상 동작 그래프

(3) 전력 공급 불안정 사례: 전력 공급의 불안정이 센서 데이터에 미치는 영향을 드러낸다. 이는 외부 전력 공급 문제가 센서의 정상적인 작동에 중대한 영향을 줄 수 있음을 시사하며, 센서 운용 시 외부 전력 공급 등의 인프라의 안정성이 중요한 고려사항임을 강조한다.



[그림 4] 전력 불안정으로 인한 데이터 이상 그래프

이러한 관찰을 통해 얻은 결과는 NDIR 센서를 사용할 때 ABC 기능의 적절한 사용과 관리가 센서의 신뢰성을 향상시킬 수 있음을 보여준다. 본 연구는 센서 운용 및 관리에서 ABC 기능의 중요성을 강조하며, 정확한 데이터 확보를 위한 세심한 관리의 필요성을 제시한다. 또한, 이 연구는 향후 센서 기술의 개발과 ABC 기능의 최적화 연구의 기반을 마련할 것으로 기대된다.

### III. 결론

본 논문은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 측정의 정확성을 향상시키는 기술로서, 이산화탄소 센서에 내장된 자동 기준점 교정(ABC) 기능의 효과와 작동 메커니즘을 분석하였다. ABC 기능은 센서의 오류와 드리프트를 효과적으로 보정하여 장기간 동안 측정 정확성을 유지하는 중요한 역할을 수행한다. 연구 결과, ABC 기능이 활성화된 센서는 비활성화된 상태의 센서보다 측정 오류가 낮게 나타났으며, 특히 정기적인 교정이 어려운 실내 환경에서 그 효과가 두드러졌다. 그러나, ABC 기능이 부적절하게 작동되는 경우도 관찰되었으며, 온실과 같이 일관되게 높은 CO<sub>2</sub> 농도가 유지되는 환경이나, 변화가 심한 동적 환경에서는 ABC 기능의 비활성화와 함께 주기적인 수동 교정이 더욱 적합할 수 있다. 이러한 관찰은 센서 사용의 맥락과 환경을 고려하여 ABC 기능의 활용을 최적화하는 전략을 개발해야 함을 강조한다. 향후 연구는 ABC 기능에 대한 심층적인 분석이 요구되며, 특히 환경적 요소가 센서 성능에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 고급 보정 알고리즘 개발에 초점을 맞추어야 할 것이다.

이와 같은 기술적 발전은 환경과학, 기후 변화 연구, 거주시설 관리, 공중 보건 등 다양한 분야에서 정책 결정자들에게 중요한 데이터를 제공할 것이며, 이는 효과적인 환경 정책 수립에 기여할 수 있다. 또한, 이러한 진전은 에너지 효율성과 자원 관리를 포함한 지속 가능한 개발을 지원하며, 센서 기술의 범위와 영향력을 확대하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2020200000010)

### 참고 문헌

[1] 김규식 외. "비분산 적외선 방식의 CO<sub>2</sub> 센서 모듈에 관한 연구." 전자공학회논문지-SC, vol. 46, no. 2, 2009, 36-40.  
 [2] 배정섭, 안정훈. "비분산적외선 방식의 CO<sub>2</sub> 가스센서 개발 연구." 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 2011, 1065-1066.