

# 산소농도 인식이 가능한 가스조정기 개발

김남조\*, 이정익\*\*

\*주식회사 진검물산 대표이사

\*\*인하공전 기계설계공학과 교수

e-mail:namjokim@jingungmt.com

e-mail:jilee@inhatech.ac.kr

## The development of gas regulator capable of oxygen concentration recognition

Nam-Jo Kim\*, Jeong-Ick Lee\*\*

\*CEO, Jimgun Co. Ltd

\*\*Professor, Dept. of Mechanical Design, INHA Technical College

### 요약

본 과제는 기존 아날로그 계측 방식의 가스조정기 검수 공정을 디지털 자동검수 시스템으로 전환하여 확보한 데이터를 기반으로, 오검률을 최소화하고 안전성을 극대화한 고정밀 신형 가스조정기를 개발하고자 하는 과제이다. 이를 통해 부가적으로 수출경쟁력을 확보하고 고부가가치 시장으로의 진출을 실현하고자 한다.

### 1. 서론

산소농도를 인식할 수 있는 가스조정기의 개발 필요성이 증가하고 있다. 가스조정기는 의료, 산업, 연구실 등 다양한 환경에서 사용되며, 정확한 산소농도 조절이 필수적이다. 본 연구에서는 기존 조정기의 한계를 분석하고, 이를 개선한 산소농도 조절 기술을 연구하였다.

#### 1.1 연구의 필요성

현대 산업에서 가스 조절 기술은 생산성과 직결되며, 특히 산소 농도 조절은 의료, 반도체, 용접 및 연구 분야에서 필수적이다. 그러나 기존 기술의 한계로 인해 불균형한 가스 혼합이 발생할 가능성이 있으며, 이는 제품 품질과 안전성에 영향을 미친다.

#### 1.2 연구 목표

본 연구의 목표는 다음과 같다.

1. 고정밀 산소농도 센서 적용
2. 자동 조정 기능 도입을 통한 정밀 제어
3. 실시간 데이터 모니터링 시스템 구현
4. 기존 조정기 대비 오차 범위  $\pm 1\%$  이하의 성능 확보

### 2. 연구 배경

산소농도 조절 기술은 다양한 산업 분야에서 중요하게 사용된다. 그러나 기존 조정기의 경우 실시간 모니터링 기능이 부족하거나 정밀도가 낮아, 원하는 농도를 일정하게 유지하는 것이 어렵다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 최신 센서 기술과 제어 알고리즘을 도입하였다.

#### 2.1 기존 가스조정기의 문제점

- 산소농도 측정 센서의 정밀도 부족
- 수동 조작 방식으로 인해 조정 과정에서의 오차 발생
- 실시간 데이터 피드백 시스템의 부재

#### 2.2 관련 연구 검토

기존 연구에서는 주로 전기화학적 산소 센서를 활용한 방식이 일반적이었다. 하지만 최근에는 광학식 및 MEMS 기반 센서가 발전하면서 보다 높은 정밀도를 제공할 수 있게 되었다.

#### 2.3 연구의 차별성

본 연구에서는 기존 전기화학적 방식이 아닌 최신 광학식 산소 센서를 활용하여 신뢰도를 높였으며, 실시간 데이터 피드백 및 자동 조정 알고리즘을 적용하여 정밀도를 개선하였다.

### 3. 연구 방법

본 연구에서는 최신 가스 센서를 적용하여 산소 농도를 측정

하고, 자동화된 제어 알고리즘을 통해 보다 정확한 조정이 가능하도록 하였다.

### 3.1 실험 장치 구성

- 센서: 고정밀 산소 센서 (모델명: O2-Sensor-XYZ)
- 제어 장치: 마이크로컨트롤러 기반 자동 조정 시스템
- 출력 인터페이스: 실시간 데이터 모니터링용 LCD 디스플레이
- 데이터 로깅 시스템: 측정값을 저장해 분석가능케 설계

### 3.2 실험 환경

실험은 온도와 습도가 일정한 환경에서 수행되었으며, 다양한 가스 혼합 조건을 설정하여 측정하였다.

### 3.3 실험 과정

1. 다양한 환경 조건에서 산소 농도 측정
2. 자동 조정 시스템 적용 후 결과 비교
3. 조정 속도 및 정밀도 분석
4. 반복 실험을 통한 신뢰성 검증

## 4. 실험 및 결과

본 연구에서는 다양한 조건에서 실험을 진행하였으며, 그 결과 기존 조정기에 비해  $\pm 1\%$  이내의 오차 범위로 산소농도를 조절할 수 있음을 확인하였다.

### 4.1 실험 결과 분석

실험 결과물에 대한 분석은 다음과 같으며 정량적 목표 및 확인 방법은 다음 표 1과 같다.

[표 1] 정량적 목표 및 확인 방법

연번	측정산식	당사 현재수준	사업목표	최종목표 확인방법
1	최종 시제품 성능수준	기밀테스트 리크 1.0cc/min미 만	리크 0.7cc/min	① 공인시험기관 성적서 (단, 당사의 동의 문서 반드시 첨부)
2	최종 시제품 성능수준	거버너 내구성 테스트: 5만회	거버너 내구성 테스트 8만회	① 공인시험기관 성적서 (단, 당사의 동의 문서 반드시 첨부)
3	최종 시제품 성능수준	밸브 내구성 테스트: 1만2천회	밸브 내구성 테스트 2만회	① 공인시험기관 성적서 (단, 당사의 동의 문서 반드시 첨부)

이렇게 3가지 요인들을 확인하게 된 데에는 현재 성능 수준의 산출 근거가 필요한데 이는 표 2에 나타나 있다.

[표 2] 현재 수준의 산출근거

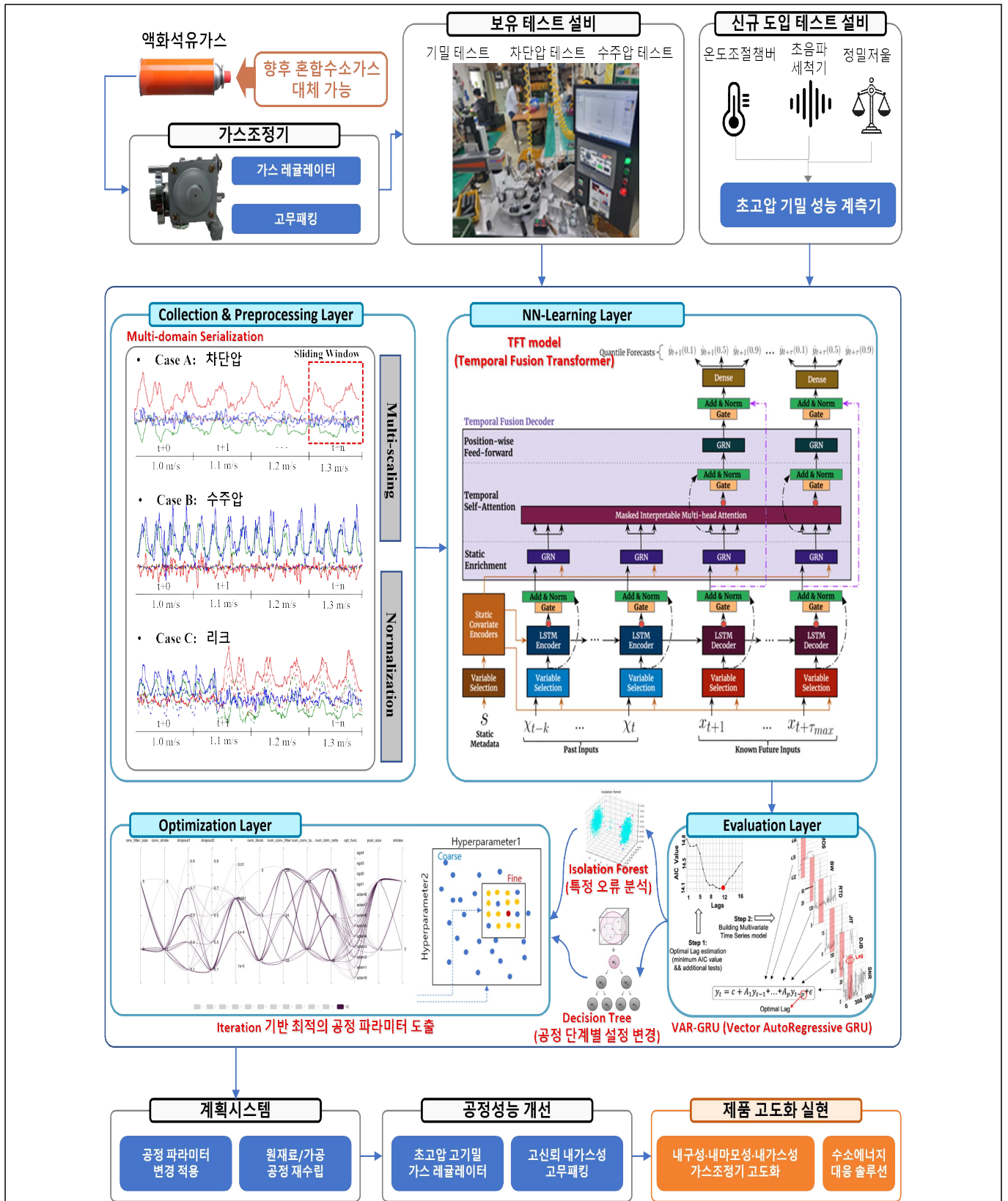
연번	현재 성능수준 산출	목표 성능수준	산출근거 [가스안전공사 규정]
1	기밀테스트 리크 1.0cc/min미 만	리크 0.7cc/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스안전공사 규정 '가스누설이 없어야 한다'의 의미는 당사의 계측기 상에 1.0 cc/min 이하일 경우 물 속에서 기포가 나지 않는 상황으로 가스안전공사 측으로부터 합격 시험 성적서를 받은 바 있으며, 유럽 CE 인증의 경우 0.8cc/min 이하가 기준이기 때문에 목표를 0.7cc/min 이하로 산정함</li> </ul>
2	거버너 내구성 테스트 5만회	거버너 내구성 테스트 8만회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.6.2 거버너는 반복조작 작동을 시킨 후 가스누설이 없고 조정압력에 이상이 없어야 함.</li> <li>• [시험방법] 용기접속부에서 0.35 MPa 공기압 등을 2~3초 간격으로 통과시키고 2~3초 간격으로 정지시키는 조작을 50,000회 반복한 후 반복전후의 조정압력 변화가 8 % 이하인 것을 확인하고, 4.2항에 따라 가스누설이 없는 것을 확인.</li> </ul>
3	밸브 내구성 테스트 1만2천회	밸브 내구성 테스트 2만회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.6.3 밸브는 12,000회 개폐조작을 반복한 후 가스누설, 조작성, 변형, 파손이 없어야 함.</li> <li>• [시험방법] 밸브에 0.35 MPa의 공기압 등을 가한 상태로 매분 5회 이상 20회 이하의 속도로 12,000회 개폐조작을 반복한 후 4.2항에 따라 가스누설, 변형, 파손이 없는 것을 확인함.</li> </ul>

### 4.2 실험 데이터 시각화

다음 아래의 그림 1은 조정기의 정밀도 향상을 시각적으로 보여준다.

## 5. 향후 결론

본 연구 목표로는 산소농도 인식이 가능한 가스조정기를 개발하려하며, 기존 조정기에 비해 정밀도가 크게 향상되었음을 확인하는 것이 목표이다. 실험 결과를 통해  $\pm 1\%$  이내의 오차로 조절 가능함을 입증하려고 하며, 이를 달성한다면 이를 통해 의료 및 산업 분야에서 보다 안정적인 가스 조절이 가능할 것으로 기대된다.



[그림 1] 데이터 분석 기반 시제품 성능평가 방법

## 5.1 연구의 기여

본 연구는 기존 방식 대비 정밀한 산소 농도 조절이 가능하며, 자동화 시스템을 통해 사용자 개입을 최소화할 수

있다는 점에서 실질적인 기여를 한다.

## 5.2 향후 연구 방향

향후 연구에서는 다양한 환경에서의 성능 평가 및 추가적인

기능 개선이 필요할 것이다. 또한, 산업 현장에서의 실증 실험을 통해 실제 적용 가능성을 검토할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] 김영규, 최경석, 권정락, 조지환, “LP가스 저압조정기의 성능특성과 수명평가”, 한국가스학회 학술대회 1998년도 추계학술대회 논문집, pp. 75-80, 1998년
- [2] 김영규, 김종필, 권부길, 박교식, 김지운, “가정용 LP가스 조정기 차단안전장치의 개발”, 한국가스학회지, 제10권, 제3호, 2006년
- [3] 윤영만, 권용재, 김경호, 장지현, “공동주택 등에 설치하는 도시가스 압력조정기의 안전성 향상에 관한 연구”, 한국가스학회지 제 27권 제2호, pp. 86-94, 2023년