

Optical Fiber를 이용한 수질 및 대기 모니터링 시스템 설계 및 구현

양 윤 심*, 박 우 수*, 이 장 수**, 이 상 천**, 정 민 수*

*경남대학교 정보통신공학부

**경남대학교 정밀화학공학부

Development of Air and Water Monitoring System by Using Optical Fibers

Yoon-sim Yang*, Woo-su Park*, Jang-su Lee**,

Sang-chun Lee**, Min-su Jung*

*Division of Information and Communication Engineering,
Kyungnam Univ.

**Division of Fine Chemistry and Chemical Engineering
Kyungnam Univ.

요 약

연안역은 산업, 가정 폐기물의 종착지이고 중기계금속산업과 석유화학산업단지가 다수 포진하고 있는 지역으로 환경에 유해한 물질들로 대기나 수질을 통해 오염되기 쉬운 여건을 가지고 있으므로, 쾌적한 환경을 위한 환경 모니터링이 불가피한 곳이다. 이에 연안역의 환경 모니터링을 위한 정확한 분석결과를 현장에서 측정할 수 있으며 사용자의 편의성을 제공하는 새로운 시스템의 도입이 시급한 실정이다. 연구개발 중인 수질 및 대기 모니터링 시스템은 전문지식이 필요 없이도 테스트의 수행, 테스트 자료, 분석결과와 관리를 위해 구축했는데 특히 사용자 인터페이스의 검량선, 정량분석을 중점으로 본 논문에서 서술하였다.

1. 서 론

수질 및 대기 모니터링 시스템은 현재 경남대학교 지역협력연구센터가 수행하는 연안역 환경 분석 중 주된 연구분야인 오폐수의 중금속 성분의 신속한 분석과 지역적인 모니터링의 효율적 관리를 위해 구축된 것으로서 함께 개발되고 있는 S/W는 원자방출분광분석에 사용할 수 있는 프로그램의 요구사항을 충족시키며 범용적이고, 응용성이 높은 화학용 프로그램이다. 본 연구의 목적은 광센서로 외부 광원에 의한 시료가 방출시킨 분석선을 바탕으로 파장값(nm)으로 정성 분석을 수행하고, 검량선을 작성한 후, 검량선 자료를 정량분석에 응용하여 미지 시료 중의 원소의 양을 측정함에 있으며, 부가적으로 쉬운 사용자 인터페이스를 통해 환경 모니터링을 수행하고자 하며, 광파이버를 이용한 현장 분석과 수질 및 대기 중에 함유된 특성적인 원소

를 비전문가(일반적인 프로그램 및 모니터링 시스템 운용자)도 전문적인 지식 없이도 정확한 분석결과를 산출해 낼 수 있는 오폐수 중의 중금속 성분의 신속한 현장 분석과 지역적인 모니터링이 가능할 수 있게 하는 것이다. 또한 환경 중 대기와 관련하여 특히, 생활 공간에서의 대기 오염을 상시 감시할 수 있는 체계를 구축할 수 있다.

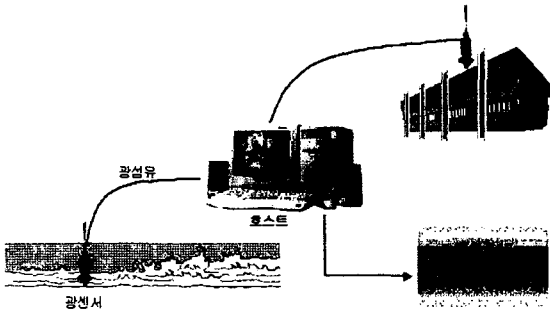
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 수질 및 대기 모니터링 시스템의 검량선 및 정량분석 부분에 대해 기술하고, 3장에서는 결론 및 향후연구에 관하여 기술하였다.

2. 수질 및 대기 모니터링 시스템 분석

연안역은 산업, 가정 폐기물의 종착지 이고, 중기계 금속산업 및 석유화학산업이 다수 포진하고 있으며,

환경에 유해한 성분들이 대기나 수질을 통해 오염시키는 오염원이므로, 환경오염 전의 환경 모니터링이 필수적으로 요청되는 곳이다. 이에 수질 및 대기 환경을 모니터링 할 수 있는 환경 모니터링 시스템을 개발하였다. 환경 모니터링 시스템은 광파이버를 이용하여 분석시료 중에 특정 파장의 방출 정도를 측정하는 '측정부'와 측정된 스펙트럼을 이용하여 정성 및 정량 분석을 수행하는 후 '분석부'로 구성된다.

본 개발기술은 광센서, 광섬유를 이용하므로 수질 분석의 경우 수심의 깊이나 지형, 대기 분석의 경우 고도 지형등에 영향을 받지 않고 '측정부'를 위치시킬 수 있고 이 '측정부'는 광섬유로 손쉽게 '분석부'로 연결되어 종합 모니터링이 가능하다.



[그림 1] 수질 및 대기 모니터링 개념도

2.1 수질 및 대기 모니터링 소프트웨어의 분석

본 환경모니터링 소프트웨어는 [그림 1]에서처럼 크게 광센서 인터페이스부, 정량 정성 분석부, 사용자 인터페이스부, 인터넷 연결부 네가지 부분으로 구성된다.

2.1.1 광센서 인터페이스부

OCEAN OPTIC사에서 만든 S2000 분광계를 Co-computer와 연결하고, 분석장치의 제어는 OOIDRV32.DLL을 통해 수행한다.

2.1.2 정량 정성 분석부

특정한 파장을 가지는 시료의 특성으로 정성분석을, 전기적인 신호인 빛의 강도는 정량분석을 위해 수치적인 값으로 바뀌어 컴퓨터로 전송되어 진다.

2.1.3 사용자 인터페이스부

윈도우 운영체제에서 Borlan사의 Delphi 5.0으로 구현되어지며 실시간으로 대기나 수질에 포함되어 있는 관심있는 여러가지 중금속의 양을 수치로 변환하여 화면에 여러 종류의 그래프로 출력한다. 따라서, 동종의 분석실험 분야의 다양한 분석적인 방법을 적용(유도)할 수 있고 분석된 결과를 비교 저장(분석)할 수 있다.

2.1.4 인터넷 연결부

실시간으로 수질과 대기의 성분들이 호스트 컴퓨터로 전송 되어지므로 이러한 값들을 서버에 저장하여 광센서가 위치한 지역의 수질이나 대기의 상태를 서비스 받기를 원하는 클라이언트 컴퓨터로 인터넷을 통해 실시간으로 전송할 수 있다.

2.2 사용자 인터페이스

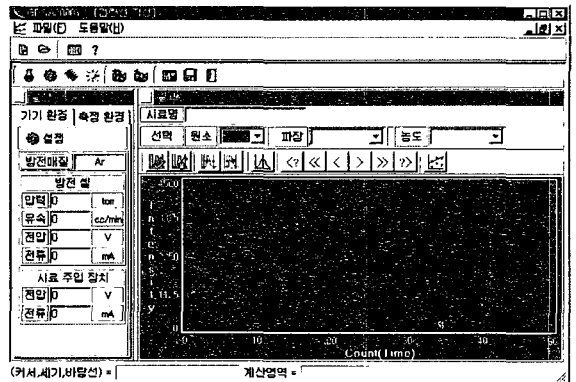
본 논문에서는 수질 및 대기 모니터링 시스템에서 필요한 기능들 중에서 정량분석부에 의해 컴퓨터로 전송되어지는 데이터를 실시간으로 분석실험하여 그래프로 출력하고 결과를 데이터로 축적시키는 사용자 인터페이스부에 중점을 두었다.

수질 및 대기 모니터링 시스템에서 사용자 인터페이스부를 구축하기 위해서는 검량선작성, 정량분석실험, 사용자 실험과 그 결과들을 보다 쉽고 체계적으로 관리하기 위한 DB가 구현되어야 한다. 특히 검량선작성과 정량분석실험은 이 부분에서의 가장 핵심이 되는 부분이다.

[표 1] 수질 및 대기 모니터링 시스템의 기본 요소

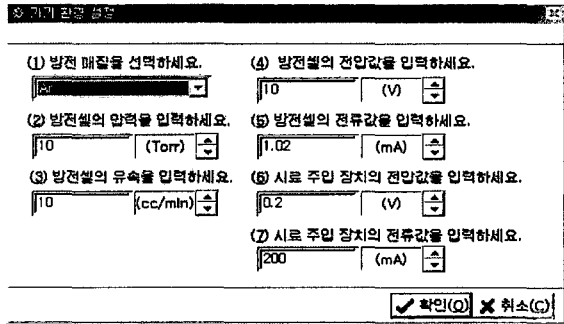
관리	기능
검량선작성	<ul style="list-style-type: none"> • 실험대상인 시료의 원소 및 파장, 농도를 설정하여 스펙트럼의 최대 세기 및 면적값을 산출하여 최적 직선을 구한다.
정량분석실험	<ul style="list-style-type: none"> • 이미 저장되어있는 검량선을 참조하여 실제시료를 측정한다. • 빛의 세기와 면적값으로 정량분석 결과를 나타낸다.
사용자실험	<ul style="list-style-type: none"> • 능숙한 사용자가 절차없이 스펙트럼 측정을 할 수 있도록 단순화된 메뉴와 인터페이스를 제공한다.

2.3 검량선 설계

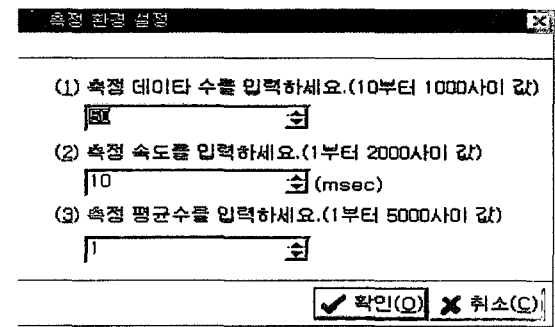


[그림 2] 검량선 작성 초기화면

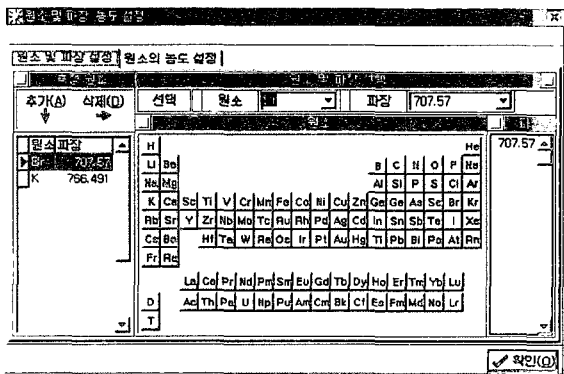
검량선작성을 위해서는 아래 [그림 2]의 초기화면에서 시료명 입력, [그림 3] 분광기 하드웨어 환경설정에서 방전매질과 방전셀의 압력, 유속, 전압값, 전류값, 시료주입장치의 전압값 및 전류값들을 입력하고, [그림 4]스펙트럼을 읽어들이는 측정환경 설정에서 측정 데이터 수와 속도 그리고 평균수를 입력하고, [그림 5] 원소 및 파장 그리고 농도를 설정한다.



[그림 3] 분광기 H/W 설정



[그림 4] 측정환경 설정



[그림 5] 원소 및 파장, 농도 설정

[그림 5]의 원소 및 파장 설정 탭에서 측정할 시료 내의 원소, 방출파장을 선택하고 원소의 농도 설정에서 선택원소의 표준물질의 농도를 실험1에서 7까지 7가지의 다른 농도를 입력할 수 있다. 이렇게 모든 실험환경들을 설정하고나면 베이스라인을 측정하여 스펙트럼의 최대세기 및 면적값을 산출하여 [그림 6]최소자승 알고리즘으로 최적직선을 구하는 시료측정을 수행한다.

```

begin
TEMP_X := 0;TEMP_Y := 0;T_X_HAB := 0;
T2_X := 0;T2_X_HAB := 0;T_V_HAB := 0;
T2_V := 0;T2_V_HAB := 0;T_XV := 0;
T_XV_HAB := 0;T_SX := 0;T_SX_HAB := 0;
T_SV := 0;T_SV_HAB := 0;T_SXV := 0;
T_SXV_HAB := 0;M_count := count - 1;
for i := 0 to M_count do
begin
Temp_x := data[i,0]; t_x_hab := t_x_hab + TEMP_X;
T2_x := TEMP_X + TEMP_X; T2_x_hab := T2_x_hab + T2_X;
TEMP_Y := DATA[I,1]; t_y_hab := t_y_hab + TEMP_Y;
T2_Y := TEMP_Y + TEMP_Y; T2_Y_HAB := T2_Y_HAB + T2_Y;
T_XV := TEMP_X + TEMP_Y; T_XV_HAB := T_XV_HAB + T_XV;
END;
SLANT := ((COUNT * T_XV_HAB) - (T_X_HAB * T_V_HAB))
/ (COUNT * (T2_X_HAB) - (T_X_HAB * T_X_HAB));
JULPEN := (T_V_HAB / COUNT) - (SLANT * (T_X_HAB / COUNT));
FOR I := 0 TO M_COUNT DO
BEGIN
TEMP_X := DATA[I,0]; TEMP_Y := DATA[I,1];
T_SX := (((TEMP_X - (T_X_HAB / COUNT)) * (TEMP_X - (T_X_HAB / COUNT))) / M_COUNT);
T_SX_HAB := T_SX_HAB + T_SX;
T_SV := (((TEMP_Y - (T_V_HAB / COUNT)) * (TEMP_Y - (T_V_HAB / COUNT))) / M_COUNT);
T_SV_HAB := T_SV_HAB + T_SV;
T_SXV := (((TEMP_X - (T_X_HAB / COUNT)) * (TEMP_Y - (T_V_HAB / COUNT))) / M_COUNT);
T_SXV_HAB := T_SXV_HAB + T_SXV;
END;
R := ((T_SXV_HAB) / (SQRT(T_SX_HAB) * SQRT(T_SV_HAB)));
end;
    
```

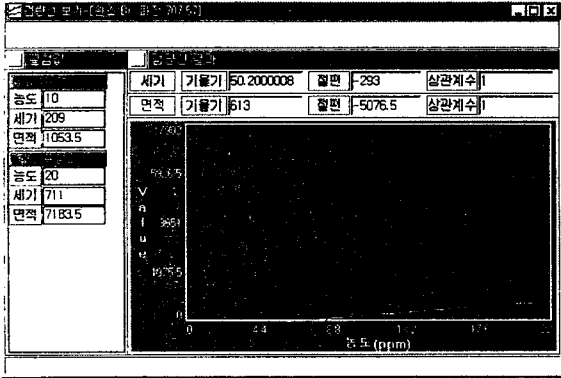
[그림 6] 최적직선을 구하는 함수

델파이에서 검량선 작성을 위한 표준시료의 농도 측정 실험 중 한번의 농도를 측정 위한 코드를 [그림 7]에 나타내었다.

```

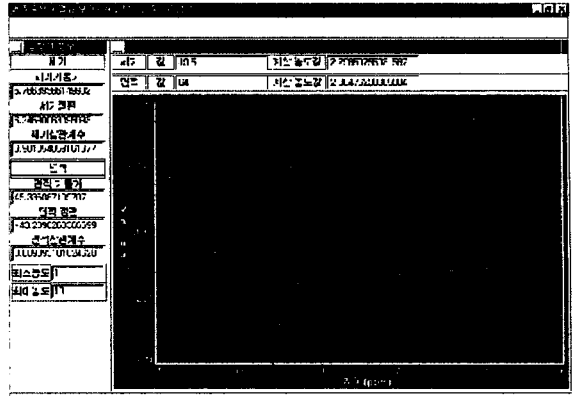
var
RET : WORD;
i, ii : integer;
begin
IF Cbo_TestList.ItemIndex - 1 THEN EXIT;
CASE Cbo_TestList.ItemIndex of
0: //시험1
begin
IF UNIT_NEWCALIB.Test01_Ready = FALSE THEN
Frm_NewCalib.Initialize_Device(1,UNIT_NEWCALIB.Scan_Interval,
UNIT_NEWCALIB.Scan_Average);
unit_newcalib.Flag := true;
if Test01_tested = false then
begin
SetLength(Test01_Master.Scan_Number);
for i := 0 to (Scan_Number-1) do
begin
SetLength(Test01_Master[i],2048);
end;
SetLength(Test01_Slave.Scan_Number);
for i := 0 to (Scan_Number-1) do
begin
SetLength(Test01_Slave[i],2048);
end;
end;
OOI_continuousScan(MInstance);
Count_Number := 0;
close;
frm_NewCalib.Display;
for i := 0 to Scan_Number-1 do
for ii := 0 to 2047 do
begin
Test01_Master[i][ii] := NewMaster[i][ii];
Test01_Slave[i][ii] := NewSlave[i][ii];
end;
Test01_Tested := true;
end;
end;
    
```

[그림 7] 측정실행코드



[그림 8] 검량선결과

[그림 8]은 농도, 세기, 면적값으로 검량선을 작성하고 그 결과를 보여준다.



[그림 10] 정량분석결과

2.4 정량분석 설계

정량분석실험은 저장된 참조 검량선에서 항목내의 원소와 파장을 시간별로 시료, 매질, 압력, 유속 등 관련 실험환경들을 보여주고 이곳에서 선택된 원소 및 파장이 전달되면 베이스라인과 시료측정을 하게된다.

그렇게 나온 결과 그래프에서 적분범위를 설정하게 되면 설정된 범위의 최소 빛의 세기와 적분으로 면적을 계산하는 루틴에서 농도가 계산되어 [그림 10]정량분석결과를 보여준다.

```

For i := 0 to Scan_Number -1 do
begin
  if ((i+1) >= t_Calib_Start) and ((i+1) <= t_Calib_End) then
  begin
    //세기
    if T_Calib_Data[0] <
      (T_V_DATA[i]-T_BaseLine_Data[i]) then begin
      T_Calib_Data[0] := (T_V_DATA[i]-T_BaseLine_Data[i]);
    end;
    //적분
    if i+2 <= t_calib_end then begin
      rect_Area :=(
        (t_y_data[i]-t_baseline_data[i])
        +(t_y_data[i+1]- t_baseline_data[i+1])
        )/2;
      T_Calib_Data[1] := T_Calib_Data[1] + rect_Area;
    end;
  end;
end;
end;

```

[그림 9] 적분루틴

3. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서 제시한 사용자 인터페이스 외에도 그와 연결되어 있는 대기의 휘발성 유기물 분석 및 모니터링을 위한 광센서 및 분광계에서 소형화에 따른 시료 도입부의 새로운 모델의 개발과, 그에 따른 화학용 프로그램의 개발도 요청되고 있다.

참고 문헌

- [1] <http://myhome.hanonet.net/~boxchan/delphi>
- [2] <http://members.tripod.lycos.co.kr/dip2k>
- [3] <http://www.hitel.net/~yesgood/>
- [4] <http://camis.kaist.ac.kr/~sskim/OpenGL>
- [5] <http://www.delphikorea.com>
- [6] <http://board.free.cgiserver.net>
- [7] <http://www.delphi.co.kr/>
- [8] 김상형 저, '델파이정복', '가남사'
- [9] RICHARD S. WRIGHT JR&MICHAEL SWEET 저 'Open GL superbible', '에프 윈'
- [10] 백운기, 한상홍, 박준후 공저, 'Delphi 5 contact', '대림'
- [11] Marco Cantu 저, 'Inside Secrets Delphi 5', '삼각형 프레스'