

수질계측센서의 성능분석 및 센서 융합기술에 관한 연구

A study on performance analysis and merging techniques of sensors in water quality measurement

양근호*, 유병국*

Keun-Ho Yang*, Byung-Kook Yoo*

요약

정수장에서 생산한 수돗물이 수용가까지 안전하게 공급하기 위해서는 관내 및 배수지 등의 공급과정에서 철저한 수질관리가 필요하다. 그러나 배수지의 수질관리 및 모니터링이 전혀 이루어지지 않고 있다. 최근 정부는 먹는 물에 대한 수질관리기준을 강화하고 있으나, 먹는 물에 대한 수질측정 기반기술은 미국, 일본, 독일 등에 비하여 매우 빈약하다. 특히 수질검사 및 분석기기의 핵심은 센서이나 이들 센서에 대한 기술이 매우 부족하다.

본 논문에서는 국내 먹는 물 수질관리에 대한 관계 법령 및 규정을 분석하고, 먹는 물 수질측정 기준에 적합한 pH, 전도도, 잔류염소, 탁도 및 수온에 대한 센서 및 측정기기의 최적 성능기준을 제안하고, 대표적인 전극센서인 pH, 전도도 및 잔류염소 센서의 상호간섭 및 영향을 분석한다.

Abstract

There are need to manage the water quality to supply an safety to consumer through pipe and reservoir the drinking water that produced in a clean water reservoir. However, a management of water quality and monitoring in reservoir have never been performed. Recently, the government has enforced standards of water quality. However, we have a inferior technology of water quality as compared with one in USA, Japan, Germany, etc. In case of water quality inspection and analysis equipments, sensor technology is very important to improve the water quality inspection and to develop the analysis equipments.

In this paper, we analyze a law and a regulation for management of drinking water quality, and propose the measurement standards of drinking water quality in pH, conductivity, residual chloride, turbidity and water temperature. Then, we analyze electrode sensors that interference within pH, conductivity, residual chloride in interference experiment.

Keywords : Drinking Water, Residual Chloride, pH, Conductivity, Turbidity, Water Temperature

I. 서론

먹는 물은 국민 건강과 매우 밀접한 관계를 갖는다. 최근 도시산업화의 진전에 따라 상수원에 대한 오염이 가중되고 있으며, 수돗물에 대한 국민들의 불신도가 높아지고 있다. 따라서 정부에서는 2002년도에 “먹는물수질공정시험방법”에 의해 정부가 지정한 공인기관에서 수질검사를

를 실시하도록 하고 있다[1,2]. 특히 2002년 “정수처리에 관한 기준”과 2004년 개정을 통해 연속자동측정장치에 의한 수질측정 및 관리를 하도록 규정하고 있다[3].

연속자동측정장치를 이용한 수질계측은 주로 탁도, 잔류염소농도, 전기전도도, pH, 수온, 중금속 등의 항목을 공정별로 수행하고 있다. 특히 이들 수질계측기들은 각 측정항목 별로 측정하거나 여러 항목의 측정기를 통합 관리한다. 그러나 서로 다른 측정방식과 계측기의 특성으로서 다르기 때문에 수질계측 센서 상호간의 간섭과 신호전달 체계의 일원화에 의한 정확한 계측정보의 전달이 원활하게 이루어지지 않는 등의 문제점을 노출하고 있다.

현재 국내외에서 개발되어 사용하고 있는 수질계측기의 종류는 많이 있다. 그 중에서 “먹는물수질공정시험방

*한려대학교 멀티미디어정보통신공학과

논문 번호 : 2006-2-21 접수 일자 : 2006. 4. 3

심사 완료 : 2006. 4. 24

※본 연구는 환경부 Eco-STAR Project 수행기관인 수처리선진화사업단(과제번호: I²WATERTECH 04-3)의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

법”에 적합한 계측기들도 국내외에서 많이 개발되어 사용하고 있다. 그러나 현재 수질계측기의 이용 추세는 하나의 계측기에서 공정별 수질관리에 필요한 항목을 통합 계측하는 것이며, 이러한 조건에 맞는 계측기 및 센서가 미국, 독일, 일본 등에서 개발되어 국내에 수입·판매되고 있다[4-8].

현재 국내에 수입·판매 중인 수질계측센서 통합장치는 주로 하천수 등과 같은 원수의 측정에 적합하며, 가격이 고가이다. In-Situ사의 Troll-9500은 탁도, 전도도, 수온, DO, ORP 및 염화물 등의 이온성분 등의 측정이 가능하며, YSI사의 YSI-6600, Hydrolab사의 DS5, UIT사의 MSM 및 DKK-TOA사의 WQC-24 등은 TDO, 클로로필, 이산화탄소, 암모니아 등의 측정이 가능하다. 탁도의 측정범위는 0~10,000NTU 등과 같이 측정범위가 넓기 때문에 0.5NTU이하의 저탁도 측정에 부적합하며, 잔류염소농도의 경우도 마찬가지로 먹는 물과 같은 저농도 측정에 부적합하기 때문에 하천 또는 호수 등의 수질측정에 적합한 계측센서이다[4-8].

또한 먹는 물 수질측정에 적용하기에는 계측기의 성능 및 정도가 적합하지 않다. 따라서 “먹는물수질공정시험방법”에 적합하며, 가격이 저렴한 수질계측센서 통합장치의 개발이 필요하다.

국내 먹는 물에 대한 수질측정 기반기술을 확보하고 수질계측센서의 융합기술을 개발하여 연속수질측정데이터의 정도를 높이고, 정확하고 체계적인 수질관리를 할 수 있는 수질제어 정보를 생성할 필요성이 제기되고 있다. pH, 잔류염소, 전도도 등은 전극방식을 이용한 측정 방법으로서 상호 간섭을 받기 때문에 동시에 연속측정이 어렵다. 따라서 상수원에서 생산한 수돗물을 수용가까지 공급하는 과정에서 공정별로 수질을 모니터링하여 공정 제어에 필요한 pH, 탁도, 잔류염소, 전도도 및 수온 등을 계측하고 그 결과를 제어정보로 활용할 수 있는 센서융합기술 개발이 필요하다. 즉 미국의 EPA 기준 및 국내 기준에 적합한 각각의 센서 특성에 맞는 효율적인 상수도용 수질계측센서 융합기술 개발이 절실하다[9-16].

본 논문은 II장에서 먹는 물에 대한 수질 측정 관련 법규 및 규정을 분석하고 향후 먹는 물 기준에 적합한 다항목 연속측정용 센서의 성능기준을 제안하였으며, III장은 수질측정용 전극센서의 융합실험과 그 결과를 보인다. IV장은 실험결과에 대한 결론과 향후 “먹는물수질공정시험방법”에 맞는 다항목 수질측정기에 대한 개발 방향을 제시하였다.

II. 먹는 물 수질측정 규정 분석 및 계측 센서의 성능기준

탁도, 잔류소독제농도, 수소이온농도의 검사는 “먹는물관리법”에서 정한 “먹는물수질공정시험방법”에 의하여 실시하며, 수온과 전도도의 측정은 “수질환경정보전법”에 의

한 “수질오염공정시험방법”에 의하여 실시하도록 규정하고 있다[17]. 『환경부 고시 제2002-91호』 “먹는물수질공정시험방법”에서 정한 바에 따르면 수소이온농도(pH)는 pH 미터를 사용하여 유리전극법에 따라 측정하도록 정하고 있다. pH 미터의 구조는 유리전극과 비교전극으로 된 검출부와 검출된 기전력에 해당하는 pH를 지시하는 지시부로 구성하며, 비대칭전위조정용(영점조정) 및 온도보정용 또는 감도조정이 가능하도록 정하고 있다. pH 미터는 임의의 한 종류의 pH 표준용액의 pH를 매회 검출부를 물로 씻은 다음 5회 되풀이 측정했을 때 그 재현성이 ± 0.05 이내의 것이어야 한다고 규정하고 있다.

탁도계는 광원부와 광전자식 검출기로 구성하며 검출한계가 0.02 NTU 이상 이어야 한다. 탁도계의 광원으로 텅스텐 필라멘트를 사용하며, 2,200~3,000K 온도에서 작동해야 한다. 측정 튜브 내에서 투사광과 산란광의 총 통과거리는 10cm를 넘지 않아야 한다. 검출기에 의해 빛을 흡수하는 각도는 투사광에 대하여 $90\pm 30^\circ$ 를 넘지 않아야 한다. 측정 튜브는 무색 투명한 유리재질을 사용하여야 하며 튜브의 내외부가 긁히거나 부식되지 않는 것이어야 한다.

탁도는 정수처리에 관한 기준으로 1 NTU를 넘지 않아야 하며, 수돗물의 경우는 0.5 NTU 이하로 제한하고 있다. 또한 『환경부 고시 제2002-106호』 “정수처리에 관한 기준”에 의하면 연속측정장치를 사용할 때는 매 15분 간격으로 실시하도록 정하고 있다.

잔류염소는 유리잔류염소, 잔류염소 및 결합잔류염소 등의 농도를 측정하는 방법을 정하고 있다. 마개가 있는 밀이 평평한 무색시험관으로 일정용량의 높이에 표시선을 그은 비색관을 이용하여 잔류염소 표준비색표와 비교하여 측정하도록 정하고 있다.

수온은 수중의 용존산소량과 밀접한 관계가 있다. 또한 수온의 변화에 따라 이화학적 변화를 일으킬 수 있기 때문에 수온은 수질 측정에 있어서 주요 측정 항목이다. 『환경부령 제122호』 “먹는물수질기준및검사등에 관한규칙”에 의하면 먹는 물의 수질기준에서 소독제 및 소독부산물질에 관한 기준으로 유리잔류염소는 4.0 mg/L를 넘지 않아야 하며, 심미적 영향물질에 관한 기준으로는 수소이온농도(pH)가 5.8~8.5 범위 내에 있어야 한다고 정하고 있다. 또한 염소이온농도는 250 mg/L 이하이어야 한다고 규정하고 있다.

먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙에 의해 정해진 주요 항목의 측정기준은 다음 표 1과 같다. 정량한계 미만의 측정값은 “불검출”로 표기하며, 단 탁도는 숫자로 표기한다. 시험결과 유효숫자표기항의 “0” 표시는 유효자리 수를 표시한다. 이와 같이 관계법령을 만족하면서 먹는 물 기준의 수질측정용 계측기의 성능기준을 표 2에서 표 6까지 나타내었다.

표 1. 먹는 물 수질기준, 정량한계 및 결과표시

Table 1. Drinking water quality reference, quantitative bounds and results display

항목	수질기준	정량한계	검사결과치의유효숫자확정	시험결과유효숫자표기
잔류염소	40 mg/L	0.05 mg/L	0.00	0.00
염화물	250 mg/L	0.4 mg/L	0.0	0
탁도	1.0 NTU (수돗물인 경우 0.5 NTU)	0.02 NTU	0.00	0.00
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	-	0.0	0.0
수온	-5~+45℃	-	0.0	0.0

표 2. 온도계의 성능기준

Table 2. Standard specifications of thermometer

항목	성능기준
측정범위	-5~50 ℃ 측정범위 설정 가능
측정방법	열전대형 또는 축온저항식 온도계
측정 결과표시	0.0
최소 검출한계	0.1 ℃
분해능	±0.1 ℃
재현성	최대 눈금의 ±2% 이내
정밀도	최대 눈금의 ±2% 이내
주위온도의 영향	최대 측정범위의 ±1% 이내
응답시간	최초 측정 2분 이내, 이후 연속측정 가능

표 3. 전도도계 성능기준

Table 3. Standard specifications of conductivity

항목	성능기준
측정범위	0~100 mS/cm 측정범위 설정 가능
측정방법	교류4전극법
측정 결과표시	0.0
최소 검출한계	0.1 mS/cm
분해능	±0.1 mS/cm
재현성	최대 눈금의 ±2% 이내
정밀도	최대 눈금의 ±2% 이내
응답시간	적속

표 4. 수소이온농도계의 성능기준

Table 4. Standard specifications of pH

항목	성능기준
측정범위	0~14 pH
측정방법	유리전극법
측정 결과표시	0.0
최소 검출한계	0.1 pH
분해능	±0.1 pH
재현성	최대 눈금의 ±2% 이내
정밀도	최대 눈금의 ±2% 이내
응답시간	최초 측정 2분 이내, 이후 연속측정 가능

표 5. 잔류염소농도계의 성능기준

Table 5. Standard specifications of residual chloride

항목	성능기준
측정범위	0~10 mg/L 측정범위 설정 가능
측정방법	무시약몰라로그래프법 또는 갈바닉전극법
측정 결과표시	0.00
최소 검출한계	0.01 mg/L 이하
분해능	±0.01 mg/L
재현성	최대 눈금의 ±2% 이내
정밀도	최대 눈금의 ±2% 이내
응답시간	최초 측정 2분 이내, 이후 연속측정 가능

표 6. 탁도계의 성능기준

Table 6. Standard specifications of turbidity

항목	성능기준
측정범위	0~2, 10 NTU 측정범위 설정 가능
측정방법	적외선 레이저 또는 텅스텐백색광 90°±30° 산란광 측정방식
측정 결과표시	0.00
최소 검출한계	0.02 NTU 이하
분해능	±0.01 NTU
재현성	최대 눈금의 ±2% 이내
정밀도	최대 눈금의 ±2% 이내
응답시간	최초 측정 2분 이내, 이후 연속측정 가능

III. 수질측정용 전극센서 융합실험 및 결과

수질을 측정하기 위한 센서 중에서 전극방식 센서들의 상호간섭 영향을 받는지에 대한 실험을 하기 위하여 pH, 전도도 전극센서와 측정기를 이용하여 그림 1과 같이 다양한 형태의 실험을 하였다. 컴퓨터로 측정값의 변화를 추적하기 위하여 아날로그 데이터를 컴퓨터로 입력하기 위한 데이터 수집장치(DAQ: Data Acquisition)를 사용하였으며, DAQ의 입력모드는 차동입력모드를 사용함으로써 각 측정장치의 전위차 영향을 받지 않도록 하였다. 수질측정기의 아날로그 표준출력 4~20mA을 분로저항(shunt resistor) 250Ω을 병렬연결하여 전압 1~5V로 변환하여 이용하였다. 연속 모니터링은 LabView로 측정항목별 결과를 동시에 모니터링하기 쉽도록 프로그래밍하여 사용하였다.

그림 1(a)은 각각 별도의 수조 안에 각각의 측정기별로 측정하여 상호 간섭을 배제한 실험 방법이다. 그림 1(b)는 각각의 수조에 전극센서를 넣고 통합 측정하는 방법이며, 그림 1(c)는 하나의 수조 안에 전극센서를 투입하여 각각 측정기로 계측하는 방법이다. 또한 그림 1(d)는 하나의 수조 안에 전극센서를 함께 투입한 다음 통합 계측하는 방법을 나타낸 것이다.

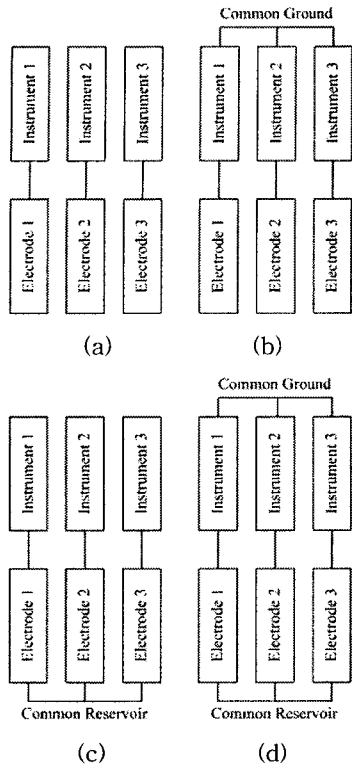


그림 1. 전극센서 상호간의 간섭 실험방법

Fig. 1. Experimental methods for interference between electrode type sensors

그림 2는 그림 1의 방법에 따라 실험한 장면이며, “1”은 pH 측정기이며, “2”는 전도도 측정기이다. “3”과 “4”는 각각 pH와 전도도를 측정하기 위한 전극센서로써 pH는 유리전극방식이며, 전도도는 교류2전극방식이다.

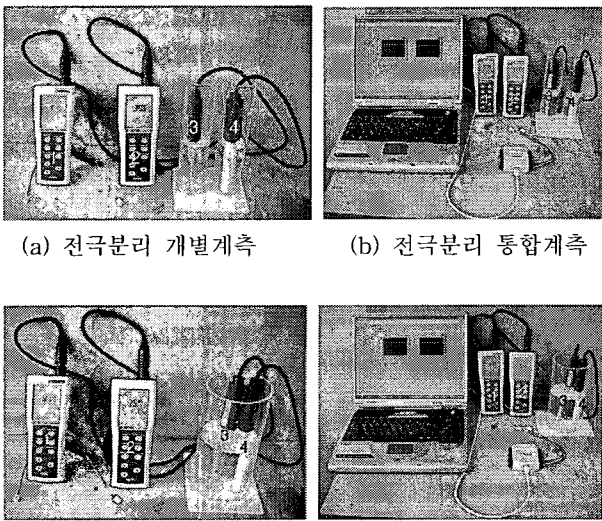


그림 2. pH전극과 전도도전극의 상호간섭

Fig. 2. Interference influence of pH electrode and conductivity electrode

표 7. 그림 1 방법을 이용한 측정 결과(온도=18℃, 탁도=0 NTU, 잔류염소=2.75 ppm)

Table 7. The results of measurement using Fig. 1 methods(Temperature=18℃, Turbidity=0 NTU; Residual chloride=2.75 ppm)

구분	(a)	(b)	(c)	(d)
pH	8.15	8.17	8.17	8.73
Conductivity	39.6	39.7	39.7	39.7

이때 측정된 결과는 표 7에서 보인 바와 같이 (b), (c)의 경우는 측정값이 모두 (a)에 근사한 값을 보이지만 (d)의 경우는 거의 변화가 없는 전도도와는 달리 pH값은 0.5 이상의 큰 차이를 보이고 있다. 즉 이러한 실험결과는 (b)는 수조가 분리되어 통합 측정하더라도 전류폐로가 형성되지 않는다. (c)의 경우도 수조 내에 전극센서가 함께 있지만 측정기를 분리하였기 때문에 (b)와 같이 전류폐로가 형성되지 않는다. 그러나 (d)의 경우는 두 전극이 같은 수용액 내에서 통합측정하기 때문에 전류폐로가 형성되어 전극 상호간의 간섭을 일으킨다. 즉 수용액과 데이터수집장치(DAQ)가 전류폐로 형성의 매개체 역할을 하기 때문에 두 전극은 서로 간섭을 일으키게 되어 교류2전극보다 감도가 민감한 유리전극에 의해 측정하는 pH값이 큰 변화를 일으키는 결과를 초래한다.

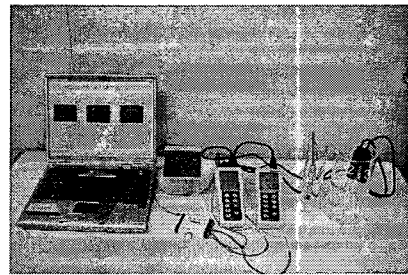


그림 3. 잔류염소전극, pH전극 및 전도도전극의 상호간섭
Fig. 3. Interference influence of residual chloride electrode, pH electrode and conductivity electrode

표 8. 그림 3 방법을 이용한 측정결과(온도=19℃, 탁도=0 NTU, 잔류염소=2.75 ppm)

Table 8. The results of measurement using Fig. 3 methods(Temperature=19℃, Turbidity=0 NTU, Residual chloride=2.75 ppm)

구분	(a) Cl/EC/pH	(b) (Cl+EC+pH)	(c) (Cl+EC)/pH	(d) EC/(Cl+pH)	(e) Cl/(EC+pH)
잔류염소 (ppm)	2.75	2.77	2.76	2.76	2.75
전도도 (mS/m)	38.9	38.5	38.8	38.8	39.0
pH	7.32	-	7.45	-	8.3

그림 3은 대표적인 전극방식의 수질측정 항목인 잔류염소

“1”과 전도도 “2” 및 pH “3” 센서 3가지를 방법 사용하여 통합 계측하였을 때 상호간섭 및 영향에 대한 실험을 하였다. 잔류염소센서는 갈바닉 전극법을 이용한 전극센서이며, 전도도와 pH 센서는 교류2전극법과 유리전극법을 각각 이용한 전극센서로서 각 전극센서 상호간의 간섭 영향에 대하여 실험하였으며, 측정결과를 표 8에 나타내었으며,

표 8에서 ‘/’ 부호는 별도의 수조에 전극을 분리하여 측정하는 것이며, ‘+’는 같은 수조 안에 전극을 넣고 측정하는 것이다. 표 8에서 보인바와 같이 잔류염소와 pH 센서를 (b)와 (d)처럼 같은 수조 안에 함께 넣고 동시에 측정하였을 때 pH 측정이 불가능한 것으로 나타났다. 즉 갈바닉 전극을 사용하는 잔류염소 측정법은 유리전극을 사용하는 pH 측정에 매우 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 물론 교류2전극을 사용하는 전도도 측정법도 영향을 받고 있지만 잔류염소보다는 영향이 훨씬 적게 나타나고 있다. 즉 잔류염소 및 전도도는 전극의 조합과는 상관없이 오차범위 내에서 계측이 되지만 pH 값은 잔류염소와 같은 수조 내에서 측정할 때에는 매우 심각한 오류를 발생하여 갈바닉 전극과 유리전극의 혼합사용은 전극 상호간에 매우 심각한 간섭을 일으킨다.

표 9. 통합센서 측정결과(온도=10.1℃, 탁도=0 NTU, 잔류염소=0.5 ppm)

Table 9. The results of measurement using integrated sensors(Temperature=10.1℃, Turbidity=0NTU, Residual chloride=0.5 ppm)

구분	(a) Cl/EC/pH	(b) (Cl+EC+pH)	(c) (Cl+EC)/pH	(d) EC/(Cl+pH)	(e) Cl/(EC+pH)
잔류염소 (ppm)	0.50	0.55	1.12/0.75	0.55	0.55
전도도 (mS/m)	17.7	17.7	17.8	17.7	17.7
pH	7.31	-	7.37	-	17.80/9.79

표 9는 탁도, pH, 전도도, 잔류염소, 온도센서를 하나로 묶어 동시에 모니터링을 한 결과를 보인 것이며, 탁도는 0.0 NTU, 온도가 10.1℃, 염소소독을 하여 잔류염소량이 0.5 ppm 인 경우의 측정결과이다. 표 9에서 방법(a)와 같이 잔류염소, 전도도 및 pH를 개별 모니터링 할 때는 정확한 측정이 이루어지지만 방법(b)~(d)의 경우에서처럼 잔류염소와 전도도 또는 잔류염소와 pH 및 방법(e)와 같이 전도도와 pH가 동시에 모니터링 될 때는 측정값이 심하게 변화하는 것을 알 수가 있다.

표 10은 샘플링 방식의 수로를 형성하고 개별 계측할 때 (a)처럼 정상적인 측정이 이루어지지만 단순한 통합계측은 (b)처럼 잔류염소와 pH 값이 영향을 받는다.

실험에서와 같이 하나의 수조 내에서 전극센서를 통합 계측 및 모니터링 한다는 것은 실제적으로 많은 어려움이 있다. 특히 현재 시중에 유통 중인 개별 계측기의 4~20mA 아날로그 출력을 데이터수집장치를 이용하여 모니

터링 할 때는 각 계측기의 출력신호를 분리할 수 있는 장치의 개발을 필요로 한다.

표 10. 기구적인 전극분리에 의한 통합계측 결과
Table 10. The results of merging measurement by instrumental separation.

항 목	(a)	(b)
잔류염소	0.00	0.02
전기전도도	34.4	34.4
pH	5.07	-
탁도	0.00	0.00
온도	14.4	14.4

잔류염소, 전도도, pH, 탁도, 온도 등과 같이 먹는 물의 대표적인 수질측정항목 중에서 연속측정이 가능한 전극 방식은 잔류염소, 전도도, pH 등이다. 탁도는 빛의 산란을 이용하며, 온도는 열전대형 또는 측온저항체를 이용하기 때문에 전극 상호간의 간섭을 일으키지 않는다. 그 이유는 잔류염소, 전도도 및 pH는 수용액 자체가 전류를 흐르는 매개체 역할을 함으로써 측정장치와 전기적으로 루프를 형성하기 때문에 상호 간섭을 일으킨다. 그러나 탁도와 온도는 수용액이 전류가 흐르는 매개체로 이용되지 않기 때문에 전기적인 루프가 끊어진 상태이므로 간섭을 일으키지 않는다.

센서 또는 센서 증폭기의 출력은 직류성분이므로 이 직류성분을 전기적으로 분리하기 위해 그림 4(a)와 같이 직류전압 크기에 따라 발진주파수가 변하는 VCO 출력을 포토커플러 또는 트랜스포머를 2차측에 전달한다. 포토커플러를 통해 전달된 펄스는 마이크로프로세서에서 주파수를 카운트함으로써 안정된 센서 출력값을 얻을 수 있다. 또 다른 방법은 그림 4(b)와 같이 직류성분의 크기에 따라 펄스폭 변조한 다음 포토커플러를 통해 전달된 펄스를 저역필터로 필터링하여 다시 직류성분으로 복원한 후에 A/D 변환하여 센서 출력값을 얻는 방법을 사용한다.

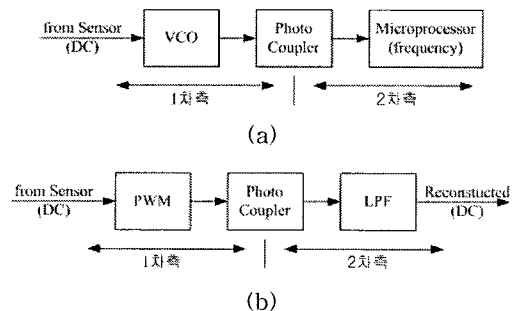


그림 4. 센서출력 획득방법

Fig. 4. The acquired method of sensor output

터링 방식의 센서에서 발생한 직류신호를 포토커플러 또는 트랜스포머를 이용하여 절연시킴으로서 센서 증폭

기 측의 아날로그부분과 마이크로프로세서 측의 디지털부를 절연시킬 수 있다. 즉 전기적인 루프 형성을 끊을 수 있으며, 이는 궁극적으로 센서 상호간의 간섭을 막을 수 있는 방법이 된다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

국내의 먹는 물에 대한 수질측정 기반기술은 매우 빈약하다. 대부분의 수질측정 센서를 비롯한 기기들은 수입에 의존하고 있다. 특히 대형 정수장의 경우 고가의 연속측정 장비들을 이용하여 수질모니터링을 하고 있으나 독자적인 센서 개발 및 융합기술이 비흡하기 때문에 중소 규모 정수장 또는 건축물 내 저수조 등의 수돗물에 대한 수질측정 및 데이터 분석에 의한 수질제어 정보를 생성하지 못하고 있다.

pH, 잔류염소, 전도도 등 전극방식 센서들이 상호 간섭을 일으키지 않으면서 정확한 수질정보를 측정할 수 있도록 센서융합 기술을 개발하고 탁도, 온도 등과 함께 고정도의 연속측정 데이터를 생성할 수 있는 센서 융합기술 개발을 필요로 한다.

“정수처리에 관한 기준”, “먹는 물 수질공정 시험방법”, “먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙” 및 “수질오염 공정 시험방법” 등의 규정에 따른 먹는 물 수질측정 기준 및 측정방법에 대하여 최적의 측정기준을 정하고, 먹는 물 기준에 적합한 다항목 연속수질측정 방법 및 기술적 기준에 대하여 정해진 것이 없다. 따라서 본 연구에서 얻어진 결과를 토대로 간이정수장 또는 건축물 내 저수조 등의 수질을 통합계측하고 모니터링 할 수 있는 센서모듈과 융합기술은 저가의 수질모니터링 및 제어시스템 구축에 활용할 수 있다.

참고 문헌

[1] 환경부 고시 제2002-91호, 먹는물 수질 공정시험 방법, 환경부, 2002
 [2] 환경부령 제122호, 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙, 환경부, 2002
 [3] 환경부 고시 제2002-106호, 정수처리에 관한 기준, 환경부, 2002
 [4] In-Sute Inc, Multi-Parameter TROLL 9500 technical note, <http://www.in-situ.com>, USA
 [5] YSI Inc, YSI 6 Series technical note, <http://www.ysi.com>, USA,
 [6] Hach Company, Hydrolab DS5X, DS5, and MS5 water quality multiprobes User Manual, <http://www.hachenvironmental.com>, USA
 [7] UIT Inc, Multi-Sensor Module MSM data sheets, <http://www.uit-gmbh.de>, Germany
 [8] DKK-TOA, WQC-24 data sheet,

<http://www.toadkk.co.jp>, Japan

[9] EPA 120.1, Conductance (Specific Conductance, μmhos at 25°C), US Environmental Protection Agency
 [10] EPA 150.1, pH (Electrometric), US Environmental Protection Agency
 [11] EPA 170.1, Temperature (Themometric), US Environmental Protection Agency
 [12] EPA 180.1, Turbidity (Nephelometric), US Environmental Protection Agency
 [13] EPA 330.5, Chlorine, Total Residual (Spectrophotometric, DPD)
 [14] 환경관리공단, 정수장 자동측정설비의 정도관리방안 수립을 위한 연구“ 최종보고서, 2003
 [15] 염병호, 수돗물의 수질편람, 양서각, 2001
 [16] 환경부, 상하수도 시설기준, 2004
 [17] 환경부 고시 제2004-188호, 수질오염 공정시험 방법, 환경부, 2002



양 근 호(Keun-Ho Yang)

1989년 2월 전북대 전자공학과(공학사)
 1991년 8월 전북대 전자공학과(공학석사)
 1999년 2월 전북대 전자공학과(공학박사)
 1995년 3월~ 현재 한려대학교 멀티미디어정보통신공학과 교수

관심분야 : 영상신호처리, 디지털신호처리 및 응용



유 병 국(Byung-Kook Yoo)

1992년 2월 전북대 전자공학과(공학사)
 1995년 8월 전북대 전자공학과(공학석사)
 1999년 2월 전북대 전자공학과(공학박사)
 1996년 3월~ 현재 한려대학교 멀티미디어정보통신공학과 교수

관심분야 : 퍼지시스템, 적응제어, 의공학