

광센서를 이용한 안개 탐지 시스템 연구

노병수* · 김갑기**†

* 목포해양대학교 기관시스템공학과 공학박사, ** 목포해양대학교 해양정보통신공학과 교수

A Study on the Fog Detecting System Using Photo Sensor

Byeang-Su No* · Kab-Ki Kim**†

* Mok-po National Maritime University Ph. D Institutions system Engineering, Korea

** Mok-po National Maritime University Professor of Maritime Information and Communication

요 약 : 본 연구에서는 항해 도발적인 기후 변화에 따라 광센서를 이용하여 감지하고 경보를 가능하게 할 수 있는 시스템을 개발하였다. 국내에서는 조선 산업과 IT융합기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있고, 시급히 선박 운항 시 안개 및 폭우에 따른 시정 상태를 항해사에게 경보해 줄 수 있는 고 신뢰성 안전장치 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 시스템 개발을 위하여 소형, 소전력의 광센서 송수신기와 센싱 데이터 처리장치를 설계 제작을 하였으며, 성능평가는 시뮬레이션 분석을 통하여 이루어졌다. 측정 방법은 실내·외에서 거리별로 분석하였다. 분석 결과 실내에서 최소 32.36[dB], 최대 89.20[dB]의 값을 측정하였고, 실외에서는 32.55~60.66[dB]까지 측정 되었다. 측정 결과 정상적으로 작동함을 알 수 있었으며 향후 광산업과 더불어 조선기술의 발달에 기초자료로 도움이 될 것이라 사료된다.

핵심용어 : 광센서, 선박 안전운항 장치, 국제해사기구(IMO), IT융합기술, 기후 변화, 조선 산업, 안개 탐지

Abstract : In this paper, we developed a system which can detect and can alarm about the sailing provocative climate by using a photo. The research on domestic shipbuilding industry and in IT fusion technology is under construction, but a reliable safety device which can alarm a sailor about the circumstances of the fog and rain during ship operation as soon as possible due to the constant state in domestic. In this paper, a compact, for system low-power transceiver and data processing equipment for sensing were developed, also a performance evaluation got accomplished with simulation analysis. In results, it is operating normally at least 32.36[dB] and maximum values f 89.20[dB] in the domestic, and 32.55 to 60.66[dB] in the outdoors.

Key Words : Photo sensors, Safety navigation device, IMO, IT convergence technology, Climate change, Shipbuilding industry, Fog detecting

1. 서 론

조선기술의 발달과 해상교통량 증가가 가속화됨에 따라 이로 인한 해상에서의 인명과 재산손실은 큰 문제가 되고 있다. 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)에서는 해상에서의 안전을 확보하기 위해 각종 국제협약을 제정하며 선박안전관련 설비, 기준, 자격 절차 등을 규정함으로써 선박의 안전운항을 위해 많은 노력을 기울이고 있다(Lim et al., 2008).

국내에서는 기상재해를 줄이기 위해 기상청은 강풍, 호

우, 건조, 해일, 풍랑, 한파, 태풍, 대설, 황사, 폭염 등 국민들이 재해에 대비할 수 있도록 기상특보를 제공해 왔으며 안개로 인한 사고가 자주 발생하면서 안개 특보에 대한 중요성이 점차 대두되고 있다. 짙은 안개는 일상생활에서 항공교통, 도로교통, 해상 교통 등 시정 장애로 인한 위험성을 야기하고 2차적인 요인으로 대기오염물질과 결합해 스모그현상을 일으킨다.

우리나라 안개는 육상과 한반도 주변의 해상 인근에서 지역마다 국지적인 영향을 받고 동해안과 서해안에서 발생하는 안개는 발생원에서 차이가 뚜렷하게 나기 때문에 광역적으로 다르게 나타난다. 해상 인근이나 해상에서 주로 발생하는 해무는 대부분 이류무로 육상안개에 비해 안개층

* First Author : ce_robs@mmu.ac.kr, 010-2611-2624

† Corresponding Author : micrikim@mmu.ac.kr, 010-9666-8528

이 두겹고 야간 뿐 아니라 주간에도 발생하여 주·야를 가리지 않고 사고가 발생할 수 있다(Schmitt, 1986).

국내에서는 광기술을 이용한 조선 산업과의 IT융합기술에 대한 연구를 수행하고 있으며, 선박의 안전한 운항을 지원 가능한 부품과 시스템 개발이 필요 되고 있는 실정이다. 따라서 세계적인 기술개발의 추세에 맞추어 높은 에너지 효율과 고 신뢰성을 유지하는 부품을 이용한 선박 안전 운항 장치 개발이 필요하다(Hwang, 2009; Pedrycz, 1984; Lim, 2009).

광기술과 조선 융합기술 개발은 고부가가치의 창출과 국가 경쟁력 확보라는 차원에서 중요하며 소형 선박건조 산업과 해운 산업에 효율성이 높다는 점에서 필요하다. 또한 다양한 산업 분야와 융합하는 신성장 녹색 산업의 한 분야로 간주함으로써, 광기술 기본 융합 산업을 위한 소자 및 부품 개발 등의 원천 기술 확보가 필요한 실정이다.

항공분야에서는 RVR(Runway Visual Range)시스템이라는 방식으로 항공기와 활주로에서 거리측정 및 시야 확보에 사용되고 있으며, 스웨덴 Vaisala등 해외업체에 의존해서 사용하고 있다. RVR시스템도 투광기 방식과 전방 산란 방식을 이용하고 있으며 광센서를 이용하는 추세로 변화되고 있다.

우리나라에서 RVR시스템을 국산화하기 위하여 skymaru-1000이라는 시스템을 제작하였고 현재 제주공항에서 사용중에 있지만 해외에서는 인정을 받지 못하고 있는 실정에 있다. 하지만 최근 국내 공항에 지속적인 투자를 바탕으로 실험을 지속적으로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 광센서를 이용하여 소형, 소 전력으로 시스템을 구성하고자 한다. 또한 기후가 변화됨에 따라 재해로 인한 피해가 늘고, 안개로 인한 사고가 자주 발생하면서 선박 운항 시 호우, 안개 등의 환경적 변화인 해상기후를 감지하여 항해사에게 즉시 경보를 알려줄 수 있는 경보센서 장치를 설계 및 제작하였다. 안개의 기준 값을 설정하고 기준 값을 초과하였을 시 경고 음성 메시지 및 알람이 스피커를 통해 시정상태를 모니터링 할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

2. 광센서의 이론

광센서(Photo Sensors)는 빛에너지를 전기 에너지로 변환하는 소자이다.

파장에 따른 빛의 분류는 눈에 보이지 않는 투명가시광선(Invisible Ray)과 가시광선(Visible Ray)으로 분류된다(Fig. 1). 파장이 길수록 적외선 영역에 가깝고, 짧을수록 자외선

영역에 가깝다. 이러한 특성으로는 장거리 통신이나 천체를 측정하는 용도로 적외선 영역을 사용하며, 파장이 짧아고 농축의 힘을 가진 자외선 이하 영역은 물체를 투과하는 능력이 있어서 초음파 사진이나 인공위성에서 사용된다(Barnes et al., 2000; Buratti et al., 2008). 본 연구에서는 광센서 중에서 적외선을 사용하였다.

물질 안의 전자가 입사한 빛에너지를 흡수하여 물질 밖으로 방출되는 현상을 외부광전효과라고 하는데, 광전변환의 원리는 광전 효과, 광전도 효과, 광기전력 효과, 초전 효과로 구별할 수 있다. 종류는 1차원 및 2차원 광센서, 복합 광 센서 등이 있고, 반도체 재료가 많이 사용되고 있으며, 사용하는 파장의 범위를 중심으로 선택된다. 응용은 물리량의 측정, 정보처리, 광통신, 의료용 등 범위가 넓다.

적외선이란 가시광선에 이어지는 파장 범위가 0.75 μm 에서 1 mm 정도인 전자기파를 말하며 빛의 스펙트럼에서 적색 부분의 바깥쪽에 해당된다. 파장이 수 μm 이하를 근적외선이라 하고, 파장이 25 μm 이상을 원적외선, 그 사이를 중간적외선이라고 분류한다. 적외선은 열을 가지고 있기 때문에 일명 열선이라고 불리기도 하며, 그 열작용이 적외선의 특징이기도 하다. 물질이 근적외선을 흡수하면 물질내의 열운동이 들뜨게 되어 온도가 상승하게 된다. 이것을 이용하여 온도, 압력, 방사선의 세기의 물리량이나 화학량을 감지하여 신호처리가 가능한 전압으로 변환하는 장치로 사용 가능하다(Gonzlez, 1997).

또한 적외선 센서는 일정 주파수의 빛을 발산하는 발광부와 발광부에서 발산하는 빛을 받아들이는 수광부로 이루어져 있다. 발광부에서 발생된 적외선은 물체에 부딪혀 반사되고, 수광부에서는 이 반사된 빛을 감지하여 물체의 유무 또는 물체까지의 거리 등을 알 수가 있다(Choi et al., 2010; Oh, 2005).

따라서 본 연구에서는 전압이 변화한다는 것과 교차감도(Cross sensitivity)가 낮고, 선택성이 높으며, 정확도가 높다는 특징을 가지고 있어 개발 센서로 선정하였다. 적외선 센서는 QS186E적외선 센서를 사용하였다.

3. 안개 경보장치 구조 및 설계

안개 경보센서 장치는 안개 장치 제어부와 알람디스플레이부로 Fig. 2와 같이 구성하였다.

적외선 송신부에서 송신되는 적외선이 안개에 부딪혀서 들어오는 빛의 양을 적외선 수신부에서 수신하여 짙은 안개가 들어오는지 열은 안개가 들어오는지 구분하고 입력된 신호는 Analog to Digital Converting 과정을 거친 후 생성

광센서를 이용한 안개 탐지 시스템 연구

된 디지털 데이터는 Micro Control Processor 부에서 각각 음성 데이터와 Display 데이터를 생성하여 출력하며 실시간 모니터링이 가능한 구조로 구성되었다.

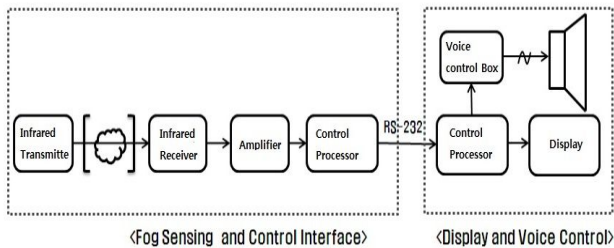


Fig. 1. Control Composition of Fog Alarm Sensor.

Fig. 3과 Fig. 4는 메인 CPU와 동작회로를 설계한 것이고, Fig. 5와 Fig. 6은 디스플레이부와 알람부의 구성도를 보여주고 있다.

전원 인가 후 적외선 발광부에서는 전류를 증폭하여 송신하고 이를 수광부에서 수신하여 적외선 다이오드 빛이 센서부에 들어오게 되고 이를 전압변화량으로 바꾸기 위해 A/D Converter를 거치게 하여 디지털 데이터로 변환시킨다. A/D Converter를 거친 디지털 데이터는 Slave CPU에서 RS-232를 통해 메인 CPU로 데이터를 전송하며 메인 CPU에서는 취득데이터를 보정 및 계산 후 기준 안개량 값과 비교하여 높은 경우에 안개가 발생된 것으로 판단한다.

또한 Main CPU는 실시간으로 안개량을 LCD(Liquid Crystal Display)패널에 모니터링 할 수 있게 데이터를 전송하며, 안개량이 기준치를 초과할 경우 경고 메시지를 발송한다. 부가적으로 Main CPU 와 음성모듈의 인터페이스 방식은 SPI Interface 방식을 사용하였다.

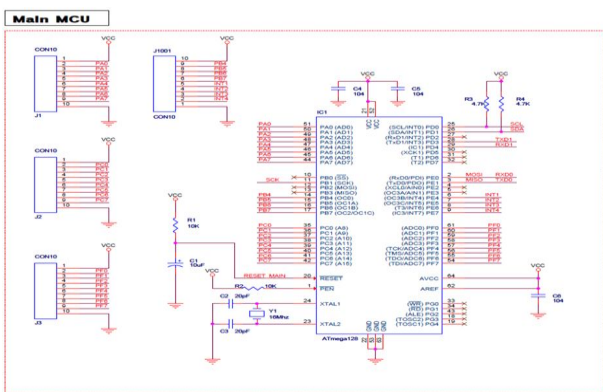


Fig. 2. Main CPU.

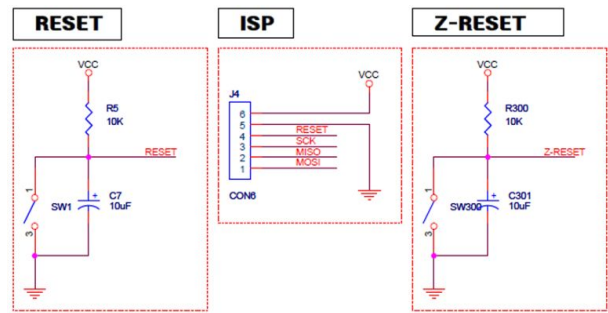


Fig 3. Operating system.

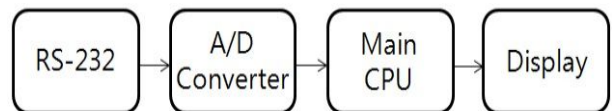


Fig. 4. Fog Measure Display.

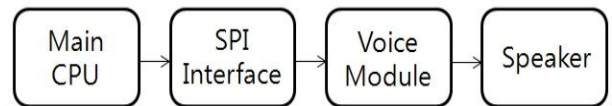


Fig. 5. Voice Alarm Output.

4. 제작된 안개 경보장치 실험

안개란 대기 중의 수증기가 포화되어 응결핵을 중심으로 응결하여 매우 작은 물방울로 지면근처의 대기 중에 부유하는 현상으로 시정 1 km 이하의 시정장애 현상을 말한다. 일반적으로 시정 1 km 이상은 박무라 하며, 지면에 접촉하지 않은 경우는 구름이라 한다. 안개는 수증기 입자들로 이루어져 있으며, 안개의 직경은 대부분 5~40 μm이고, 해무의 경우 80~100 μm에 이를 정도로 큰 것도 있다. 응결핵이 많은 경우에는 상대습도가 80% 이하에서도 안개가 발생하는 경우도 있으나, 보통 상대습도 97% 이상이면 발생하는 것으로 알려지고 있다(Jacob et al., 1985).

또한 대기 중의 수증기가 모여 발생하는 기상현상으로 미세한 물방울이 대기 중에 떠 있어 시정이 1 km 이내에서 습도가 70% 이하의 연무, 이상은 박무라고 한다. 연무는 대기 중에 연기와 먼지와 같은 미세한 입자가 떠 있어 뿌옇게 보이는 현상을 말하며, 박무는 바닷물에서 염핵이 공급되거나 연소 때 발생하는 핵입자에 의한 것으로서 해안지방에서 발생하는 현상이다. 따라서 본 실험에서는 80% 이하에서도 안개가 발생하는 경우가 있기 때문에 70%로 설정하여 실험하였다.

Fig. 7~11은 안개 경보센서의 모의실험이다. 회로도를 토대로 실험에 응용하여 안개가 없을 시의 LCD display로 안개의 백분율을 보여주고 안개가 발생하였을 시 설정된 기준값 이상의 수치가 나왔을 때 스피커로 경고를 하여 선박의 안전 운항에 최적화 하도록 설계를 하였다.

외부 환경적 요인으로는 빛의 밝기가 있는데 적외선은 빛에너지로서 세기를 가지지만 사람의 눈에는 보이지 않기 때문에 밝기와는 상관이 없으나 555 nm(683.0 lm)의 파장에 가까워질수록 같은 에너지의 빛이라도 밝게 느껴지기 때문에 555 nm(683.0 lm)의 파장보다 낮게 빛의 세기를 설정하여 실험하였다.

측정 절차는 먼저 전압 발생기로부터 DC 12V를 안개 경보센서 장치의 입력부에 입력하여 LED 장치를 구동시킨다. 구동된 LED 장치는 적외선 송신부에서 송신되는 적외선이 안개에 부딪혀서 들어오는 빛의 양을 적외선 수신부에서 수신한다. 안개 센서 모듈의 가상 안개 장치에서 안개가 발생하면 저항값이 변화하여 기준 이상의 값을 가질 경우 이를 안개라 판단하고 안개 집진 장치를 동작시킨다. 센서부에서 동작을 시작하고, 스피커로 현재 안개가 발생하였으며 안전 운항을 하라고 경고한다. 또한 데이터 디스플레이부는 공기 중 습도의 측정치를 백분율로 보여준다.

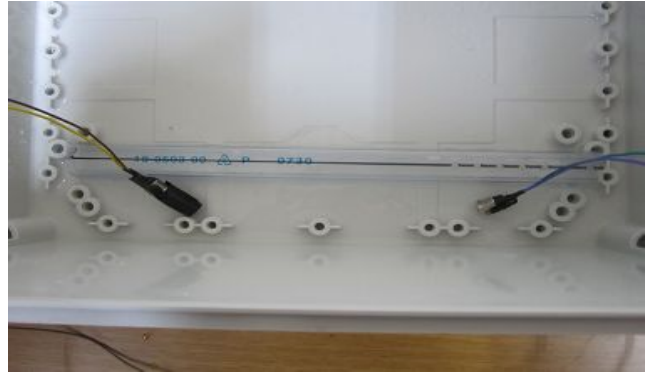


Fig. 8. Infrared LED.

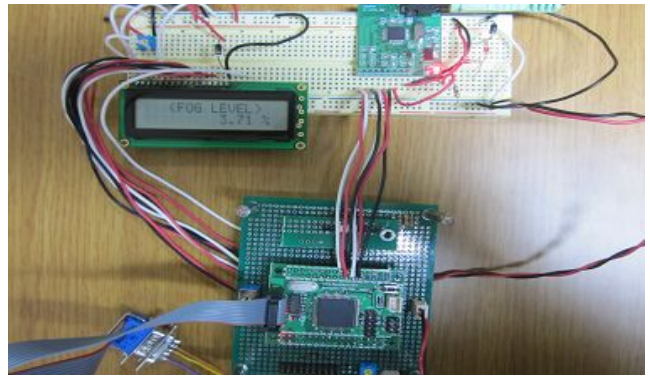


Fig. 9. LCD Display of Clearing-Fog.

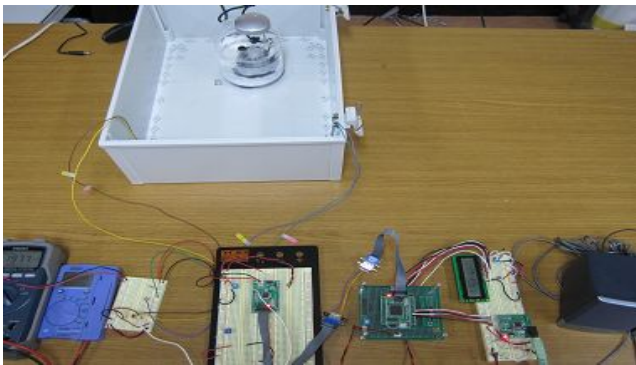


Fig. 6. Assumed Measurement of Infrared LED.

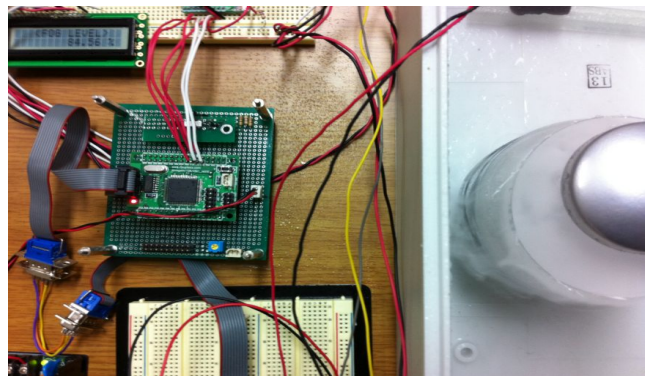


Fig. 10. LCD Display of Foggy-condition.

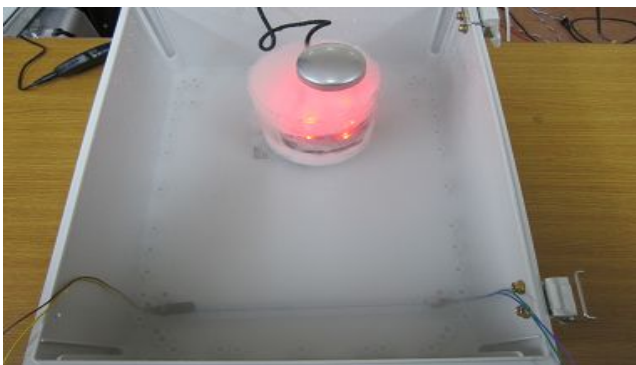


Fig. 7. Generating device of Artificial Fog.

Fig. 10은 안개가 없을 때의 LCD 출력을 나타내고 Fig. 11은 안개가 질 때의 LCD 출력을 보여주고 있다.

안개가 없을 때의 LCD 출력값으로 3.71%가 출력되었으며 안개의 기준치 70%보다 훨씬 낮고 선박의 운항에 전혀 영향을 미치지 않기 때문에 스피커에 경고음이 나오지 않는다. 안개를 인위적으로 발생시켰을 때, Fig. 11은 안개가 기준치를 넘는 출력값 89.74%를 보여주며, 스피커를 통하여 안전 운항을 경고한다.

Table 1. Measured value of indoor experiment

	Measured value
Minimum value	32.36
Maximum value	89.20
Average value	86.95

Table 2. Average value of System variation

	4m	5m	6m	7m	8m	9m
Average	31.5	32.4	35.7	36.5	37.5	41.3

Table 3. Measured value of outdoor experiment

	Measured value
Minimum value	32.55
Maximum value	60.66
Average value	54.54

Table 1~3은 각 실험을 통한 데이터 값이다. Table 1은 실내 실험 측정값으로 최소 32.36에서 최대 86.95의 수치인 데이터 값을 측정 할 수 있었다. Table 2는 거리에 따른 실험을 측정한 값으로 점점 멀어 질수록 수치값이 점점 커짐을 확인 할 수 있었으며, Table 3은 실외 실험 측정값으로 최소 32.55에서 최대 60.66라는 측정값을 확인 할 수 있었다.

결과적으로 거리, 실내, 실외 실험을 통하여 본 연구에서 설계 및 제작한 안전운행 경보 장치가 시정 상태에 따라 측정이 가능함을 알 수 있었다. 안전운행 경보 장치의 동작원리를 바탕으로 시정이 나쁜 경우 기준값보다 높은 경우 스피커를 통해 경고 음성 메시지를 전송하였고, 공기 중 측정된 데이터 값을 디스플레이부에 백분율로 보여 주었음을 확인 할 수 있었다.

6. 결론

본 연구는 국지적이고 돌발적인 해상기후 변화를 감지하여 알려주어 선박의 안전사고를 미리 예방할 수 있는 선박운행 장치를 설계하고 제작하였다. 제작된 장치는 인공안개를 바다에서 발생한 해무로 가정하여 모의실험을 실시하였으며, 안개발생 습도 70%(시정 1km)를 기준값으로 하였

다. 적외선 LED의 동작원리를 바탕으로 안개가 발생하였을 시 기준값보다 높은 경우에 스피커를 통해 위험 음성 신호를 출력하였으며, 공기 중 습도의 여부를 LCD Display에 백분율로 보여 주었음을 확인 할 수 있었다.

기준에 존재하는 제품으로는 원격 조정이 가능한 무선 송수신 자동 안개 채취기로 산악 지역에서 발생하는 안개를 원격으로 측정이 가능한 안개 감지 장치가 있으며 원예나 자동차 안전 운행의 목적으로 쓰이는 안개 제어 장치 시스템이 있다.

제작된 안개 경보센서 장치는 기준에 있던 무선 송수신 자동 안개 채취기와 비교하여 실시간으로 모니터링이 가능하기 때문에 안개의 백분율을 측정할 수가 있고, 야간 운항 시 안전 운항을 할 수가 있다.

또한, 시야 확보가 어려운 상황에서 발생하는 기후적 변화를 센싱하여 즉시 선원에게 알려주어 선박의 안전 운항이나 집안에 이용될 수 있을 것이고, 제작한 제품의 모듈을 가지고 센서를 바꿀 경우 이상발열을 감지할 수 있는 온도 센서나 금속이 녹는 것을 방지하는 습도 센서, 태풍이나 해상에서의 풍량을 방지하는 풍향 센서 등의 다른 용도로도 응용이 가능하기 때문에 추가 연구에도 도움이 될 것이다.

References

- [1] Barnes, R. A., W. L. Barnes, C. H. Lyu and J. M. Gales(2000), An Overview of the Visible and Infrared Scanner Radiometric Calibration Algorithm, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol. 17, Issue 4, pp. 395-405.
- [2] Buratti, B. J., M. Staid, C. M. Pieters, M. D. Hicks and T. S. Stone(2008), A Wave length Dependent Visible and Infrared Spectrophotometric Model for the Moon Based on ROLO Data, 39th Lunar and Planetary Science Conference, pp. 256-258.
- [3] Choi, Y. W., G. J. Lee and H. J. Kim(2010), Mobile robot used in the infrared distance measurement sensor research, Proceedings of the Korea Institute of Intelligent Systems, Vol. 20, No. 1, pp. 376-379.
- [4] Gonzalez, G.(1997), Microwave Transistor Amplifiers, pp. 323-347.
- [5] Hwang, M. S.(2009), IT Convergence Technology Global Research and Development Trends of Shipbuilding, TTA Journal, No. 126, November December, pp. 128-131.
- [6] Jacob, D. J., J. M. Waldman, M. Haghi, M. R. Hoffmann

- and R. C. Flagan(1985), Instrument to collect fogwater for chemical analysis, Environmental Engineering Science, pp. 1210-1230.
- [7] Lim, D. S., J. M. Kim and W. Y. Park(2008), Shipbuilding IT convergence technology: e-Navigation Orientation., TTA Journal, No. 119, September-October, pp. 3-5.
- [8] Lim, H. J.(2009), The future of our country and the mining industry and photonics basic research, Optical Society of Korea, pp. 2-6.
- [9] Pedrycz, W.(1984), An Identification Algorithm in Fuzzy Relational System, Fuzzy Sets and System, Vol. 13, pp. 153-167.
- [10] Oh, S. W.(2005), Fog-prone areas to improve road safety study, Proceedings of the master's degree at the University of Seoul, pp. 11-12.
- [11] Schmitt, G.(1986), The Temporal Distribution of Trace Element Concentration in Fogwater during Individual Fog Event, Atmospheric pollutants in forest areas, edited by H. W. Geogii, pp. 143-157.

원고접수일 : 2013년 08월 01일

원고수정일 : 2013년 09월 27일 (1차)

2013년 10월 22일 (2차)

게재확정일 : 2013년 12월 26일