

해상구조물 및 선박에 적용 가능한 녹색 시스템 개발

강영민¹ · 오진석[†]

(Received June 20, 2018 ; Revised September 11, 2018 ; Accepted January 2, 2019)

Development of green system applicable to offshore structures and ships

Young-Min Kang¹ · Jin-Seok Oh[†]

요약: 최근 해양플랜트의 근무환경 개선과 선박해체에 따른 환경비용 문제를 해결하기 위한 방안으로 녹색 시스템이 부각되고 있다. 더불어 차세대 선박이 스마트화(최소인원 탑승 등)됨에 따라 변화된 운영체계에 적합한 해양 녹색 시스템 연구가 일부 선진국을 중심으로 연구되고 있다. 하지만 국내의 경우, 환경문제에 대체하기 위해 디젤 기관의 친환경적인 개선에 대한 연구에 초점이 맞추어져 있으며, 이러한 분야는 거의 연구되지 않고 있다. 본 논문에서는 해체선박의 재활용 측면을 고려하고, 해양구조물 및 미래선박의 운용환경 등에 적용할 수 있는 녹색 시스템에 대하여 연구하였다. 녹색 시스템은 자동화 식물 재배 시스템으로 식물 성장에 필수적인 수분, 온도, 광량을 제어하고 이상적인 상태를 유지하는 시스템이다. 녹색 시스템의 적용을 위해 제어 시스템을 개발하였으며, 시험을 위한 제품을 제작하였다. 시제품 실험을 통해 재배 효율성이 높은 상추를 기준으로 수분, 온도, 광량의 운용 상태를 분석하였으며, 설계치 내에서 이상 없이 동작하는 것을 확인하였다.

주제어: 식물 재배 시스템, 제어 시스템, 해체선박, 해상구조물, 녹색 시스템

Abstract: In recent years, a green system has emerged as a means of improving operating environments of offshore plants and to reduce the carbon footprint of dismantled ships. In addition, as next-generation vessels are becoming smart (minimum number of people on board), marine green systems are being studied in some developed countries to modify the operating environment. However, in Korea, the focus so far has been on eco-friendly diesel engines to address environmental problems, and other fields have not been adequately studied. Considering recycling costs of a dismantled ship, we studied a green system that can be applied to marine structures and future ship's operating environments. A green system is an automated plant cultivation system. It controls moisture, temperature, and light intensity necessary for plant growth, and maintains ideal growth conditions. We developed such a control system and produced a prototype. Through experiments with the prototype, we analyzed the moisture, temperature, and light intensity. From the high yield of lettuce we confirmed that the green system operates without any abnormalities.

Keywords: Plant cultivation system, Control system, Dismantled ship, Marine structures, Green system

1. 서론

기후 변화에 관한 정부 간 패널(IPCC)은 기후변화가 계속해서 심화된다면 2100년에 지구의 해수면이 지금보다 최대 98cm까지 상승할 것이라고 예측하고 있다[1]. IPCC 보고서에 따르면, 100년 내에 투발루, 몰디브와 같은 환초섬 국가들의 모든 영토는 해수면 아래로 잠기게 되어 식물재배를 위한 토지 및 경작지가 감소하게 될 예정이다. 한편, 글로벌 경기둔화에 따른 물동량 감소로 노후선박을 해체하는 작업이 활발하게 이루어지고 있다[2]. 이로 인하여 선박 해체에 따른 환경개선비용 문제가 세계해운시장의 주요 이

슈로 부각되고 있다. 해체 선박이 발생시키는 유해폐기물은 또 다른 환경 문제를 야기할 수 있다. 이러한 환경 문제는 해체 선박에 식물 공장을 운용함으로써 해결할 수 있다. 더불어 선박에 식물 공장 등을 탑재하기 위한 시도 또한 진행되고 있다[3]. 선박을 극한환경이라고 가정할 경우, 극지의 식물 재배를 위한 컨테이너형 식물공장이 선박에 적용 가능할 것으로 판단된다[4][5]. 식물공장은 초기에 많은 투자비가 요구되는 단점이 있지만, 현재 식물공장 기술이 도입기에 위치하고 선두 기업의 지배력이 크지 않아 기회가 충분한 것으로 평가되기 때문에 현재의 연구가 의미를

[†] Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3627-476X>): Professor, Division of Marine Engineering, Korea Maritime and Ocean University, 727, Taejong-ro, Yeongdo-gu, Busan 49112, Korea, E-mail: ojs@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4283

¹ Researcher, Underwater Vehicle Research Center, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: doll7942@gmail.com, Tel: 051-410-4866

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

가질 수 있다[6]. 본 논문에서는 해상구조물, 선박 등에 적용 가능한 모듈형 식물 재배 시스템을 구현하여, 효율적이고 생산적인 녹색 시스템 모델을 구상한다.

2. Green System

녹색 시스템은 급수 제어 시스템, 온도 제어 시스템, 보조 광원 시스템을 통합한 시스템으로 식물 성장에 필수적인 수분, 온도, 광량을 제어한다. 녹색 시스템은 해상구조물이나 선박의 재활용에 사용되어 신선한 야채류를 지속적으로 재배하여 장기간 고립 생활이 불가피한 해상 승무원에게 공급할 수 있도록 한다. Figure 1은 녹색 시스템의 구성을 나타낸다.

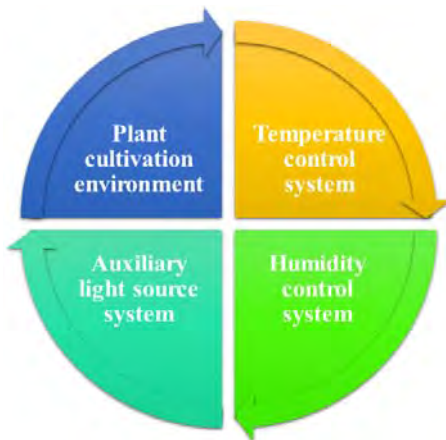


Figure 1: Configuration of green system

해상에서의 식물재배에 관한 연구는 식물 생육모듈이 구비된 해양구조물, 장기간 운항선박, 해상정박플랜트, 해군함정 등의 스마트 식물공장과 같이 꾸준히 이루어져 왔다. 하지만 해체 선박을 재활용한 식물공장에 대한 연구는 부족한 실정이다. 해체되는 선박은 그 자체의 독립된 시스템이 확보되어 열원, 전기 에너지를 공급하는 능력을 지니고 있다. 해체 선박을 식물공장으로 재활용할 경우 조수기 및 청수 급수 시스템을 이용하여 선내에 생활하는 사람에게 필요한 수분을 공급할 수 있으며, 선내의 발전기를 이용하여 필요한 전기를 공급가능하다. 또한 거주구역의 공기조화시스템(HVAC)을 이용하여 재배식물이 필요한 온·습도를 맞추어 줄 수 있다.

2.1 습도 환경조건

식물의 성장을 위해서는 적절한 습도조건을 유지할 필요가 있다. 일반적으로 토양은 55%의 토양결정체와 45%의 공극공간으로 이루어져 있다. 토양의 수분은 공극공간에 채워지며 수분을 가득 채우면 공극 공간 45%가 채워져 체적 함수비가 45가 되며 이를 축축한 상태로 볼 수 있다. 토양습도 센서는 토양의 저항 값을 측정하며 10비트의 A/D

컨버터를 사용하여 데이터 취득 할 때 전압 값이 0~5V로 입력될 경우 그 범위에 따라 토양의 상태를 수분 불포화, 수분 포화, 수분 과포화로 나눌 수 있다. 이때 입력 전압 값은 센서의 아날로그 데이터와 선형성을 가진다고 가정한다. Table 1은 흙의 상태에 따른 아날로그 측정 값, 체적함수비를 나타내었다.

Table 1: Soil's condition analog data, voltage and water content by volume

Moisture condition	Analog value (V)	water content by volume
unsaturation	3.53~5	0~19.34
saturation	1.58~3.53	19.34~45
supersaturation	0~1.58	45

체적함수비는 흙의 전체 부피에서 물의 부피 비를 나타낸다. 식 (1)은 HL-69 토양 습도 센서에서 전압 값 x와 체적함수비 값 y간의 관계를 1차 함수로 나타낸 것이다.

$$y = -13.16x + 65.79 \quad (1.58 \leq x \leq 5) \tag{1}$$

$$y = 45 \quad (0 \leq x < 1.58)$$

해체 선박에서 녹색 시스템의 급수 제어 시스템은 선박의 청수급수라인을 이용할 수 있다. 청수급수라인은 청수 탱크, 압력탱크 및 다양한 밸브로 구성되어 있다. 따라서 밸브개도제어와 압력탱크의 수위 제어를 통해 필요한 습도를 유지할 수 있도록 한다. Figure 2는 선박의 청수 급수시스템의 한가지 예를 나타낸 것이다.

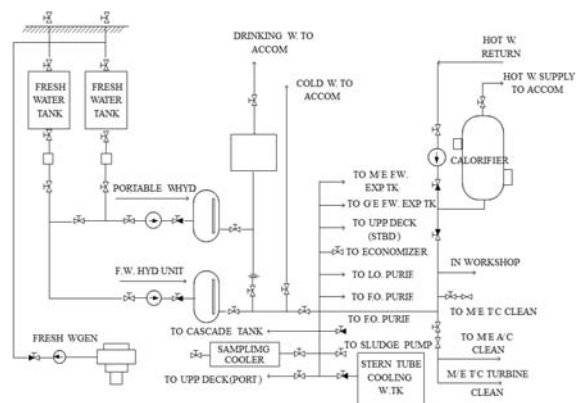


Figure 2: F.W (Fresh Water) service system on ship

운항 중인 선박에서 청수는 수질 관리를 위해 보일러 청관제 등의 수처리 약품이 투입된다. 이러한 청수는 급수로 사용할 수 없으므로, 해체선박에서 조수기를 통해 해수에서 생산한 물을 청수 라인에 이용하도록 한다. 조수기에서 생산된 물은 미네랄이 부족하기 때문에, 청수에 식물영양제를 첨가하거나, 식물공장의 흙에 비료를 섞는다.

2.2 온도 환경조건

식물의 성장에 적합한 온도는 종, 생육별로 차이가 있다. 본 논문에서는 재배가 간편하고 성장기간이 짧아 접근성이 좋은 상추를 기준으로 온도 환경조건을 연구하였다. 상추는 대체적으로 15~20℃로 다소 서늘하게 유지하여야 한다. 만약 온도가 20℃를 초과하면 잎의 성장에 좋지 않으며 누그러들거나 성장량이 감소하고 쓴 맛이 증가해 상품성이 감소한다. 반대로 온도가 15℃ 미만이면 발아가 되지 않고 성장하지 않는다[7]. NTC 서미스터는 온도측정을 위한 센서 중 하나로 온도와 저항이 반비례하는 특성을 가진다. Table 2는 NTC 서미스터를 통해 상추 성장에 적합한 15~20℃의 출력 값을 1℃마다 측정하여 나타낸 것이다.

Table 2: NTC thermistor sensor analog data log

Analog value (V)	Temperature (°C)
0.66	15
0.599	16
0.536	17
0.478	18
0.41	19
0.33	20

표에서 온도가 상승하면 출력 전압은 감소한다. 식 (2)는 온도 y와 측정값 x간의 관계를 1차 함수로 나타낸 것이다.

$$y = -19.23076x + 26.88461 \quad (2)$$

선박이나 해상구조물에서는 설치되어 있는 공기조화 시스템을 이용하여 실내 온도를 식물의 성장에 적합한 온도로 제어할 수 있다. HVAC은 열원설비, 공기조화기 설비, 열수송 설비, 자동제어 설비로 구성된다. Figure 3은 선박에 사용되는 HVAC의 기본적인 구조를 나타낸다.

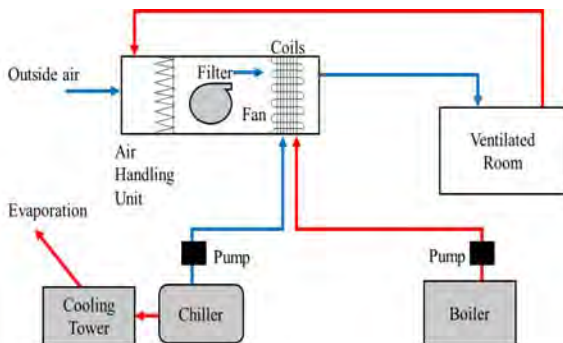


Figure 3: HVAC system on ship

2.3 조도 환경조건

식물의 성장은 광합성에 의해 크게 영향을 받게 되는데 특히, 광합성 유효 광 파장에서 광량은 광 보상점과 광 포

화점을 결정하는 중요한 요인이다. 기본적으로 식물 성장 시에 광원이 필요하지만, 실제 광합성은 특정 파장대역에서 이뤄진다. 적색광은 성장조절, 줄기신장조절의 효과가 있으며 청색광은 광합성, 색소조절 등의 기능을 가진다. 청색 혹은 적색광 단일 파장은 오히려 식물의 성장을 감소시키며 혼합광이 식물의 광합성과 성장을 증가시킨다고 보고된 바 있다. 따라서 식물이 성장하기 위해서는 자연광인 태양광이 가장 효과적이거나 실험환경에서 광량결핍을 방지하고 성장 효과를 높여 신속한 결과 취득을 위해 인공조명을 사용할 수 있다. 인공조명을 이용한 식물재배에서는 LED를 이용하여 광환경을 조절하는 것이 가장 좋다[8]. 본 논문에서는 밀폐된 공간에서 인공조명을 사용하는 환경을 가정하여 적색(655~660nm), 청색(450nm), 백색(450+500~700nm) 혼합광을 가지는 LED를 사용한다. Figure 4는 실험에서 사용한 LED의 성능 그래프이다.

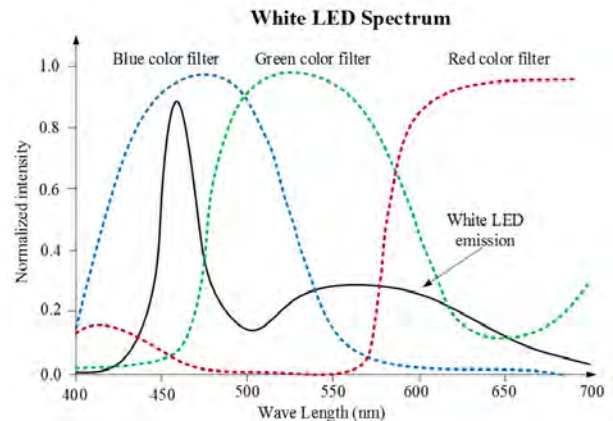


Figure 4: LED performance graph

조도 측정을 위하여 CDS(cadmium sulfide sensor)를 이용하고 전압 값을 구하고 측정된 전압 값과 광량을 비교해 조도 값을 구하였다. Table 3은 광량에 따른 센서의 전압을 나타낸 것이다.

Table 3: LED sensor analog data log

Analog value (V)	Illumination (lx)
3.62	0
3.55	200
3.50	400
3.48	600
3.46	800
3.42	1000
3.40	1200
3.36	1400

식 (3)은 조도 값 y와 측정값 x간의 관계를 1차 함수로 나타낸 것이다.

$$y = -5384.61x + 19430.75 \quad (3)$$

LED는 조도를 일정하기 제어하기 위해 측정된 조도 값에 따라 점등 혹은 소등이 되도록 제어한다.

2.4. 운동조건

선박 등의 환경이 식물에 미치는 영향을 고려하였을 때, 선박의 운동에 따른 영향을 고려할 수 있다. 선박의 운동에 따라 식물은 가속도와 중력의 변화를 받을 수 있다. 선박은 6자유도 운동을 한다. 그중 병진운동을 제외하고, 회전운동인 횡동요(Roll), 종동요(Pitch), 선수 동요(Yaw) 중 일반적으로 횡동요가 가장 크다. 따라서 횡동요만을 고려하였을 때, 횡동요는 일정각도를 초과하면 선박이 전복되므로, 대략 57도 내에서 움직인다고 가정할 수 있다. 선박의 횡동요는 파도의 주기에 따라 2~25초 사이의 주기를 가진다[9]. 이 때, 식물에 작용하는 가속도는 선박의 무게 중심에서 식물까지의 거리와 횡동요의 주기를 고려하여 산출할 수 있다. 파도가 강하여 식물에 작용되는 순간적인 가속도가 클 경우 식물의 길이 및 상태에 따라 식물의 줄기가 부러질 수 있다. 선박 운동에 따른 중력 변화의 영향을 고려하였을 때, 식물에서 굴중성을 고려할 수 있다[10]. 굴중성은 식물의 뿌리가 중력을 따라 성장하는 것이다. 하지만 선박의 동요는 주기성을 띄고 파도의 주기에 비해 뿌리가 매우 느리게 성장하므로, 선박운동에 따른 중력의 변화는 식물에 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.

3. 모듈형 시스템 설계

3.1 시제품 개요

시험 제품은 재배환경과 온도 제어 시스템, 급수 제어 시스템, 보조 광원 시스템으로 구성된다. 해상에서 녹색 시스템을 이용하여 토양재배를 할 수 있는 식물은 매우 다양하지만 실험의 편의 상 성장 속도가 빠르고 재배가 쉬운 상추를 채택했다[7]. Figure 5는 개발한 시험 제품의 3D 도면이다.

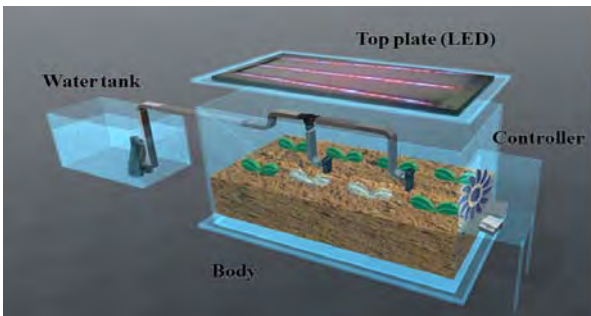


Figure 5: Simulator 3D projected figure

3.2 재배 환경

재배환경은 재배가 이뤄지는 공간으로 본체와 덮개, 받침대로 구성했다. 그리고 다른 시스템의 호스, 전선을 고려한 설계내용을 취합하여 Figure 6과 같이 설계도를 제작하였다.

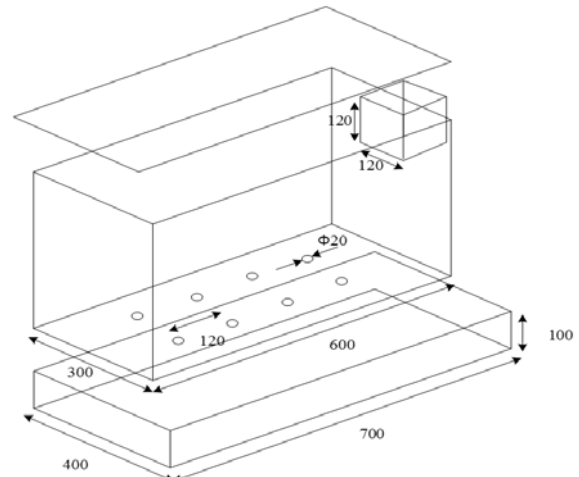


Figure 6: Detailed dimensions

몸체는 가로, 세로, 높이가 600*300*200(mm)의 크기이며, 덮개와 받침대는 이보다 약간 크게 설계했다. 크기는 시중의 모듈형 식물공장의 크기를 참조하였으며, 추후 최적화가 필요할 것으로 판단된다. 또한 배수를 위해 본체 밑바닥의 배수구를 통해 물이 빠져나와 받침대에 고이게 해서 일괄적으로 처리할 수 있게 하였다. 광량을 측정해 낮 시간에 LED 램프가 켜져 있는 형태로 식물에 필요한 광량을 보충하는 형태를 유지하여 태양광을 이용해 식물을 재배하는 실제 재배 환경처럼 조성했다.

3.3 급수 제어 시스템

급수 제어 시스템은 토양의 적정 습도를 유지하는 것이 목적이다. 토양습도 센서모듈은 토양에 토양의 수분을 감지하여 DAQ (Data Acquisition) 장치로 아날로그 값을 보낸다. 스프링클러는 센서가 감지한 값에 따라 물탱크의 펌프를 제어해서 식물에 물을 공급한다. 급수 제어 시스템의 장치는 Table 4와 같이 토양습도 센서모듈, 스프링클러, 펌프로 구성되어 있다.

Table 4: Feed water control system component list

Module	Photo	Detail
Soil humidity sensor		Change of voltage value according to soil humidity
Submersible pump		Transfer water from the water tank to the sprinkler
Sprinkler		Multi-angle water injection

토양습도 센서에서 측정된 토양의 저항 값을 DAQ 장치에서 받아 전압 값의 형태로 변환시키는데, 장치의 전압 신호를 수중펌프에 지속적으로 보내서 수중펌프를 제어한다.

본 실험에서는 수분 포화의 기준전압 x 를 $3.1V < x < 3.65V$ 로 정했다. 해당 전압 범위는 약간 건조한 습도조건으로, 선박은 해상에 있으므로 기본적으로 습도가 높으며, 다습할 경우에는 상추에서 곰팡이병 등의 발생이 많아지므로 이러한 습도조건을 설정하였다. 전압 신호 값이 기준전압보다 낮아지면 수증펌프는 정지되고, 기준전압보다 커지면 수증펌프는 작동을 멈추며, 이는 급수 제어 시스템의 알고리즘인 Figure 7에서 알 수 있다.

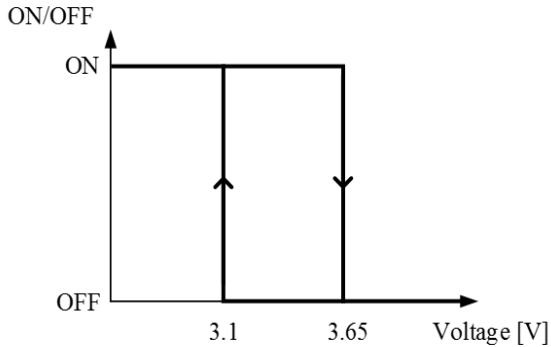


Figure 7: Fresh water service system algorithm

Figure 8은 습도 제어 알고리즘을 LabVIEW를 통해 구현한 프로그램을 나타낸다.

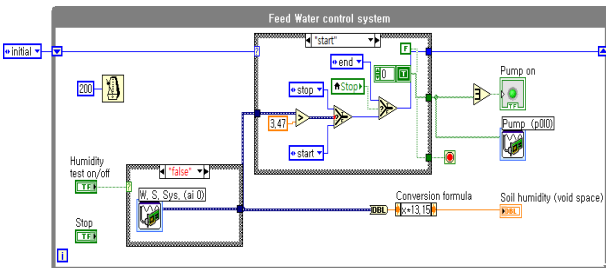


Figure 8: LabVIEW source code for feed water control

3.4 온도 제어 시스템

온도 제어를 위해 열원 설비중 냉각탑과 냉동기에 해당하는 냉열원은 펠티어 효과 (Peltier Effect)를 이용한 수냉식 열전소자를 사용하였으며 온열원은 보일러대신 열전소자를 사용하였다. 펠티어 소자는 친환경적인 장치로 기존의 냉매를 대체할 수 있다[8]. 열원 설비에서 열수송 설비로 바로 연결되도록 송풍기 역할을 하는 팬을 설치해 냉열원과 온열원을 송풍할 수 있도록 설계하였다. 자동제어 설비는 NTC (Negative temperature coefficient) 서미스터를 컴퓨터의 LabVIEW 프로그램과 DAQ 장치를 사용하여 시스템을 구축한다. 온도 제어 시스템은 히터, 쿨러, 팬, NTC 서미스터 센서모듈로 구성된다. Table 5는 온도 제어 시스템의 장치를 나타내었다.

Table 5: Temperature control system component list

Module	Photo	Detail
Heater		- 12V, 48W, 4A - Maximum temp. 300°C
Cooler		120mm Radiators, thermoelectric elements, 2 inlet pump
Fan		- 120mm - DC 12V
NTC Thermistor Sensor		- 3.3~5V - 20~80°C Measure

히터는 세라믹 열전소자로 300°C까지 상승할 수 있다. 상당히 고온이기 때문에 히트 싱크(Heat sink)를 부착하여 재배 모델의 재질인 아크릴을 보호하는 한편 온열원의 표면적을 늘려 히터의 효율을 개선하고자 하였다. 쿨러는 펠티어 효과로 방출된 열은 수냉과 동시에 냉열원이 되어 냉각작용을 한다. 수냉 시스템은 2구 펌프, 120mm 라디에이터 그리고 물탱크를 호스로 연결하여 물이 순환하는 구조이다. 팬은 120mm 컴퓨터 본체용 팬으로 열수송을 담당한다. 온도 센서는 NTC 서미스터 센서모듈로 -20~80°C까지 측정이 가능하며 출력 전압은 DAQ 장치를 거쳐 컴퓨터의 LabVIEW가 받아들인다. LabVIEW는 알고리즘을 기반으로 작성한 소스코드로 온도를 파악한 후, 신호를 보내 히터와 쿨러를 제어한다. 온도 제어 시스템의 기준 값은 16~18°C 범위로 설정했다[7]. 온도가 18°C보다 높을 경우, 쿨러가 작동하며 그 상태를 유지하고 18°C보다 낮아지면 쿨러가 정지한다. 즉, 현재 온도 범위가 16~18°C이면 기준 값에 해당하므로 알고리즘은 바로 종료된다. 16°C보다 낮으면 히터의 작동이 유지되고 16°C보다 높으면 히터는 정지한다. Figure 9는 위와 같은 동작을 나타내는 온도 제어 시스템의 알고리즘이다.

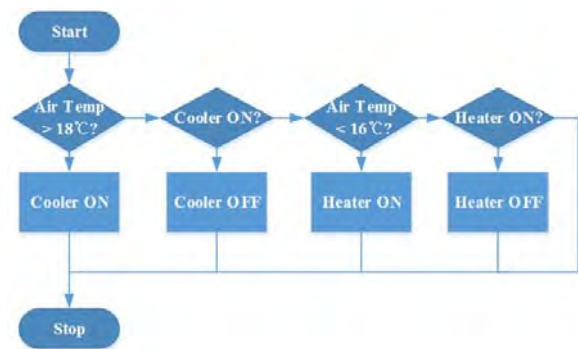


Figure 9: Temperature control system algorithm

Figure 10은 알고리즘의 흐름을 구현한 LabVIEW 소스코드이다.

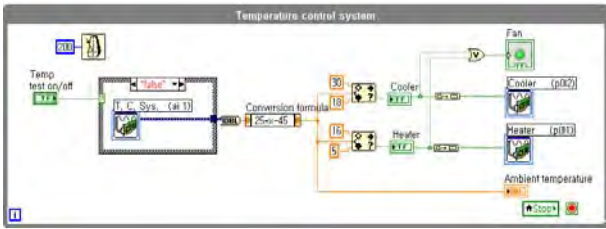




Figure 10: LabVIEW source code for temperature control

3.5 보조 광원 시스템

보조 광원 시스템은 LED 램프, 조도 센서로 구성된다. 조도 센서로 사용되는 Cds는 광량에 따라 저항이 변화하는 특성을 가지므로 측정된 저항과 전압이 비례하도록 회로를 제작하였다. 광량을 측정해 광량과 비례한 출력 전압을 내보내고, 출력 전압 값을 DAQ 장치를 거쳐 컴퓨터의 LabVIEW로 데이터가 송신된다. LabVIEW는 광량을 확인하고 알고리즘을 통해 기준 광량과 비교한 후 신호를 보내 LED를 제어한다. Table 6은 보조 광원 시스템의 장치를 나타낸다.

Table 6: Auxiliary lighting system component list

Module	Photo	Detail
LED lamp		Red, blue, white mixed light
Illuminance sensor		Illuminance sensor circuit composed of CDS and resistor

녹색 시스템 시뮬레이터는 실내에서 동작하는 것으로 가정 되었으므로, 보조 광원 시스템은 태양광의 측정 조도에 따라 실내 LED를 제어하여 자연광과 유사하게 조도환경을 만들어 주었다. 따라서 본 시뮬레이터에서는 기준 전압을 3.6V로 하여 측정된 전압이 낮으면 LED에 전원을 공급하여 낮의 환경을 구현하고, 높으면 LED 전원을 차단하여 밤의 환경을 구현하였다. Figure 11은 보조 광원 시스템의 알고리즘을 나타낸다.

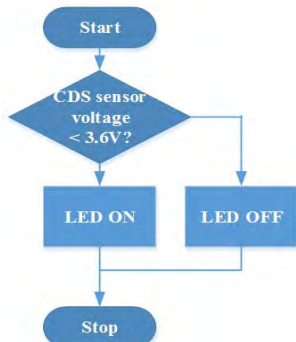


Figure 11: Auxiliary lighting system algorithm

Figure 12는 보조 광원 시스템의 알고리즘을 구현한 LabVIEW의 소스코드이다.

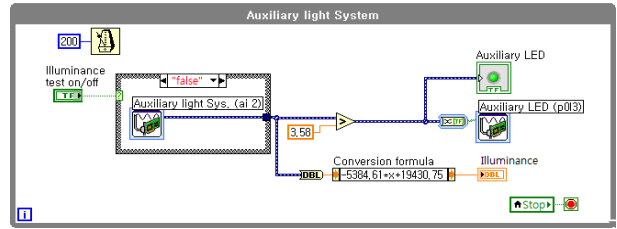


Figure 12: LabVIEW source code for auxiliary lighting system

위의 항목들을 고려하여 제작된 시뮬레이터는 Figure 13과 같다.

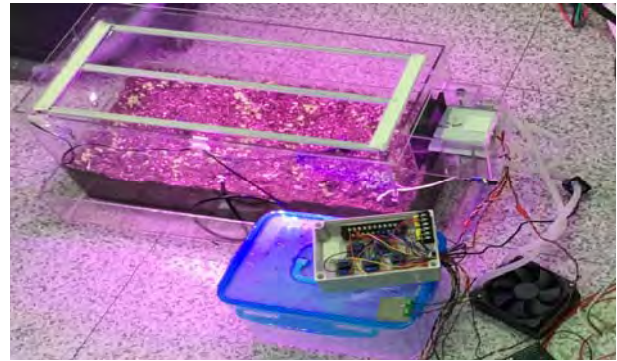


Figure 13: Photo of the configured simulator

구성된 제어프로그램의 GUI는 Figure 14와 같다. 평소에는 센서의 값에 따라 작동하지만, 시스템 점검이나 고장의 경우를 대비해 수동으로도 제어할 수 있도록 구성하였다.



Figure 14: Simulator program GUI

4. 실험 결과

제한한 제어 알고리즘에 따라 실제 시험 제품의 동작을 확인하기 위해 실험 데이터를 측정하여 저장하였다. 실험 데이터는 시간, 시스템별 센서 값과 컨트롤러 값의 형태로 기록한다. 먼저 습도센서를 이용하여 시간의 변화 및 펌프의 동작에 따른 습도의 변화를 파악하였다. Figure 15는 시간에 따른 펌프 동작과 습도를 나타내는 그래프이다.

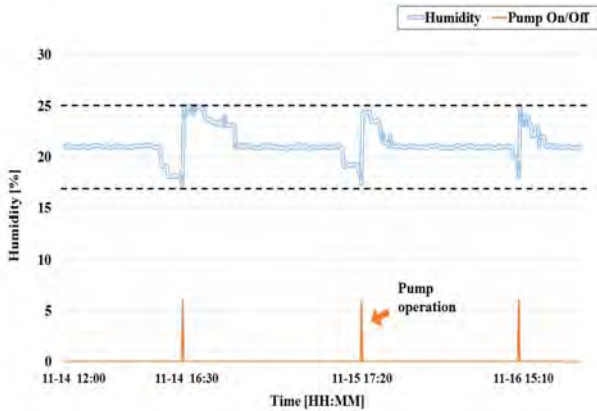


Figure 15: Feed water service system graph

실험 결과 수중펌프는 1일에 한 번씩 대략적으로 1~2분 동안 동작하였다. 습도는 평균 21.27%, 최소 17.24%, 최대 24.99%로 측정되었으며, 비교적 일정한 습도를 유지하는 것을 확인하였다. 환경온도의 변화를 파악하기 위해 NTC 서미스터 센서모듈로 전압을 측정하고, 그 전압 값과 실제 온도를 비교해 온도 값을 구하였다. Figure 16은 기록된 데이터로 만든 온도 제어 시스템의 그래프이다.

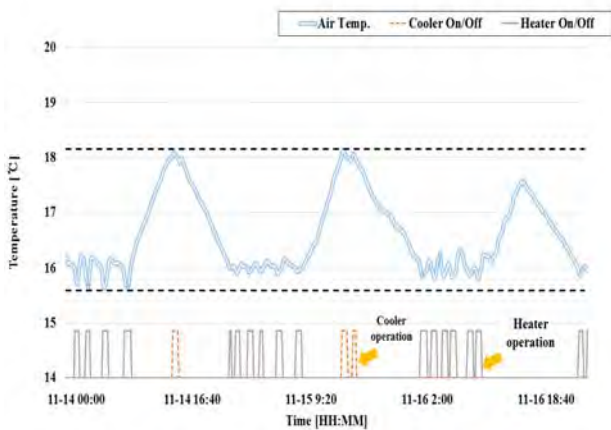


Figure 16: Temperature control system graph

히터는 온도가 비교적 낮은 저녁~새벽 시간에 작동하였으며 작동할 때마다 20~30분씩 작동했다. 쿨러는 낮 최고 기온을 기록하는 14시~15시에서 주로 작동했다. 하지만 11월의 기온이 그리 높지 않아서 1~2회만 잠시 작동하여 냉각하는 데 그쳤다. 11월 16일의 경우 14일, 15일보다 평균 대기온도가 낮았기 때문에 쿨러는 동작하지 않았다.

보조광원시스템의 동작을 확인하기 위해 Cds를 이용하여 조도를 측정하여 비교하였다. Figure 17은 저장된 데이터를 기반으로 보조 광원 시스템의 그래프이다.

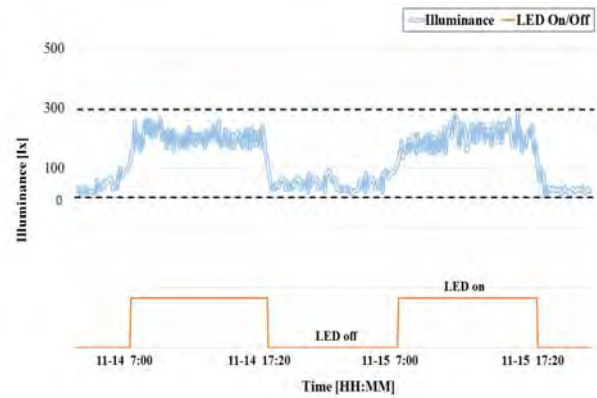


Figure 17: Auxiliary lightning system graph

본 실험에서는 조도센서의 측정값에 따른 LED의 동작환경을 파악하기 위해 낮과 밤을 만들도록 제어를 하였지만, 상추의 생육은 인공조명이 24시간동안 동작하는 환경에서 가장 크기 때문에 이를 위해서는 광원이 항상 동작하는 편이 좋다[11][12]. 위 실험결과들을 통해서 장비들의 동작에 따른 온도, 습도, 조도의 변화를 확인하였으며 알고리즘에 따라 설정 범위 내에서 변수들이 제어됨을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 기후 변화로 인한 경작지 면적 감소의 보완과 선박 해체 과정에서 발생하는 폐기물을 감축시키기 위해 녹색 시스템에 관해 연구를 진행하였다. 또한 녹색 시스템이 해상에 적용되었을 때의 타당성을 검토하고 시험 제품을 제작하여 실험을 진행하였다. 결과적으로 설계된 녹색 시스템의 제어시스템이 실험결과와 같이 설계치 대로 동작하는 것을 확인하였다. 제안한 녹색 시스템은 앞에서 언급한 문제점 해결에 유효하고 신선한 채소의 재배를 통해 승무원들의 심리적인 안정 및 승선환경 향상에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구결과를 바탕으로 환경 비용을 감소시키기 위해 선박 적용 실험 및 상용화에 대한 추가적인 연구 진행이 필요하다.

후기

본 연구는 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 “하이브리드 전력기반의 자동 먹이공급장치 개발” 연구 및 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2018R1D1A1B07049361)

Author Contributions

The following statements should be used “Conceptualization, J. S. Oh; Methodology, Y. M. Kang; Software, Y. M. Kang;

Validation, Y. M. Kang and J. S. Oh; Formal Analysis, Y. M. Kang; Investigation, Y. M. Kang; Resources, Y. M. Kang; Data Curation, Y. M. Kang; Writing-Original Draft Preparation, Y. M. Kang; Writing-Review & Editing, J. S. Oh; Visualization, Y. M. Kang; Supervision, J. S. Oh; Project Administration, J. S. Oh; Funding Acquisition, J. S. Oh”.

References

- [1] IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, Accessed December 2, 2017.
- [2] B. J. Lee and U. H. Kim, Hanhwa Research, Technical Report 2018-01-25, Hanwha Investment & Securities, Korea, 2018 (in Korean).
- [3] Taeyeon Eco-friendly Agricultural Technology, Commercialized Development of Onboard Smart Plant Factory System for Ships & Offshore Marine Plants, Publication Registration Number 11-1543000-000521-01, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2014 (in Korean).
- [4] J. H. Jung, Plant Factory Staus and Prospects, M.S. Dissertation, Department of Appiled Chemical Engineering, Chonnam national university, Korea, 2014 (in Korean).
- [5] Inside a Shipping Container Farm, <https://bcfarmsandfood.com/inside-a-shipping-container-farm>, Accessed October 2, 2018.
- [6] U. C. Cha, A Study on Value Added Strategies of Plant Factory Based on Feasibility Studies, M.S. Dissertation, Department of Business Administration, Hanyang Cyber University, Korea, 2015 (in Korean).
- [7] Seminis, Lettuce cultivation technique, <http://www.seminis.co.kr/resources/LettuceFT.pdf>, Accessed December 10, 2017.
- [8] J. T. Ha, H. C. Pyeon, and S. N. Kim, “Improvement of cooling capacity of a educational thermal diffusion cloud chamber operated by the peltier cooler device,” School Science Journal, vol. 10, no. 2, pp. 143-150, 2016 (in Korean).
- [9] KIOST, Understanding of Ships - Marine Science Series 8, Busan, Korea: KIOST, 2002.
- [10] G. L. Vogt, N. P. Moreno, and S. Countryman, Plants in Space, Texas, USA: Baylor College of Meadicine Houston, 2012.
- [11] C. K. Yoon and H. K. Choi, “A study on the various light source radiation conditions and use of LED illumination for plant factory,” Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, vol. 25, no. 10, pp. 14-22, 2011 (in Korean).
- [12] D. E. Kim, B. S. Kim, H. B. Kim, Y. C. Yoon, C. H. Kim, and H. T. Kim, “Effects of irradiation periods on the lettuce growth,” CNU Journal of Agricultural Science, vol. 39, no. 4, pp. 459-466, 2012 (in Korean).