

스마트 항만 작업 분배 시스템 개발

안현서*, 홍소연*, 전지우*, 이선영**, 김인수***

*홍익대학교 전자전기공학부

이화여자대학교 전자전기공학과, *한전KDN

h980703@naver.com, so2411@naver.com, ojiow@naver.com, leeseon05094@naver.com,

diun81@daum.net

Development of smart port work distribution system

Hyeon-Seo An*, So-Yeon Hong*, Ji-Woo Jeon*, Seon-Young Lee**, In-Soo Kim***

*Dept. of Electronic & Electrical Engineering, Hong-Ik University

**Dept. of Electronic & Electrical Engineering, Ehwa University

***KEPCO Knowledge Data & Network Co.

요 약

현재 대한민국 운송업에서 두 번째로 큰 비율(19.2%)을 차지하고 있는 수상 운송업에서는 연간 많은 재해가 발생하고 있으며 그 손해는 4백억 원에 달한다. 본 연구는 수상 운송업에서의 재해율과 경제적 손실을 최소화하기 위해 신체 측정기기 및 항만 작업 분배시스템을 설계하였다. 신체 측정기기는 심박, 알코올, 적외선 온도 센서 등을 활용하여 작업자의 신체 정보를 측정한다. 이 결과를 아두이노로 전송한 뒤 사용자의 집중도와 피로도를 분석하여 적절한 작업 분배 서비스를 제공한다.

1. 서론

현재 대한민국 수상 운송업은 전체의 19.2%로 육상 운송업 다음으로 가장 큰 비율을 차지하고 있다.[1] 항만하역이란 항만에서 항만 운송 면허 사업자가 화주나 선박 운항업자로부터 위탁을 받아 선박에 의해 운송된 화물을 인수받고 인도하는 과정의 운반, 하역행위를 총칭한 것이며, 작업은 크게 3가지 단계로 선내, 육상 그리고 부선 작업으로 나뉘어져 있다.[2] 이러한 작업들은 큰 화물 또는 컨테이너 등을 선박에서 내리거나 싣는 과정을 포함하고 있어, 작업자들이 위험에 빈번하게 노출된다.

위험한 환경에서의 불규칙적인 노동시간, 육체적 중노동 등으로 인해 작업자들이 쉽게 피로를 느끼고, 집중도가 떨어진 상태로 작업하여 산업재해의 발생 위험성이 더 높아진다. 실제로 항만 산업에서의 재해율이 전국 산업 평균 3.27에 비해 2배 이상이 높다는 연구결과가 나와있으며, 이로 인한 경제적 손실이 4백억원에 달한다.[3] 또한, 작업유형, 작업시간, 근속기간에 따라 위험도와 재해율이 다르게 나타난다는 사실을 바탕으로 신체 상태를 반영한 업무 배분을 통해 재해율 및 경제적 손실을 최소화하고자 한다.

시스템은 세 가지 주요기능으로 나눌 수 있다. 첫째, 아두이노 우노를 활용한 신체 측정기기에 여러 센서를 부착해 작업자의 상태를 측정한다. 둘째, 매일 측정한 신체지수를 분석하여 작업자 개인의 신체 능력을 파악한다. 셋째, 분석한 정보를 바탕으로 적재적소에 작업자를 배치한다. 본 연구는 이러한 효율적인 업무 배분을 통해 작업 현장에서의 재해율을 낮추고, 경제적 손실을 줄이는 것을 목표로 한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

그림 1은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 시스템 구성도로 스마트 항만 작업 분배 기기는 크게 작업자 신체 측정, 데이터 분석, 데이터 전송 3가지로 나눌 수 있다.

우선 작업자의 신체를 측정한다. 초음파 센서, 알코올 센서, 심박수 및 산소포화도 센서, 적외선 센서를 통해 각각 작업자의 키, 음주 여부, 집중도 및 피로도, 체온을 측정한다. 이 측정된 값들은 아두이노로 전송된다. 측정값들은 입력된 코드들에 따라 조정되고 이 신체 측정값들과 작업자들의 선호도, 사고 발생 이력, 근속 년도, 급여 등을 조합하여 작업자의 업무를 지정해준다.

이렇게 조합하여 작업자에게 1, 2, 3순위로 업무를 배분하면 작업자는 원하는 일을 선택하고 이 모든 데이터는 관리자에게 전송되어 저장된다. 따라서 작업자의 선호되는 업무와 업무 상태 등 데이터를 저장하여 관리할 수 있게 된다.



(그림 1) 시스템 구성도

2.2 시스템 기능

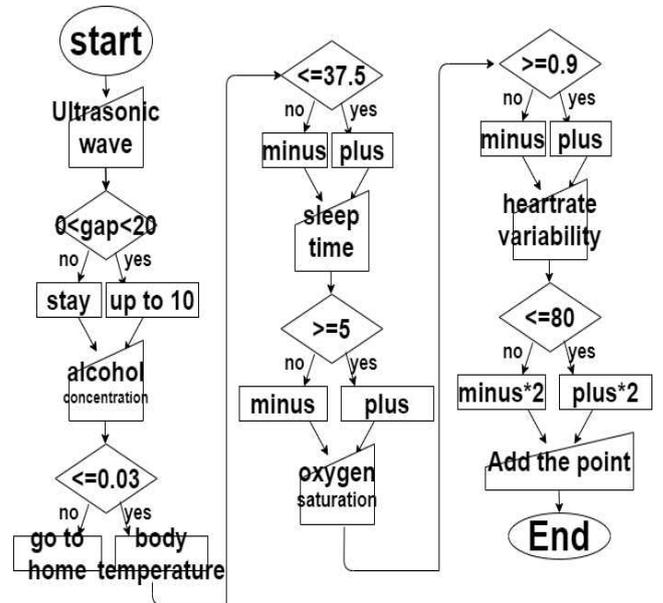
본 연구의 시스템 기능은 센서를 통해 사용자의 신체 능력 인식, 신체 능력을 조합하여 업무배치, 작업자 및 관리자에게 데이터 전송 3가지로 나눌 수 있다.

작업자가 기계 앞에 섰을 때 머리 위에 달린 초음파 감지 센서는 사용자의 머리까지와의 거리를 측정한다. 거리 정보를 받은 액추에이터는 키에 맞게 위, 아래로 이동한다. 집중도, 피로도, 체온, 음주 여부의 값들은 아두이노의 블루투스를 사용하여 태블릿에 정보 전달을 하고 전달된 값들은 태블릿 내의 분류 기준에 의해 작업이 결정된다. 태블릿에 저장된 값은 블루투스 통신을 통해 관리자의 스마트폰이나 컴퓨터에 전송이 되고 이렇게 축적한 정보들로 관리자는 작업자들의 업무를 관리할 수 있다.

2.3 HW 흐름도

그림 2는 스마트 항만 작업 분배 기기의 신체 측정 포인트 알고리즘이다. 이는 크게 신체 측정 알고리즘, 업무 배치 알고리즘, 업무별 선호도 연산 알고리즘으로 나눌 수 있다. 위 그림은 업무 배치 알고리즘으로 하드웨어 흐름을 보여준다. 모든 기능은 측정값을 기준으로 이루어진다. 사용자가 측정 기계에서 먼 초음파센서가 동작하여 측정 기계와 사용자 사

이의 거리를 측정해 사용자의 키에 맞춰 액추에이터가 동작한다. 키에 맞춰진 기계에 알코올 측정센서로 사용자의 음주여부를 확인하여 일정 값 이상의 알코올이 감지되면 업무에 참여할 수 없도록 한다. 다음 적외선 온도 센서를 통해 체온을 측정하고 37.5 이상이면 마이너스를 부과한다. 다음 화면에 수면 시간을 입력받아 5시간보다 적게 취침하여 수면 시간이 부족하다고 판단되는 경우 마이너스를 부과한다. 산소포화도 센서를 통해 일정 값 이하가 나오면 피로도가 높다고 판단하여 마이너스를 부과하고, 심전도 센서를 통해 처음 심박도 기준으로 일정 값 이상 변하면 집중도가 낮은 것으로 판단하여 마이너스를 부과한다. 집중도에는 중요도에 가중치를 주어 다른 측정값보다 2배로 플러스, 마이너스를 해준다. 이 측정값을 합산한 뒤 업무 배치 알고리즘에 전달한다.

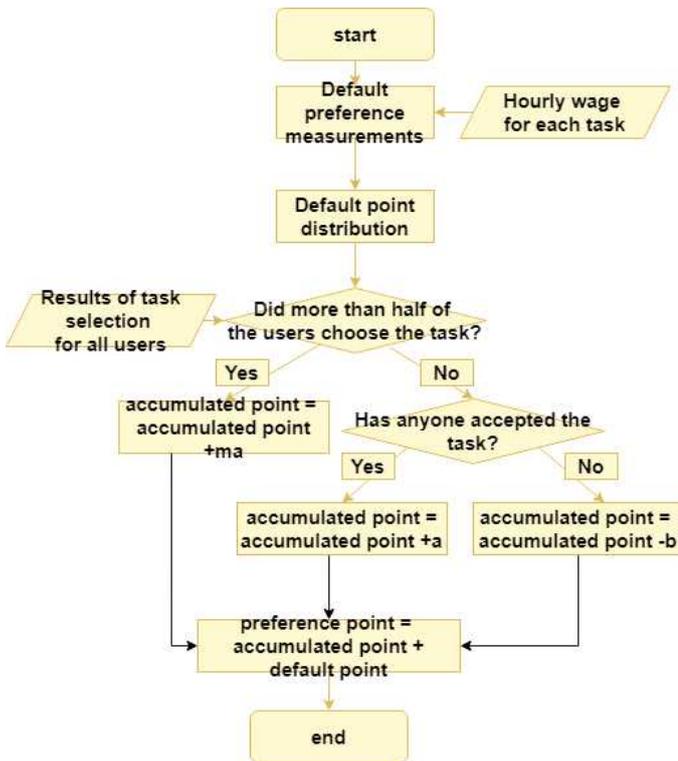


(그림 2) 신체 측정 알고리즘

2.3 선호도 산출 알고리즘

그림 3은 선호도를 산출하는 알고리즘으로 관리자가 시급을 입력하고 난 후 첫 선호도 산출이 어떻게 이루어지는지를 묘사하고 있다. 시급에 따라 기본 선호도가 설정되며 사용자의 업무 선택에 따라 선호도 수치를 변경한다. 사용자의 업무 선택이 완료된 후, 사용자가 선택하지 않은 업무는 선호도를 감소시키고, 선택할 경우 선호도를 증가시킨다. 이때 선호도 기본 증가치 a와 가중치 m을 관리자에게 입력받아 선호도 증가폭을 유동적으로 설정할 수 있게 한다. 이렇게 측정된 선호도 수치는 신체 정보, 숙련

도가 높은 사용자에게 여러 업무가 추천 대상이 될 경우 선호도 수치가 높은 업무를 우선 배정하는데 사용된다. 또한, 관리자가 시급을 변경하기 전까지 선호도는 누적되어 계산되며 계속적으로 기피되는 업무와 선호되는 업무를 특정 가능하다. 이를 바탕으로 관리자가 시급을 조정할 때 유용한 정보가 될 수 있다.

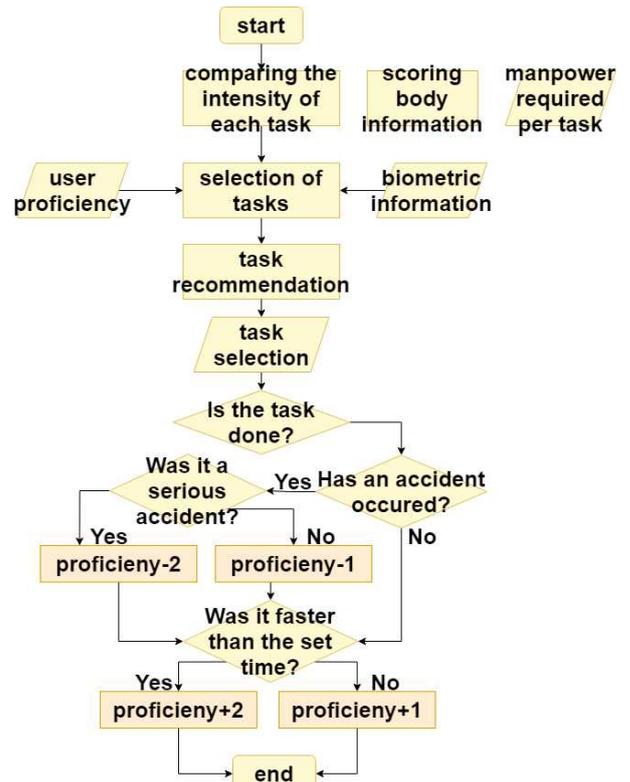


(그림 3) 선호도 산출 알고리즘

2.5 숙련도 산출 알고리즘

그림 4는 사용자의 숙련도를 측정하는 과정을 나타낸다. 사용자가 선택한 업무를 완료할 경우 사고의 유무와 업무 완료 시간에 따라 숙련도 수치가 조정된다. 사용자가 업무를 완료한 후 사고 발생 시 사고 규모에 따라 숙련도 감소치가 변화한다. 반면, 무사고로 업무를 완료하는 경우 숙련도가 증가하고 사용자가 다른 사용자들의 평균 업무 완성 시간보다 빠르게 완료한다면 숙련도 증가치는 그보다 높아진다.

숙련도를 통해 사용자가 특화된 업무가 무엇인지 확인할 수 있다. 또한 업무 배분 알고리즘에서 특정 업무에 대해서 사용자가 높은 숙련도를 가지고 있는 경우, 해당 업무를 우선 추천함으로써 업무 배분의 효율을 높인다.



(그림 4) 숙련도 측정 알고리즘

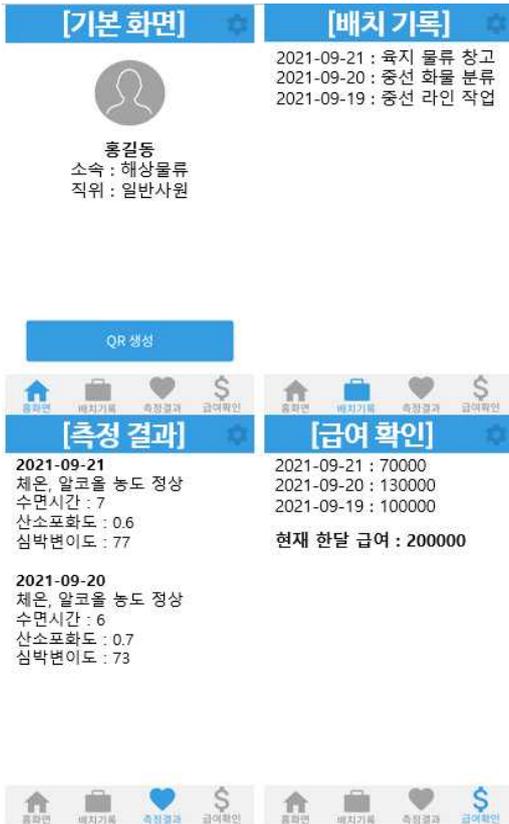
3. 구현결과

3.1 SW 구현결과

그림 5, 6은 구현 결과의 출력 화면 중 일부이다. 측정기를 통해 측정된 값이 측정기의 디스플레이에서 산출되며 업무 배치 결과는 사용자 핸드폰에 있는 어플리케이션으로 개별 통지된다. 측정기에서는 실시간 배치 현황을 확인할 수 있다. 반면 핸드폰 어플리케이션에서는 배치 결과 외에 건강 정보, 배치 결과, 급여 등 개인적인 정보를 볼 수 있다.



(그림 5) 측정 시 출력되는 화면



(그림 6) 핸드폰 어플리케이션 화면



(그림 7) 스마트 항만 작업 분배기

3.2 HW 구현결과

그림 7은 스마트 항만 작업 분배의 전반적인 형태를 나타낸다. 우선 화면 앞에 서면 QR코드를 갖다 대어 본인 확인을 하고, 당일의 수면 시간을 입력한다. 측정자의 키에 따라 높이가 조절되는 액추에이터, 측정 상태를 나타내는 LED 표시등, 음주 여부를 확인하는 알코올 측정 센서, 체온을 확인하는 적외선 온도 센서, 집중도와 피로도를 측정하는 산소포화도와 심박센서로 그림 5와 같이 구현하였다. 화면에 나오는 지시에 따라 음주 측정기에 숨을 불고, 산소포화도 센서에 손가락을 갖다 대고, 적외선 센서에 이마나 손목을 대면 결과에 따라 업무 위치가 배분된다. 아두이노를 통해 측정값에 따라 동작하도록 기준 값을 설정해놓았고 측정값은 태블릿에 저장되어 블루투스를 통해 관리자의 기기에 전달된다.

4. 결론

본 연구의 목표는 여러 센서들을 이용하여 신체 정보를 수집한 후 이를 바탕으로 재해율을 낮추는 업무 배분 시스템을 구축하는 것이다. 이로부터 적절한 업무를 배분함으로써 업무 수행 시 발생하는 사고를 최소화하고자 한다. 향후 시간 단위의 작업 분배 시스템도 연구해 볼 수 있다. 또한 응급상황에 대한 즉각적인 대응 시스템의 구축도 생각해 볼 수 있다.

Acknowledgement

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 통계청, 「2019년 운수업조사 결과」
- [2] 두산백과, URL : <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1161791&cid=40942&categoryId=32417>
- [3] 한국항만 물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2020