

# 사물인터넷 기반 사무환경개선방안

## -블록 스택킹 원리를 적용한 사무실 재배치를 중심으로-

박광철\* · 서동혁\*\*

IoT Based Office Environment Improvement Plan  
- Focusing on Office Relocation Applying Block Stacking Principle -

Kwang-Chul Park\* · Dong-Hyok Suh\*\*

### 요 약

본 연구에서는 근무자의 주관적인 판단으로 이루어지는 기존의 좌석배치 방법을 보완하고 근무효율성을 높이기 위한 IOT 기반 데스크 배치 방안을 제안하였다. 경량화 된 사물 인터넷 시스템을 근무장 데스크 배치에 도입하여 근무자 좌석 배치 추천을 합리적으로 보조하기 위하여 데스크의 업무상태를 알아내기 위한 센서의 기능과 종류와 네트워크 프로토콜을 결정하였고 데스크 배치를 위한 근무형태 인지 자료 수집 방법을 제안하였다. 획득한 데이터를 이용하여 좌석배치 추천방안을 결정 할 때, Block Stacking에서 사용하는 알고리즘을 활용하였다. 그 결과 사물인터넷 환경에서 합리적인 데스크 배치를 위한 산술적 근거를 제시할 수 있었으며, 향후 근무자들의 선호도에 더하여 근무형태를 근거로 하는 진보된 유연 좌석제에 적용할 수 있음을 보였다.

### ABSTRACT

In this study, the IOT-based desk layout method was proposed to complement the existing seating method and to improve the work efficiency. The IoT system for the desk layout needs determining the function, type and network protocol of the sensor to find out the working status of the desk to reasonably assist the worker's seat placement. A collection method was proposed. The algorithm used in Block Stacking was used when deciding how to allocate seats using the acquired data. As a result, we could suggest an arithmetic basis for rational desk layout in IoT environment and show that it can be applied to an advanced flexible seating system based on working type in addition to the preferences of employees in the future.

### 키워드

Block Stacking, Desk layout, Flexible Seating, Internet of Things, Office Efficiency,  
데스크 배치, 블록 스택킹, 사물 인터넷, 사무 효율성 제고, 유연 좌석제

\* 나사렛대학교 글로벌비서학과(kcpark@korn.ac.kr)

\*\* 교신저자 : 단국대학교 디스플레이공학과

• 접수 일 : 2019. 12. 08

• 수정완료일 : 2020. 01. 11

• 게재확정일 : 2020. 02. 15

• Received : Dec. 08, 2019, Revised : Jan. 11, 2020, Accepted : Feb. 15, 2020

• Corresponding Author : Dong-Hyeok Suh

Dept. Display, Dankook University,

Email : dksuh@dankook.ac.kr

## 1. 서 론

기업들이 사무실 데스크의 배치와 근무자의 좌석할 당에 대하여 관심이 증가하고 있다. 기업들은 근무자의 좌석배치가 근무효율을 증대시킬 수 있다고 보는 것이다. 혁신기업들이 집중되어 있는 실리콘밸리에서는 사무실내 데스크에 대하여 직원들이 선택하여 근무하게 하는 유연 좌석제를 채택하고 있다. 이는 수시로 변화하는 기업 환경에 대응하는 근무자들의 창의성을 보장하고 근무자들에게 업무의 자율성을 보장해 주려는 기업의 노력으로 볼 수 있다. 유연 좌석제는 실리콘밸리 혁신기업들 뿐 아니라 네덜란드 딜로이트, 쉐슬러, 시티그룹 뉴욕사무소, 레고의 런던 사무소에서도 실행되고 있다. 이러한 근무좌석 배치는 국내에도 도입되었다. SK그룹 계열사들은 2019년 4월부터 6개월간 공유 좌석제를 시범적으로 실행하였다. SK외에 한화, 동국제강, LG전자, 한국3M 등에서도 일부 계열사들을 시작으로 사무실내 공유 좌석제 및 유연 좌석제를 도입하고 있다[1]. 국내 기업들도 근무자간 소통의 중요성을 인식하고 근무자간 협업을 늘리며, 업무 효율성을 높이는데 관심이 고조되고 있는 것이다[2].

그렇지만, 유연 좌석제, 또는 공유 좌석제에 대해서는 논란의 소지가 있을 수 있다. 소통을 강화하고 창의적인 근무역량을 높이는 것으로 기대할 수 있으나, 좋은 데스크를 차지하려는 경쟁을 유발하여 불필요한 비용을 강요한다는 측면이 있는 것이다. 유연 좌석제, 공유좌석제의 도입과 논의는 기업들이 사무혁신을 위하여 사무실에서 어떤 데스크를 어떤 근무자가 사용하는지에 대하여 면밀한 관심을 갖고 있다는 것을 보여주고 있다. 따라서 사무실내의 어떤 데스크에 어떤 근무자가 앉아서 근무하는지의 문제는 기업의 사무환경 구성의 중요한 이슈라고 할 수 있다. 기업들의 유연 좌석제 실행이 사무실내의 데스크 배치와 데스크의 형태, 근무자들의 근무환경 선택은 업무 효율성 제고에 영향을 준다는 것을 보여준다고 한다면, 더 효율적인 사무실 데스크 배치 방안에 대한 연구가 지속될 필요가 있다.

한편, 최근 사물 인터넷과 빅데이터 기술의 안정화로 인하여 인공지능이 전 산업분야로 급격하게 확산되고 있으며 다양한 분야로 빠른 속도로 확산되고 있다. 이러한 때에 사무실내의 데스크 배치에 대하여

사물인터넷 기술을 활용하는 방안을 모색할 수 있다. 데스크 배치와 좌석 결정에 인공지능을 부여함으로써 보다 정량적으로 근무환경을 평가할 수 있으며, 좌석 결정 및 데스크 배치 결정에 객관화된 자료를 반영할 수 있는 것이다. 따라서, 본 연구에서는 근무자의 주관적인 판단에만 의지하는 현재의 유연 좌석제를 보완하고 근무효율성 제고를 위하여 사물 인터넷 기술을 활용한 인공지능 기반 데스크 배치 및 좌석 선택 방안을 제안한다.

이를 위하여 본 연구의 목표는 좌석 선택 및 데스크 배치를 위한 자료 수집 방안을 제안하는데 중점을 둔다. 수집한 자료 데이터를 분석하는 알고리즘과 상세한 분석 방안은 지속적인 연구를 필요로 한다. 본 연구에서는 경량화 된 사물 인터넷 시스템 구축 방안을 도입하여 인공지능 기반 근무형태 파악과 좌석 배치 추천을 위하여 고려할 사항을 정하고 그에 따라 센서의 기능과 종류 그리고 네트워크 프로토콜을 결정한다. 이러한 바탕 위에서 소통강화와 근무 집중도 향상을 기할 수 있는 방안을 제안한다. 이때, 블록 스테킹의 기본 알고리즘을 참고한다. 블록 스테킹 기술은 기업의 산업 활동 중에서 유통의 중심이 되는 창고에 화물을 적재할 때 가장 효율적인 방안을 모색하는 것이다. 블록 스테킹은 공간의 효율적인 사용과 내적물의 출입 빈도를 고려한 적재 알고리즘을 연구하는 점에서, 선행 연구로 주목할 만 하며, 관련 알고리즘을 사무실내 근무효율 제고를 위한 좌석 배치 추천 방안에 활용할 만 하다. 즉, 근무자들의 직관이나 개인적 선호도가 개입될 수 있는 기존 유연 좌석제를 보완하여 데스크별 근무특성을 정량적으로 측정하여 관련 데이터를 제공하고, 근무형태와 특성에 따라 이동성, 관계와 소통, 근무 집중도에 적합한 좌석 추천을 제공할 수 있다. 근무자의 판단과 이러한 정량적 데이터를 통합 고려함으로써, 보다 합리적인 근무좌석 배치를 기할 수 있어 근무환경 향상 및 근무효율성 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

본 논문은 2장에서 블록 스테킹과 사물 인터넷 활용에 관한 기존의 관련 연구들을 정리하고 3장에서 블록 스테킹을 참고하는 사물인터넷 기반 사무실 재배치 방안을 제안한다. 4장에서 데스크에 부착할 디지털 논리를 포함하는 모듈을 작성하여 기능부분에 대하여 검증하고 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 이론적 배경

### 2.1 블록스태킹

공간을 효율적으로 활용하기 위하여 블록 스택킹이 연구되었다[3]. 재고 보관 장치의 팔레트를 서로의 위에 저장하는 창고 바닥의 레인을 블록 스택킹이라고 한다. 창고 레이아웃을 고려하고 운송비용, 저장 비용을 줄이는 방안으로 저장 용량, 공간 활용에 관하여 연구한다. Kind[4]은 레인 깊이와 저장 공간 낭비를 최소화하는 최적의 레인 깊이를 찾기 위한 모델을 찾으려고 하였다. Matson[5]은 최적의 차선 깊이에 근접한 모델로 보관 창고와 가까운 공급 업체로부터 즉각적인 제품 재공급을 제시하였다. Larson, March와 Kusiak[6]은 재고 보관 장치의 분류 및 할당을 위한 클래스 기반 스토리지 시스템을 제안하여 클래스에 필요한 저장 공간을 모델로 제시하였다. Derhami, Smith와 Guel[7]은 공간 활용 곡선을 차선 깊이의 함수로 나타내고, 차선 깊이와 운송비용의 관계를 고려하였다. 최적 차선이 짧을수록 지게차 운행과 관련하여 통로 유연성이 향상되었다. 최대 차선 깊이를 계산하여 플로어/블록 활용을 나타내고, 창고 바닥을 동일한 깊이의 레인으로 나누어 설계하였다.

박기역 외[8]은 선박에 컨테이너를 싣는 적하작업 시 장치장에 컨테이너가 잘못 쌓여있을 경우 재취급 작업이 필요하여 작업 효율에 좋지 못한 영향을 있을 수 있다고 보았다. 장치장 크레인의 유희 시간을 활용하여 최대의 효율로 적하 작업을 할 수 있도록 컨테이너들을 미리 배치하였다. 작업 처리량이 최대가 될 수 있도록 탐색을 이용하여 재정돈을 결정하고, 가능한 빠른 시간 내에 재정돈을 수행할 수 있도록 작업 스케줄을 결정하였다. 시뮬레이션 결과 재정돈 후에 대기 시간이 감소하고, 재취급 작업 수가 줄어들고 적하 작업 효율이 향상되는 것을 확인하였다.

강재호 외 [9]은 컨테이너 적하 작업 시 무거운 컨테이너들을 선박의 안정성을 위하여 선박의 바다 쪽으로 배치하도록 하였다. 동일한 선박 배이에 선적할 컨테이너들을 무거운 순서로 반출해야 작업 수행이 수월해진다. 반출하는 컨테이너의 상단에 다른 컨테이너들이 위치하게 된다면, 위에 놓여 있는 컨테이너들을 임의로 옮겨야 하는 부가 작업을 해야 한다. 이러한 재 취급이 빈번히 발생하게 되면 작업의 흐름은

효율성이 저하된다. 반입되는 시점에 해당 컨테이너의 무게를 알 수 있다면, 적하 작업을 위한 반출시 재 취급이 덜 발생하도록 신규 반입된 컨테이너의 위치를 결정하는 휴리스틱을 제안하였다. 휴리스틱은 각 스택 별로 놓여 있는 무거운 컨테이너들 중에서 가장 먼저 반출될 가장 무거운 컨테이너의 무게를 해당 스택의 대표 무게로 설정하고, 이를 새로이 반입한 컨테이너의 무게와 비교하여 위치를 결정하였다. 장치장 베이 하나로 시뮬레이션한 실험 결과 4단 6열 및 6단 9열의 장치장 베이 구조에서 임의의 위치에 신규 반입 컨테이너를 장치하는 방식에 비해 재취급 횟수를 1/5 이하로 줄일 수 있음을 확인하였다.

### 2.2 사물 인터넷

사물 인터넷은 과거 유비쿼터스 네트워크와 기술적으로 유사하나 통신 네트워크에서 진보하고 안정성을 획득한 것이라고 할 수 있다. 단말 노드에 센서, 데이터 처리, 전원, 통신부가 복합적으로 통합되어 주변 상황을 감지하고 특이한 변화를 보고하는 것은 동일하다. 통신 프로토콜 면에서 이전 유비쿼터스 네트워크는 Zigbee 프로토콜을 사용하느라 데이터 전송 오류 및 센서 모터의 전원관리에 문제점을 노출하였다[17]. 사물 인터넷은 근거리 데이터통신망과 이동통신망을 결합함으로써 장애물로 인한 데이터 통신 장애나 오류, 데이터의 장거리 전송 불가 문제를 해결하였다. 사물인터넷의 등장은 스마트 디바이스 확산으로 이어졌다[18][19].

스마트 디바이스의 확산으로 음성통화에서 어플리케이션으로 전환되고 있으며, 소비자들의 정보에 대한 인식이 개발, 공유, 참여 그리고 확산 과정을 통하여 개인화와 생활 패턴의 변화 추구로 진전되고 있다. 사물인터넷(IoT, Internet of Things)과 스마트 디바이스와의 연동을 통해 주변의 센서로부터 수집된 정보를 직접 가공·처리하거나 제어하는 개인 중심의 생활 밀착형 센서 앱 서비스 제공이 다양한 분야에서 이루어지고 있다[10].

사물 인터넷의 활용은 창고 관리, 화물 운송, 최종 고객 배송, 물류 산업 밸류 체인(value chain), 물류 서비스 제공자 및 기업, 개인 고객들에게 영향을 주고 있다. 산업 운영에서 효율, 안전 및 보안, 고객 경험 향상, 새로운 비즈니스 모델 등의 분야에도 영향을 미치고 있다[11].

### 2.3 스마트워크

업무 처리를 언제, 어디서나 편리하게 ICT를 활용하여 할 수 있는 환경을 스마트워크라고 한다[12]. 스마트워크는 시간과 장소의 유연성을 기준으로 스마트워크센터, 모바일오피스 등의 유형으로 구분할 수 있다. 최근에는 일과 삶에 대한 균형을 중시하는 젊은 세대의 욕구에 따라 유연한 근무체제를 선호하는 경향이 있어서 스마트워크에 대한 관심이 높아지고 있다[13].

스마트워크가 활성화 되면 노인, 가정주부 및 장애인들의 경제활동 참여를 지원할 수 있으며, 기업운영 비용 절감, 업무효율성 증대, 교통비용 감소 등 기업의 생산성을 향상시킬 수 있다. 기업에서의 업무 스타일도 사무실 환경을 벗어나서 편리하게 업무를 처리할 수 있는 스마트오피스 환경으로 변화 되고 있다. KISTI는 구축비용과 운영 및 관리적인 측면을 고려하여 2010년에 일차적으로 구축했던 모바일 웹용 시스템을 포기하고, 어플리케이션 가상화를 활용하여 새로운 스마트워크 환경을 구축하였다[14]. 주식회사 이트너스는 전략적 공간관리의 관점에서 스마트 오피스라는 혁신적인 사무공간을 조성하고, 그와 관련된 다양한 제도와 시스템을 도입하고 활용하였으며 이를 기업 브랜드 이미지 제고에도 연결시키는 통합적인 스마트워크를 추진하였다. 이트너스는 스마트 오피스를 도입하여 종업원 및 부서 단위의 의사소통을 크게 향상시켰으며, 스마트 워크와 관련된 시간관리 및 기술도입을 통해 종업원의 만족과 조직 정체성을 높일 수 있었다[15]. 스마트워크 효과 중 업무효율성과 직무자율성이 직무만족에 긍정적인 영향을 주었고, 효율성과 직무 자율성, 유연성은 지속사용 의도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 검증되었다.

국내 스마트워크 산업 시장은 '11년 2.9조원에서 2014년 4.8조원, '18년 9.2조원에서 '20년 12.7조원에 이르러 연평균 17.7%의 성장률을 보일 것으로 예측하고 있다. 국내 스마트워크 산업의 경제적 파급효과는 총생산유발액 2011년부터 2020년까지 약 85조원, 총부가가치유발액 약 28조원, 총고용유발인원은 약 60만 명에 이를 것으로 전망되고 있다[16].

## III. 연구 설계

### 3.1 문제 정의

사무실의 업무 효율성 제고는 기업들의 지속적인 관심사이다. 사무실은 업무에 집중하여야 하는 곳이지만, 종사자들은 단독으로 자신에게 부여된 업무만 집중하는 것이 전부는 아니다. 사무실에서 근무자간의 소통과 협업이 원활하게 이루어져야 한다. 사무실 내에서 근무자들은 이동하고 대화하고 업무에 집중하여 사무를 처리한다. 사무공간은 이러한 업무활동을 충분히 지지하여야 한다. 더 나아가 사무공간은 더욱 효율적인 업무가 가능하도록 조정되어야 한다. 사무 공간 내의 이동과 그에 합당한 이동로가 업무 효율성을 지지하여야 한다. 사무공간의 정적인 요소들, 데스크, 벽, 칸막이, 사무용품 캐비닛, 각종 서류모음들이다. 사무공간의 이런 정적 요소들의 배치가 업무 효율성을 뒷받침 하여야 한다. 사무공간에는 이런 정적인 요소들만 존재하지 않는다. 동적인 요소가 사무의 원활한 처리를 지원하여야 한다. 동적 요소는 근무자들 간의 상호 방문, 협의, 회의, 회의를 위한 이동, 장거리 출장을 위한 출타와 이동, 결재 받기 위한 방문 등을 말한다. 사무공간의 동적 요소 역시 업무집중도를 저해하지 말아야 한다. 동적 요소들이 사무실에서 이루어지는 업무를 더욱 활성화하고 원활하게 이루어지게 하여야 한다. 사무공간은 사무종사자들의 동적 요소와 정적요소가 공존하는 공간이다. 동적 요소도 사무효율을 제고하여야 하고 정적요소도 업무의 효과적인 수행을 지원할 수 있어야 한다.

예를 들어, 칸막이는 소통에 도움이 되지 않지만 프라이버시와 업무집중에는 기여하는 것으로 예상할 수 있다. 데스크간의 거리는 거리가 멀수록 소통에는 기여하지 못하며, 대신 프라이버시에는 다소 기여하며, 업무집중에는 정의 관계를 가지고 있다고 기대할 수 있다. 데스크와 출입구의 거리는 거리가 멀수록 소통에는 도움이 되지 못하나, 프라이버시와 업무집중에는 정의 관계로 기여할 것이라고 예측할 수 있다.

사무환경 내에는 이와 같이 소통에 도움이 되는 요소와 개인 프라이버시를 보장하는 요소, 업무집중에 기여하는 요소들이 각각 존재한다고 볼 수 있다. 사무실내 구조적 요인과 각 요소간의 관계가 다양하게 존재하는 것이다.

그런데, 시급히 다루어야 하는 문제는 임의로 근무자가 선호하는 데스크를 선택하여 근무하게 하는 것이 최선인지 여부이다. 유연 좌석제에서 나타나는 문제는 근무자들이 선호하는 자리에 대한 경쟁이 발생하여 오히려 직장내 피로도 증가에 영향을 준다는 것이다. 근무자들이 납득할 수 있는 최적의 데스크를 추천하는 시스템이 필요하다고 할 수 있다.

### 3.2 문제 해결 방안

블록 스택킹은 창고, 화물선과 같은 적재공간내의 적재를 효율적으로 실행하기 위한 것이다. 블록 스택킹의 대상은 유통에 필요한 제품박스와 같은 상품적 재물들이다. 산업 활동이 생산, 유통, 판매, 소비로 이어질 때, 생산이후 유통, 판매를 지지하는 공간이 창고이다. 창고내의 공간을 효율적으로 관리하며 사용하는 것은 유통과 판매를 원활하게 지지하는 중요한 경영정책 중의 하나이다. 여기에는 적재물의 무게, 적재물의 반입, 반출 빈도 등을 반영하여야 한다. 본 연구에서는 창고에서의 블록 스택킹의 원리를 참고하여 사무실내 데스크 재배치 문제를 개선하고자 한다. 블록 스택킹의 기본 목표는 창고에 화물을 효율적으로 적재하는 것으로써 가장 빈번하게 반출되는 것과 가장 빈번하게 반입되는 것을 출입구로부터 가까운 곳에 적재하는 반입, 반출 빈도를 우선 고려사항으로 삼는다. 창고에서의 블록 스택킹의 이러한 기본 원칙을 사무실 재배치에 활용할 수 있다. 업무 효율을 제고하고 업무 집중을 지원할 수 있도록 하는 사무실내 데스크 배치 방안을 수립하기 위하여 다음 원칙을 도입한다.

- 1) 출입이 빈번한 근무자의 데스크는 출입구 가까운 곳에 배치한다.
- 2) 업무 집중도가 높아야 하는 데스크는 빈번한 출입의 영향을 받지 말아야 한다.
- 3) 소통이 빈번한 데스크는 서로 인접한 것이 좋다.

이러한 원칙에 입각하여 기존의 데스크와 좌석에서 근무하는 근무자들의 이동빈도, 소통 정도, 업무지속성을 정량적으로 측정하고 이를 토대로 데스크 배치와 좌석배정 결정에 반영하는 것이다.

각 근무자들의 데스크 재배치와 좌석배정을 위한 정량적 측정 절차는 다음과 같다.

사무공간을 데스크가 차지하여 분할하고 있다고 가정하고 일정 규모로 목표 공간을 나눈다.  $n$ 개로 나누어진 공간들 집합은 다음과 같다. Numbering Order는 각 데스크의 위치와 관련 있다. 이를테면,  $D_1$ 과  $D_2$ 는 인접해 있고,  $D_2$ 와  $D_3$ 는 인접해 있으며,  $D_n$ 과  $D_1$ 이 인접해있다.

$$D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\} \quad (1)$$

여기서 각 공간 집합은 위치와 센서 및 가중치를 포함하고 있다.

$$D_n = \{\mathbf{x}_n, \mathbf{s}_n, a_n\} \quad (2)$$

위치는  $\mathbf{x}_n$ 이고, 센서  $\mathbf{s}_i \equiv (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im})$ , 가중치  $a_i \equiv (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im})$  가 위 집합의 원소들이다. 가중치는 각 센서에 대한 가중치이다.  $s_{i1}$ : 조도 센서,  $s_{i2}$ : 적외선 센서 이고 이에 따른 가중치를  $a_{i1} = 1.0$ ,  $a_{i2} = 0.7$  등으로 생성할 수 있다.

일정 규모로 나눈 목표 공간에 있는 각 데스크의 상황을 감지하기 위해서는 공간의 특성에 따른 센서 선정을 하고 센서로부터의 이벤트 정보를 토대로 산출한다. 목표 공간을 일정 규모로 식 (3), 식 (4)와 같이 분할한다.

k번째 분할 공간의 중심:

$$\mathbf{z}_k = \mu([\mathbf{x}_{n-1}, \mathbf{x}_n, \mathbf{x}_{n+1}]) \quad (3)$$

k번째 분할 공간의 반경:

$$r_k = \mu([\|\mathbf{x}_{n-1} - \mathbf{z}_k\|, \|\mathbf{x}_n - \mathbf{z}_k\|, \|\mathbf{x}_{n+1} - \mathbf{z}_k\|]) \quad (4)$$

위와 같은 분할 수식에 의해 목표공간은 일정한 크기로 분할된다.  $\mu(\cdot)$ 는 평균값을 추출하는 함수이다.

분할된 공간에 위치하는 데스크의 특성에 따른 센서 선정 방식을 고려한다.

$$C(\mathbf{z}_k, s_{nj}) = \text{corr}(\mathbf{Z}(\mathbf{z}_k), S(s_{nj})) \quad (5)$$

센서로부터의 이벤트 정보를 토대로 업무집중도를 산출하는 과정은 다음과 같다.

업무특성에 대한 특성함수를 식 (6)과 같이 정의한다.

$$c_n(D_n) = \frac{\sum_{s_n \in S_n} \sum_{j \in s_n} [a_{nj}s_{nj} - \max(a_{nj}s_{nj}) - \min(a_{nj}s_{nj})]}{\sum_{s_n \in S} \sum_{s_n \in S_n} \sum_{j \in s_n} [a_{nj}s_{nj} - \max(a_{nj}s_{nj}) - \min(a_{nj}s_{nj})]} \quad (6)$$

기본적으로 가중치와 센서 값의 내적의 정규화 값이며 최댓값과 최솟값을 예외상황으로 제외하였다. 이제 이 값으로부터 각 데스크의 업무집중도를 산출한다.  $n$ 번째 데스크의 업무집중도  $G_n$ 은 식 (7)과 같다.

$$G_n \equiv \frac{d}{dt} \{c_n(D_n)\} \quad (7)$$

이산 데이터의 경우에는 바로 이전시간과의 차를 구하여 미분연산을 대체한다.

산출된 업무집중도는 공간의 특정데스크의 업무집중도이며, 해당 데스크에 설치한 센서의 측정값에 의존한 것이다.

이와 같은 방법으로 각 데스크의 소통지수와 이동지수를 산출할 수 있다. 이러한 산출방식을 활용하여 데스크 재배치 절차는 다음과 같다.

- 1) 좌석에는 압력센서를 부착하고 데스크에는 열 감지 센서와 음향 센서를 부착한다.
- 2) 압력센서는 근무자의 근무지속 여부와 좌석 이탈 횟수를 감지하여 보고한다.
- 3) 열 감지 센서는 데스크로 방문하는 횟수를 감지하여 보고한다.
- 4) 음향센서는 데스크에서 발생하는 일정수준 이상의 소음을 감지하여 보고한다.
- 5) 각 센서는 통신네트워크와 디지털 카운터 모듈이 연결되어 각 보고들을 합산한다.
- 6) 가장 좌석이탈이 빈번한 데스크를 출입구 쪽 우선순위로 근무 집중이 지속되는 데스크를 출입구 반대쪽 우선순위를 배정한다.
- 7) 좌석이탈 횟수, 근무지속시간과 관계없이 주변 데스크와 대화가 잦은 데스크끼리는 연결하게

순위를 부여한다.

- 8) 이러한 순위를 오름차순 또는 내림차순으로 재정리한다.
- 9) 소통성과 근무 집중도를 반영한 데스크 배치를 실행한다.

그림 1은 위 알고리즘을 그림으로 나타낸 것이다. 이러한 실행 상황을 경험적으로 측정하여 일정 기간에 걸쳐 순위를 종합함으로써, 유연 좌석제의 문제로 나타나는 선호도 중심의 좌석 배정에서 벗어나 합리적이고 정량적인 좌석배정의 근거로 제시하며 좌석배정 결정에 반영한다.

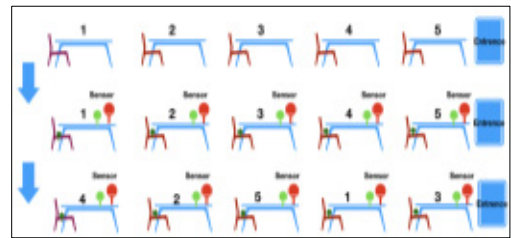


그림 1. 데스크 재배치 알고리즘  
Fig.1 Desk relocation algorithm

#### IV. 평가 및 분석

제안한 알고리즘을 구현하고 그에 대한 평가를 실시한다. 데스크 재배치와 좌석 배정을 위한 업무환경 평가를 위하여 사물인터넷 기술을 활용한다. 알고리즘에 대한 구현은 다음과 같이 실시하였다.

실험 시설 및 장비 : 실험실 내 데스크 3개 의자 3개, 센서(적외선, 초음파, 음향), 서버-라즈베리파이, 네트워크(WiFi, Bluetooth)

실험 참가 인원 : 실험실 구성원 3인

실험 절차 : 1)센서 선정, 2)디지털 모듈 구성 3)데이터 수집 4)데이터 분석 5)좌석추천 적용

##### 4.1 센서 선정

획득하고자하는 목표에 합당한 데이터를 얻기 위하여 적합한 센서를 선정한다. 본 연구에서는 해당 데스크 근무자가 얼마나 자주 좌석을 이탈하는지 여부와 해당 데스크에 방문하는 다른 근무자가 얼마나 많은

지 감지하고자 한다. 근무자가 데스크를 이탈하지 않더라도 주변 데스크의 근무자와 얼마나 잦은 대화 및 소통을 하는지 감지한다. 반대로 이런 좌석 이탈이나 데스크 이탈, 타 근무자의 방문이 없으며 대화나 소통이 없는 데스크에 대해서도 상황 데이터를 수집하여야 한다. 이를 위하여 데스크에는 열 감지 센서 즉, 적외선감지 센서를 부착한다. 적외선 감지센서는 절대 온도 이상의 물체에서 자연 방출하는 적외선을 감지하는데, 인체감응 기능이 탁월하다. 데스크에 설치하는 또 다른 센서는 음향감지센서이다. 이를 통하여 근무 중 대화여부, 근무 중 타 데스크와 소통여부를 감지할 수 있다. 좌석에서 압력센서를 부착한다. 좌석 이탈 횟수를 감지할 수 있다. 이러한 센서와 디지털 카운터 모듈을 연결한다. 디지털 게이트로 이루어지는 카운터는 그림 2와 같다.

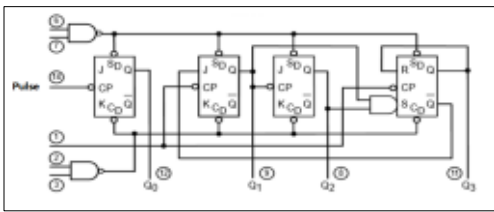


그림 2. 디지털 카운터 모듈  
Fig. 2 Digital counter module

그림 2에 나타난 것은 카운터로써 각 센서로부터 감지하는 1값을 카운트 하여 결과를 보고한다.

#### 4.2 감지결과 분석

센서가 감지하고 감지한 것을 합산하는 디지털 모듈은 합산 결과를 서버에 보고한다. 서버에서는 각 데스크에서 이루어지는 소통상황, 이동상황, 근무 집중 상황을 통합적으로 산출한다. 그림 3은 센서와 카운터와 서버로 연결되는 시스템을 도식화한 것이다.

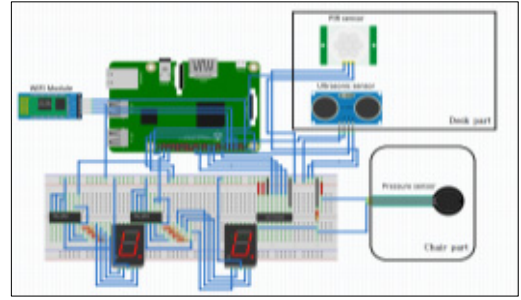


그림 3. 센서와 카운터의 서버 연결 시스템  
Fig. 3 Server connection system of sensor and counter

좌석에 압력센서가 부착되었으며 데스크에는 적외선 센서와 초음파 센서가 부착된 것으로 나타내었다. 적외선센서와 초음파센서의 역할은 동일하다. 초음파 센서 대신 음향감지센서를 부착할 수 있다. 각 센서가 감지한 값은 카운터로 전달되어 각 데스크와 좌석에서 일어나는 상황에 대한 이벤트 발생 횟수를 지능적으로 합산한다. 이후 하드웨어 플랫폼인 라즈베리파이에 연결된 통신 모듈을 통하여 원거리의 서버에 보고한다.

#### 4.3. 데스크 재배치 및 좌석 분배 안 반영

각 데스크에 감지된 센서에 의하여 데스크별 방문자수, 대화횟수가 합산한다. 좌석에 부착한 압력센서에 의하여 근무자의 이탈횟수를 합산한다. 표 1은 총 12개의 데스크에 대한 감지 결과를 나타낸 것이다.

1번에서 12번까지 데스크별로 인체감지 센서로 카운트 한 방문자 수와 음향센서가 감지한 것을 카운트 한 대화횟수, 좌석의 압력센서가 감지하여 보고한 좌석 이탈 횟수를 정리하였다. 이러한 감지결과를 이용하여 출입구 가까운 쪽의 이동 및 소통 중심의 좌석과 출입구로부터 먼 곳의 업무집중도 중심의 데스크와 좌석 리스트를 정리하여 표 2, 표 3에 나타내었다.

표 1. 측정값으로 데스크와 좌석 리스트 정리  
Table 1. Organize desk and seat lists with measurements

Desk	Visitors	Conversations	Number of seat breaks
1	124	362	79
2	215	357	120
3	54	123	67
4	169	260	129
5	122	57	230
6	113	76	102
7	57	45	47
8	203	346	126
9	135	234	132
10	72	151	69
11	143	187	127
12	156	164	129

표 2. 방문자 수, 대화횟수와 좌석이탈 횟수로 데스크 정렬

Table 2. Desk sorting by number of visitors, conversations and departures

Visitors	Desk	Conversations	Desk	Number of seat breaks	Desk
215	2	362	1	230	5
203	8	357	2	132	9
169	4	346	8	129	4
156	12	260	4	129	12
143	11	234	9	127	11
135	9	187	11	126	8
124	1	164	12	120	2
122	5	151	10	102	6
113	6	123	3	79	1
72	10	76	6	69	10
57	7	57	5	67	3
54	3	45	7	47	7

표 3. 이동성지수와 소통지수로 데스크 정렬  
Table 3. Sorting desks by mobility index and communication index

mobility index	Desk	Conversations	Desk
435	2	362	1
352	5	357	2
329	8	346	8
298	4	260	4
285	12	234	9
270	11	187	11
267	9	164	12
215	6	151	10
203	1	123	3
141	10	76	6
121	3	57	5
104	7	45	7

이상의 결과를 통해서 볼 때, 좌석이탈과 방문자의 방문이 활발한 순위의 데스크는 2, 5, 8, 4, 12, 11번 데스크이고 이동성이 낮고 업무집중도가 높은 데스크는 7, 3, 10, 1, 6, 9번 데스크임이 판명되었다. 그런데, 1번 데스크는 업무집중도는 높으나 소통지수가 가장 높다. 1번 데스크를 9번 데스크 앞으로 올려서 출입구로부터 가장 안쪽으로부터 7, 3, 10, 6, 9, 1번 데스크 그리고 그 다음으로 11, 12, 4, 8, 5, 2번 데스크 순으로 출입구 가까이 배치할 것을 권장한다.

그러면 다음으로 이동성이 강한 데스크와 업무집중도가 높은 데스크 간의 이동성지수 검증을 실시한다. 이동성지수가 높은 상위 6개 데스크와 업무집중도가 높은 6개 데스크에 대하여 t-test를 실시한 결과, P값은 0.001578로써 통계적으로 유의하며, 이동성지수가 높은 데스크들(328.1667)과 업무집중도가 높은 데스크 간(175.1667)의 차이는 약 2배 가까이 난다는 것을 알 수 있다.

## V. 결론

사물인터넷 기술을 도입하여 사무실내의 데스크와 데스크 이용자 주변 상황을 정량적으로 평가하고 이



를 근무좌석 배치 추천에 활용함으로써 합리적 좌석 선택과 근무환경 조성에 일조할 수 있다. 본 연구에서는 근무자의 데스크와 좌석에 적합한 센서를 부착하고 각 센서들의 감지결과를 정량적으로 계산하는 방안을 제안하였다. 직무특성상 좌석 이탈이 빈번한 경우와 타 근무자의 방문이 빈번한 경우를 지능적으로 감지하고 산출하여 합리적인 좌석 배치를 추천하는데 활용할 수 있도록 하였다.

센서의 결과 값을 처리하는데, 디지털 회로를 사용함으로써 산출을 명확하게 하였으며, 감지한 센서의 이벤트 데이터 처리를 위하여 창고 내에서의 블록 스택킹 기법으로부터 고안한 기본 알고리즘을 참고하여 적용하였다. 그 결과 이동이 빈번한 직무를 처리하는 직원을 출입구와 이동로 주변에 배치하고 업무집중도가 필요한 직원과 그 좌석은 출입구와 이동로에서 거리 격차를 최대한 확대시킬 수 있는 근거 자료를 확보할 수 있었다. 이러한 데이터 자료를 좌석배치와 데스크 재배치 정책에 활용함으로써 근무당사자들의 이해를 유도할 수 있을 것이라 기대할 수 있었다. 활용 방안으로는 좌석 추천시스템을 구축하여 개인 선호도 중심의 좌석 선택을 대체하는 방안을 고려할 수 있으며, 개인의 판단과 선호도를 고려하는 직원 의사 반영과 지능형 좌석 추천시스템의 절충형을 구현하는데 본 연구의 제안 사항을 활용할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

향후 연구과제로는 다양한 사무실에서 감지하여 보고하는 다량의 데이터를 처리하는 방안이 필요하다. 소규모 사무실의 범위를 벗어나는 대형기업의 사무실에서도 이 알고리즘에 입각한 데스크 재배치 문제를 해결할 수 있기 위해서 좀 더 진보한 정책이 필요할 것이다. 본 연구는 그러한 연구를 위하여 기본적인 고려 사항을 제시하였다.

#### 감사의 글

이 논문은 2019년 나사렛대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임

## References

- [1] H. You, "Introduced variable seating system for KT Smart Office," *etnews*, May 2011.
- [2] D. Eom, J. Ye, S. Kwon, and J. Wee. "Suggestions for Activating Communication in Organizations," *Samsung Economic Research Institute CEO Information*. March, 2011.
- [3] P. Baker and M. Canessa, "Warehouse design: A structured approach," *European J. of Operational Research*, vol. 193, no. 2, 2009. pp. 425-436.
- [4] D. Kind, "Elements of space utilization," *Transportation and Distribution Management* no. 15, 1975. pp. 29-34.
- [5] J. O. Matson, "The analysis of selected unit load storage systems," PhD thesis, *Georgia Institute of Technology*, 1982.
- [6] T. Larson, H. March, and A. Kusiak, "A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage," *IIE Transactions*, vol. 29, no. 4, 1997, pp. 337-348.
- [7] S. Derhami, J. S. Smith, and K. R. Gue, "Optimising space utilisation in block stacking warehouses," *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 21, 2017. pp. 1-17.
- [8] K. Park, T. Park, M. Kim, and K. Ryu, "Reorganization Plan in Block for Improving Loading Efficiency of Automated Container Terminals," *J. of Intelligent Information Research*, vol. 149, no. 4, 2008. pp. 31-46.
- [9] J. Kang, M. Oh, K. Ryu, and G. Kim, "Location Repositioning Minimization Device Considering Imported Container Weight," *Korea Institute of Intelligent Information and Systems, Fall Conference 2004*, Seoul, Korea, Nov. 2004, pp. 271-278.
- [10] J. Go, S. Hong, B. Lee, and N. Kim, "Trends of Converging Smart Devices with IoT Technology," *Electronics and Telecommunications Trends*, 2013, pp. 79-85.
- [11] S. Park, "International Internet of Things (IoT)

Usage Trends in Logistics," *Korea Post Information* 104, 2006.

- [12] J. Kim, and K. Han, "Key Technology Elements of Smart Work and Domestic and International Trends," *J. of Korea Contents Society*, vol. 14, no. 1, 2016, pp. 14-20.
- [13] K. Min, "Domestic and Overseas Trend and Revitalization Plan for Smart Work," *Gyeongnam Development*, 2012, pp. 105-117.
- [14] S. Lee, J. Kim, C. Oh, and H. Kim, "Smart Work Environment Construction Case Presentation," *Proceedings of the Korea Contents Association Conference*, Daejeon, Korea, May. 2012, pp. 5-6.
- [15] H. Jeong, B. Lee, and W. Park, "Organizational Innovation through Smart Work: Smart Office of Etnus Co., Ltd.," *J. of Korean Society of Business Administration*, vol. 20, no. 1, 2016, pp. 69-102.
- [16] Domestic market prediction for smart work industry, *ETRI Technology Economy Research Department*, Nov. 2011.
- [17] D. Suh and Y. Oh, "A Novel Way of Safety Awareness on the Walking with Single Sensor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 2, 2016, pp. 197-202.
- [18] D. Suh and C. Ryu, "Multi-sensor data fusion using weighting method based on event frequency," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, 2011, pp. 581-587.
- [19] D. Suh and C. Park, "A Novel Method of Basic Probability Assignment Calculation with Signal Variation Rate," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 3, 2013, pp. 465-470.

## 저자 소개



### 박광철(Kwang-Chul Park)

1991년 인하대학교 영어영문학과 졸업(인문학사)  
2003년 Indiana University Dep. of Linguistics 졸업(Ph.D)

2003년~현재 나사렛대학교 글로벌비서경영학과 교수

※ 관심분야 : 외국어, 수화 개발



### 서동혁(Dong-Hyok Suh)

1989년 단국대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
2005년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2012 충북대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학박사)

2016년 단국대학교 디스플레이공학과 초빙교수

※ 관심분야 : 사물 인터넷, 상황인식, 스트림데이터