

컨테이너 터미널의 사물인터넷(IoT) 적용가능성에 관한 연구

전상현* · 강달원** · 민세홍*** · 김시현****

A Study on the Applicability of IoT for Container Terminal

Jeon, Sang-Hyeon · Kang, Dal-Won · Min Se-Hong · Kim Si-Hyun

Abstract

The Internet of things (IoT) has been applied to a variety of industrial uses such as public service sectors, medical industries, automotive industries, and so on. Led by smart cities, this is typical. However, from a logistics perspective, the level of application is insufficient. This study examines the applicability of IoT-related technology in a container terminal, an object of the present invention, to derive an applicable plan.

Analytic network process (ANP) analysis reveals the following results for IoT applications in container terminals: operating systems (26.7%), safety/environmental/security systems (26.4%), equipment maintenance systems (25.3%), and facility maintenance systems (21.6 %). The second ANP analysis reveals the following results: Economy (40.2%), productivity (21.1%), service level (19.5%), and utilizing technology level (19.2%). The application or standard of evaluation is important when applying IoT technology to container terminals; however, it is not concentrated in a certain area. It is desirable to build each container system with linkage and efficiency from a macroscopic view.

Key words: Container Terminal, Ubiquitous, Internet of Things, Applicability, Analytic Network Process

▷ 논문접수: 2019. 11. 11. ▷ 심사완료: 2019. 12. 31. ▷ 게재확정: 2020. 06. 29.

* (주)유비스 부장, 제1저자, ktjsh0929@gmail.com

** 가톨릭관동대학교 항공경영물류학과 조교수, 교신저자, kangdw@cku.ac.kr

*** 부산테크노파크, 공동저자, shmin@btp.or.kr

**** 한국해양대학교 물류시스템공학과 조교수, 공동저자, sihyunkim@kmou.ac.kr

1. 서론

IT 시장분석 및 컨설팅 전문 기관인 인터내셔널 데이터코퍼레이션코리아(International Data Corporation Korea Ltd.)는 2019년 사물인터넷 시장규모를 2018년 지출액 기준 6,460억 달러보다 15.4% 증가한 7,450억 달러에 이를 것으로 전망하였으며, IoT 솔루션 지출이 가장 클 것으로 예상되는 산업으로는 조립·제조 1,190억 달러, 공정·제조 780억 달러, 운송 710억 달러 순으로 전망하였다. 특히 운송업의 경우 화물 모니터링에 전체 IoT 지출의 절반 이상이 투자될 것으로 예상하였다(IDC, 2019).

이렇듯 IT 산업을 이끌어갈 미래기술로써 사물인터넷 기술이 주목받고 있으며, IT기술을 기반으로 하는 물류산업에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

IoT(Internet of Things, 사물인터넷)는 기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로서, 인간과 사물·서비스 등 분산된 환경 요소에 대해 인간의 명시적 개입 없이 상호협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보처리 등의 지능적 관계를 형성하는 사물 공간 연결망을 말한다(KT경제경영연구소, 2014).

정보통신기술진흥센터에 따르면 사물인터넷은 센서나 통신 기능이 내장된 기기(사물)들이 인터넷으로 연결되어 주변의 정보를 수집하고, 이 정보를 다른 기기와 주고받으며 적절한 결정을 하는 것으로 사람이 일일이 조작하거나 지시하지 않더라도 기계가 알아서 일을 처리해주는 것으로 정의하고 있다. 또한, 유비쿼터스 공간을 구현하기 위한 인프라 컴퓨팅 기기들이 환경과 사물에 심겨 환경이나 사물 그 자체가 지능화되는 것이다. 이로 인해 사람과 사물, 사물과 사물 간에 지능 통신을 할 수 있는 엠투엠(M2M: Machine to Machine)의 개념을

인터넷으로 확장하여 사물은 물론, 현실과 가상 세계의 모든 정보와 상호 작용하는 개념으로 진화했다.

사물인터넷을 최초로 제안한 케빈 애쉬튼(Kevin Ashton)은 사물인터넷은 “단순 엔드디바이스는 물론 사람과 차량, 각종 전자제품 및 가전기기, 자연을 구성하는 물리적 기기 등을 모두 사물인터넷의 구성요인에 포함된다” 라고 하였으며, 실제 IoT는 다양한 산업에 적용되어 사용되고 있다. 스마트 도시를 필두로 공공서비스 분야, 의료 산업 분야, 자동차 산업 분야 등이 대표적이다. 그러나 아직 물류분야에서는 적용사례가 미비한 수준이다.

물류분야에서의 IoT 기술 적용의 기대효과로는 최적화, 반응성, 가시성, 손실예방, 비용 효율화 등 다양할 것으로 판단된다. 특히, 안전사고 문제와 보안 문제에서는 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

전 세계의 컨테이너 터미널은 스마트항만으로 발돋움하기 위해 노력하고 있다. 항만운영시스템 및 무인자동화, 친환경화를 통해 항만경쟁력을 향상시켜 지속가능한 경쟁우위를 확보하고자 한다. 특히 자동화 컨테이너 터미널은 기존 터미널과 비교해 생산성은 획기적으로 높이고 탄소배출은 감축함과 동시에 완전 무인화를 추구하는 터미널이다(조성우 외 2명, 2014). 자동화 컨테이너 터미널은 현재 제한적인 RFID활용으로 인한 유비쿼터스 항만구축의 답보상태의 현 상황에서는 한계에 부딪힐 수밖에 없는 현실이다. 스마트항만으로 발전하기 위해 컨테이너 터미널에 IoT기술 도입은 이러한 문제를 해결할 수 있는 좋은 하나의 방안이 될 것이다. 본 논문에서는 IoT관련 기술이 컨테이너 터미널에 적용이 가능한지에 대하여 적용 가능 분야를 도출하고 구체적인 적용방안을 도출하는 것을 목적으로 한다.

II. 사물인터넷 이론적 고찰

1. 사물인터넷 개념

ITU(International Telecommunication Union)는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷)를 “기기 및 사물에 통신 모듈이 탑재되어, 유무선 네트워크로 연결됨으로써 사람과 사물 간, 사물과 사물 간에 정보 교환 및 상호 소통할 수 있는 지능적 환경”이라고 정의하고 있다.

사물이 인간에 의존하지 않고 통신을 주고 받는 점에서 기존의 유비쿼터스나 M2M(Machine to Machine, 사물지능통신)과 비슷하기도 하지만, 통신 장비와 사람과의 통신을 주목적으로 하는 M2M의 개념을 인터넷으로 확장하여 사물은 물론이고, 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화한 단계라고 할 수 있다.

〈그림 1〉과 같이 기존 자동화 시스템 등에서 사용되던 USN(Ubiquitous Sensor Network)이나 M2M(Machine to Machine)과 IoT의 가장 큰 차이점은 상호 운영성의 여부이다. IoT에서는 서비스 단과 연결된 개방형 플랫폼을 기반으로 한 개방형 네트워크를 통해 모든 사물과 서비스가 연결되어 상호 운영성을 가진다(BDI, 2014).

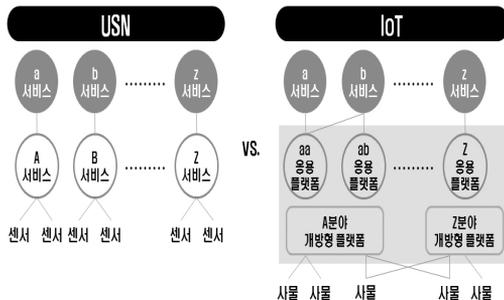


그림 1. USN과 사물인터넷의 차이점

자료 : Tech&Beyond(2014)

IoT기술은 개인 또는 가정에서 다양한 산업 분야로 적용이 확산되고 있으며, 다양한 정보연계를 통한 새로운 가치를 생성하고 있다. IoT 서비스는 총 4단계로 이루어져 있으며, 1단계는 모니터링, 2단계는 컨트롤, 3단계는 최적화 마지막 4단계는 자율성으로 구성된다. 상위 유형의 서비스는 하위 유형의 서비스를 포함한다.

기존의 ICT기술은 ERP, CRM, WMS 등과 같이 효과적인 업무 지원을 위한 수단이었으나, 비즈니스 관점의 사물인터넷은 제품이나 서비스처럼 기업이 판매하는 것에 ICT기술을 적용하는 것이다. 제품과 서비스에 ICT기술을 적용하는 방식은 센서 및 연결성을 가진 제품 및 서비스 마케팅 등이 있다(해양한국, 2015).

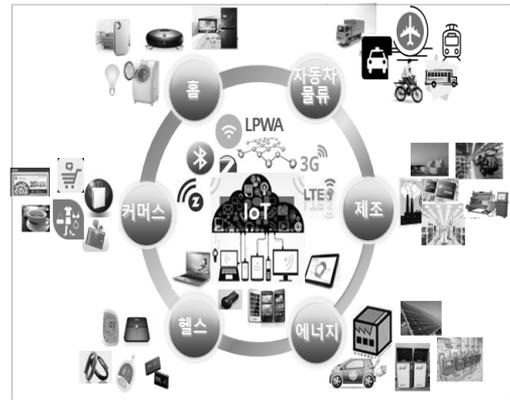


그림 2. IoT 기술 활용 분야

자료 : KT 경제경영연구소(2014)

2. 사물인터넷 기술 동향

사물인터넷을 구현하기 위해서 필요한 기술요소는 유형의 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻는 ‘센싱 기술’, 사물이 인터넷에 연결되도록 지원하는 ‘유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술’, 각종 서비스 분야와 형태에 적합하게 정보를 가공하

고 처리하거나 각종 기술을 융합하는 ‘서비스 인터페이스 기술’이 핵심이며, 대량의 데이터 등 사물인터넷 구성 요소에 대한 해킹이나 정보 유출을 방지하기 위한 ‘보안 기술’도 필수적이다(이태석, 권순동, 2014).

센싱 기술은 온도/습도/열/가스/조도 센서 등에서부터 위치, 모션, 영상 센서 등 사물과 주위환경으로부터 정보를 얻을 수 있는 물리적인 센서를 포함하며, 다중 센서기술을 이용하여 고차원적인 정보를 추출할 수 있도록 발전하고 있다. 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술은 WPAN, WiFi, 3G/4G/LTE, Bluetooth, Ethernet, BcN, 위성통신, Microwave, 시리얼 통신, PLC 등 인간·사물·서비스를 연결시킬 수 있는 모든 유·무선 네트워크를 의미한다. 서비스 인터페이스 기술은 IoT의 주요 3대 요소(인간·사물·서비스)를 응용서비스와 연동시키는 기술로서, 네트워크 인터페이스의 개념이 아니라 정보의 센싱·처리 등 서비스 제공을 위한 역할을 의미한다(최형림, 2015).

하지만 현재 항만 물류 및 운영시스템에서 IoT 기술을 활용하는 수준은 RFID, GPS 및 INS 장비를 이용하여 장비들의 화물 및 컨테이너, 차량, 크레인의 작업 결과를 실시간으로 자동 수집한 뒤 작업에 장비할당 시 활용하는 수준이다. 실시간 위치를 기반으로 한 최적화 기술은 주로 학계에서 연구되었고, 현장 적용 및 상용화는 아직 시도단계에 있다. 최근 DGPS (Differential GPS) 및 INS(Inertial Navigation System) 기술을 활용하여 장비 위치를 획득하여 장비 운영 및 관제에 활용하는 컨테이너 터미널 사례가 있었으나, 외부 트럭에 대해서는 해당 블록에 진입할 때 인식하는 용도로만 사용되고 있다.

국내항만분야의 관련부처 및 기업 등에서 GPS 및 RFID를 하역장비에 부착하는 부착형 IoT기술을 활용하여 항만 생산성 향상 기술에 대한 연구를 수

행 중이나, 본격적인 IoT기술의 활용이 이뤄지지 못하고 있는 실정이다.

3. 사물인터넷 선행연구 고찰

IoT관련 연구는 최근 활발히 진행되고 있다. 대체적으로 IoT에 대한 소개와 기술동향, 시스템 개선, 스마트 도시 등에 관한 내용이 주류를 이룬다. IoT관련 선행연구는 크게 산업측면, 보안측면, 물류측면으로 분류할 수 있다.

먼저 산업분야에서의 IoT 연구는 운영시스템과 관리의 효율성을 높이기 위한 연구가 중점적으로 진행되고 있다.

주종혁(2019)은 공급체인관리 시스템에 사물인터넷 인프라스트럭처를 도입 시 한계와 문제점을 극복하기 위한 방안과 지속가능한 SCM 수행을 위한 요인을 분석하여 제시하였다.

정윤수(2019)의 연구에서는 클라우드 환경에서 사물인터넷 서비스를 접목하여 의료기관 운영 비용 절감 방안과 서비스 품질 향상을 위해 사물인터넷을 활용하여 효율적으로 환자 정보를 수집, 전달할 수 있는 모델을 제시하였다.

김양범, 최동운(2014)은 축사를 효율적으로 경영하기 위해 IoT 기술을 활용하여 축사 경영 관리 시스템을 모델링하였다. 또한 클라우드를 통해 가축의 정보를 수집하여 적절한 거래 시기를 파악하여, 이용자의 영업 이익율 및 축사 운영의 효율성을 높일 수 있는 방안을 제시하였다.

다음으로 보안분야에서의 IoT 연구는 보안체계의 보안 안전에 관한 연구가 주를 이루고 있다.

김동원, 한근희(2018)는 스마트의료 환경에서 보안 위협과 그에 대응하는 보안기술의 방향을 살펴보고, 스마트의료 보안 전문가 및 정보공유센터의 설립 등을 통해 스마트의료 보안생태계 조성 방안을 제시하였다.

김승용 외 4명(2019)은 고위험 직업군의 작업자 안전을 위해 부동과 같은 위험한 상태를 감지하는 기술 등 IoT/ICT 융합기술시스템을 설계·구현하여 분석하였다. 이를 통해 인명 소생률을 높일 수 있었으며, 스마트 안전관리 시스템운영에서의 중요한 기능적 요소를 파악하였다.

전용희(2017)는 IoT 환경에서 보안 취약점과 위협을 분석하고, 그에 대응하기 위한 보안 요구사항을 도출하기 위해 보안 모델링을 수행하여 공격 가능한 예제 분석을 통하여 보안 요구사항을 제시하였다.

마지막으로 물류분야의 연구에서는 IoT 적용 목표를 물류의 효율성 향상과 물류서비스 제고에 중점을 두고 있다.

신승목, 장명희(2016)는 물류창고를 운영하는 업체 중 RFID 기반 물류창고 관리시스템 운영 사례를 분석하여, 문제점을 도출하였다. RFID 기반 물류창고 시스템의 문제를 해결하기 위해 사물인터넷을 적용하여 효율성을 향상시킬 수 있는 개선방안을 제안하였다.

이태석, 권순동(2014)은 IoT 기반의 글로벌 SCM 도입실태를 살펴보기 위해 물류기업, 제약회사, 국가기관을 대상으로 설문을 통해 IoT기술을 활용한 GSCM의 영향 등을 연구하였다. 헬스케어 및 제약 물류 프로세스에서 요구되는 위험요소를 관리하기 위해서는 Risk Management 시스템 도입이 필요하다는 것을 제시하였다.

상맹 외 3명(2017)은 중국 물류공급망 업체와 유통업체를 대상으로 IoT기술을 도입할 시, 검토 및 고려해야 할 요소들을 파악하였다. 이를 바탕으로 기업이 효율적으로 IoT기술을 도입하기 위한 지침 및 요인(운영비용 절감, 공급사슬 유연성, 자산 활용 최적화 및 신규수익 창출)을 제시하였다.

최혁준, 정현재(2017)는 스마트 물류동향을 검토

하여 이를 바탕으로 평택항 IoT 적용 가능 부문을 분석하였다. 분석 결과 화물의 모니터링 시스템이 가장 중요한 요인으로 나타났으며, 모니터링 시스템을 개선하면 효율적인 항만 운영이 가능하다고 제안하였다.

기존 선행연구를 검토한 결과 IoT관련 연구는 각 분야에서 공통적으로 효율성을 달성하기 위한 연구가 주를 이루고 있다. 특히 물류분야에서도 물류 효율 및 서비스의 제고를 위해 IoT를 적용하였을 때의 효과를 제시하고 있다.

물류분야는 특히 ICT에 대한 의존도가 높은 산업분야이며, 그중에서도 컨테이너 터미널은 ICT가 경쟁력을 좌우할 정도의 영향을 미치고 있다. 그 중요성에도 불구하고 아직 컨테이너 터미널을 대상으로 IoT기술의 적용에 관한 연구는 극히 미비한 실정이다.

본 연구에서는 컨테이너 터미널에 IoT 적용가능성을 ANP 분석을 통하여 실질적으로 IoT의 적용가능분야 및 컨테이너 터미널 IOT 적용 방안을 도출함으로써 기존 연구의 부족함을 보완하고 차별성을 둔다.

III. 연구의 모형 및 조사방법

1. 분석방법

본 연구에서는 IoT기술의 컨테이너 터미널 적용 가능 분야 및 방안을 도출하기 위하여 컨테이너 터미널 운영시스템 구성 요인들을 계층적으로 분해하여 중요도를 산출할 수 있는 ANP기법을 사용하였다.

적용분야를 도출하기 위해 설계한 계층 구조에서 각 구성요소들이 요소 간 상호 독립적이지 않고, 수평적 상호관계와 수직/종속성이 존재하고 있음으

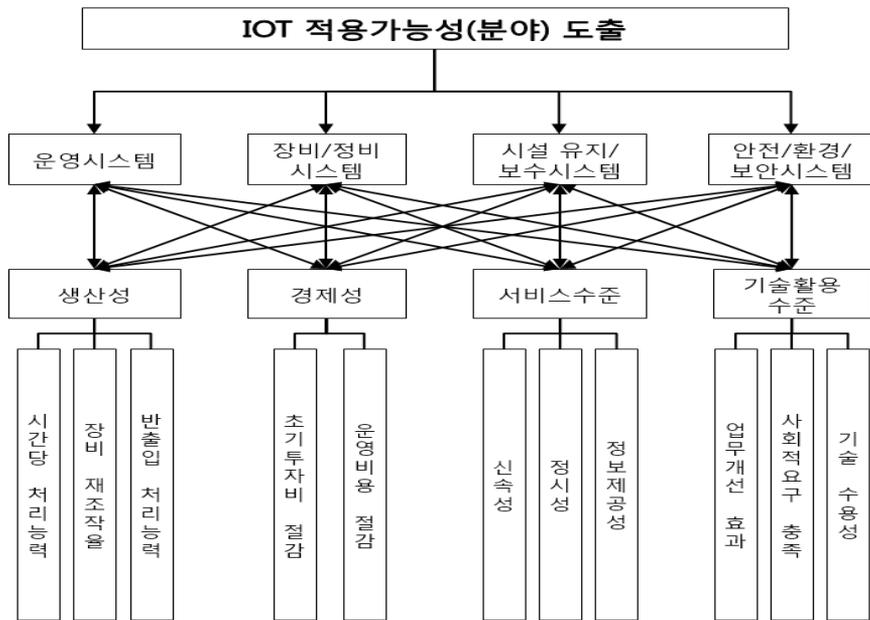


그림 3. 컨테이너 터미널 IoT 적용분야 도출 계층구조

로 ANP 분석을 활용하였다.

ANP(Analytic Network Process)기법은 AHP의 요인간의 상호작용이 피드백을 할 수 없는 한계점을 보완하여 Saaty(1996)에 의해 개발되었다. 즉 AHP의 확정형인 ANP는 피드백을 포함한 네트워크 구조의 의사결정시스템이라고 할 수 있다.

ANP는 AHP를 확장한 방식으로 목표(focus), 기준(cluster), 대안(alternatives) 상호 간의 종속성이나 피드백을 포함하는 네트워크 구조의 의사결정 시스템이다. ANP는 AHP와 달리 대행렬(supermatrix)을 구성하여 문제를 해결하며, 군집 내 및 군집 간의 교호작용이나 피드백을 통해 의사결정 문제를 해결할 수 있는 장점을 지닌 기법이다(신승윤 외 2명(2013)). 피드백을 고려하는 ANP 구조는 의사결정 시 발생할 수 있는 상호작용과 복잡한 구조를 효과적으로 반영할 수 있다. 또한 사용자가 원하는 방법으로 요소간의 군집을 연결할 수

있는 구조를 제공하며, 해당 구조를 바탕으로 각 군집 간에 미치는 영향을 파악할 수 있는 비례 척도를 이용함으로써 우선순위를 구할 수 있다.

〈그림 3〉의 계층구조는 문헌연구와 전문가 인터뷰 등을 통해 컨테이너 터미널에서 적용 가능 분야를 운영시스템 측면, 장비/정비시스템 측면, 시설유지/보수시스템 측면, 안전/환경/보안시스템 측면으로 구분하였으며, 생산성, 경제성, 기술 활용성, 서비스 수준 관점으로 분석하였다.

세부항목으로는 생산성 요인에는 시간당 처리능력, 장비 재조작율, 반·출입 처리능력을 포함한다. 경제성 요인은 초기투자비 절감, 운영비용 절감으로 구성된다. 비정량적 기준으로 사용되는 서비스 수준에는 신속성, 정시성, 정보 제공성이 포함되며, 기술 활용수준은 업무개선 효과, 사회적 요구 충족, 기술 수용성으로 구성된다.

2. 조사방법

설문조사의 정확성 및 신뢰성을 높이기 위해 관련 선행연구 및 전문가 인터뷰조사를 통하여 계층 구조를 확정하고, 설문항목을 검토하였다. 설문조사 대상자는 국내 컨테이너 터미널의 전산팀 및 운영팀에서 실제 컨테이너 터미널 운영시스템을 운영·관리감독하고 있는 경력 10년 이상의 전문가 집단으로 한정하였다. 설문지의 배포는 총 50부를 전문가 조사 시 인터뷰를 통해 직접 수거하는 방식과 e-mail과 fax를 통하여 배포하였다.

설문지의 구성은 크게 세 부분으로 구분할 수 있는데, 첫째, 컨테이너 터미널의 구성요소 측면에서 IoT 적용 가능성을 묻는 쌍대비교 문항과 둘째, IoT적용 평가기준간의 쌍대비교 문항, 마지막으로 IoT 적용 평가기준의 세부항목에 대한 쌍대비교 문항 및 응답자의 일반적 특성에 대한 문항으로 구성되어 있다. 응답자의 특성은 <그림 4>와 같다.

ANP 분석에 사용된 설문지는 응답자 31명 중 응답자 개인별로 일관성 비율을 검증하였으며, 일관성비율이 0.2보다 높아 일관성이 결여되는 설문지 7부를 제외하고 24부를 이용하여 분석하였다. 설문을 통해 수집된 자료의 분석방법으로 ANP 분석을 통한 가중치 도출은 Excel을 사용하였다.

IV. 컨테이너 터미널의 사물인터넷 적용 분야 및 방안

1. 전문가 개인별 ANP 분석

Saaty and Kearns(1985)는 일관성 비율이 0.1미만이면 합리적인 일관성이 있고, 0.2이내일 경우 용납할 수 있다고 판단하고 있다. 하지만 그 이상이면 일관성이 부족한 것으로 재조사가 필요하다고 제시하고 있다. 본 논문에서는 IoT 적용분야별 평가 기준의 일관성 비율 분석 결과는 모두 0.2이내의 값을 나타내고 있으므로 일관성에 대해 용납될 수 있는 수준으로 분석된다.

전문가 집단의 설문내용에서 12가지 요인 중 한 부분이라도 일관성 비율이 0.2이상이면 응답의 일관성이 결여된다고 판단하여 분석에서는 제외시켰다. <표 1>과 같이 총 31명의 전문가 중 일관성 비율이 0.2보다 높은 7명을 제외한 24명의 설문이 IoT 적용분야 도출을 위한 ANP 분석에 사용되었다.

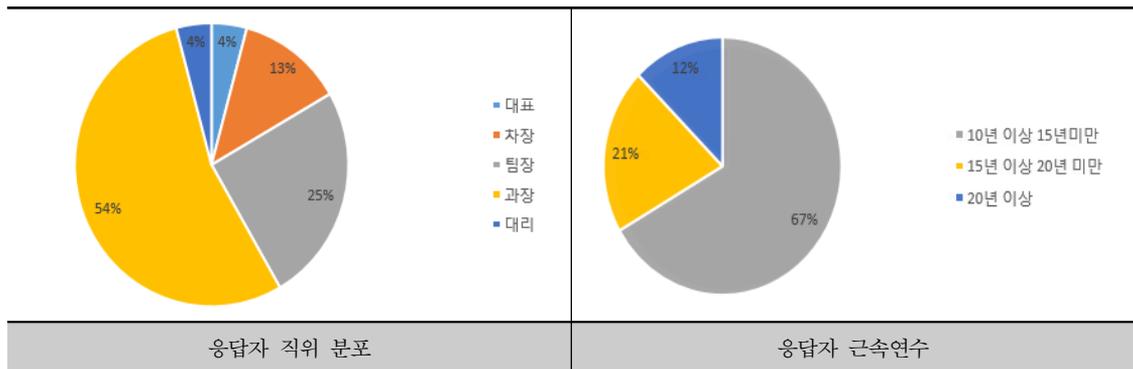


그림 4. 응답자 직위 분포 및 근속연수

표 1. 전문가 집단 일관성 비율

구분	IoT 적용분야별 평가기준 측면				평가기준별 IoT 적용분야 측면				세부 평가항목			
	운영시스템	장비/정비시스템	시설유지/보수시스템	안전/환경/보안시스템	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성
전문가 1	0.181	0.183	0.012	0.058	0.057	0.117	0.058	0.058	0.000	0.000	0.000	0.125
전문가 2	0.183	0.191	0.192	0.191	0.093	0.169	0.151	0.100	0.013	0.000	0.153	0.116
전문가 3	0.192	0.183	0.000	0.191	0.053	0.169	0.071	0.100	0.013	0.000	0.000	0.120
전문가 4	0.117	0.183	0.179	0.189	0.134	0.059	0.075	0.100	0.028	0.000	0.089	0.000
전문가 5	0.100	0.183	0.117	0.191	0.070	0.060	0.058	0.110	0.042	0.000	0.019	0.023
전문가 6	0.129	0.129	0.129	0.191	0.059	0.116	0.151	0.100	0.076	0.000	0.153	0.058
전문가 7	0.117	0.183	0.179	0.189	0.134	0.059	0.075	0.100	0.028	0.000	0.089	0.000
전문가 8	0.271	0.271	0.271	0.271	0.276	0.276	0.276	0.276	0.044	0.000	0.235	0.039
전문가 9	0.925	0.183	0.315	1.539	0.436	0.260	0.088	0.302	0.276	0.000	0.377	0.000
전문가 10	0.117	0.117	0.192	0.191	0.027	0.093	0.151	0.100	0.076	0.000	0.089	0.116
전문가 11	0.192	0.183	0.057	0.057	0.059	0.119	0.071	0.079	0.014	0.000	0.019	0.136
전문가 12	0.043	0.110	0.058	0.016	0.012	0.117	0.101	0.075	0.029	0.000	0.033	0.120
전문가 13	0.119	0.133	0.132	0.191	0.190	0.117	0.133	0.100	0.125	0.000	0.019	0.120
전문가 14	0.192	0.119	0.074	0.191	0.099	0.132	0.100	0.148	0.076	0.000	0.153	0.116
전문가 15	0.117	0.117	0.192	0.191	0.027	0.093	0.151	0.100	0.076	0.000	0.089	0.116
전문가 16	2.199	0.194	0.200	0.094	0.226	0.220	0.279	0.263	1.720	0.000	0.070	0.090
전문가 17	0.195	0.166	0.129	0.191	0.091	0.169	0.000	0.197	0.094	0.000	0.000	0.007
전문가 18	0.000	0.144	0.075	0.016	0.016	0.016	0.016	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
전문가 19	0.192	0.191	0.000	0.196	0.191	0.191	0.165	0.554	0.048	0.000	0.154	0.142
전문가 20	0.459	0.372	0.369	0.369	0.207	0.234	0.289	0.344	0.042	0.000	0.157	0.141
전문가 21	0.291	0.291	0.416	0.284	0.119	0.282	0.516	1.159	0.010	0.000	1.498	3.649
전문가 22	0.187	0.117	0.000	0.061	0.076	0.191	0.117	0.195	0.115	0.000	0.089	0.120
전문가 23	0.117	0.117	0.192	0.191	0.027	0.093	0.151	0.100	0.076	0.000	0.089	0.116
전문가 24	0.117	0.181	0.132	0.119	0.141	0.195	0.134	0.100	0.132	0.000	0.019	0.120
전문가 25	0.043	0.183	0.057	0.191	0.057	0.059	0.057	0.057	0.028	0.000	0.102	0.036
전문가 26	0.076	0.884	1.015	0.630	0.101	0.000	0.026	0.045	0.246	0.000	0.000	0.465
전문가 27	0.129	0.074	0.167	0.191	0.053	0.169	0.117	0.117	0.029	0.000	0.000	0.078
전문가 28	0.045	0.058	0.000	0.000	0.195	0.059	0.182	0.058	0.069	0.000	0.000	0.120
전문가 29	0.005	0.012	0.003	0.057	0.053	0.169	0.057	0.191	0.004	0.000	0.089	0.058
전문가 30	0.117	0.117	0.192	0.191	0.027	0.093	0.151	0.100	0.076	0.000	0.089	0.116
전문가 31	0.012	0.334	0.255	0.280	0.172	0.074	0.058	0.057	0.000	0.000	0.234	0.292

2. IoT 적용분야 도출을 위한 ANP 분석

ANP 분석을 위한 대행렬은 각각의 소행렬의 중요도에 의해 구성된다. 그 세부적인 내용은 <표 2>와 같다.

우선 IoT 적용분야인 운영시스템, 장비/정비시스템, 시설유지/보수시스템, 안전/환경/보안시스템별 평가기준에 대한 중요도를 구해야 한다.

IoT를 컨테이너 터미널에 적용함에 있어 적용분야 중 운영시스템만을 고려했을 때의 평가기준의 중요도를 보여 주고 있으며, 경제성이 37.1%, 생산성이 36.2%, 서비스 수준이 14.0%, 기술 활용성이 10.0%의 중요도를 갖는 것으로 나타났다.

다음으로 적용분야 중 장비/정비시스템만을 고려했을 경우의 평가기준 중요도를 보여 주고 있다. 경제성이 50.2%, 기술 활용성 17.1%, 생산성

16.9%, 마지막으로 서비스 수준 15.8% 순으로 나타났다.

시설유지/보수시스템의 경우에는 경제성이 50.0%, 서비스 수준 18.9%, 기술 활용성 15.9%, 생산성 15.2% 순으로 중요도를 나타내고 있다.

마지막으로 안전/환경/보안시스템에서의 중요도는 기술 활용성이 30.6%, 서비스 수준이 29.0%, 경제성 25.8%, 생산성 14.6%의 순으로 나타났다.

컨테이너 터미널의 운영분야별로 IoT를 적용시키기 위해서는 기술 활용성, 서비스 수준, 경제성, 생산성의 평가기준 순으로 분석되었다.

본 연구에서는 IoT 적용분야 및 평가기준간의 상관관계보다는 각각의 시스템과 평가기준 간의 관계를 중요하게 고려하였다. 따라서 IoT 적용분야와 평가기준 간에는 상관관계를 고려하였고, IoT 적용분야 및 평가기준 내부의 상관관계는 없다고 가정하였다. 이러한 가정 하에 구해진 소행렬(Submatrix)을 바탕으로 8×8 초기대행렬(W)을 만들었다.

수렴된 행렬은 일정한 값을 지니게 되는데 이 값이 각각의 분야 및 기준별 상대적 가중치가 된다. 본 연구에서는 일정한 수렴된 값을 갖기 위해

표 2. IoT 적용분야 평가기준 중요도

IoT 적용분야 중 운영시스템 측면의 평가기준 중요도					
구분	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성	중요도
생산성	1.000	1.211	2.750	2.167	0.362
경제성	0.826	1.000	3.022	3.250	0.371
서비스 수준	0.364	0.331	1.000	1.361	0.140
기술 활용성	0.462	0.308	0.735	1.000	0.127
IoT 적용분야 중 장비/정비시스템 측면의 평가기준 중요도					
구분	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성	중요도
생산성	1.000	0.273	1.353	0.961	0.169
경제성	3.663	1.000	3.056	2.556	0.502
서비스 수준	0.739	0.327	1.000	1.083	0.158
기술 활용성	1.040	0.391	0.923	1.000	0.171
IoT 적용분야 중 시설유지/보수시스템 측면의 평가기준 중요도					
구분	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성	중요도
생산성	1.000	0.329	0.720	0.981	0.152
경제성	3.043	1.000	2.944	3.083	0.500
서비스 수준	1.389	0.340	1.000	1.172	0.189
기술 활용성	1.019	0.324	0.853	1.000	0.159
적용분야 중 안전/환경/보안시스템 측면의 평가기준 중요도					
구분	생산성	경제성	서비스수준	기술활용성	중요도
생산성	1.000	0.631	0.456	0.472	0.146
경제성	1.585	1.000	0.844	0.983	0.258
서비스 수준	2.195	1.184	1.000	0.817	0.290
기술 활용성	2.118	1.017	1.224	1.000	0.306

초기대행렬을 5회 이상 반복해서 곱하였다. 이것을 표준화한 결과가 <표 3>이다.

또한, 이렇게 표준화한 결과는 각 분야별 및 평가기준별 중요도를 나타내며, 이 결과를 살펴보면 IoT 적용분야로는 운영시스템이 26.7%, 안전/환경/보안시스템 26.4%, 장비/정비시스템 25.3%, 시설유

지/보수시스템 21.6% 순으로 중요도가 높게 나타났다. 또한 IoT 적용분야를 평가하기 위한 기준에 있어서는 경제성 40.2%, 생산성 21.1%, 서비스 수준 19.5%, 기술 활용성 19.2% 순으로 중요도를 갖는 것으로 나타났다.

IoT 적용분야를 도출하기 위한 평가기준에서 컨

표 3. 8×8 초기대행렬(W5)

대행렬	운영시스템	장비/정비 시스템	시설 유지/ 보수 시스템	안전/환경/ 보안 시스템	생산성	경제성	서비스수준	기술 활용성
운영시스템	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267	0.267
장비/정비 시스템	0.253	0.253	0.253	0.253	0.253	0.253	0.253	0.253
시설유지/ 보수 시스템	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216	0.216
안전/환경/보안시스템	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
소계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
생산성	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211
경제성	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402	0.402
서비스 수준	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195
기술 활용성	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192
소계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

표 4. 평가기준의 세부평가항목 중요도

생산성		경제성		서비스 수준		기술 활용수준	
세부항목	중요도	세부항목	중요도	세부항목	중요도	세부항목	중요도
시간당 처리 능력	0.654	초기 투자비용 절감	0.659	신속성	0.491	업무 개선 효과	0.407
장비 채 조작율	0.196	운영비용 절감	0.341	정시성	0.366	사회적 요구 충족	0.325
반출입 처리능력	0.150	-	-	정보 제공성	0.143	기술 수용성	0.268
계	1,000	계	1,000	계	1,000	계	1,000

테이너 터미널 생산성의 세부평가 항목에 대해 중요도를 산출하였다. <표 4>의 결과를 보면 생산성 측면에서는 시간당 처리능력(65.4%)과 장비의 재조작율(19.6%), 반출입 처리능력(15.0%)으로 나타났다. 경제성의 세부평가항목은 초기 투자비용 절감(65.9%), 운영비용 절감(34.1%)이며, 서비스 수준의 경우에는 신속성(49.1%), 정시성(36.6%), 정보 제공성(14.3%) 순으로 나타났다. 마지막으로 기술 활용 수준의 세부평가 항목은 업무 개선효과(40.7%), 사회적 요구 충족(32.5%), 기술 수용성(26.8%)으로 나타났다.

3. 사물인터넷(IoT) 적용 방안

ANP 분석의 3단계 과정을 거치면서 컨테이너 터미널 IoT 적용분야를 도출할 때 고려해야 할 평가

기준과 세부 평가항목별 중요도를 정리해보면 <그림 5>와 같다.

IoT 적용분야의 중요도에서는 운영시스템이 26.7%로 가장 높게 분석되었다. IoT기술이 터미널 ICT(Information & Communication Technology)기술의 확장 형태라고 봤을 때 당연한 결과로 판단된다.

이에 따라 평가기준에서도 경제성(40.2%) 부분이 가장 큰 중요도를 나타내고 있다. 새로운 운영시스템의 도입은 컨테이너 터미널의 입장에서 볼 때 초기 투자비의 중요성이 시스템 도입의 가장 큰 기준으로 작용하고 있기 때문이다. 다음으로 안전/환경/보안시스템이 26.4%로 분석되었다.

이는 중요한 시사점을 남겨준다. 현직 터미널 항만운영담당자와의 면담 시에도 언급되었지만, 현재 컨테이너 터미널에서는 안전/환경/보안 문제가 중요

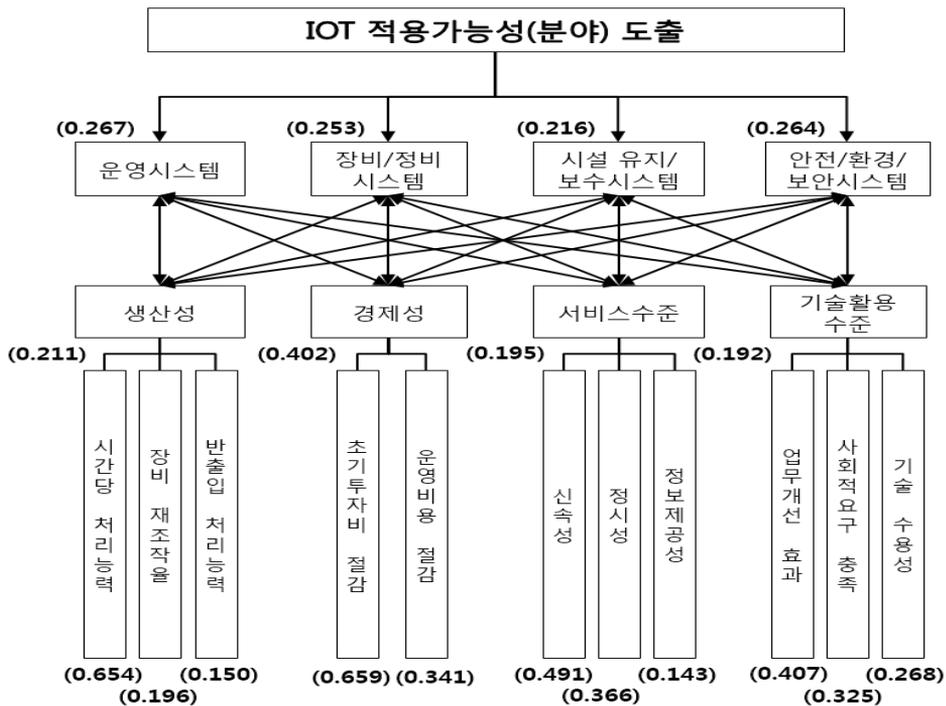


그림 5. IoT 적용 분야 도출 계층구조의 중요도

한 이슈로 떠오르고 있다. CO2 발생억제, 해수면 기름 오염 등과 같은 환경문제뿐만 아니라 미국의 911 테러 이후 미 정부의 보안강화 정책은 국내 컨테이너 터미널에 큰 부담을 가중시키고 있으며, 근로자 수 당 재해비용이 9.46으로 산업 전체에 비해 약 1.9배 정도 높다고 나타났다(KMI, 2018). 이는 안전사고에 대한 충분한 관리를 요구하고 있다는 것을 반증한다.

이에 대한 해결책으로 IoT의 도입에 대한 기대를 보여주는 결과라고 판단된다. IoT기술 적용을 통하여 실시간으로 위험물관리와 장비·작업자·차량 등의 가시성을 향상시켜, 안전사고를 예방할 수 있을 것이다. 또한 항만 내 자원의 실시간 위치 모니터링/관리로 24시간 운영 가능한 항만보안 및 감시, 검색을 강화하여 항만보안을 확보할 수 있을 것이다.

다음으로 장비/정비시스템이 25.3%로 나타났다. 이는 대부분의 컨테이너 터미널이 크레인의 경우에는 Maker사의 RCMS를 이용하여 실시간 모니터링을 하여 관리를 하고 있다. 하지만 이송장비 및 야드 보조 장비의 경우에는 정비 관련 모니터링시스템이 구축되어 있지 않기 때문에 IoT의 적용을 통한 시스템구축 가능성을 판단하고 있다고 볼 수 있다.

평가 기준의 중요도에서는 생산성이 21.1%로 경제성 다음으로 중요성을 나타내고 있다. 이는 생산성의 측면에서 이미 자동화 터미널의 구축을 통하여 생산성을 올릴 수 있는 기술적 기반이 다져져 있기 때문이라고 판단된다.

컨테이너 터미널에서 새로운 운영시스템을 추가적으로 구축하는 데 중요하게 고려되는 항목인 생산성의 세부항목 중 시간당 처리능력(65.4%) 항목이 가장 중요하게 나타났다.

이러한 결과는 결국 새로운 정보시스템이 도입이 되더라도 터미널의 가장 기본적인 경쟁력인 시간당

처리능력을 뒷받침해 줄 수 있는 신속성 등이 제고될 수 있는 시스템 구축이 우선되어야 함을 시사한다. 또한 업무개선 효과가 40.7%로 높게 나타난 이유로는 IoT를 통해 현재 인력을 수반한 업무량이 줄어들게 됨으로써 일의 효율적 배분이 가능할 것이기 때문이라 판단된다.

최근까지 추진하였던 유비쿼터스 항만개발은 RFID기반 USN구축에 많은 비용이 요구되어, 정부의 주관으로 사업이 진행되었지만 현재는 지지부진한 상태이다. 또한 부두 운영자(사) 입장에서는 투자비 대비 효율성이 적고, 높은 유지관리비용 문제로 관련 기술을 적용, 투자, 개발할 수 없는 한계가 있었다. 그러나 최근 저렴한 비용의 상용통신망과 디바이스의 발달로 IoT에 대한 적용에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다.

즉, RFID기반 USN의 유비쿼터스의 사례를 답습하지 않기 위해서는 얼마나 경제적으로 IoT의 디바이스(센서링, 네트워크(상용망), 프로세싱 시스템을 구축할 수 있는지가 IoT의 항만 적용가능성을 높일 수 있는 선결 조건이 될 것이다. 특히, IoT 네트워크 구축은 상용망을 이용하기 때문에 개방형 플랫폼의 구축 비용과 개발 비용을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

예를 들어, 단독으로 야드 무선네트워크를 구축하여 서버와 장비의 무선단말기 간의 정보 교류를 시도하면, 무선네트워크 구축비와 무선단말기 비용 등 적지 않는 초기 투자, 개발 비용 및 유지보수 비용이 발생한다. 그러나 상용망을 이용한 개방형 플랫폼을 이용하여 서버와 장비의 모바일 기기 간의 정보 교류를 구축하면, 상대적으로 저렴한 투자 개발 비용과 유지관리 비용으로 운영이 가능하다. 실제 울산 신항 컨테이너 터미널의 경우에는 이를 적용하여 초기 투자비 약 5~7억 절감과 매년 2~3천만원 절감효과를 보고 있다.

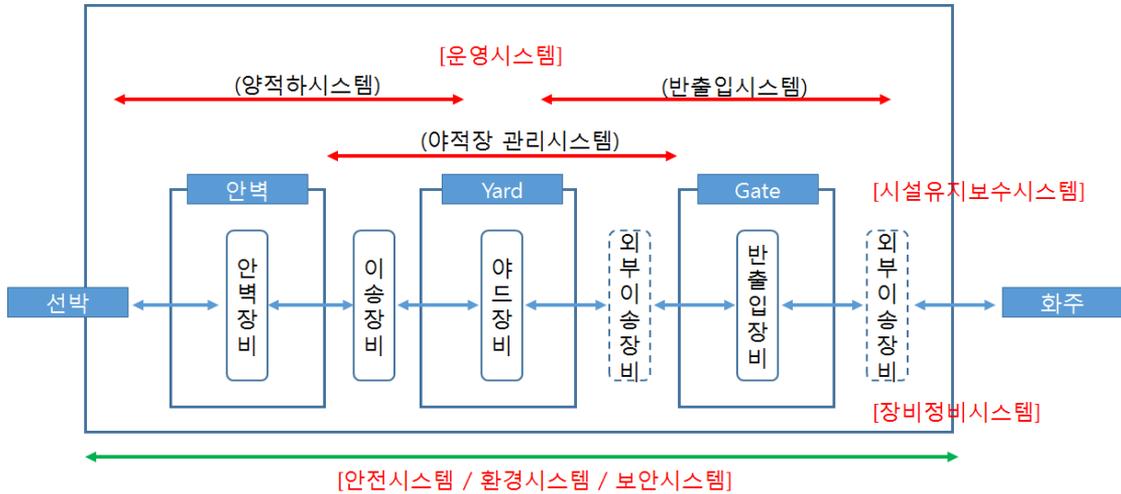


그림 6. 컨테이너 터미널 IoT 적용 가능분야

컨테이너 터미널에서 구축 가능한 IoT적용 가능 분야는 <그림 6>에서와 같이 기반시설, 장비, 부대 시설, 운영시스템 등으로 구분할 수 있다. 각각 분야별로 IoT를 적용하여 효율성을 증대시킬 수 있을 것이고, 전반적인 관리가 필요한 안전/환경/보안 시스템에서는 혁신적인 운영 성과를 가져오게 될 것이다. 또한 자동화 컨테이너 터미널 구축을 통해 스마트항만으로 발전하는데 있어 각 분야별 IoT기술은 매우 중요한 역할을 담당할 것이다.

V. 결론

사물인터넷(IoT) 시장은 지속적으로 빠르게 성장할 것으로 예측되고 있으며, 전 세계적으로 현재 IT산업을 이끌어갈 미래기술로서 주목받고 있다. 특히 IT기술을 기반으로 하는 물류산업에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 물류분야에서의 IoT 기술 적용의 기대효과는 최적화, 반응성, 가시성, 손실예방, 비용 효율화 등 다양할 것으로 판단된다. 특히 안전사고 문제와 보안 문제에서는 큰 역할을

할 수 있을 것이다.

컨테이너 터미널의 측면에서도 선측장비(안벽크레인), 야드장비(트렌스퍼 크레인, 리치스태커, 스트래들 캐리어, 탑핸들러), 이송장비(야드트랙터/트럭), 야드공간, 인력 등으로 구성되어 있어 IoT기반 디바이스와 통신네트워크로 관리될 수 있을 것이다.

하지만 기존 선행연구를 검토한 결과 컨테이너 터미널을 대상으로 IoT 기술의 적용에 관한 연구는 미비한 실정이다. 현실적으로 컨테이너 터미널은 IT기술을 기반으로 운영·관리되고 있다. 본 연구에서는 컨테이너 터미널에 IoT 적용가능성을 ANP 분석을 통하여 실질적으로 IoT의 적용가능분야 및 방안을 도출함으로써 기존 연구의 부족함을 보완하고 차별성을 꾀하였다.

본 논문에서는 컨테이너 터미널에서 IoT의 적용가능성을 살펴보고 적용분야 및 적용방안 도출을 위해 항만터미널 전문가 집단을 대상으로 설문을 실시하였다. 운영시스템, 장비/정비시스템, 시설유지/보수시스템, 안전/환경/보안시스템 분야로 나누어

생산성, 경제성, 서비스 수준, 기술 활용성 관점으로 각각의 중요도를 ANP(Analytic Network Process) 기법을 사용하여 분석하였다.

ANP 분석을 통해 컨테이너 터미널에서의 IoT 적용가능성과 적용가능 분야별 중요도를 분석한 결과 컨테이너 터미널에서의 IoT 적용분야는 운영시스템(26.7%), 안전/환경/보안시스템(26.4%), 장비/정비시스템(25.3%), 시설유지/보수시스템(21.6%)순으로 분석되었다.

대체적으로 중요도가 고르게 분포되는 이유는 다른 IT기술과는 다르게 IoT기술은 컨테이너 터미널 구성요소의 전 부분에 적용되어 사용할 수 있는 기술이기 때문이다. IoT적용 분야로 운영시스템이 가장 높게 분석된 이유는 IoT 기술이 컨테이너 터미널 ICT (Information & Communication Technology) 기술의 확장 형태라고 봤을 때 당연한 결과로 판단된다.

특히 안전/환경/보안시스템(26.4%)은 중요한 시사점을 남겨준다. 현재 컨테이너 터미널에서는 안전/환경/보안 문제가 큰 이슈로 떠오르고 있다. CO2 발생억제, 해수면 기름 오염 등과 같은 환경 문제뿐만 아니라 미국의 911 테러 이후 미 정부의 보안강화 정책은 국내 컨테이너 터미널에 큰 부담을 가중시키고 있다. 이에 대한 해결책으로 IoT의 도입에 대한 기대를 보여주는 결과라고 판단된다.

IoT기술을 적용을 통하여 실시간 위험물관리와 실시간 장비·작업자·차량 등 가시성을 향상시켜 안전사고를 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 항만 내 자원의 실시간 위치 모니터링/관리로 24시간 운영 가능한 항만 보안 및 감시, 검색을 강화하여 항만보안을 확보할 수 있을 것이다.

2단계로 IoT 적용분야를 도출할 때 중요하게 고려해야 될 평가기준에 있어서는 경제성(40.2%)로 가장 높게 나타났으며, 생산성(21.1%), 서비스 수준

(19.5%), 기술활용 수준(19.2%) 순으로 분석되었다. 이는 새로운 운영시스템의 도입은 컨테이너 터미널의 입장에서 볼 때 초기 투자비의 중요성이 시스템 도입의 가장 큰 기준으로 작용하고 있기 때문으로 판단된다.

컨테이너 터미널에서 가장 중요시 되는 요인 중 하나인 생산성이 21.1%로 경제성 다음으로 중요성을 나타내고 있다. 그 이유는 생산성의 측면에서 이미 자동화 터미널의 구축을 통하여 생산성을 올릴 수 있는 기술적 기반이 다져져 있기 때문이라고 판단된다.

마지막으로 세부평가항목별 중요도에서는 초기투자비 절감(65.9%), 시간당 처리능력(65.4%), 신속성(49.1%) 등의 순으로 분석되었다.

IoT기술은 컨테이너 터미널에서 특정 분야에 집중되는 기술이 아니기 때문에 컨테이너 터미널에 IoT기술의 적용 시 적용분야나 평가기준의 중요도도 중요하다. 하지만 거시적 관점에서의 컨테이너 터미널 구성요소에 적용할 때 각 시스템간의 연계성 측면이나 효율성 측면을 고려해서 전사적인 시스템 구축하는 것이 더욱 바람직한 것으로 판단된다.

마지막으로 현재 컨테이너 터미널에 IoT를 적용할 수 있는 구체적 방안을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 안벽에서 상용망 통신모듈이 부착된 디바이스를 통해 환경오염 물질을 센서링한다. 이를 통하여 24시간 환경감시시스템을 구축하면 너울 및 조석간만의 차이를 지속적으로 측정하여 작업 생산성 제고에 활용할 수 있는 시스템 구축할 수 있을 것이다.

둘째, 안전 점검의 지표들을 측정할 수 있는 각각의 상용망 통신모듈이 부착된 디바이스를 활용하여 상시 또는 일정 시간 간격으로 자동 계측한다. 계측치를 FMS시스템에 전송하거나 또는 계측치가

허용치를 넘는 경우 즉각 부두시설관리자 또는 관련기관에 통지, 조치할 수 있도록 실시간 시설물 안전관리 시스템을 구축할 수 있다.

셋째, IoT관련 기술(주변환경 실시간 인식, 충돌 방지)을 항만 이동장비에 적용하여 충돌 안전사고의 방지하는 시스템을 구축한다. 더불어 스마트폰, 스마트워치 등 웨어러블 기기로 수집된 근로자 건강정보를 토대로 항만근로자의 안전 보건 활동에 활용할 수 있는 방안도 고려할 수 있다.

넷째, 컨테이너 터미널에 화물의 반·출입 업무 개선을 위한 방안으로 반·출입 사전정보의 오류를 확인한다. 확인과 동시에 정보 발송자인 운송사나 해당 기사의 스마트폰 등의 웨어러블 기기로 즉각적인 통지를 통해 오류를 곧바로 수정하도록 하여 효율성을 높일 수 있을 것이다.

마지막으로 본 논문의 한계점 및 향후 연구방향을 제시하고자 한다. 우선 ANP을 통한 컨테이너 터미널에서 IOT의 적용 분야 및 방안을 도출하고자 하였지만, 설문조사의 표본수가 적어 편중된 의사가 반영되었을 가능성을 배제할 수가 없다. 특히, 컨테이너 터미널은 지역적으로 성격이 다르기 때문에 향후 전국의 컨테이너 터미널을 대상으로 하는 광범위한 조사를 바탕으로 하는 연구의 확장이 필요하다.

다음으로 실제 IOT기술에 대한 실질적인 적용이 어려운 관계로 정성적 분석에만 머무른 한계를 가지고 있다. 실질적 적용 가능한 기술에 대하여 적용 시 효과를 측정할 수 있는 시뮬레이션 분석 등과 같은 추가적인 연구를 수행한다면 보다 현실적인 시사점을 도출 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김동원·한근희(2018), 스마트의료 환경에서 보안위협 대응을 위한 최근 연구동향, 한국통신학회지, 제35집 제2호, 95-99.
- 김승용·황인철·김동식·문병무·오세용(2019), 고위험 직업군의 안전을 위한 IoT/ICT융합 스마트 안전관리 시스템에 관한 연구, 한국재난정보학회, 제15권 제1호, 39-48.
- 김양범·최동운(2014), IoT기반의 측사 경영 관리 시스템 설계, 한국엔터테이먼트산업학회, 제8집 제1호, 207-216.
- 상맹·신용호·이철우,문준호(2017), 사물인터넷(IoT) 기술 특성이 SCM 기대성과 및 도입의도에 미치는 영향에 관한 연구 : 중국 물류공급망 및 유통업체를 대상으로, Information Systems Review, 제19집 제3호, 1-21.
- 신승목·장명희(2016), IoT기반 물류창고관리시스템 개선 사례연구, 세계해양발전연구, 제25집, 25-52.
- 신승윤·손명진·현창택(2013), ANP기반 도시환경정비사업의 변화관리 요인 도출 및 중요도 산정, 한국건설관리학회논문집, 제14집 제3호, 176-186.
- 이태석·권순동(2014), IoT기술 활용을 통한 Global SCM 관리방안, 한국경영학회 통합학술발표논문집, 809-814.
- 전용희(2017), 사물인터넷(IoT) 보안 모델링에 대한 연구, 한국정보기술학회논문지, 제15집 제12호, 17-27.
- 정윤수(2019), 클라우드 병원 IoT 시스템을 활용한 효율적인 환자 정보 송·수신 기법, 융합정보논문지, 제9권 제4호, 1-7.
- 조성우·원승환·최상희(2014), 자동화 컨테이너 터미널의 하역 시스템에 따른 경제성 비교, 한국항만경제학회지, 제30집 제3호, 121-140.
- 주종혁(2019), 사물인터넷 환경에서 Supply Chain Management 전략에 관한 연구, 청주대학교산업과학연구소, 産業科學研究, 1-5.
- 최혁준·정현재(2017), 스마트 물류 동향 및 평택항 IoT 적용방안, e-비즈니스연구, 제18권 제6호, 145-158.

- 최형림(2015), IOT기술과 물류혁신, 한국지능정보시스템학회 춘계학술대회논문집, 1-16.
- 정보통신기술진흥센터(2014), 사물인터넷 R&D추진 계획
- 해양한국(2015), 특집기획 Smart Logis 2015-IoT와 물류
- BDI(2014), 사물인터넷(IoT)시대 도래와 부산의 대응, BDI정책포커스 제257호, 1-12.
- IDC(2019), Worldwide Internet of Things Spending Guide
- KMI(2018), KMI 동향분석, VOL 98
- KT 경제경영연구소(2014), IOT시대의 기회와 전략 방향
- Saaty · Kearns(1985), Analytical planning: The Organization of Systems, Pergamon Press, Oxford.
- Saaty, T.L(1996), The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh

컨테이너 터미널 사물인터넷(IoT) 적용가능성에 관한 연구

전상현 · 강달원 · 민세홍 · 김시현

국문요약

IoT는 다양한 산업에서 적용되고 있으며, 전 세계적으로 IT산업을 이끌어갈 미래기술로 주목 받고 있다. 스마트 도시를 필두로 공공서비스 분야, 의료 산업 분야, 자동차 산업 분야 등이 대표적이다. IT 기술을 기반으로 발전하고 있는 물류산업에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상되지만 컨테이너 터미널에서의 IoT기술의 도입은 제한적으로 발전하고 있으며, 기존 선행연구를 검토한 결과 컨테이너 터미널을 대상으로 IoT 기술의 적용에 관한 연구는 미비한 실정이다

본 연구에서는 컨테이너 터미널에 IoT 적용가능성을 ANP 분석을 통하여 실질적으로 IoT의 적용가능 분야 및 방안을 도출하기 위해 ANP 분석을 실시하였으며, 분석결과 컨테이너 터미널에서의 IoT 적용분야는 운영시스템(26.7%), 안전/환경/보안시스템(26.4%), 장비/정비시스템(25.3%), 시설유지/보수시스템(21.6%)순으로 분석되었다.

IoT기술은 컨테이너 터미널에서 특정 분야에 집중되는 기술이 아니기 때문에 컨테이너 터미널에 IoT 기술의 적용 시 적용분야나 평가기준의 중요도도 중요하지만 거시적 관점에서의 컨테이너 터미널 구성 요소에 적용할 때 각 시스템간의 연계성 측면이나 효율성 측면을 고려해서 전사적인 시스템 구축하는 것이 더욱 바람직한 것으로 판단된다.

주제어: 컨테이너터미널, 유비쿼터스, 사물인터넷, 적용가능성, ANP분석

