

사물인터넷 인력수요 구조에 대한 분석과 전망

정순기¹, 안종창^{2*}

¹한국고용정보원 인력수급전망팀, ²한양대학교 정보시스템학과

An Analysis and Prospect for Manpower Demand of Internet of Things

Soon-Ki Jeong¹, Jong-Chang Ahn^{2*}

¹Employment Forecasting Team, Korea Employment Information Service

²Department of Information Systems, Hanyang University

요약 본 연구는 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술 인력수요 구조의 분석과 전망을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 “사물인터넷 산업 실태조사(2015~2019)” 자료를 기반으로 “고용보험” 데이터를 비교를 통해 2029년까지 IoT 산업 및 직업별 인력 수요 전망 결과를 도출한다. IoT 인력수요 생태계는 크게 디바이스(HW) 산업과 서비스(SW) 산업으로 분류할 수 있다. 전망기간 중 IoT 플랫폼과 IoT 서비스 산업의 SW 직종을 중심으로 고용이 창출될 것으로 예상된다. 반면에 IoT 디바이스와 IoT 네트워크 산업 등 HW 관련 산업은 비중과 고용이 정체 혹은 감소할 것으로 전망된다. IoT 서비스 산업에서는 IoT 관련 응용 서비스와 각 산업에 적용되는 IoT를 제어하고 응용 서비스 개발을 위한 SW 인력이 다수 필요하다. HW를 개발할 때에도 적용을 위한 SW 인력이 필수적으로 필요하여 SW 관련 직종에서 지속적으로 고용이 창출될 것으로 전망된다. IoT 기술의 확산은 저전력화, 보안 이슈와 연계되어 산업을 세분화시키고 있다. 또한 데이터 활용과 분석 등 데이터를 산업에 접목시킬 수 있는 능력, SW 적용 및 해당산업 내 전문기술을 융합할 수 있는 능력 등 전문적인 직무 능력을 갖춘 숙련인력 양성을 필요로 한다.

Abstract This study's purpose is to analyze and examine the prospects for the structure of Internet of Things (IoT) technology manpower demand. This study derives prospective results for each industry's and job's manpower demand by 2029 through a comparison with “employment insurance” data based on an “IoT industry factual survey for 2015 to 2019”. The ecology of IoT manpower demand can be mainly divided into the device, or hardware (HW), industry and the service, or software (SW), industry. Employment centering on the IoT platform and SW jobs in the IoT service industry can be created during the prospective period. The IoT service industry needs a lot of SW personnel to monitor the IoT for the applications related to IoT services in each industry, and to develop more application services. Employment related to SW can be persistently created because SW manpower must be applied even when developing HW. The popularity of IoT technology is connected to low electrical power, security issues, and different segments of industry. In addition, it is necessary to cultivate skilled manpower with specialized job performance, including the ability to connect data to industry (e.g., data utilization and analysis), the ability to apply SW, and to merge professional technology with each industry.

Keywords : Employment, Internet of Things, IoT Device, IoT Service, IoT Platform, IoT Network, Manpower Demand

본 연구는 정순기, “사물인터넷(IoT) 수요전망(2019-2029)”, 한국고용정보원, 기본연구2020-058, 2021(참고문헌 [15])를 수정 보완함, “이 논문은 한양대학교 교내연구지원사업으로 연구되었음 (HY-20210000003491)”

*Corresponding Author : Jong-Chang Ahn(Hanyang Univ.)

email: ajchang@hanyang.ac.kr

Received August 17, 2022

Revised September 20, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

1. 서론

사물인터넷(IoT: Internet of Things, 이하 IoT)의 세계 시장 규모는 2018년 7,255억 달러로 전년 대비 14.9% 성장했으며, 2016~2022년 연평균 12.8% 성장하면서 1조 1,933억 달러에 이를 것으로 전망된다. 2018년 기준 서비스 시장이 2,272억 달러로 전체 시장의 31.3%를 차지하고 있으며, 하드웨어(HW) 시장이 2,157억 달러로 29.7%, 소프트웨어(SW) 시장이 1,726억 달러로 23.8%, 커넥티비티(connectivity) 시장이 1,100억 달러로 13.5%를 차지하고 있다[1]. SW와 서비스 및 HW 모두 고르게 성장세에 있고, 서비스, SW 영역의 성장률이 보다 높다 [1]. 국내 IoT 시장은 2022년까지 연평균 29.1%의 고성장세를 유지할 것으로 전망되며, 2022년에는 22조 원을 상회할 것으로 전망되고 있다[2].

IoT 관련 시장은 서비스(C), 플랫폼(P), 네트워크(N), 제품기기(D)별로 구분할 수 있다. 과학기술정보통신부에서는 2015년부터 국가통계로 승인된 이후 “사물인터넷 실태조사” 결과를 매년 발표하고 있다[3]. 2019년 사물인터넷 관련 매출액은 10조 원을 넘어 10조 9,379억 원을 기록했다. 이는 전년(9조 4,149억 원) 대비 16.2% 증가한 수치로, 세계 전망 수치 12.8%보다는 높게 나타났으며 국내 기관에서 전망한 29.1%보다는 낮은 수치이다. 시장 규모 전망 수치는 기관마다 다소 차이가 있으나 빠르게 성장하고 있는 시장인 것은 분명하다. 2019년 IoT 전체 매출에서 제품기기 산업이 4조 4,796억 원으로 가장 높은 비중을 차지하고, 그다음으로 서비스, 네트워크, 플랫폼 순으로 조사되었다. IoT를 영위하고 있는 사업체 수는 2,313개사로 조사되었는데 IoT 서비스 산업의 사업체 비중이 53%로 가장 높고, 다음으로 제품기기, 플랫폼, 네트워크 순이다[3].

2015년부터 2019년까지 IoT 산업별로 매출액 비중 추이를 살펴보면[3], IoT 서비스 산업의 매출액 비중이 증가하고 있어 IoT를 사업화하기 위한 다양한 시도가 이루어지고 있음을 시사하고 있다. IoT 네트워크 산업은 매출액 비중이 감소하고 있는데 2015년에 인프라 투자가 집중적으로 이루어진 이후 인프라가 안정화 단계에 들어섰다고 판단할 수 있다. IoT 서비스 시장은 2016년 이후 2018년까지 큰 상승 폭으로 증가하다가 2019년 이후에 성장이 다소 정체되고 있는 것으로 보인다. 2019년 기준으로 서비스 전체 매출액이 2조 8,680억 원을 기록했고, 2018년도에 약 9,000억 원이 늘어 가장 큰 상승 폭을 보였다[3].

이러한 IoT 시장과 동향 속에서, 본 연구는 4차 산업 혁명[4]의 주요 인프라 기술인 IoT 기술 인력수요 구조의 분석과 전망을 하고자 한다. 이를 위해 “사물인터넷 산업 실태조사(2015~2019)” 자료[3]를 기반으로 “고용보험” 데이터[5]와의 비교를 통해 2029년까지의 IoT 산업 및 직무별 인력 수요 전망 결과를 도출하고자 한다.

2장에서는 IoT 인력수요 구조 변화에 대해 살펴보고, 3장에서는 이 연구의 구체적인 방법을 제시하며, 4장에서는 IoT의 산업별, 직업별, 숙련별 인력수요를 도출한다. 5장에서는 본 연구의 시사점을 바탕으로 선결과제와 제언을 하게 된다. 마지막으로 본 연구의 한계점을 포함한 결론을 제시한다.

2. IoT 인력수요 구조 변화

Table 1처럼 IoT 생태계 내 참여자의 가치사슬 구조는 칩 생산 업체, 모듈 및 단말 제조업체, 플랫폼 업체, 솔루션 업체, 네트워크 업체 및 최종 서비스 제공 업체 등으로 크게 디바이스 제품군과 서비스 제품군으로 구분된다[6]. HW를 생산하는 제조업에서는 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업이 있고, SW 영역에서는 정보통신업 부문에서 출판업, 우편 및 통신업, 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업이 있다[3].

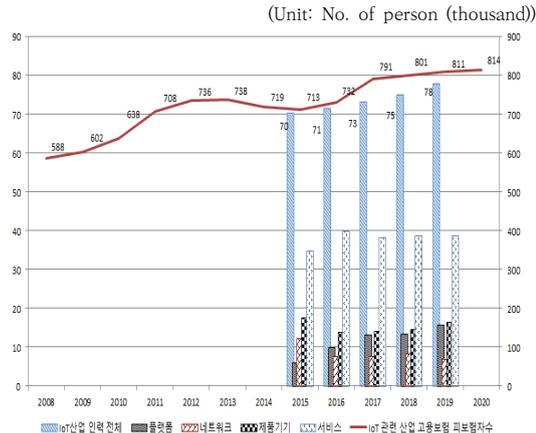
Table 1. Value chain of IoT

	Device			Service		
	Semicond uctor chip	Telec. module	Device business	Platform	Telecom unication	Service
Type	- Wireless transmission/reception chip - Sensor/MCU	- IoT module	- Various IoT devices	- IoT platform SW - IoT total management solution	- Wire/Wireless network	- Specialized IoT service

Source: Korea Institute for Industrial Economics & Trade (KIET) [6]

IoT와 연관성이 높은 관련 산업을 기준으로 「고용보험」[5]과 IoT 산업 인력 현황[3]을 비교하고자 한다. 「고용보험」 피보험자 수 증가 추이와 IoT 산업 인력 증가 추이가 동조를 보이고 있다. 비교 가능한 2015년부터 2019년까지의 추이를 비교해 보면, IoT 관련 산업 종사자 중 약 10%가 IoT 산업 인력일 것으로 추정된다. IoT

산업 중 플랫폼 산업 관련 인력이 지속적 증가세를 보이고 있고, 네트워크 관련 인력은 하향 추이를 보이고 있다. 반면에 IoT 서비스와 IoT 제품기기 인력 수요는 정체하고 있어 IoT 산업이 본격적으로 확산되려면 다소 시간이 필요할 것으로 보인다.



Source: Employment insurance (2008~2020)[6], Ministry of Science and ICT [3]

Fig. 1. The comparison between the number of 「Employment insurance」 insured of IoT-related industry and the manpower status trend of IoT industry

「사물인터넷 산업 실태조사」[3]의 IoT 산업의 인력수요 구조 변화를 살펴보면 IoT 플랫폼 산업의 비중이 높아지고 있다. 플랫폼 투자가 많을뿐더러 아직 표준화된 플랫폼이 없는 시장 상황 때문에 시장을 선점하기 위한 투자가 활발한 것으로 판단된다. 한편 IoT 네트워크 산업의 경우 종사자 규모와 비중이 감소하고 있는데 포화 상태에 이른 통신시장과 같이 감소 추이를 보이고 있다. 디바이스 개발 측면에서 보면 통신 기능이 하나의 칩으로 모듈화해서 제공되고 있기 때문에 통신 개발 인력보다는 디바이스 개발 인력 비중이 높은 것으로 보인다. Fig. 1은 이러한 비교 결과를 보여주고 있다.

IoT 산업 종사 인력의 개발인력 충원계획 대비 변동 추이를 살펴보면[3], IoT 산업의 추이와 동조를 보이고 있다. 전년 대비 실질 인력 증가율이 시간이 흐를수록 상승추세에 있음을 확인할 수 있다. IoT 플랫폼 산업에서 개발인력 대비 실질인력 증가가 더 뚜렷한 것으로 조사되었다. 2019년 이후 IoT 플랫폼 투자가 시장에서 증가하고 있는 것으로 판단된다. 한편 IoT 네트워크 산업에서는 감소 추이가 뚜렷이 확인된다. 네트워크 개발인력

채용 계획은 지속적으로 음(-)의 추이였다가 2019년 잠깐 반등했는데 실질인력은 감소세로 전환하였다. IoT 네트워크 산업에서 큰 폭의 성장은 기대하기 어려울 것으로 보인다. IoT 디바이스 산업에서는 증가 추이가 뚜렷해 보인다. 2016년에 전년 대비 감소했던 추이는 2017년 이후 충원계획과 실질인력 모두 증가세를 보여주었다. IoT 투자가 활발하게 이루어지고 있음을 유추할 수 있다. IoT 서비스 산업에서는 등락을 거듭하고 있다. 2016년에 전년 대비 감소였던 추이는 2017년 이후 충원인력 계획과 실질인력 채용이 감소세였다가 2018년 들어 증가세로 전환하였으나 최근 다시 감소하였다. 한편 2019년 기준으로 전체 인력은 감소하였으나 개발인력은 증가하고 있어 새로운 시장 발굴을 위한 IoT 서비스 산업에서 최근 투자가 활발하게 이루어지고 있는 것으로 보인다. Table 2는 이러한 IoT 산업의 인력 수요 구조를 보여주고 있다.

Table 2. Structure change of IoT industrial manpower demand

(Unit: No. of person, %)

No. of employees	2015Y	2016Y	2017Y	2018Y	2019Y
Total	70,410	71,462	73,051	75,077	77,734
Employment to GDP Ratio	15.1	12.3	10.1	8.7	7.1
Platform	5,970	10,033	13,127	13,462	15,740
Employment to GDP Ratio	10.0	10.7	11.1	8.8	9.2
Portion of employed person	8.5	14.0	18.0	17.9	20.2
Network	12,156	7,542	7,605	8,191	6,956
Employment to GDP Ratio	9.9	7.1	6.2	5.3	3.7
Portion of employed person	17.3	10.6	10.4	10.9	8.9
Product device	17,572	13,976	14,152	14,575	16,398
Employment to GDP Ratio	7.5	4.7	4.3	4.0	3.7
Portion of employed person	25.0	19.6	19.4	19.4	21.1
Service	34,712	39,911	38,167	38,849	38,640
Employment to GDP Ratio	69.0	48.0	24.1	20.9	13.5
Portion of employed person	49.3	55.8	52.2	51.7	49.7

Source: Ministry of Science and ICT [3]

3. 연구의 방법

IoT 수요 생태계를 구성하고 있는 CPND 분류체계에 따라 IoT 관련 산업 종사자의 추이를 추정하기 위해 「고용보험」[5] 데이터를 기반으로 2019년부터 10년간(~2029년) 종사자의 인력수요를 전망하고자 한다. 2015년부터 2019년까지 실측기간 「사물인터넷 산업 실태조사」[3]를 종속변수로 2029년까지의 전망을 수행한다. 인력수요 전망은 IoT 관련 산업에 영향을 주는 독립변수를 바탕으로 결합예측(Forecast Combination) 기법의 전망 방법론[7]을 통해 전망 결과를 도출하고자 한다. 전망은 계량전망 모형[8]과 예측결합기법을 통한 과정을 통해 수행한다. 고용보험의 피보험자수, 각 산업의 GDP, 생산지수, 생산능력지수, 설비투자, 경제활동 인구 추이[9] 등을 독립변수로 하여 예측결합기법으로 「사물인터넷 산업 실태조사」[3] 인력수요 추정치를 2029년까지 도출한다.

분석에는 통계청 국가통계포털(www.kosis.kr), 한국은행(www.bok.or.kr) 등 통계작성기관의 공식통계와 산업연구원 등 산업별 부가가치 데이터[10]를 이용하여 전망을 한다. IoT 부문 인력수요 현황 통계(2015~2019년)는 「사물인터넷 산업 실태조사(2015~2019년)」 통계[3]를 이용한다. 취업자수 관련 추이는 통계청의 경제활동 인구조사(소분류)와 고용보험 행정통계(세세분류)를 바탕으로 작성한다. 고용전망은 경제활동인구조사[9], 한국은행 경제통계, 고용보험 DB[5], 산업연구원의 부가가치 전망[10] 등의 다양한 자료를 이용하여 분석한다.

내생변수에는 사물인터넷 산업 실태조사, 외생변수는 고용보험 피보험자수, ICT 산업 소분류별 경제활동 취업자 수 추이, 산업 중분류별 GDP, 산업 중분류별 실질부가가치, 산업 중분류별 실질총생산, 산업 중분류별 생산지표(생산지수, 생산능력지수, 설비투자지수)를 활용한다.

시계열 모형은 어떤 변수의 과거 값이 통계적으로 어떠한 관계가 있는지를 수식으로 표현한 것이다. 인력수요 추정을 위한 시계열 계량모형은 벡터자기회귀(VAR: Vector Autoregression, 이하 VAR) 모형 혹은 VECM(Vector Error Correction Model, 이하 VECM)을 이용한다[8]. VAR 모형은 경제이론을 배제한 상태에서 모형만으로 변수간 관계를 설명할 수 있다는 점에서 자주 활용되고 있지만 시계열 안정화를 위해 차분하는 과정 중 시계열 본래의 고유정보를 상실하는 단점이 있다. 또한 경제 구조적 변화가 있을 경우 VAR는 적합하지 않다고 알려져 있다[11]. 이러한 단점을 보완하기 위한 모형으로 VECM 모형이 활용된다. VECM 모형은 불안정한

시계열이 공적분 관계를 갖게 될 경우 장기적 균형관계와 단기적 동적구조를 동시에 고려하며 분석할 수 있다는 장점이 있다[12].

개별적으로는 단위근을 갖는 불안정 시계열이지만 선형결합이 존재할 경우를 공적분 관계라고 한다. 공적분 검정의 대표적 방법으로는 Johansen 검정[13]을 활용한다. 공적분 검정은 Johansen 검정을 통해 시계열의 장기적 안정관계를 확인하고 VAR와 VECM을 선택하는데, Johansen 검정 과정 중 rank가 0이 되면 공적분 관계가 성립하지 않는 반면 full-rank일 경우 모든 변수가 장기 균형관계를 포함하고 있다고 판단하며 장기균형관계식을 포함한 VECM을 활용하여 전망한다[12].

VAR(p) 혹은 VECM을 이용하여 내생적으로 결정된 IoT 관련 산업별 인력수요 예측치를 각각 산출한다. VAR(p) 시계열 모형은 Eq. (1)과 같다.

$$y_t = c + A_1y_{t-1} + A_2y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + \epsilon_t \quad (1)$$

c: constant vector

Aj: estimated coefficient vector

ϵ_t : error term vector

VECM은 다음과 같다. y_t 는 t시점의 고용 수준과 실질 GDP로 구성된 다차원 열벡터로 y_t 가 단위근 시계열인 VAR에서 r개의 공적분 관계가 존재하면 VECM으로 Eq. (2)로 표현될 수 있다.

$$\Delta y_t = \alpha(\beta y_{t-1} + \mu + \rho t) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \gamma + \pi t + \epsilon_t \quad (2)$$

인력수요 전망을 위해 공적분 관계 유무에 따라 VAR 혹은 VECM이 활용된다. 인력 수요 전망을 위해 인력수요 변동과 거시경제 변수가 공적분 관계를 갖는다고 검증되면 VECM을 활용하고 그렇지 않으면 VAR를 예측모형으로 선택하게 된다.

인력 수요 예측은 단일 계량모형을 통해 구한 인력 수요결과를 보완하기 위하여 결합예측을 사용한다. Timmermann [7]은 결합예측 기법의 여러 연구방법론을 정리하였다. 그의 연구에서는 특정 모형만을 기반으로 한 예측치보다 여러 모형에서 도출된 예측치들의 가중 평균치로 구한 결합예측이 더 나은 예측성적을 보인다고 밝히고 있다. 결합예측 기법은 단일한 전망기법에 비해 1) 보다 작은 기대치 에러를 기대할 수 있고, 2) 제도변화나 기술의 발전과 같은 안정적이지 않은 구조적 변화에 대해 적절히 대응할 수 있고, 3) 단일한 전망기법이 알려지지 않은 형태의 편이(bias)로 인한 잘못된 추정

을 예방할 수 있다.

한국고용정보원에서는 산업별로 인력수급전망[14]을 수행하고 있는데, 이시균 외[12]는 예측결합기법을 통해 중장기 인력수요전망 모형을 개선한 바 있다. 예측결합 기법은 여러 개의 개별 예측치를 가중 평균하여 예측치를 구하는 것으로 Eq. (3)과 같이 표현된다.

$$\bar{F}_{t+h}^Q = \sum_{i=1}^n \omega \bar{F}_{i,t+h}^Q \quad (3)$$

$\bar{F}_{i,t+h}^Q$: Forecast value acquired from using *i*th information variable

ω : Weight endowed to *i*th forecast value

\bar{F}_{t+h}^Q : Forecast combination value

계량모형에서 내생적으로 결정된 취업계수는 산업별 GDP 기반 VAR/VECM에서 도출된 인력 수요, 부가가치 기반 VAR/VECM에서 도출된 인력 수요, 총산출 기반 VAR/VECM에서 도출된 인력 수요이다. 총산출은 부가가치와 중간투입의 합계이다[12]. 기술이 발전할수록 생산성은 향상되며 향상된 생산성은 산업 인력수요 구조에 영향을 미친다. 기업들은 더욱 큰 부가가치를 창출하기 위해 기술투자를 수행한다. 일반적으로 기술 발전에 의해 부가가치 향상이 이루어지며 부가가치 향상은 기술 발전을 가능할 수 있는 간접 척도로 생각할 수 있다.

이후 전문가 의견을 반영한 예측치 보정 등 인력 수요 예측치를 구하고, 소프트웨어 개발 및 공급, 컴퓨터프로그래밍, 정보서비스 부문의 기술특성을 반영하여 각 모형별 가중치를 부여한다. 2010~20년대는 우리나라 산업구조 변화와 인구구조 변화가 진행되는 기간으로 선형 모형인 VAR는 구조변화가 진행되는 기간의 변화를 반영하는데 한계가 있으므로 전망치에 조정이 필요하다. 고용 관련 전문가 의견을 반영하여 모형별 취업계수 예측치에 미세조정과 가중치 등을 부여한다[15].

4. IoT 인력수요 전망

4.1 IoT 산업별 인력수요

IoT에서 비중이 확대될 것으로 예상되는 산업은 IoT 플랫폼 산업과 IoT 서비스 산업이다. 2019년 기준 6.9%에 달하는 IoT 플랫폼 산업은 2029년 들어 8.0%까지 확대가 예상된다. 2019년 27.5%의 비중을 차지하고 있는 IoT 서비스 산업은 2029년 33.4%까지 확대될 것으로

보인다. 한편 IoT 네트워크 산업과 IoT 디바이스 산업은 비중이 축소될 것으로 예상되는데, 2019년 19.2%의 비중을 차지하고 있는 IoT 네트워크 산업은 2029년 16.7%까지 비중이 축소될 것으로 예상된다. 2019년 46.4%로 가장 높은 비중을 차지하고 있는 IoT 디바이스 산업은 2029년 41.9%까지 축소될 것으로 예상된다. IoT 산업의 고용구조(인력 수요 비중) 변화는 HW 인력에서 SW 인력 중심으로 지속적으로 변화할 것임을 나타내고 있다. Fig. 2는 IoT의 네 가지 산업 분류의 고용구조 변화를 보여주고 있다[15].

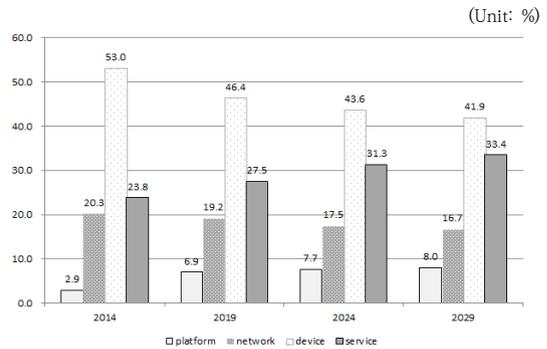


Fig. 2. The change of employment structure for each IoT industry (Revised from [15])

IoT 산업 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 산업은 IoT 서비스 산업이다. 전망기간 IoT 플랫폼 산업과 IoT 서비스 산업의 SW 직종을 중심으로 고용이 창출될 것으로 예상된다. 그러나 IoT 디바이스 산업과 IoT 네트워크 산업 등 HW 관련 산업은 비중과 고용이 정체 또는 감소될 것으로 전망된다. IoT 산업 전체 취업자는 2019년 약 7만 8천 명에서 2029년 96천 명으로 연평균 2.1% 증가할 것으로 예상된다. 2019~2029년 IoT 서비스 산업이 연평균 3.1% 성장하여 가장 높은 성장률을 기록하고, IoT 플랫폼 산업이 2.5% 성장할 것으로 예상된다. 그러나 IoT 네트워크 산업과 IoT 디바이스 산업은 0.3% 감소, 0.1% 증가로 감소 또는 정체될 것으로 보인다. Table 3은 IoT의 네 가지 산업 분류별 취업자 수, 증감수, 증가/감소률을 보여준다.

IoT 플랫폼 산업은 취업자가 2019년 15.7천 명에서 2029년에는 4.5천 명 증가하여 20천 명을 넘을 것으로 예상된다. IoT 플랫폼 산업에서는 산업 및 응용서비스를 바탕으로 표준화를 선점하기 위한 경쟁이 각축 중이다. 4차 산업혁명[4] 진행 중 클라우드 등 인프라 대상 투자와 AI, 증강현실 등 디지털 트랜스포메이션과 관련한 다양한 투자가 이루어지며 고용 전망이 밝을 것으로 예상된다.

Table 3. Prospect result of number of employed person for each IoT industry
(Unit: No. of person (thousand), %)

Industry	Number of employed person				Increase or decrease of employed person				Increasing rate of employed person (annual average)			
	2014Y	2019Y	2024Y	2029Y	2014~2019	2019~2024	2024~2029	2019~2029	2014~2019	2019~2024	2024~2029	2019~2029
Total	70.3	77.7	88.7	96.0	7.5	11.0	7.4	18.3	2.0	2.7	1.6	2.1
Platform	5.9	15.7	18.6	20.2	9.8	2.8	1.6	4.5	21.6	3.3	1.7	2.5
Network	12.6	7.0	6.8	6.8	-5.7	-0.2	-0.0	-0.2	-11.3	-0.5	0.0	-0.3
Device	17.9	16.4	16.5	16.6	-1.5	0.1	0.1	0.2	-1.8	0.1	0.1	0.1
Service	33.8	38.6	46.9	52.5	4.9	8.3	5.6	13.9	2.7	3.9	2.3	3.1

*The 2014 year was estimated under assumption that the portion of the number of employed people in 2015 was maintained as the portion in 2014. (Revised from [15])

IoT 네트워크 산업은 2019년 7천 명에서 2029년 6.8천 명으로 감소할 것으로 전망된다. 모태산업이라고 할 수 있는 통신 산업이 포화상태에 이르렀고 통신 기능은 디바이스 제품에 원칩화하여 내장(IoT 제품을 개발하기 위해 별도의 네트워크 개발자가 필요한 것이 아니라 IoT 칩을 구매하면 통신 기능 등은 이미 내장되어 있어 해당 기능을 활용하여 적용 개발하기만 하면 됨)되고 있는 추세로, 고용이 큰 폭으로 성장하기는 어려울 것으로 예상된다.

IoT 디바이스 산업은 2019년 16.4천 명에서 2029년 16.6천 명으로 현재의 고용구조를 유지할 것으로 보인다. 전망 기간(2019~2029년) IoT 디바이스 산업이 정체되고 있는 것처럼 보이는 것은 IoT 디바이스 산업의 고용이 줄어들었다기보다는 디바이스 구현을 IoT 플랫폼 산업에서 같이 구현해야 하기 때문으로 풀이된다.

IoT 서비스 산업에서는 2019년 38.6천 명에서 2029년 52.5천 명으로 고용인원이 증가할 것으로 전망된다. IoT 관련 응용 서비스와 각 산업에 적용되는 IoT를 제어하고 응용 서비스 개발을 위한 SW 인력이 다수 필요하다. HW를 개발할 때에도 SW 인력이 필수적이기 때문에 SW 개발 및 활용을 위한 IoT 서비스 산업에서 고용이 지속적으로 생성될 것으로 예상된다.

4.2 IoT 직업별 인력수요

IoT 관련 직업별 전망 수치를 「고용보험」 DB[5]와 연계해 한국표준직업분류(7차)에 따라 매칭하였다. IoT 전 산업을 통틀어 2019년 기준으로 직업별 비중이 가장 높은 영역은 개발 인력(69.1%)이고 기획 및 마케팅 인력

(17.1%), 경영 회계 등 지원 인력(13.7%) 순이다. 개발 직업 중 HW 개발과 관련해서는 컴퓨터 하드웨어 기술자 및 연구원이고 SW 개발과 관련해서는 응용 소프트웨어 개발자, 컴퓨터 시스템 전문가, 데이터 전문가이다. 기획/마케팅과 관련이 있는 직업은 기획 및 마케팅 사무원이다. 지원과 관련이 있는 직업은 회계 사무원, 경리 사무원이다. Table 4는 IoT 관련 직업별 취업자 수, 증감, 증감률과 전망치를 보여준다.

Table 4. Prospect for number of employed person for each IoT-related job
(Unit: No. of person (thousand), %)

Industry	Code (sub class)	Job	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(%)			
			2009	2014	2019	2024	2009-14	14-19	19-24	24-29	09-14	14-19	19-24	24-29
HW	2211	Computer hardware technician and researcher	86	76	65	-2	1	-1	-1	-1	-5.0	1.8	-2.8	2.1
SW	2223	Application software developer	72	150	151	175	189	78	1	24	14	38	15.8	23.0
Platform	2221	Expert of computer system	17	14	25	27	29	-3	10	2	2	5	-3.5	11.1
	2231	Data expert	7	12	15	16	-	5	2	2	4	-	10.6	7.3
Planning / Marketing	3121	Office of planning and marketing	528	600	668	698	725	68	30	27	56	2.6	2.2	
Supporting personnel	3131	Accounting office	157	223	272	282	287	49	9	5	15	7.3	4.1	
	3132	Bookkeeper clerk	432	530	556	567	568	26	11	2	13	4.2	1.0	

Data source: Statistics Korea [9], Korea Employment Information Service (KEIS)[14]; Revised from [15]

IoT 플랫폼 산업 중 개발인력은 실측기간(2014~2019년) 중 연평균 20.3% 증가를 기록하였다. 전망 기간 중 지속적으로 증가하여 2029년에는 1.2천 명이 더 증가하여

14.7천 명에 이를 것으로 예상된다. 기획 및 마케팅 인력은 전망 기간 중 0.5천 명의 고용을 창출해 2029년에는 취업자 규모가 2.5천 명에 이를 것으로 전망된다. 경영 회계 등 지원 인력은 전망기간 중 연평균 2.8%의 가장 높은 성장률을 기록해 2029년에는 3천 명 규모에 이를 것으로 예상된다. Table 5는 이러한 취업자 수, 증감, 증감률과 전망치를 제시하고 있다.

Table 5. Prospect for number of employed person for each IoT platform job
(Unit: No. of person (thousand), %)

Job	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(annual average)			
	2014 Y	2019 Y	2024 Y	2029 Y	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029
Platform (Total)	5.9	15.7	18.6	20.2	9.8	2.8	1.6	4.5	21.6	3.3	1.7	2.5
Development personnel	4.6	11.5	13.5	14.7	7.0	2.0	1.2	3.2	20.3	3.2	1.7	2.5
Planning/Marketing personnel	0.7	1.9	2.3	2.5	1.2	0.3	0.2	0.5	22.8	3.2	1.7	2.5
Management, accounting, etc. supporting personnel	0.7	2.3	2.8	3.0	1.6	0.5	0.2	0.7	27.8	4.1	1.6	2.8

*The 2014 year was estimated under assumption that the portion of the number of employed people in 2015 was maintained as the portion in 2014. (Revised from [15])

Table 6에서 IoT 네트워크 산업 중 개발인력은 실측 기간(2014~2019년) 중 연평균 8.8% 감소를 기록하였다. 전망 기간 중 감소세는 완화되어 2029년에는 현재 인력보다 약간 감소한 4.2천 명에 이를 것으로 전망된다. 기획 및 마케팅 인력 역시 감소하여 2029년에는 취업자 규모가 현재 수준인 1.9천 명에 이를 것으로 예상된다. 경영 회계 등 지원 인력 역시 전망 기간 중 연평균 0.4% 감소를 기록해 2029년에는 현재 수준인 0.7천 명 규모에 이를 것으로 보인다. 네트워크의 감소세가 뚜렷한 것은 이미 투자된 네트워크를 중심으로 망 투자가 완료된 상황으로 IoT 네트워크 대상 투자가 미진함을 보여주고 있다.

Table 6. Prospect for number of employed person for each IoT network job
(Unit: No. of person (thousand), %)

Job	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(annual average)			
	2014 Y	2019 Y	2024 Y	2029 Y	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029
Network (Total)	12.6	7.0	6.8	6.8	-5.7	-0.2	-0.0	-0.2	-11.3	-0.5	0.0	-0.3
Development personnel	6.8	4.3	4.2	4.2	-2.5	-0.1	0.0	-0.1	-8.8	-0.5	0.0	-0.2
Planning/Marketing personnel	4.5	1.9	1.9	1.9	-2.6	-0.1	0.0	-0.1	-15.6	-0.5	0.0	-0.3
Management, accounting, etc. supporting personnel	1.3	0.7	0.7	0.7	-0.6	0.0	0.0	0.0	-11.6	-0.9	0.0	-0.4

*The 2014 year was estimated under assumption that the portion of the number of employed people in 2015 was maintained as the portion in 2014. (Revised from [15])

Table 7에서 IoT 디바이스 산업 중 개발인력은 실측 기간(2014~2019년) 중 연평균 6.5% 감소를 기록하였다. 전망 기간 중 감소세는 증가세로 전환하여 2029년에는 현재 인력보다 약 0.2천 명 증가한 9.9천 명에 이를 것으로 예상된다. 기획 및 마케팅 인력은 현재의 취업자 규모를 유지하여 2029년에는 취업자 규모가 현재 수준인 3.7천 명에 이를 것으로 전망된다. 경영 회계 등 지원 인력 역시 전망 기간 중 연평균 0.2% 감소를 기록해 2029년에는 현재 수준인 3천 명 규모에 이를 것으로 예상된다. IoT 디바이스 산업의 고용 창출 여력이 작은 것은 디바이스 개발이 플랫폼으로 통합 개발되고 있기 때문이기도 하며, 다른 측면으로는 개발 중심이 SW 개발 영역으로 이동되고 있기 때문인 것으로 보인다.

Table 8에서 IoT 서비스 산업 중 개발인력은 실측 기간(2014~2019년) 중 연평균 2.2% 증가를 기록하였다. 전망 기간 중 연평균 3.1% 증가하여 2029년에는 현재 인력보다 약 10천 명이 증가하여 38.5천 명에 이를 것으로 전망된다. 기획 및 마케팅 인력 역시 증가하여 2029년에는 취업자 규모가 7.7천 명에 이를 것으로 예상된다. 경영 회계 등 지원 인력 역시 전망 기간 중 연평균 3.1%의 증가를 기록해 2029년에는 현재보다 1.6천 명이 증가하여 6.3천 명 규모에 이를 것으로 예상된다. IoT 서비스 산업 중 전 직무에 걸쳐 인력 수요 증가가 예상되는 것은 각 산업 영역에서 IoT 융합으로 인한 신규 서비스 개발 및 활용 수요 증가가 예상되는 점에 근거하고 있다.

Table 7. Prospect for number of employed person for each IoT device job

(Unit: No. of person (thousand), %)

Job	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(annual average)			
	2014 Y	2019 Y	2024 Y	2029 Y	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029
Device (Total)	17.9	16.4	16.5	16.6	-1.5	0.1	0.1	0.2	-1.8	0.1	0.1	0.1
Development personnel	13.5	9.7	9.8	9.9	-3.9	0.2	0.0	0.2	-6.5	0.4	0.1	0.2
Planning/Marketing personnel	2.5	3.7	3.7	3.7	1.2	0.0	0.0	0.0	8.4	-0.2	0.2	0.0
Management, accounting, etc. supporting personnel	1.9	3.0	2.9	3.0	1.1	-0.1	0.0	0.0	9.2	-0.6	0.2	-0.2

*The 2014 year was estimated under assumption that the portion of the number of employed people in 2015 was maintained as the portion in 2014. (Revised from [15])

Table 8. Prospect for number of employed person for each IoT service job

(Unit: No. of person (thousand), %)

Job	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(annual average)			
	2014 Y	2019 Y	2024 Y	2029 Y	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029	2014 ~ 2019	2019 ~ 2024	2024 ~ 2029	2019 ~ 2029
Service (Total)	33.8	38.6	46.9	52.5	4.9	8.3	5.6	13.9	2.7	3.9	2.3	3.1
Development personnel	25.3	28.3	34.4	38.5	2.9	6.1	4.1	10.2	2.2	4.0	2.3	3.1
Planning/Marketing personnel	4.3	5.7	6.9	7.7	1.4	1.2	0.8	2.0	5.9	3.8	2.3	3.1
Management, accounting, etc. supporting personnel	4.2	4.7	5.6	6.3	0.5	1.0	0.7	1.6	2.3	3.8	2.3	3.1

*The 2014 year was estimated under assumption that the portion of the number of employed people in 2015 was maintained as the portion in 2014. (Revised from [15])

CPND 관점에서 살펴 본 플랫폼, 네트워크, 디바이스, 서비스 산업의 IoT 인력수요 변화추이를 요약하면 다음과 같다. 정보통신 산업에서 인력수요 증가추이를 살펴보면 전자 산업 등 정보통신 제조업보다는 정보통신 서비스업의 증가 추이가 두드러지고 SW 개발인력의 증가가 정보통신 서비스업 인력수요 증가를 주도하고 있다.

정보통신 산업 인력수요 증가추이와 비슷하게 IoT 인력 수요에서도 HW 인력보다는 SW 인력의 증가추이가 두드러지게 나타난다는 점이다. 산업 구조가 아날로그 산업에서 디지털 산업으로 재편되며 HW를 직접 개발해

야 하던 산업 구조에서 공통 플랫폼을 기반으로 서비스를 개발하는 SW 개발인력에 대한 수요가 더욱 중요해졌기 때문이다.

다른 측면으로는 IoT 직무를 기준으로 살펴보면 개발에 대한 인력수요와 마케팅, 경영관리 등 사무직 영역의 인력수요가 IoT 산업군별로 다른 양상을 보이고 있다는 것이다. IoT 플랫폼 산업과 IoT 서비스 산업에서 개발자 수요와 사무인력이 동시에 증가하고 있고, IoT 네트워크 산업, IoT 디바이스 산업에서는 사무인력이 감소 추이에 있다. 경제적 의미를 살펴보면 IoT 플랫폼과 서비스 산업을 중심으로 투자가 활발하게 이루어지고 있으며 디바이스, 네트워크 산업에서의 사무인력 증가가 저조한 것은 아직 IoT 시장이 초기상태에 머물러 있음을 의미한다.

4.3 IoT 숙련별 인력수요

기술의 변화는 산업의 구조변화를 야기하고 산업의 구조변화는 고용구조에 영향을 미친다. 기술 수요구조가 변할수록 숙련 수요도 변화한다. 산업 내 데이터를 수집하는 IoT 디바이스들이 증가하며 데이터는 산업 내 기술과 융합과정을 거치게 된다. 이러한 과정에서 신규 플랫폼과 신규 서비스가 창출되는 과정에서 데이터를 다룰 수 있는 산업 내 숙련 인력들이 필요하게 된다. 예를 들면, 철강 산업의 경우 고로의 온도 상태, 색깔 등을 통해 철의 제련 상태를 예상하는 인력이 숙련 인력이지만, 이들이 은퇴 후 경험치를 통한 숙련기술을 전수하는 것이 쉽지 않다. IoT를 기반으로 한 데이터가 대안이 될 수 있는데 새로운 기술 환경에서는 데이터를 잘 분석하고 산업 내 지식과 융합을 잘하는 것이 새로운 숙련 기준이 될 수 있다.

숙련(Skills) 수준별로 살펴봤을 때 가장 많은 고숙련 직을 필요로 하는 산업은 IoT 플랫폼 산업과 IoT 서비스 산업이다. 다른 산업과 마찬가지로 IoT 산업도 고부가치 플랫폼 및 서비스를 제공하기 위한 인력이 많이 필요하기 때문이다. IoT 플랫폼 산업은 숙련의 전 수준에 걸쳐 증가세가 이어지고 있다. 시장 확산에 따라 더 많은 기술 인력을 필요로 하기 때문인 것으로 보인다. 플랫폼 산업은 시장 초창기로 투자 단계임을 시사하며 시장이 성숙할수록 더 많은 중급, 고급 인력을 필요로 할 것으로 보인다. IoT 서비스 산업은 서비스 고도화에 따른 중급 이상의 고숙련은 증가하고 초급의 저숙련직은 감소할 것으로 보인다. 한편, 네트워크, 제품기기 산업은 감소 경향이 뚜렷한 가운데 초급 인력의 감소세가 가장 두드러지고 있어서, 개발 직무가 점차 고도화 되고 있고 고숙련직

에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 이러한 사항은 Table 9를 통해 확인할 수 있다.

Table 9. The status for number of employed person for each IoT industry's skills level
(Unit: No. of person (thousand), %)

Classification	Skills level	Number of employed person		Period increase/decrease		Increasing rate(annual average)	
		2015Y	2019Y	2015~2019		2015~2019	
Platform	Beginning	2.3	5.2	2.8		21.8	
	Intermediate	1.3	3.7	2.4		29.8	
	Advanced	0.9	2.6	1.7		29.2	
Network	Beginning	3.0	1.2	- 1.8		-20.2	
	Intermediate	2.1	1.7	- 0.4		-5.6	
	Advanced	1.4	1.4	- 0.0		-0.3	
Product device	Beginning	5.4	2.5	- 2.9		-17.6	
	Intermediate	4.0	3.4	- 0.6		-4.2	
	Advanced	3.7	3.7	- 0.0		-0.1	
Service	Beginning	12.6	8.3	- 4.3		-9.9	
	Intermediate	7.7	11.9	4.1		11.3	
	Advanced	5.7	8.1	2.4		9.0	

Source: Ministry of Science and ICT [3]; Revised from [15]

기술이 발전하고 시장이 성숙할수록 더 많은 숙련 수요를 필요로 한다. 정형화된 업무의 저숙련직보다 비정형화한 업무를 수행하는 고숙련직은 증가하는 경향이 강하다. 기술의 고도화는 더욱 높은 수준의 기술 지식을 필요로 하기 때문이다. IoT 산업 개발자 중 초급자에 대한 인력수요는 감소하고 중급자, 고급자의 인력수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. Table 10은 개발인력 숙련 수준별 취업자 수에 대한 전망과 증감률을 보여주고 있다.

Table 10. Prospect for number of employed person for each development personnel's skills level
(Unit: No. of person (thousand), %)

Skills level	Number of employed person				Period increase/decrease				Increasing rate(annual average)			
	2015Y	2019Y	2024Y	2029Y	2015~2019	2019~2024	2024~2029	2019~2029	2015~2019	2019~2024	2024~2029	2019~2029
Development personnel (total)	50.4	53.8	56.0	58.2	3.3	2.2	2.3	4.5	1.6	0.8	0.4	0.8
Beginning	23.4	17.2	15.2	13.8	6.2	2.0	-1.4	-3.4	-7.4	-2.4	-1.9	-2.1
Intermediate	15.2	20.7	22.8	24.7	5.5	2.1	1.9	4.0	8.0	2.0	1.6	1.8
Advanced	11.9	15.9	17.9	19.7	4.0	2.0	1.8	3.8	7.6	2.4	1.9	2.2

Source: Revised from [15]

5. 선결과제 및 제언

AI 기반 디지털 경제에서 급변하는 기술 및 산업생태계에서의 경쟁력을 확보하기 위해서는 데이터 기반 경제 요건을 갖추어야 한다. 데이터 기반 경제란 데이터를 수집하는 것도 중요하지만 수집된 데이터를 분석하고 각 산업 내 지식과 융합하는 것이 더욱 중요하다. IoT는 데이터 기반 경제를 앞당기는 첨병역할을 하는 기술로서 중요하다.

앞으로의 산업구조는 쌓이는 데이터를 얼마나 효율적으로 분석하여 각 산업의 기술과 융합 발전시키는지가 새로운 경쟁력이 될 전망이다. 새로운 서비스를 잘 융합시키려면 각 산업별로 SW 경쟁력을 내재화해야 할 필요성이 더욱 중요해 지고 있다. 자동차 산업의 예를 들면, 엔진 등 내연기관을 생산하는 전통적 기계제조에서 친환경, 전기차로 전환이 이루어지며 모빌리티 서비스로 전환이 빠르게 이루어지며 SW 개발인력에 대한 수요가 가파르게 증가하고 있다. 즉, 전통적 제조업에서 제조업의 서비스화가 빠르게 진행되고 있으며 이는 데이터를 기반으로 하는 경제구조로 빠르게 전환되고 있는 것이다.

기초 인프라인 IoT 인프라 조성과 함께 IoT 인력 양성 활성화를 위해서는 여러 제반 여건이 마련되어야만 한다. IoT를 통해 4차 산업혁명 진행 과정 중 지속 가능한 성장을 담보하기 위해 기술-산업-고용 시스템을 안착시키기 위해서는 여러 가지 선결 과제가 있다.

(기술 변화에 따른 고용 향상 기회) IoT는 모든 산업에 걸쳐 혁신을 가속화하는 요소기술이다. IoT를 기반으로 향상된 생산성과 산업 간 융합으로 발생하는 새로운 산업 수요는 개인, 사회와 산업 개별 특성에 최적화된 많은 제품과 서비스를 만들 수 있다. IoT 기술과 산업 융합으로 발생하는 성장수요는 신규 고용을 창출할 수 있다. IoT의 연결이 가속화되어 마중물 역할을 하려면 종합 직무 능력을 갖춘 인재가 필요하다. SW 및 HW를 이해할 수 있는 능력, 해당 산업별 전문지식, 데이터 분석 능력 등 종합적이고도 전문화된 기술 숙련을 요구하고 있다.

(IoT CPND 생태계의 균형 발전) 결과에서 제시되었듯, 고용 증가가 예상되는 산업 영역은 IoT 서비스 산업과 IoT 플랫폼 산업이다. 반면에 IoT 디바이스 산업과 IoT 네트워크 산업은 감소 추이를 보이고 있다. IoT 디바이스 산업(0.1%)과 IoT 네트워크 산업(-0.3%)의 정체와 달리 IoT 서비스 산업(3.1%)과 IoT 플랫폼 산업(2.5%)의 증가가 예상되는 전망 결과는 우리나라 IoT 산업이 다른 산업의 발전과 마찬가지로 응용 측면에서 편

증되어 발전하고 있음을 시사하고 있다. 제조업과 서비스업의 적절한 조화로 산업의 균형 발전과 지속적인 발전을 위해 IoT 디바이스 등 제조업 기반의 성과도 동반되어야 한다.

(산업 간 융합 생태계 단순화와 개방형 생태계 구축)

IoT 생태계를 활성화하기 위해서는 최종 사용자까지 공급되는 체계가 단순화되어야 한다. 현재 IoT 생태계 내 이해관계자는 칩·모듈, 단말, 플랫폼, 솔루션, 서비스 제공 기업 등 복잡한 이해관계가 형성되어 있어 시장 활성화에 제약으로 작용하고 있는 실정이다. 앞으로 기업은 융합 플랫폼을 론칭해 산업 간 융합을 통해 새로운 먹거리 창출을 위해 산업간 신규 융합 서비스 발굴 사례가 더욱 많아질 것으로 예상되며 IoT 플랫폼 및 새로운 서비스 인력이 더욱 부족해 질 것으로 예상된다. 산업 간 융합이 활성화되는 시점에서 융합 플랫폼을 활성화하기 위해서는 구글 안드로이드 같은 개방형 생태계 확산이 더욱 필요하다. 결국 시장은 기술 및 산업의 융합을 넘어서서 정보 제공·활용 측면의 통합 플랫폼을 요구하고 있다. 통합 플랫폼으로 구현되려면 SW와 HW가 유기적으로 연결된 플랫폼으로 작용해야 한다.

(소비자 주도 플랫폼 생태계 전환)

플랫폼이 활성화되어 신규 서비스가 확산되면 새로운 고용을 창출할 수 있다. 플랫폼 경제의 전형적 예시는 아이폰의 iOS와 구글 안드로이드 생태계다. 앱스토어에서 수익을 창출할 수 있는 기반을 제공함으로써 개발자에게는 수익을 제공하고 사용자는 갈수록 진화하는 서비스를 받을 수 있다. 자생적으로 진화하는 플랫폼을 통해 발전하는 방식이 우위에 있음이 확인되고 있다. IoT 생태계는 각 이해관계자의 목적이 상이하고 복잡하기 때문에 자칫 플랫폼 생태계가 안착하지 못할 수도 있다. 결국 시장은 소비자의 편익(benefit)을 증진하는 방향으로 재편될 것이다. 소비자의 공동된 편익 증진을 추구하는 콘텐츠가 만들어지지 않는다면 IoT 생태계는 쉽게 뿌리내리지 못할 것이다. 산업 간 단순 융합을 넘어서서 산업 간 경계를 넘나드는 ‘통합 플랫폼’ 개발 및 활용이 활성화 되어야만 한다.

(제조업 서비스화 경제 시스템으로 변화)

기업 및 국가 등 경제주체는 제조업의 경쟁력 약화를 극복하고 살아남기 위한 방안으로 제조업의 서비스화를 추진하고 있다[16]. 과거 HW만 잘 만들면 팔 수 있었던 환경에서 제품이 제공할 수 있는 새로운 경험과 서비스를 제공해야만 하는 시대가 도래 하였다. 공유경제, 구독경제, 플랫폼경제 같은 키워드는 제조업 관점에서 보면 경제적 측면에서 제조업의 서비스화를 달리 표현하는 단어이다.

제조업의 서비스화를 실현하기 위해서는 제조 공정의 디지털 전환이 필수적이고 IoT의 활용은 필수 불가결한 요소이다. 산업구조가 제조업과 서비스업의 융합을 통해 진화해 가는 과정에서 기술, 트렌드 인식, 업무별 전문 직무 능력 등 융합형 인재를 요구하고 있다. 교육 커리큘럼도 이러한 시류에 맞게 변화되어야 하고 사회 경제 시스템도 탈바꿈해야 할 것이다.

(부품소재 산업 활성화와 융합)

IoT가 확산되려면 부품소재 산업의 활성화가 필연적이다. IoT가 확산될 수 있는 필요조건으로 센서 가격의 하락은 규모의 경제가 성립되어야만 가능하다. 2013년 기준으로 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 센서가 1달러 밑으로 하락 추세를 보이고 있다[16]. 규모의 경제를 달성하려면 주도권 경쟁에서 이겨야 한다. 센서의 가격 하락은 글로벌 업체가 주도하고 있고, 저전력 기술은 전 세계 주요 기업이 주도권을 잡기 위해 각축중이다. 저전력 기술이 담보되어야 산업 환경에서 장시간 작동이 필요한 IoT 기기가 활용될 수 있다. 능동형 IoT 기기에서는 초저전력 기술은 운용시간 확장을 위한 필수 기술이다. 센서 수가 증가함에 따라 대용량 데이터를 중앙집중 방식으로 처리하기에는 전력 소모량이 커지는 단점이 있어서, MCU(Micro-controller Unit)가 내장되면서 데이터 처리, 저장, 자동보정, 자가진단, 의사결정, 통신 등의 기능을 수행하는 스마트센서 중심으로 발전하고 있다[16]. 전 세계에서 우리나라의 센서 생산량은 2017년 기준으로 1.6%에 불과하다[16]. 장시간 사용할 수 있고 가격이 싼 센서를 생산할 수 있는 경쟁력 있는 기업이 많아져야만 IoT 산업이 활성화될 수 있을 것이다.

(보안 생태계 강화)

IoT는 인터넷과 연동된 망이기 때문에 인터넷의 발달과 함께 보안 위험도 커지고 있다. IoT가 발달할수록 보안 산업도 같이 발전해야 한다. IoT 디바이스가 많아질수록, 초연결 네트워크에 가까워질수록 보안 관련 위험은 더욱 커진다. IoT 보안 관련 우려는 전 산업 종사자에게 걸쳐 있다. 보다 안전한 보안 체계 요구에 따라 최근에는 블록체인에 대한 기대가 커지고 있다. 블록체인이 어느 시점에 연착륙할지 알 수 없으나 보안 이슈 없이 산업 내 활용할 수 있다는 인식이 확산될 시점에서 IoT는 전 산업에 걸쳐 활성화될 것이다.

(데이터 직무 능력 향상)

IoT는 4차 산업혁명 진행 과정 중 데이터를 수집하기 위한 기저 기술이다[4]. IoT로부터 수집된 각종 데이터는 다양한 형태를 지닌 원천 데이터이다. 데이터 수집으로부터 분석 및 활용 단계까지 부가가치를 창출하려면 기저부터 가치 있는 형태로 데이

터가 수집되어야만 할 것이다. 가치 있는 형태의 데이터란 데이터 연계와 활용이 가능하도록 정제되어 있는 데이터를 말한다. 정제되어 있지 않은 데이터는 활용을 위한 데이터 생성을 위해서는 추가적인 많은 노력과 비용이 필요하다. 결국 IoT 인력에게도 전반적인 데이터, Network, AI 생태계를 이해할 수 있는 직무 능력이 필요하다.

(진로교육과 연계한 SW 인재 양성 정책 내실화) IoT 플랫폼 산업과 IoT 서비스 산업의 인력수요 증가 추세는 각계 전문기관이 예상한 것처럼 SW 직무 능력을 갖춘 인력이 지속적으로 부족할 것임을 시사한다. 2018년도부터 초중고 학생을 대상으로 SW 교육이 의무화되어 시행되고 있다. SW 의무 교육 정책과는 별개로 현장에서는 SW를 가르칠 수 있는 교사와 시수 부족 등 SW 교육의 내실화에 대한 어려움이 있다. 초중고교로 보편화된 SW 교육이 시행되고 있는 것은 4차 산업혁명을 준비하는 과정에서 긍정적 신호라고 할 수 있지만, 내실화는 더욱 필요하다. 초중고 시절부터 SW 관련 직무와 직업을 소개하고 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 다양한 진로교육 커리큘럼도 개발될 필요가 있다. 다양한 데이터에서 부가 가치를 창출하고 SW를 기반으로 다변화되는 융합 산업 지형에서 산업을 이끌어 갈 수 있는 직무 능력을 갖춘 숙련 인력 양성에 시간이 소요되기 때문이다.

6. 결론

본 연구는 IoT 기술 및 산업 현황을 개괄하고, 과학기술정보통신부에서 발표하는 사물인터넷 산업 실태조사 [3]를 기반으로 고용보험 데이터[5]와 비교해 2029년까지의 산업별 IoT 인력수요 전망 결과를 도출하였다. 디지털 전환이 새로운 산업에 대한 경쟁력을 재창출 할 수 있도록 IoT 기술의 중요성이 부각되고 있는 시점에서 IoT 인력에 대한 인력수요 전망 자료가 전무하다. IoT 인력수요구조 변화에 따른 인력수요 전망 결과를 제시하였다는 점에서 학술적으로 가치가 있다고 평가할 수 있다.

다만 이러한 전망 결과는 다양한 기초통계가 아닌 사물인터넷 산업 실태조사 통계를 기초해 고용보험과 연계를 통해 전망 결과를 산출하였기 때문에 한계가 있다. 또한 디지털 전환이 IoT뿐만 아니라 빅 데이터(Big Data)와 AI 등 다양한 기술을 기반으로 변화하고 있으며, IoT 산업이 개별적으로 존재하는 것이 아니라 기존 제조업, 서비스업과 융·복합으로 이루어지고 있는 것을 감안할

때 전망 결과의 해석은 제한적일 수 있다.

그럼에도 불구하고 현재진행형인 디지털 및 데이터 경제 활성화를 위한 기초 인프라를 준비하는 데 있어서, 중장기 IoT 인력수요 전망 결과를 제시하고 선결과제 및 제언을 한 점에서 연구의 의의가 있다. IoT 인력수요 전망결과는 4차 산업 혁명 등 급변하는 기술 변화 속도를 가능하게 하는 데 있어서의 이해를 도울 수 있다.

References

- [1] T. H. Park, Trend of IoT Market and Main Business, Software Policy & Research Institute, Korea, 2019. Available From: https://www.spri.kr/posts/view/22557?code=data_all&study_type=industry_trend (accessed August 15, 2022)
- [2] Research and Service Report for Business Plan of IoT Empirical Complex of Agriculture and Life, Korea Electronics Technology Institute, Jeollabuk-do, Korea, 2019.
- [3] IoT Industry's Factual Survey (2015~2019), Ministry of Science and ICT, Korea, 2019.
- [4] J. C. Ahn, Y. R. Jang, Y. K. Rhee, "A factor exploration and empirical study on the influence of the fourth industrial revolution on employment: focus on Korean sample", *Sustainability*, vol.14, no.9903, pp. 1-21, Aug. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14169903>
- [5] Employment Insurance, Korea, Each year (2008~2020).
- [6] D. Y. Joo, J. K. Kim, Method for IoT's Creative Convergence Activation in the Hyper Connection Era, Korea Institute for Industrial Economics & Trade (KIET), Series of Industry Creation, Issue Paper 2014-342, pp. 1-123, 2014.
- [7] A. Timmermann, "Forecast combinations," *Handbook of Economic Forecasting*, vol.1, pp. 135-196, 2006. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1574-0706\(05\)01004-9](https://doi.org/10.1016/S1574-0706(05)01004-9)
- [8] G. C. Kang, Econometrics, Theory and Practice, Ministry of Education, pp. 1-331, 2016. Available From: <http://kanggc.ipitime.org/em/kanggc.pdf> (accessed August 10, 2022)
- [9] Population Survey of Economic Activity, Statistics Korea, Monthly for each year.
- [10] Prospects for Each Industry's Added Value, Korea Institute for Industrial Economics & Trade, Korea, Each year (Biennial).
- [11] G. Kapetanios, V. Labhard, S. Price, "Forecast combination and the bank of England's suite of statistical forecasting models," *Economic Modelling*, vol.25, no.4, pp. 772-792, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2007.11.004>

- [12] S. K. Lee, J. S. Ghong, Prospects for Demand and Provision of Manpower: R&D Manpower's Employment Structure and Prospects for Manpower Demand, Korea Employment Information Service (KEIS), Korea, pp. 1-23, 2015.
- [13] S. Johansen, "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models," *Econometrica*, vol.59, no.6, pp. 1551-1580, 1991.
DOI: <https://doi.org/10.2307/2938278>
- [14] S. K. Lee, J. H. Park, J. H. Jung, S. K. Kim, H. K. Hong, Prospects for Mid/long Range's Demand and Provision of Manpower (2018~2028), Korea Employment Information Service (KEIS). Korea, pp. 1-699, 2020.
- [15] S. K. Jeong, The Prospect for Personnel Demand of Internet of Things (IoT)(2019~2029), Basic Research 2020-058, Korea Employment Information Service (KEIS), Korea, pp. 1-101, 2021.
- [16] Y. S. Na, IoT for Manufacturing, Technology Trend Brief 2020-10, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, Korea, 2020.

안 종 창(Jong-Chang Ahn)

[정회원]



- 1994년 2월 : 고려대학교 경제학과 (경제학사)
- 2002년 8월 : 세종대학교 소프트웨어대학원 인터넷S/W학과 (공학석사)
- 2007년 8월 : 한양대학교 정보기술경영학과 (공학박사)
- 1996년 1월 ~ 2010년 8월 : (주)데이콤, SK브로드밴드 매니저
- 2010년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 정보시스템학과 교수

<관심분야>

정보시스템(IS) 사용자 행태, 지식경영, 전자상거래, IS 감리

정 순 기(Soon-Ki Jeong)

[정회원]



- 2000년 2월 : 한양대학교 전자컴퓨터제어학부 (공학학사)
- 2002년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 (공학석사)
- 2013년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 (공학박사)
- 2003년 11월 ~ 2006년 4월 : 한국소프트웨어진흥원 선임
- 2006년 5월 ~ 2007년 9월 : 한국전자통신연구원 기술원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 한국고용정보원 인력수급전망팀 부연구위원

<관심분야>

지식경영, 정보통신산업과 고용의 상관관계