

SPRi Issue Report

2016. 8. 31. (2016-009호)

미래 일자리의 금맥(金脈), 소프트웨어

조원영 선임연구원
(wycho@spri.kr)

이동현 선임연구원
(dlee@spri.kr)

- 본 보고서는 「미래창조과학부 정보통신진흥기금」을 지원받아 제작한 것으로 미래창조과학부의 공식의견과 다를 수 있습니다.
- 본 보고서의 내용은 연구진의 개인 견해이며, 본 보고서와 관련한 의문사항 또는 수정·보완할 필요가 있는 경우에는 아래 연락처로 연락해 주시기 바랍니다.
 - 소프트웨어정책연구소 조원영 선임연구원(wycho@spr.kr)

《 Executive Summary 》

인공지능 등 소프트웨어 및 디지털 기술에 의해 일자리가 급감할 것이라는 주장이 제기되고 있다. 세계경제포럼은 2020년까지 500만개의 일자리가 감소할 것이라고 전망하고 있으며, 옥스퍼드대의 프레이와 오스본은 미국 근로자의 47%가 10~20년 내에 직업을 잃을 가능성이 높은 고위험군 직종에 종사한다고 발표했다. 하지만 3차 산업혁명 등 과거 기술진보의 역사를 살펴보면 기술은 기존 일자리를 소멸시키는 동시에 새로운 직업을 만드는 촉매제 역할을 해왔다. 따라서 소프트웨어 혁신에 의해 생겨날 미래 일자리에 대한 연구를 통해 일자리 소멸에 대한 두려움 대신 기술을 적극 활용하여 새로운 일자리를 창출하는 전략 수립이 필요한 시점이다.

4차 산업혁명은 컴퓨터에 의한 자동화와 인터넷의 연결성이 극대화되면서 인간이 주변을 감지(Sense)하고 합리적으로 판단(Think)하며 목적을 실행(Act)하는 과정에서 새로운 경험과 가치를 제공한다. 이를 위해 필요한 소프트웨어 기술은 크게 ①데이터통합, ②지능화, ③인터페이스 기술이다. 데이터통합이란 물리적 환경과 사물로부터 컴퓨터가 감지할 수 있는 디지털 정보를 수집하고 이종의 데이터를 통합 관리하는 기술을 의미한다. 지능화란 통합된 정보를 해석하여 상황을 이해하고 어떻게 행동할지를 판단하는 기술이다. 인터페이스는 판단 결과를 바탕으로 인간이 효과적으로 사물과 연결, 소통, 제어하여 목적을 실행하는 기술을 의미한다.

데이터통합, 지능화, 및 인터페이스 기술 등 소프트웨어 혁신에 의해 성장할 유망 분야로 스마트카, 가상현실, 3D 프린팅, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 5개 분야를 선정하여 가치사슬 분석을 통해 새롭게 등장하는 직업을 도출했다. 유망 분야에서는 주로 소프트웨어 기술의 개발, 지원 및 활용 분야에서 새로운 직업이 등장할 것으로 보인다. 소프트웨어 기술을 개발하는 직업은 크게 스마트카의 감지 기술 개발자, 가상현실의 공간스캔 SW 개발자, 사물인터넷의 센싱 SW 개발자 등 데이터통합 기술 개발 직업, 스마트카의 주행 알고리즘 개발자,

3D 프린팅의 적층 알고리즘 개발자 등 지능화 기술 개발 직업, 그리고 스마트카의 Human-Car 인터페이스 개발자, 가상현실의 기기제어 인터페이스 개발자, 사물인터넷의 통신 프로토콜 개발자 등 인터페이스 기술 개발 직업 등이 있다. 소프트웨어 기술 확산을 지원하고 기반을 제공하는 직업은 크게 도로, 통신 등 물리적 인프라를 설계하고 구축하는 직업과 법, 제도, 교육 체계 등 사회 시스템을 마련하는 직업 등이 있다. 또한 소프트웨어를 활용하여 인지력, 판단력, 실행력을 높인 새로운 형태의 지식노동자가 등장할 전망이다. 이들은 사물이 수집한 데이터까지 활용하여 인지 범위가 넓고, 풍부한 데이터와 다양한 외부변수까지 고려하는 인공지능을 이용하여 정확히 판단하며, 만물을 손쉬운 방법으로 제어 및 실행한다는 점에서 기존의 지식노동자와 구분된다.

5대 미래 유망분야에서 2025년까지 약 26만 여개의 일자리가 창출될 전망이다. 창출되는 일자리 중 소프트웨어 일자리 수는 약 14만 개로 전체 일자리의 54%를 차지할 것으로 보인다. 이는 소프트웨어를 중심으로 4차 산업혁명이 일어나고 향후 경제시스템이 소프트웨어를 중심으로 재편될 것임을 시사한다.

본 연구를 통해 몇 가지 제언 사항을 도출했다. 첫째 소프트웨어 교육 및 인재 양성을 지속적으로 추진할 필요가 있다. 특히 인공지능분야 뿐만 아니라 데이터통합 기술, 인터페이스 기술에 전문화된 인력을 양성할 수 있도록 소프트웨어 교육의 내용과 범위를 확대하는 것이 중요하다. 둘째, 4차 산업혁명 시대의 미래 일자리 지형 변화 모습을 상시 파악하고 사회적 충격을 최소화 하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 근로자들이 본 연구에서 제시한 신직업으로의 전환을 위하여 보유한 역량을 최대한 활용하고 새롭게 필요한 기술을 쉽게 습득할 수 있도록 돕는 직업 전환 프로그램도 고려해볼 수 있다. 끝으로 체계적인 중장기 일자리 정책을 수립하기 위하여 보다 정교한 일자리 수급 전망을 수행하는 것이 필요할 것으로 보인다.

《 목 차 》

1. 인공지능과 일자리 논란	1
2. 소프트웨어 혁신과 미래 유망 분야	6
3. 미래 유망 분야와 일자리	9
(1) 스마트카	11
(2) 가상현실	14
(3) 3D 프린팅	17
(4) 사물인터넷	20
(5) 클라우드 컴퓨팅	23
4. 연구의 의의 및 시사점	26

1. 인공지능과 일자리 논란

인공지능이 일자리를 없앤다는 우려 만연

- 향후 일자리가 급격히 감소할 것이라는 주장이 제기
 - 세계경제포럼(2016)은 2020년까지 약 500만 개의 일자리가 감소할 것으로 전망
 - 옥스퍼드대의 프레이와 오스본(2013)은 미국 근로자의 47%가 10~20년 내에 직업을 잃을 가능성이 높은 고위험군 직종에 종사한다고 발표
 - 이동현(2015), 김세움(2015) 등에 따르면 한국은 고위험군 직종 종사자 비중이 55~63%로 일자리 구조가 미국보다 취약한 것으로 분석
 - 미래학자 토머스 프레이는 2030년까지 약 20억 개의 일자리가 사라질 것이라는 파격적인 전망을 발표

<표 1> 직업절벽 현상을 예측한 연구

연구기관	대표연구자	주요 내용
세계경제포럼	클라우스 슈밥	- 2020년까지 전 세계에서 500만 개의 일자리가 감소
옥스퍼드대	칼 프레이	- 미국의 고위험직종 종사자 비중은 약 47%
SW정책연구소	이동현	- 한국의 고위험직종 종사자 비중은 63% 내외
노동연구원	김세움	- 한국의 고위험직종 종사자 비중은 55~57%
다빈치연구소	토머스 프레이	- 2030년까지 전 세계에서 일자리 20억개 소멸
유엔미래포럼	제롬 글렌	- 2025년까지 현존하는 직업의 80%가 소멸, 또는 속성이 변화

- 일자리 감소 현상은 인공지능 등 소프트웨어 기술의 비약적 발전에서 기인
 - 인공지능이란 인간처럼 주변을 감지하고, 사고하며, 행동함으로써 의도한 목표를 인간을 대신하여 달성하도록 설계된 알고리즘 체계를 의미
 - 1956년 다트머스 컨퍼런스에서 수학자 존 메커시가 개념을 소개

- 기계학습 알고리즘, 빅데이터 축적 및 컴퓨팅 파워의 비약적 발전으로 2000년 이후 인공지능기술이 새로운 전기를 마련
 - 인공지능의 핵심인 학습을 위해 필요한 방대한 데이터 축적과 이를 처리하는 컴퓨팅 능력, 기계학습 알고리즘 등 3가지 기술 요건이 충족
- 구글, IBM 등은 인간의 지능을 모방하는 수준을 넘어서 이를 능가하는 인공지능 서비스를 소개
 - IBM의 인공지능 서비스 왓슨의 유방암 진단 정확도는 약 91% 이상으로 전문의의 진단 정확도 56% 보다 우수
 - 구글의 인공지능 서비스 알파고는 바둑 게임에서 현 유럽 챔피언과 최장기 세계챔피언 타이틀 보유자 이세돌에 연이어 승리
- 인공지능 기술에 의한 직업 감소 현상은 범위와 속도에 있어서 과거의 어떤 기술보다도 심각할 것이라는 의견이 대세
 - (범위) “가까운 미래에 인공지능이 화이트칼라 지식노동자까지 대체할 것” (마틴 포드, 기술전문 저널리스트)
 - * 그동안 생산직, 단순 사무직 등 명확하고 반복적 업무가 주로 사라졌으나, 앞으로는 경험과 암묵적 지식이 중요한 직업도 위협받을 전망
 - (속도) “기술 변화의 속도가 빨라져 인간이 직업 세계의 변화에 효과적으로 대처하기 어려운 상황” (톰 스탠디지, The Economist 편집장)

[그림 1] 기술혁신의 발전사



소프트웨어 기술을 활용하여 일자리 창출 기회를 모색할 필요

- 기술이 일자리를 뺏는다는 찬반논쟁은 산업혁명 이후 200년 이상 지속
 - (19C) 반기계운동인 러다이트운동, 스윙반란 등에 대해 데이비드 리카도, 존 스튜어트 밀 등의 지식인을 중심으로 찬반 논란 촉발
 - (20C 初) 경제대공황과 세계대전을 거치며 일자리에 대한 공포는 확산
 - (20C 中) 심지어 경제호황으로 일자리가 충분했던 1960년대 미국도 기술 혁신이 일자리를 없앨 것이라는 우려는 지속적으로 제기
 - (21C) 구글, 우버 등의 IT 기업이 기존의 경제 질서를 무너뜨리고 실업을 야기하는 주범으로 인식되는 상황

[그림 2] 기술과 일자리 논란의 역사

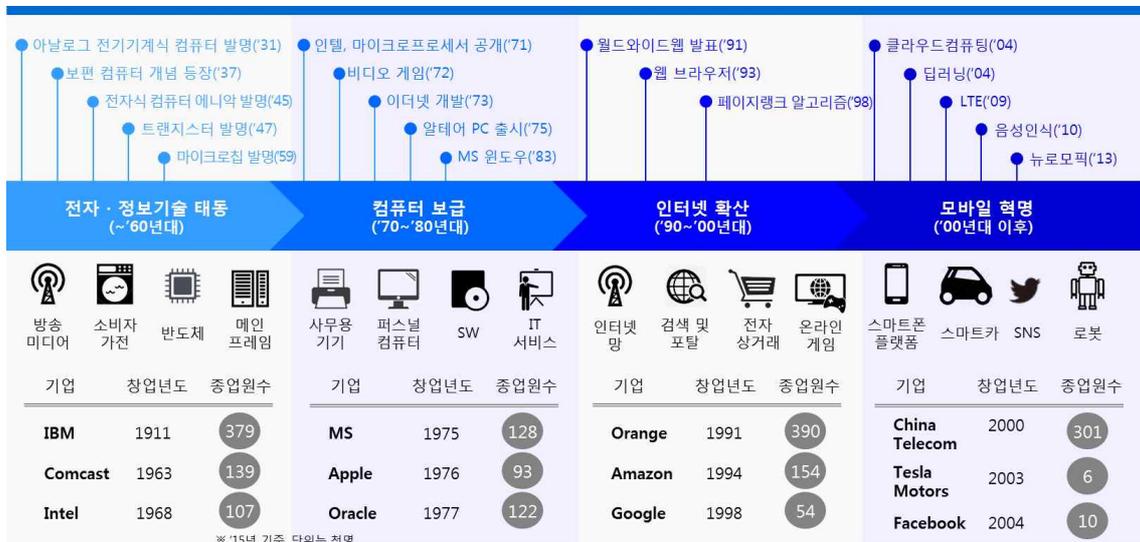


- 하지만 3차 산업혁명¹⁾의 역사를 살펴보면 기술은 기존 일자리를 소멸시키는 동시에 새로운 직업을 만드는 촉매제 역할을 수행
 - 1950년대 정보기술이 태동하면서 미국을 중심으로 인간은 점차 일자리를 잃을 것이라는 공포가 확산
 - “컴퓨터에 의한 자동화로 공장 근로자뿐만 아니라 서비스 종사자 및 사무직 역시 곧 사라질 위기에 직면” (Time紙, 1961.2.24.)
 - “많은 기계가 사람을 노동시장에서 밀어내고 있어 실업을 악화시키지 않는 것도 버거운 상황” (케네디 前대통령 CBS 인터뷰, 1963.9.2.)

1) 3차 산업혁명의 시기와 개념에 대해 연구자들 간에 이견이 있으나 본 연구에서는 세계경제포럼 등에서 논의한대로 20세기 중반부터 후반까지의 본격적으로 진행된 반도체, 컴퓨터, 방송미디어, 인터넷 등 정보기술의 혁신시기를 의미([그림 1], [그림 3] 참조)

- 하지만 컴퓨터, 반도체, 인터넷 등의 정보기술 개발 과정에서 3차 산업혁명이 촉발되어 정보통신산업이 탄생하고 일자리가 지속적으로 창출
 - (1960년대 전후) IBM('11), 컴캐스트('63), 인텔('68) 등 컴퓨터, 방송 미디어, 반도체 산업의 기업이 등장하여 고용을 창출
 - (1970 ~ 80년대) 개인용 컴퓨터 관련 분야에서 마이크로소프트('75), 애플('76), 오라클('77) 등이 등장
 - (1990년대 이후) 인터넷, 전자상거래, 온라인게임 등 인터넷 서비스 산업에서 오렌지('91), 아마존닷컴('94), 구글('98) 등 창업

[그림 3] 3차 산업혁명 시대(1950 - 2000년)의 일자리 창출



- 뿐만 아니라 정보기술이 다양한 산업에 확산되고 활용되는 과정에서 지식노동자라는 새로운 직업이 탄생
 - 지식노동자는 정보기술을 활용하여 계획, 설계, 운영, 평가 등의 경영 활동을 수행하는 직업
 - * (계획) 기업의 목표를 수립하고, 부문별 역할과 목표를 수치로 제시
 - * (설계) 기업 조직을 설계하고 부문간 업무 범위와 역할, 협업 방안 도출
 - * (운영) 매출, 재고, 수익 등의 경영 현황을 파악하고 조정, 통제 및 문제 해결
 - * (평가) 목표 달성 여부를 평가하고 적절한 보상을 통해 동기를 부여

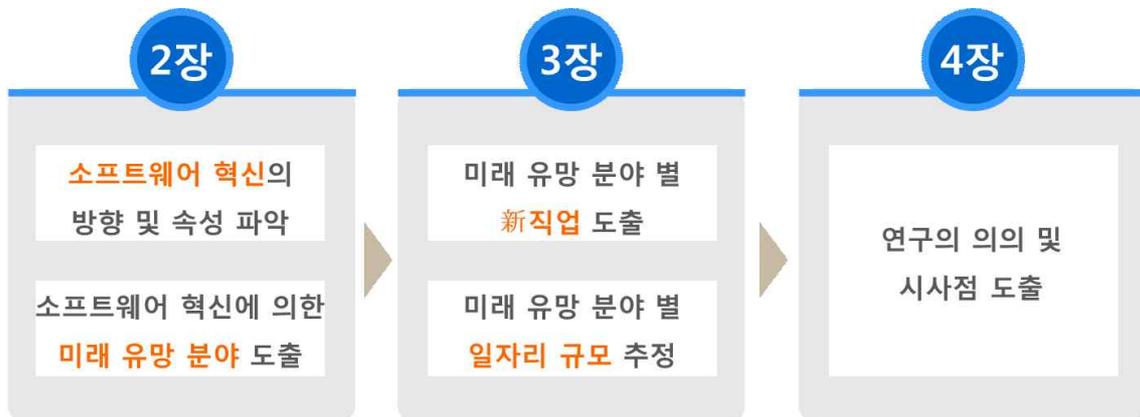
우리나라의 3차 산업혁명 관련 일자리 수

- 정보기술의 개발 및 활용 과정에서 창출된 일자리 수는 약 332만 명으로, 우리나라 전체 일자리의 약 13%를 차지
 - (개발) 컴퓨터, 가전제품, 소프트웨어, 통신, 인터넷 등 정보통신산업의 종사자 수는 약 95만 명²⁾
 - (활용) 정보기술을 활용하여 업무를 수행하는 지식노동자 수는 약 237만 명³⁾

□ 일자리 소멸에 대한 두려움 대신 인공지능 등 소프트웨어 기술을 적극 활용하여 새로운 일자리를 창출하는 전략 수립이 필요한 시점

- 기존 일자리 보호를 위해 기술 발전을 늦추거나 외면하면 이미 시작된 인공지능 등 소프트웨어의 글로벌 경쟁에서 낙오되는 결과 초래
- 대신 소프트웨어 기술이라는 금맥(金脈)을 선점하고 효과적으로 채굴하여 일자리 금괴(金塊)를 만드는 노력이 필요
 - (2장) 금맥의 형태와 구조를 파악하여 금광(金鑛)을 발굴하듯이, 소프트웨어 혁신의 방향과 속성을 파악하여 유망 분야를 도출
 - (3장) 채굴, 정련, 제련을 통해 금괴를 만들듯이, 유망 분야의 가치 사슬과 시장 구조를 분석하여 新직업을 도출하고 일자리 규모를 추정

[그림 4] 연구 내용 및 범위



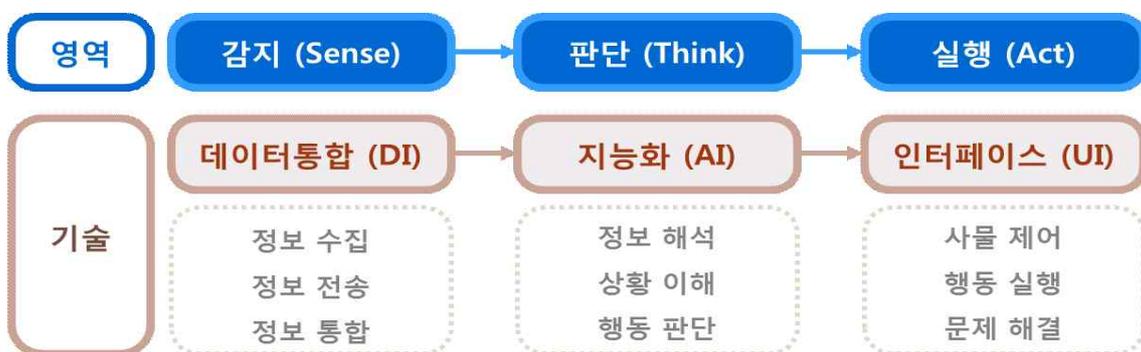
2) 한국고용정보원의 한국고용직업분류(KECO)에 따른 24개 직업중분류 중에서 전기, 전자 관련 직업 일부와 정보통신 관련직에 속하는 21개 직업세분류를 선별하여 일자리 수를 산출
 3) 한국고용정보원의 한국고용직업분류(KECO)에 따른 415개의 직업세분류를 분석하여 지식노동자에 속하는 23개의 직업을 선별. 직업별 고용구조조사 데이터를 활용해 일자리 수를 집계

2. 소프트웨어 혁신과 미래 유망 분야

소프트웨어 혁신의 3요소 : 데이터통합(DI), 지능화(AI), 인터페이스(UI)

- 2016년 세계경제포럼은 4차 산업혁명의 특성과 파급효과에 대해 논의
 - (특성) 컴퓨터에 의한 자동화와 인터넷의 연결성이 극대화되면서 물리적 세계와 디지털 세계의 융합을 통해 인간에게 새로운 경험과 가치를 제공
 - (파급효과) 신산업이 태동하고 생산, 분배, 소비 등 경제시스템이 변할 뿐 아니라 정치, 사회, 문화 등 모든 환경이 본질적으로 변화
- 4차 산업혁명의 동인은 소프트웨어 기술의 비약적 발전
 - 소프트웨어는 컴퓨터가 스스로 주변 환경을 감지하고, 상황을 판단하며, 의도한 목표를 달성하도록 실행하는 방향으로 진화
- 소프트웨어 혁신의 3대 요소는 데이터통합(Data Integration), 지능화(Artificial Intelligence), 인터페이스(User Interface) 기술
 - (데이터통합) 물리적 환경과 사물로부터 컴퓨터가 감지할 수 있는 디지털 정보를 수집하고 異種의 데이터를 통합 관리하는 기술
 - (지능화) 통합된 정보를 해석하여 상황을 이해하고 어떻게 행동할지 판단하는 기술
 - (인터페이스) 판단 결과를 바탕으로 인간이 효과적으로 사물과 연결(Connect), 소통(Communicate), 제어(Control)하여 목적을 실행하는 기술

[그림 5] 소프트웨어 혁신의 3요소



과거 SW 기술과의 차이는 ① 감지범위, ② 자율판단, ③ 실행력

- (감지범위) 디지털통합 기술을 이용하여 수집, 활용하는 정보의 범위 확대
 - 기존에는 인간의 오감에 의존하여 상황을 감지했으나 앞으로는 사물이 센싱한 데이터까지 활용함으로써 감지범위가 확대
 - 다양하고 정확한 정보를 수집하는 **센서 기술**과 영상, 음성, 언어, 공간 등의 비정형 데이터를 처리하는 **빅데이터 기술**이 핵심 기술

- (자율판단) 지능화 기술을 이용하여 학습하고 진화하며 유연하게 판단
 - 기존 SW는 신속하고 정확하게 반복된 업무를 수행하는 것이 목적이었으나, 미래 기술은 학습을 통해 경험을 쌓아 돌발 상황에서도 스스로 해법 도출
 - 다양한 형태의 비정형 정보를 이해하고 학습하는 기술과 상황을 판단하고 진단하며 처방까지 제공하는 **인공지능 기술**이 핵심

- (실행력) 인터페이스 기술로 신속하고 손쉽게 다양한 대상을 제어
 - 기존 기술은 컴퓨터, 스마트폰 등 정보기기의 제어 및 동작에 집중하지만 미래 SW 기술은 모든 사물의 상태를 실시간 확인하고 직관적으로 제어
 - 사물간 소통을 위한 **통신 기술**, 동작, 음성 등 직관적인 UI 기술, 사물을 제어하는 응용서비스 개발 기술이 핵심

<표 2> 3차 산업혁명과 4차 산업혁명에서 SW 역할 비교

	3차 산업혁명(과거의 SW)	4차 산업혁명(미래 SW)
감지범위	- 사람이 직접 수집, 입력한 데이터만 활용하여 감지 ⇒감지범위가 매우 제한적	- 사물센서가 스스로 실시간 데이터까지 수집하여 활용 ⇒빅데이터 축적, 감지범위 확대
자율판단	- 사전에 프로그래밍 된 업무를 신속, 정확하게 반복 수행 ⇒자율성 부재	- 학습을 통한 진화, 자율적 사고 및 유연한 해법 제시 ⇒자율판단 가능
실행력	- 컴퓨터, 스마트폰 등 IT기기에 한정되어 제어, 실행 가능 ⇒실행의 시차 발생, 수단 제한	- 만물을 손쉬운 방법으로 제어 ⇒목표 달성 용이

소프트웨어 혁신은 다양한 미래 유망 분야의 밑거름으로 활용

- 세계경제포럼, 보스턴컨설팅, 가트너 등은 소프트웨어 기술을 기반으로 성장할 4차 산업혁명시대의 미래 유망 분야⁴⁾를 선정
 - (스마트카) 인공지능기술 등을 이용하여 인간의 개입 없이 스스로 주변을 인지하고 주행하는 자동차
 - (가상현실) 사람들이 일상에서 경험하기 어려운 가상의 환경을 컴퓨터로 구현하고 인간이 오감을 이용하여 양방향 소통하는 미디어
 - (3D 프린팅) 절삭, 압출, 주물 등 전통적인 제조 기법에서 벗어나 디지털 파일을 활용하여 소재를 층층이 쌓아올리는 적층 기술을 이용한 제조
 - (사물인터넷) 센서가 탑재된 사물이 실시간으로 수집한 정보를 빅데이터 분석 기법 등을 통해 제공하는 지능화된 서비스
 - (클라우드 컴퓨팅) 인터넷을 통해 원격의 서버에 접속하여 데이터 저장, 어플리케이션 및 콘텐츠 등 컴퓨팅 자원을 제공

<표 3> 미래 유망 분야

	데이터통합 (감지)	지능화 (판단)	인터페이스 (실행)
스마트카	- 자동차가 스스로 보행자, 신호, 차선 등 주행환경을 감지	- 교통흐름을 예측하여 목적지까지의 주행전략을 수립	- 탑승자의 통제 하에 속도, 방향 등을 바꾸며 주행
가상현실	- 현실세계를 가상의 세계로 전환 및 구현	- 사용자가 원하는 컨텍스트 자동 생성	- 가상 세계와 이질감 없이 자유롭게 소통
3D 프린팅	- 사물을 스캐닝, 또는 3D 디자인하여 디지털 파일을 생성	- 형태와 용도에 따라 적층순서, 조형강도 등을 자율 판단	- 손쉬운 디자인 수정 및 제품 제작
사물인터넷	- 사물의 작동 상태나 주변 환경을 실시간 감지, 데이터 수집	- 사물의 오작동 여부 판단, 사고 및 고장 예측 등 상태판단	- 원격에서 사물을 적시에 제어, 관리
클라우드 컴퓨팅	- 다양한 형태의 데이터를 클라우드 서버에서 통합관리	- 클라우드 기반의 빅데이터 분석 및 인공지능 학습	- 클라우드 서비스 사용 및 제어

4) 본 연구에서 선정한 5대 유망 분야 이외에 O2O, 공유경제, 핀테크, 로보틱스, 바이오헬스, 드론 등이 유망분야로 주로 언급되고 있으나 소프트웨어 혁신과의 관련성, 시장의 개화시점 및 과급력, 분야간 중복 제거 등을 고려하여 5대 분야를 선별

3. 미래 유망 분야와 일자리

산업 및 시장분석을 통해 신직업을 도출하고 일자리 규모를 추정

- (신직업 도출) 가치사슬분석 등 산업분석 방법론을 활용하여 유망 분야에서 새롭게 등장하는 직업 리스트를 도출
 - (1단계) 유망 분야별 가치사슬을 개발, 지원 및 활용 영역으로 구성
 - (2단계) 가치사슬 구성요소 중 새롭게 등장하는 영역, 기능 및 활동 등의 내용을 파악
 - (3단계) 새롭게 등장하는 영역, 기능, 활동을 수행하기 위해 필요한 신규 직업 리스트를 도출

- (일자리 수 추정) 시장규모 발표자료를 기초로 시계열 분석 방법론 및 취업유발계수를 활용하여 미래 일자리 수를 추정
 - (1단계) 국내외 저명 기관의 시장 규모 발표자료를 기반으로 시계열예측 모형(Time-Series Forecasting Model)⁵⁾을 적용하여 2025년까지 시장 규모를 산출
 - (2단계) 전체 시장을 하드웨어, 소프트웨어 등 세부 시장으로 구분
 - (3단계) 산업별 취업유발계수⁶⁾를 활용하여 연도별 일자리 수를 산출
 - 세분화된 각 부문을 한국은행에서 발표하는 산업연관표의 산업분류에서 가장 유사한 산업과 매칭
 - 과거부터 2014년까지의 취업유발계수를 기반으로 미래의 취업유발계수를 시계열예측모형으로 추정
 - 세부분야별 시장규모와 취업유발계수를 이용하여 일자리수⁷⁾ 계산

5) 국내시장규모의 예측모형 적합도가 부족할 경우, 글로벌 시장의 성장률을 동일하게 따른다고 가정

6) 취업유발계수는 특정산업의 최종수요가 기준단위(10억원)만큼 발생할 경우, 해당 산업을 포함한 관련 산업에서 유발되는 취업자 수를 의미

7) 제시된 일자리 수는 퇴직자 및 이직자, 타산업에서의 노동이동 등을 고려하지 않은 총량적 측면의 일자리 수

일자리 수 추정 방법론의 의미와 한계

- 유망 산업의 미래 일자리 규모를 추정하기 위한 방법으로 산업연관분석을 통한 취업유발계수를 활용함으로써 고용의 직접효과와 간접효과, 그리고 고용의 파급효과까지 경제의 모든 순환 구조를 고려하는 것이 가능
 - ※ 고용의 직접효과 : 해당 산업이 발전하고 생산이 증가하면서 발생하는 고용 창출
 - ※ 고용의 간접효과 : 요소투입이 증가하면서 연관 산업에서 발생하는 추가 고용
 - ※ 고용의 파급효과 : 소득과 소비의 증가로 국가 전체에서 발생하는 2차적인 고용 효과
- 본 연구는 가용 자료 중에서 산업연관표 통계가 최종생산재별 취업 및 고용에 대한 누적된 통계자료를 가장 잘 정리하고 있기 때문에 채택
- 취업유발계수를 활용하여 일자리 수를 추정할 때 흔히 지적되는 과다추정(Over-Estimation) 문제는 계수의 할인을 통해 보완
 - 신규 창출되는 일자리 수는 시장 규모의 증가에 따른 한계(Marginal) 수치이지만 취업유발계수는 과거부터 현재까지 특정산업의 종사자를 사후적으로 분석하여 산출하기 때문에 일자리 수 예측이 과다추정될 가능성이 높음
 - 과다추정의 문제를 보완하기 위하여 현재시점의 취업유발계수를 미래에 일괄 적용하지 않고, 과거의 취업유발계수 변화 추이를 고려하여 할인된(Discounted) 미래의 취업유발계수를 계산하여 적용

(1) 스마트카

① 신직업

- 스마트카는 스스로 환경을 파악하여 운전자를 보조하거나 자율적으로 주행할 수 있는 지능화된 자동차를 의미
 - 주행에 필요한 주변 정보를 수집하고, 정보를 해석해 올바른 의사결정을 하며, 정확한 속도와 방향을 스스로 제어
 - 사물인식, 인공지능 등 소프트웨어의 중요성이 확대
 - 스마트카 활성화를 통해 개인·사회적 비용 절감, 관련 산업 성장 등 기대
 - 교통 정체 해소, 주차 공간 절약, 교통사고 감소 등
 - 여가시간 증가로 미디어 산업이 성장, 운송비 절감으로 물류시장 성장
- 스마트카 개발 단계에서는 센서, 인공지능 등의 기술 개발이 필요하며, 활용 단계에서 도로, 지도, 통신, 신호 등의 기반 인프라 구축이 필요
 - (개발) 센서 개발, 인공지능 알고리즘 개발, 스마트카 전용 ECU 개발
 - (지원·활용) 도로 정비 및 관리, 초정밀 지도 확보, 통신 인프라 구축 등

[그림 6] 스마트카의 가치사슬 : 개발, 지원 및 활용



- 자율주행에 필요한 인공지능, 빅데이터 분야의 직업이 주로 생겨날 전망
 - 사물인식, 추론 및 예측, 주행 전략 수립을 위한 인공지능 전문가
 - 도로, 신호, 스마트카에서 수집된 정보를 분석하는 빅데이터 전문가

<표 4> 스마트카 분야의 유망 직업 리스트

직업 대분류	직업 중분류	업무 내용
스마트카 전용 사물 인식 기술 개발자	이미지센서 개발자	- 차선, 신호, 보행자 인식용 다목적 카메라 개발
	LIDAR 개발자	- 저가, 소형의 디지털 LIDAR 개발
	RADAR 개발자	- 장단거리 통합, 악천후, 심야에 사용가능한 스마트카용 RADAR 개발
인공지능기반 자율주행 알고리즘 개발자	인식 전문가	- 학습을 통해 영상 인식률을 개선하고 인식 범위를 확대하는 알고리즘 개발
	추론·예측 전문가	- 수신호 등 각종 비정형 신호의 의미 해석, 다른 차량의 주행 방향 예측 등
	주행 전략 수립가	- 빅데이터를 종합 분석하여 주행계획을 수립하는 알고리즘 개발
구동 및 제어 엔지니어	스마트카용 고성능 ECU 개발자	- 자율주행에 필요한 빅데이터 처리 및 제어를 위한 ECU 개발
	Human-Car 인터페이스 개발자	- 스마트카와 탑승자간 직관적이고 오작동 없는 인터페이스 개발
교통 체계 관리자	도로 관리자	- 스마트카 운행에 적합한 Smart Pavement 공사 및 정비
	신호 관리자	- 스마트카가 인식할 수 있는 신호 체계 구축
정밀 지도 전문가	지도 설계자	- 차선, 차폭 데이터 포함 정밀지도 구축
	지도 관리자	- 교통 상황, 지리 정보 실시간 업데이트
V2X 전문가	통신망 관리자	- 차-차, 차-인프라간 데이터 전송 위한 통신망 구축 및 관리
	빅데이터 과학자	- 스마트카, 도로 등의 센서 데이터를 전송, 분석, 처리하는 업무
스마트카 활용	스마트카 물류 분석가	- 스마트카를 이용해 물류 계획을 수립 하고 실시간 최적 관리하는 업무
	In-Car 마케터	- LBS기반 인근차량에 타킷 마케팅 수행

② 일자리 수

□ (시장 규모) 2025년 국내 시장규모는 약 3조 5천억 원 규모로 성장

- 자율주행을 위한 인공지능 등의 소프트웨어 시장은 2025년까지 약 1조 3천여 억원 규모의 시장을 형성할 것으로 예상
- 카메라, LIDAR, RADAR 등 센서 제조 및 스마트카 조립 등 하드웨어 시장은 2025년까지 약 1조 1천여 억원 규모의 시장으로 성장

<표 5> 국내 스마트카 시장규모 추정 (단위: 억원, %)

		2016	2020	2025	CAGR
스마트카	하드웨어	1,175	11,602	21,546	38.1%
	소프트웨어	751	7,416	13,775	38.1%
	총계	1,926	19,019	35,322	38.1%

주 1 : Lux Research(2015), Daiwa Capital Markets(2015) 등의 자료를 기초로 추정(Smart Car 및 ADAS 부문의 국내시장 규모 비중 약 4% 추정값을 활용, 세부분야별 CAGR은 동일하다고 가정)

주 2 : 하드웨어는 센서, 커넥티비티 & 앱 시장 일부, 기타 하드웨어 시장을 포함, 소프트웨어는 커넥티비티 & 앱 시장 일부, 소프트웨어 시장을 포함

□ (일자리 수) 2025년까지 약 3만여 개의 일자리가 창출

- 2016년부터 2025년까지 연평균 일자리 수 증가율은 약 36.4% 수준
- 소프트웨어 분야에서 창출되는 일자리 수는 약 1만 6천여 개로 전체 일자리의 55%를 차지
- 반면, 스마트카 부품 제조 및 조립 등 하드웨어 부문의 일자리 비중은 45%에 불과할 전망

<표 6> 국내 스마트카 일자리 수 전망 (단위: 명, %)

		2016	2020	2025	CAGR
스마트카	하드웨어	857	7,772	13,544	35.9%
	소프트웨어	997	9,361	16,740	36.8%
	총계	1,854	17,133	30,284	36.4%

주 : ‘하드웨어 : 정밀기기 및 통신, 방송 및 영상, 음향기기, 자동차’, ‘소프트웨어 : 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스’의 미래 취업유발계수를 추정하여 이용

(2) 가상현실

① 신직업

- 가상현실은 디지털 신호로 오감을 자극해 현실감 높은 체험을 유도하는 기술로 미디어, 교육, 의료, 군사 등 다양한 영역에서 활용될 전망
 - 거실에서 온가족이 함께 수동적으로 소비해 온 미디어 시청행태가 개인 공간에서 맞춤형 콘텐츠를 적극적으로 소비하는 방식으로 변화
 - 현실공간, 시각 체험(대화면·고화질 화면) → 가상공간, 오감 체험
 - 게임, 미디어산업 뿐만 아니라 교육, 의료, 제조 부문 등 전 산업 영역에 확산되어 활용되는 등 파급력이 클 전망

- 가상현실 시스템의 개발과 활용을 위해 가상현실 콘텐츠 제작, 유통 및 전송, 콘텐츠 소비에 필요한 시스템이 필요
 - (개발) 각종 카메라, 그래픽 툴, 공간 스캐너 등의 기기 및 소프트웨어
 - (지원) 가상현실 콘텐츠 유통 및 판매 플랫폼, 대용량 데이터 전송 위한 압축 및 네트워크 기술 등
 - (활용) 실감 콘텐츠 재현 및 소비를 위한 기기 및 소프트웨어

[그림 7] 가상현실의 가치사슬 : 개발, 지원 및 활용



- 가상공간 제작을 위한 그래픽 디자인, 렌더링, 스캐닝, 콘텐츠 플랫폼, 3D 재생 기술 등 소프트웨어 관련 직업 수요가 늘어날 전망
 - 누구나 손쉽게 가상현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 도구 제공
 - 현실감을 극대화하고 부작용을 줄인 가상현실 콘텐츠 재현 시스템 개발

<표 7> 가상현실 분야의 유망 직업 리스트

직업 대분류	직업 중분류	업무 내용
가상현실 제작 시스템 개발자	광학 엔지니어	- 렌즈 개발 등 광학 엔지니어
	비전 엔지니어	- 디지털 영상, 이미지 처리 기술 개발
	센서 개발자	- 3D 이미지센서 개발
가상현실 소프트웨어 개발자	가상현실 설계 소프트웨어 개발자	- 가상현실 전용 디자인 툴 개발
	공간 스캐닝 소프트웨어 개발자	- 현실공간을 스캐닝, 디지털 데이터로 전환하는 소프트웨어 개발
가상현실 콘텐츠 제작자	콘텐츠 크리에이터	- 가상현실 콘텐츠 제작을 총괄, 감독
	촬영기사	- 가상현실 촬영장비 관리 및 사용
	가상비서 개발자	- 가상현실 인공지능 비서 서비스 개발
가상현실 플랫폼 운영자	앱 개발자	- 콘텐츠 제작 지원, 앱 개발, 웹사이트 구축 및 운영 등
	플랫폼 관리자	- 콘텐츠 가격 책정 및 판매, 광고, 수익 분배 등
	개인별 맞춤형 서비스 제공자	- 맞춤형 가상현실 콘텐츠 추천
가상현실 재생 및 인터페이스 시스템 개발자	HMD 개발자	- 스마트폰 탑재형, PC 연결형, Stand-alone HMD 디자인, 설계, 개발
	홀로그램 개발자	- 홀로그램 기반의 가상현실 재현 시스템 개발
	HMI 개발자	- 오감을 활용한 인터페이스 개발
응용분야별 가상현실 관련 직업	가상현실 전문 의사	- 가상현실을 이용한 진단, 수술, 치료
	가상현실 공장관리자	- 공장 내 설비, 제조 일정 실시간 관리
	가상현실 엔터테이너	- 가상현실기술을 이용해 오락 및 레저 서비스 제공

② 일자리 수

□ (시장 규모) 2020년 국내 가상현실 시장은 5조원 돌파한 후 2025년까지 약 13조의 시장을 형성할 전망

- 2020년까지 대해 40% 이상 성장률을 기록할 것으로 전망
- 2021년부터 글로벌 시장의 성장률과 동일하게 시장규모가 커질 경우, 2025년에는 13조원 매출규모가 예상 (IDC 2016a & KZero 2014 자료 참고)
 - 2016년부터 2025년까지 연평균 성장률은 약 28.6% 수준
 - 하드웨어(IDC 2016a), 소프트웨어(KZero 2014) 등 세부부문의 시장 비중은 글로벌 시장과 동일하다고 가정하여 산출

<표 8> 국내 가상현실 시장규모 추정 (단위: 억원, %)

		2016(E)	2020(E)	2025(F)	CAGR
가상현실	하드웨어	9,332	36,019	85,486	27.9%
	소프트웨어	4,403	21,252	46,369	29.9%
	총계	13,735	57,271	131,855	28.6%

주 : 한국VR산업협회 (2015, 재인용) 자료를 기초로 추정 (E: 한국VR산업협회 발표, F: SPRI 추정)

□ (일자리 수) 2025년까지 10년간 8만 2천여개의 일자리가 창출될 전망

- 2016년부터 2025년까지 연평균 일자리 수 증가율은 26.8% 수준
- 소프트웨어 부문에서 창출되는 일자리 수는 약 5만 6천여 개로 68%의 비중을 차지
 - 소프트웨어 일자리 비중은 점차 증가할 전망(59.8% (2016) → 66.9% (2020) → 68.1% (2025))

<표 9> 국내 가상현실 일자리 수 전망 (단위: 명, %)

		2016	2020	2025	CAGR
가상현실	하드웨어	3,920	13,351	26,416	23.6%
	소프트웨어	5,843	27,102	56,397	28.6%
	총계	9,763	40,453	82,813	26.8%

주 : '하드웨어 : 컴퓨터 및 주변기기', '소프트웨어 : 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스' 의 미래 취업유발계수를 추정하여 이용

(3) 3D 프린팅

① 신직업

- 3D 프린팅은 디자인 파일을 이용하여 소재를 쌓아 제품을 제조하는 기술
 - 주로 시제품 제작에 활용되었으나 프린팅의 정밀도가 개선되고 소재가 다양화 되면서 최종 제품의 제조에도 활용
 - 3D 프린팅이 확대 적용될 경우 제조업의 밸류체인이 통합되고, 맞춤형 제조가 보편화 될 전망
 - UPS, 아마존닷컴 등의 물류 및 도소매업체는 3D 프린팅을 이용한 제조 사업에 진출

- 3D 프린팅의 개발과 활용을 위해 3D 프린터, 제어 및 도면 제작을 위한 소프트웨어, 소재 분야의 혁신이 필요
 - (개발) 고속정밀 제어, 누구나 사용하기 쉬운 3D 도면 제작 소프트웨어, 제품의 구조와 용도에 따라 적층법 자율판단 알고리즘 등
 - (지원·활용) 의료 및 항공분야 등 기존 제조방식으로 가공이 어려운 형상을 제작하거나 개인 맞춤형 제품 등 생산 수량이 적은 경우에 활용

[그림 8] 3D 프린팅의 가치사슬 : 개발, 지원 및 활용



- 3D 프린팅 개발 및 활용 분야에서 다양한 소프트웨어 전문가 필요
 - 사물을 디지털 파일로 전환하는 스캐닝 소프트웨어와 디자인 도면을 쉽게 제작할 수 있는 3D 디자인 소프트웨어 개발
 - 효과적인 적층 방식을 결정하는 인공지능 기반 제어 소프트웨어 개발

<표 10> 3D 프린팅 분야의 유망 직업 리스트

직업 대분류	직업 중분류	업무 내용
3D 프린팅 시스템 개발자	3D 프린팅 기구 설계자	- 3D 프린팅 기구 설계 및 구현
	프린팅(조형) 방식 개발자	- 소재 적층 기술 개발 및 개선
	제품 안전 담당자	- 품질 검수 등을 통해 3D 프린팅의 구조 결함이나 사고를 예방
3D 프린팅 소프트웨어 개발자	3D 디자인 소프트웨어 개발자	- 사용하기 쉬운 3D 프린팅 디자인 소프트웨어 개발
	인공지능 기반 3D 프린팅 적층 알고리즘 개발자	- 디자인 형상을 인식하고 구조를 파악하여 고속정밀 적층방식을 스스로 판단하는 알고리즘 개발
	사물 스캐닝 소프트웨어 개발자	- 사물을 스캔하여 디자인 파일로 전환하는 소프트웨어 개발
3D 프린팅 소재 개발자	폴리머 소재 개발자	- 강성이 높고 가격이 저렴한 폴리머 개발
	기타 소재 개발자	- 바이오, 전기회로, 세라믹 등의 3D 프린팅 가능한 신물질 개발
3D 프린팅 디자이너	3D 디자이너	- 3D 프린팅으로 제작하는 제품을 디자인
	CAD 모델러	- 디자인 도면을 디지털 파일로 전환
3D 프린팅 설비 관리자	제조 근로자	- 프린팅 공장의 공정 설계, 프린터 유지 보수
	後 가공업자	- 조형물을 후처리, 가공하고 품질을 관리
3D 프린팅 기타 관련직	3D 프린팅 강사	- 학생이나 창업자에게 3D 프린팅을 교육
	3D 프린팅 전문 변호사	- 설계도면의 지적재산권 보호 및 소송
	인프라 관리자	- 시험 제작 인프라, 비송 인프라 관리

② 일자리 수

- (시장 규모) 2018년 국내 3D 프린팅 시장은 3,160억원 예상 (KIAT, 2016, 재인용)
 - 2025년까지 평균 26% 성장해 1조원에 육박하는 시장이 될 것으로 기대
 - 전체 시장 중에서 하드웨어가 차지하는 비중은 약 75%
 - 부문별 시장규모는 하드웨어, 소프트웨어 및 서비스의 비중이 글로벌 시장과 동일하다고 가정(Smartech Markets Publishing 2014 자료 참고)

<표 11> 국내 3D 프린팅 시장규모 추정 (단위: 억원, %)

		2016(E)	2020(F)	2025(F)	CAGR
3D 프린팅	하드웨어	859.8	3,744.5	7,196.4	26.6%
	소프트웨어	82.4	460.8	1,055.1	32.8%
	서비스	217.8	780.7	1,298.5	21.9%
	총계	1,160	4,986	9,550	26.4%

주 1 : KIAT (2016, 재인용) 자료를 기초로 추정 (E: KIAT 발표, F: SPRI 추정)

주 2 : 소재시장 및 장비시장을 통합하여 하드웨어 시장으로 분류

- (일자리 수) 2025년까지 약 7천 7백여 개의 일자리가 창출될 전망
 - 2016년부터 2025년까지 연평균 일자리 수 증가율은 24.1% 수준
 - 창출되는 일자리 중 하드웨어 일자리 수는 약 4천 8백여 개로 63%의 비중을 차지
 - 반면, 소프트웨어 및 서비스 일자리 비중은 37%에 불과
 - 플라스틱 외에 금속, 유리 등으로 소재가 다양화되고 가정용 3D 프린터가 보급되면서 소재 개발 및 프린터 제조 등 하드웨어를 중심으로 일자리 급증

<표 12> 국내 3D 프린팅 일자리 수 전망 (단위: 명, %)

		2016	2020	2025	CAGR
3D 프린팅	하드웨어	643	2,707	4,886	25.3%
	소프트웨어	109	590	1,281	31.5%
	서비스	366	1,166	1,632	18.1%
	총계	1,118	4,463	7,799	24.1%

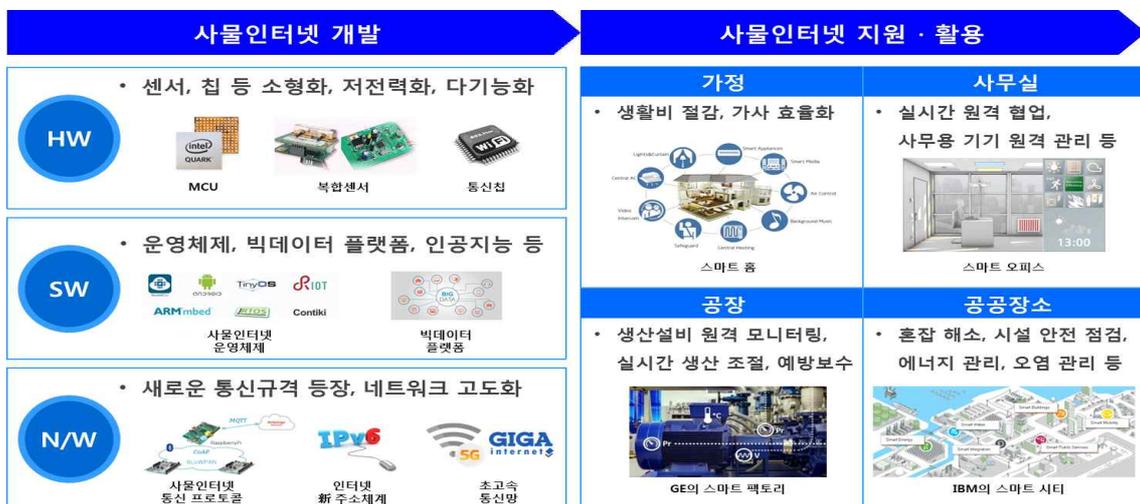
주 : '하드웨어 : 컴퓨터 및 주변기기, 특수목적용 기계, 합성수지 및 합성고무, 연구개발', '소프트웨어 : 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스', '서비스 : 정보서비스, 과학기술관련 전문서비스, 수리 및 개인서비스' 의 미래 취업유발계수를 추정하여 이용

(4) 사물인터넷

① 신직업

- 센서와 프로세서를 탑재한 사물이 네트워크에 연결되어 데이터를 교환, 분석하여 서비스를 제공하는 기술
 - 사물이 스스로 정보를 생성하고 생성한 정보를 사물 간에 서로 소통하며 유용한 서비스를 만들어내는 사물의 지능화를 의미
 - 데이터를 활용하여 다양한 신사업 기회가 창출
 - 완성차 업체가 운전습관 데이터를 수집하여 보험을 판매하거나 냉장고 제조사가 냉장 공간을 분석하여 온라인 식료품 사업에 진출
- 사물의 지능화를 위해 센서와 칩, 네트워크 관련 기술이 필요
 - (개발) 저렴하고 소형화된 각종 센서, 빅데이터를 전송 가능한 네트워크, 빅데이터로부터 의미를 찾아내는 전문가 등
 - (지원·활용) 사물인터넷 기술을 이용하여 가정, 사무실, 도로 등 일상 공간에서 편의를 높이고 불안을 해소하며 비용을 절감
 - 사물인터넷 플랫폼이 등장하면서 분야별 다양한 사물인터넷 서비스가 본격적으로 발굴

[그림 9] 사물인터넷의 가치사슬 : 개발, 지원 및 활용



□ 사물 생성 데이터를 수집, 분석하고 이를 활용해 서비스를 발굴하기 위한 소프트웨어 전문가 필요

○ 빅데이터 분석 전문가, 사물인터넷 운영체제 및 플랫폼 개발자 등

<표 13> 사물인터넷 분야의 유망 직업 리스트

직업 대분류	직업 중분류	업무 내용
사물인터넷 시스템 개발자	임베디드 센싱 SW 개발자	- 초소형, 저전력, 저가의 물리, 화학, 바이오 센서 개발
	마이크로 컨트롤러 유닛(MCU) 개발자	- 사물이 생성한 데이터를 빠르고 안전하게 수집, 관리하는 칩 개발
	사물인터넷 전용 통신칩 개발자	- 사물인터넷의 데이터 속성에 최적화한 통신칩을 개발
사물인터넷 기기 및 인터페이스 개발자	사물인터넷 제품 설계자	- 사물과 SW기술을 결합해 가치 있는 사물인터넷 기기를 고안 및 설계
	사물인터넷 통신 프로토콜 개발자	- 기기간 연결, 소통, 정보교환 방식 프로토콜을 개발
	HTI(Human-Thing Interface) 개발자	- 직관적으로 사물의 상태를 파악하고 제어할 수 있는 인터페이스 개발
사물인터넷 운영체제 및 플랫폼 개발자	사물인터넷 운영체제 개발자	- 사물에 탑재하여 지능화를 구현하는 운영체제 개발
	사물인터넷 플랫폼 개발자	- 사물 생성 데이터 DB 구축, 서비스 개발 툴 제공 등 플랫폼 구축 및 운영
	사물 생성 빅데이터 분석가	- 데이터를 분석하여 문제를 파악하고 이를 해결할 수 있는 서비스를 개발
	사물인터넷 보안전문가	- 사물인터넷으로 야기되는 정보보안과 물리보안 문제를 해결
사물인터넷 서비스 제공자	사고예측 전문가	- CCTV, 도어락 등에서 이상 징후를 포착하여 출동 등 사전 조치 시행
	비용절감 컨설턴트	- 사물의 사용량, 사용패턴을 분석하여 비용 절감 방안 제안
사물인터넷 응용분야별 특화 서비스 제공자	스마트 팩토리 관리자	- 생산설비가 생성한 데이터를 관리하고 생산 조절 및 고장 전 설비보수
	스마트 오피스 관리자	- 사무공간, 사무기기에 센서를 설치하고 활용 현황을 파악하고 제어

② 일자리 수

□ (시장 규모) 국내 시장은 2016년 5조 3천억원 규모(미래창조과학부 2016)에서 2025년 17조원 규모로 성장할 전망

- 사업 분야별 매출액은 제품기기 - 네트워크 - 서비스 - 플랫폼 순
- 2017년부터 글로벌 시장의 성장률 전망치와 동일하게 시장규모가 커질 경우, 2025년에는 17조원 매출규모가 예상 (IDC 2016b 자료 참고)

<표 14> 국내 사물인터넷 시장규모 추정 (단위: 억원, %)

		2016(E)	2020(F)	2025(F)	CAGR
사물인터넷	하드웨어	32,863	57,413	102,970	13.5%
	소프트웨어	13,665	25,901	46,453	14.6%
	서비스	6,844	12,505	22,427	14.1%
	총계	53,372	95,819	171,850	13.9%

주 1 : 미래부 (2016) 자료를 기초로 추정 (E: 미래부 발표, F: SPRI 추정)

주 2 : 제품기기 시장과 네트워크 시장 일부를 하드웨어 시장, 플랫폼 시장과 네트워크 시장 일부를 소프트웨어 시장으로 통합

□ (일자리 수) 2025년까지 약 12만 7천여여 개의 일자리가 창출될 전망

- 2016년부터 2025년까지 연평균 일자리 수 증가율은 13% 수준
- 창출되는 일자리 중 소프트웨어 및 서비스 분야의 일자리 수는 각각 5만 7천여 개와 2만 7천여 개로 66%의 비중을 차지
 - 데이터의 통합, 분석 및 활용을 위한 소프트웨어를 개발하고 이를 이용하여 서비스를 발굴하는 분야에서 일자리가 주로 발생

<표 15> 국내 사물인터넷 일자리 수 전망 (단위: 명, %)

		2016	2020	2025	CAGR
사물인터넷	하드웨어	16,012	26,719	43,264	11.7%
	소프트웨어	17,730	33,044	57,070	13.9%
	서비스	8,614	15,571	27,244	13.6%
	총계	42,356	75,334	127,578	13.0%

주 : ‘하드웨어 : 컴퓨터 및 주변기기, 통신 방송 및 영상, 음향기기, 반도체, 전자표시장치, 가정용 전기기기’, ‘소프트웨어 : 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스, 정보서비스’, ‘서비스 : 정보서비스, 컴퓨터관리서비스, 수리 및 개인서비스’ 의 미래 취업유발계수를 추정하여 이용

(5) 클라우드 컴퓨팅

- 인터넷을 통해 원격의 데이터센터와 연결하여 저장, 연산, 어플리케이션 등의 컴퓨팅 자원을 사용하는 기술
 - 2010년 전후로 네트워크 고도화, 빅데이터 처리 등 기술 장벽이 해소되면서 아마존을 필두로 구글, MS, IBM 등이 사업 본격 진출
 - 컴퓨팅 패러다임 : 메인프레임 → 클라이언트 서버 → 클라우드 컴퓨팅
 - 사용자는 초기 투자 없이 IT 자원을 활용할 수 있고 시스템 운영 인력을 직접 보유할 필요가 없기 때문에 IT 시스템의 총소유비용을 절감
- 클라우드 컴퓨팅 구현하기 위해 가상화, 분산처리, 빅데이터 분석 역량과 이를 활용하기 위한 인프라 관리 및 어플리케이션 개발 환경이 필요
 - (개발) 기존 컴퓨팅 환경 대비 높은 성능과 저렴한 비용을 구현하기 위해 서버 가상화, 분산처리 등의 소프트웨어 기술이 필요
 - 기존에 흩어져 있던 데이터가 한 곳에 통합되므로 빅데이터 분석을 통한 가치 제고도 중요
 - (지원·활용) IaaS, PaaS, SaaS 제공을 위해 인프라 및 어플리케이션 관리 필요

[그림 10] 클라우드 컴퓨팅의 가치사슬 : 개발, 지원 및 활용



- 데이터센터를 구축하고 효율적인 데이터 처리와 수집한 대량의 데이터를 분석하는 직업이 유망
- 서버 가상화 개발자, 분산처리 전문가, 빅데이터 분석 전문가, 클라우드 플랫폼 개발자, 클라우드 어플리케이션 개발자 등

<표 16> 클라우드 컴퓨팅 분야의 유망 직업 리스트

직업 대분류	직업 중분류	업무 내용
클라우드 데이터센터 시스템 개발자	데이터센터 설계자	- 데이터센터 입지선정, 설계 및 시공
	클라우드 서버 개발자	- PC 부품을 사용하여 소형화, 범용화, 저가화를 구현한 클라우드 서버 개발
	클라우드 스토리지 개발자	- 플래시 메모리 등을 사용하여 부피를 줄이고, 속도를 높인 스토리지 개발
클라우드 시스템·SW 개발자	가상화 전문가	- 서버 자원을 분할하는 가상 머신 개발
	분산처리 시스템 개발자	- 클라우드 컴퓨팅 자원을 안정적으로 최적화하는 분산처리 시스템 개발
	클라우드 데이터 애널리틱스 개발자	- 클라우드에 수집된 빅데이터를 분석하는 데이터 분석 알고리즘 개발
클라우드 네트워크 개발자	클라우드 네트워크 설계자	- SDN(Software Defined N/W)기반으로 데이터 양과 유형에 따라 N/W 맞춤화
	클라우드 네트워크 관리자	- 스위치, 라우터, 게이트웨이 등 클라우드 네트워크 인프라 구축, 관리
클라우드 서비스 제공자	클라우드 시스템 관리자	- 클라우드 부하의 동적 균형 관리, 용량 계획, 과금 관리, 사용패턴 추적 등
	클라우드 서비스 브로커	- 클라우드 서비스의 성능 관리, 다수의 클라우드간 품질 조율, 클라우드 자산 관리 대리 업무 등
	클라우드 보안 전문가	- 퍼블릭 클라우드에 저장된 고객의 데이터 보안 관리
	클라우드 기반 업무 설계자	- HTML5 등의 툴을 활용하여 클라우드 기반 업무설계 및 어플리케이션 개발
	클라우드 서비스 인터페이스 개발자	- 원격의 데이터와 컴퓨팅 자산을 쉽게 사용할 수 있도록 UX를 개발
	클라우드 법전문가	- 데이터 보안, 클라우드 SLA 법 전문가

② 일자리 수

- (시장 규모) 2020년 국내 퍼블릭 클라우드 서비스 시장규모가 1조원을 돌파할 전망 (IDC 2016c)
 - 2016년부터 평균 11.9%의 성장률을 기록하여 2025년에는 1조 6천여 억원의 시장규모 기록 예상
 - 이 기간동안 세부분야별로는 IaaS가 가장 큰 시장규모를 유지하지만, 가장 높은 성장을 보이는 것은 PaaS일 것으로 추정
 - IaaS를 하드웨어, PaaS 및 SaaS를 소프트웨어 시장으로 재분류하여 정리

<표 17> 국내 클라우드 컴퓨팅 시장규모 추정 (단위: 억원, %)

		2016(E)	2020(E)	2025(F)	CAGR
클라우드 컴퓨팅	하드웨어	3,127	6,090	9,003	12.5%
	소프트웨어	2,914	5,069	7,579	11.2%
	총계	6,041	11,159	16,582	11.9%

주 1 : IDC (2016c) 자료를 기초로 추정 (E: IDC 발표, F: SPRI 추정)

주 2 : IaaS를 하드웨어 시장, PaaS 및 SaaS를 소프트웨어 시장으로 재분류

- (일자리 수) 2025년까지 약 1만 2천여 개의 일자리가 창출될 전망
 - 2016년부터 2025년까지 연평균 일자리 수 증가율은 10.5% 수준
 - 창출되는 일자리 중 소프트웨어 분야에서 창출되는 일자리 수는 약 9천 5백여 개로 75%의 비중을 차지
 - 하드웨어 시장 규모가 소프트웨어보다 크에도 불구하고 일자리 창출 규모는 소프트웨어가 더 크다는 점을 시사

<표 18> 국내 클라우드 컴퓨팅 일자리 수 전망 (단위: 명, %)

		2016	2020	2025	CAGR
클라우드 컴퓨팅	하드웨어	1,313	2,394	3,180	10.3%
	소프트웨어	3,868	6,605	9,533	10.5%
	총계	5,181	8,999	12,713	10.5%

주 : ‘하드웨어 : 컴퓨터 및 주변기기’, ‘소프트웨어 : 소프트웨어 및 컴퓨터관리서비스, 정보서비스’의 미래 취업유발계수를 추정하여 이용

4. 연구의 의의 및 시사점

□ 4차 산업혁명의 동인이 되는 소프트웨어 혁신 방향과 속성을 파악

- 소프트웨어 혁신의 3대 요소 : 빅데이터, 센싱 기술 등의 데이터통합 기술, 인공지능으로 대표되는 지능화 기술, UI 및 통신 등의 인터페이스 기술
- 소프트웨어 혁신을 통해 스마트카, 가상현실, 3D 프린팅, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 5대 유망 분야가 성장하면서 4차 산업혁명을 주도

⇒ SW 교육 체계 정비 및 인력 양성 분야 선정에 활용

- 인공지능뿐만 아니라 데이터통합 기술, 인터페이스 기술을 보유한 SW 인력 양성이 필요

□ 유망분야의 벨류체인을 분석하여 새롭게 등장하는 직업을 제시

- 5대 유망 분야의 개발, 지원 및 활용과정에서 생기는 76개 직업군을 도출
- 특히, 소프트웨어 혁신의 핵심 영역인 데이터통합, 지능화, 인터페이스 분야의 신직업을 파악

⇒ 4차 산업혁명 시대의 미래 일자리 지형 변화 모습을 제시하여 효율적 직업 전환 방안 마련 필요성을 제안

- 이미 보유한 역량을 최대한 활용하고 필요한 기술을 쉽게 습득하여 새로 등장하는 직업에 취업을 돕는 직업 전환 프로그램 마련을 고려
- 급격한 노동시장의 변화에 따른 충격을 최소화하기 위하여 생산, 분배, 소비 등 경제시스템 전 영역에서 유기적인 대응 방안을 마련할 필요

<표 19> 5대 유망분야 개발 과정의 직업 리스트

	데이터통합	지능화	인터페이스
스마트카	- 사물 인식 기술 개발자	- 인공지능 기반 자율주행시스템 개발자	- Human-Car 인터페이스 개발자
가상현실	- 가상현실설계 SW 및 공간스캔 SW 개발자	- 가상 비서 개발자, 콘텐츠 크리에이터	- 가상현실 인터페이스 개발자
3D 프린팅	- CAD SW 개발자, 사물 스캐닝 개발자	- 3D 프린팅 적층 알고리즘 개발자	- 3D 프린팅 제어 SW 개발자
사물인터넷	- 센싱 SW 개발자, 사물 데이터관리자	- 사물인터넷 플랫폼 개발자	- 사물-사물, 사람-사물 통신 프로토콜 개발자
클라우드 컴퓨팅	- 가상화 전문가, 분산처리시스템 개발자	- 클라우드 데이터 애널리틱스 개발자	- 클라우드 서비스 인터페이스 개발자

<표 20> 5대 유망분야 지원 과정의 직업 리스트

직업 유형	물리적 기반제공	제도적 기반제공
스마트카	- 도로·신호 관리자, 초정밀지도 개발·관리자, 통신망(V2X) 관리자	- 도로교통법, 제조물책임법 등 관련 법률전문가
가상현실	- 가상현실방송 인프라 관리자, 초고속 통신망 개발·관리자	- 가상현실기술 표준화 관련직, 저작권 등 법률전문가
3D 프린팅	- 3D 프린터 공유 인프라 관리자, 3D 프린팅 제품 주문배송 인프라	- 설계도면 표준화 관련직, 제조물책임법 등 법률전문가
사물인터넷	- 센서 네트워크 등 사물인터넷 전용통신망 개발·관리자	- 사물간 통신 표준화 관련직, 개인정보보호법 등 법률전문가
클라우드	- 클라우드 네트워크 개발자	- 클라우드 관련 법률 전문가

<표 21> 5대 유망분야 활용 과정의 직업 리스트

	응용 및 활용 직업
스마트카	- 배송업체의 물류분석가, 소매업체의 LBS기반 In-Car 마케터 등
가상현실	- 가상현실 전문의사, 가상현실 공장관리자, 가상현실 엔터테이너 등
3D 프린팅	- 3D 프린팅 설비 관리자, 적층제조계획 수립가, 3D 디자이너 등
사물인터넷	- 사고예측 전문가, 비용절감 컨설턴트, 스마트 오피스 관리자 등
클라우드	- 클라우드 시스템 관리자, 클라우드 기반 업무 설계자 등

□ 유망 분야별 일자리 규모를 정량화하여 제시

○ 소프트웨어 분야를 중심으로 일자리가 창출됨을 확인

- 창출되는 일자리 중 약 54%에 해당하는 14만개가 소프트웨어 분야
- 소프트웨어를 중심으로 4차 산업혁명이 일어나고 경제시스템이 점차 소프트웨어 중심으로 재편되면서 일자리 비중도 함께 증가

⇒ SW 중심사회의 일자리 수급 전망 및 대책 마련에 활용

○ 보다 정교화된 일자리 수급 전망에 근거하여 해외 인재 영입, 자체 인력 양성 방안 등 중장기 일자리 정책을 수립할 필요

<표 22> 유망분야별 일자리 수 전망 (단위 : 명)

		2016년	2020년	2025년
스마트카	하드웨어	857	7,772	13,544
	소프트웨어	997	9,361	16,740
	총계	1,854	17,133	30,284
가상현실	하드웨어	3,920	13,351	26,416
	소프트웨어	5,843	27,102	56,397
	총계	9,763	40,453	82,813
3D 프린팅	하드웨어	643	2,707	4,886
	소프트웨어	109	590	1,281
	서비스	366	1,166	1,632
	총계	1,118	4,463	7,799
사물인터넷	하드웨어	16,012	26,719	43,264
	소프트웨어	17,730	33,044	57,070
	서비스	8,614	15,571	27,244
	총계	42,356	75,334	127,578
클라우드 컴퓨팅	하드웨어	1,313	2,394	3,180
	소프트웨어	3,868	6,605	9,533
	총계	5,181	8,999	12,713
총계	하드웨어	22,745	52,943	91,290
	소프트웨어	28,547	76,702	141,021
	서비스	8,980	16,737	28,876
		60,272	146,382	261,187

주 : 일자리수 전망치는 상이한 방법론을 사용한 여러 기관의 시장규모 자료를 기초로 추정된 것으로 숫자 비교에 있어서 주의해야 함

[참고문헌]

1. 국내문헌

- 김세흠. (2015). 기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응. 한국노동연구원.
- 마틴포드 저. 이창희 역. (2016). 로봇의 부상: 인공지능의 진화와 미래의 실직 위협. 세종서적.
- 미래창조과학부 (2016). 2015년 사물인터넷 산업 실태조사 결과
- 소프트웨어정책연구소 (2015). 국내 소프트웨어 기업 경쟁력에 관한 연구
- 이동현. (2016). SW중심사회에서의 미래 일자리 연구: 컴퓨터화의 위협과 대응전략. 소프트웨어정책연구소.
- 한국VR산업협회 (2015). 국내 가상현실(VR) 시장 규모. 재인용 출처: KISDI, 2016, 가상현실(VR)생태계 현황 및 시사점, 6쪽
- KIAT (2016). 3D프린터 기술시장동향. 재인용 출처: KISTI, 2016, KISTI 마켓리포트 2016-05, 3쪽

2. 국외문헌

- Autor, D. H. (2015). Why are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives 29(3).
- Deloitte. (2016). Industry 4.0: Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use of Exponential Technologies.
- Diawa Capital Markets (2015). Smart Cars: Who Has the Head Start?
- Frey, C. B. and M. A. Osborne. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School Working Paper.
- IDC (2015.12). Worldwide and Regional Public IT Cloud Services Forecast, 2015-2019
- IDC (2016a). Worldwide Augmented and Virtual Reality Hardware Forecast, 2016-2020
- IDC (2016b). Worldwide Internet of Things Forecast Update, 2016-2020
- IDC (2016c). Korea Public IT Cloud Services Forecast, 2016-2020
- Lux Research (2014). Set Autopilot for Profits: Capitalizing on the \$87 Billion Self-Driving Car Opportunity
- Lux Research (2015). The \$102 Billion Opportunity in Partial Automation for Cars

Smartech Markets Publishing (2014). Personal 3D Printing Markets: 2014-2023

World Economic Forum. (2016). The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution

3. 기타

한국고용정보원. (2011). 한국직업사전.

한국은행. 2005-2014 산업연관표. URL: <https://ecos.bok.or.kr>

KZero (2014). Virtual Reality Software Revenue Forecasts 2014 - 2018. URL: <http://www.kzero.co.uk/blog/virtual-reality-software-revenue-forecasts-2014-2018/>

주 의

1. 이 보고서는 소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.