

채용공고 데이터 분석을 통한 SW융합인력 수요 현황과 시사점

A status and implications of
SW convergence talent by
analysis of job posting data

Executive Summary



최근 디지털전환이 가속화되고 국내 SW융합인력 수요가 급증하면서 자동차, 의료, 도소매업 등 타 산업에서 SW융합인력에게 원하는 역할과 요구사항의 범위가 확대되고 있다. SW융합인력이 방대한 양의 데이터 분석, 제조 공정·보험 설계 등 도메인 지식이 필요한 업무의 디지털화, ChatGPT, 딥러닝과 같은 신기술의 적용 분야에서 활동하고 있다.

본고는 지속성장할 것으로 예상되는 국내 SW융합인력 양성을 위한 시의적절한 정책 수립에 도움이 될 수 있도록, ① 관련 현황 및 문제점을 파악하고 ② 채용공고 데이터 기반의 SW융합인력 수요분석 정보를 제공하며 ③ 분석 결과에 따른 시사점을 제시하고자 한다.

SW융합인력이란, “SW융합인력에 대해 한국표준산업분류에서 SW산업을 제외한 산업에서 SW융합 활동이 있는 기업에 재직하는 SW인력”으로 정의하였다.

연구진은 온라인 채용정보 데이터를 활용하여 산업별, 지역별, 경력별, 학력별, 직무별, 기술 스택별 SW융합인력의 수요를 분석하였다. 단, 채용인원을 정확히 제시하지 않는 온라인 채용공고 데이터의 한계로, 채용공고 건수를 기준으로 수요를 파악하였다. SW융합인력의 수요가 많은 산업은 전자 부품·컴퓨터, 의료, 자동차, 도매 및 상품 중개업 순이었다. SW융합인력은 3년 이상의 경력자에 대한 수요가 가장 많았으며, 신입에 대한 수요는 12%에 불과하였다. SW산업과 SW융합산업에서 요구하는 경력별, 학력별, 지역별, 직무별 인력 수요는 다소 차이가 있으며, 이에 따라 요구되는 기술 스택도 상이한 것으로 분석되었다.

소프트웨어정책연구소 SW기반정책·인재연구실

진희승 책임연구원 hschin@spri.kr

윤보성 선임연구원 bsyun@spri.kr

신승윤 선임연구원 seungyoon@spri.kr

SW융합인력의 수요 증가에 대응하여 SW융합인력의 범위, 양성 방향 등에 대한 관련 산업계·학계·연구계의 사회적 합의 도출과 이에 따른 체계적 양성이 시급하다. SW융합인력 수급 지속가능성 제고를 위해 SW융합인력 양성 교육의 실무 적합성과 시의성을 개선, SW융합인력의 장기적 성장 지원체계를 구축해야 한다. SW융합인력에 대한 면밀한 수요분석을 통해, SW융합인력에 대한 수요가 상대적으로 큰 도메인, 직무 등을 중심으로 전략적으로 양성하는 것이 우선되어야 한다. 수도권 외 지역에 대한 SW융합인력의 원활한 수급을 위해, 지역별 특화산업과 연계된 SW융합인력 양성방안도 고려해야 한다.

As digital transformation accelerates and the demand for software convergence workers in Korea is glowing rapidly in recent years, the range of roles for software convergence workers in other industries such as automotive, healthcare, and wholesale and retail is expanding.

In order to help establish timely policies to foster software convergence workforce in Korea, which is expected to continue to grow, this paper aims to 1) Identify relevant status and problems, 2) Provide information on demand analysis of software convergence workforce based on job postings data, and 3) Present implications based on the analysis results.

Software convergence workforce is defined as “Software talent who are employed in companies with SW convergence activities in industries other than the SW industry in the Korean Standard Industrial Classification.”

The researchers analyzed the demand for software convergence workers by industry, region, experience, education, job function, and technology stack using online recruitment data. The industries with the highest demand for software convergence workers are electronics&computers, healthcare, automotive, and wholesale. Software convergence workers were most in demand for those with more than 3 years of experience, while only 12% of new employees were hired.

In response to the increasing demand for software convergence manpower, it is urgent to derive a social consensus among related industries, academia, and research institute on the scope and direction of manpower and systematic training is urgently needed. To improve the sustainability of manpower supply and demand, it is necessary to improve the practical relevance and timeliness of software convergence manpower training and establish a support system for the long-term growth of manpower. Through a careful analysis of the demand for manpower, it should be prioritized to strategically cultivate software convergence manpower centered on domains and jobs that have a relatively large demand for software convergence manpower.

I. SW융합인력 논의 배경 및 목적

■ 최근 국내 SW융합인력 수요의 급증*으로, 이에 대한 정책적 대응을 위해 SW융합인력 세부 현황 및 수요 특성 파악이 요구됨

* '19년 기준 약 27만 명에서 '22년 33만 명으로 최근 3년간 약 7% 증가(SPRi, 2023)

- 최근 생성형 AI 기술을 각 산업에 적용 및 활용하기 위한 관련 기업들의 행보*가 두드러지고 있어 SW융합 인력의 수급 문제는 더 심각해질 것으로 전망됨
- * 자동차 기업인 General Motors의 경우 Microsoft와 협력해 운전자들이 사용할 수 있는 ChatGPT 가상비서를 개발 중이며, 피트니스 기기 업체인 Amazfit은 사용자가 스마트워치에 음성으로 질문하면 ChatGPT 기반 AI가 텍스트로 대답하는 서비스 제공

■ SW융합인력 확보 관련 산업계 애로·요구사항 증가가 예상되므로, 현장의 목소리를 살펴보고 기업 인력확보 이슈 등 관련 문제점을 선제 파악할 필요가 있음

- 디지털전환 가속화 등으로 SW융합인력의 역할 범위와 요구 역량 등이 가중 및 심화하고 있어 관련 변화 양상의 기민한 파악과 정책적 대응 이슈 정립이 요구됨

■ 본고는 지속성장할 것으로 예상되는 우리나라의 SW융합산업에 대해 시의적절한 맞춤형 인력 양성 정책 수립에 도움이 될 수 있도록 ▲ 관련 현황 및 문제점을 살피고 ▲ 채용공고 데이터 기반의 SW융합인력 수요분석 정보를 제공하며 ▲ 분석 결과에 따른 향후 정책과제를 제시함

- 문헌조사를 통해 본고에서 다루는 SW융합·SW융합인력 정의를 살펴보고 SW융합인력 부족 문제 및 채용 애로사항 등을 확인함
- <SW융합실태조사>와 같은 기존의 설문조사 분석*과는 다른 방식으로 SW융합인재 현황을 분석하고자, 채용공고 데이터를 수집(2022.09~2023.02)하여 SW융합인력 수요 특징 등을 분석함
- * 연단위 실태조사는 기간 내 이슈의 즉시 반영이 어렵고 직무, 기술 등 세분화된 수요를 파악하는 데 일부 한계점 존재. 단, 본고의 분석은 시장의 일부 데이터만 다루어 전수 파악이 어렵고 일부 결측 데이터 처리 등으로 왜곡된 분석 결과를 제시할 수 있는 한계점 존재
- 결론에서는 위에서 언급한 SW융합인력 관련 현황 및 수요분석에 기반하여 정책적 관점에서 SW융합인력 양성 관련 향후 과제를 제안함

II. SW융합인력 현황 및 이슈

1. SW융합인력 정의

■ 본고에서 다루는 SW융합과 SW융합인력에 대한 정의는 「소프트웨어진흥법」 제2조와 <SW융합 실태조사>의 정의를 차용함

- 「소프트웨어진흥법」 제2조 6에서는 소프트웨어융합에 대해 “SW와 다른 분야 간 기술 또는 서비스의 결합이나 복합을 통하여 새로운 사회적·시장적 가치를 창출하는 창의적이고 혁신적인 활동 및 현상”으로 정의
- <SW융합실태조사>에서는 SW융합인력에 대해 한국표준산업분류에서 SW산업을 제외한 산업에서 SW융합 활동이 있는 기업에 재직하는 SW인력으로 정의(SPRi, 2022)

2. SW융합인력 현황

■ 국내 SW융합인력은 약 33만 명 수준으로(SPRi, 2023), 향후 SW융합인력 규모는 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

- 국내 SW융합인력은 '19년 기준, 272,841명 → '22년 331,984명으로 최근 3년간 6.8% 증가한 바 있음

■ 코로나19 이후 산업 전반의 디지털전환이 가속화되면서, 신산업 분야뿐 아니라 전통산업 분야에서도 SW인력의 수요가 급증하고 있음

- (자동차) 소프트웨어중심자동차(Software Defined Vehicle, SDV) 전환 기조로, 산업 전반에 SW전문인력 확보의 필요성이 급증하고 있으며(대한경제, 2023.02.14.), 해당 분야 인력 수요는 2030년까지 연평균 4% 증가할 것으로 예측됨(정보통신뉴스, 2022.03.13.)
- (헬스케어) 산업의 높은 성장세로 인하여 디지털 헬스케어 인력이 향후 10년간 연평균 4.7% 증가할 것으로 전망되고 있음(한국산업기술진흥원, 2022)
 - 디지털 헬스케어 기업 대상 설문조사에 따르면, 디지털 헬스케어 참여기업들은 우선적 채용할 전공분야로 “컴퓨터 활용 분야”를 1순위로 뽑은 비중이 약 38.5%로 가장 높았음(한국산업기술진흥원, 2022)

- (금융) 업무의 디지털전환으로 인해 국내 금융인력 중 IT보안 직무의 인력 수요가 가장 많이 증가할 것으로 논의됨(한국금융연구원, 2023)
 - 영업, 마케팅, 경영관리 등의 인력은 감소할 것으로 전망되는 데에 비해, 2023년 기준 금융보안, 핀테크 부문 중사 인력은 사상 최대치를 기록함(디지털 투데이, 2024.02.07.)

3. SW융합현장 애로사항

■ SW융합산업 현장에서 제기되는 SW융합인력 관련 주요 애로사항으로는 단연 SW융합인력의 양적 부족 이슈임

- 국내 기업을 대상 복수의 설문조사에서 SW융합현장에서 주요 애로사항으로서 ‘SW융합전문인력 부족’ 문제를 제기하며, 정부의 SW융합인력 양성 및 지원을 높게 희망하고 있는 것으로 확인됨
 - * <디지털전환 추진 애로사항> 설문(한국생산성본부, 2023년, 2,025개 국내 기업 대상) 결과에서 가장 큰 문제점은 ‘전문인력 부족(54.9%)’, 정부의 최우선 지원과제는 ‘미래 전문인력 양성’을 제시함(The Pabii Research, 2023.10.26.), 국내 SW융합기업 대상 설문조사에서 가장 희망하는 정부 건의사항은 ‘SW 활용 및 융합 전문인력 양성 지원(45.5%)’이었음(SPRI, 2023)

■ 한편, SW융합인력의 역량 수준 문제와 함께 지속적 채용유지 가능성 또한 주요 애로사항으로 논의됨¹

- SW융합업계는 빠르게 변화하는 기술에 대응하기 위해 중급 이상의 개발자에 대한 수요가 가장 높으나, 인력 유치경쟁이 치열하여 인력확보가 어려움
 - * 중소벤처기업부(2023) 실시 설문조사에서 중소기업은 대기업과의 연봉 격차 등으로 중급 이상 개발인력 확보에 어려움을 겪고 있어 해외인력 채용을 희망함(서울경제, 2023.07.02.)
- SW융합산업은 기술의 발전과 변화가 빠르므로 이직률이 높으며, 이로 인해 조직 내 SW융합인력 유지 수준이 낮음
 - * SW개발자는 경력개발 가능성, 조직문화 측면에서 IT기업을 선호하는 경향이 있어, 실제 제조업 분야에서 SW전문인력의 조직 내 인력 유지 수준이 낮음(매일경제, 2023.02.22.)

¹ SPRI(2023)가 SW융합 현장 전문가들을 대상으로 한 인터뷰 결과 내용 중 발췌.(’23년 12월, 제조·유통·자동차·의료·국방 등 주요 산업별 중사자 8인 대상)

■ SW융합인력 양성 및 확보에 대한 기업(조직) 내 자체 관리체계 및 인식 부족 또한 주요 애로사항으로 논의됨²

- 인력에 대한 교육 및 관리를 여전히 ‘비용’으로 생각하는 기업 내 접근 방식으로 인해, 인적자원(Human Resource)에 대한 장기적 관점의 융합인재 성장 및 관리체계가 부재함
- 기업 경영진의 SW와 SW융합에 대한 이해가 부족하여 기존 산업 분야에서 SW융합혁신의 걸림돌로 작용하는 경우가 존재함

■ 대학은 산업체의 인력개발 요구 분야 및 기술에 대한 정보가 부족하거나 선제적 파악이 어려워 SW융합교육의 효과성을 높이기 위해 일부 한계점이 존재함³

- 대학에서 SW융합인력 양성 시, 학생들에게 교육하는 기술이 SW융합현장에서 실질적으로 어떻게 활용되는지 확인하는 과정이 반드시 필요하나, 대학에서 교수자가 개별 사례들을 지속 발굴함에 현실적 어려움이 있음
 - 대학은 자체 센터 등을 통해 지역 산업체의 문제를 수집하고, 교육 시 실질적으로 이를 활용할 수 있는 형태로 바꾸는 노력이 필요함

■ 산업계는 정부에 체계적인 SW융합인력 양성을 주문하는 한편, 산업·기술 변화에 대응하기 위한 재직자의 재교육 및 직무전환의 필요성을 제기함

- 산업계의 요구에 따라 산업계 전문 인재 및 디지털 기술 융합인재 양성에 대한 정부 정책 방안이 발표됨 (관계부처합동, 2022)
- 재직자의 기술 향상(업스킬링)과 직무 전환(리스킬링) 등을 통해 재직자의 고용 지속가능성과 생산성을 유지할 수 있도록 학습 및 훈련 기회에 대한 필요성 또한 제기되고 있음(전자산업 인적자원개발위원회, 2023)

² SPRi(2023)가 SW융합 현장 전문가들을 대상으로 한 인터뷰 결과 내용 중 발췌.(’23년 12월, 제조·유통·자동차·의료·국방 등 주요 산업별 종사자 8인 대상)

³ SPRi(2023)이 SW인력 양성을 담당하고 있는 학계 전문가들을 대상으로 한 인터뷰 결과 내용 중 발췌.(’23년 12월, 학계 SW융합 관련 전문가 4인 대상)

III. 채용데이터 기반 SW융합인력 수요분석 결과

1. 채용공고 분석 대상 및 범위

■ SW 및 SW융합인력의 채용공고를 6개월 동안 약 21만 건 수집하고 데이터 분석을 위해 정제함

- 전체·신규 공고 수, SW인력 관련 채용 전문 여부, 채용공고의 SW인력 직무분류 적합성 등을 고려하여 3개의 구인·구직 사이트를 선정*하여 수집함
 - * 추가로 정보 획득 용이성, 정보 정확성, 수집 가능성 등을 고려함
 - 대상 : SW 및 SW융합인력 채용공고 (사람인, 원티드, 오키)
 - 기간 : 2022년 9월 ~ 2023년 2월
 - * 채용공고 기간이 2~4주 정도라는 점을 고려하여 월 1회 수집함
 - 건수 : 약 21만 건
 - * 전월의 데이터, 사이트 간 중복을 제거하고, 동일 공고 페이지에 2건 이상의 채용직무가 있는 경우는 직무별로 채용공고를 분리하여 수집함
 - 수집 항목: 공고명, 경력, 학력, 근무지, 산업군, 직군, 필수스킬, 기업 관련 정보 등
 - 분석 기준: SW산업 vs SW융합산업, SW융합산업의 산업별, 학력별, 경력별, 지역별, 직무별, 기술별 교차 분석

- 수집한 채용공고를 분석하여 항목별로 정제하고 결측치 처리함
 - SW산업이 아닌 산업에서 일하는 SW인력을 SW융합인력으로 정의함
 - 경력은 일정 단위*로 분류하고, 근무지는 17개 광역시·도로 단순화함
 - * 신입, 경력 1년, 3년, 5년, 10년, 15년, 20년 이상, 경력 무관
 - 기업정보와 10차 한국표준산업분류를 활용하여 채용공고가 속하는 산업군을 산출함
 - 학력의 경우는 학력 무관 데이터가 많아 분석 데이터로써 활용 가치가 작으며, 급여의 경우는 제공하는 공고가 거의 없음
 - 채용공고에서는 정확한 채용인원을 제공하고 있지 않아, 채용인원이 아닌 채용공고의 건수를 기반으로 분석함

- SW융합직무 분석을 위해 현장 수요에 맞게 직무체계를 새로 구축하고, 채용공고의 직무를 새로 구축한 직무체계에 맞게 재분류함

- 전체 한국 ITSQF, 영국 SFIA, 미국 O*NET, EU ESCO⁴ 등 국내외 표준 직무체계와 구인·구직사이트의 직무를 비교 분석하여 직무체계를 구축함
 - ITSQF, SFIA에 비해 O*NET, ESCO는 직무가 세분화되어 있으며, 특히 ESCO의 경우는 현장에서 찾기 어려운 개념적인 직무가 많이 있음
 - 이상의 4개의 직무체계를 분석·통합하고, 구인·구직 사이트에서 수집할 수 있는 직무를 고려하여 최종적으로 새로운 직무체계를 구축함
 - 직무의 기능적 분류에 따라 SW시스템 기획자, 아키텍트(Architect), 개발, 테스터, 시스템 운영자, UI/UX, 기술 및 교육 지원으로 나누고, 직무의 특성상 그룹화가 필요한 데이터 전문가, 보안 전문가 직무를 추가함
 - 개발자 수요가 많은 점을 감안하여 개발자 직무는 다른 직무에 비해 서버 개발자, 시스템/임베디드 개발자, 앱 개발자, 웹 개발자, 게임 개발자, 프론트엔드 개발자, 인공지능SW 개발자로 세분화함

2. 채용공고 데이터의 특성 및 분석 결과

☞ 채용공고의 특성을 파악한 후 교차 분석을 진행하였으며, 독자는 다음과 같은 사항을 고려하여 분석 내용을 검토할 필요가 있음

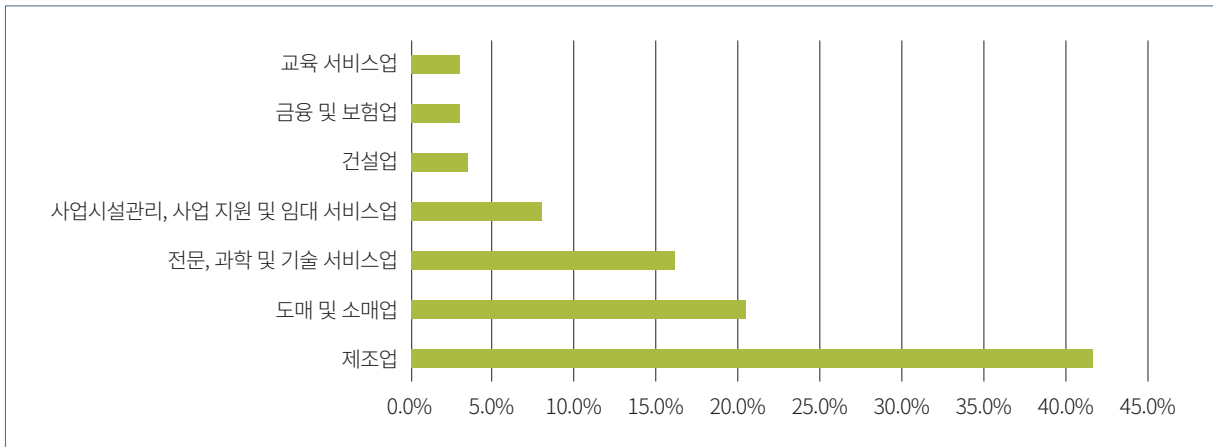
- 산업별 수요가 많은 부문을 선정하고, 시사점 도출이 가능한 데이터를 분석함
 - SW융합산업의 수요가 가장 많은 산업은 “제조업”, “도소매업”이며, “제조업” 중 전자 다음으로 수요가 많은 의료, 자동차 부문을 중심으로 교차 분석을 진행함
- 학력별, 경력별 등 필요역량을 도출하여, 인재 양성 기획 및 교육 과정 설계 시 활용이 가능한 정보를 제공함
- 채용공고 데이터는 기업의 채용 전략에 따라 다소 왜곡될 수 있음
 - 기업 전략에 따라 채용인원, 경력, 학력 등의 조건은 최소한의 정보를 노출함
 - 채용공고는 기업의 브랜드를 강화하고 기업 문화를 홍보하기 위한 수단으로 활용하며, 경쟁사를 분석하기 위한 용도로도 사용됨
- 채용공고 데이터는 기업의 규모, 산업군, 문화에 따라 같은 용어라도 의미가 다르게 표현될 수 있어 분석 시 주의해야 함
 - 채용공고에 나타난 직무, 요구 역량 등 용어가 다르게 표현되는 현상에 대한 처리가 필요함
 - 소규모 기업의 경우는 여러 직무를 동시에 동일인에게 요구하는 경우가 많아 직무별, 역량별 수요를 분석하는 데 어려움이 있음
- 온라인 채용공고 데이터는 채용인원, 학력·경력 조건 등 정확한 수요를 파악하는 데는 한계가 있음
 - 채용공고는 채용인원 파악이 어려우며, 특히 온라인 채용공고는 전체 채용시장을 포함하는 것이 아니기 때문에* 전체 인력 수요 파악에 어려움이 있음
 - * 채용공고에는 기업 웹사이트, 구인·구직 사이트, 전문적인 네트워킹 플랫폼, 산업 전문매체, 채용박람회, 대학 등의 채널이 있으며, 전문가 채용을 위한 헤드헌팅 등도 존재함
 - ** 건설, 의료, 금융, 제조 등 각 산업의 특성에 따라 산업별 전문 채용 채널이 있으나, 디지털 인력 채용시장은 대학원을 통한 채용, 헤드 헌팅 시장을 제외하면 온라인 채용공고가 거의 모든 채용공고를 포함

4 IT분야 역량체계(ITSQF, Information Technology Sectoral Qualifications Framework), 정보화 시대를 위한 기술 프레임워크(SFIA, Skills Framework for the Information Age), O*NET(The Occupational Information Network), ESCO(European Skills, Competences, Qualifications and Occupations)

■ (산업) 채용공고 건수를 SW산업과 SW융합산업(SW산업 외)으로 구분하여 집계한 결과, SW산업에서 44.5%, SW융합산업에서 45.5%로 나타남

- SW산업 채용공고 수는 소분류 기준 “소프트웨어 개발 및 공급업”, “컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업”, “기타 정보 서비스업⁵” 순으로, “기타 정보 서비스업”은 특히 수요가 늘어나는 특성을 보임
* 이하 “ ” 표시한 부분은 10차 한국표준산업분류 용어를 사용
- SW융합인재 공고 건수는 제조(41.6%), 도소매(20.5%), 과학·기술 서비스(16.1%), 사업 관리·지원, 건설, 금융, 교육 등의 순으로 많았고, 제조, 도소매 산업이 대부분의 SW융합산업 수요를 차지함

[그림 1] SW융합산업별 SW융합인재 채용공고 비중



* 전체 SW융합인력은 33.2만 명 중, 산업별 인력은 광업/제조업 31.0%, 도소매 5.4%, 과학·기술 서비스 15.7% 등임(SPRI, 2023), 한국표준산업분류(10차) 대분류 기준

- “제조업” 중 전자·전기 관련 부문을 제외하면 의료, 자동차 순으로 SW융합인력 수요가 많음
- 의료 부문⁶은 헬스케어 IT시장, 특히 인공지능 서비스⁷가 빠르게 성장할 것으로 전망되고 있으며, 이에 따라 SW융합인력 수요도 증가하고 있음

⁵ 세세분류 “데이터베이스 및 온라인 정보 제공업”은 소분류 “기타 정보 서비스업”에 포함되며, 버킷플레이스(오늘의집), 야놀자, 티맵모빌리티 등 온라인 플랫폼, 헥토파이낸셜 등 간편결제 포함되어 수요가 눈에 띄게 늘어나는 것으로 분석됨

⁶ 혈당 변화 앱, 헬스케어 플랫폼, 병의원 의료 기기, 치과용 기기 등의 사업기업이 AI, 클라우드, 풀스택, ERP, MCU 등의 역량을 가진 개발자 채용하는 것으로 분석됨

⁷ 중증질환·소아 희귀질환 등 진단을 위한 의료 AI를 개발하고, 다양한 서비스 제공을 위해 2025년부터 건강정보 마이데이터 활용 제도가 본격 시행 예정(김규훈, 2023.12.6)

- * 헬스케어 시장 내 IT시장은 세계시장 규모가 2022년 3.9조 달러에서 2027년까지 연평균 19.8% 이상, 인공지능 서비스는 99억 달러에서 연평균 48.8%로 빠르게 성장할 것으로 전망(MarketsAndMarkets)
- 자동차 부문^{8*}은 인공지능 기술을 적용한 자율주행차가 완전자율주행 수준을 의미하는 자율주행 레벨4 개발에 주력하고 있어 빠른 성장이 예상⁹되고, SW인력 수요 증가와 부족 현상이 심화됨¹⁰
- * 한국자동차연구원은 자율주행차 시장 규모가 2025년 1,549억 달러(약 209조 원), 2035년 1조 달러(약 1,347조 원)로 연평균 40% 이상 성장할 것으로 예상(전자신문, 2023.10.9.)
- “도매 및 소매업”은 중분류는 “도매 및 상품 중개업”이 가장 채용공고가 많았으며, 소분류는 “기계 장비 및 관련 물품 도매업*”, “무점포 소매업**”, “생활용품 도매업” 순으로 채용공고가 많음
 - * 컴퓨터, 소프트웨어, 가전, 통신, 산업용 기계 등
 - ** 전자상거래(소셜 커머스, 오픈마켓), 기타 통신 판매(TV 홈쇼핑) 등
- 도소매업이 제조업 다음으로 SW융합인력 수요가 많은 것은 “무점포소매업”에 속하는 전자상거래 시장의 증가¹¹에 기인한 것으로 판단됨
 - * 한국은 소매유통시장 대비 전자상거래 비중이 세계 2위이며 전자상거래 이용자 1인당 소비재 결제 금액도 세계 3위 수준으로 한국의 온라인 시장은 빠른 성장을 거듭하고 있음¹²
- 이후 분석은 학력 및 경력, 지역, 직무, 기술 측면에서 수요를 분석하고, SW융합산업 중 가장 수요가 많은 중분류 기준 “제조업”과 “도매 및 소매업”, 소분류 기준 “제조업” 중 자동차, 의료 부문을 중심으로 교차 분석함
 - * 이하 언급되는 자동차, 의료는 한국표준 산업분류 소분류의 각각의 자동차, 의료 산업 관련 분류를 합친 숫자임

■ (학력 및 경력) SW융합산업 채용공고를 학력별, 경력별로 분석한 결과 “경력 3년 이상”, 전문대를 포함한 대졸이 가장 많았음

- 학력별 수요는 전문대를 포함한 대졸이 44% 이상, 학력 무관이 48% 이상임

⁸ 변속기·엔진 부품 제조, 차량 공유 서비스, IVI system(In Vehicle Infotainment System) 등의 사업기업이 임베디드, 자율주행, 백엔드, RTOS(Real Time OS) 등의 역량을 가진 개발자와 보안, 네트워크, 시스템 엔지니어 등을 채용하는 것으로 분석됨

⁹ 한국자동차연구원은 자율주행차 시장 규모가 2025년 1,549억 달러(약 209조 원), 2035년 1조 달러(약 1,347조 원)로 연평균 40% 이상 성장할 것으로 예상(전자신문, 2023.10.9.)

¹⁰ “GM·포드·폭스바겐 등은 매년 관련 인력을 5천 명씩 뽑고 있으며, 도요타도 신규 채용의 40% 이상을 SW전문인력으로 채운다. 산업통상자원부가 최근 발표한 미래차 분야 산업 기술인력 부족 비중에서도 시스템 소프트웨어 개발자는 2018년 10위에서 2020년 1위로 뛰어올랐다.” (매일경제, 2023.2.22.)

¹¹ 글로벌 전자상거래 시장은 2021년 5조 2천억 달러 규모를 돌파했으며 2026년까지 연평균 56%의 가파른 상승세를 보일 것으로 전망된다. (Global retail e-commerce sales 2014-2026, Statista, 2022.9.21)

¹² 부상하는 e-commerce 시장, KOTRA, <https://www.investkorea.org/ik-kr/cntnts/i-110/web.do> 2022.12.22. 조회

- SW융합산업이 SW산업보다 대졸 이상을 요구하는 비율이 높아*, SW융합산업에서는 학사 이상을 우대하는 기업의 전통적인 구인 경향이 유지되고 있는 것으로 보임¹³

* SW산업: 학력 무관 62%, 대졸 이상 14%, SW융합산업: 학력 무관 48%, 대졸 이상 26%

- 학력 무관으로 채용공고를 진행하는 이유는 실무 경험의 중요성, 다양성과 포용성 강화 등의 요구사항을 만족하고, 학력 조건을 완화하여 채용 경쟁력을 강화하려는 채용 전략일 수 있음

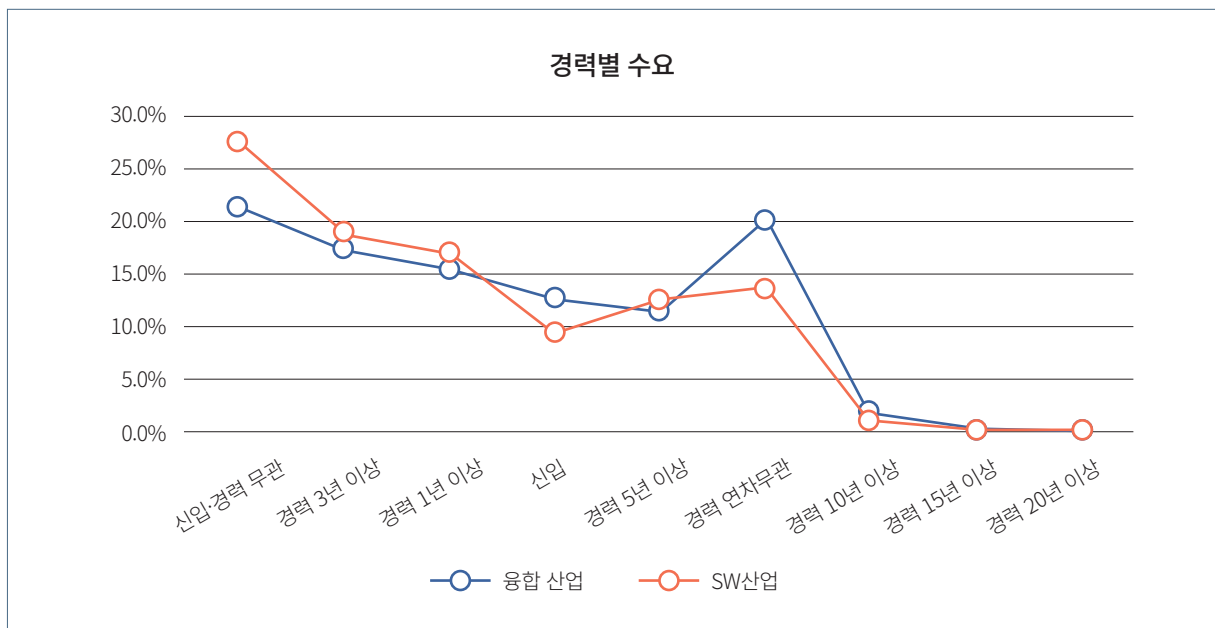
- 경력별 채용공고 수는 “경력 3년 이상”, “경력 1년 이상”, “경력 5년 이상” 순으로 합하면 45%이며, “신입” 채용은 12%에 불과*하여, SW융합산업에서는 SW경력자가 해당 산업에 투입되어 실질적인 성과를 기대하는 것으로 해석됨

* 구인·구직 사이트 사람인 “전산업군 신입 채용 비율 40%”로 조사(월간인재경영, 2022)

- 채용공고 데이터는 “경력 무관” 데이터가 41% 이상으로 경력별 수요분석에 한계가 있음*

* 경력 무관 데이터의 비율이 큰 이유는 첫째, SW전문인력은 경력보다는 역량이 중요하며 둘째, 기업 수요가 채용공고에 정확히 표현되지 않음 등으로 분석됨

[그림 2] 융합산업과 SW산업의 채용공고 경력별 비교



- 학력과 경력 교차 분석 결과, 경력 3년 미만에서 대졸(2·3년제) 이하의 인력 수요가 많아, 경력·학력 간 연관 관계가 파악됨

¹³ 개발자는 경험치에 따라 성장하는 특성이 있어 스타트업 업계는 최근 개발자 직군을 중심으로 학력과 무관한 인재를 채용하는 양상이 나타나고 있음(동아일보, 2023.2.24.)

[표 1] 경력 구분

경력 구분	내용
“신입”	신입 ~ 경력 1년 미만
“경력 1년 이상”	경력 1년 이상 ~ 경력 3년 미만
“경력 3년 이상”	경력 3년 이상 ~ 경력 5년 미만
“경력 5년 이상”	경력 5년 이상 ~ 경력 10년 미만
“경력 10년 이상”	경력 10년 이상 ~ 경력 15년 미만
“경력 15년 이상”	경력 15년 이상 ~ 경력 20년 미만
“경력 20년 이상”	경력 20년 이상 ~
“경력 무관”	신입, 경력 무관

- 산업별로는 자동차, 무점포 소매업의 경우는 “경력 무관”, 의료는 “경력 3년 이상”의 수요가 많았음

■ (지역) SW융합산업 채용공고는 서울, 경기도에 집중되어 나타남

- SW융합산업 지역별 채용공고 비율은 서울 53.7%, 경기 28.0%, 대전 2.9%, 인천 2.5%, 부산 2.2% 순으로 지역별 격차가 매우 큰 편이며, SW산업 채용공고는 서울, 경기, 대전, 부산, 인천 순임

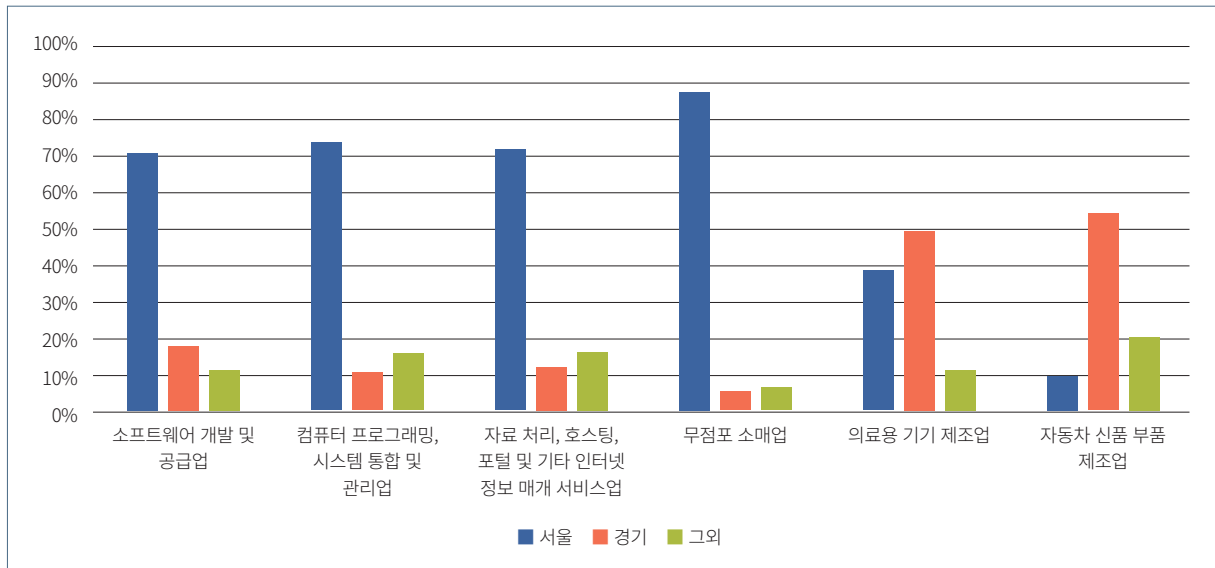
[그림 3] 전체 산업과 SW융합산업의 채용공고 지역별 비교



* 다른 실태조사 기반 지역별 SW인력 수요 데이터는 없으며, 지역별 SW생산은 서울 68.1%, 경기 20.1% 등으로 인력의 서울, 경기 집중 현상은 예측 가능(과학기술정보통신부, 2022)

- SW융합산업의 지역별, 산업별 기업의 구직자 근무 예정지는 자동차, 의료 산업을 제외하고는 서울에 있는 비율이 70% 이상임
 - 특히 한국표준 산업분류 소분류 기준 “무점포 소매업”의 경우는 서울, 경기 지역에 94%의 구직자 근무지 수요가 있음
 - 자동차 산업의 경우 구직자의 근무지가 경기, 그 외 지역, 서울 순으로 SW인력이 서울을 제외한 지역에서 일자리를 얻을 가능성이 큼
 - 의료의 경우는 경기도(39%)에 소재하고 있는 기업이 서울(39%)보다 많았으나, 그 외 지역에 소재하고 있는 기업의 비율은 미비함

[그림 4] 산업별 기업 지역 소재 비율



※ 한국표준 산업분류(10차) 소분류 기준

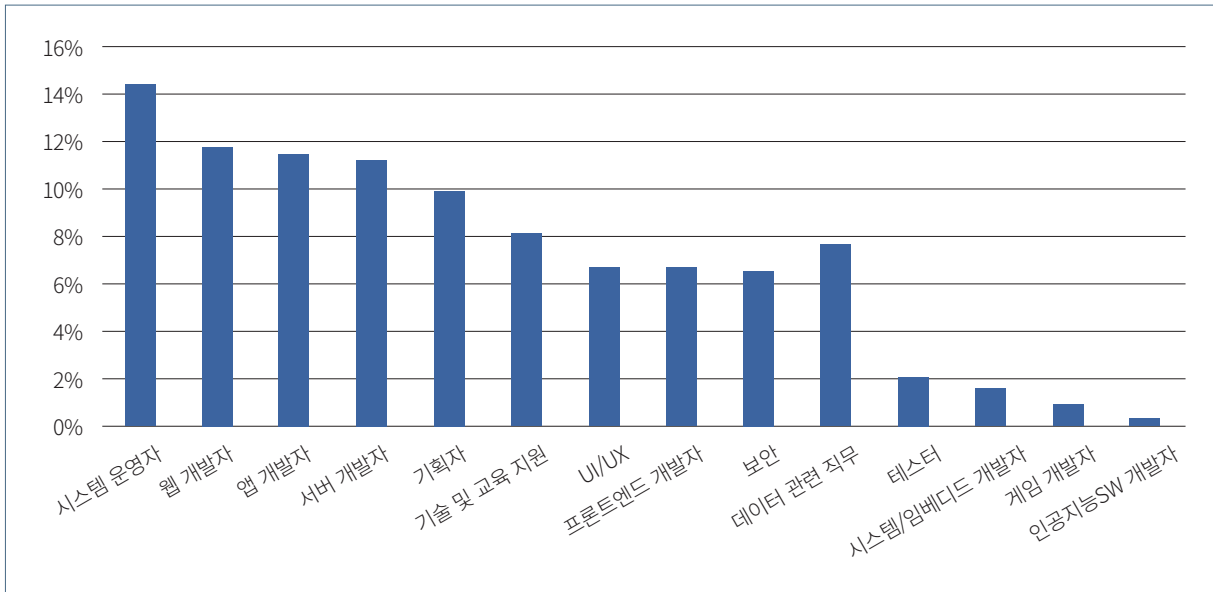
■ (직무) SW산업에서는 개발자 수요가 가장 많으며, SW융합산업에서는 아직까지는 시스템 운영자와 SW시스템 기획자 수요가 많은 것으로 분석됨

- SW산업에서 기업이 요구하는 직무는 웹 개발자, 서버 개발자, 앱 개발자, SW시스템 기획자, 시스템 운영자 순이며, 웹 개발자, 앱 개발자 등으로 세분화된 개발자 수요를 합치면 전체 수요의 56% 수준임
 - 직무 수요는 개발자 제외 시 SW시스템 기획자, 시스템 운영자, 보안 전문가 순으로, <SW산업실태조사> 결과와 비교하면 본 분석 결과는 개발자 수요는 많고, 시스템 운영자 수요는 적게 나타나서 다소 차이를 보임¹⁴

14 <SW산업실태조사>(SPRI) 2021년, 2022년 데이터를 기반으로 SW인력 수요를 도출하였으며, <SW산업실태조사>에 따르면 개발자 수요는 36%, 시스템 운영자 수요는 37%임. 본 연구 결과에 나타난 개발자 수요는 56%, 시스템 운영자 수요는 9.8%임

- SW융합인력의 직무 수요는 시스템 운영자, 웹 개발자, 앱개발자, 서버 개발자, SW시스템 기획자 순이며, 직무별 수요를 합친 총 개발자 수요는 46%이며, 개발자 수요 중 인공지능SW를 전문으로 개발하는 개발자 수요는 많지 않음
- 개발자를 제외한 운영, 기획, 기술 지원(합계 32%) 직무는 SW산업(합계 20%) 보다 수요가 많음¹⁵

[그림 5] 직무별 수요



- 산업별로는 “제조업” 중 의료는 시스템 운영자, 웹 개발, 앱 개발 순이었으며, 자동차는 기획, 서버 개발, 유지보수 등으로 자동차 융합 부문이 의료보다는 융합산업 기획 단계로 초기 단계인 것으로 분석됨
- “도매 및 소매업” 중 가장 많은 수요를 차지하는 “무점포 소매업”은 웹 개발자, 서버 개발자, 프론트엔드 개발자, 앱 개발자, 보안 등이며, 유지보수 및 기획 인원(3%)은 소수임

■ (역량) SW융합산업에서는 운영 및 SW시스템 기획 직무 수요가 SW산업보다 비교적 많아 관련 기술의 수요가 많으며, 임베디드시스템 수요도 많았음

- SW융합산업은 개발 언어*, MCU와 함께 시스템 운영을 위한 Linux, 경영관리를 위한 ERP, 임베디드 시스템 등의 기술 수요가 많았으며, 특히 개별 산업별 필요한 기술 수요의 순서는 다르나, 기술 수요 50위 내에 항목은 유사함
- * Java, C++, C#, JavaScript, Python, C 등 (수요 순서임)

¹⁵ <SW융합실태조사>(SPRI)에 직무 관련 데이터는 있으나, 실태조사의 기술적 문제로 수요 도출이 어려워 본 연구 분석 결과와 비교할 수 없음

- 제조업은 특히 펌웨어, MCU, 임베디드 리눅스, PCB(Printed Circuit Board) 등 하드웨어와 연관된 소프트웨어의 수요가 많음
- 유통업 중 수요가 가장 많은 전자상거래 분야는 SW산업의 기술 수요 순서와 유사하였으나 CCNP(Cisco Certified Network Professional) 수요가 다른 산업에 비해 많아 네트워크 및 보안에 대한 수요가 많음을 보여주고 있음
- 반면, SW산업은 개발 언어* 및 클라우드 시스템 특화 개발플랫폼**을 포함한 개발플랫폼의 기술 수요가 가장 많음
 - * Java, JavaScript, Python, React, C++, C#, TypeScript, Kotlin 등(수요 순서임)
 - ** Spring, AWS, Node.js, Docker, Spring Boot, Vue.js 등(수요 순서임)
- SW융합산업에서 개발플랫폼 기술로 MFC(Microsoft Foundation Classes)에 대한 요구가 많았는데, 이는 제조업에서 많이 활용하고 있음

[표 2] 산업별 기술 스택¹⁶ 수요 Top 7

순위	SW융합산업	SW산업
1	프로그램 언어	프로그램 언어
2	DB 설계, 개발, 관리	DB 설계, 개발, 관리
3	운영체제	운영체제
4	ERP(전사적 자원 관리)	클라우드 컴퓨팅(AWS)
5	펌웨어	개발플랫폼(Node.js, Docker, Spring Boot)
6	클라우드 컴퓨팅(AWS)	딥러닝
7	품질관리	품질관리

- 학력별로도 프로그램 언어 수요가 많았으며, 학력별로 요구하는 프로그램 언어의 종류와 수요의 수가 다름

¹⁶ SW제작 및 서비스에 사용되는, 프로그래밍 언어/ DB/ 프레임워크 등과 관련된 도구 일체를 분야별로 정의한 것

[표 3] 학력별 기술 스택 수요 Top 10

순위	고등학교 졸업	전문대학교 졸업	대학교 졸업	석사	박사
1	프로그래밍 언어 (C#/C++/JavaScript/ C/Python/Java)	프로그래밍 언어 (Java/C++/C#/ JavaScript/Python)	프로그래밍 언어 (C++/Java/Python/C/ C#/JavaScript)	프로그래밍 언어 (C++/C/MatLab/ TensorFlow/R)	프로그래밍 언어 (C++/Java/Python/C/ C#/TensorFlow)
2	데이터(Oracle)	운영체제 운영 관련 기술	운영체제 운영 관련 기술	인공지능	인공지능
3	운영체제 운영 관련 기술	Firmware	Firmware	운영체제 운영 관련 기술	회로 설계(PCB)
4	전사적 자원관리	전사적 자원관리	전사적 자원관리	Firmware	운영체제(RTOS)
5	품질관리(QA)	데이터(Oracle)	데이터(Oracle)	MCU	전사적 자원관리
6	회로설계(PADS)	MCU	MCU	FPGA	Firmware
7	Firmware	품질관리(QA)	인공지능	전사적 자원관리	품질관리(QA)
8	생산관리시스템	회로 설계(PCB)	FPGA	데이터(MySQL)	무선통신 설계(RF)
9	MCU	MCU	MCU	품질관리(QA)	MCU
10	인공지능	인공지능	회로 설계(PCB)	회로 설계(PCB)	FPGA

※ 데이터 (Oracle/MSSQL/SQL/MySQL), 운영체제 (Linux, Embedded Linux, UNIX, iOS), 전사적 자원관리 (ERP), 생산관리시스템 (MES), MCU (Microcontroller Unit), 인공지능 (DeepLearning), FPGA (field- programmable gate array)

- 인공지능 분야는 딥러닝에 대한 석·박사 수요가 많으며, 데이터 역량은 상업적 데이터 관리 도구 사용이 가능한 대졸 이하 수요가 많고, 기업 및 공장 관리를 위한 도구(ERP, MES 등)는 전 학력에서 고르게 수요가 있음
- 고졸의 경우는 관련 역량에 대한 상업 도구에 대한 수요가 많았으며, 학력이 높아질수록 전문 분야에 대한 구체적인 역량(RTOS, DICOM¹⁷, Verilog¹⁸ 등, TensorFlow)을 요구함
- 경력별로는 경력 5년 미만, 경력 15년 미만, 경력 15년 이상으로 요구되는 역량 특징을 분류할 수 있음
 - 5년 미만의 경력에 요구하는 역량은 주로 프로그래밍 언어(Java, JavaScript, C/C++, Python 등), 운영체제 관련 역량이 가장 많음
 - 15년 미만의 경력에 요구하는 역량은 프로그래밍 언어, 운영체제, 데이터, ERP, MCU, 인공지능 등 다양한 역량을 요구함
 - 15년 이상의 경력에서는 프로그래밍 언어보다는 소프트웨어 아키텍처(AZURE, AWS, MSA¹⁹ 등) 관련 역량을 요구함

¹⁷ 의료용 디지털 영상 및 통신(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM) 표준은 의료용 기기에서 디지털 영상표현과 통신에 사용되는 여러 가지 표준을 총칭하는 말로, 미국방사선의학회(ACR)와 미국전기공업회(NEMA)에서 구성한 연합 위원회에서 발표

¹⁸ IEEE 1364로 표준화된 전자 회로 및 시스템에 사용되는 하드웨어 기술 언어로, 회로 설계, 검증, 구현 등 여러 용도로 사용

¹⁹ MSA(Microservices Architecture)는 애플리케이션을 빠르게 개발하고 성능을 지속적으로 높여 나갈 수 있는 장점을 가진 아마존, 쿠팡, 넷플릭스 등의 국내외 대기업들이 채택하는 아키텍처

3. 정책 수립 시 고려사항

■ SW융합인력 수요 증가에 대응하여 SW융합인재 양성을 위한 산업별, 직무별 역량 및 산업별 수요 등에 대한 사전 검토와 자료 확보가 필요함

- 산업에서 요구하는 인재 양성을 위하여 SW융합인력을 정의하고, 산업별, 직무별로 요구되는 SW융합인력의 역량을 파악하는 것이 필요함
 - 아직 SW융합 및 SW융합인력 정의에 대한 협의가 부재하고, SW전문 인력 직무체계가 산업에서 통용되고 있는 직무와 상이함
- SW융합인력 수요가 증가하고 있으나, 최근에는 제조업, 도소매업에 편중되는 현상이 발견되고 있으며, 현장 수요에 대응하는 인재 양성이 필요함
 - * 제조업은 전자, 의료, 자동차, 도소매업은 무점포 소매업의 SW융합인력 수요가 많음
- SW산업에 종사하는 인력 중 SW융합인력의 역량인 SW기술과 도메인 기술을 모두 필요로 하는 인력 수요가 늘어나고 있어, SW전문가의 도메인 지식 습득과 도메인 전문가의 SW지식 학습이 모두 필요함

■ SW융합인력이 SW전문인력에 포함됨에 따라 SW전문인력의 요구사항이 변하고 있어, SW전문인력 양성 체계의 변화가 필요함

- SW전문인력은 학력 요구사항보다는 경력에 대한 요구사항이 중요해지고 있으며, 경력이 없는 구직자는 취업이 어려워지고 있음
 - 기업은 1년 이상에서 10년 이하*의 경력을 가진 직원에 대한 수요가 높아 경력이 없는 인력에 대한 역량 향상 방안 마련 및 지원이 필요함
 - * 고급 인재인 10년 이상 경력을 가진 직원의 수요는 온라인 구인 공고에 포함되지 않은 헤드헌팅 등을 이용한 구인이 많을 것으로 예상됨
- 기업에서는 SW역량과 도메인 지식을 동시에 보유하고 있는 전문가에 대한 평가 및 채용에 어려움이 있음

■ SW융합산업은 수도권 외 지역의 수요 비율이 SW산업과 비교하여 높아, 수도권 외 지역의 SW 융합인력 공급이 필요함

- 자동차 산업 등 제조 관련 기업에서는 서울에서 근무할 수 있는 기회가 적어, 서울·경기 이외 지역에 위치한 SW융합기업들이 SW인재 채용을 위해 서울·경기 지역에 사무실을 제공하는 현상을 보임²⁰

■ 현재 SW융합인력은 각 산업에서 개발자에게 요구하는 역량이 다르며, 기술 분야도 달라 이에 대한 고려가 필요함

- 산업별로 수요가 많은 직무가 다소 차이가 있으며 동일 직무의 산업별로 요구하는 역량이 다르나, 구체적 파악이 어려움

IV. 결론

■ 디지털전환으로 전산업에서 SW융합인력의 수요 증가가 예상되며, SW융합인력의 범위, 양성 방향 등에 대한 관련 산업계·학계·연구계의 사회적 합의 도출과 이에 따라 집중적 인재 양성 정책 추진

- 산업별 SW융합 및 SW융합인력 정의 및 범위에 대한 명확화가 요구됨
 - 본고에서는 SW융합 및 SW융합인력에 대한 정의가 부재함을 인식하여 전 영역에 공통 적용할 수 있는 정의 및 범위를 도출
 - 광의의 SW융합, SW융합인력 정의 및 범위를 바탕으로, 향후 개별 도메인에서 실무적으로 적용될 수 있는 보다 구체화된 SW융합 및 SW융합인력 범위 설정이 요구됨
- 명확히 설정된 SW융합, SW융합인력의 범위에 따라 국내 실정을 반영하는 전략적, 선택적 인력 양성이 요구됨

²⁰ 철강·조선·방산 등 전통적인 제조업에 정보기술(IT)이 본격적으로 융합되기 시작하면서 지방에 퍼져 있던 각 제조업의 연구개발(R&D) 본부가 수도권으로 일제히 상경 (서울경제, 2023.9.15.)

- 본고에서 제시한 SW융합인력에 대한 공통 요구 역량(협업/커뮤니케이션 역량, SW/AI 개발, 디자인 역량, 문제해결 역량 등)을 고려하여 향후 SW융합인력에 대한 도메인별 필요 역량을 발굴하고, 요구 역량의 차별성을 고려한 맞춤형 SW융합인력 양성이 필요함
- 도메인별 SW융합인력의 정의, 요구역량에 따라 기존 인력에 대한 리스킬링(Reskilling), 업스킬링(Upskilling) 또한 필요함
- 본고의 채용데이터 분석에 따르면, 제조업, 의료, 도·소매 분야에서 SW융합인력의 수요 규모가 상대적으로 큰 것으로 확인, 해당 분야의 인력 공급이 시급하므로 전략적으로 해당 분야의 SW융합인력 양성 필요성이 높음

■ SW융합인력 수급 지속가능성 제고를 위해 SW융합인력 양성 교육의 실무 적합성과 시의성을 개선, SW융합인력의 장기적 성장 지원체계를 구축

- SW융합인력 양성기관(대학)이 직면하고 있는 현업 수요에 대한 정보 부족 문제를 적극적으로 해결하기 위한 노력이 필요함
 - 실제 SW융합 현장에서 필요로 하는 SW융합인력 역량 내용, 수요 규모 등을 파악하기 위해 산학 연계 및 네트워크 강화가 필요함
- SW융합기업 내에서도 SW융합인력 양성을 조직 내 인적자원 투자 방식으로 접근하고, 이를 위한 성장 및 관리 체계를 구축하는 것이 필요함
 - SW융합기업은 SW융합인력 양성 및 재교육 등을 조직 내 비용으로 인식하는 관점에서 벗어나, 장기적 인적자원 투자로 인식해야 함
 - SW융합기업의 비즈니스 모델에 적합성이 높은 자체 SW융합인력 양성 및 교육체계를 구축해야 함
 - 나아가, 양성된 SW융합인력이 디지털전환 등 조직의 근본적인 변화를 선도*할 수 있도록 그에 맞는 역할 부여와 권한위임 등이 필요함
 - * SW융합인력이 조직 내 비즈니스 프로세스를 표준화, 자동화하는 등 근본적으로 개선할 수 있도록 이에 맞는 권한과 역할을 부여해야 할 것임

■ 수도권 외 지역에 대한 SW융합인력의 원활한 수급을 위해, 지역별 특화산업과 연계된 SW융합 인력 양성방안이 필요

- 본고의 채용데이터 분석 결과에 따르면, SW융합산업은 SW산업과 비교할 때, 수도권 외 지역의 인력 수요 수준이 더 높은 것으로 확인됨

- 이에 따라, 수도권 외 지역의 SW융합인력의 수급 격차는 더욱 심화될 가능성이 농후하므로, 이에 대한 정책적 대응이 필요함
- 지역별 SW융합인력의 원활한 수급을 위해, 각 지역 기업과 지방정부는 지역별 특화산업과 연계된 SW융합인력 양성방안을 함께 고민하고 준비할 필요가 있음

■ SW융합인력에 대한 면밀한 수요분석을 통해 SW융합인력에 대한 수요가 상대적으로 큰 직무, 기술 등을 중심으로 전략적으로 양성하는 것이 필요

- SW융합산업에서는 여전히 개발 직무에 대한 수요가 가장 큰 것으로 확인되나, 운영 및 기획 관련 직무에 대한 수요 또한 두드러지므로, 이를 반영한 인력양성이 필요함
- 본고의 분석 결과 인공지능개발자로 분류한 개발자는 많지 않지만, 인공지능 관련 기술의 수요가 많으며, 인공지능 등 신기술에 대한 전망 등을 고려한 인재 양성 계획 수립이 필요함

별첨 1 표준산업분류(10차)**대분류 : 정보통신업(58-63) 중 SW 관련 분류**

중분류		소분류	
58	출판업	582	소프트웨어 개발 및 공급업
62	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	620	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업
63	정보서비스업	631	자료 처리, 호스팅, 포털 및 기타 인터넷 정보 매개 서비스업
		639	기타정보서비스업

* 세세분류 “데이터베이스 및 온라인 정보 제공업(63991)”은 소분류 “기타 정보 서비스업(639)”, 세분류 “그 외 기타 정보 서비스업(6399)”에 속함

별첨 2 직무체계

대분류	중분류
SW시스템 기획자	
아키텍트	
테스터	
시스템 운영자	
UI/UX	
기술 및 교육 지원	
데이터 전문가	
보안 전문가	
개발자	서버 개발자
	시스템/임베디드 개발자
	앱 개발자
	웹 개발자
	게임 개발자
	프론트엔드 개발자
	인공지능SW 개발자

* 출처 : 빅데이터 기반 SW인력 수요 분석(SPRI)의 직무체계를 본 분석을 위해 일부 수정 (대분류와 중분류 체계 추가)

◎ 참고문헌

1. 참고문헌

- 과학기술정보통신부(2022), <ICT 실태조사>
 김규훈(2023), 「의료 인공지능의 활용 분야 및 기술 동향」, 정보통신기획평가원 주간기술동향
 김용진(2020), “디지털 변혁과 새로운 비즈니스 기회 창출 전략”, 한국은행 금융강좌 제830회(2020.10.30.)
 전자산업 인적자원개발위원회(2022), 「산업 디지털전환과 전자산업 인력양성 방안」
 조준동(2015), 「창의융합 프로젝트 아이디어북」, 한빛아카데미.
 한국금융연구원(2023), <2023년 금융인력 기초통계 분석 및 수급 전망 조사>
 한국산업기술진흥원(2022), 「디지털헬스케어 산업기술인력 전망 보고서」
 SPRI(2022), 「빅데이터 기반 SW인력 수요 분석」
 SPRI(2022), <2021년 SW산업 실태조사>, <2021년 SW융합 실태조사>
 SPRI(2023), <2022년 SW산업 실태조사>, <2022년 SW융합 실태조사>

2. 국외문헌

- Friedman, T. L. (2000), “The Lexus and the olive tree: Understanding globalization” Farrar, Straus and Giroux.
 Lee, S. M., Olson, D. L., & Trimi, S. (2010), “The impact of convergence on organizational innovation”, Organizational Dynamics, 39(3), 218.
 Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (2002), “Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science”, NSF/DOC-sponsored report.

3. 기타

- 과학기술정보통신부(2023.3.30.), “지역 특화산업 연계 소프트웨어(SW) 융합생태계 조성 확대” 보도자료.
 관계부처합동(2022), 「디지털 인재양성 종합방안」, 2022.08.22.
 국가법령정보센터 [소프트웨어진흥법] (<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%86%8C%ED%94%84%ED%8A%B8%EC%9B%A8%EC%96%B4%EC%A7%84%ED%9D%A5%EB%B2%95>)
 대한경제(2023.02.14.), “[심화되는 SW 인력난] 車분야 당장 1만명 필요한데 고작 1000명… 그나마 해외 뺏길판”
 동아일보(2023.2.24.), “스타트업들, 고교생도 모셔간다… “학력보단 실무형”
 디지털투데이(2024.02.07.), “보안·핀테크 인력 증가 사상 최대...금융권 인력구조 개편 본격화”
 매일경제(2023.02.22.), “미래차 핵심 SW인재 확보도 ‘가시밭길’”
 서울경제(2023.07.02.), “중소기업 54.5% “해외 SW인력 채용 원한다”
 서울경제(2023.9.15.), “AI인재 모셔라”…수도권 집결하는 ‘제조업 연구소’“
 월간인재경영(2022), “최근 2년새 “경력 채용” 신입보다 두 배 많아”, 2022년 1월호
 전자신문(2023.10.9.), “운전자 없는 ‘레벨4’ 자율주행 시대 열린다”
 정보통신신문(2022.03.13.), “미래차 등 인력수요 38만명…인력은 여전히 태부족”
 조선일보(2022.8.2.), “SW융합클러스터 9년째… 기업·인재 모여 지역 디지털 역량 강화”
 중소벤처기업부(2023.07.03.), “소프트웨어분야 인력채용 여론조사 결과”, 보도자료.
 KOTRA(2022), “부상하는 e-commerce 시장(<https://www.investkorea.org/ik-kr/cntnts/i-110/web.do>)”
 The Pabii Research(2023.10.26.), “‘디지털 전환’ 흐름에 IT 인력 부족 가시화, 정작 정부는 ‘밑 빠진 독 물 붓기’만”