

# 빅데이터 기반 SW일자리 지형 변화 연구

A study on the change of job in software field based on Big Data.

김정민

2018.12.

이 보고서는 2018년도 과학기술정보통신부 정보통신진흥기  
금을 지원받아 수행한 연구결과로 보고서 내용은 연구자의  
견해이며, 과학기술정보통신부의 공식입장과 다를 수 있습  
니다.

# 요 약 문

## 1. 국내 소프트웨어 분야 일자리 지형 분석

본 연구에서는 워크넷 구인공고 데이터에 기반 하여 2018년도의 국내 소프트웨어 분야 직업의 유형을 분류하였다. 분석 주기는 2018년 1월 ~ 9월까지 총 9개월이었으며, 분석 방법론으로서 문서에 내포한 주제(Topic)의 수를 자동으로 결정하여 그에 따른 구분이 가능한 계층적 디리클레 프로세스(HDP Model)을 활용하였다. 총 분석 공고의 수는 99,291 건이었으며 모델 적용을 통해 총 43개의 직무(혹은 직업유형)을 발견하였다. 우리는 도출 된 43개의 유형을 한국표준직업분류(KSCO) 및 선행연구에서 밝혀낸 2017년도 직업 도출 결과를 참고하여 총 17개 직업으로 매핑하였다. 연구는 이 데이터에 기반 하여 소프트웨어 일자리의 구인 수요 측정 및 향후 예상 수요 범위, 고용 수요의 직업별 변동성, 유망 기술 관점의 구인 수요 변화를 결과로 제시하였다.

첫 번째로 소프트웨어 일자리의 구인 수요 측정 결과, 국내의 경우 총 17개 직업 중 모바일 애플리케이션 프로그래머가 1위(17.53%), 웹 프로그래머가 6위(9.46%), 웹 운영자 또는 웹 기획자가 7위(9.01%)를 기록하여 소프트웨어 분야 직업 전체의 약 1/3 수준으로 나타났다. 한편, 정보시스템 운영자는 전체 소프트웨어 분야 직업 중 유일한 유지 관리 부문의 전문화 된 직업으로 2위(17.07%)를 차지하였다. 데이터 관련직의 경우 구체적인 일자리 수요가 나타나지 않고 있다. 데이터 설계 및 프로그래머는 꾸준한 수요가 감지된 반면 신규 직업인 데이터 분석가의 경우 중소·중견기업의 구인공고로 형성 된 분석데이터 특성상 연구결과서 충분한 수요가 드러나지 않았다.

두 번째로 소프트웨어 일자리 구인 수요의 변동성 측정 결과, 산업특화SW개발자는 타 직업들에 비하여 상대적으로 높은 변동성을 보임을 알 수 있었다. 변동성이 높다는 것은 그만큼 매 주기별 수요가 일정하지 않음을 의미하는 것으로, 가령 정보보안전문가 또한 마찬가지로 수요의 불안정함을 가진 직업임을 알 수 있다. 반면 가장 안정적인 수요추이를 보이는 직업은 범용 소프트웨어 프로그래머와 정보시스템 운영자였다.

결과적으로 우리는 국내 소프트웨어 분야 일자리 중 ERP관련직과 전산 운영직의 안정적인 일자리 공급이 이루어지고 있는 것과 달리, 특정 산업에 특화된 소프트웨어 개발이나, 정보 보안 측면의 인력은 수요가 들쭉날쭉하여 관련된 인력 공급에 대한 고려

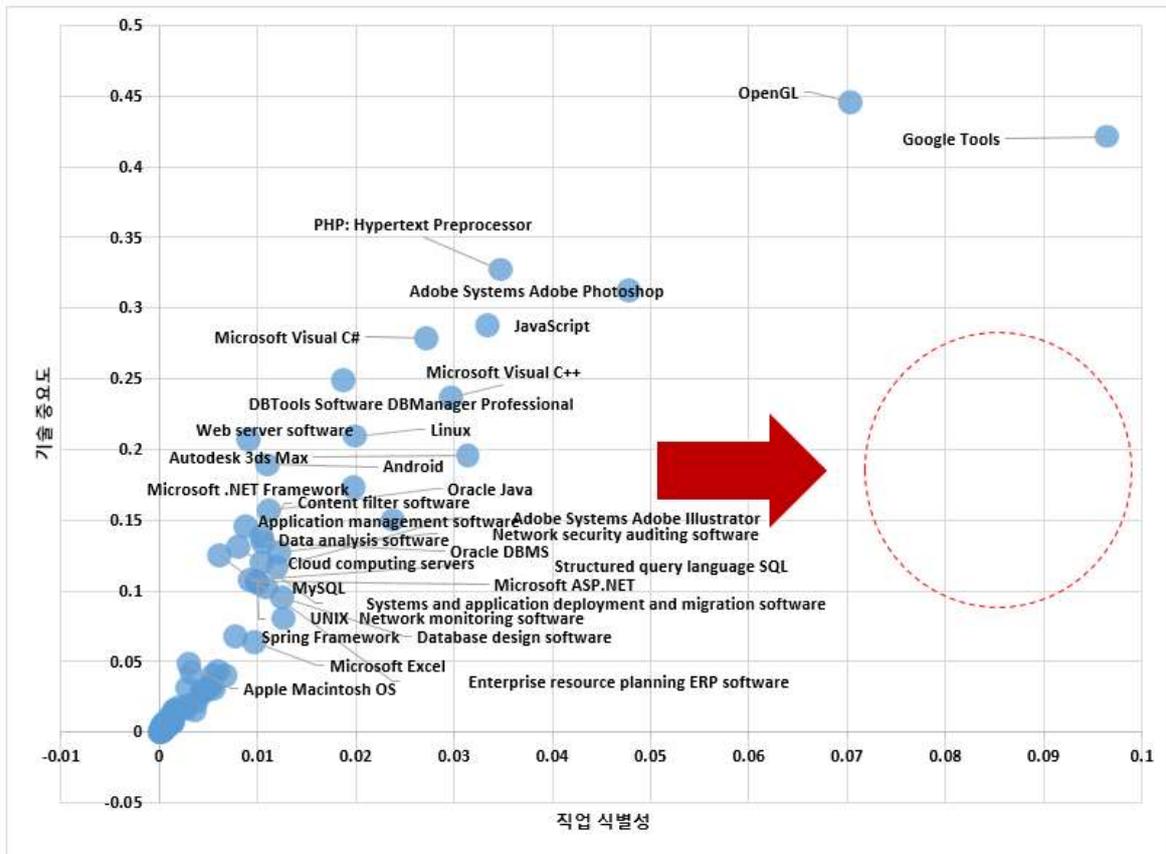
를 할 때 보다 신중해야 함을 데이터로서 제시하였다.

세 번째로 유망 기술 관점의 구인 수요 변화를 측정한 결과, 빅데이터가 가장 빈번히 언급되는 어휘로 집계되었다. 이와 더불어 클라우드는 계절성의 영향을 상대적으로 덜 받는 기술로 확인하였으며, 인공지능 분야는 앞서 언급한 두 가지 기술에 비하여 상대적으로 적은 언급 빈도를 보였다. 한편, 최근 화두가 되었던 블록체인에 대한 구인공고 상의 언급 빈도가 거의 없는 것으로 나타나 조속한 관련 법 개정이 필요하다는 점을 알 수 있었다.

## 2. 국내 소프트웨어 일자리의 요구 스킬 분석

본 연구는 소프트웨어 분야 일자리의 요구 스킬을 도출하였다. 스킬의 명칭은 O\*net의 Technology 품목 코드를 준용하였다. O\*net의 기술과 국내 구인공고와의 매핑을 통해 총 118개의 기술을 도출하였고, 이 결과를 HDP 모델에서 어휘 별 부여되었던 동시등장빈도율(Co-occurrence)에 기반 하여 직업별 활용정도를 제시하였다. 연구를 통해 우리는 각 소프트웨어 분야 직업에서 요구하는 주요 기술 상위 15건에 대해 제시하였다. 또한 소프트웨어 선도국인 미국과의 직업 스킬 유사성을 비교함으로써 국내 기술 수요의 특성을 제시하였다. 마지막으로 국내 소프트웨어 직업 간 직무 전환에 대한 논의를 수행하였다.

첫 번째로 발견한 사실은 국내 기업이 바라는 인재의 기술 역량이 획일화 되어 있다는 점이다. 직업별 특성을 발견할 수 있는 기술 수요도 분명 존재하나, 대다수의 기업은 채용하고자 하는 인력의 전문성에 모호한 입장을 취하고 있는 것으로 나타났다. 아래 그림을 통해 우리는 국내의 수요 기술 대다수가 직업 식별성을 지니지 않음을 알 수 있는데 이는 곧 기업에 적합한 인재를 기업 스스로가 잘 인지하지 못하는 상황이라 해석 가능하다. 이와 같은 현상은 곧 범용적인 기술에 국한된 특성화 교육과정 설계를 야기하는 원인이 될 수 있다. 결과적으로 일자리 미스매치로 이어질 수 있다.



〈 국내 소프트웨어 분야 일자리의 요구 기술의 특성 〉

두 번째로 우리는 4차산업혁명, 새로운 기술의 연속적인 출현 속 급변하는 고용 환경에 대응하기 위해서 인력의 직무 이동 및 전환에 대한 꾸준한 정보 제공이 필수적이라 판단하였다. 본 연구에서는 국내 소프트웨어 직업 간 요구 기술의 유사성을 측정하여 이를 직관적으로 파악할 수 있는 지도 형태로 제시하였다. 직무 전환 또는 전직을 원하는 인력에게 하여금 극복해야 할 기술 수준을 직관적인 수치로 제시할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

종합적으로 본 연구 수행을 통해 국민들의 일자리에 대한 알권리를 제고하고 추후 소프트웨어 분야 기술역량 교육이 어떠한 방향으로 나아가야 할지 판단하는데 필요한 유의미한 근거데이터를 제공하였다는데 의의가 있다. 향후 산업 범위 확장과 분석 데이터의 다변화를 통해 결과의 질을 고도화 하여, 공식화 된 자격체계 개발에 있어 근거 자료로 활용되기를 기대한다.

< 국내 소프트웨어 분야 직업 간 기술 수요 유사도 >

	산업특화 SW개발자	범용 소프트웨어 프로그래머	모바일 애플리케이션 프로그래머	게임 프로그래머	그 외 .. 소프트웨어 전문가	응용 SW개발자	정보통신 컨설턴트	정보 보안 전문가	시스템 소프트웨어 프로그래머	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	데이터 설계 및 프로그래머	데이터 분석가	정보시스템 운영자	웹 프로그래머	웹/앱 UI/UX 디자인	웹 운영/기획	멀티미디어 디자이너
산업특화SW개발자	1.00	0.92	0.78	0.81	0.89	0.95	0.96	0.97	0.92	0.94	0.62	0.74	0.95	0.90	0.70	0.90	0.40
범용 소프트웨어 프로그래머	0.86	1.00	0.80	0.77	0.88	0.93	0.75	0.89	0.79	0.94	0.62	0.73	0.94	0.77	0.80	0.87	0.40
모바일 애플리케이션 프로그래머	0.91	0.93	1.00	0.84	0.88	0.98	0.97	0.96	0.93	0.97	0.63	0.76	0.98	0.92	0.74	0.97	0.82
게임 프로그래머	0.90	0.92	0.85	1.00	0.87	0.95	0.97	0.94	0.97	0.97	0.99	0.99	0.96	0.94	0.71	0.91	0.40
그 외 .. 소프트웨어 전문가	0.91	0.96	0.80	0.80	1.00	0.97	0.97	0.94	0.93	0.97	0.63	0.72	0.96	0.91	0.95	0.94	0.40
응용 SW개발자	0.91	0.93	0.91	0.91	0.87	1.00	0.97	0.98	0.95	0.96	0.63	0.84	0.97	0.94	0.74	0.95	0.75
정보통신 컨설턴트	0.96	0.93	0.80	0.76	0.91	0.89	1.00	0.93	0.91	0.94	0.54	0.76	0.94	0.89	0.67	0.49	0.40
정보 보안 전문가	0.91	0.94	0.84	0.83	0.97	0.97	0.99	1.00	0.94	0.98	0.63	0.73	0.98	0.93	0.74	0.95	0.40
시스템 소프트웨어 프로그래머	0.89	0.90	0.85	0.84	0.90	0.95	0.96	0.98	1.00	0.95	0.98	0.88	0.96	0.88	0.71	0.52	0.82
시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	0.91	0.96	0.86	0.80	0.94	0.97	0.98	0.93	0.94	1.00	0.63	0.72	0.97	0.94	0.72	0.95	0.59
데이터 설계 및 프로그래머	0.61	0.88	0.65	0.71	0.79	0.82	0.72	0.73	0.82	0.88	1.00	0.76	0.80	0.80	0.54	0.45	0.40
데이터 분석가	0.98	0.92	0.83	0.95	0.91	0.95	0.97	0.98	0.97	0.96	0.99	1.00	0.97	0.95	0.72	0.91	0.40
정보시스템 운영자	0.90	0.86	0.89	0.87	0.95	0.97	0.98	0.99	0.98	0.97	0.98	0.94	1.00	0.94	0.73	0.95	0.82
웹 프로그래머	1.00	0.99	0.88	0.96	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00	0.75	0.98	0.40
웹/앱 UI/UX 디자인	0.90	0.82	0.83	0.80	0.87	0.95	0.97	0.94	0.93	0.96	0.97	0.87	0.95	0.91	1.00	0.94	0.40
웹 운영/기획	0.99	0.99	0.94	0.85	0.95	0.98	0.98	0.97	0.95	0.98	0.64	0.79	0.99	0.98	0.85	1.00	0.85
멀티미디어 디자이너	0.63	0.33	0.60	0.56	0.56	0.78	0.73	0.66	0.67	0.62	0.43	0.57	0.80	0.58	0.40	0.30	1.00

# SUMMARY

## 1. Job Topography Analysis in the Domestic Software Sector

In this study, the types of jobs in the domestic software sector for 2018 were classified based on the WORKNET job-posting data. The analysis cycle was nine months from January to September 2018, and The analysis methodology used a hierarchical dirichlet process (HDP model) that automatically determined the number of topics in a document. The total number of posing was 99,291 and a total of 43 tasks (or types of jobs) were found through the application of the model. We mapped 43 types of derived jobs to a total of 17 jobs, referring to the results of job creation in 2017 found in preceding study. and KSCO (Korea Standard Job Classification). Based on this data, the study results from measuring the demand for employment in software jobs and from a range of anticipated future demand, job-specific variability in employment demand, and changes in recruitment demand from a promising technology perspective.

First, mobile application programmers ranked first (17.53%), Web programmers ranked sixth (9.46%) and Web operators seventh (9.01%) out of 17 jobs in the country, accounting for roughly one-third of all jobs in the software field jobs. On the other hand, the information system operator ranked second (17.07%) as the only specialized job in the overall software field in the maintenance and monitoring. On the other hand, there is no specific job demand for data-related jobs. While steady demand was detected for data design and programmer, data analyst, who are new jobs, did not show sufficient demand due to analysis data characteristics formed by job postings from small and medium businesses.

Second, the results of a flexible survey of demand for software job employment indicated that industry-specific SW developers showed relatively high variability compared to other professions. The high volatility means that demand is not consistent on a weekly basis, for example, that information security professional are

also a job with the same instability in demand. On the other hand, the most stable jobs in demand were general-purpose software programmers and information system operators. As a result, we have presented as data that should be more careful when considering the supply of relevant personnel because of the instability in the demand for software development or information security personnel specific to specific industries.

Third, when measuring the change in recruitment demand from a promising technology perspective, big data was aggregated into the most frequently mentioned vocabulary. In addition, cloud has been identified as a relatively less seasonal factor, with the AI sector having a relatively low frequency of mention compared to the two technologies mentioned earlier. Meanwhile, the frequency of references to the recent blockchain was shown to be few, indicating the urgent need to ease the revision of relevant laws as soon.

## **2. Demand for Domestic Software Jobs Skill Analysis**

This study derived the required skills for jobs in the software field. The skill is named after the O\*net Technology item code. A total of 118 technologies were derived through O\*net technology and mapping with domestic job openings, and the results were presented based on the co-occurrence given by the HDP model. In our study, we presented the top 15 major technologies required by each software career. It also presented characteristics of domestic technology demand by comparing job skills similarities with software leader U.S. Finally, the discussion on job transfer between domestic software jobs was conducted.

The first finding is that the technological prowess of the talent that Korean companies want is standardized. While there is certainly a demand for skills to discover job specific characteristics, it has been shown that the majority of companies are ambiguities about the expertise of the people they want to hire. The figure below shows that most of the nation's demand technologies do not have job

identity, which can be interpreted as a situation in which the company itself does not recognize the right talent for the company. As a result, the nurturing of characterization talent tends to require the focus of some of the capabilities of the general-purpose technology when hired by companies rather than the expertise of the technology they possess. Such a situation is one of the causes of job mismatches.

Second, we judged that it is essential to provide steady information on job movement and conversion of personnel to cope with the rapidly changing employment environment amid the fourth industrial revolution and the continuous emergence of new technologies. In this study, the similarity of required technologies between domestic software jobs is measured and presented in a map form that can be intuitively identified. It is meaningful that workers who want to switch jobs or transfer jobs can present intuitive figures on the level of technology they need to overcome.

Overall, the research provided evidence data necessary to enhance the people's right to know jobs and to determine the direction in which technical education in the software field should. It is expected that the quality of the results will be improved through expansion of the industry scope and diversification of the analysis data in the future, and that the results will be utilized as evidence for the development of formalized qualification systems.

# 목 차

제1장 서 론 .....	1
제1절 연구 배경 및 목적 .....	1
제2절 연구 방법 .....	5
제2장 국가 일자리 연구 동향 .....	9
제1절 미래 일자리의 모습 .....	9
1. 미래 일자리의 생성 및 소멸 .....	9
2. STEM 일자리의 미래 .....	20
제2절 고용환경 변화 관련 연구 .....	26
1. 일자리의 미래 : 기술 재교육 혁명 .....	26
2. 국내 고용의 미스매치 .....	39
제3장 국가 직무능력표준에 의한 SW일자리 요구 스킬 문헌 연구 .....	43
제1절 소프트웨어 분야 직무능력표준 .....	43
1. 미국 직업정보네트워크(O*net) .....	43
2. 국내 국가직무능력표준(NCS) .....	48
3. 국내 직무능력표준 개발과 활용 .....	50
제2절 국내 소프트웨어 분야 직무능력표준 활용과 시사점 .....	57
1. 국가직무능력표준 활용의 성과 .....	57
2. 소프트웨어 분야 NCS의 개발 .....	60

제4장 SW일자리 지형 분석 결과 .....	62
제1절 소프트웨어 일자리 배경 데이터 도출 .....	63
1. 연구 모델 .....	64
2. 데이터 전처리 .....	66
3. 계층적 디리클레 프로세스(HDP) .....	68
4. 일자리 지형 분석 .....	73
제2절 국내 SW일자리 수요 지형의 변화 .....	78
1. SW일자리 지형의 변화 .....	78
2. 유망 기술 관점의 구인 수요 변화 분석 .....	96
제3절 국내 SW일자리 요구 스킬 분석 .....	100
1. 구인공고 데이터 기반 SW일자리 요구 스킬 도출 결과 .....	101
2. 국내·미국 SW직업 간 요구 스킬 유사성 비교 .....	107
3. 국내 SW직업 간 직무 전환에 대한 논의 .....	119
제5장 결 론 .....	122
제1절 요약 및 결론 .....	122
제2절 연구의 의의 및 기대효과 .....	125
제6장 연구의 한계점 및 향후 보완방향 .....	127
참고문헌 .....	128

# Contents

<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
Section 1. Research Background and Purpose .....	1
Section 2. Research method .....	5
<b>Chapter 2. Research Trends Related to National Jobs</b> .....	<b>9</b>
Section 1. Characteristics of Future Jobs .....	9
1. Creation and destruction of future jobs .....	9
2. The future of STEM jobs .....	20
Section 2. Study on Change in Employment Environment .....	26
1. The Future of Jobs: A Revolution in Technology Retraining .....	26
2. Mismatch of domestic employment .....	39
<b>Chapter 3. National Job Skills Standards and Software Job Skills</b> .....	<b>43</b>
Section 1. Software field job skill standards .....	43
1. O*net .....	43
2. NCS .....	48
3. Development and utilization of domestic job skill standards .....	50
Section 2. Utilization of Job Skill Standards in Korea and Implications .....	57
1. Achievement of national job skill standard utilization .....	57
2. Development of software field NCS .....	60

<b>Chapter 4. Results of SW job analysis .....</b>	<b>62</b>
Section 1. Deriving Software Job Background Data .....	63
1. Research model .....	64
2. Data preprocessing .....	66
3. Hierarchical Dirichlet Process (HDP) .....	68
4. Analysis of job status .....	73
Section 2. Change of domestic Software job demand .....	78
1. Change in Software Jobs .....	78
2. Analyzing changes in job demand from a promising technology perspective .....	96
Section 3. Analyze the skill requirements of domestic Software jobs .....	100
1. Software Job skill .....	101
2. Domestic / US similarity comparison .....	107
3. Discussions on the transition of job between domestic SW job .....	119
<b>Chapter 5. Conclusion .....</b>	<b>122</b>
Section 1. Summary and Conclusions .....	122
Section 2. Significance and Expected Effect of Research .....	125
<b>Chapter 6. Limitations and Future Directions of Research .....</b>	<b>127</b>
<b>References .....</b>	<b>128</b>

## 표 목 차

〈표 1-1〉 데이터 기반 일자리 선행연구 .....	5
〈표 2-1〉 직업의 직무 특성의 분류 .....	11
〈표 2-2〉 (좌) STEM 직업 일자리 창출 전망, (우) 고용창출 전망 .....	22
〈표 2-3〉 이직 조건의 구분 및 데이터 출처 .....	27
〈표 2-4〉 유사성 점수가 다른 직업에 대한 유사성 점수 보정의 예 .....	29
〈표 2-5〉 O*net 직업군의 예 : 직업군 3(5가지 영역 중) .....	33
〈표 2-6〉 이직 모델의 최적화 조건 .....	35
〈표 3-1〉 O*Net에 따른 SW 직업 분류 .....	45
〈표 3-2〉 기업관점의 수요 정보 .....	49
〈표 3-3〉 NCS의 세부 분류 기준 .....	50
〈표 3-4〉 NCS의 수준체계의 세부 정의 .....	52
〈표 3-5〉 NCS내 소프트웨어 직무와 능력단위(예 : 정보기술개발 기준) .....	55
〈표 4-1〉 HDP Model의 설정 파라미터 .....	73
〈표 4-2〉 HDP 및 직무 유형 직업 맵핑 결과 .....	74
〈표 4-3〉 소프트웨어 분야 일자리 수요 변동성(정규화) .....	95
〈표 4-4〉 구인공고 내 유망 기술 등장 빈도 추이 .....	97
〈표 4-5〉 월별 구인공고내 유망기술 키워드 언급 비중 .....	98
〈표 4-6〉 국내 소프트웨어 분야 직업별 기술 활용 정도 상위 10건 .....	103
〈표 4-7〉 미국 표준직업분류상의 소프트웨어 직업 및 국내 분석 직업 매핑 .....	108
〈표 4-8〉 국내 소프트웨어 분야 직업 간 기술 수요 유사도 .....	120

## 그 립 목 차

[그림 1-1] 연구 추진 체계 .....	6
[그림 2-1] 요구 직무 특성에 따른 대표적인 기술적 병목의 직업 사례 .....	16
[그림 2-2] 직무 기능 변수별 전산화 가능성 분석 결과 .....	18
[그림 2-3] 미국 일자리 직군별 전산화 가능성 .....	19
[그림 2-4] 교육 수준 및 임금수준과 전산화 가능성의 상관관계 .....	20
[그림 2-5] STEM 관련 직업별 고용 비중 .....	21
[그림 2-6] STEM-비STEM 근로자의 실업률 추이(1994-2010) .....	24
[그림 2-7] STEM-비STEM 근로자의 학력수준 .....	25
[그림 2-8] 유사성 점수 빈도 (선택적 예시) .....	30
[그림 2-9] 유사성 점수 계산을 위한 입력값의 크기 및 가중치 상세 정보 .....	32
[그림 3-1] 국가직무능력표준 능력단위의 구성 .....	51
[그림 3-2] NCS 및 NCS기반 학습모듈의 연계 조건도 .....	54
[그림 3-3] NCS 능력단위 요소(서버 프로그램 구현 예시) .....	57
[그림 4-1] SW일자리 지형 분석 연구 모델(상) .....	65
[그림 4-2] SW일자리 지형 분석 연구 모델(하) .....	65
[그림 4-3] 디리클레 프로세스의 $N(0,1)$ 경우의 분포 .....	69
[그림 4-4] 디리클레 프로세스 예시 .....	70
[그림 4-5] 디리클레 프로세스 예시( $\alpha=100$ ) .....	70
[그림 4-6] 계층적 디리클레 프로세스 모델 .....	72
[그림 4-7] 최근 10년간 소프트웨어 이슈와 일자리의 직무 변화 .....	79

[그림 4-8] 2018년 소프트웨어 분야 직업별 고용수요 비중(1~3분기) .....	80
[그림 4-9] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(산업특화SW개발자) .....	82
[그림 4-10] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(범용 소프트웨어 프로그래머) .....	82
[그림 4-11] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(모바일 어플리케이션 개발자) .....	83
[그림 4-12] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(게임 프로그래머) .....	84
[그림 4-13] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가) .....	85
[그림 4-14] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(응용 소프트웨어 개발자) .....	85
[그림 4-15] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(정보통신 컨설턴트) .....	86
[그림 4-16] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(정보보안 전문가) .....	87
[그림 4-17] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(시스템 소프트웨어 프로그래머) .....	88
[그림 4-18] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(시스템 소프트웨어 설계 및 분석가) .....	89
[그림 4-19] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(데이터 설계 및 프로그래머) .....	89
[그림 4-20] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(데이터 분석가) .....	90
[그림 4-21] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(정보시스템 운영자) .....	91
[그림 4-22] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(웹 프로그래머) .....	92
[그림 4-23] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(웹/앱 UI/UX 개발자) .....	92
[그림 4-24] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(웹 운영 및 웹 기획자) .....	93
[그림 4-25] 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(멀티미디어 디자이너) .....	94
[그림 4-26] 구인공고 내 유망 기술 등장 빈도 추이 .....	96
[그림 4-27] 국내 소프트웨어 분야 직업별 기술 수요 조건도(기술 일부) .....	101
[그림 4-28] 국내 소프트웨어 분야 직업별 지식 수요 조건도(21개 지식) .....	102
[그림 4-29] 국내 소프트웨어 분야 일자리의 요구 기술의 특성 .....	119

# 제1장 서론

## 제1절 연구 배경과 목적

### 1. 연구 배경 및 필요성

국가구성원은 성인이 되어 일자리를 얻기까지 많은 시간을 교육에 할애한다. 초등 교육으로부터 고등 교육에 이르기까지 인간에게 주어진 적성의 탐색 기간은, 학생의 신분을 벗어남과 동시에 자신에게 알맞은 한 개 이상의 직업을 선택할 수 있는 바로미터(barometer)로 작용한다. 인간에게 직업이란 의식주의 해결과 자아를 실현하는데 있어 필수 불가결한 요소이므로 인간이 직업을 가지는 것은 교육의 수준, 보유 기술, 성향 등 다양한 개인 특성과 무관하지 않으며 이는 큰 관점에서 국가 운영 중 국민의 삶에 직결되는 부분이다.

국가 산업의 근간이 흔들리는 혁신의 태동기에는 그간 교육시스템 내에서 포괄하는 다양한 직무교육과 실제 산업에서 요구하는 직무역량이 서로 일치하지 않는 현상이 발생할 수 있다. 이러한 현상은 과거 산업화혁명이 시사 하는바와 같이 기존 노동자들에게 종사하고 있는 일자리에서 내몰릴 수도 있다는 불안감을 조성한다는 점에서 심각한 문제로 볼 수 있다. 때문에 정부는 국민의 일자리 불안감을 해소시켜야 할 책임이 있으며, 일자리 변화에 감지하고 이에 맞춘 교육 시스템 개선을 상시 수행해야 할 필요가 있다. 그러나 일자리 변화란 연속성을 띄고 서서히 그 형태를 취하기 때문에 쉽사리 특정 시기에 어떤 변화로 하여금 어떤 교육 시스템이 개선되어야 할지 도출해 내는 것은 쉬운 일이 아니다.

2016년 스위스 다보스포럼에서 언급된 이후, 소프트웨어 기술(인공지능, IoT, 빅데이터, 클라우드 등)에 기반한 오늘날의 혁신을 4차산업혁명이라 칭하고 있다. 정보화 혁명으로 불리우던 3차산업혁명에서 한 단계 뛰어넘는 전 산업의 소프트웨어 융합현상이 급변 혁신을 관통하는 주요 현상임은 이미 수많은 문헌을 통해 강조되고 있다.

소프트웨어 기술은 국가 전체 일자리에 필수불가결한 요소로서 활용되고 있다. 다만 그동안 소프트웨어가 별도 주목받기 어려웠던 이유는 실질적으로 도메인 별 핵심 업

무를 침해하지 않는 선에서 업무를 효율화 하기 위한 하나의 도구로서 활용되었기 때문이라 추정된다. 현재는 인공지능, 블록체인 등 각 도메인의 핵심 업무에 깊숙이 침투하여 기존 산업의 인력 활용 방법을 획기적으로 변화시킬만한 파급력을 가지고 있어 정황 증거가 존재하지 않음에도 불구하고 다양한 도메인에서 소프트웨어 지식을 보유해야한다는 인식이 점차 커지고 있는 상황이다.

급진적(Emerging)인 기술 발전에 따른 산업 변화는 대체적으로 가시성이 높다. 우리는 그간 사람들의 관심을 끌 정도로 충분히 큰 산업의 충격을 목격하였을 때 이에 대한 전문가의 해석을 기대한다. 가령 테슬라(Tesla) 사의 자율주행차가 실제 도로를 무리없이 주행하는 모습을 목격하였을 때나 아마존(Amazon) 사의 스마트팩토리가 물류 운반에 필요한 수많은 인력들을 배제하고 이상 없이 업무를 수행하는 모습을 보았을 때가 그렇다. 전문가들은 혁신적인 사회현상을 자신들의 실전경험과 학술적 자산을 토대로 해석하고 미래를 제시한다. 그 결과로 해석 된 현재의 혁신과 미래 국가가 나아가야 할 다양한 개선점들은 실제 국민이 체감할 수 있는 일자리 대응 정책 또는 인력양성등으로 대표되는 교육정책으로 발전된다. 그러나 이러한 정책화 과정은 두 가지 불확실성을 내포한다.

첫 번째로 소수 전문가의 의견에 의존할 시 온전히 전문가의 통찰력에 정책의 성공을 담보해야 한다는 점이다. 전문가 또한 특정 분야에 소속 된 인력으로서 국가 내 산업 전체가 바라보는 혁신에 대한 인식을 고스란히 대표할 수가 없다. 이는 실제 혁신으로 하여금 직접적인 영향을 받는 산업계가 인력 계획을 어떻게 변경할 예정인지, 또는 이를 통해 기존 근로자들에게 어떠한 조치를 취할 것인지 등 현실적인 일자리 수요 변화와 맥락을 일치시키지 못할 위험성이 공존함을 의미한다.

두 번째는 상징적인 혁신 사례가 기반이 된 미래 전략은 현재를 대비하는데 한계가 있다는 점이다. 예를 들어 혁신의 표면적인 상징성은 실질적인 기술 발전 속도와 산업계의 도입 의사와 독립적일 수 있음에도 불구하고 궁극적으로 도달해야 할 장밋빛 미래를 설계하는데 도움을 준다. 그러나 기술혁신에 의해 변화하는 산업내 다양한 직무의 모습은 당장 활용가능한 인력의 수준과 기술의 성숙도 등을 종합적으로 평가하여 이루어진다. 결과적으로 현재 산업계가 실질적으로 원하는 인력 수요가 구체적으로 무엇인지 알 수 없다면 추상적인 혁신 방향의 설정만으로는 가시적인 정책성과를 기대하기에 무리가 있을뿐더러 실패 가능성을 담보해야하는 문제가 발생한다.

다행히도 국가는 소수 전문가들의 의견에만 의존하여 정책방향을 결정하지 않는다. 인구통계학적 통계의 범주로 해석될 수 있는 인력 통계·사업체 통계·고용 통계 등은 일자리 정책 방향을 수립하는데 있어 근거로 활용되는 대표적인 통계자료이다. 그러나 해당 통계들은 변화의 당위성을 설파하는데 도움을 줄 수 있으나 어떻게 변화해야하는가에 대한 해답을 주지 못한다는 태생적 특성이 존재한다. 인구통계학적 통계를 통한 일자리 문제에 대한 인식, 그리고 그 인식 선상에서의 문제의 원인을 찾기 위한 혁신사례의 탐구, 소수전문가들에 의한 혁신에 대응하기 위한 정책대안 설계, 일자리의 공급과 수요 측면에서 고려해야만 할 세부 사항을 파악하는데 난항을 겪던 과거는 현재시점에도 지속되고 있다.

소프트웨어가 국가 일자리의 지형에 큰 영향을 끼칠 것으로 예상되는 지금, 우리는 일자리 지형 변화에 발맞추어 다양한 관점의 당사자를 마주해야만 한다. 혹자는 자라나는 미래의 인력이 어떠한 교육을 받고 사회에 진출하였을 때, 일자리 수요에 걸맞은 역량을 보유할 수 있는지에 관심을 쏟을 수 있을 것이며, 한편으로는 현재 일자리에 종사하는 노동자가 현업의 필요역량 변화에 맞추어 어떻게 생존할 수 있을지에 대해 논하는 것에 가치를 둘 수도 있을 것이다. 그러나 이러한 관점을 하나로 꿰뚫는 공통사가 있다. 그들이 향유할 일자리가 정확히 무엇을 원하는지 알필요성이 있다는 것이며, 그래서 무엇을 교육해야 할지 방향성에 대한 갈구다. 본 연구는 위와 같은 문제의식에서부터 출발하기로 하였다.

## 2. 연구 목적

본 연구는 빅데이터에 기반하여 국내 소프트웨어 일자리의 전반적인 수요 분포를 살펴보고 각 일자리의 필요 역량에 대한 정보를 제공하는데 목적이 있다.

첫 번째로 구인공고 데이터를 통해 도출된 소프트웨어 직업의 최근 10년간 인력 수요 변화와 직업의 변동성을 분석함으로써 국내 소프트웨어 분야 일자리의 지형이 현재 어떠한 형태로 변화해오고 있는지에 관한 정보를 제공하였다. 이를 위해 우리는 국내 직업을 한국표준분류체계 상의 유형으로 분류하였을 때, 각 직업의 분야 점유율을 측정하였다. 또한, 각 주기별 일자리의 이동 표준편차(Rolling Standard deviation) 측정을 토대로 일자리 수요의 안정성을 도출하였다. 추가적으로 본 연구에서는 정부

가 혁신의 동인으로 바라보는 각각의 기술요소에 대한 구인공고내 수요를 알아봄으로써 기간별 신기술과 관련 된 실질적인 일자리 수요가 어떠한 분포를 띄는지 분석하였다. 특정 일자리의 위상은 해당 분야로 진출하고자하는 인력들의 직무교육에도 영향을 끼친다. 우리는 각 년도별 소프트웨어 분야 일자리의 시대별 위상이 어떻게 변화하였는지 정보를 제시하고 이러한 변화가 시사하는 바를 분석하고자 한다.

두 번째로는 국내 소프트웨어 분야 일자리의 필요 스킬을 식별하고 이를 통한 국내외 직업간 비교분석을 수행하였다. 실질적으로 특정 분야의 인력 양성을 위해서는 무엇을 가르쳐야 하는지 아는 것이 매우 중요하다. 우리는 그간 현업에서 필요한 기술 세부사항에 대한 정보를 알아내기 어려운 환경에 있었고, 소프트웨어 관련 전공에서 다루어야 할 기반 지식의 폭이 매우 넓어 각 직업에 전문화 된 역량을 교육과정에 포함하기 어려웠다. 그러나 이러한 기반 역량은 현업에서 필요로 하는 다양한 최신 프로그래밍언어나 전문적인 소프트웨어 직무를 수행하기 위해 알아야 할 역량과는 다소 거리가 있다. 때문에 우리는 일자리 환경에서 유동적으로 변화하는 소프트웨어 스킬을 꾸준히 구조화 할 필요가 있다. 본 연구는 먼저 소프트웨어 직업 별 상이한 필요 스킬 도출 결과에 대해 다루며, 이에 기반 한 국내외 소프트웨어 분야 일자리 필요 스킬의 차이점을 도출함으로써 국내외 소프트웨어 분야 일자리 및 수요 기술의 특성을 제시하였다. 마지막으로 국내 소프트웨어 직업 간 필요 스킬 유사도를 측정하여 비교분석하고 이에 따른 소프트웨어 분야 노동자가 직무전환을 원할 시, 기술 관점의 전환에 따른 장벽이 어떻게 작용하는지 영향을 논의하였다.

### 3. 선행 연구

본 연구는 그간 수행되어온 선행연구의 연장선에서 구체적인 연구의 가치를 부여할 수 있는 방향성을 제시하였다는 점에서 기존 연구들과의 차별성을 가진다. <표 1-1>은 그간 연구되었던 선행연구에 대한 요약이다.

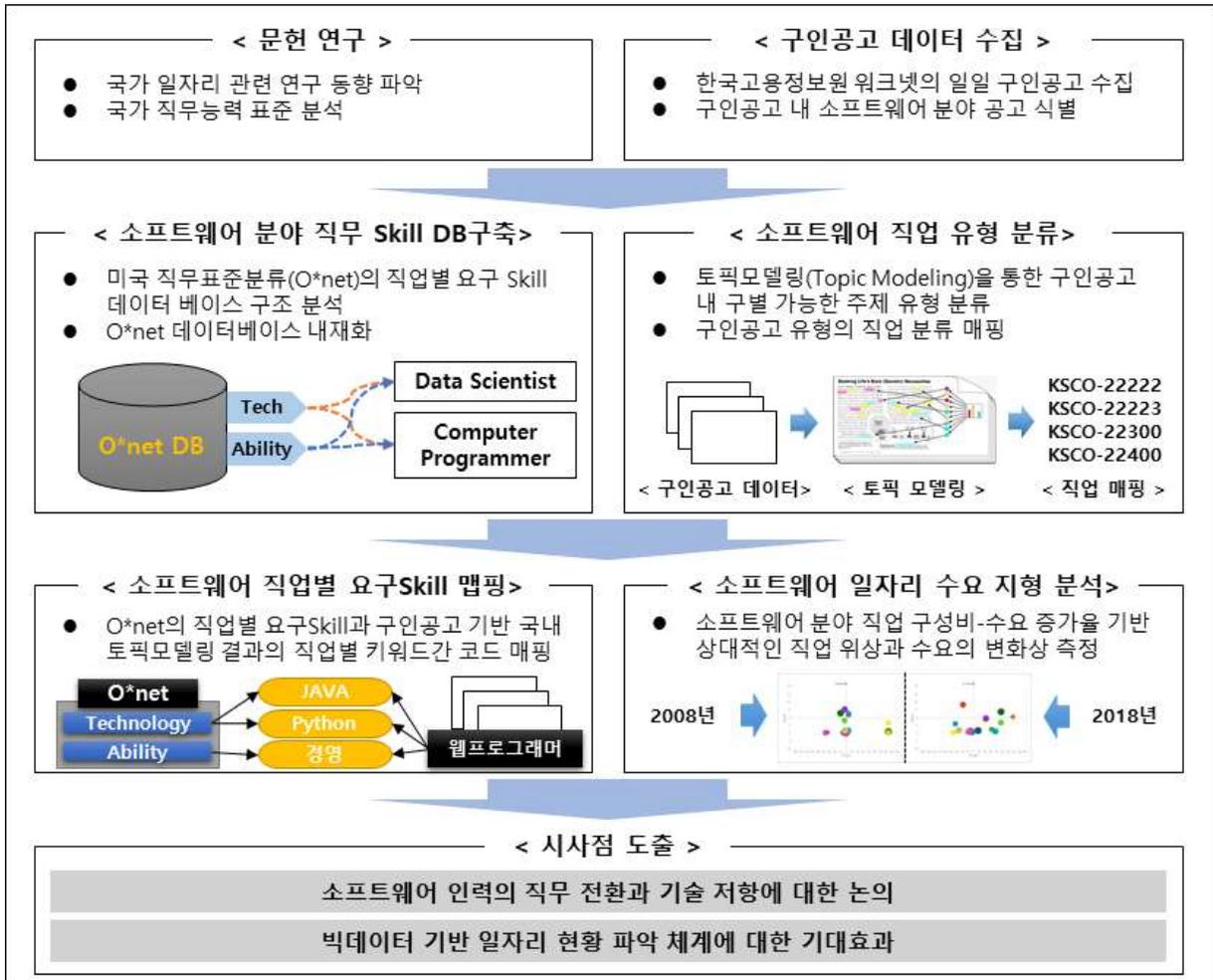
〈표 1-1〉 데이터 기반 일자리 선행연구

연구 제목	연구 년도	내 용
4차산업혁명시대에 대응한 SW인력 중장기 수급 전망	2017년	- 2017년 소프트웨어 분야 구인공고를 기반으로 구인공고의 유형을 분류하고 각각의 유형을 통해 신규 일자리 도출
미래직업예측모델 개발	2018년 상반기	- 2007~2018년 빅데이터 분석 및 전문가 FGI를 통한 미래 직업의 예측 방법론을 제시

각각의 선행연구는 과거 연구에서 다루지 않았던 각기 다른 목표를 위해 수행되었다. 2017년도는 구인공고 비정형 데이터를 토대로 그 유형을 분류해봄으로써, 소수 전문가의 의견들을 구조화하여 제시하는 소프트웨어 일자리 분류와 실제 일자리 수요가 어떠한 차이를 보이는지를 알기위한 연구였으며 2018년 상반기의 연구는 중장기 미래의 일자리 변화를 가늠해 보기 위해 그간 수행해오던 미래 전문가의 심층 인터뷰에 결과 도출의 근거로서 과거-현재의 빅데이터를 가중치로 부여하는 새로운 시도를 수행하였다는데 의의가 있다. 해당 연구들을 수행함에 있어 우리는 과거-현재의 국내 구인공고 데이터를 수집하기 위한 내부적인 시스템 마련과 토픽모델링으로 대표되는 데이터 유형분류 방법에 대한 기반 지식을 내재화 하는데 성공하였으며, 이러한 배경을 토대로 본 연구를 수행하였다.

## 제2절 연구 방법

연구 추진을 위하여 우리는 데이터 수집, 데이터 전처리, 직업유형 분류, 직무분류표준의 소프트웨어 직업별 스킬 DB분석, 기술 매핑 등 다양한 과정을 수행하였다. 특히 직업 유형 분류 결과를 소프트웨어 직업별 스킬 DB와 맵핑(Mapping)하는 작업을 통해 분석 전반에 새로운 가치를 찾아내려 시도하였다. [그림 1-1]은 이러한 전반적인 빅데이터 기반 연구의 추진 체계를 나타내고 있으며 각 세부 추진 체계를 크게 바라보았을 때, 하나의 과정으로 설명 가능한 부분은 박스 형태로 통합하여 과정을 명료화 하였다.



[그림 1-1] 연구 추진 체계

문헌 연구에서 우리는 국가의 일자리에 대한 분석 또는 고용상황에 대한 연구 사례들을 종합하여 제시한다. 국가단위의 직업 또는 직무와 관련된 연구의 사례는 많은 편이 아니나, 비교적 최근 연구가 되어 큰 사회의 파장을 일으킨 다보스포럼의 2016년 미래 일자리 연구의 결과처럼 사회 전반에 걸친 영향을 끼치는 경우가 더러 있어, 각각의 분석을 위한 모델을 살펴보고 그들이 연구를 통해 주장하려고 하는 바에 대해 파악할 필요가 있다. 또한, 우리는 국가 직무능력표준에 관련한 개괄적인 현황을 파악하였다. 국가 직무능력표준은 일반적으로 국가별 직업분류체계와 연계되어 특정 직업에 종사하기 위해 어떠한 능력이 필요한지를 제시함으로써 이에 맞춘 인재 교육 정책 등에 가이드라인 역할을 한다. 그렇기 때문에 국가별 직무능력표준은 매우 중요하며, 특히 그 중 가장 체계적이라 평가 받는 미국직무능력표준인 O\*net에 대한 구조적 분

석과 국내 직무능력표준인 NCS를 중심으로 각기 특성과 시사하는 바를 조사하였다.

구인공고 데이터 수집은 선행연구에서부터 꾸준히 수행 되어던 작업으로, 데이터 연속성을 다년간 확보하기 위해 수집 대상 페이지의 개편 또는 개선점 등으로 인해 상쇄되는 기존 수집 체계를 적기 발견하여 개선해야 하는 부분에서 중요하다. 특히, 국내 구인공고 데이터를 수집하는 워크넷(worknet.go.kr)은 매년 구인공고를 모집하는 카테고리 변화하는 경향을 가지기 때문에 간혹 소프트웨어 분야가 정보통신 분야로 더 큰 분류내 포함되어 있어 수집 된 데이터에서 필요한 데이터만 일부 식별해야 하는 문제 등을 해결해야 한다. 우리는 본 연구를 위해 해당 부분에 대한 꾸준한 피드백을 수행하고 있다.

소프트웨어 분야 직업 유형 분류에서 우리는 그간 축적 된 인력 수요 데이터에 관한 기간별 토픽모델링을 수행하였다. 토픽모델링은 특정 데이터셋이 내포하고 있는 주제를 데이터셋내 존재하는 어휘들의 조합으로 표현해주는 데이터마이닝 방법론이다. 우리는 인력 수요를 나타내는 구인공고 데이터를 토픽모델링하여 다수의 구인공고가 내포하고 있는 각기 상이한 주제를 식별하고 각각의 주제를 하나의 직무유형 또는 직업으로 가정하였다. 이 과정에서 도출 된 각각의 상이한 주제는 국내 표준직업분류(KSCO)에 맞추어 다시 분류하여 표준직업분류에 상응하는 소프트웨어 분야 구인공고셋을 도출하였다.

소프트웨어 분야 직무 스킬 데이터베이스 구축은 본 연구의 스킬 데이터로서 주요하게 인용되는 O\*net의 데이터베이스를 근간으로 하고 있다. O\*net은 매우 다양한 직업과 관련 된 정보를 내포하고 있는 데이터베이스로서, 관련 데이터의 구조를 파악하기 위한 선행 작업과 각각의 데이터베이스 테이블 중 시스템상에 연계시켜 활용할 수 있는 정보를 상시적으로 불러올 수 있게 연구소에 내제화 시키는 것이 중요하다. 우리는 이 작업을 수행하기 위해 O\*net 온라인 데이터베이스 홈페이지내 제공되는 덤프(Dump)파일을 토대로 데이터베이스 스키마의 연계성을 분석하고 이에 따른 직무 스킬 데이터베이스 구축을 진행하였다.

소프트웨어 일자리 수요 지형 분석은 토픽모델링을 통해 도출 된 구인공고 분류의 알고리즘적 특혜 중 하나이다. 토픽모델링의 경우, 도출 된 토픽 모델에 맞추어 새로운 공고가 유입되었을 시, 그 공고가 어떤 주제에 상응하는지 토픽 유사성 지수를 통해 도출 해주는 것이 가능하므로, 전체 시계열 데이터를 각 주기별 공통 기준에서 수

요 비교하는 것이 가능하다. 어에 착안하여 본 연구는 최근 10년간 데이터의 분석 주기를 상이하게 맞추어 각 주기별 일자리 수요 지형을 파악하는게 가능할 것으로 판단하여 이러한 접근을 추진하였다.

소프트웨어 직업별 요구 스킬 매핑은 각각의 소프트웨어 분야 직업이 어떠한 인재 수요를 가지는지 파악하는데 매우 중요한 작업이다. 우리는 국내 소프트웨어 분야 직업의 요구 역량은 토픽모델링 결과 내 각각의 직업에 상응하는 주제에서 출현한 키워드를 통해 도출 가능할 것으로 가정하였으며, 각 주제에서 출현한 키워드 정보를 스킬을 구조화 한 O\*net 데이터베이스의 Technology, Ability 정보와 매핑함으로써, 각 직업별 요구 역량을 가시화 하는데 성공하였다. 분석 결과 국내 소프트웨어 분야 직업은 공통적으로 요구하는 프로그래밍 언어 역량이 뚜렷하게 나타나는 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉘며, 특히 차별화 된 몇몇 직업의 요구 스킬의 경우 현재 국내 교육환경에서 다루지 않는 기술이 다양하게 혼재되어 있는 양상을 보였다.

모든 분석이 끝난 후, 우리는 이와 같은 연구의 결과에 대해 활용측면의 시사점을 도출하였다. 먼저 국내 소프트웨어 분야 직업의 요구 스킬과 이에 유사한 직업의 국내 직무능력표준 상 기술 요소가 어느정도 수준으로 일치하는지에 대해 분석함으로써 직무능력표준의 현실화 필요성을 알아보았다. 또한 이와 같은 빅데이터 분석에 기반한 직업의 요구 스킬 도출 방법이 전반적인 일자리 문제 해결에 기여할 수 있도록 하는 선순환 구조는 무엇이며, 이를 위해 조성되어야 할 거버넌스적 측면의 개선점을 제시하였다.

## 제2장 국가 일자리 관련 연구 동향

### 제1절 미래 일자리의 모습

본 연구에서 다룰 일자리 지형의 변화 분석에 앞서 우리는 현재까지 이루어진 국가 일자리와 관련 된 다양한 연구 사례를 짚고 넘어갈 필요가 있다. 대다수의 직업 연구는 협소한 범위(특정 기술, 특정 직업)에 집중하여 다소 세부적인 통찰력을 가지기 위해 이루어진 것과는 달리, 본 절에서 다룰 연구는 국가 단위의 연구가 이루어진 사례들로 구성되어 본 연구와 그 궤를 함께 한다는 점에서 참고할 가치가 있다.

#### 1. 미래 일자리의 생성 및 소멸

Frey, Carl Benedikt와 Michael A. Osborne은 기술 전망과 사회 변화에 대한 주제를 다룬 연구로 각각의 일자리가 얼마나 전산화 되기 쉬운지를 정량화 지표로 제시하였다. 해당 연구는 미래에 현재보다 더욱 발전할 컴퓨팅 환경이 일자리 지형에 어떤 영향을 끼치는지에 대해 다루었다는 점에서 의의가 있다.

이 연구에서는 어떤 직업들이 얼마나 전산화에 취약한지(즉, 대체 될 것인지)에 대해 논한다. 이를 위해 해당 연구에서는 702개의 다른 직업을 Gaussian Process Classifier를 사용하여 분석하였다. 이 분석의 내용은 각 직업이 어떠한 확률로 전산화 (기계 자동화) 될 것인지에 관한 것이다. 이러한 결과를 통해 저자는 미국의 미래 일자리에 대한 전산화의 영향을 예상한다. 또한, 전산화 가능성과 임금, 그리고 각 직업의 관계를 분석한다. 본 연구는 대략 47 퍼센트의 미국 내 일자리가 전산화로 인한 소멸 위험에 처해있다고 예상한다. 또한 이 연구는 학업 성취도와 임금은 일자리의 전산화 가능성과 매우 강한 역비례 상호성을 가진다고 결론 내린다.

##### (1) 연구의 배경

이 연구의 핵심 질문은 다음과 같다: “일자리는 얼마나 전산화 되기 쉬운가?”. 이에 답하기 위해 연구진은 최근의 머신 러닝과 모바일 로봇틱스 기술을 사용하여 각 직업군의 전산화 가능성을 분류하였다. 또한, 702개에 달하는 직업에 대한 각 전산화

가능성 및 미래 미국 일자리 시장에 대한 분석 역시 동일한 기술적 토대를 이용해 작성되었다.

사실 이러한 분석은 새로운 것은 아니며, 연구진은 1933년 John Maynard Keynes의 저서로부터 자주 인용되는 “due to our discovery of means of economizing the use of labor outrunning the pace at which we can find new uses for labor” 에 크게 영향을 받았다. 실제로 근 수 십년 간 컴퓨터와 기계는 수많은 직업을 대체하였고 (즉, 사라지게 하였고) 그 예시만해도 사서, 캐셔, 전화 교환수 등 손에 꼽을 수 없을 만큼 많다. 최근에는 최선진국들의 빠른 기술 개발 속도로 인해 이러한 경향이 더욱 강화된 것을 발견할 수 있다. 많은 연구진들이 실제로 최근의 급격한 기술적 진보가 선진국의 높은 실업률을 설명한다고 믿고있다.

기술적 진보가 최근 전 세계적인 높은 실업률과 직접적으로 연관되어 있다는 연구가 몇몇 존재한다. 이에 따라 전 세계적으로 직업 시장은 중소득(middle-income) 제조업에서 저소득 서비스 직종으로 천천히 이동해가고 있다. 이는 저소득 서비스 직업이 전산화로 대체되기 힘들기 때문으로 설명될 수도 있다. 서비스 직종은 훨씬 높은 유연성과 물리적 대처 능력을 요구하기 때문일 가능성 또한 존재한다.

한편, 기술 발전의 속도는 사실 더욱 빨라지고 있다. 자동화 기조는 직업 시장에서 고용자들의 수요를 하락시키고 있다. Brynjolfsson과 McAfee의 저서에서 더 이상 이러한 전산화 및 직업 시장의 파괴는 단순 반복 작업에 제한되지 않을 것이라는 충격적인 결과를 내포하고 있다. Google이 작업하고 있는 운전자가 필요 없는 자율주행 자동차 하나만 보더라도 얼마나 많은 직업이 미래에 대체 될 것인지를 알 수 있다. 또한 이 발전 속도가 점점 가속화 됨에 따라 Levy and Murnane의 저서가 지적한 사람의 인지능력에 의한 직업군 유지, 예를 들어, 차선을 차선으로서 인지하는 능력은 컴퓨터에 의해 완전히 구현되고 있는 상황이다.

위에서 볼 수 있듯, 이 연구 이전에는 과거 직업 시장의 변화와 원인, 특히 그것이 전산화에 관련된 경우를 탐구하는 연구는 많이 있었다. 그러나 미래 직업 시장을 전산화와 엮어 분석해낸 문헌은 극히 찾기 힘들다. 이 연구는 1년이 지난 지금까지(18년 10월) 이미 약 2700회 인용되며 널리 알려지게 되었다.

이 연구는 다음 두 근거를 토대로 수행되었다. 첫 번째로 Autor, Goos, Manning, Dorn과 같은 저명한 학자들의 저술에서 밝힌 직무 내용과 직업 시장의 상관 관계에 기초한다.

그러나 최근 기술 진보의 속도는 과거 일자리 시장이 겪었던 것과 비교해 무척이나 빠르고 훨씬 고도화 되어있다. 따라서 컴퓨터가 실제로 대체할 수 있는 상세 직무에 관한 최근 일부 연구(ByonjoniJfsson) 또한 참조 하고 있다. 이러한 근거 자료를 기계 학습 (Machine Learning) 기법을 이용해 전사(project)하여 결과를 도출해낸다. 또한 1991년의 직업 사전 (Dictionary of Occupational Titles, DOT), 그리고 2010년의 DOT인 O\*NET (미국 Department of Labor의 온라인 서비스) 데이터베이스를 활용한다.

또한 이 연구는 정보 관련 직무(information-based tasks)가 인건비가 저렴한 외국에서 수행(offshoring)될 수 있다는 가정하에 수행되었다. 따라서 각 직업군의 전산화 가능성과 함께, 이러한 전산화 자체가 외국을 기반한 일자리로 전환되어 전산화를 위한 일자리 자체가 사라지는 경우까지 산정한다.

## (2) 기술 발전과 직무 대체의 해석

이 연구는 최근 기술 발전 양상에 특히 집중한다. 이러한 분야는 데이터 마이닝, 머신 비전, 전산 통계학 등으로 대표되는 인공 지능 관련 분야를 포함한다. 이러한 분야의 특징은 사람의 인지능력을 뛰어 넘는 통찰력을 줄 수 있다는 점이다. 직업의 단순성과 요구되는 인지 능력의 강도를 두 축으로 나누면 아래 <표 2-1>과 같이 표현 가능하며 연구를 수행하는데 있어 이와 같은 프레임을 차용하였다.

<표 2-1> 직업의 직무 특성의 분류

노동 단순성 / 인지능력	단순 직무	비 단순 직무
단순 인지 직무	A	B
복잡 인지 직무	C	D

이와 관련하여 일상적인 작업은(A) 컴퓨터 자원 및 데이터를 통해 단순히 대체된다고 가정한다. 또한 기계 학습 알고리즘은 이전 데이터와 새로운 데이터 간의 차이를

발전하여 더욱 복잡한 직무(B,C)의 전산화도 가능케 한다고 주장하고 있다. 이러한 가정은 현재 일정부분 현실로 증명되고 있는 부분이다.

### (3) 인지 능력이 필요한 비 단순 직무의 전산화 동향

빅 데이터의 등장으로 인해 인지 능력이 필요한 비 단순 직무의 전산화가 가능해졌다. 빅데이터의 처리 능력 및 빅데이터 분석에 필요한 알고리즘, 저장 능력 등이 비약적으로 발전된 결과로 해석된다. 빅 데이터의 효용성은 사람의 능력과 다음 측면에서 매우 크게 비교된다: 확장성. 단적인 예로, 현시대의 기계 학습 알고리즘은 빅데이터에서 데이터의 경향성을 탐색하는데 활용되는데, 대체적으로 뛰어난 학자의 통찰력에 근거한 경향성과 비교하였을 때, 고도의 성능을 보유한 컴퓨터가 발견하는 경향성이 더 정확한 결과로 수용된다.

이러한 고도 직무의 전산화는 “인간이기에” 가지는 단점을 방지해주는 효과도 있다. 예를 들어, 인간은 직업 종류와 무관하게 그 직업과 관계없는 다른 신체적인 제약을 반드시 감수하여야 해당 직무의 목적을 달성할 수 있다. 예를 들어 식사와 수면이 그러하다. 더 나아가 인간은 어떠한 직무를 배우고 수행하는 데에 있어서 편향적인 경향을 띠어 옳지 못한 판단을 내릴 수 있다고 생각해볼 수 있다. 컴퓨터는 이러한 판단 과정에서 편향 및 편견에 영향을 받지 않는 장점을 누릴 수 있다. 예를 들어, 금융사기 인식과 같은 전문화 된 기술은 시간에 구애받지 않는 실시간적인 분석과 편견 없는 처리가 필요하다. 이러한 경우는 컴퓨터가 사람보다 더 해당 직무에 적합하다고 판단 가능하다.

예를 들어, 의료 서비스의 많은 고도 직무들은 이미 전산화가 진행되었다. 가령 IBM의 Watson 컴퓨터는 Memorial Sloan-Kettering 암 센터에서 600,000 개에 달하는 메디컬 리포트, 150만 명의 환자 기록, 200만 장에 달하는 의학 논문을 분석하였다. 이를 통한 연구는 기존 분석에서 여러 이유로 배제되어 있던 다른 데이터(가족력, 비슷한 대표 증상을 가지는 질병의 연구 등)의 분석을 가능케 하여 미래 보편화 가능성을 스스로 높이고 있다. 마찬가지로 법률 및 회계 분야에도 전산화가 침투하고 있다. 기존 법무 보조인(paralegal), 변리사 등이 수행하던 많은 직무들은 현재 첨단 알고리즘을 탑재한 소프트웨어로 대체되고 있다. 특히 법무법인들은 수많은 법조문의 전문 검색이 가능한 소프트웨어를 확보하고 있다. 대표적으로 Symantec 사의 Clearwell 시스템은

언어 분석을 이용해 문서의 대표적인 주제를 시각적으로 보여준다. 처리능력은 이틀에 57만 건의 문서를 분석 및 정리하는 데에 달한다.

하드웨어적인 발전이 전산화를 가속화 하기도 한다. 저렴한 센서가 그 예이다. 센서에서 수집된 방대한 양의 데이터가 빅데이터 및 기계 학습 기술을 통한 분석의 원천이기 때문이다. 예를 들어 결함 탐색 또는 비정상 인식을 식별하는 종류의 직무는 대체로 전산화 가능하게 되었다. 같은 맥락에서 감시 및 보안 영역에 이러한 전산화를 찾아볼 수 있다. 이제는 환자를 24시간 CCTV 및 컴퓨터를 이용해 무인으로 상태를 확인하는 것이 가능하다. 이러한 때에 컴퓨터가 사람의 단점 -휴식의 필요성- 을 가지지 않는 것은 대단한 이점이다. 이에 따라 실제로 많은 산업 분야에서 비용 감소 (즉, 일 자리 감소)를 실제로 경험했다.

UI 분야의 발전은 사람을 응대해야 하는 직무도 전산화 가능하게 하였다. 예를 들어, Apple 의 Siri나 Google Assistant는 대화를 통해 사용자의 지시를 해석하고 그에 따라 행동한다. 이들 기능은 기계 학습 기술의 발전에 따라 실제 직무들을 대체하고 있으며, 근 미래에 60 - 80 퍼센트의 인건비 감소로 이어질 것으로 예상되고 있다. 심지어 이러한 면대면 산업의 대표적인 교육 산업조차 컴퓨터의 발전된 인지 능력과 빅 데이터 알고리즘에 영향을 받고 있다. 최근 MOOC (Massive Open Online Courses) 의 발전을 보면 알 수 있듯이, 수 없이 많은 학생들의 데이터를 수집함으로써 실제로 더 나은 교육 서비스를 제공할 수 있다. 또한 이러한 데이터는 실제로 학생의 적합한 직무를 찾는 데에 쓰일 수도 있는데, 이는 회사 인사부서 (HR) 일자리의 감소 가능성을 의미한다. 이러한 많은 업무에 있어서, 알고리즘에 의한 편견 없는 의사 결정은 인간 운영자에 비해 다양한 분야에서 우위를 나타낸다. 응급실과 같이 매우 중요하면서 도전적인 직무는 의료주체에게 즉각 필요한 정보를 주는 역할을 컴퓨터가 수행할 수 있다. 또한 인간이 작업을 수행할 수 없는 경우 컴퓨터가 직접 결정을 내리고 수행까지 할 수 있다. 인공지능 알고리즘은 대부분의 인사 부서가 처리 가능한 분량보다 훨씬 많은 문서를 읽고 필요한 정보를 도출하여 의사 결정을 내릴 수 있다.

소프트웨어 분야에 한정하여 살펴 볼 때, 소프트웨어의 버그를 자동으로 탐지할 수도 있다. (Zimmerman 및 Kim의 최근 연구). 데이터베이스와 거대한 규모의 소스코드에 의해 동작하는 소프트웨어이기에 인공지능은 궁극적으로는 인간보다 나은 소프트웨어를 작성할 수 있을 것이라고 기대되고 있다. 이러한 접근법은 결국 사람이 작성한 컴

파일러가 자동 최적화된 컴파일러보다 열등하다는 것이 증명된 것과 같은 방법으로 인간 프로그래머를 산업에서 퇴출시킬 것으로 본 연구는 예상하고 있다. 이러한 알고리즘은 프로그램 전체를 작업 메모리에 보관한 채로 작업하는데, 제한된 정보만 두뇌에 저장한 채로 프로그램을 작성하는 인간과는 다른 전적인(holistic) 문제 해결 및 버그 발생 방지를 가능케 할 것이다.

로봇 하드웨어의 지속적인 기술 개발은 고용에 주목할 만한 영향을 미치고 있다. 지난 수십 년 동안 산업용 로봇은 제조 분야에서 대부분의 작업자의 단순 직무를 수행했다. 이제 보다 진보된 로봇은 센싱 및 구동이 향상되어 비일상적 직무도 가능하게 되었다. 제네럴 일렉트릭(GE)은 최근 풍력 터빈을 가동하고 유지보수 할 수 있는 로봇을 개발했으며 더 넓은 운동 범위를 가진 로봇이 속속 개발되고 있다. 또한 농업용 기구, 지게차 및 화물 취급 차량 같은 중장비 산업과 관련한 직무도 곧 자동화가 가능할 것으로 예상된다. 병원에서는 이미 자율 로봇을 사용하여 음식 및 처방전 또는 샘플 등을 운송하고 있다.

로봇은 제조, 포장, 건설, 유지 보수 및 농업 분야에서 점점 더 많은 수동 작업을 대체해 나갈 것이다. 인간 작업자는 로봇팔에게 실제 직무를 안내하는 역할 정도만 수행할 것으로 예상된다. 로봇은 진공 청소기, 잔디 깎이, 배수로 청소와 같은 많은 단순 직무들을 이미 수행하고 있다. 개인 및 가정용 서비스 시장은 매년 약 20%씩 성장하고 있다. 상용 서비스 로봇은 이제 음식 조리, 건강 관리, 상업지구 청소 및 노인 간호와 같은 좀 더 복잡한 작업을 수행할 것으로 예상되고 있다.

이와 같이 로봇 비용이 감소하고 기술 역량이 지속적으로 확장됨에 따라 로봇은 지난 수십 년 동안 미국에서 증가한 서비스직 일자리를 사라지게 할 것으로 예상되며, 특히 저임금 서비스 직종은 다양한 범위에서 점차적으로 대체될 것이다

#### (4) 직무 분석 모델의 변화 필요성

2003년 Autor에 의해 제시된 직무 모델(The task model)은 컴퓨터는 단순 직무 대체에 더 적합하다는 가설을 증명하는데 용이하였다. 단순 직무의 자동화는 비단순 업무 생산성에 크지않은 영향을 가지므로 이에 따라 컴퓨터는 단순 보조업무를 수행하는데에 그쳐왔다. 그러나 최근 컴퓨터가 수행할 수 있는 직무의 범위는 크게 확대되었다. 이는 기존 비 단순 직무라고 여겨졌던 업무를 컴퓨터가 수행할 수 있게 되었음을

의미하며, 기존 모델이 21세기에 더 이상 제대로 작동하지 않을 것임을 의미한다.

Autor의 직무모델,

$$Q = (L_S + C)^{1-\beta} L_{NS}^\beta, \quad \beta \in [0, 1],$$

에서  $L_S$ 는 대체 가능한 직무,  $C$ 는 컴퓨터 자원, 그리고  $L_{NS}$ 는 대체 불가능한 직무를 의미한다. 이 모델에서는 탄력적인 이상적 시장에서 제공되는 컴퓨터 자원을 가정했다. 그러나 현 시대에는 기술 진보에 따라 컴퓨터 자원의 비용이 급속도로 떨어지고 있다. 또한 많은 회사는  $L_S$ 에 해당하는 직원을  $L_{NS}$ 로 직무 전환시켜 활용하고 있다. 이러한 현상은 21세기에 이 모델이 더 이상 통용되지 않을 것임을 반증한다.

해당 연구는 현 시대의 컴퓨팅 자원의 발전, 특히 기계 학습 분야의 발전을 고려하여 다음과 같은 모델을 제시하였다.

$$L_{NS} = \sum_{i=1}^n (L_{PM,i} + L_{C,i} + L_{SI,i})$$

$L_{PM}$ ,  $L_C$ ,  $L_{SI}$ 는 각각 인지/조작, 창의적 지능, 사회적 교류에 대한 노동력 투입량을 의미하며,  $L_{NS}$ 는 대체 불가능한 노동력이 된다. 위 모델은 대부분의 작업이 전산으로 대체 가능하다는 전제를 가지고 있다. 기계 학습과 빅데이터 기술의 발전에도 불구하고 대체 불가능한 직무들이 있는데, 이 연구에서는 그러한 항목을 기술 병목(Engineering Bottleneck)으로 규정하고, 이러한 병목이 감소함에 따라 대부분의  $L_S$ 가 대체될 것으로 예상한다.

이를 달성하는 일반적인 방법은 단위 작업 간의 차이를 줄이는 것이다. 가상적인 예로서 숙련공의 비 단순 업무를 숙련되지 않은 공장 근로자가 단순하게 수행하는 일상 업무로 치환하는데 성공한 공장 조립 라인을 생각해볼 수 있다. 최근에는 일부 건설 현장에서도 단순 업무 작업을 전산화 하곤 한다. 현장 건설 작업은 일반적으로 불규칙하게 배치되고 날씨에 따라 달라지는 작업 환경을 수용할 수 있도록 고도의 적응성을 요구한다. 다시 말하면, 통제된 환경에서는 로봇에 의한 단순 직무 수행이 가능함을 의미한다. 따라서 21세기의 직무 전산화의 범위는 작업 구조의 변화를 통한 직무 단순화 혁신에 영향을 받는 것으로 분석하고 있다.

(5) 대체 가능한 직무 범주에 따른 기술적 병목에 관하여

기계학습의 정교한 알고리즘과 이것의 구현을 통해 단순 직무를 자동화할 수는 있겠지만, 1~20년 사이 복잡한 지각 및 조작, 창의적 직업 및 사회 지능이 요구되는 직종이 전산화될 가능성은 매우 낮다. 아래는 Lpm, Lci, Lsi 요소와 각 직업의 대체 확률과의 관계를 나타낸다.

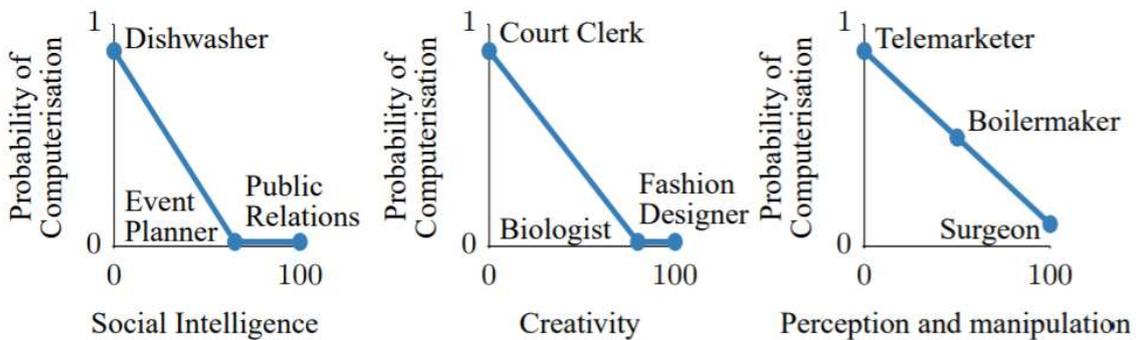


FIGURE I. A sketch of how the probability of computerisation might vary as a function of bottleneck variables.

[그림 2-1] 요구 직무 특성에 따른 대표적인 기술적 병목의 직업 사례

· 복잡한 지각 및 조작이 요구되는 직무 (Lpm)

고성능 레이저 센싱을 비롯한 센서 기술의 발달로 기하 식별 기술이 상당한 성숙도를 지니게 되었음에도 불구하고, 난해한 물체와 물성을 식별하는 것과 같은 복잡한 인식 작업에는 아직 상당히 난항을 겪고 있다. 예를 들어, 대부분의 주택내 구조는 비정형이며 복수의 불규칙한 물체를 포함하고 있다. 이를 이해하려면 이들 사이의 복잡한 기하를 식별해야한다. 이는 곧 바퀴가 달린 로봇이 활동하기에는 적합하지 않은 구조라 해석할 수 있다. 반대로 슈퍼마켓, 공장, 창고, 공항 및 병원은 바퀴가 가진 대형 로봇이 활동하기 좋은 일관성을 가진 구조를 가지고 있다.

이와 같은 불규칙적인 환경에서의 인지 문제는 세밀한 조작 작업이 필요할 때, 특히 로봇이 인간의 지성 수준에 도달하지 못하는 상황에서 발생한다. 불규칙한 환경에서 인간과 유사한 대응이 필요한 경우가 그렇다. 이와 관련된 과제는 장애 복구, 즉 로봇

이 실수로 물체를 떨어뜨렸을 때 실수를 식별하고 수정하는 것과 같은 관점에서 해결되어야 한다. 대부분의 산업 조작용 이러한 문제에 대한 해결법을 응용하려고 노력하지만 그림에도 불구하고 아직까지 전산화 가능성 측면에서 제한되어 있다.

#### · 창의력이 요구되는 직무 (Lc)

인간의 창의력이 발현되는 배경과 심리적 프로세스는 알고리즘화 하기 매우 어렵다. Boden에 따르면, 창의력은 새롭고 가치 있는 아이디어나 인공물을 만들어내는 능력으로 설명된다. 기술적인 관점에서 Boden이 정의한 창조는 창조성에 대한 분석을 통해 전산화될 수 있다고 설명한다.

예술적 창의성에 관해서는 드로잉 프로그램인 AARON이 전 세계적으로 유명한 예술 작품을 기계학습하여 수천 가지의 스타일의 유사한 그림을 생성한 바에서 설명된다.

사실 창의성을 전산화하는 데에 있어서 주된 문제는 창의성이라는 것이 프로그램 형태로 “인코딩” 될 수 있는가에 대한 것이다. 인간의 가치 기준은 시간이 지남에 따라 변화하고 문화에 따라서도 다양한 변수가 작용한다. 창조성은 정의상 참신함 뿐만 아니라 가치도 포함하고 있다. 그러나 가치는 매우 다양하기 때문에 창의성에 대한 많은 논거는 대체로 가치에 대한 의견 불일치에 의하여 발생되고 있다. 결론적으로 전산화가 어려운 대표적인 직무로 볼 수 있다.

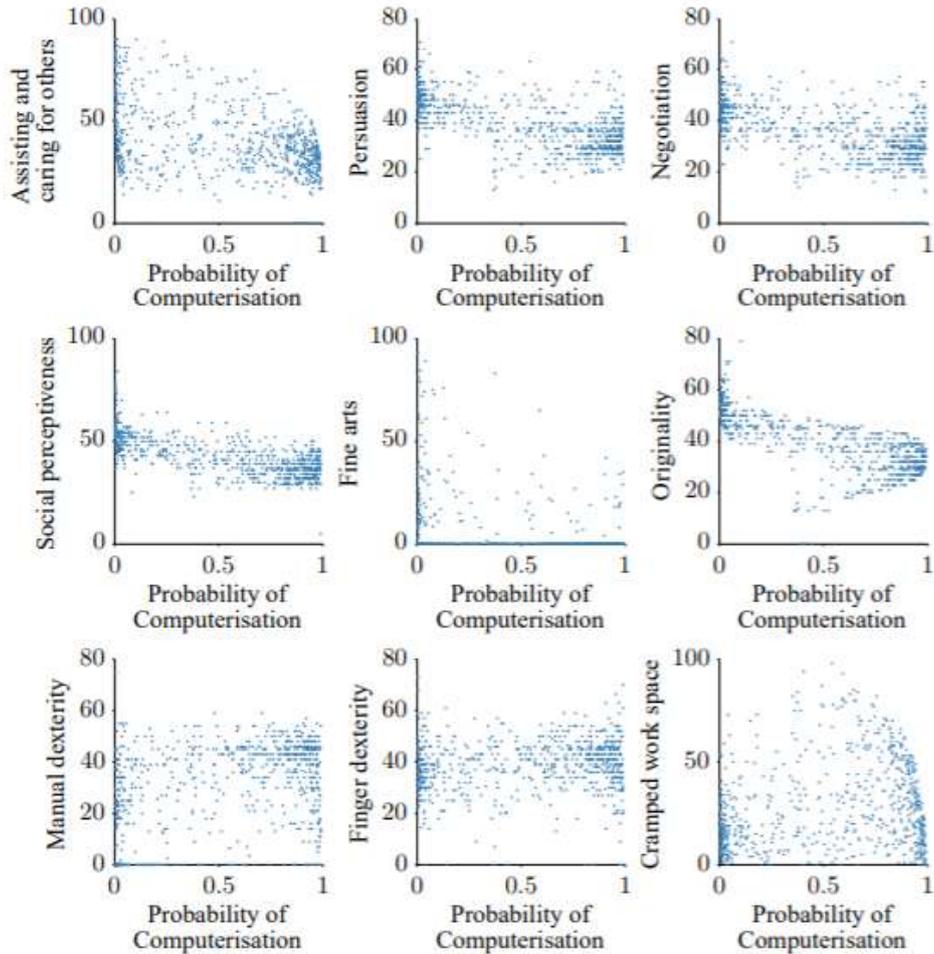
#### · 사회 지능이 요구되는 직무 (Lsi)

인간 사회 지능은 협상, 설득, 및 보살핌 등 광범위한 직무에서 중요한 요소이다. 이러한 직무들의 전산화를 돕기 위해 “Affective Computing” 및 “Social Robotics” 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 사회적 상호 작용 같은 경우, 그 교류가 텍스트로 설명할 수 있는 수준의 상호 작용마저도 전산화가 어렵다는 의견이 주류이다.

알고리즘의 사회적 지능은 “Turing Test” 라고 불리는 테스트에 의해 부분적으로나마 확인해볼 수 있는데, 이는 실제 인간과 구별되지 않는 의사소통 능력을 알고리즘이 가지고 있는지를 알게 해준다. 몇몇 매우 정교한 알고리즘은 인간과 비슷한 수준의 텍스트 기반 의사소통이 가능한 것까지 확인되었다.

## (6) 연구 결과

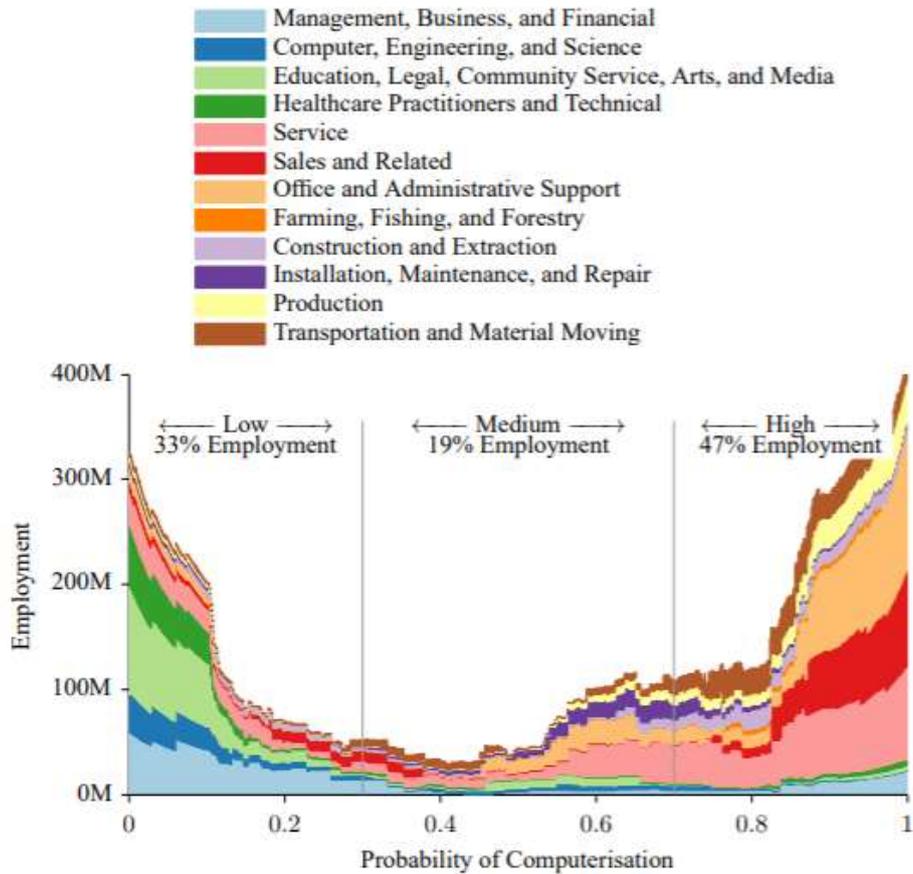
아래 그림은 전산화 가능성을 직업에 필요한 직무 기능 변수에 따라 나누어 바라본 도표로서 X축이 전산화 가능성, Y축이 직무 기능 변수이다. 도표 내 각각의 점은 미국의 개별 직업을 의미한다.



[그림 2-2] 직무 기능 변수별 전산화 가능성 분석 결과

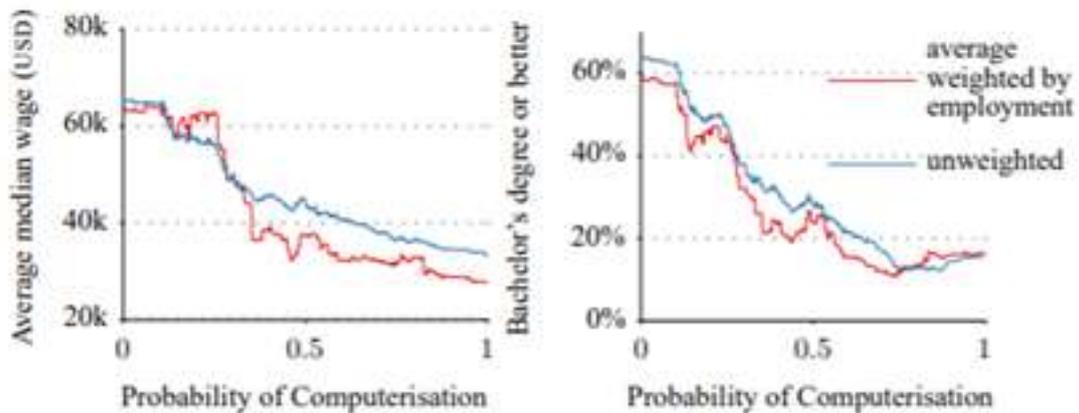
[그림 2-3]은 일자리 직군 별 전산화 확률을 누적 도표로 표현한 것으로, 도표의 전체 면적이 미국 전체 고용자의 합을 나타낸다. 이에 따라 전산화 가능성의 상위, 중위, 및 하위 위험 직종이 식별 되었다. 이 연구의 연구자들은 고위험 직군 (전산화 가능성이 높은 직군)의 종사자들이 앞으로 1-20년 사이에 빠르게 다른 직군으로 일자리를 전환해야 될 상황에 직면할지 모른다고 예상하였다. 또한 이 결과를 통해 운송 및 물류

직업에 종사하는 대부분의 근로자, 그리고 사무직 및 행정 지원 근로자, 그리고 생산직 종사자가 특히 전산화 가능성이 높은 것으로 나타나 위험군 임을 시사하고 있다.



[그림 2-3] 미국 일자리 직군별 전산화 가능성

[그림 2-4]는 교육 수준 및 임금수준이 전산화 가능성과 강한 반비례 관계임을 시사하여, 미래의 일자리 중 고급인력의 생존확률이 높음을 간접적으로 보여주고 있다. 이와 유사 맥락안에서 지난 수십 년 동안 미국에서 가장 많이 일자리가 늘어난 분야인 서비스업에서 상당히 많은 전산화가 예상되고 있음을 결과로 보여주고 있다. 이러한 연구결과는 전산화가 저 숙련 저 임금 직종에 국한되어 일자리 양극화 현상을 일으키고 있는 현재와는 다르게 지식노동자까지 그 범위가 확대되는 양상으로 진행될 가능성을 경고하고 있다.



[그림 2-4] 교육 수준 및 임금수준과 전산화 가능성의 상관관계

## 2. STEM 일자리와 미래

소프트웨어 분야는 기본적으로 STEM(Science, Technology, Environment, Mathematics)로 칭하는 분야내 컴퓨팅 분야로 해석된다. 해당 문헌들은 소프트웨어 분야와 연관성 있는 연구 사례들로 구성되었다.

Fayer 외 3명은 STEM일자리에 집중하여 미국의 일자리 현황 및 특성을 분석하였다. 이와 더불어 지난 10개년(2017년 기준)의 STEM 일자리 동향 및 미래 예측을 일부 포함하여 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 해당 문헌은 전반적으로 인구통계학적 데이터와 경제학 개념을 통해 관련 논의를 전개하고 있으며 일자리 현황, 일자리 구성, 임금 등 다각적인 측면의 통계 해석을 수행하였다.

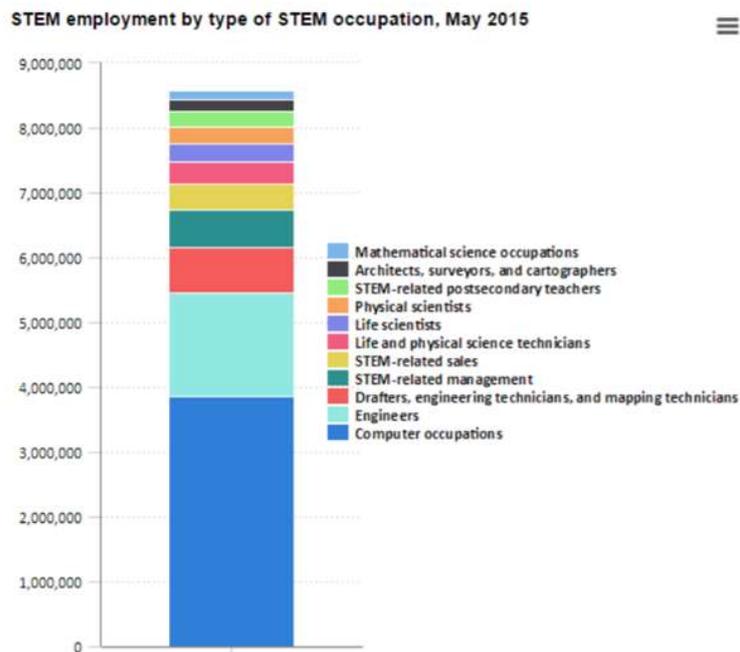
한편 미국의 Department of Commerce는 STEM분야의 미래 일자리에 관한 연구를 수행하였다. 해당 연구는 STEM 관련 교육을 받은 인력이 재직하는 일자리의 산업 영역에 국한되지 않고 전반적으로 높은 임금을 향유한다는 점과 학력 수준이 여타 직업 종사자에 비해 상대적으로 높다는 점을 제시하고 있다.

### (1) STEM 일자리 현황 : Fayer의 연구

#### · STEM 일자리의 구성과 임금

미국 노동 통계부의 일자리 통계 부서(Division of Occupational Employment Statistics)

의 직업 고용 통계(OES)와 고용 전망 프로그램 자료에 따르면, 미국 전체 일자리에서 STEM 일자리는 약 6.2% 수준을 차지하고 있다. 이 중 45%는 컴퓨터와 관련 된 산업에서 발생한 일자리이며, 엔지니어는 약 19% 정도를 차지하고 있다. 실제 고용 관련 통계 수치를 보면 표면적으로 컴퓨터 관련 산업은 45%수준이나 실질적인 유관 분야를 전부 포함한다면 STEM 직종의 70%수준에 해당하는 과반수 이상의 비중을 차지하고 있다.



[그림 2-5] STEM 관련 직업별 고용 비중

특히 눈에겨볼 점은 소프트웨어 개발직에 종사하는 인력이 75만여명으로 STEM 영역 내에서 가장 큰 일자리를 구성하고 있다는 점이다. 여기에 더불어 컴퓨터 사용 지원 전문가 및 컴퓨터 시스템 분석가 등 미국표준직업분류(SOC)에서 소프트웨어 직업으로 간주되는 직업이 50만명 수준을 구성하고 있어, STEM인력의 큰 비중을 소프트웨어 분야가 차지하고 있다. 반면, 제조업 및 기술/공학 관련 제품 판매직의 경우 컴퓨터와 무관한 직종 중 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났으나 약 33만명 수준으로 소프트웨어 개발자와 비교하였을 때 상당한 수치 차이를 보이고 있다. 이와 더불어 수학과 관련 된 직업군은 타 직업에 비해 극소수의 일자리만을 공급하고 있는 것으로 나타났다.

STEM 관련 직업 종사자의 93%는 미국 전체 일자리의 임금 평균 이상을 받는 것으로

로 나타났다. STEM일자리 내에서도 특히 고임금 근로자는 석유 기술자, 건축 공학, 컴퓨터 관련 관리직, 자연 과학 관리직, 물리학자 등 순이다.

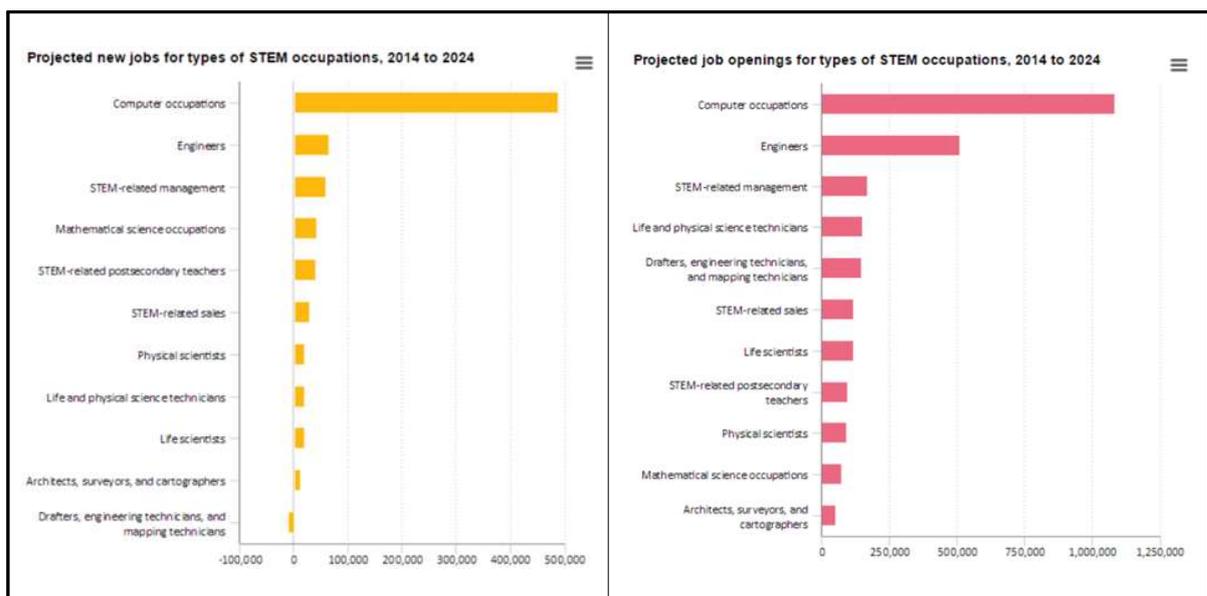
• STEM 일자리 증가의 핵심은 소프트웨어

STEM 일자리는 2009년 ~ 2015년 사이에 10.5% 수준인 82만개가 증가하였는데, 이는 동기 타 직업군의 일자리 증가 평균인 5.2%와 비교하였을 때 약 2배 가까운 성장세를 기록했다는 것을 알 수 있다. 특히, 컴퓨터와 관련 된 직종이 가장 크게 증가하였는데, 2009년 320만 개에서 2015년 390만 개로 증가하여 산술적으로 70만개 일자리가 증가하여 STEM 일자리 성장의 핵심 원동력이 소프트웨어 분야라고 해석이 가능하다. 반면, 줄어든 STEM 일자리는 대체로 판매직에 해당하였고 구체적으로는 2005년 47만개에서 2015년 40.6만개 수준으로 줄어들었다.

성장치 예측에 따르면 컴퓨터 관련 직업은 2014~2024년까지 10년간 약 50만 개의 일자리를 만들 것으로 예상되어 타 STEM직군과 비교하였을 때 압도적인 성장세가 예상된다. 마찬가지로 소프트웨어 유관 직업의 강세로 인하여 전체 STEM 일자리는 동기 12.5%수준의 성장세를 보일 것으로 예상되었다.

마찬가지로 신규 고용 창출 관점에서 컴퓨터 관련 직군에서만 같은 기간 100만명 이상의 고용효과가 예측 되어 타 직군의 10배 이상의 격차를 보일 것으로 전망 되고 있다.

<표 2-2> (좌) STEM 직업 일자리 창출 전망, (우) 고용창출 전망



## · 컴퓨팅 관련 직업의 일자리 창출효과의 기대와 우려

2009년부터 2015년까지 약 80만 개의 STEM 일자리가 미국에 창출되었다. “컴퓨터 시스템 설계 및 관련 서비스”는 가장 많은 일자리를 창출해낸 산업으로 30만개 이상의 추가 일자리를 생성하였다. 그러나 보고서는 컴퓨터 프로그래머의 인건비 절감을 위하여 인력 수요의 상당부분을 해외 외주(offshoring) 할 것으로 예상되면서 향후 큰 폭의 일자리 감소를 예상하였다는 점이 특이점이다.

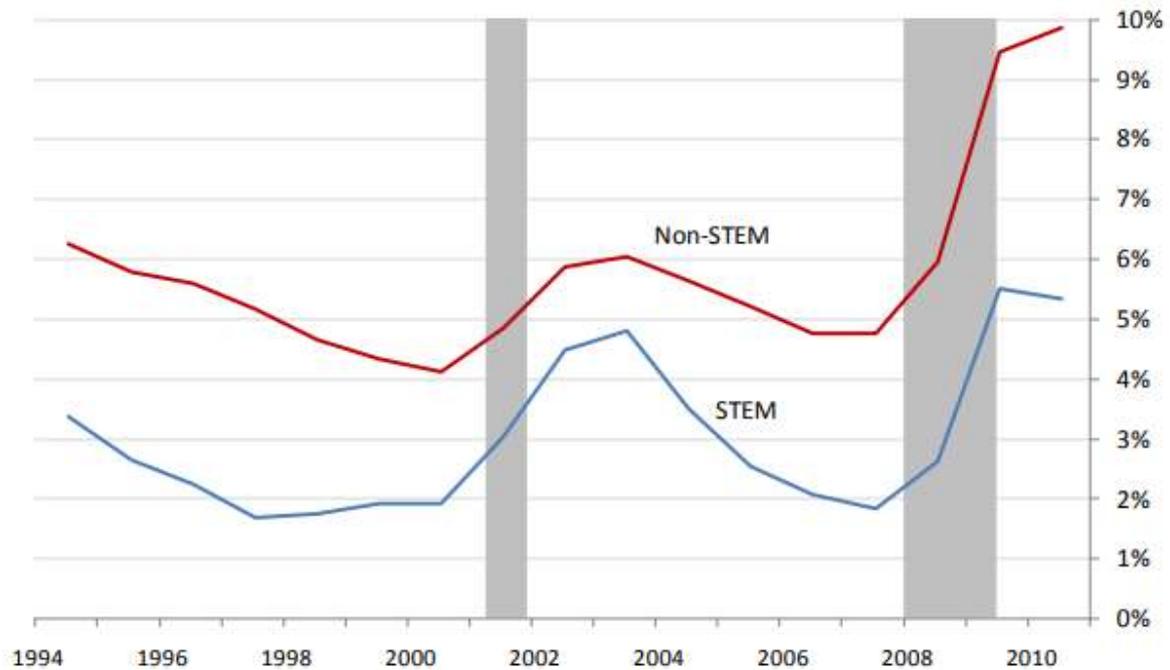
## (2) STEM 일자리의 특성 : 미국 Department of Commerce의 보고서

### · STEM 분야 인력의 경쟁력과 타 산업 융화

보고서에서는 대부분의 타 STEM분석 문헌이 일자리에 초점을 맞추고 있으나, 실제 정책 결정자들은 대부분 STEM 교육에 초점을 맞추어 관심을 기울이고 있음을 강조하고 있다. STEM 직업과 교육훈련 사이의 연관성을 분석하는 첫 번째 시도는 2009년 미국 커뮤니티 조사이다. 이 조사는 대학 교육을 받은 개인의 학부 전공에 관한 정보를 수집하여 이를 토대로 수행되었다. 해당 문헌은 아주 단순한 논리를 제시하고 있는데 대학 학위를 가진 47만 명의 STEM 근로자 중 3분의 2 이상이 STEM 학위를 가지고 있으므로 STEM분야에 종사하기 위해서는 관련 교육을 받아야 한다는 점이다. 이러한 단순한 논리 이외에 해당 조사에는 STEM 학위는 STEM 직종 외에도 많은 다른 직업 기회의 문을 연다는 점을 시사한다. STEM 직원들이 비STEM 직원들보다 나은 임금을 받고 있다는 사실은 위 내용에서도 언급한 부분이다. 조사는 여기에서 더 나아가 STEM 직종에서 일하지 않아도 되는 STEM 학위 소지자의 수입에 대해 검토해보았다는 점이 차별점이다.

보고서는 2009 American Community Survey의 공공 사용 데이터를 사용하여 타 직종에 종사하는 STEM 학위 또는 STEM 학위 소지자가 다른 전공 졸업자에 비해 소득 프리미엄을 받지 못하는지를 알아보기 위한 회귀 조정 소득 프리미엄을 계산하였는데, 결과는 각각 13%와 11% 수준으로 나타났다. 이는 STEM 전공자들이 STEM이 아닌 직종에서 일하는 비STEM 전공자들보다 소득이 약 20퍼센트 더 높다는걸 감안한다면 훨씬 더 큰 임금 프리미엄을 받는 경향을 가진다는 결론을 내릴 수 있다.

· STEM 직종과 실업률의 상관관계



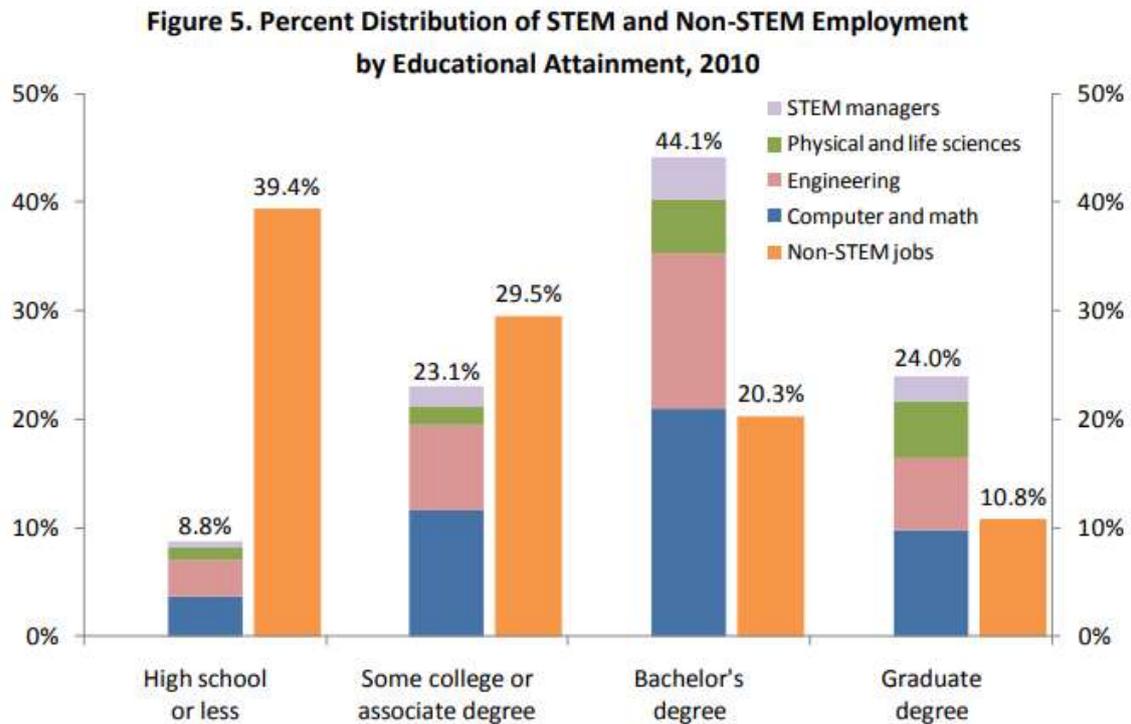
[그림 2-6] STEM-비STEM 근로자의 실업률 추이(1994-2010)

STEM 직종 근로자는 소득이 높을 뿐만 아니라 평균적인 근로자는 다른 분야의 근로자보다 낮은 실업률을 경험한다. STEM 근로자의 실업률은 2007년 1.8퍼센트에서 2009년에는 5.5퍼센트로 증가하였고 2010년에는 5.3퍼센트로 완화되었다.

경기 침체 동안에, 대학 교육을 받은 STEM 근로자의 실업률은 2009년에 비STEM 비율을 약간 웃돌았지만, 2010년에 두 그룹의 실업률은 모두 4.7 퍼센트로 보합되었다. STEM과 비STEM 근로자 사이의 실업률 차이는 교육적 달성의 차이를 반영한다. 비STEM 근로자의 실업률은 2007년 4.8퍼센트에서 2009년 9.5퍼센트로 증가했고 2010년에는 거의 10%로 계속 증가했다. 당시 Y2K의 영향과 인터넷 닷컴 버블 붕괴에 따른 정보기술(IT) 종사자들의 수요 감소가 영향을 미쳤을 것으로 추정된다.

결국, 교육 수준이 높은 근로자들은 낮은 실업률을 경험하는 경향이 있고, STEM 직원들은 더 나은 교육을 받는 경향이 있다고 볼 수 있다.

• STEM 분야 인력의 교육수준과 미래



[그림 2-7] STEM-비STEM 근로자의 학력수준

STEM 근로자의 특징 중 하나는 학업 성취도이다. STEM 근로자의 3분의 2(68%) 이상이 학사 학위 이상을 소지하고 있으며, 이는 16세 이상의 다른 직종 근로자가 학위 보유 수준이 1/3(31%) 이하인 것과는 상반되는 결과다. 4개의 STEM 직업 그룹 중, 물리 및 생명과학은 최고 수준의 교육을 받은 인력으로, 40%에 가까운 대학원 학위를 보유하고 있으며, 이는 컴퓨터, 수학 및 공학 분야의 몫의 두 배에 달한다. 같은 맥락에서 많은 STEM 근로자들이 4년제 대학 학위나 전문대 학위를 가지고 있고, 최소한 1/4 혹은 23%의 대학 졸업장이 있다.

보고서는 STEM분야는 미래로 갈수록 중요해질 것이라 전망하고 있다. STEM 직업을 둘러싼 여러 요소들은 STEM 근로자들이 기술 최전방을 개발하거나 운영하는 회사들에게 큰 이익을 가져다 주기 때문에 경제에 매우 중요하다는 점이 그 이유이다. 대학 졸업자들에게는 STEM 학위를 선택하는 것에 대한 사회진출상의 확실한 보상이 있음이 확인되었으며 이는 관련 직업을 선택하는게 자연스러운 일이 되어가고 있음을 시

사하였다.

결론적으로 국민의 STEM 일자리 선택은 국가 관점에서 장려해야 한다 주장하고 있다. 교육적 성취와 상관없이, STEM 직업을 가지는 것이 높은 수입과 실업률 감소와 관련성을 보이기 때문임을 강조하였다.

## 제2절 고용환경 변화 관련 연구

### 1. 일자리의 미래 : 기술 재교육 혁명

이 문헌은 2016년 발행 된 다보스포럼의 일자리의 미래 보고서의 파생 연구로서, 노동시장에 필요한 기술의 유형이 빠르게 변화하면서 개인 노동자가 단순히 고용된 상태에 머무르지 않고 직업적 성취감과 보상을 얻기 위해서는 평생학습을 통해 고용 기회를 극대화해야 한다는 아이디어로부터 시작되었다. 보고서는 기업의 경우에도 필요한 인재를 찾고 일자리의 미래에 사회적으로 책임감 있게 접근하고자 한다면 기술 재교육 및 향상교육 전략이 매우 중요한 의미를 가진다 주장한다. 또한 정책입안자의 경우 기존 노동력의 재교육 및 재훈련이 미래의 경제 성장을 촉진하고, 기술 변화에 따른 사회적 회복력을 향상시키며, 차세대 노동자를 위한 미래 대비 교육 체계의 기반을 마련하는 데 필수적인 수단이며 그런 맥락에서 이 연구를 통해 재교육과 이직 기회를 식별하는 새로운 접근방식을 소개하고 즉각적으로 확인할 수 없는 내용을 제시하는 것이 목적이라 하겠다.

이 연구의 특징은 1장에서 설명했듯이 금번 연구보고서가 지향하는 구인공고 빅데이터 기반의 일자리 분석을 수행하였다는 점이다. 보고서의 방법론은 온라인 채용 공고의 빅데이터 분석을 통해 데이터 기반 접근방식으로 재교육 경로 및 이직 기회를 찾는 것이다. 해당 연구 사례의 소개에 있어 주요 방법론을 중심으로 검토하고자 한다.

#### · 연구 개요 및 데이터 출처

본 보고서의 기초를 구성하는 분석은 ‘실행 가능한 이직’이라는 개념에 기초하고 있다. 해당 개념은 다양한 자원 데이터에서 형성된 개념이다. 또한 이직의 가능성을 전체적으로 확립함과 동시에 데이터의 다양한 하위 구성요소에 대해 더욱 구체적인

분석을 진행하고 있다.

대부분의 분석은 <표 2-3> 및 아래에서 설명하는 것처럼 각각 다른 출처 3곳의 데이터를 이용하고 있다. 모든 분석은 미국의 데이터에 기반하고 있다. 각각의 출처는 다양한 유형의 직업 데이터를 제공하고 있어서 통합 데이터세트를 생성하고 분석 결과를 개선할 수 있다.

<표 2-3> 이직 조건의 구분 및 데이터 출처

실행 가능한 이직	
조 건	주요 데이터 출처
직업 유사성 점수가 상당히 높음	BGT, O*net
이직이 교육 및 경력의 상당한 도약을 요구하지 않음	BGT, O*net
바람직한 이직	
조 건	주요 데이터 출처
숫자가 감소하지 않을 것으로 예상되는 직업으로의 이직	BLS, O*net
삶의 수준을 유지할 수 있는 임금 연속성을 가진 직업으로의 이직	BGT

데이터 출처 중, 고용 정보 네트워크(O\*NET) 데이터베이스는 미국 고용 정보의 주요 출처로 미국 노동고용부 및 교육행정국의 지원을 받아 개발되었다. 데이터베이스에서는 개별 직업을 관련 직업군 또는 ‘직종’으로 구분하고 있으며 직업별 노동자에 대한 광범위한 조사를 통해 지속적으로 업데이트가 이루어지고 있다. 본 연구에 사용된 내용은 미국 경제 전반에 걸친 약 1,000개의 직업 유형 표준화 목록 및 직업별 속성(예: 필요한 기술 및 지식)을 제공하고 있다.

본 보고서에 사용된 Burning Glass Technologies(BGT)의 정보는 온라인 채용 공고를 기반으로 하고 있다. 해당 정보는 다양한 온라인 출처(예: 취업 사이트, 고용주 사이트)에서 확보한 상세 데이터를 ‘스크랩’한 것이다. 데이터세트는 미국 내 958개 직업에 대한 자세한 정보를 담고 있다. 해당 데이터세트의 직업은 O\*NET의 표준 직업

코드 및 직업 명칭을 기반으로 한다. 데이터세트는 2016년부터 2017년까지 2년간 미국의 단독 데이터 출처 약 40,000곳에서 확보한 채용 공고 약 5천만 개를 바탕으로 하고 있다. BGT의 직업별 분석에는 직업별로 요구되는 기술에 대한 상세 정보가 누적되어 있다. 해당 정보는 약 550개의 기능군(기본, 전문, 소프트웨어 기술로 구분)에서 약 15,000개의 개별 기술로 분류되어 있다. 또한 교육, 업무 경력, 평균 임금에 대한 정보도 수집되어 있다. BGT 데이터세트에는 미국 커뮤니티 조사(ACS)의 직업별 고용 성별 분포에 대한 추가 정보도 포함되어 있다.

미국 노동통계국은 현재 진행 중인 고용 예측 프로그램의 일환으로 2016~2026년 국가 산업 고용 매트릭스를 개발했다. 2016년 매트릭스는 주로 직업별 고용 통계(OES) 조사 및 현재 고용 통계(CES) 조사, 현재 인구 조사(CPS)를 기반으로 개발되었다. 2016~2026년 국가 산업 고용 매트릭스 데이터는 미국 내 약 800개의 직업에 대한 데이터를 담고 있으며 2016년 고용 정보 및 2026년 직업별 고용 예상을 포함하고 있다.

2016~2026년 국가 산업 고용 매트릭스는 표준직업분류(SOC) 코드를 기반으로 한다. 본 연구에 사용된 958개 직업의 데이터세트는 2016~2016년 국가 산업 고용 매트릭스에서 전체 고용의 약 96%를 차지한다. 직업별 고용 예측은 각각 다른 절차나 모델, 관련 가정을 바탕으로 한 일련의 상호 연관된 6단계에서 개발되었는데 이는 노동력, 전체 경제, 분야 및 제품 소비에 따른 최종 수요(GDP), 산업 생산량, 산업별 고용, 직업별 고용이다. 각 단계의 결과는 다음 단계의 핵심 입력값이며 여러 번 시퀀스를 반복하여 피드백을 제공하고 일관성을 확보할 수 있다.

## · 실행 가능하고 바람직한 이직 방법론

### # 조건 1: 직업 유사성 점수가 상당히 높음

실행 가능한 이직 기회를 평가하려면 해당 직업을 수행하는 데 필요한 요건을 이해하고 이러한 요구사항을 다른 직업과 비교할 수 있어야 한다. 직업의 요건은 다음의 카테고리로 분류할 수 있다.

- 업무활동: 직업 역할을 수행하는 데 필요한 업무의 범위.
- 지식: 사실, 원칙, 이론, 실습의 본체로서 기술의 기초가 된다.
- 기술: 지식을 적용하여 업무를 완수하는 데 사용된다.

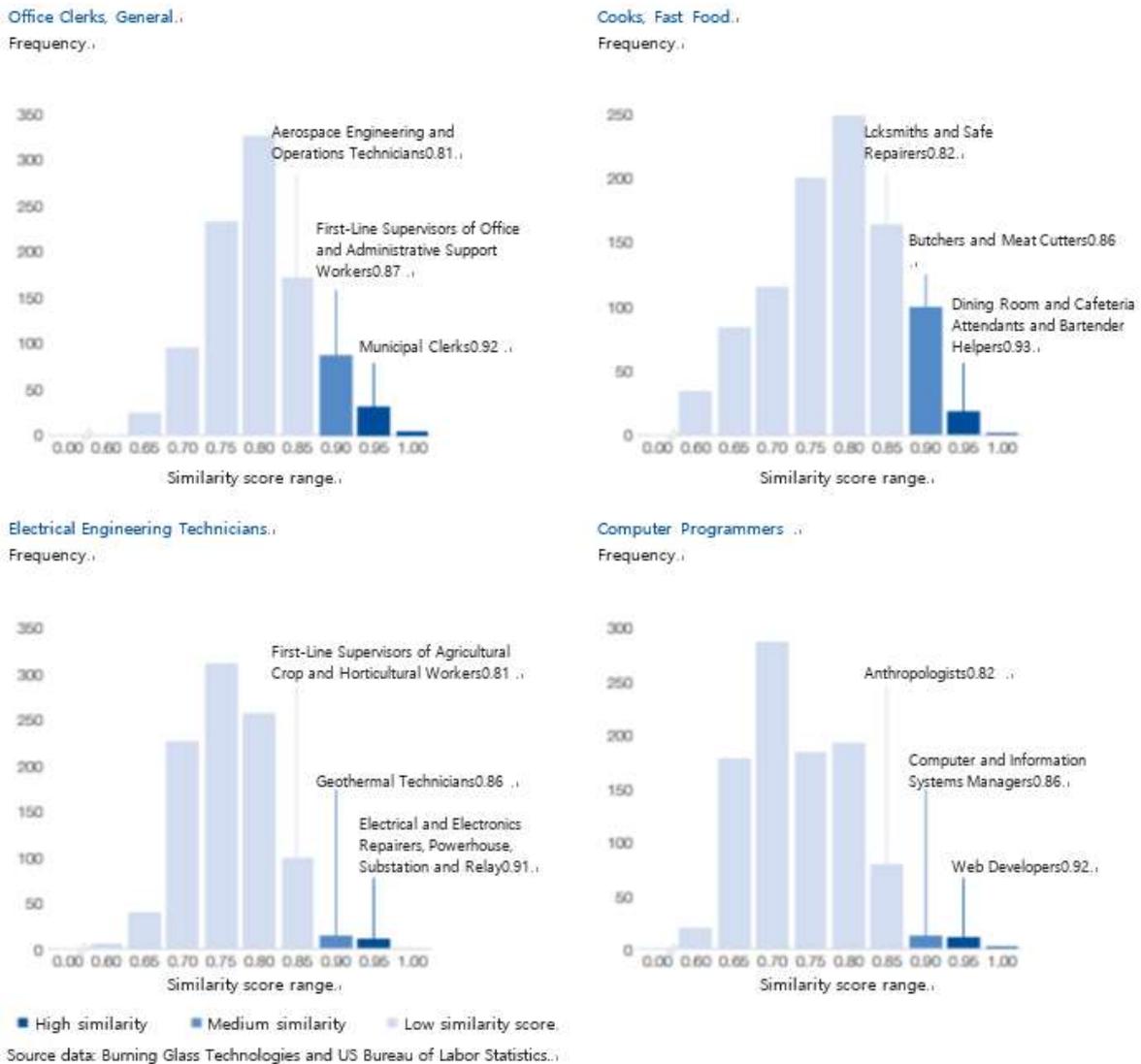
- 교차 기능 기술 : 구직자가 해당 역할을 수행하기 위해 필요한 일반적인 비전문 기술(직업 대분류에 적용 가능).
- 전문 기술 : 쉽게 이전할 수 없는 산업 또는 직업 관련 기술. 본 보고서에서 사용된 계산에서는 작업의 요건을 개선하기 위해 소프트웨어 기술을 따로 구분하고 있다(다른 유형의 소프트웨어 사용 및 설계, 유지관리, 수리).
- 능력: 직무 역할 수행에 필요한 신체적 및 인지적 능력의 범위.
- 교육: 기술 및 지식 습득을 위한 공식 메커니즘.
- 직업 및 직종 경력 : 경험은 해당 지식을 적용하는 기술을 개발하고 발전시키는 데 중요한 역할을 한다.

〈표 2-4〉 유사성 점수가 다른 직업에 대한 유사성 점수 보정의 예

시작 직업	‘직업 적합성’ 카테고리	유사성 점수	대상 직업
사무직원, 일반	높음	0.92	공무원
	중간	0.87	사무 및 행정 지원 직원 감독
	낮음	0.81	우주공학 및 운영 기술자
요리사, 패스트푸드	높음	0.93	식당 및 카페 직원, 바텐더 보조
	중간	0.86	도살업자 및 고기 절단공
	낮음	0.82	열쇠공 및 금고 수리업자
전기 엔지니어링 기술자	높음	0.91	전기 및 전자 수리업자, 발전소, 변전소, 중계소
	중간	0.86	지열 전문 기술자
	낮음	0.81	농업 관리자 및 원예 노동자 감독
컴퓨터 프로그래머	높음	0.92	웹 개발자
	중간	0.86	컴퓨터 및 정보 시스템 관리자
	낮음	0.82	인류학자

본 보고서에서는 두 직업 간 요구사항의 유사성을 평가하기 위해 ‘유사성 점수’ 개념을 도입하고 있다. 유사성 점수는 교육, 경험, 훈련, 기술, 지식 등의 요건 중복을 0과 1의 값으로 표시한다. 이는 두 직업(또는 ‘직업 세트’) 간의 이직 가능성 대안

으로 볼 수도 있다.



[그림 2-8] 유사성 점수 빈도 (선택적 예시)

유사성 점수가 1인 직업 세트는 동일한 요건을 공유하지만 유사성 점수가 0인 직업 세트는 공통의 요구사항이 없다. 예를 들어, 컴퓨터 프로그래머와 웹 개발자는 유사성 점수가 0.92이지만, 컴퓨터 프로그래머와 인류학자는 유사성 점수가 0.82에 불과하다. 용이한 분석을 위해 유사성 점수를 높음(0.9 이상), 중간(0.85~0.9), 낮음(0.85 이하)로 구분한다. 유사성 점수의 분류는 광범위한 예시에 대한 보정 과정을 기반으로 수행되

었다<표 2-4>[그림 2-8]. 여기에 실행 가능한 이직 옵션을 식별하기 위해 유사성 점수가 낮은(0.85이하) 이직은 제외하였다.

Burning Glass Technologies는 유사성 점수 개념과 관련하여 독자적인 접근방식으로 해당 점수를 계산하고 있다. 해당 방법론은 BGT 채용 공고 결과 및 O\*NET 데이터베이스의 직업별 속성의 데이터를 결합하고 있다. 첫 번째 단계에서는 이러한 데이터 출처에 대해 각각 유사성 점수를 계산한다(‘Burning Glass Technologies 유사성 점수’와 ‘O\*NET 유사성 점수’). 이때는 표준 직업 속성 및 실제 최신 직업 요구사항(또한 위에서 언급한 ‘소프트웨어 기술’ 카테고리 등의 추가 상세 내용 제공)을 모두 활용해야 한다. 두 번째 단계에서는 BGT 및 O\*NET 유사성 점수의 가중 평균을 계산하여 공동 유사성 점수를 산출한다.

Burning Glass Technologies 채용 공고 및 O\*NET 데이터에 대한 개별 유사성 점수는 직업 세트별 요구사항 프로파일의 유사성을 바탕으로 계산한다. 이때는 코사인 유사도(cosine similarity)로 알려진 기술을 사용한다.

모든 직업의 특징은 기술 수요 분포 및 교육, 경험 요구사항으로 이루어진 벡터 형식으로 표시할 수 있다. 그리고 각 벡터 간의 유사성 점수를 계산하여 두 직업을 비교할 수 있다. 동일한 직업 세트는 동일한 벡터를 가지므로 유사성 점수는 1이 된다. 직업 세트가 다를수록 유사성 점수는 0에 가까워진다. 직업 특성 벡터 간의 유사성 점수는 다음과 같이 계산된다.

- O\*NET 고용 데이터: 첫 번째 단계에서는 ‘지식’, ‘기술’, ‘능력’ (‘KSA’) 을 그룹으로 유사성 점수를 계산한다. 두 번째 단계에서는 ‘직업 활동’ 및 ‘교육/훈련/경험’ 에 대한 유사성 점수를 계산한다.3 세 번째 단계에서는 KSA, 직업 활동, 교육/훈련/경험에 대한 유사성 점수 가중 평균을 계산한다(카테고리 및 계수, 가중치의 기술적 정의는 [그림 2-9> 참조).
- Burning Glass Technologies 채용 공고 데이터: 첫 번째 단계에서는 각각의 ‘기술 영역’ (‘기본’, ‘전문’, ‘소프트웨어 기술’ 포함)을 계산한다. 두 번째 단계에서는 ‘경험’ 및 ‘교육’ 에 대한 유사성 점수를 계산한다. 세 번째 단계에서는 경험, 교육, 기술에 대한 유사성 점수의 가중 평균을 계산한다(카테고리, 계수, 가중치의 기술적 정의는 [그림 2-9> 참조).

	Input		Definition	Type of information for scaling	Scaling	Weighting for similarity score
O*NET data	KSA measure	Knowledge	Skills learned through education/training/experience	Level	0-7	1 (equal weighting of knowledge, skills and abilities within KSA measure)
		Skills	Learning acquired through practice and experience, practice used to facilitate knowledge acquisition	Level	0-7	
		Abilities	Similar job activities and behaviors which underlie the work functions	Level	0-7	
	Work Activities	Experience	Tasks required to perform the role	Level	0-7	1
	Education, Training and Experience		Requirements for each occupation by education and work experience <sup>1</sup>	Distribution	0-100	1
BGT data	Skills measure	Baseline skills	Common, non-specialized skills required by job applicants to be considered for the role (applicable to broad categories of jobs)	Percent of job postings containing skill name	0-100	1 (equal weighting of baseline, specialized and software skills within skills measure)
		Specialized skills	Skills particular to industry or occupation, not easily transferable	Percent of job postings containing skill name	0-100	
		Software skills	Skills related to the use, design, maintenance and repair of software	Percent of job postings containing skill name	0-100	
	Education x Experience	Experience	Year of experience required for the role	Percent of job postings containing experience requirement	0-100	
		Education	Years of education (and type: AA, BA, MA, PhD) required for the role	Percent of job postings containing educational requirement	0-100	1

Source: Burning Glass Technologies.

[그림 2-9] 유사성 점수 계산을 위한 입력값의 크기 및 가중치 상세 정보

# 조건 2 : 이직이 교육 및 경력의 상당한 도약을 요구하지 않음

이직 평가에서는 유사성 점수에 초점을 맞추지만 그것만이 가능한 직업 경로를 평가하는 유일한 방법은 아니다. 다른 요소로는 필수 교육 수준(예: 기술 및 지식 습득을 위한 공식 메커니즘) 및 경험 수준(예: 해당 지식을 적용할 수 있는 기술을 배우고 향상시킴)을 들 수 있는데 모두 년수로 계산한다.

O\*NET은 이러한 측정값을 각 직업에 적용하여 ‘직업군’으로 분류하고 있다. 총 5가지의 직업군이 있다. 이때 동일한 직업군 내에 있는 두 개의 직업은 필요한 교육 및 관련 경험, 현장 훈련의 양이 유사하다. O\*NET의 정의에 따른 직업군의 예는 <표

2-5>에서 확인할 수 있다.

<표 2-5> O\*net 직업군의 예 : 직업군 3(5가지 영역 중)

<b>교육</b>	이 영역의 직업 대부분은 직업 학교에서의 교육 또는 관련 현장 경험, 관련 학위가 필요하다
<b>관련 경험</b>	이러한 직업에는 이전 업무 관련 기술, 지식 또는 경험이 필요하다. 예를 들어, 전기 기술자는 3~4년의 견습 기간 또는 몇 년의 직업 훈련을 이수해야 하며 경우에 따라 면허 시험을 통과해야 한다.
<b>직업 훈련</b>	이 직업을 담당하는 직원은 일반적으로 현장 경험 및 경험자의 비공식 교육을 포함한 1~2년의 교육 기간이 필요하다. 해당 직업과 관련된 공인 견습 프로그램이 있을 수 있다.
<b>직업군 예시</b>	이러한 직업에서는 일반적으로 목표 달성을 위해 커뮤니케이션 및 조직적 기술을 이용하여 다른 사람을 조정, 감독, 관리, 훈련한다. 그 예는 수력발전소 관리자, 여행 가이드, 전기기사, 농업 전문가, 이발사, 유도, 의료 보조 등이다.

두 개의 직업에 대한 교육 및 경험에서 상당한 도약을 피하기 위해서 우리는 실행 가능한 이직 옵션을 식별할 때 시작 직업으로부터의 두 단계 이상 상승 또는 하락한 직업군에 대한 이직 옵션을 제외하고 있다.

**# 조건 3 : 숫자가 감소하지 않을 것으로 예상되는 대상 직업으로의 이직 기회**

실행 가능한 이직 옵션을 평가하려면 해당 이직에 대한 장기적 지속 가능성을 고려해야 한다. 직업별 현재 고용 및 예상고용 수치를 통해 어떤 직업이 노동자를 위한 미래의 가능한 고용 옵션을 제시하고, 어떤 직업이 감소가 예상되는지를 확인할 수 있다. 본 보고서에서는 미국 노동통계국의 2016년 고용 및 2026년 예상고용 데이터를 사용하고 있다.

미국 노동통계국의 데이터를 활용하면 데이터세트가 미국의 개별 직업별 고용에 대한 포괄적이고 공인된 정보를 포함하고 있고 우리의 분류 체계와도 일치하기 때문에 관련 분석에 유용하다. 미국 노동통계국 고용 데이터(SOC 코드 기반)는 공식 O\*NET-SOC 2010에서 SOC 2010 크로스워크를 통해서 Burning Glass Technologies의 채용 공고 및 O\*NET 데이터(양쪽 모두 O\*NET 코드 기반)와 연결했다. SOC 코드에 대한 O\*NET 코드가 둘 이상인 경우에는 Burning Glass Technologies가 제공한 O\*NET

코드에 의한 채용 공고의 숫자 분포 파생 비율에 따라 O\*NET 코드에 고용 수(2016년 및 2026년)를 배분했다. 또한 실행 가능한 이직 옵션을 식별하기 위해 미국 노동통계국이 2026년까지 감소할 것이라고 예상한 직업을 포함한 이직은 제외하고 있다.

#### # 조건 4: 현재 삶의 수준을 유지(또는 향상) 시킬 수 있는 임금 연속성(또는 상승)을 가진 직업으로의 이직 기회

이직 기회를 평가할 때 가장 바람직한 조건 중 하나는 이직 후에도 삶의 수준이 하락하지 않는다는 것이다. 이는 시작 및 후속 직업 사이의 임금 비교를 통해 가장 잘 평가할 수 있으며 이직 이후 임금이 유지되거나 증가하는 것을 선호한다.

#### • 이직 경로 최적화 모델

##### # 리더십 렌즈

리더십 렌즈 관점은 위에서 설명한 가능성 및 타당성에 기초한 이직 모델을 활용하여 직업 이동을 시뮬레이션 하고 효용함수 값을 최대화하는 선형 프로그래밍 모델(Linear Programming Model)을 이용하며 특정 조건의 제약을 받는다. <표 2-6>은 효용함수 및 제약에 대한 개요이다.

기본적으로 위에서 설명한 이직 가능성 및 타당성 기준은 본 섹션의 주요 모델에서 나타나는 제약 조건에 포함된다. 우리는 최적화를 제한하여 임금 하락이 없는 직업(시작점과의 관계성)으로의 이직에 제약을 두었다. 우리는 2016년과 2026년 미국의 직업 수를 제한하는 R의 Rglpk\_solve\_LPO를 사용하여 해결책을 찾고 늘어나는 직종으로 구직자를 재배치하고자 한다.

성별 이직 숫자는 총 이직 숫자에 시작 직업의 여성 대비 남성 비율을 곱하여 계산한다. 기본 가정은 새로운 직업으로의 이직 성별 분포가 시점 직업에서의 성별 분포와 동일하다는 의미로 부여하였다.

〈표 2-6〉 이직 모델의 최적화 조건

효용함수	제약
유사성 점수 합계 및 표준 임금 인상률(0~1)에 따른 가중치를 적용한 이직 합계	임금이 더 낮은 직업으로는 이직하지 않는다
	2026년 예상 고용이 2016년보다 낮은 직업으로만 이직한다
	2026년 예상 고용이 2016년보다 낮은 직업으로는 이직하지 않는다.
	직업군 5의 직업으로는 이직하지 않는다(작업 영역 5가 CEO, 관리자, 과학자 등으로 이루어져 있어서 이직 시뮬레이션 결과가 거의 나타나지 않음)
	유사성 점수가 0.85 미만인 직업으로는 이직하지 않는다
	한 단계 더 낮거나 동일하거나 또는 더 높은 영역의 직업으로만 이직이 가능하다
	직업당 고용이 2026년 고용 예측보다 작거나 동일하다

### # 개별 렌즈

개별 렌즈 관점은 해당 직업의 노동자에 대한 이직 옵션을 보여준다. 이는 위에서 설명한 실행 가능한 이직 기준을 충족시키는 옵션으로 제한된다. 본 관점 분석에서는 실행 가능한 직업 옵션과 함께 선택된 직업을 보여준다. 또한 추가 기준에 따라 잠재적인 직업 기회를 제한하는 이직 옵션의 하위 세트를 도출한다.

이직에 도움이 되는 추가 경력 및 교육은 채용 공고 데이터에 있는 직업 수행에 필요한 평균 경력 및 교육 관련 정보를 이용하여 계산한다. 추가 경력 및 교육 계산 논리는 동일 직종 또는 다른 직종으로의 이직 여부에 따라 달라진다.

동일 직종으로의 이직에서는 대상 직업에서 필요한 평균 경력/교육에서 시작 직업의 평균 경력/교육을 빼서 추가 경력/교육을 계산한다. 이때는 플러스 값을 고려한다 (예: 대상 직업의 경력/교육 요구사항이 시작 직업보다 높은 경우). 기본 가정은 동일 직종에서는 자신의 경력/교육을 다른 직업에 전부 이전할 수 있다는 것이다.

다른 직종으로의 이직에서는 경력과 교육을 구분한다. 경력의 경우 필요한 추가 경

력을 대상 직업에서 요구하는 평균 경력의 총량이라고 가정한다. 기본 가정은 다른 직종으로는 경력을 이전할 수 없다는 것이다. 교육의 경우에는 필요한 추가 교육을 대상 직업에서 요구하는 교육의 총량이라고 가정한다. (그러나 고등 교육 12년은 평균 필수 교육 기간에 포함되며, 다른 직종으로 이직하더라도 고등 교육을 반복할 필요는 없다고 가정한다.)

이러한 옵션 전체에서 평균 임금 인상을 계산할 때는 시작 직업의 평균 임금에서 대상 직업의 평균 임금을 빼다. 평균 임금은 채용 공고 데이터를 바탕으로 한다.

### • 보고서의 결론

일자리의 미래에 관한 현재의 논의에서는 재교육 및 평생학습이 시급하다는 사실을 강조하는 경우가 많다. 하지만 관련 인력뿐만 아니라 기업의 인사 전략, 공공 재무, 사회 안전망에 대한 부담을 최소화하는 생산적인 이직 계획을 파악할 수 있는 접근방식은 거의 없다고 할 수 있다. 해당 보고서는 노동자와 기업, 정부가 효율적이고 효과적인 재교육에 초점을 맞춰 활동, 시간, 투자의 우선순위를 정할 수 있도록 구인공고 데이터를 이용하여 이직 경로 및 재교육 기회 매핑과 같은 접근방식을 소개하고 있다.

문헌에서는 4차 산업혁명의 노동시장에서 요구하는 기술 유형 변화로 인해 이미 직업 교체가 진행되고 있다는 점을 강조한다. 이러한 근거 자료의 생성은 개인, 고용주, 정책입안자에게 상당한 설득력을 가질 것임을 확인한다.

개인, 특히 이동 가능성이 높은 개인은 고용 상태를 유지하기 위해서 평생학습과 주기적인 재교육이 필요할 것이라 예상하였다. 또한 모든 노동자에게 있어서 지속적인 교육은 고용 상태를 유지할 뿐만 아니라 안정적이고 성취감을 느낄 수 있는 경력을 이어가고 좋은 이직 기회를 확보할 수 있는 열쇠가 될 것이라 주장한다.

한편 고용주는 학습한 기술을 바탕으로 노동시장에 진입하는 신규 노동자에만 의존하는 것으로는 충분하지 않을 것으로 예상하였다. 기술의 수요에 대한 정확한 예측은 불가능하지만 세계경제포럼의 최근 연구에 따르면 광범위한 시나리오에서 인력 재교육 및 인적 자본 개발에 대한 투자가 ‘후회 없는 행동’, 즉 기술 부재의 상황에서도 유익한 투자가 될 것이라는 사실이 확인되었으므로 일정부분 도움이 되는 정보로 판단할 수 있다고 주장한다. 정책입안자는 경제 전반에 걸친 지속적인 재교육 및 평생학

습을 육성함으로써 경제 성장에 필요한 도구를 가진 노동력을 유지하고, 기업이 필요한 기술을 가진 노동력을 찾아서 사업에 성공하고 경제 및 사회에 최대한 이바지할 수 있도록 지원할 수 있으므로 실천의 중요성을 설파하고 있다.

### # 재교육 및 이직 계획, 제공, 재정 지원

이직 기회의 세계를 여는 데 있어서 가장 큰 제약은 노동자를 새로운 직업으로 안내하는 재교육에 대한 합리적인 투자 의지이다. 세계 각지에서 일자리의 미래와 새로운 직업 유형에 필요한 기술을 가진 노동력의 수요가 분명하게 나타나고 있으나 문제는 평생학습 및 재교육을 유도하고 시행하는 데 사용되는 정책 및 전략이다. 개인이 재교육과 이직 옵션 검색을 위해 일시적 휴직이 필요할 수 있으므로 공공 및 민간 차원의 재정 지원이 필요할 것이다. 재교육을 실행 가능하고 바람직한 직업으로 연결하려면 노동력 계획에 대한 새로운 사고가 필요할 것이다. 또한 노동력 재배치가 일반화되면 신속하게 인력 재통합의 우선순위를 정함과 동시에 소득 불안정을 예방하는 사회적 보호 및 보험 메커니즘이 필요하게 될 것이다. 마이크로 자격인증의 광범위한 도입 및 온라인과 오프라인 모델을 결합한 새로운 교육 및 훈련 방식을 통해 노동자를 위한 새로운 기회를 창출해야 한다. 세계경제포럼의 최신 백서 두 편, ‘4차 산업혁명의 노동력 재교육 가속화’ 및 ‘4차 산업혁명에서의 인간 잠재력의 실현’에 소개된 것처럼 덴마크 등에서는 이미 필요한 노력을 지원할 수 있는 관련 정책을 운영하며 상당한 성공을 거두고 있다.<sup>26</sup>본 간행물에서 설명한 데이터 기반 접근방식은 아직 인력이 부족한 새로운 직종에 노동력을 재배치함으로써 발생하는 경제적 총소득의 이익을 수량화하여 새로운 비전의 가능성을 설명하고 경제적 및 사업적 모델을 구축하며, 이를 통해 재교육 및 이직의 계획, 제공, 재정을 지원할 수 있다.

### # 개인의 사고방식과 노력이 중요하다

대규모 이직 계획 및 경제 전반에 걸친 재교육에 대한 생각을 시작함에 있어서 개인의 역할이 절대적으로 중요할 것이다. 어떤 경우는 휴직이 필요할 수 있고, 어떤 경우는 졸업 후 수십 년이 지난 상황에서 추가 자격을 취득해야 할 수도 있다. 이는 결코 쉬운 일이 아니며 개인에 대한 적절한 지원 및 인센티브가 필요하고 이직 경로 보상의 형태로 지속적인 재교육의 혜택을 확인할 수 있어야 한다. 또한 본 문서에서 설명

한 데이터 기반 접근방식은 노동력의 투명성과 선택권을 높이는 데 도움이 될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 무엇보다 필요한 것은 창의성과 호기심을 가지고 적극적으로 평생학습에 참여하며 지속적인 변화에 익숙해지는 사회적 사고방식의 변화이다.

#### # 단일 주체가 이직 및 재교육 문제를 해결할 수는 없다

재교육을 현실화하고, 노동시장의 가속화된 구조적 변화에 대응하기 위해서는 다양한 이해관계자, 즉 정부 및 고용주, 개인, 교육기관, 노동 단체 등이 함께 힘을 모으고 협력하며 인적 자원을 관리하는 방법을 배워야 한다. 기업은 미래에 필요한 인재를 확보하기 위해 전통적 산업 경계를 넘나들고, 때로는 경쟁자와도 협력하며 상당한 이익을 유지하면서도 사고 및 업무의 새로운 방식을 마련해야 한다. 정부 역시 서로에게서 더 빨리 배우고, 가장 효과적인 접근방식을 찾아낼 수 있도록 다양한 실험을 시도할 필요가 있다. 교육 및 훈련 기관, 비영리 단체는 높은 수요를 확인하고 서로, 그리고 다른 이해관계자와 협력하며 가장 효과적인 방법을 찾아낼 필요가 있다.

#### # 데이터 기반 접근방식의 확대

데이터 기반 접근방식은 재교육 및 이직에 대한 속도와 부가가치를 제공할 수 있다. 세계경제포럼은 본 연구의 일부를 후속 간행물에서 진행할 것이며 해당 내용의 시행을 적극적으로 권장하고 있다. 다음은 비전면적 확대 목록이다.

- 지리적 확대 : 보고서의 방법론은 미국 외 추가 지역으로 확대될 수 있으며 국가 차원에서 다른 지역을 포함하여 지역 시장의 수요를 파악하고 이직에 따른 지역 내 및 지역 간 이동성을 고려할 수 있다.
- 재교육 효과의 수량화 : 방법론을 이용하여 신기술 습득 난이도에 따른 이직 시간을 평가할 수 있다. 또한 실제 교육비 및 관련 기회비용 등의 재교육 비용을 평가하여 동기 및 인센티브를 결정할 수 있다.
- 경제적 이익의 복합 평가 : 방법론을 이용하여 아직 인력이 부족한 새로운 일자리로의 이직에 따른 경제적 총소득을 평가할 수 있으며 정부 지원금 및 안전망(예: 실업급여)에 대한 비용 편익 분석을 할 수 있다.
- 직업 수요 변화에 따른 시나리오 : 방법론을 이용하여 이직 모델을 만들고 다양

한 직업 증가/감소 시나리오에 적용한다(예: 자동화로 인해 훨씬 더 많은 일자리가 사라질 것으로 예상하는 이직 모델).

- 이직 관련 성별 문제: 방법론을 이용하여 양성평등을 촉진하는 이직 모델을 찾아냄으로써 포용적인 노동력 계획을 수립할 수 있다(기업 및 정책 의사 결정자와 관련).

## 2. 국내 고용의 미스매치

국내 문헌들은 대체적으로 고용 불안과 관련한 현상을 분석하거나, 새로운 혁신 또는 기술 출현에 의한 인재양성에 대한 시사점을 중점적으로 다루고 있다. 이러한 경향은 일자리와 관련한 중립적인 세부 정보의 제공보다 일자리 문제 해결이나 고용 불안 등 문제 해결형 연구의 사회적 니즈가 반영된 것으로 추정된다. 아래 문헌들은 국내 고용문제에 대한 전문가의 해석이 중점적으로 반영되어 있다.

김영배는 그의 보고서를 통해 국내 청년 고용시장의 미스매치 현상에 대한 진단과 그에 따른 시사점을 제시하였다. 그는 한국의 청년 실업률이 이미 관련 문제를 겪고 있는 대표적인 국가인 프랑스, 스페인과 비교하였을 때 더 심각한 수준임을 시사하며 그 원인으로 청년이 기대하는 일자리의 질과 기능이 국내 일자리 환경과 미스매치되기 때문임을 지적하고 있다.

유사한 연구가 조선대학교 동북아연구소에서 수행되었다. 그들은 청년 실업 관련 문제를 해결하기 위하여 유럽과 한국의 사례를 들어 청년 정책을 분석하는 연구를 수행하였는데, 유럽의 청년 실업률 증가 현황과 그 원인, 영향요인 등을 통해 국내 상황을 진단하였다.

### (1) 청년 고용시장의 미스매치 현황 및 시사점

한국은 국가 평균 실업률 대비 청년 실업률의 비율이 280% 수준으로, 청년 실업문제가 이미 극심한 국가인 프랑스(234%), 스페인(225%)보다 높은 수준이다. 저자는 이러한 현상의 원인 중 하나가 청년이 기대하는 일자리의 질과 기능 등의 불일치, 그리고 직종별 인력 수급의 불일치라고 평가하고 있다.

특히 정보통신관련직, 전기전자관련직 등 일부 기술 분야는 심각한 인력난을 가지고

있는데, 정부 및 관련 이해 당사자가 이를 고려하여 인더스트리 4.0에서 요구하는 인공지능, 로봇 산업 등의 청년 일자리 안정성 정책을 펴줄 것을 제안하고 있다.

저자는 청년 고용 미스매치가 나타나는 원인 중 하나로 임금격차라고 주장한다. 남성 청년층의 임금 분포는 그 격차가 더욱 극심해지고 있으며, 임금격차를 양분하는 이유가 대기업과 중소기업의 임금 격차와 무관하지 않기 때문으로 진단한다. 임금 격차가 커진다는 의미는 결과적으로 청년들의 심리적인 대기업 취직의 편중현상이 심화되는데 영향을 끼치며 일자리의 질 측면에서의 극단적인 차이가 중소기업 고용을 악화시키는 주요 원인으로 분석하고 있다. 또한, 보고서는 고용 안정성에 대해 지적하고 있다. 청소년의 선호 직장에 대한 조사에서 2016년 기준 국가기관(24%), 대기업(20%), 공기업(18%) 순으로 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 곧 일자리의 안정성이 청년이 기대하는 일자리의 질에 큰 영향을 미치고 있는 것을 알게 해주는 하나의 예로 볼 수 있다. 여기에 고용 안정성 측면에서 빼놓지 않고 등장하는 이슈인 비정규직 또한 안정성 중심 선호 경향을 설명할 수 있다. 계약직 근로자는 2008년 17.5%에서 2015년 24.3%까지 7년간 약 7% 수준이 증가하였다. 특히 1년 이하 계약은 9% 증가한 반면, 계약기간을 정하지 않는 계약은 동기간 7% 감소하여 고용 안정성이 악화되었음을 알 수 있다.

이와 다른 열개에서 직무의 미스매치가 고용 불균형의 원인이 될 수 있음을 설명하고 있다. 고용노동부의 직종별 사업체 노동력 조사의 2015년 통계에 의하면 직능 수준이 높은 직종일수록 기능 미스매치가 발생하기 쉽다는 시사점을 도출할 수 있는데, 특히 이러한 현상에 대표적인 분야로 IT, 금융, 교육, 법률, 문화 등이 속하여 심각한 인력난을 겪고 있는 소프트웨어 분야 인력난의 원인이 이와 같은 영향을 받았을 것으로 유추해 볼 수 있다.

앞선 연구 동향에서 언급했던 바와 같이 글로벌한 추세에서 직종별 미충원이 많이 발생하거나 인건비의 효율이 낮은 산업에서 외국인 고용 또는 해외 외주를 추진하고 있는 경향이 있는데, 국내 또한 이러한 추세이나 일부 이마저 여의치 않은 상황이라 우려하고 있다. 보고서는 현재 인력난으로 허덕임에도 불구하고 유망 산업으로 대두되고 있는 소프트웨어 분야를 중심으로 일자리 고용 안정과 임금격차 감소를 위한 정책을 펴는 것이 중요하다고 주장한다.

## (2) 청년 실업 관련 문제 및 청년 정책 분석

2007, 2008년 발생한 글로벌 금융위기 이후 유럽 노동시장과 경제는 급격히 악화되었다. 이로 인해 유럽, 특히 남부 유럽 지역은 심각한 청년 실업률을 기록하여 이를 해결하는 것이 중대 과제로 떠올랐다. 한국 역시 1997, 1998년 경제 위기 및 구제금융 시기 이후 청년 실업률을 증가시키는 다양한 노동 시장 변화 상황에 직면하고 있다. 이 연구는 청년 실업 위기에 직면한 유럽기구와 유럽 국가들이 이를 해결하기 위한 노력과 과정들을 통해 국내 정책적 해결방안을 도출해 보고자 국내와 유럽을 비교분석 하였다.

유럽 청년 실업률의 증가원인은 주로 인구 통계학적 원인, 저조한 경제 성장률, 시장 및 일자리 규제, 직능 및 교육 문제로 대표된다. 이에 반해 국내 청년 실업률의 증가 원인은 1997년 이후 경제 위기에 대한 대응으로 불가피하게 증가한 비정규직의 양산이 지속되는 현상과 청년 구직자와 구인 기업간의 미스매치로 꼽고 있다.

유럽의 청년 실업률 증가는 청년 실업에 의한 각종 사회적 비용(국가 예산에 기반한 관련 사업의 증가가 대표적)에 영향을 끼쳤으며, 청년 개개인의 물리 및 정신적 건강의 약화 관점에서 사회적인 이슈가 되었다. 반면 이와 유사하나 한국의 문제인식은 비용이나 개인의 건강보다는 비정규직 양산으로 인한 사회 구조적인 불안정 야기에 보다 조명하고 있다는 점이 특징이다.

유럽연합은 이러한 현상 해결을 위해 “Lisbon Strategy” 라고 불리는 정책을 시행해 중이다. 이는 2005년, 2009년, 2012년에 각각 개정됨에 따라 “EU Strategy 2020” 정책으로 확대되었다. 그러나 개정안은 몇 가지 비판을 마주하고 있는데, 그 첫 번째로 청년 실업 문제에 대한 대안이 지나치게 모호하여 실제 효능이 있는지에 대한 의혹이 존재했다는 점이고, 두 번째로 각 국가의 규제가 아직 충분히 개정되지 않았음에도 불구하고 직업 유연성은 상대적으로 떨어져 실질적으로 개선 효과를 가져오기에 부적절한 정책들이 많았다는 점이다. 마지막으로 정책 시행에 실패할 경우 사회적으로 청년을 배제시키게 되어버리는 극단적 결과에 대한 우려 또한 존재하는 상황이다.

한편 한국은 단기적 실업률을 개선하기 위한 계약직 고용이 늘고 있는 부분이 우려되는 부분으로 나타났다. 보고서는 국내 정부가 유럽연합에 비해 상대적으로 청년 고용 문제를 잘 인식하고 있다는 점에서 긍정적이라 평가하였는데, 그 근거로 임금 피크제, 근로 시간 단축, 고용 관계 개선 등을 골자로 하는 “Bridge Plan 2020” 를 들었으

며 올바른 정책 방향으로 분석하였다. 그러나 청년 실업자를 위한 복지 시스템의 부재, 대부분의 청년 일자리를 대기업이 제공하고 있는 국내 현실로 인한 일자리 미스매치를 해결하지 않는 이상 근본적인 사회문제 해결은 이루어 질 수 없다는 시각 또한 존재함을 제시하였다.

결과적으로 유럽연합은 일자리의 질, 직업 안정성, 그리고 사회적 안정성 등을 제외한 ‘유연안전성(flexicurity)’에만 집중한 것이 문제로 지적되며 한국은 청년 고용 비율을 높이기 위한 대기업들의 의지가 약하다는 비판에 직면하고 있으며, 이러한 정책 방향의 선택과 집중 보다는 다각적인 정책적 고려를 통한 청년층에 대한 세부적이고 집중적 노력 증대만이 해결책임을 주장하고 있다.

## 제3장 국가 직무능력표준에 의한 SW일자리 요구 스킬 문헌 연구

소프트웨어 분야의 직업 및 직무의 분류는 공식적으로 분절 되어 이루어진다. 국제 직업 분류(ISCO)와 그 분류체계 상 각각의 직업에 대한 정의는 존재하지만 그 세부적인 직무와 요구 스킬에 대한 부분은 국가별 상이한 기준을 통해 관리되고 있다.

관리의 이원화는 기본적으로 큰 틀의 직업의 변화가 장기간 주기를 두고 변화하는 것과 달리 세부적인 직업내 업무는 상대적으로 빠르게 변화하는 특성을 지니기 때문에 개정 주기가 서로 다른점에서 기인한다 볼 수 있다.

우리는 3장 전체에서 국내와 미국 소프트웨어 분야에 해당하는 표준 직무 능력의 정의와 직업별 스킬 구성 요소에서 알 수 있는 시사점에 대해 다루고자 한다. 여기에서 미국 소프트웨어 분야 직무능력표준을 특별히 다루는 이유는 앞선 문헌 동향에서 언급되었던 것과 마찬가지로 미국에서 관리하는 O\*net의 직무 관련 데이터베이스가 전 세계적으로 통틀어 가장 강력하고 세부적인 수준에서 관리되고 있어 자주 인용되는 대표적인 레퍼런스이기 때문이다.

### 제1절 소프트웨어 분야 직무능력표준

#### 1. 미국 직업정보네트워크(O\*net)

미국의 직업별 직무능력에 대한 정보를 제공하는 체계는 직업정보네트워크, 즉 O\*net이라는 명칭으로 운영되고 있다. O\*net은 미국 직업사전(The Dictionary of Occupational Titles, 이하 DOT)의 정의를 기반 하여 제작되었으며 미국표준직업분류(SOC)의 직업 분류를 이와 매핑한 후 직업별 요구하는 역량들을 체계화 한 거대한 데이터베이스이다.

O\*net의 개별 직업을 구성하는 직무능력의 요소는 매우 다양한데, 대표적으로 Ability, Knowledge, Technology, 스킬s, work styles 등이 존재한다. 이와 같은 직무능력의 요소는 각각의 더 넓은 범주내에서 일반적인 직업의 특징을 설명하기 위한 속성들로 정의 된다. 현재 1,100개 직업에 대해서 더 넓은 의미의 직업 특징의 범주가 제

시 되어 있다. 이러한 약 1,100개 수준의 직업은 SOC의 2010년도 개정을 기준으로 작성되었다. 범주의 종류로는 작업자 특성(worker characteristics), 작업자 요건(worker requirements), 경험적 요건(experience requirements), 직업의 요건(occupation requirements), 직업의 특성(occupational characteristics), 직업 특수적 요건(occupation-specific requirements)으로 구성된다.

작업자 특성 직업 정보는 해당 직업 종사자들의 특성을 보여준다. 이러한 특성에는 작업을 수행하는데 있어 영향을 미치는 직업 종사자의 지속적인 속성을 의미하는 능력(abilities), 작업을 수행하는데 있어 영향을 미치는 직업 종사자의 관심 영역을 의미하는 흥미(interests), 작업을 수행하는데 있어 영향을 미치는 직업 종사자의 해당 직업에 대한 가치평가를 의미하는 가치(value), 작업을 수행하는 방식에 대한 평가를 의미하는 작업 스타일(work styles) 등을 포함한다.

작업자 요건 직업 정보는 해당 직업의 작업자가 갖추어야 할 요건들을 보여준다. 이러한 특성에는 작업을 수행하는데 필요한 기본적인 직능(basic 스킬s)과 좀 더 복잡한 능력을 요구하는 범직업적 직능(cross-functional 스킬s)으로 구성되는 직능(스킬s), 작업을 수행하는데 필요한 일반적인 지식 내용을 의미하는 지식(knowledge), 작업을 수행하는데 필요한 교육 수준을 의미하는 교육(education)을 포함한다.

경험적 요건은 해당 직업의 작업을 수행하는데 필요한 훈련, 직업 경험 기간 및 자격증 유무 등을 의미한다. 직업 요건(occupation requirements)은 직업의 일반적인 필요조건으로 다양한 직업들에서 수행되는 작업들의 기능이 어떤 유사한 행위들로 이루어져있는가에 대한 정보를 의미하는 일반적 작업 활동(general work activity), 작업 조건에 관한 내용으로 작업 형태, 작업의 위험도, 일하는 속도, 동료나상사와의 관계 등을 의미하는 작업 조건(work context), 직업 조직에 관한 내용으로 작업이 수행되는 조직의 구성이나 특징, 의사결정 과정 등을 의미하는 조직 구조(organization context)를 포함하고 있다.

직업의 특성은 직업 세계의 일반적인 특성이나 노동시장 정보, 직업전망, 각 직업의 임금 수준 등의 내용을 의미하며, 직업 특수적 요건은 DOT의 수행직무기술에 해당되는 내용으로 해당 직업에 대한 전반적인 개요를 담고 있다. 이것은 업무 수행에 필요한 지식, 업무 수행에 필요한 기술, 사용하는 도구, 기계, 설비 등에 대한 정보라고 할 수 있다.

O\*Net에 따른 SW 분야의 직업과 이에 상응하는 직무는 <표 3-1>과 같다.

〈표 3-1〉 O\*Net에 따른 SW 직업 분류

O*Net 직업명	직무 ID	주요 핵심직무 예시
컴퓨터 시스템 분석가	3465	컴퓨터 프로그램 및 시스템을 테스트, 유지 및 모니터링
	20950	프로그램 및 시스템 오작동 문제 해결
	3470	목표 달성 및 작업 흐름을 개선하기 위한 시스템 확장 및 수정
	3482	비즈니스 문제의 분석 및 솔루션에 컴퓨터를 사용
	3469	시스템 원칙에 대한 합의를 위한 경영진과의 논의
	3467	컴퓨터 프로그램이 해결해야 할 정보 처리에 관해 고객과 상의
	3477	시스템 설계 절차, 테스트 절차 및 품질 표준을 개발, 문서화
	3473	직원 및 사용자 컴퓨터 시스템 및 프로그램 사용 교육
	3468	호환성을 높이기 위해 조직 내 컴퓨터 시스템을 조정하고 연결
	3475	사전 개발된 응용 프로그램의 유용성 평가 및 사용자 환경 적용
	3476	프로그램의 운영단계를 설명하는 흐름도 및 다이어그램 작성
	3464	오작동 및 프로그램 문제와 같은 컴퓨터 관련 문제 해결
정보보안 분석가	5321	데이터 전송을 암호화하고 방화벽 설치
	5314	컴퓨터 파일 보호 및 데이터 처리 요구를 위한 계획 수립
	5323	컴퓨터 보안 절차 위반을 검토하고 위반 사항의 계도
	5319	데이터 사용 모니터링 및 정보 보호를 위한 접근 통제
	5316	바이러스 방지 시스템의 업데이트 시기 결정
	5317	컴퓨터 보안 파일을 수정하여 소프트웨어를 통합 혹은 오류 수정
	5320	위험 평가 수행 및 데이터 처리 시스템의 테스트 실행
	5315	데이터 접근 요구, 보안 위반 및 프로그래밍 변경에 대해 사용자와 상의
	5313	사용자 교육 및 보안 인식 장려
	5318	설립 인력 및 외부 공급 업체와 컴퓨터 시스템 계획 조율
	5322	컴퓨터 보안 및 응급 대책 정책, 절차 및 테스트 문서화
	컴퓨터 프로그래머	1267
1268		소프트웨어 응용 프로그램을 실행하여 정보 생성 및 지침 확인
1270		프로그램이나 소프트웨어 패키지를 작성, 업데이트 및 유지 관리
1273		컴퓨터 기능, 지식을 적용하여 프로그램 작성, 분석 및 검토
1272		기존 프로그램의 개정, 수리 또는 확장 수행 및 지시
1271		관리 및 기술 인력에게 문제점 식별 및 변경 사항 제안
1277		시스템 분석 및 프로그래밍을 수행, 시스템 소프트웨어 유지 관리
1269		프로그램 개발 및 후속 수정에 대한 문서를 컴파일하고 작성
1276		워크 플로 차트, 다이어그램 및 코딩된 지침으로 변환
1278		운영자와 프로그램 문제점을 정의/해결하기 위한 상담 및 지원
1275		중앙 또는 주변 처리장치가 프로그램에 응답하는지 여부 조사
응용소프트웨어 개발자		3431
	3432	사용자 요구 사항 및 소프트웨어 요구 사항 분석
	3430	시스템 설계, 성능 요구사항 및 인터페이스에 대한 정보 획득
	3442	시스템 기능 및 요구사항 분석을 위한 데이터 저장, 검색 및 조작
	3435	모델을 사용하여 소프트웨어 시스템을 설계, 개발 및 수정
	3436	소프트웨어 테스트 및 검증, 프로그래밍 및 문서화 개발 지시
	3438	프로그래머, 기술자, 기타 엔지니어링 및 과학자의 작업 감독
	3440	시스템 성능 표준 결정
	3434	소프트웨어 시스템 장비를 모니터링하여 사양 충족 여부 확인
시스템 소프트웨어	3445	기존 오류를 수정하여 인터페이스 업그레이드 및 성능 향상
	3449	소프트웨어 시스템 테스트 또는 유효성 검사 절차 개발 및 지시

O*Net 직업명	직무 ID	주요 핵심직무 예시
개발자	3450	소프트웨어 프로그래밍 및 문서 개발
	3451	기술적 문제에 대해 고객 또는 다른 부서와 상담
	3448	시스템의 설치 또는 기존 시스템의 수정을 결정, 권장 및 계획
	3447	인터페이스 평가, 사양 및 성능 요구사항 개발 및 고객 문제 해결
	3446	모델을 사용하여 소프트웨어 시스템을 설계 또는 개발
	3457	프로젝트 명세서, 활동 또는 지위에 관한 보고서 준비
	3456	데이터 처리 또는 프로젝트 관리자와 관련 상의
	3455	시스템 기능 및 요구사항 분석을 위해 데이터 저장, 검색 및 조작
	3453	소프트웨어 시스템의 좌표 설치
웹 개발자	14707	웹 응용 프로그램이나 웹사이트에 대한 지원 코드 작성
	14694	웹사이트를 디자인, 구축 또는 유지 관리
	14698	문제 발생시 웹 사이트에서 로컬 디렉토리로 파일을 백업
	14696	웹페이지 콘텐츠를 제작 또는 다른 사람들이 제작하도록 지시
	14711	프로그래밍 언어, 디자인 도구 또는 응용 프로그램 선택
	14700	코드 유효성, 표준 충족, 운영체제와 호환 여부 확인을 위한 코드 평가
	14699	테스트 또는 고객 의견에 의해 밝혀진 문제점 확인 및 수정
	14704	웹 응용 프로그램과 웹사이트를 지원하는 데이터베이스 개발
	14710	웹사이트 테스트 수행
	14695	웹사이트 업데이트 수행 및 지시
	14701	현재 웹 기술 또는 프로그래밍 실습에 대한 이해 유지
	14702	기술적 요구 사항을 결정하기 위한 사용자 분석
	14709	웹사이트 보안 조치를 설계 및 구현
	14712	웹사이트 디자인 계획에 기술 고려 사항 포함
	14713	사용자의 전자메일 질의에 응답하거나 응답 자동화 시스템 설정
	14705	도메인 이름 등록 갱신
	14697	요구 사항에 대한 충돌 해결, 콘텐츠 기준 개발 및 솔루션 선택
	14708	웹사이트에 영향을 미치는 하드웨어 또는 소프트웨어 문제 해결
	14706	전자 상거래 전략 개발 및 웹 사이트와의 통합
	14726	테스트 계획, 테스트 절차 또는 테스트 결과의 문서화
	14716	웹사이트 맵, 응용 프로그램 모델, 이미지 및 페이지 템플릿 개발
	14715	웹사이트 콘텐츠에 대한 스타일 지침 개발 및 문서화
	14718	다른 웹사이트와의 링크 작동 확인 및 유지 관리
	14717	적절한 서버 디렉토리 트리 설정
	14703	테스트 루틴 및 일정 개발 및 검증
	14719	성능 향상 권장 및 구현
	14721	검색 엔진에 웹사이트를 등록
	14728	기술적 요소의 문서화
	14714	진행 중인 웹사이트 개정을 위한 절차 개발 및 구현
	14724	웹 모델 또는 프로토타입 구현
14722	웹사이트 사양에 대한 명확하고 상세한 설명 제공	
14725	서버 하드웨어 또는 소프트웨어를 평가 및 권장	
14720	웹페이지 콘텐츠에 대한 검색 가능한 색인 작성	
데이터베 이스 관리자	1300	프로그램이나 데이터베이스를 테스트 및 오류 수정
	1301	정보를 보호하기 위한 보안 조치를 계획, 조정 및 구현
	1299	데이터베이스 관리시스템을 수정하거나 변경 지시
	1305	데이터베이스 각 분야에 대한 사용자 및 사용자 접근 수준 지정

O*Net 직업명	직무 ID	주요 핵심직무 예시
	1313	데이터베이스에 대한 설명 작성 및 코딩
	1307	특정 요구에 맞게 여러 제품을 통합하여 함께 작동시키는 방법 개발
	1298	소프트웨어 사용을 소개하고 정보를 보호하기 위한 표준 및 지침 개발
	1310	데이터베이스 개발 조정 및 프로젝트 범위 결정
	1309	데이터베이스 관리시스템 매뉴얼의 절차 검토
	1315	데이터 사전에 정의된대로 사용 및 정의 수정
	1308	프로젝트 수행에 필요한 시간과 비용 예측
	1303	사용자 교육 및 질의 응답
	1314	워크 플로 차트를 검토하여 컴퓨터에서 수행할 작업 이해
	1302	신규 데이터베이스의 설치 및 테스트
	1312	데이터베이스 시스템의 산업 동향 파악 및 평가
	1306	데이터 요소 및 사용 방법을 설명하는 데이터 모델 개발
	네트워크 및 컴퓨터 시스템 관리자	1318
1317		데이터 백업 및 재해 복구 작업 수행
15205		하드웨어, 소프트웨어 또는 시스템 문제 진단 및 해결
15206		모니터링 및 유지 관리
1320		컴퓨터 네트워크 접근 및 사용 조정
1325		네트워크 성능을 모니터링하여 조정 여부를 결정
1319		네트워크 보안 조치를 계획, 조정 및 구현
1329		성능 기록을 분석하여 수리 또는 교체의 필요성을 판단
1324		기존 시스템 문제해결방법에 대해 네트워크 사용자와 상의
1323		시스템 및 네트워크 구성을 개선, 요구사항 결정 및 권장
1322		하드웨어, 소프트웨어 및 운영체제를 설계, 구성 및 테스트
1321		일상적인 네트워크 시작 및 종료 절차를 수행
1327		소프트웨어 및 프린터 용지 또는 양식 설치
1326		컴퓨터 시스템 사용자 교육 훈련
1330		네트워크 기능과 관련된 로그를 유지 관리
1328	시스템 및 네트워크 요구사항 식별, 예측, 해석 및 평가	
1333	벤더 및 회사 직원과 협조하여 구매를 담당	
컴퓨터 네트워크 지원 전문가	19004	네트워크 데이터 백업
	18991	보안 설정 또는 액세스 권한 구성
	19003	컴퓨터 네트워크 보안 위반을 분석하고 보고
	18995	진단 장비를 사용하여 네트워킹 문제의 원인을 식별
	18993	네트워크 지원 활동의 문서화
	18992	WAN 또는 LAN 라우터 또는 관련 장비를 구성
	18997	네트워크 소프트웨어 설치
	19002	네트워크 또는 연결 문제 해결
	19010	네트워킹 또는 연결 문제와 관련된 전화 지원 제공
	18994	충분한 가용성, 속도 보장 및 네트워크 문제 확인
	18989	네트워킹 사용량, 디스크 공간 가용성 및 서버 기능 확인
	19000	네트워킹 구성 요소/장비에 대한 일상적인 유지 보수
	18990	네트워킹 장비의 설치 및 테스트를 위한 변수 구성 및 정의
	18998	기존 네트워크 시스템과의 통합
	19001	컴퓨터 소프트웨어 또는 하드웨어를 테스트
18999	네트워크 케이블을 설치하거나 수리	
19009	업계 웹 사이트 또는 발행물 모니터링	

O*Net 직업명	직무 ID	주요 핵심직무 예시
	19006	설치 변경에 대한 기술 문서를 작성하거나 업데이트
	19014	네트워크 응용 프로그램 관련 절차에 대해 사용자 교육
	19013	올바른 작동을 위해 수리된 품목을 테스트
	18996	무선 네트워킹 장비를 설치하고 구성
	19008	네트워크 활동 로그를 유지
	19007	헬프 데스크 요청 및 해결책을 문서화
	19011	하드웨어 또는 소프트웨어 제품 조사
	19005	사용자 지침, 절차 또는 설명서를 작성하거나 수정

출처 : O\*Net

<표 3-1>의 주요 핵심직무 예시는 직무의 구체적인 업무를 정의한 Task 속성을 각각의 소프트웨어 분야 직업에 해당하는 코드로 분류 한 결과이다. O\*net은 과거부터 현재까지 존재해왔던 Task를 코드화하여 새로운 직업 또는 개정이 필요한 상황에서 다양한 직업에 공통적으로 해당하는 Task를 코드 매핑을 통해 해결하고 있다. 가령 데이터베이스 관리자 직업에 해당하는 직무 ID 1303의 경우, 이와 같은 직무가 비단 소프트웨어 분야 직업이 아닐지언정 동일한 직무로 식별 될 시 해당 코드를 활용할 수 있다. 이러한 점은 근로 환경에서 나타날 수 있는 공통적인 직무와 차별성을 가지는 직무간 분석이 쉬워지는 효과를 가진다. 전체 O\*net 데이터베이스내 직무능력을 포괄하는 다양한 속성들은 모두 이와 같은 형태의 코드화가 되어 있다.

최근 SOC의 2018년 개정으로 인하여 일부 소프트웨어 분야 직업의 범위 및 명칭이 변화되었다. O\*net의 경우, SOC의 직업코드를 가장 기본적인 키로 활용하여 갖가지 정보를 연계하는 구조이기 때문에 관련 코드의 개편과 함께 2019년 들어 관련 분류체계에 맞추어 대대적인 개편이 예고된다.

## 2. 국내 국가직무능력표준(NCS)

국내에서 직무능력에 대한 가이드와 이를 통해 실제 교육, 고용, 채용에 있어 광범위하게 활용되는 표준은 국가직무능력표준인 ‘National Competency Standards(NCS)이다. NCS는 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·태도 등의 내용을 국가가 체계화한 것으로 설명되고 있는데, 기본적인 아이디어는 산업현장의 목소리를 청취하여 산업이 요구하는 기술·태도·지식요소를 발굴하고, 이를 국가직무능력표

준화하여 교육훈련과 자격증명, 경력개발 등에 최우선적으로 활용하면 산업현장에 적합한 인적자원을 개발할 수 있다는 가설이다. 여기에서 직무능력이란 아래의 3가지 요소를 포함하여 통칭하는 개념이다.

- 일을 할 수 있는 On-spec인 능력
- 직업인으로서 기본적으로 갖추어야 할 공통 능력
- 해당 직무를 수행하는데 필요한 역량(지식, 기술, 태도)

NCS는 국내 고용환경에 대한 고질적인 문제점으로 지적되는 일자리 미스매칭과 관련한 사항을 해결하기 위한 해답으로 제시되었는데, 여기에 있어 기업이 필요하다고 판단하는 정보는 <표 3-1>에 해당한다. 직무능력표준의 재정을 통해 우리는 각각 별도로 운영되었던 교육과 훈련을 일원화하는 방향으로 전환하고 산업현장 직무 중심의 인적자원을 개발하며, 능력중심사회 구현을 위한 핵심인프라 구축을 지향하고 고용과 평생 직업능력 개발 연계를 통한 국가경쟁력 향상을 도모하는 것이 목적이다.

<표 3-2> 기업관점의 수요 정보

구 분	수요 정보
기 업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 직무 분석 자료</li> <li>- 인적자원관리 도구</li> <li>- 인적자원개발 프로그램</li> <li>- 특화자격 신설</li> <li>- 일자리 정보 제공</li> </ul>
기업교육훈련기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업현장 요구사항</li> <li>- 맞춤형 교육훈련과정 개설 및 운영</li> </ul>

사실 이와 관련한 법적인 제도 정비는 2002년에 이미 완료되었으나, 실제 활용측면에서 미진하여 유명무실한 표준이라는 지적이 있었다. 2010년에 들어 이와 같은 목적에서 생성된 국가직무능력표준의 활용을 국가 차원에서 적극적으로 장려할 필요성이 제기되었으며, 결과적으로 국가직무능력표준의 효율화 추진에 대한 국가정책조정회의가 개최되기에 이르렀다. 결과적으로 NCS 명칭 통일 및 개발주체가 고용노동부와

한국산업인력공단으로 지정되었으며, NCS연구 및 교육과정 연계에 대해서는 교육부와 한국직업능력개발원으로 지정되어 현재에 이르렀다. 2013년에는 능력중심사회를 위한 여건 조성이 핵심 국정과제 중 하나로 대두되며, 국내 채용과 고용 분야에서 가장 영향력을 가지는 표준으로 확립되었다.

### 3. 국내 직무능력표준 개발과 활용

#### (1) 분류체계

국가직무능력표준의 분류는 직무의 유형(Type)을 중심으로 국가직무능력표준의 단계적 구성을 나타내는 것으로 국가직무능력표준 개발의 전체적인 로드맵을 제시한다. 기본적인 뼈대는 한국고용직업분류(Korean Employment Classification of Occupations, KECO)이며, 여타 분류체계와 마찬가지로 대분류→중분류→소분류→세분류의 순으로 구성된다. 분류마련을 위해서는 직업분류, 산업분류 및 자격분류 전문가, 해당산업 분야 전문가 대상 의견수렴 등의 상향식 접근방법에 의존하여 직종구조분석을 시행하였다. 각각의 세부 분류기준은 직무능력(이하 직능) 유형의 포괄범위에 따른 자체 기준을 통해 새로운 개정안이 생성될 때 이에 상응한 분류를 통해 구성된다. 각각의 분류별 세부정의는 <표 3-2>와 같이 정의 된다.

<표 3-3> NCS의 세부 분류 기준

분 류	세부사항
대분류	- 직능유형이 유사한 분야(한국고용직업분류 기준을 일부 인용)
중분류	- 대분류 내에서 직능유형이 유사한 분야 - 대분류 내에서 산업이 유사한 분야 - 대분류 내에서 노동시장이 독립적으로 형성되거나 경력개발경로가 유사한 분야 - 중분류 수준에서 산업별인적자원개발협의체(SC)가 존재하는 분야
소분류	- 중분류 내에서 직능유형이 유사한 분야 - 소분류 수준에서 산업별 인적자원개발협의체 (SC)가 존재하는 분야
세분류	- 소분류 내에서 직능유형이 유사한 분야 - 한국고용직업분류의 직업 중 대표 직무

## (2) 능력단위

NCS에서 바라보는 직무란 분류체계상의 세분류에 해당하는 요소를 의미하며, 표준 개발 원칙은 세분류 단위에서 관련 내용이 구조화됨을 의미한다. 세분류를 구성하는 기본 구성요소는 능력단위로 통칭하며, 능력단위는 그 하부의 능력단위요소라는 매우 상세한 지침과 적용범위, 평가지침, 직업기초능력 등으로 구성된다. 여기에서 능력단위 요소는 수행준거와 지식·기술·태도라는 구체적 정보를 담고 있다. [그림 3-1]은 이러한 국가직무능력표준의 능력단위 구성에 대한 구조를 도식화 하고 있으며, NCS의 개정은 이러한 직무를 구성하는 하위 단계에 대한 전반적인 요소를 기획하고 타당성을 입증함으로써 개발됨을 의미한다.



[그림 3-1] 국가직무능력표준 능력단위의 구성

## (3) 수준체계

수준체계란 산업현장 직무의 수준을 체계화 한 것으로 직관적으로는 자격증명 또는 교육훈련과 관련한 구조화를 수행함에 있어 그 수준을 정의한 것이다. 공식적인 활용처는 산업현장·교육훈련·자격 연계, 평생합승능력 성취 단계 제시, 자격의 수준체계 구성으로 명시되어 있다.

수준체계는 총 8수준의 계층적 단계로 이루어져 있는데, 각각의 수준은 국가직무능력표준의 능력단위 및 능력단위요소별 수준을 평정함으로써 구별된다. 즉, 하나의 개

별 직무에도 수준별 직무 달성 정도가 존재한다는 의미이며, 이러한 수준을 정의하는 기준은 전문가간 합의 된 정의, 지식기술의 고도화 수준, 조직내 권한과 책임 수준, 경력수준 등이 고려된다.

<표 3-4> NCS의 수준체계의 세부 정의

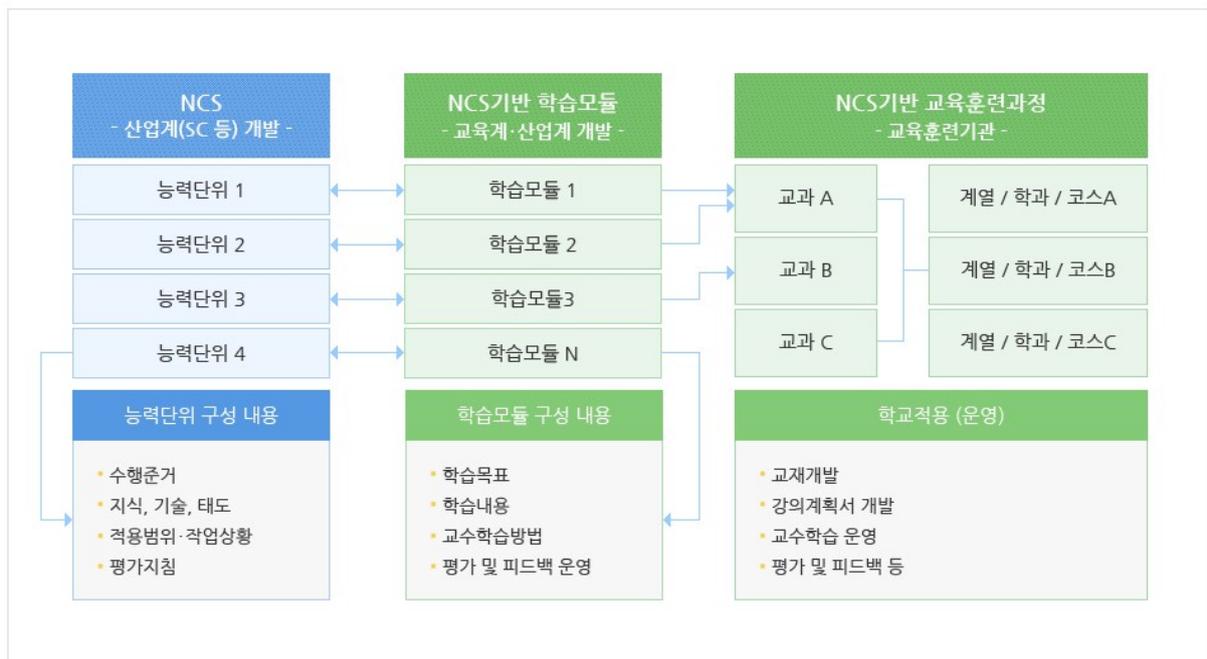
수준	항목	내용
8수준	정의	해당분야에 대한 최고도의 이론 및 지식을 활용하여 새로운 이론을 창조할 수 있고, 최고도의 숙련으로 광범위한 기술적 작업을 수행할 수 있으며 조직 및 업무 전반에 대한 권한과 책임이 부여된 수준
	지식기술	해당분야에 대한 최고도의 이론 및 지식을 활용하여 새로운 이론을 창조할 수 있는 수준 최고도의 숙련으로 광범위한 기술적 작업을 수행할 수 있는 수준
	역량	조직 및 업무 전반에 대한 권한과 책임이 부여된 수준
	경력	수준7에서 2-4년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
7수준	정의	해당분야의 전문화된 이론 및 지식을 활용하여, 고도의 숙련으로 광범위한 작업을 수행할 수 있으며 타인의 결과에 대하여 의무와 책임이 필요한 수준
	지식기술	해당분야의 전문화된 이론 및 지식을 활용할 수 있으며, 근접분야의 이론 및 지식을 사용할 수 있는 수준 고도의 숙련으로 광범위한 작업을 수행할 수 있는 수준
	역량	타인의 결과에 대하여 의무와 책임이 필요한 수준
	경력	수준6에서 2-4년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
6수준	정의	독립적인 권한 내에서 해당분야의 이론 및 지식을 자유롭게 활용하고, 일반적인 숙련으로 다양한 과업을 수행하고, 타인에게 해당분야의 지식 및 노하우를 전달할 수 있는 수준
	지식기술	해당분야의 이론 및 지식을 자유롭게 활용할 수 있는 수준 일반적인 숙련으로 다양한 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	타인의 결과에 대하여 의무와 책임이 필요한 수준 독립적인 권한 내에서 과업을 수행할 수 있는 수준
	경력	수준5에서 1-3년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
5수준	정의	포괄적인 권한 내에서 해당분야의 이론 및 지식을 사용하여 매우 복잡하고 비일상적인 과업을 수행하고, 타인에게 해당분야의 지식을 전달할 수 있는 수준
	지식기술	해당분야의 이론 및 지식을 자유롭게 사용할 수 있는 수준 매우 복잡하고 비일상적인 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	타인에게 해당분야의 지식을 전달할 수 있는 수준 매우 복잡하고 비일상적인 과업을 수행할 수 있는 수준

수준	항목	내용
	경력	수준4에서 1-3년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
4수준	정의	일반적인 권한 내에서 해당분야의 이론 및 지식을 제한적으로 사용하여 복잡하고 다양한 과업을 수행하는 수준
	지식기술	해당분야의 이론 및 지식을 제한적으로 사용할 수 있는 수준 복잡하고 다양한 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	일반적인 권한 내에서 과업을 수행할 수 있는 수준
	경력	수준3에서 1-3년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
3수준	정의	제한된 권한 내에서 해당분야의 기초이론 및 일반지식을 사용하여 다소 복잡한 과업을 수행하는 수준
	지식기술	해당분야의 이론 및 지식을 제한적으로 사용할 수 있는 수준 복잡하고 다양한 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	일반적인 권한 내에서 과업을 수행할 수 있는 수준
	경력	수준2에서 1-3년 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
2수준	정의	일반적인 지시 및 감독 하에 해당분야의 일반 지식을 사용하여 절차화되고 일상적인 과업을 수행하는 수준
	지식기술	해당분야의 일반지식을 사용할 수 있는 수준 절차화되고 일상적인 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	일반적인 지시 및 감독 하에 과업을 수행할 수 있는 수준
	경력	수준1에서 6-12개월 정도의 계속 업무 후 도달 가능한 수준
1수준	정의	구체적인 지시 및 철저한 감독 하에 문자이해, 계산능력 등 기초적인 일반 지식을 사용하여 단순하고 반복적인 과업을 수행하는 수준
	지식기술	문자이해, 계산능력 등 기초적인 일반 지식을 사용할 수 있는 수준 단순하고 반복적인 과업을 수행할 수 있는 수준
	역량	구체적인 지시 및 철저한 감독 하에 과업을 수행하는 수준

#### (4) 학습모듈과 NCS연계 활용

NCS의 목적 중 하나는 교육훈련과의 연계가 가능한 표준으로의 정립이다. 이에 맞추어 NCS에는 이와 연계가 가능한 학습모듈이 존재하며 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성된 교수·학습 자료를 의미한다. 각각의 학습모듈은 구체적인 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세히 제시하고 있다. 서두

에 언급한 바와 마찬가지로 NCS의 전체적인 개발과정에는 교육부가 참여하고 있다. 교육부의 주요 역할이 학습모듈에 대한 개발이며 교육부는 산업계 전문가들의 수요를 반영한 후 학습모듈의 구성 내용을 개발한다. [그림 3-2]와 같이 교육훈련에 필요한 구성 내용이 개발 되고 난 후에는 NCS기반 교육훈련과정을 지원하는 기관의 커리큘럼 구성에 각각의 학습모듈별 교과과정이 개발되며, 이 교과과정을 토대로 계열 및 학과, 교육 코스 등이 정립된다.



[그림 3-2] NCS 및 NCS기반 학습모듈의 연계 조건도

### (5) 소프트웨어 직업별 능력단위 정보

앞서 살펴보았던 바와 마찬가지로 국가직무능력표준 중 소프트웨어와 관련 된 부분 또한 마찬가지로의 형태로 개발된다. 각각의 소프트웨어 직무와 능력단위, 학습모듈은 NCS의 분류체계 내 타 직무로 표현 가능한 부분과 혼재되어 있는데, 이러한 현상은 직능에 기반한 개발이 이루어지다보니 실제 소프트웨어 직업으로 인식되는 다양한 기술기반의 업무들이 각 직능별 유사한 카테고리로 흩어져 분류되는 경향이 발생하였기 때문이다. 그러나 이와 같은 분류의 기준은 산업 또는 직업을 바라보는 관점에 따라 옳고 그름을 달리할 수 있는 부분으로 NCS 고유의 특성으로 바라보아도 무관할 수 있

다. NCS에서 소프트웨어 분야로 식별 가능한 분류는 소분류 수준이다. 각각의 소프트웨어 분야 NCS분류는 <표 3-4>와 같이 계층화 된다. 전체 NCS의 소프트웨어 분야 소분류는 총 6개 분류(정보기술 전략·계획, 정보기술개발, 정보기술운영, 정보기술 관리, 정보기술영업, 정보보호) 이나, 인공지능과 블록체인이 정보기술의 소분류 수준으로 추가가 되어 총 8개 분류가 될 것임을 예고한 상황이다.

<표 3-5> NCS내 소프트웨어 직무와 능력단위(예 : 정보기술개발 기준)

소분류	세분류(직무)	능력단위
정보 기술 개발	SW아키텍처	SW아키텍처 수행관리, SW아키텍처 비전수립, SW아키텍처 요소기술선정, SW아키텍처 설계, SW아키텍처 이행, SW아키텍처 테스트, SW 개발 지원, SW아키텍처 변경 관리, SW아키텍처 요구사항 명세화, 후보 SW아키텍처 명세화, SW아키텍처 문서화
	응용SW엔지니어링	요구사항 확인, 데이터 입출력 구현, 통합 구현, 정보시스템 이행, 제품소프트웨어 패키징, 서버프로그램 구현, 인터페이스 구현, 애플리케이션 배포, 프로그래밍 언어 활용, 응용 SW 기초 기술 활용, 애플리케이션 리팩토링, 인터페이스 설계
	임베디드 SW엔지니어링	하드웨어 분석, 임베디드 시스템 테스트, 기술문서 개발, 펌웨어 분석, 펌웨어 설계, 펌웨어 구현환경구축, 펌웨어 구현, 운영체제 커널분석, 운영체제 이식, 디바이스 드라이버 분석, 디바이스 드라이버 설계, 애플리케이션 구현환경 구축, 디바이스 드라이버 구현환경 구축, 디바이스 드라이버 구현, 임베디드 애플리케이션 분석, 임베디드 애플리케이션 설계, 임베디드 애플리케이션 구현, 오픈 플랫폼 활용
	DB엔지니어링	데이터베이스 요구사항 분석, 개념데이터 모델링, 논리 데이터베이스 설계, 물리 데이터베이스 설계, 데이터베이스 구현, 데이터 품질관리, 데이터베이스 성능확보, 데이터 표준화, 데이터전환 설계, 데이터전환, SQL활용, SQL응용
	NW엔지니어링	네트워크 환경 분석, 네트워크 토폴로지 설계, 네트워크 자원관리 설계, 네트워크 QoS 제어 설계, 네트워크 소프트웨어 아키텍처 수립, 네트워크 소프트웨어 개발 방법 수립, 네트워크 프로그래밍 구현, 네트워크 품질 평가, 네트워크 프로젝트 관리, 네트워크 프로토콜 분석, 네트워크 프로토콜 설계
	보안엔지니어링	보안계획 수립, 보안위험 평가, 보안요구사항 정의, 관리적 보안 구축, 물리적 보안 구축, 보안체계 운영관리, 보안위험 관리 통제, 보안감사 수행, 보안인증 관리, 소프트웨어 개발 보안 구축
	UI/UX엔지니어링	UI/UX 환경 분석, UI/UX 계획 수립, 사용자 리서치,

소분류	세분류(직무)	능력단위
		UI/UX 요구 분석, UI/UX 콘셉트 기획, UI아키텍처 설계, UI디자인, UI구현, UI테스트, UI/UX 가이드 제작
	시스템 SW엔지니어링	시스템SW 요구사항 분석, 시스템SW 아키텍처 설계, 시스템SW 상세 설계, 시스템SW 통합 구현, 시스템 SW 테스트, 시스템SW 기술문서 작성, 시스템SW 배포, 시스템SW 단위 모듈구현, 시스템SW 인터페이스 구현

<표 3-4>의 각 직무별 능력단위를 보면 앞의 수식어(세부 기술분야)를 제외하면 유사한 의미를 지니는 능력단위가 매우 많은 것을 알 수 있다. 이는 각각의 소분류 단위의 NCS 직능을 개발하는 과정에서 각 분야 전문가의 의견을 토대로 필요 능력단위를 별도 개발한 후, 이를 전체적인 명칭 기술관례에 맞게 표준화 시켰기 때문이다. 이 때문에 각 직무능력에 대한 정의에서 이후 필요한 부분을 추가하거나 타 유사 직능의 사례와 비교하여 보합해야 할 상황이 발생 여지가 생긴다고 추정해 볼 수 있다.

#### (6) 소프트웨어 분야 능력단위 요소의 구성

능력단위 요소는 능력단위 내 존재하는 실제 학습모듈과의 연계를 위한 구체적인 업무의 내용을 다루고 있다. <표 3-4>의 다양한 능력단위는 각각의 능력단위별 4~10개 수준의 능력단위 요소를 보유하고 있으며, 이와 같은 능력단위 요소는 학습모듈과 직접적으로 연계되어 무엇을 교육해야 하는지와 교수법을 제시하는 과정과 연관하다. 여기에서 각각의 능력단위 요소는 분류체계상 상호배제성을 띄지 않는다. 가령 응용 SW 엔지니어링 직무내 포함되는 능력단위 요소인 서버 프로그램 구현과 인터페이스 구현에는 동일 능력단위 요소인 공통 모듈 구현하기가 포함되어 있다. 이는 일반적인 분류체계와는 달리 각각의 체계내 요소가 독립성을 띄지 않을 수도 있다는 의미이며, 결과적으로 실제 분류체계로서 활용 가능한 범위는 능력단위(세분류) 수준이라 판단 가능하다. [그림 3-3]은 NCS의 능력단위 중 하나인 서버 프로그램 구현에 대한 능력단위 요소와 이에 연계된 학습모듈에 대한 정보이다. 그림에서 보이는 것처럼 각각의 학습모듈은 NCS의 능력단위 요소를 기반으로 연계를 염두에 두고 제작 된다. 또한, 이에 맞추어 각 학습 내용은 지침서 형태로 제작되어 해당 학습 내용에 필요한 기술을 제시하며, 강제성은 없으나 관련 기술과 연관한 내용의 커리큘럼 개발을 권장하고 있다.

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소	
		코드번호	요소 명칭
1. 개발환경 구축하기	1-1. 개발환경 준비	2001020211_16v4.1	개발환경 준비하기
	1-2. 개발환경 구축		
2. 공통 모듈 구현하기	2-1. 공통 모듈 구현	2001020211_16v4.2	공통 모듈 구현하기
	2-2. 공통 모듈 테스트		
3. 서버 프로그램 구현하기	3-1. 업무 프로세스 확인	2001020211_16v4.3	서버 프로그램 구현하기
	3-2. 서버 프로그램 구현		
	3-3. 서버 프로그램 테스트		
4. 배치 프로그램 구현하기	4-1. 배치 프로그램 구현	2001020211_16v4.4	배치 프로그램 구현하기
	4-2. 배치 프로그램 테스트		

[그림 3-3] NCS 능력단위 요소(서버 프로그램 구현 예시)

## 제2절 국내 소프트웨어 분야 직무능력표준 활용과 시사점

### 1. 국가직무능력표준 활용의 성과

NCS의 활용은 결과적으로 전주기적인 교육훈련과정을 개발해야만 한다는 의미와 일맥상통한다. 김종우 외 3명이 언급한 바와 마찬가지로 NCS를 개발하는 것 만큼 NCS 기반의 교육훈련과정 개발 또한 많은 비용과 시간, 인력을 필요로한다[김종우 2012]. 기본적으로 정부에 의해 개발된 표준은 각각의 유관기관(교육훈련, 기업, 자격증명 관련) 등 활용여지가 있는 수요처에서 자율적으로 활용하는 것이 원칙이므로 성과를 장려할 수는 있을지라도 강제성을 부여하기에 한계가 따른다.

그럼에도 불구하고 정부는 유명무실한 표준개발에 그치지 않기 위하여 관련 표준의 활용을 독려할 수 있는 컨설팅과 홍보, 그리고 가이드라인 등을 지원하고 있다. 또한, 실질적인 도입에 따른 이득을 취할 수 있는 도입 인센티브 등을 고려하고 시행하는 상황이다. NCS개발의 두 축 중 하나인 한국산업인력공단은 개발 된 표준의 활용성과를 개선하기 위해 일-훈련-자격에 활용되는 전주기형 콘텐츠를 패키지화하여 보급하

고 있는 상황이며, 현재까지 개발된 직종 중 일부 직종에 대해 훈련기준, 직업교육훈련과정개발, 직무기술서 등 필요한 다양한 가이드를 제공하고 있다. 학습모듈을 개발하는데 기여하는 한국직업능력개발원의 경우는 특히 NCS활용의 수요처와 밀접한 연관성을 가지므로 고등학교, 전문대학, 4년제 대학 등의 정규 교육기관을 대상으로 NCS기반 교육과정을 개발하고 시범 적용하는 시도를 꾸준히 추진하고 있다.

### (1) 직업교육 부문의 성과

2004년 한국직업능력개발원에서 고안한 교육훈련과정 모형을 기반으로 2006년 직업교육 현장에서 적용이 용이한 연수 프로그램 및 교재 개발, 성취도 평가도구에 관련된 연구와 문항제작 가이드 등이 이루어졌다. 2013년 들어 한국산업인력공단과 한국직업능력개발원이 중심이 된 대학 활용 방안 연구와 NCS기반 학교 교육과정 개발 운영, 시범사업 계획 및 절차 등 실제 교육기관 도입을 위한 기틀이 마련되었다. 이는 2015년 79개의 전문대학을 중심으로 한 NCS기반 교육과정 적용에 이르렀으며 2016년에는 전문대학 4곳이 늘어 총 83개 전문대학으로 확대되었다. 대학의 경우 반발이 심한 4년제 대학을 제외한 전문대학 중심의 NCS적용이 이루어진 것과 같은 맥락에서 고등학교의 경우도 특성화고에 한정된 교육훈련 적용이 이루어지는 상황이다. 위에서 언급한 학습모듈의 경우, 2013년 51개 → 2016년 84개로 대폭 확대되어 개발되었으며, 현재는 NCS기반 교과과정을 편성한 고등학교와 대학에서 이를 활용 중에 있다.

### (2) 직업훈련 부문의 성과

2013년 NCS 훈련과정에 대한 판단 기준의 초석이 마련되었다. 이를 토대로 다음해인 2014년 훈련기준 활용 훈련과정 편성매뉴얼이 개발되었다. 편성매뉴얼의 경우 훈련기준 적정 적용 비율, 훈련인원 조정, 운영을 위한 시설 기준 등 개선 또는 추가되어야 할 구체적인 사항들이 많아, 2015년 까지 이에 대한 조정 연구가 시행 되었다. 실질적인 도입 성과는 이보다 이른 기간부터 시작되었는데, 2013년 한국폴리텍대학 대상 교과과정 편성이 그것이다. 공개 된 자료 중 가장 최근 자료로 보이는 2017년 6월 기준 1,776개 민간직업훈련기관의 10,225개 교과과정에 NCS 훈련과정 편성이 되어 있는 상황으로 도입 성과는 계속 증가추세일 것으로 예상 된다.

### (3) 자격 부문의 성과

인력의 능력 및 기술정도를 지표로서 증명해주는 데 필요한 자격과 관련한 이슈는 NCS가 논의되기 시작한 초기부터 검토되던 부분이다. 현재 자격제도와 관련한 개편 방향은 3가지 축 나뉘는데, 과정평가형 자격제도, NCS 기반 자격제도, NQF(National Qualification Framework)구축으로 구분된다.

과정평가형 자격제도는 NCS기반의 교육 훈련과정을 이수한 뒤 내외부 평가를 거쳐 합격기준을 충족하는 경우 국가기술자격을 부여하는 제도이다. 이 제도는 2015년도 일부 종목을 시작으로 단계적인 확대가 이루어지는 상황이다. 구체적으로는 2015년 산업기사, 기능사 등급의 15종목이, 2016년도에는 추가적인 15종목이 선정되었으며, 2017년도에 31종목, 2018년도 50종목이 누적 선정되었다. 2017년 기준으로는 207개 기관에서 449개 이와 관련한 연계가 이루어진 교육이 운영되는 상황이다.

NQF는 특정 산업 단위에서 NCS 등을 바탕으로 학력, 자격, 현장경력, 교육훈련 이수 결과 등이 상호 연계될 수 있어야 한다는 필요성으로부터 제기된 수준체계이며, 현재는 SQF(Sectoral Qualifications Framework)의 형태로 각 분야별 시범구축이 이루어지는 형태로 공식화를 가늠하는 중이다. 여기에서 각 SQF는 구체적인 산업별 유관기관이 중심이 되어 개발이 추진되는 중인데, 소프트웨어와 관련 된 SQF는 IT-SQF로 명명하며, 현재 소프트웨어산업협회를 구심점으로 진행되고 있다.

### (4) 기업 부문의 성과

실질적으로 국가 전체의 NCS활용 기초가 만연하기 위해서는 무엇보다 기업의 협조가 필요하다. 이러한 점에 입각해 2014년도 19개 기업의 NCS 컨설팅 시범사업으로부터 2015년 890개, 2016년 1,000개의 중소·중견기업을 대상으로 꾸준한 기업 확산 노력을 기울이고 있는 실정이다. 더불어 공공기관의 경우에도 NCS기반 채용 컨설팅이 추진되고 있어 2016년 기준 100개 공공기관을 대상으로 한 채용 컨설팅 사업이 추진되고 있다.

한편 이러한 노력과 함께 일학습병행제에 대한 확산또한 권장하고 있는 상황이다. 일학습병행제는 독일이나 스위스의 도제식 훈련과 유사한 방식으로 기업내의 실무교육과 이론교육을 통해 개인에게 자격을 부여하는 방식을 의미한다. NCS는 기업의 일

학습병행제 추진을 통해 개인에게 경쟁력이 될 수 있는 자격을 생성해 주기위한 방향성을 가지고 관련 내용을 강조하고 있다. 2017년 6월을 기준으로 10,456개의 학습기업과 49,639명의 학습근로자가 참여하고 있다. 그러나 아직 이러한 제도를 통해 부여된 자격이 현업에서 경쟁력을 가질 수 있느냐에 대해서는 좀 더 검토해보아야 하는 부분이다.

## 2. 소프트웨어 분야 NCS의 개발

### (1) 소프트웨어 관점에서의 NCS

NCS는 타 국가분류체계의 변화 주기보다 상대적으로 빠른 변경을 시도하고 있는 상황이다. 그럼에도 불구하고 일각에서는 관련 표준의 활용과 도입에 대한 문제점들을 지적하는데 이는 국가직무능력표준의 개발 과정과 밀접한 연관성을 가진다.

NCS가 지니는 직무 전환에 대한 입장은 아직까지는 모호하다. 우리는 어떤 개발 수요가 발생할 시, 기존의 것이 변화되었으리라는 가정보다 우선적으로 새로이 나타났다고 생각하는 경향을 가지고 있다. 다시 말해 이슈가 되는 키워드를 중심으로 새로운 무언가를 창조해내려는 경향이 있으며 이는 초기 작성되었던 모델에 추가 콘텐츠를 부여하는 형태로 구현되어, 초기 개발 결과 근간에 혼란을 야기할 여지가 있다. 이러한 개발 과정은 강력한 힘을 얻기 위해 고용환경의 변화가 참여하는 전문가의 통찰력에 크게 어긋나지 않을 수준으로 완만하게 이루어져야만 한다. 변화의 주기가 매우 짧고 그에 따른 신생 이슈가 빈번히 등장하게 될 시, 앞서 언급한 혼란이 가속화 될 여지가 크기 때문이다.

불행하게도 소프트웨어 분야의 고용환경은 4차산업혁명 및 신기술 출현에 의해 추세가 급변하는 경우가 많으며, NCS의 개발 과정에서 이와 같은 부분이 신규 도입되기 위해서는 새로운 분류로서 개발이 이루어져야 하는지 또는 기존 분류를 개편하는 것이 알맞을지에 대한 의사결정이 필요하다. 중요한 사실은 기존 종사하는 인력의 직무가 신기술 및 변화로 인해 다소 변화할 수 있을지언정 기존 종사자가 하는 일 자체가 사라지는건 아니라는 것이다. 최근 등장한 유망 기술들의 대부분이 혁신적인 패러다임을 가져다 줄 수 있다는 부분에서는 새롭다 평할 수 있겠으나, 결국 기존 직무에서 쓰이는 기술들이 기반이 되어 응용가능한 부분으로도 평가될 수 있다.

현재 소프트웨어 분야 NCS의 신규 개편 방향을 두고 우려의 여지가 있는 것은 바로

신기술에 대한 기존 직무체계의 분류 기준 파괴에 원인이 있다. 현재 소분류내에서 고려되고 있는 소프트웨어 분야의 개발 부문은 인공지능과 블록체인이다. 그러나 실제 이것들은 하나의 부문으로 보기보다는 요소기술 또는 응용기술의 명칭으로 보는게 타당하다. 왜냐하면 기존 직업과 직무 그리고 능력단위 요소들에 이르기 까지, 현재 정립되어 있는 직업들에서 이와 같은 요소기술을 활용하지 않으리라는 법이 없으며, 결국 이와 같은 신기술 기반의 신생 분류는 향후 보편화 됨에 따라 모든 소프트웨어 분야에서 활용하는 기술이 되면 될수록 일반화 되어 제거될 가능성이 크다. 여기에서 야기되는 문제는 분류체계의 원론적인 의미이다. 분류체계는 각 분류가 서로 상호배제성을 보장받아야만 한다. 그러나 신기술 중심의 신규 콘텐츠 추가 개발전략은 이러한 체계의 근간이 흔들릴 수 있는 중요한 문제점이며 향후 운영에 악영향을 끼칠 수 있는 일종의 리스크로 볼 수 있다.

## (2) 先개발 後진단의 위험성

소프트웨어 분야의 전체 수요를 소수 전문가의 의견을 통해 추정해내기란 실질적인 무리가 따르는 부분이다. 소프트웨어 분야는 매우 다양한 기술이 복합적으로 얽힌 산업이며, 기업의 목적과 방향성에 따라 같은 업무를 수행하는데도 상이한 기술을 활용하는 것이 가능한 독특한 노동환경을 가지고 있다. 그렇기 때문에 실제 산업계 수요를 전문가들로 하여금 판단하게 하는 것은 오판의 우려가 상대적으로 크다. 전문가들 또한 모든 세부적인 기술들에 능통한 인력이 아니기 때문이다.

NCS의 개발은 충분한 산업의 목소리를 경청하여 이를 결과로서 도출하고, 그 결과로 하여금 교육훈련을 포함한 실제 인재 양성과 채용에 활용한다. 때문에 산업계로 적합한 인재를 유입시키는 데까지 전주기적인 커리어 관여가 이루어져 매우 중요한 과정이다. 그럼에도 불구하고 소프트웨어 분야처럼 자주 변화하고 복잡성이 높은 분야를 일반화 시키거나 특정 기술을 공통적인 시각에서 합의하는데 있어 오판이 발생하거나 시기적으로 늦은 개정이 발생한다면, 곧바로 산업에서 요구하는 인력의 역량과 어긋나는 경우가 발생할 여지가 크다. 먼저 개발하고 그 개발로 인한 결과를 보급된 후에 진단하는 방법이 변경될 수 없는 정책적 흐름이라면, 개발과정에서 현 실태를 진단할 수 있는 정량적 근거를 제공해주는 것이 최선일 것이다. 본 보고서는 이러한 이슈를 해결하기 위한 보완책을 제시하고자 노력하였다.

## 제4장 SW일자리 지형 분석 결과

본 장에서는 구인공고 기반의 빅데이터를 통해 소프트웨어 직업의 유의미한 정보를 이끌어내고 이 정보를 토대로 수행한 일자리 지형에 대한 분석을 다룬다. 1장에서 언급한바와 같이 우리는 구인공고 기반의 빅데이터 수집과 전처리 과정, 그리고 선행연구에서보다 사람의 개입이 축소된 신규 토픽모델링 방법론의 적용, 이를 통한 소프트웨어 분야 직업 유형의 분류, 소프트웨어 분야 직무 스킬에 대한 분석 등 다양한 연구 수행 절차와 그 결과를 도출해 내었다. 각 연구 과정에 대한 요약은 아래와 같다.

구인공고 데이터 수집은 연구를 시작하는 데 있어 필수적인 과정이다. 특히 본 연구처럼 시계열 데이터 확보가 필요한 경우, 수집 대상 웹사이트의 개편사항 등을 조기 발견하여 그에 맞춘 수정이 이루어져야만 한다. 수집대상인 고용노동부의 워크넷(worknet.go.kr)은 매년 구인공고를 모집하는 카테고리가 일부 변화하는 특성을 가지기 때문에 간혹 소프트웨어 분야의 범주 변경으로 기존 정립한 데이터 수집 체계가 훼손될 시 이에 대응해야만 하는 경우가 있다. 우리는 해당 부분에 대한 꾸준한 피드백을 수행하고 있다.

소프트웨어 분야 직업 유형 분류에서 우리는 그간 축적된 구인공고 데이터에 관한 기간별 토픽모델링을 수행하였다. 토픽모델링은 특정 데이터셋이 내포하고 있는 주제를 데이터셋 내 존재하는 어휘들의 조합으로 표현해주는 데이터마이닝 방법론이다. 우리는 구인공고 데이터를 토픽모델링하여 다수의 구인공고가 내포하고 있는 각기 상이한 주제를 식별하고 각각의 주제를 하나의 직무유형 또는 직업을 의미한다 가정하였다. 이 과정에서 도출된 각각의 상이한 주제는 국내 표준직업분류(KSCO)에 맞추어 다시 매핑하는 과정을 통해 최종적인 소프트웨어 분야 직업별 구인공고 데이터를 도출하였다.

소프트웨어 분야 직무 스킬 데이터베이스 구축은 스킬 데이터로서 주요하게 인용되는 O\*net의 기술 데이터베이스를 근간으로 하고 있다. O\*net은 미국의 모든 직업과 관련된 정보를 제공하고 있는 개방형 데이터베이스로서, 직업 관련 데이터의 구조를

파악하고 소프트웨어 분야 직업의 역량 체계를 가늠해 보기 수월하다. 연구 수행을 위해 우리는 자체 시스템 상에 O\*net 데이터베이스를 연계시켜 활용할 수 있는 방법을 찾는 것이 중요하다 판단하였다. 이 작업을 수행하기 위해 O\*net 온라인 데이터베이스 홈페이지내 제공되는 덤프(Dump)파일을 토대로 데이터베이스 스키마의 연계성을 분석하고, 이에 따른 직무 스킬 데이터베이스 구축을 진행하였다.

소프트웨어 일자리 수요 지형 분석은 토픽모델링을 통해 도출된 결과이기 때문에 가능한 기능 중 하나이다. 토픽모델링의 경우, 도출된 토픽 모델에 맞추어 새로운 공고가 유입되었을 시, 그 공고가 어떤 주제에 상응하는지 토픽 유사성 지수를 통해 도출하는게 가능하다. 그러므로 전체 시계열 데이터를 각 주기별 공통 기준에서 비교하는 것이 가능하다. 이에 착안하여 본 연구는 최근 10년간 데이터의 분석 주기를 동일하게 맞추면 일자리 수요 지형 파악을 위한 시계열 분석이 가능할 것으로 판단하여 이러한 접근을 추진하였다.

소프트웨어 직업별 요구 스킬 매핑은 각각의 소프트웨어 분야 직업이 어떠한 인재를 원하는지 파악하는데 매우 중요한 작업이다. 우리는 국내 소프트웨어 분야 직업의 요구 역량은 토픽모델링 결과 내 각각의 직업에 상응하는 주제에 출현한 등장 키워드를 통해 추출 가능할 것이라 가정하였으며, 각 주제에서 출현한 키워드 정보를 O\*net 데이터베이스의 Technology, Knowledge 정보와 매핑 함으로써, 각 직업별 요구 역량을 가시화 하는데 성공하였다. 분석 결과 국내 소프트웨어 분야 직업은 공통적으로 요구하는 프로그래밍 언어 역량이 뚜렷하게 나타나는 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉘며, 특히 차별화 된 몇몇 직업의 요구 스킬의 경우 현재 국내 교육환경에서 다루지 않는 기술이 다양하게 혼재되어 있는 양상을 보였다.

각 연구 분야별 세부적인 논의는 각 섹션을 통해 다루고자 하였으며, 토픽모델링과 관련한 신규 알고리즘 적용은 방법론 파트에서 간략히 소개하겠다.

## 제1절 소프트웨어 일자리 배경 데이터 도출

빅데이터 기반 연구는 데이터에 대한 활용뿐만 아니라 상당량의 데이터 전처리를 요구한다. 특히 비정형 데이터로 구성되어 있는 경우 분석을 위한 데이터 형태를 갖추는데 까지 지속적 노력이 필요하다. 우리는 본 절을 통해 데이터 전처리 부분을 포함하여, 토픽모델링 중 비지도학습(Unsupervised Learning)에 해당하는 계층적 디리클레 프

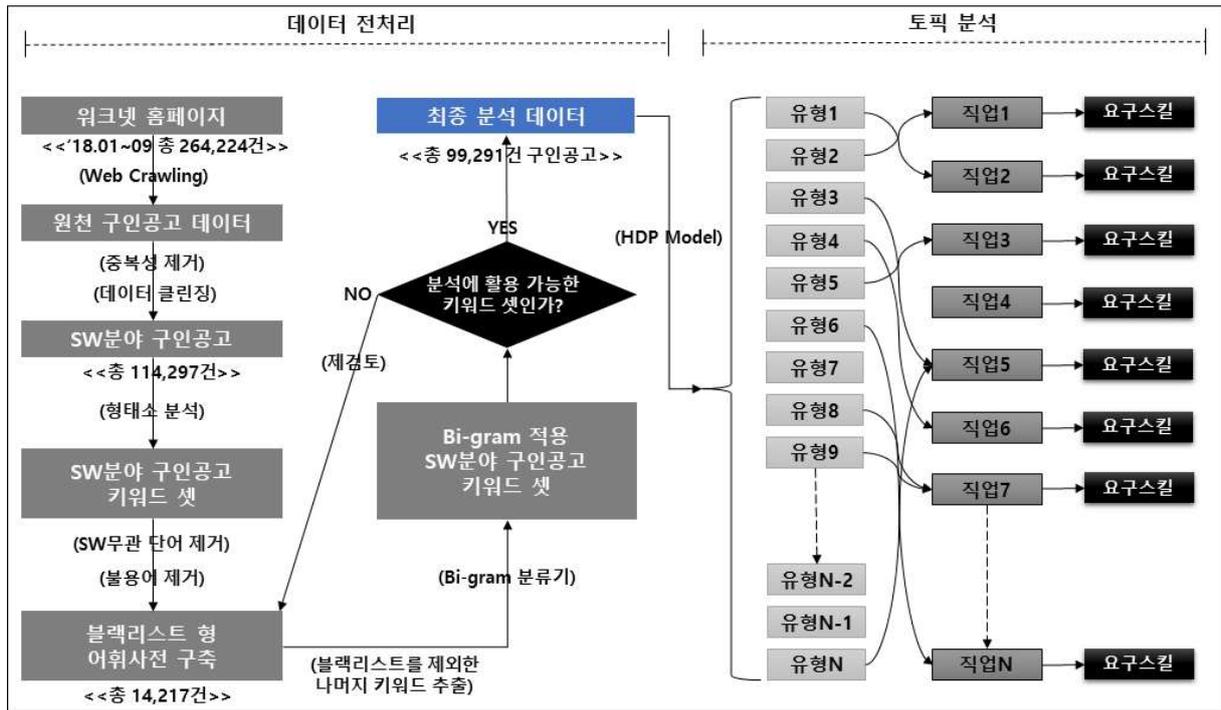
로세스(Hierarchical Dirichlet Process, 이하 HDP)에 관하여 다룬다. 또한 직업별 요구 스킬 분석을 위해 해결해야만 했던 다양한 고려사항을 종합적으로 소개하겠다.

## 1. 연구 모델

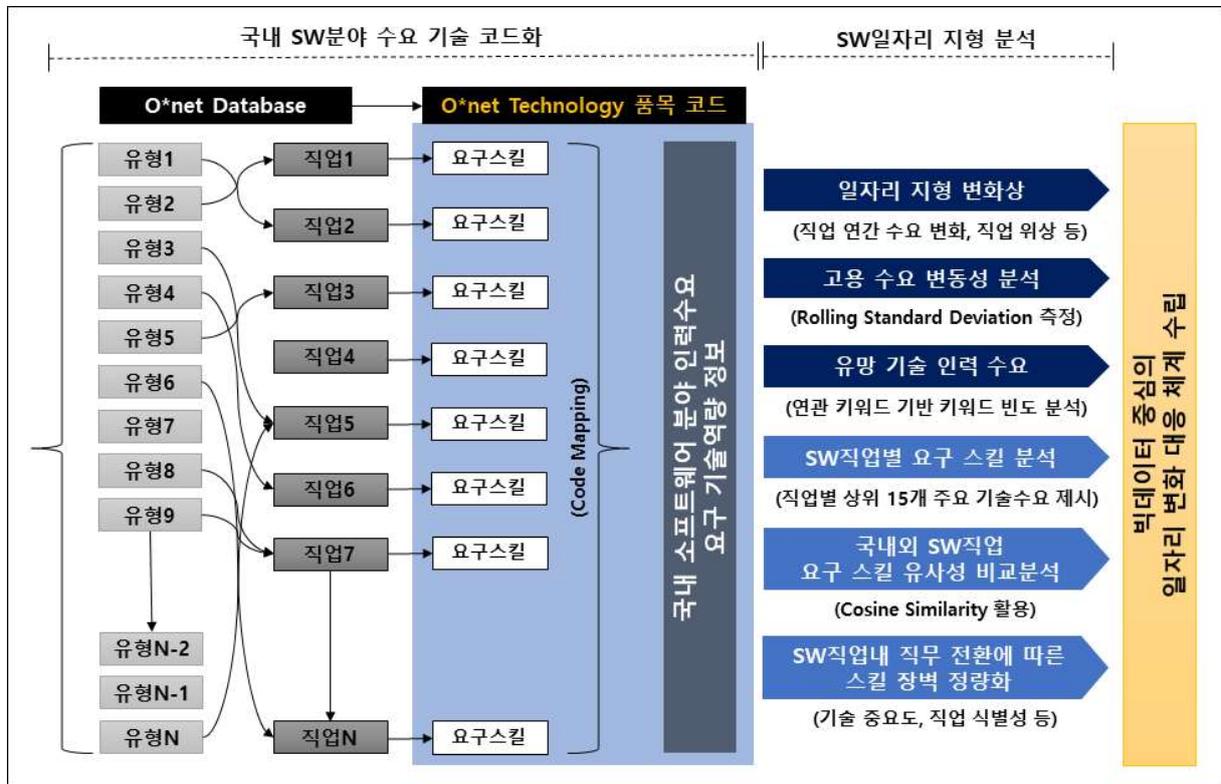
소프트웨어 일자리의 지형을 분석한다는 관점에서 우리는 일자리의 거시적인 모습과 변화 양상, 그리고 각각의 일자리가 요구하는 현실적인 인재상이 무엇인지를 알아보고자 하였다. 또한, 그러한 분석이 일정 주기를 가지고 이루어지는 것이 아닌, 모델 수립 이후 실시간성이 보장되는 형태임이 보장되기를 원하였다. 우리는 본 연구의 목표 달성을 위해서는 아래와 같은 문제를 해결할 수 있어야한다 가정하였다.

- 연구를 위해 국내 소프트웨어 직업을 어떻게 정의하는 것이 옳은가
- 소프트웨어 분야 내부에서 각각의 직업 수요가 어떻게 변화하고 있으며, 이에 대한 사회적인 인식과 현실이 일맥상통 하는가
- 국내외적으로 주목받는 신기술들과 관련 된 현 시점의 일자리의 수요는 얼마나 되는가
- 소프트웨어 직업마다 요구하는 인재의 기술역량은 무엇이며, 직업별 유사성을 측정할 수 있는가
- 소프트웨어 선진국인 미국의 경우와 비교하면 국내에서 요구하는 기술역량이 어떤 시사점을 가져다 줄 수 있는가
- 소프트웨어 인력이 직무 전환 과정에서 겪을 수 있는 기술역량의 장벽을 정량화할 수 있는가

이와 같은 질문들에 대한 해답을 탐색하기에 용이한 방법으로서 최종적인 모델을 고안하였다. [그림 4-1, 4-2]는 이러한 전체적인 연구 내용과 연구 수행을 위해 활용한 알고리즘 또는 방법론을 도식화 한 그림이다. 모든 과정은 오픈 소스에 기반한 구인 공고 데이터를 활용하여 이루어졌으며, 직업 유형의 식별은 토픽모델링의 결과에 의해 수행되었다. 직무 스킬을 코드화 하는 작업은 신규 코드를 생성하는 것이 아닌, O\*net의 직업정보 데이터베이스의 품목코드를 활용하였다.



[그림 4-1] SW일자리 지형 분석 연구 모델(상)



[그림 4-2] SW일자리 지형 분석 연구 모델(하)

## 2. 데이터 전처리

[그림 4-1]의 좌측에서 보이는 바와 같이 분석을 위한 데이터를 생성하는데 다양한 고려사항이 수반되어야 한다. 첫 번째로 우리는 데이터의 출처인 고용노동부의 워크넷(Worknet.go.kr)의 정보통신 분야 채용공고에 주목하였다. 워크넷 데이터는 약 20여개의 국내 구인구직 사이트 공고를 취합하여 제공하고 있으며, 중소기업·중견기업의 공고로 이루어져 있다. 정보통신 분야 채용공고에는 소프트웨어뿐만 아니라 하드웨어 관련직, 전자, 기계 등 다양한 공학 지식에 전문화 된 구인공고가 존재한다. 그러므로 소프트웨어 분야에 특화된 구인공고를 별도 추출하기 위하여 몇 가지 고려사항을 검토하였다.

### (1) 중복성 제거 및 데이터 클린징

첫 번째로 해야 할 일은 분석 대상이 될 소프트웨어 분야 구인공고를 식별하는 것이다. 구인공고 식별 과정에서 가급적 사람의 개입을 최소화 하는 방법을 검토하였고, 결과적으로 웹 크롤링과정에서 획득한 워크넷 카테고리내 URL코드를 세분화 하여 해결하였다. 우리는 구인공고를 게시한 기업 인식에 기반해 소프트웨어 분야 공고 리스트를 추출하였으며, 해당 데이터를 토대로 중복성 제거 과정을 수행하였다.

워크넷의 구인공고는 기본적으로 워크넷 뿐만 아니라 다수 구인구직 사이트의 공고를 취합하여 콘텐츠가 구성되기 때문에 동일 공고의 중복성 이슈가 발생한다. 중복성 제거란 홍보성 중복 게시글과 다양한 출처에서 게시된 동일 공고를 식별하여 제거하는 작업으로, 이 작업을 수행하기 위하여 우리는 각각의 유사기간(약 7일내)내 구인공고 각각의 Cosine Similarity를 계산함으로써 유사도 90% 이상인 공고를 하나로 축약하였다. 결과적으로 웹 크롤링이 완료 된 구인공고 데이터 264,224건 중 약 60%를 제거한 114,297건을 도출하였다.

데이터 분석을 위해서는 비정형 데이터를 분석 가능한 형태로 변환해야 한다. 가장 기본이 되는 작업은 형태소 분석으로, 연속 된 문장 구조를 지닌 공고를 형태소로 나누어 각각에게 형태소 태깅(Tagging)을 수행하는 것이다. 이 작업은 불용어(Stopwords)의 분류를 수월하게 하고, 관사로 인해 변화하는 어휘 형태(예 : 빅데이터를 vs. 빅데이터에)를 하나로 통일하는 작업이다. 본 보고서는 형태소 분석을 위하여 오픈소스 한

글 형태소분석기인 KoNLP를 활용하였다.

## (2) 어휘사전 구축

어휘사전의 제작 목적은 비정형 데이터내 키워드 중 실제 분석에 활용할 어휘를 선별하는 것이다. 어휘사전의 종류는 두 가지로, 분석에 활용할 어휘를 사전화하여 쓸모 없는 어휘를 모두 제외하는 컨셉의 ‘화이트리스트’ 형 어휘사전과, 분석에 활용하지 않는 어휘를 모두 사전화하여 사전 내 포함되지 않은 모든 키워드를 활용하는 ‘블랙리스트’ 형 어휘사전이 있다.

화이트리스트는 실제 활용할 어휘를 명확히 선별할 수 있기 때문에 연구자의 예상범위 내에서 결과를 도출할 수 있다는 장점이 있다. 반면 지속적으로 출현 어휘가 변화하는 데이터의 경우 어휘사전 제작 단계에서 검토되지 않았던 어휘가 자동으로 제외되므로, 데이터의 변화가 나타났음에도 불구하고 이를 발견하지 못할 가능성이 있다. 그렇기 때문에 우리는 제작이 어려우나 신규 변화를 감지하기에 용이한 블랙리스트형 어휘사전을 제작하였다. 그 결과 실제 입력투입을 통해 소프트웨어 분야 분석에서 무의미한 어휘 총 14,217건을 사전화 하였으며, 분석 도중 발생하는 문제가 어휘사전에 의한것일 때 사전을 반복적으로 개선하는 절차를 거쳤다. 최종 어휘사전은 연구 결과가 연구자의 인식에서 수용 가능한 수준에서 결정되었다.

## (3) Bi-Gram

Bi-Gram의 기술적 개념을 다루면 계산 과정의 다양한 고려사항이 존재한다. 간단한 개념 정의는 연속된 키워드가 서로 함께 취급되었을 때 유의미한 합성어로 바라볼 수 있다면 이러한 합성 키워드 출현 빈도가 빈번하게 등장하는 경우 합성어로 규정하는 데 활용 가능한 알고리즘이다. 가령 우리는 C++이라는 대표적인 프로그래밍 언어를 알고 있으며, 일반적으로 C++이라는 키워드가 단일 어휘로 등장할 수도 있겠으나 C++ 프로그래밍과 같이 함께 등장하는 경우 또한 고려해야만 한다. 그러므로 우리는 구인공고 데이터 전체 건에 대해 이처럼 쌍(Pair)으로 분류되는 유력한 합성어 후보군을 검출해 내었으며, 이 중 출현 빈도가 10이상인 경우에 한정하여 합성어로 간주하였다. 해당 과정이 끝난 이후에는 전문가들로 하여금 실제 블랙리스트와 합성어 처리가

완료된 데이터를 재차 검증하여 유의미한 데이터인지 검증 과정을 거쳤으며, 이 과정에서 문제가 발생 할 시, 다시 블랙리스트 작업을 보완하는 형태로 순환하여 데이터의 질을 도모하였다.

최종적인 분석 데이터는 총 99,291건의 구인 공고로 집계되었다.

### 3. 계층적 디리클레 프로세스(HDP)

문헌 또는 문서가 내포한 주제(Topic)를 탐색하여 각각의 주제를 구성하는 키워드를 알기 위하여 일반적으로 활용하는 알고리즘은 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation, 이하 LDA)이다. 주제를 탐색하여 주제별 키워드의 확률 분포를 찾아주는 기법을 일반적으로 토픽모델링이라 칭하며 관련 분야에서 가장 잘 알려진 방법론이기도 하다. 잠재 디리클레 할당이란 문서의 확률 분포들을 추정하여 주제를 찾는 모델로 반지도 학습(Semi-Supervised Learning)의 대표적 예시이다.

본 보고서에서는 LDA와 유사하나 다른 알고리즘으로, 2003년에 고안된 LDA기법 보다 이후에 등장한 계층적 디리클레 프로세스(Hierarchical Dirichlet Processes, 이하 HDP)를 활용하였다. HDP는 기본적으로 LDA와 동일한 결과물(Output)을 도출하지만 주요한 차이점을 가진다. 우리는 먼저 HDP의 기본 아이디어가 되는 디리클레 프로세스의 개념을 간략히 살펴보고 연구에서 활용한 HDP를 논하고자 한다.

#### (1) 디리클레 프로세스(Dirichlet Process)

디리클레 분포는 주어진 파라미터에 따라 다항분포를 생성해주는 분포에 대한 분포라고 말할 수 있다. 그렇기 때문에 디리클레 분포를 사전확률로 두면, 다항분포를 따르는 사건이 발생했을 때 사후확률분포를 쉽게 계산할 수 있다. 하지만 디리클레 분포는 차원수가 정해져 있기 때문에, 처음에 지정한 차원으로만 분포를 생성한다는 것을 알 수 있다. 다시 말하면 디리클레 분포를 기반으로 하는 LDA는 모델링 이전에 몇 개의 주제가 문서 내 존재하는지 미리 정해주어야 한다는 제약이 따른다. 이로 인하여 사람의 개입이 들어갈 수밖에 없어 반지도 학습으로 불리운다.

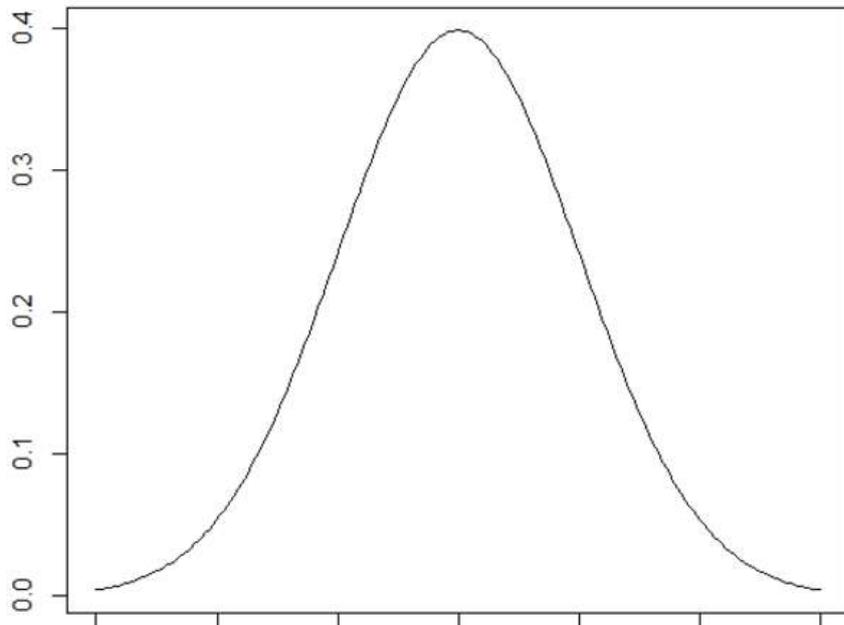
디리클레 프로세스는 디리클레 분포를 서로 다른 K값이 나올 수 있는 분포로 확장한 것이다. 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$X \sim DP(\alpha, H)$$

여기서  $X$ 는 모 분포가  $H$ , 집중 파라미터가  $\alpha$ 인 디리클레 프로세스를 따른다는 것이다. 이 때  $X$ 는  $H$ 를 따르는 임의개수의 표본에 대한 분포를 형성한다.  $\alpha$ 가 0에 가까울수록  $X$  분포는 모 분포의 평균을 중심으로 모이고,  $\alpha$ 가 커질수록  $X$ 분포는 모 분포의 평균에서 멀리 흩어지게 된다. 간단하게 예시를 든다면 다음과 같은 디리클레 프로세스가 존재 할 수 있다.

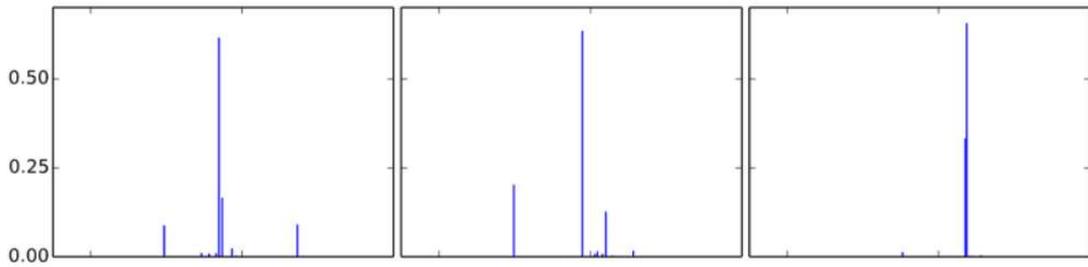
$$X \sim DP(1, N(0, 1^2))$$

위 수식은 평균이 0, 표준편차가 1인 정규분포가 모 분포인 디리클레 프로세스이다. 먼저  $N(0,1)$ 의 분포는 아래 그림과 같다.

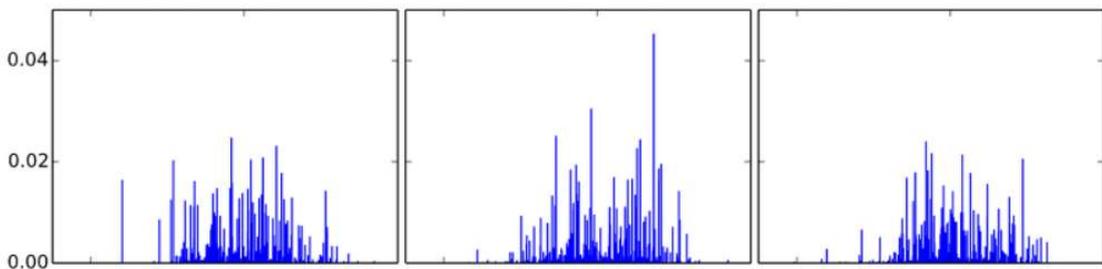


[그림 4-3] 디리클레 프로세스의  $N(0,1)$  경우의 분포

이 분포를 모 분포로 하는 디리클레 프로세스  $X$ 에서 3개의 샘플을 뽑는다면 [그림 4-4]와 같다. 파란 막대의 개수는  $K$ 값을 의미하며 각 표본마다 다르다. 대체로 모 분포인 정규분포 곡선과 비슷하게 중앙이 높고, 주변이 작은 형태로 나타내어진다.



[그림 4-4] 디리클레 프로세스 예시



[그림 4-5] 디리클레 프로세스 예시( $\alpha=100$ )

이 때  $\alpha$  를 100으로 늘렸을 때 더 많은 파란 막대가 나타난다는 것을 알 수 있다. 이는 X분포가 모 분포의 평균에서 멀리 흩어지는 것을 증명하는 예이다.

일반적으로 디리클레 프로세스를 설명하는데 중국집에 비유하는 경우가 많다. 이미 알려진 문제 중 하나인 중국집 프로세스 문제와 유사한 아이디어로 설명이 가능하기 때문이다. 해당 문제는 하나의 중국집에 무한대의 식탁이 있고 식탁에는 무한명이 앉을 수 있는 자리가 있다는 가정으로 시작한다. 또한 손님은 한명씩 중국집으로 들어와서 식탁에 앉음을 가정한다. 해당 가정으로부터 아래와 같은 상황이 벌어진다고 했을 때, 식탁의 개수는 일정 수로 수렴된다.

- 손님은 식탁의 인기를 고려해서 어느 식탁에 앉을 지 선택한다.
- 식탁에 어떤 음식이 올려질지는 첫 손님이 앉을 때 모 분포 H에서 음식 하나를 뽑음으로써 결정한다.
- 식탁의 인기는 앉아 있는 사람의 수에 비례한다. 하지만 손님이 비어있는 식탁을 고를 수도 있다. 이 때 빈 식탁의 인기는 집중 파라미터  $\alpha$  와 비례한다.

위와 같은 규칙에 따라 한 명씩 손님이 온다고 가정한다. 첫 번째 손님은 비어있는 식탁에 앉을 수밖에 없다. 두 번째 손님이 들어오면 첫 번째 손님이 앉은 식탁에 앉거

나, 비어있는 식탁에 앉는 선택지가 있다. 만약  $\alpha$ 가 크다면 비어있는 식탁을 고를 확률은 높아진다. 혹은 첫 번째 손님이 앉은 식탁의 인기도가 낮은 경우, 비어있는 식탁을 고를 확률이 높아진다. 이렇게 손님이 무한히 들어온다고 가정하면 식탁의 개수도 정해지고, 인기도 또한 일정 값에 수렴하게 된다. 이렇게 각 식탁에서 얻은 인기도 비는 모 분포가  $H$ , 집중 파라미터가  $\alpha$ 인 디리클레 프로세스에서 뽑은 샘플이 된다.

위의 예에서 알 수 있는 디리클레 프로세스의 특성은 아래와 같다.

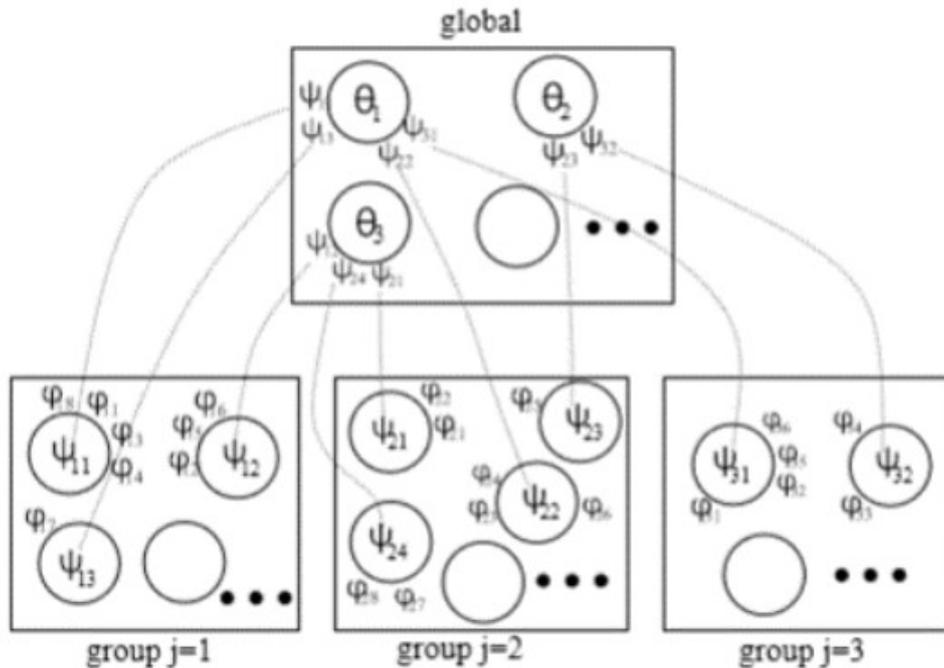
- 모 분포를 따르는 임의 차원의 simplex를 추출할 수 있다
- 디리클레 분포를 사전 분포로 사용할 경우 미리  $K$ 를 설정해야 하므로, 실제 데이터가  $K$ 값에 적합하지 않을 경우 이는 부정확한 추론 결과를 낼 수 있다
- 디리클레 프로세스를 사전 분포로 사용하면, 미리  $K$ 를 설정할 필요가 없고, 데이터의 특성에 따라 적절한  $K$ 를 찾아갈 수 있다
- 디리클레 프로세스는 모 분포가 연속일지라도 뽑혀 나오는 분포는 이산적이라는 특징이 있다. 연속분포에서는 같은 값이 2번 이상 뽑힐 확률이 0이지만, 이산분포는 그렇지 않기 때문에 클러스터링에 활용이 가능하다.

앞서 설명했듯이 디리클레 프로세스는 모 분포의 특성을 잘 모르더라도 학습과정에서 적절한  $K$ 값을 찾아내기 때문에 유용하다고 할 수 있다. 그러나 여러 개의 디리클레 프로세스를 묶어서 분석을 수행하려고 하면 문제점이 생기게 된다. 예를 들어 앞서 예시로 들었던 중국집이 한 곳이 아니라 여러 곳이라고 가정하고 어떤 음식  $F$ 에 대해 각각의 중국집에서 그 음식이 얼마나 인기가 있는지 확인하고 싶다고 생각해보자. 이 경우 각 중국집에 식탁이 몇 개가 있는지도 알 수 없고, 식탁에 어떤 음식이 있는지도 알 수 없다는 문제점이 있다. 가장 결정적으로 모든 식탁에 몇 종류의 음식이 올라가는지 전혀 알 수가 없다. 식탁에 올려지는 음식은 모분포  $H$ 에 의해 결정되지만,  $H$ 가 연속 분포일 경우 같은 음식을 뽑게 될 확률은 사실상 0에 가깝다. 이 경우 식당 간 음식 비교는 불가능해진다. 디리클레 프로세스의 단점이다.

## (2) 계층적 디리클레 프로세스

이러한 한계점으로 인해 학자들은 HDP를 제안하였다. 계층적 디리클레 프로세스를 간략하게 설명하자면, 여러 개의 디리클레 프로세스를 이어주기 위해, 그 위에 디리클레 프로세스를 덮어씌운 것이라 할 수 있다. 즉 모 분포를 따르는 상위 디리클레 프로세스를 생

성하고, 이 디리클레 프로세스를 모 분포로 하는 하위 디리클레 프로세스를 여러 개 생성함으로써, 하위 디리클레 프로세스끼리 연결될 수 있게 한 것이다. 이렇듯 상위와 하위 단계로 디리클레 프로세스를 사용했기 때문에 계층적 디리클레 프로세스라고 불려진다.



[그림 4-6] 계층적 디리클레 프로세스 모델

앞서 예로 들었던 중국집 프로세스로 디리클레 프로세스를 설명한다면, 각각의 중국집은 동일하나, 체인점에 음식을 배분해주는 본사가 생겼다고 말할 수 있다. 각 체인점에서는 손님이 빈 식탁에 앉게 되면 직원을 본사로 보내서 음식을 골라오게 한다. 본사에는 음식이 담겨있는 접시가 무한하게 존재하기 때문에 손님들에게 어떤 음식이든 제공할 수 있다는 것을 알 수 있다. 각각의 체인점에 손님이 무한히 들어온다면, 본사로 보내지는 직원 역시 무한하게 늘어나게 되고, 본사에 있는 접시의 개수를 통해 인기도 비율 또한 특정한 값으로 수렴하게 된다. 또한 체인점의 식탁 개수 및 식탁 별 인기도 비율도 특정 값으로 수렴하게 된다. 이처럼 서로 다른 체인점이라 할지라도 본사에서 모든 음식을 배급 받음으로써 음식의 인기를 비교할 수 있게 된다.

이처럼 HDP는 사람의 개입을 통한 주제의 개수를 미리 정해줄 필요가 없다는 점과 이를 통계적으로 해결하였다는 점에서 의의가 있다. 관련 연구에서 가장 중요한 부분은 주제의 수  $k$ 를 정하는 문제이며, 본 보고서에서 주제의 수  $k$ 는 즉 소프트웨어 분야

의 직무로 해석 가능하다. 과거 연구에서 k를 정하는데 있어 실제 소프트웨어 분야 전문가의 의견이 수렴되어야만 했던 것과 비교하였을 때, 해당 방법론을 도입함으로써 전문가 편향성에서 좀 더 자유로워 질 수 있다.

#### 4. 일자리 지형 분석

본 연구에서는 [그림 4-1, 4-2]에 보이는 것처럼 소프트웨어 분야 구인공고 데이터를 HDP 모델을 통해 유형화 한 후, 유형화 된 소프트웨어 분야 구인공고를 한국표준분류체계의 직업분류와 맵핑하였다. 우리는 이렇게 도출 된 결과 데이터를 토대로 시사점을 탐색하였다. 이번 파트에서는 먼저 결과 데이터를 추출하기 위한 일련의 과정에 대해 상세히 설명하고, 결과데이터를 토대로 측정하려고 하는 응용 분석 결과에 대한 도출 방법을 논하기로 한다.

##### (1) 국내 소프트웨어 분야 일자리 지형 파악

워크넷 구인공고 데이터 기반 소프트웨어 분야 유형의 분류는 HDP Model을 통해 도출하였으며, HDP의 초기 파라미터 값은 <표 4-1>과 같다. 우리는 2018년도 1월 1일 ~ 9월 30일 까지의 총 9개월 간을 분석 기간으로 설정하였다. 앞서 언급하였던 것처럼, 해당 기간동안 검출 된 유니크한 소프트웨어 분야 채용공고는 총 99,291건이다.

<표 4-1> HDP Model의 설정 파라미터

파라미터 구분	설정 값	비 고
최대 토픽의 개수(T)	50	HDP의 특성 상, 초기 설정 된 최대 토픽의 개수를 최적 토픽의 개수로 수렴될 때까지 동일 프로세스를 반복(50개 이상의 소프트웨어 분야 직무 유형이 나오지 않음을 가정)
주제별 상이 결과 계수(a)	0.5	알파 값이 낮을수록(0.5가 일반적인 분석 세팅) 주제별 결과가 서로 상이
토픽 수 변동 계수(b)	2.0	최적 토픽 수를 탐색하는데 있어, 그 전 연산에서 오는 저항을 어느정도 수준으로 줄 것인지 나타내는 지표로, 값이 높을수록 변동이 심해짐(1이 평균)
총 반복 수(Iteration)	100회	반복수를 달리 하여 결과 수렴치를 지켜본 결과 100번 이내에 결과가 수렴하여 수치를 이에 맞게 결정
총 문서 수	57,490건	총 소프트웨어 분야 구인공고 수

여기에서 각 파라미터의 종합적인 결정은 HDP를 활용한 다양한 문헌들에서 높은 빈도로 활용되는 수치를 벤치마크한 것으로서 이 중 해당 연구에 맞게 소폭 조정을 수행하였다. 일단 최대 토픽의 개수는 선행연구를 통해 도출된 소프트웨어 분야 직무유형의 개수가 43개임을 고려하여 최대 토픽의 개수가 이보다 작게 설정되는 것을 결과를 추약할 수 있다는 가능성을 염두에 둔 결정이다. 토픽 수 변동 계수의 결정은 실제 실험결과 총 문서 개수가 커지면 커질수록 학습을 통한 과거 분포의 가중치가 견고해지는 효과를 야기하므로 토픽 개수의 변화를 가시적으로 확인할 수 있는 수준으로 상승시켜 적용하였다. 기타 설정 값은 과거 논문에서 활용한 파라미터 값과 실제 수행한 연구 결과를 종합적으로 검토한 후 결정한 결과이다. 그러므로 모든 종류의 유사 연구에 범용적으로 활용할 수 있는 수치로 해석해서는 곤란하다.

HDP를 통해 도출된 결과는 <표 4-2>와 같이 총 43개 직무로 식별되었다. 각 직무 유형별 언급된 단어는 해당 유형에서 가장 중요한 단어로 도출된 동시등장빈도율(Co-occurrence) 상위 5개 어휘이다. 동시등장빈도율이란 분류된 주제에 대한 글을 쓴다고 가정할 때, 글 전체에 등장하는 단어 중 해당 어휘가 가지는 상대적 중요도이다. 다시 말해 해당 주제에서 등장 확률이 높은 단어이므로 핵심 단어라 판단 가능하다. 우리는 각각의 소프트웨어 분야 직무 유형으로 식별된 데이터를 한국표준직업분류체계(KSCO) 7차 개정의 소프트웨어 직업 부문과 과거 선행연구에서 식별된 소프트웨어 분야 신규 직업명을 토대로 유사 유형을 매핑하였다.

<표 4-2> HDP 및 직무 유형 직업 매핑 결과

No.		1	2	3	4	5	매핑 직업 (KSCO+17년도 결과)
1	단어	erp	모니터링	mes	프로젝트_관리	웹서비스_기획	정보시스템 운영자
	c-o	0.101207	0.04794	0.033952	0.027697	0.024043	
2	단어	하드웨어_개발	임베디드	펌웨어_개발	네트워크_유지보수	리눅스	산업특화 SW개발자
	c-o	0.108303	0.062777	0.043763	0.042437	0.018765	
3	단어	네트워크_보안	리눅스	정보_보안	운영_관리	유닉스	정보 보안 전문가
	c-o	0.09663	0.080944	0.074711	0.06286	0.059955	

No.		1	2	3	4	5	맵핑 직업 (KSCO+17년도 결과)
4	단어	게임	클라이언트_개발	게임_기획	그래픽_디자인	게임_운영	게임 프로그래머
	c-o	0.076883	0.056814	0.054812	0.051585	0.044018	
5	단어	php	웹프로그래머	asp.net	웹개발자	si	웹 프로그래머
	c-o	0.161677	0.077919	0.073321	0.049472	0.046852	
6	단어	모바일_어플리케이션	si_개발	사이트_관리	물류자동화	성과분석	범용 소프트웨어 프로그래머
	c-o	0.039422	0.029881	0.02859	0.018898	0.017617	
7	단어	보안	자동화_시스템	서비스_기획	mes_시스템	전산시스템_운영	정보시스템 운영자
	c-o	0.03734	0.027703	0.025449	0.014424	0.012317	
8	단어	웹_기획	웹	블록체인	서버_관리	모바일_기획	웹 운영/기획
	c-o	0.171482	0.064295	0.035245	0.034811	0.02308	
9	단어	포토샵	일러스트레이터	빅데이터	품질관리_경력	품질_관리	웹/앱 UI/UX 디자인
	c-o	0.106925	0.086879	0.043362	0.029446	0.021976	
10	단어	데이터베이스_설계	java	visual_c++	응용_프로그래밍	visual_c	데이터 설계 및 프로그래머
	c-o	0.064868	0.059317	0.052837	0.050817	0.05053	
11	단어	기술영업	웹	모바일_기획	프론트엔드_개발	프리젠테이션	웹 프로그래머
	c-o	0.22078	0.061573	0.044642	0.032962	0.022018	
12	단어	unity	웹개발자	펌웨어_개발	게임_개발	게임	게임 프로그래머
	c-o	0.070321	0.068719	0.050709	0.038755	0.032328	
13	단어	기술_지원	데이터베이스	dba	클라우드	영어	정보통신 건설턴트
	c-o	0.172897	0.05192	0.045439	0.042937	0.018433	
14	단어	품질_관리	시스템_운영	모니터링	시스템_개발	Quality_Control	그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
	c-o	0.29327	0.012223	0.009515	0.009214	0.007404	
15	단어	자동화기계_설계	autocad	어플리케이션_개발	스마트팩토리	공장_관리	산업특화 SW개발자
	c-o	0.059633	0.032926	0.013116	0.012701	0.010931	
16	단어	데이터	유지_관리	데이터_분석	구조_설계	전산관리	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가
	c-o	0.082561	0.048691	0.040324	0.03559	0.030588	
17	단어	소프트웨어_테스팅	catia	컨설팅	헬스케어	품질검사	그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가

No.		1	2	3	4	5	맵핑 직업 (KSCO+17년도 결과)
	c-o	0.048147	0.031221	0.025308	0.024208	0.0236	
18	단어	웹_개발	프로그램_개발	사무	엔지니어링_경력	웹	웹 프로그래머
	c-o	0.240071	0.140953	0.067405	0.032591	0.02993	
19	단어	java_개발	java	백엔드	웹	프론트엔드	응용 SW개발자
	c-o	0.262375	0.060794	0.033762	0.031353	0.028494	
20	단어	프론트엔드_개발	안드로이드_어플리케이션	웹	전산_시스템	컴퓨터_유지보수	웹 프로그래머
	c-o	0.081516	0.041408	0.028899	0.02713	0.026623	
21	단어	Quality_Assurance	sns	서버_개발	사물인터넷	웹	그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
	c-o	0.080803	0.072598	0.07112	0.04904	0.033634	
22	단어	모바일	php_개발	웹	콘텐츠_기획	회계	웹 프로그래머
	c-o	0.107612	0.073242	0.045582	0.038079	0.037411	
23	단어	컨설팅	정보보호	빅데이터_분석	정보_시스템	정보_보안	정보 보안 전문가
	c-o	0.216335	0.034384	0.030325	0.023248	0.021308	
24	단어	웹_디자인	상세페이지_제작	홈페이지_관리	페이지_제작	웹사이트_디자인	멀티미디어 디자이너
	c-o	0.104643	0.051668	0.051231	0.044353	0.037489	
25	단어	인공지능	머신러닝	알고리즘_개발	딥_러닝	증강현실	데이터 분석가
	c-o	0.051537	0.039307	0.030742	0.029822	0.026062	
26	단어	오픈마켓	ios	웹_디자인	안드로이드	쇼핑몰_관리	웹 운영/기획
	c-o	0.143717	0.049711	0.044112	0.037245	0.018888	
27	단어	it기술지원	자동화	네트워크	원격_지원	접수_유지보수	정보시스템 운영자
	c-o	0.149128	0.086219	0.07618	0.074087	0.065937	
28	단어	소프트웨어_개발	생산_관리	임베디드	품질_관리	프로그래머	시스템 소프트웨어 프로그래머
	c-o	0.311802	0.150177	0.045501	0.014564	0.012131	
29	단어	visual_c#	visual_c++	visual_c	.net	소프트웨어_개발	응용 SW개발자
	c-o	0.106941	0.098102	0.091394	0.045764	0.041209	
30	단어	자동_제어	plc_프로그래밍	공장자동화	웹_어플리케이션	3d설계	산업특화 SW개발자
	c-o	0.072662	0.070053	0.048825	0.032935	0.03182	

No.		1	2	3	4	5	맵핑 직업 (KSCO+17년도 결과)
31	단어	서버_운영	웹서비스_개발	기획_경력	연구_기획	네트워크	정보시스템 운영자
	c-o	0.086897	0.044992	0.027567	0.013165	0.011633	
32	단어	웹	ui	html	ux	ux_디자인	웹/앱 UI/UX 디자인
	c-o	0.087832	0.08597	0.058226	0.04481	0.041701	
33	단어	안드로이드_개발	컨텐츠_기획	전산_개발	python	android앱_개발	모바일 애플리케이션 프로그래머
	c-o	0.080579	0.039239	0.032408	0.024808	0.018218	
34	단어	홈페이지_관리	ux_기획	ui	scm	그래픽디자인	웹/앱 UI/UX 디자인
	c-o	0.129034	0.042636	0.035158	0.029411	0.018876	
35	단어	java	javascript	웹_개발	spring_framework	웹	응용 SW개발자
	c-o	0.216918	0.125457	0.071175	0.034802	0.031355	
36	단어	안드로이드	앱_개발	ios	모바일	ios_개발	모바일 애플리케이션 프로그래머
	c-o	0.175675	0.147524	0.078155	0.055943	0.049244	
37	단어	웹	웹_프로그래밍	데이터베이스_설계	oracle	sql	응용 SW개발자
	c-o	0.137881	0.103335	0.074758	0.054896	0.053648	
38	단어	운영_관리	웹	웹마케팅	프로모션	웹기획_운영	웹 운영/기획
	c-o	0.085115	0.072209	0.057848	0.054634	0.052605	
39	단어	컨설팅	응용프로그램_개발	erp_개발	분석_설계	시스템_분석	정보통신 컨설턴트
	c-o	0.113922	0.073693	0.06322	0.049261	0.041616	
40	단어	네트워크	네트워크_장비	방화벽	기술_지원	엔지니어링_경력	정보 보안 전문가
	c-o	0.302858	0.033695	0.031161	0.026097	0.022472	
41	단어	펌웨어	하드웨어_설계	영상편집	임베디드	하드웨어	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가
	c-o	0.110475	0.038508	0.037848	0.033442	0.031236	
42	단어	웹_디자인	홈페이지_제작	유지보수	포토샵	홈페이지_관리	웹 운영/기획
	c-o	0.239104	0.044518	0.0367	0.034859	0.031864	
43	단어	plc	hmi	프로그래머	자동화	자동_제어	시스템 소프트웨어 프로그래머
	c-o	0.301745	0.089674	0.066517	0.040528	0.025267	

(2) 국내 소프트웨어 분야 수요 기술 코드화

우리는 앞선 과정을 통해 구인공고 내부에 함축되어 있는 총 43개 직무유형을 식별해 내었으며, 이를 총 17개의 직업으로 분류하였다. 소프트웨어 분야의 일자리 지형을 분석하는데 있어 각 직업에서 원하는 인력이 어떤 능력을 가져야 하는지 파악하는 것은 매우 중요한 일이기 때문에 이를 파악하고자 직업별 요구스킬을 도출해 내었다. 스킬의 종류는 매우 다양하다. 우리는 구인공고 데이터에서 추출 가능한 요구스킬의 단서들을 표준화 할 필요가 있다. 이를 위해 3장에서 소개하였던 O\*net의 데이터베이스를 활용하였다. O\*net은 각각의 지표가 체계적으로 코드화되어 있어 구인공고내 스킬 요소 출현에 대한 매핑을 하는데 수월하다. 또한 개별 직업에 따른 명확한 스킬내용이 실제 활용되는 도구의 명칭으로 제시되어 있어 참고하기 적절하다.

O\*net의 데이터베이스에서 특정 직업에 대한 개인의 필요 역량을 나타내는 지표는 총 5가지이다. 여기에서 요구 학력수준과 정성적 해석이 필요한 3가지(skills, abilities, education training experience)를 제외한 정량지표 2건(technology, knowledge)을 구인공고 데이터를 통해 추출해낼 수 있는 정보로 판단하였다. 우리는 17개 직업으로 분류된 구인공고 약 10만여 건에 출현한 기술과 지식 유관 어휘를 선별하였으며, 선별된 어휘를 기반으로 O\*net의 17개 소프트웨어 직업(미국표준직업분류체계 기반 분류)에서 요구하는 기술 및 지식 품목 코드와 맵핑하였다.

## 제2절 국내 SW일자리 수요 지형의 변화

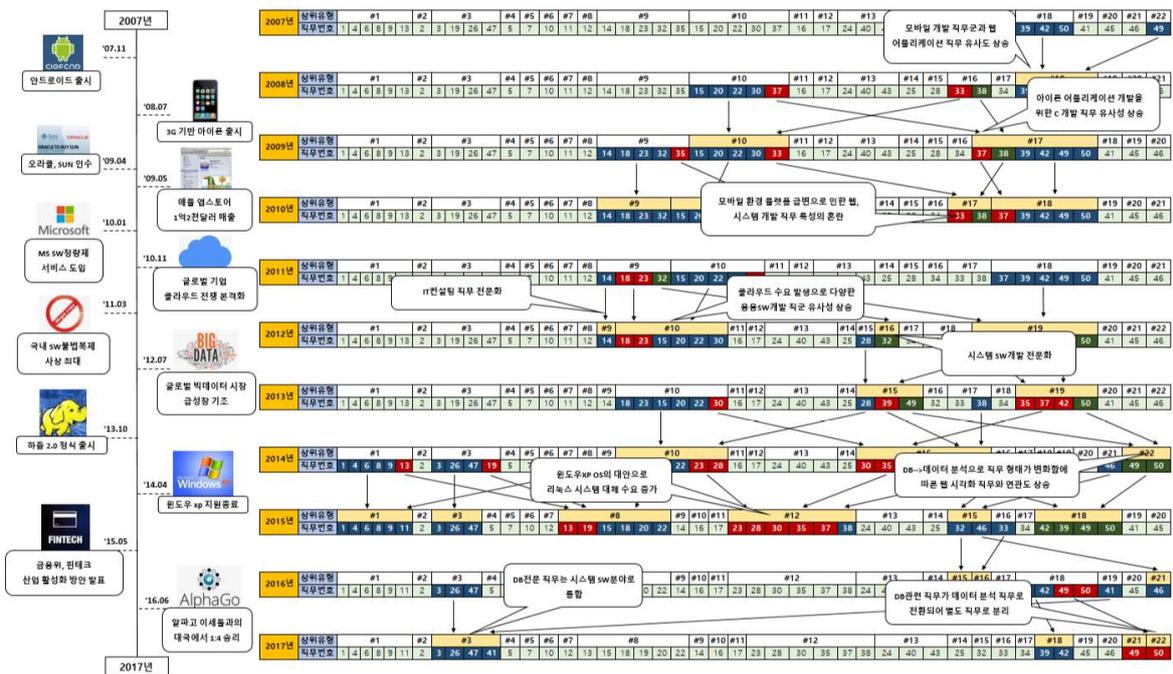
### 1. SW일자리 지형의 변화

일자리 모습은 매해 조금씩 변화한다. 다만 이 변화는 서서히 변화하기 때문에 인지하기 어렵다. 그런 의미에서 기업이 직접 올리는 구인공고는 기업의 점진적 변화를 투영한다. 소프트웨어 분야는 특히나 그러한 경향이 강하게 드러나는 산업이다. 최신의 기술을 끊임없이 접목시키고 그것을 응용해서 새로운 서비스로 하여금 가치를 창출하는데 그 정체성을 가지고 있으며, 최신의 기술은 기존 기술의 창의적 발상을 통해 발현된 경우가 많아 기존 근로자의 보유기술 또한 비교적 큰 저항 없이 환경에 맞게 서서히 변화·적응하고 있다.

[그림 4-7]은 2007년 ~ 2017년까지의 소프트웨어 분야 직무 유형이 대내외 환경변

화에 어떠한 영향을 받아 변화하고 있는지 시각화 한 이미지이다. 워크넷의 과거 구인 공고를 취합하여 시계열 분석이 가능한 토픽모델링 기법인 다이나믹토픽모델링을 통해 분석한 결과이다. 좌측 이미지는 시대에 따라 소프트웨어 분야에 영향을 끼칠만한 큰 이슈들이며, 우측은 구인공고에서 검출된 총 43개 직무유형(50개 직무유형 중 7개는 이상치로 판정하여 제외)이 시간의 흐름에 따라 어떠한 직무와 유사해지고 있는지를 보여주고 있다. 종합적으로 우리는 일자리가 큼지막한 이슈에 영향을 받아 변화하고 있는 모습을 볼 수 있다. 특히 빅데이터 시장에 대한 글로벌한 기대가 커지기 시작한 2012년부터는 변화의 폭이 전반적으로 커지는 현상을 실증적으로 보여준다. 이러한 트렌드는 2018년도 들어서도 현재 진행형이다.

본 절에서는 2018년도 소프트웨어 분야 직업 중 특정 직업수요 비중이 어떠한지와 다년도 데이터에 대한 직업 수요 증감 추세를 봄으로써 현 시점 직업 수요의 위상과 추이를 알아보겠다. 결과데이터 추출을 위한 상세한 언급은 1절에 명기되어 있다. 향후 제시 될 데이터들은 그런 의미에서 결과를 중심으로 거론하겠다.



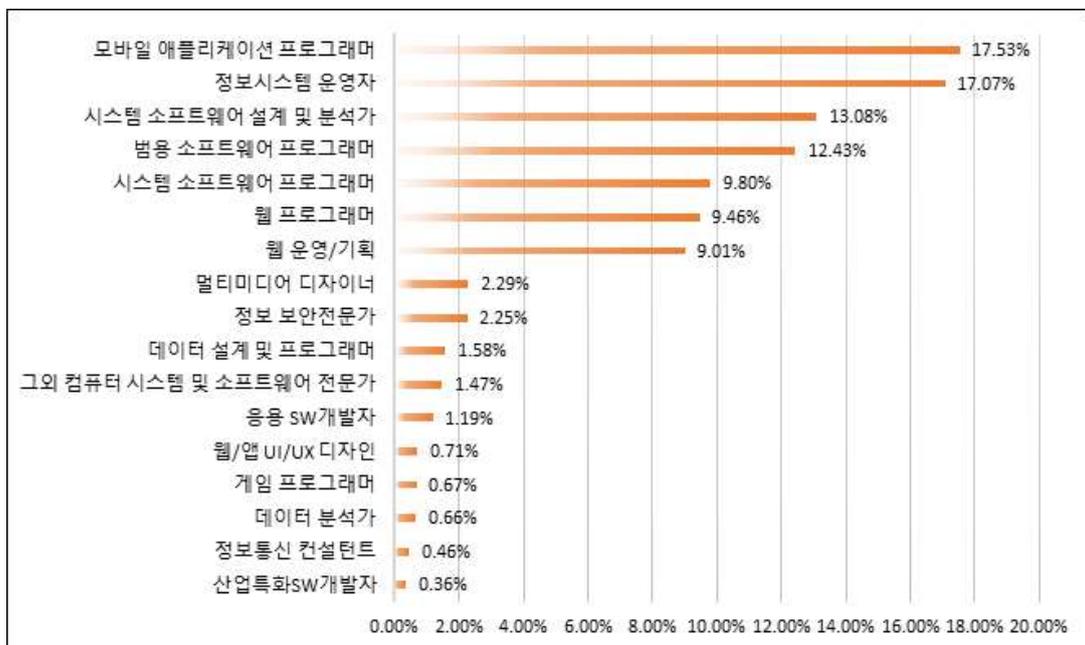
[그림 4-7] 최근 10년간 소프트웨어 이슈와 일자리의 직무 변화

• 2018년 소프트웨어 분야의 일자리 수요

국내 소프트웨어 분야 일자리는 웹/모바일 부문에서 꾸준히 높은 수요를 유지하고

있다. 총 17개 직업 중 모바일 애플리케이션 프로그래머가 1위(17.53%), 웹 프로그래머가 6위(9.46%), 웹 운영자 또는 웹 기획자가 7위(9.01%)를 기록하며 소프트웨어 분야 직업 전체의 약 1/3 수준으로 나타났다. 한편, 정보시스템 운영자는 전체 소프트웨어 분야 직업 중 유일한 유지 관리 부문의 전문화 된 직업으로서 2위(17.07%)를 차지하였다.

오랫동안 국내 유망 직업으로 손꼽히고 있는 데이터 관련직은 구체적인 일자리 수요가 나타나지 않고 있다. 데이터 설계 및 프로그래머는 기존의 데이터베이스 관리 및 쿼리 개발 등에 해당하는 직무로 꾸준한 수요가 감지되었으나, 신규 직업으로 볼 수 있는 데이터 분석가의 경우 고급인력의 범주에 해당하여 중소·중견기업 구인공고로 구성된 본 연구의 데이터 상 크게 드러나지 않았다.



[그림 4-8] 2018년 소프트웨어 분야 직업별 고용수요 비중(1~3분기)

모바일 앱 분야는 일찍이 레드오션으로 평가받는 시장으로서 새로운 가치창출의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔었다. 실제 2015년 이후 부터는 모바일 환경을 중심으로 한 게임이나 그 밖의 애플리케이션 기업 영업이익이 감소하고 있다는 진단이 속속들이 등장하고 있다. 그럼에도 현재의 높은 수요가 말해주는 것은 그간 비모바일 환경에서만 동작하던 다양한 어플리케이션들이 IoT, 클라우드 등의 활용 증가에 의해 모바일 환경을 요구하고 있다는 것이다. 또한, 중국의 IP를 구입하여 국내 시장에서 유통되는

모바일 앱 또는 게임이 상당량을 차지하게 됨에 따라, 신규 가치를 창출하기 보다는 해외 콘텐츠를 국내 입맛에 맞게 활용하는 시장의 비중이 견고한 점유를 차지하고 있다는 점을 추측해 볼 수 있다.

### · 소프트웨어 직업의 고용수요 변화

해당 파트에서는 분석 대상이 되는 소프트웨어 직업 각각의 최근 10년간 실제 구인 공고 변화 추이 및 향후 3년간의 수요를 예측해보았다. 연간 데이터 예측을 위해 시계열 모형 중 가장 일반적으로 활용되는 지수 평활법(Exponential Smoothing)을 활용하였고 95% 신뢰수준에서 신뢰한계에 따라 변화 가능한 범위를 제시하였다. 2018년의 구인공고가 3분기까지의 데이터이며, 각 모형의 해당 수치가 분석된 구인공고의 실제 건수이기 때문에 국내 종사자 전체를 대변하지 않는다. 그러므로 대략적인 추이를 가늠할 수 있으나 전체 소프트웨어 구인수요로 오인하면 곤란하다.

#### ① 산업특화SW개발자

산업특화SW개발자는 범용적으로 쓰이는 소프트웨어가 아닌 각 도메인에서 특수하게 쓰이는 소프트웨어를 개발하는 전문성이 높은 직업이다. 이와 같은 특성을 지니는 소프트웨어 인력의 경우 일반적으로 타 산업에 속해있는 경향이 강하기 때문에 전통적인 통계 수치에 쉽사리 감지되지 않는다는 특징이 있다. 해당 직업의 수요는 2017년 갑작스럽게 증가하는 이상치를 보였다. 갑작스런 수요증가의 원인으로서는 IoT, 클라우드, 센서 등 타산업에 친숙하거나 관련성이 높은 기술부문의 공공 발주의 증가가 일시적으로 증가함에 따른 인력 충원의 여파로 해석된다. 예측치를 고려하였을 때 인력 수요는 2017년 수준까지는 아니더라도 점진적으로 상승할 것으로 예상된다.

#### ② 범용 소프트웨어 프로그래머

범용 소프트웨어 프로그래머는 ERP부문의 개발이 주류를 이루고 있는 기업의 종사자로 해석될 수 있다. 인력 수요는 꾸준히 유사한 수준을 유지하고 있으며, 큰 변동성을 보이지 않고 있다. ERP라는 소프트웨어의 목적 상 지속적인 솔루션 소요가 어느 정도 보장되고 있기 때문에, 기존 인력의 이탈에 대한 평균적인 선에서의 보합 수준에서 머무르고 있다 볼 수 있다. 향후에도 큰 변화를 보이지 않고 완만한 수준으로 수요가 지속될 것이라 예상된다.



[그림 4-9] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(산업특화SW개발자)



[그림 4-10] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측(범용 소프트웨어 프로그래머)

### ③ 모바일 어플리케이션 개발자

모바일 어플리케이션 개발자는 2009년부터 현재에 이르기까지 완만한 수요 상승을 경험하였다. 그러나 2014년 이후 포화상태에 이르러 상승추세가 멈춰있는 상황이다. 그럼에도 불구하고, 소프트웨어 분야 일자리 전체 대비 상대적인 비중으로 보았을 때 가장 큰 비중을 차지하는 직업으로서 이러한 추세는 당분간 이어질 것으로 전망된다.



[그림 4-11] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(모바일 어플리케이션 개발자)

### ④ 게임 프로그래머

게임 분야의 경우, 꾸준히 일정 범위 내 수요를 유지하고 있되, 고용수요의 변동이 상대적으로 큰 편이다. 2014년 저점을 기록한 이후, 가파른 상승곡선을 그리며 2016년 정점을 기록하였다. 이후 소폭 하락세가 우려되나 큰 영향이 있을만한 수준으로 보이지 않아 당분간 비슷한 수준을 유지할 것으로 예상된다. 신규 게임을 개발하기 보다는 중국 또는 일본의 기성품을 카피하여 서비스하는 경우가 많아져 개발 부담이 예전에 비해 크지 않은 편이나, 모바일 게임이 주류인 국내 환경상 서비스 주기가 평균적으로 짧은 편이라 계속 되는 콘텐츠 변경에 의한 신규 개발 인력 수요가 발생하고 있다 추측할 수 있다.



[그림 4-12] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(게임 프로그래머)

### ⑤ 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가

해당 직업은 기타 소프트웨어 분야 인력으로 분류되는 모든 직업을 포함한다. 그 중에 대표적인 직업으로는 소프트웨어 테스터가 있다. 기타 직업은 정규 직업이라고 규정하기에 고용 안정성이 비교적 낮은 경향이 있어 상시적인 인력 수요에 따른 변동폭이 크다. 전반적으로 2009년에 비해 절대적인 고용 수요는 증가하였고, 특히 소프트웨어 테스터의 경우엔 개별 직업으로 전문화 될 가능성이 높아 추후 국내 고용 환경의 안정성과 테스터의 꾸준한 수요가 지속된다면 독립된 직업으로 발전 될 가능성이 있다. 마찬가지로 2021년까지 완만한 상승세를 펼 것으로 보인다.

### ⑥ 응용 소프트웨어 개발자

소프트웨어 분야 직업 중 가장 일반적인 직업이며, 모바일 어플리케이션 개발자가 별도 분류됨에 따라 주로 End 유저에 대한 B2C 서비스 개발을 담당하는 직업으로 볼 수 있다. 관련 직업의 수요는 2012년 이후 가파르게 상승하다가 현재는 상승이전과 상승이후의 중간 수준으로 수렴되고 있는 상황이다.



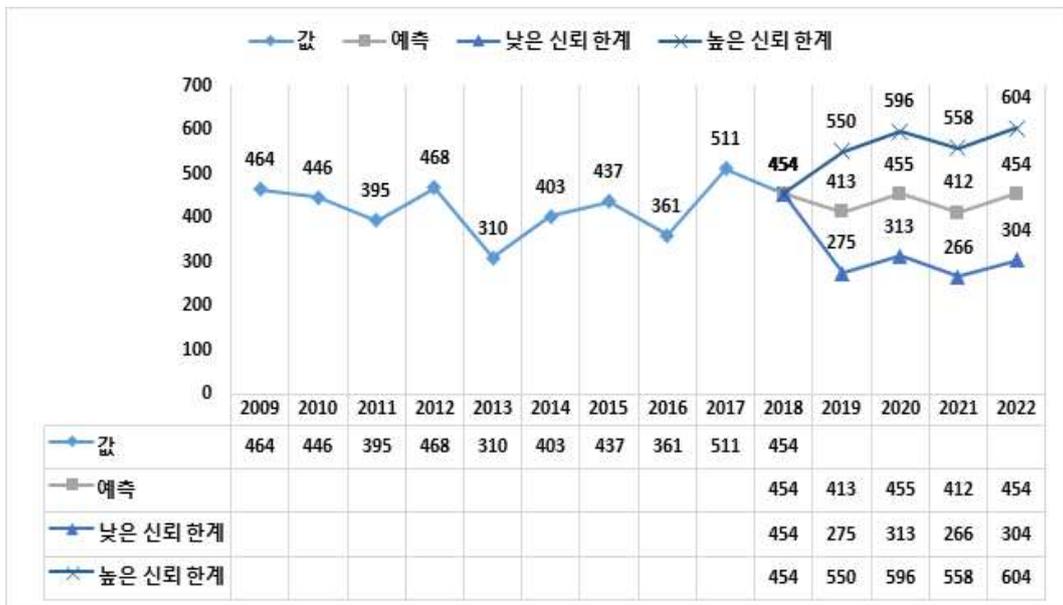
[그림 4-13] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가)



[그림 4-14] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(응용 소프트웨어 개발자)

### ⑦ 정보통신 컨설턴트

국내 컨설팅 직무는 IT서비스 업종과 관련성이 높다. 일반적으로 독립적으로 활동하는 경우 보다는 기술영업과 유사한 업무를 수행하여 컨설팅의 결과로 해당 업무를 종사 기업에 할당하는 것이 보편적인 컨설턴트의 역할이다. 컨설팅 업무는 기업의 여건에 따라 전문화 능력을 가진 인력을 채용하는 경우와 소프트웨어 기업 내 경력자가 이를 대신하는 경우로 나뉘는데, 그러다보니 해당 고용 수요 또한 매년 일정하지 않으며 적은 수요를 유지하고 있다. 향후 전망 또한 증가와 감소를 반복할 것으로 예상되나 기존 수준의 채용수요 보다 종합적으로 증가할 것으로 판단되기는 어렵다.



[그림 4-15] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(정보통신 컨설턴트)

### ⑧ 정보보안 전문가

정보보안 전문가는 네트워크와 보안 관련한 인력으로 최근 소프트웨어 분야 서비스에서 파생되는 데이터의 양이 매우 많고 그에 대한 보안이 강조되고 있는 형국이기 때문에 항상 관련 직업의 중요성이 강조된다. 흥미롭게도 관련 중요성이 강조되는 작금의 상황과는 반대로 2012~2016년의 호황기 이후 다소 하락세이다. 변동폭이 커 향후 전망을 하기엔 무리가 있다.



[그림 4-16] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(정보보안 전문가)

### ⑨ 시스템 소프트웨어 프로그래머

시스템 소프트웨어는 사용자와 직접적인 커뮤니케이션을 하지 않는 환경 제공 기능을 중점적으로 하는 소프트웨어로 이해하면 편하다. 일반적으로 시스템 소프트웨어 내에는 서버나 네트워크내 통신을 위한 다리 역할을 하는 소프트웨어나, 소비자가 사용하는 다양한 편의 기기나 상업용 로봇 등에 탑재되는 펌웨어, 그보다 복잡한 수준의 미들웨어를 포괄한다. 최근 실생활에서 활용되는 각종 기기에 내포되는 형태의 IoT 친화적 소프트웨어가 떠오름에 따라 그 수요가 증가하고 있다. IoT, 클라우드 등과 함께 4차산업혁명의 원년으로 불리우는 2016년 이래 관련 수요가 급증하였으며, 당분간 현행 수요 수준을 유지할 것으로 예측되었다.

### ⑩ 시스템 소프트웨어 설계 및 분석가

시스템 소프트웨어 설계 및 분석가는 유사 직업인 시스템 프로그래머와 부분집합을 갖는 직업으로서 기존 분류체계의 신설 당시 미국표준직업분류의 기본 열개를 참고하는 과정에서 분화 된 개념이다. 기본적으로 미국은 일반 프로그래머와 설계능력을 갖춘 아키텍처를 구분하는 경향이 있는데, 이러한 경향이 국내에 적용되었다고 해석하는게 설득력을 가진다. 관련 직업은 소프트웨어 개발을 기본 직무로 하지만 소프트웨어 개발에 앞서

필요한 개발 주기, 개발 방법론, 소프트웨어의 아키텍처 등을 실제로 이해하고 적용하는 업무를 수행한다. 해당 직업은 완만한 하향세를 보이다가 2018년 들어 수요가 급증하는 현상을 보였다. 그 원인으로서는 기존 레거시 시스템에 새로운 기술 모듈로서 블록체인 혹은 인공지능 등의 탑재 수요가 강해짐에 따른 일시적인 현상으로 사료된다. 최근 수요가 증가하였음에도 불구하고 완만한 하락세가 다시 지속될 것으로 예측 되고 있다.



[그림 4-17] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(시스템 소프트웨어 프로그래머)

### ⑪ 데이터 설계 및 프로그래머

데이터베이스 관리 인력의 소요는 시스템을 고객에게 서비스 하는 관점에서 보면 필수적인 요소이다. 다만, 2013년 이후 빅데이터에 대한 관심과 더불어 기존에 신경쓰지 않아도 되었던 대용량 데이터에 대한 새로운 관리 기술들의 수요가 증가하였고 이에 따른 인력 채용기준의 변화 필요성을 체감하게 되는 다양한 데이터 기반 혁신들이 나타났다. 그러한 현상은 기존 데이터베이스 프로그래머 인력의 수요를 위축시키는 효과를 냈으나, 2018년 들어 다시 기존 수준으로 복귀하였다. 그럼에도 불구하고 향후 데이터베이스와 관련 된 인력은 점차 줄어들 것으로 예상된다. 최근 리눅스 환경으로 통일되다시피 했던 데이터베이스가 점차 간편화 됨에 따라 응용 프로그래머에게 친숙한 윈도우 환경에서 일정부분 최적화가 이루어 졌다. 이러한 기존 전문성이 요하던 직무의 간편화 또한 인력 수요의 하향에 영향을 끼칠 가능성이 있다.



[그림 4-18] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(시스템 소프트웨어 설계 및 분석가)



[그림 4-19] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(데이터 설계 및 프로그래머)

## ⑫ 데이터 분석가

데이터 분석가는 한국표준직업분류의 2017년 개정으로 인해 공식화 된 신규 직업이다. 그러나 데이터 분석가의 업무는 기존에도 존재하던 것으로서 기업 내 파생되는 데이터를 수집하여 데이터로 하여금 기업의 차후 발전 방향성이나 유의미한 통찰력을 제시하는 분석 업무로 볼 수 있다. 다만, 최근 인공지능, 빅데이터 등 데이터 기반 기술의 중요성이 향상됨에 따라 관련 기술을 보유하여 기타 정성적 분석이 아닌 정량화 된 자료에 의거한 분석에 편중되어 새로운 직업으로 전문화 되었다 볼 수 있다. 구인수요를 살펴보면 2016년 관련 수요가 폭발적으로 증가한 이후 지속적인 하향세인 것을 알 수 있으며, 이러한 현상은 데이터 분석에 전문화 된 인력이 소규모 기업에 있어 실질적으로 실무에 기여하지 못한다는 인식이 존재하기 때문인 것으로 판단된다. 전반적으로 4년 주기로 수요의 변동성이 일련의 패턴을 보이는 것을 발견할 수 있으며, 예측치도 이에 따라 변동폭이 크게 나타났다.



[그림 4-20] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(데이터 분석가)

## ⑬ 정보시스템 운영자

정보시스템 운영자는 정규직·비정규직 가릴 것 없이 모든 전산화 된 시스템이 존재하는 산업에서 공통적으로 소요되는 인력이다. 그렇기 때문에 2009년부터 2018년에 이르기 까지 큰 편차가 없는 꾸준함을 보이고 있으며, 예측치 또한 그러한 추세를 그대로 이어 받고 있음을 알 수 있다.



[그림 4-21] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(정보시스템 운영자)

#### ⑭ 웹 프로그래머

웹 프로그래머는 인터넷이 활성화 된 이후 안정적인 인력 수요 곡선을 보여주고 있는 소프트웨어 분야 일자리의 대표적인 직업으로 볼 수 있다. 이 또한 정보시스템 운영자와 마찬가지로 꾸준한 추세가 향후 3년간 이어질 것으로 예측되었다. 다만, 웹 프로그래머가 갖추어야 할 주요한 업무들에 있어 자동화 범위가 점차 넓어져 인력 한명이 수용 가능한 업무량이 많아지고 있는 추세에 비추어 볼 때, 예측치 중 낮은 신뢰한계의 하향곡선을 점차 그럴 것으로 예상된다.

#### ⑮ 웹/앱 UI/UX 개발자

웹/앱 UI/UX 개발자는 1장에서 언급한 과거 선행연구를 통해 구인공고내 식별 된 신규 직업이다. 분류체계 상 그간 UI/UX와 관련 된 직업은 디자이너의 일종으로 취급되었으나, 최근 경향에서 웹 개발 능력이 UI/UX 디자인 능력과 함께 요구되는 고용 수요가 발견됨에 따라 반영 된 직업으로 볼 수 있다. 해당 직업의 인력 수요는 4차산업혁명과 소프트웨어 관련 이슈가 점화 되었던 2017년에 한시적으로 하락하였다가 2018년 들어 기존 수준을 되찾았다. 전반적인 흐름을 보았을 때, 중소기업의 인력난이 지속되는 현 상황속에서 웹/앱 개발과 UI/UX 디자인 직무의 결합은 꾸준히 지속되는 인력의 요구 역량이 될 것으로 전망 된다.



[그림 4-22] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측 (웹 프로그래머)



[그림 4-23] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측 (웹/앱 UI/UX 개발자)

## ⑯ 웹 운영 및 웹 기획자

웹 운영자와 웹 기획자는 본래 직업분류체계 상 다른 직업으로 정의되어 있으나, 실제 현업에서 이 직업들이 하는 직무가 현실적으로 큰 차이를 보이지 않는다고 판단되어 함께 다루었다. 주로 홈페이지 또는 블로그, 소셜네트워크의 수익사업을 위한 관리 업무 또는 웹 상의 사업 성공을 위한 자체 기획 등을 하는 직업이다. 해당 직업은 페이스북에서 인스타그램으로 이동하는 소셜네트워크의 광고 전략변화와 무관하지 않은데, 2017년의 큰 수요 상승은 그간 성행했던 페이스북 플랫폼을 통한 텍스트 기반 온라인 홍보에 인스타그램과 같은 이미지 기반 홍보가 추가되면서 그에 맞춘 적합한 인력의 수요가 증가했다 해석 가능하다.



[그림 4-24] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(웹 운영 및 웹 기획자)

## ⑰ 멀티미디어 디자이너

멀티미디어 디자이너는 디지털 콘텐츠의 영역으로 바라볼 수 있는 영역 분류상 애매한 위치에 있는 직업이다. 그러나 관련 직업이 기본적으로 활용하는 영상 또는 이미지 편집 도구의 단순 사용을 넘어서서 게임 분야, 웹 운영 분야 등에 다양하게 활용됨에 따라 단순히 디자이너라고 보기 어려운 측면 또한 존재한다. 그들은 3D-max, Maya와 같은 보편적으로 활용되는 렌더링 도구뿐만 아니라, 간단한 웹 스크립트나 코딩이 가

능한 인력들로 분류가능하다. 추세는 큰 변동폭이 없을 것으로 예상되었다.



[그림 4-25] 소프트웨어 직업 연간 고용수요 변화 및 향후 예측  
(멀티미디어 디자이너)

#### • SW일자리 고용 수요 변동성 분석

앞서 살펴본 소프트웨어 분야의 일자리 지형에서 보이는 것처럼 고용수요가 직업에 따라 불안정한 추이를 보이기도, 그렇지 않고 완만한 추이가 지속되는 경우 등 다양한 것을 알 수 있다. 우리는 안정적인 수요를 보이는 일자리와 그렇지 않은 일자리에 대한 논의를 위해 각 소프트웨어 분야 직업에 대한 수요 변동성을 측정하였다. 측정 방법론으로는 이동 표준편차(rolling standard deviation)을 활용하였다. 해당 방법론은 시계열 데이터의 변동성을 파악하는데 가장 널리 사용하고 있는 방법론으로서 아래와 같은 산식에 의해 계산 된다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Ex - x_i)^2}$$

우리는 계산에 앞서 각 직업의 구인공고 수가 서로 각기 다르다는 점에 착안, 모든 구인 수요에 대하여 0~1사이의 수치로 정규화 하는 작업을 수행하였다. 이를 통해 직업 간 수요 변동성 수준을 직접 비교 가능하도록 하였다.

〈표 4-3〉 소프트웨어 분야 일자리 수요 변동성(정규화)

직업명	년도											이동 표준 편차
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
산업특화SW개발자	0.215	0.270	0.280	0.342	0.367	0.253	0.299	0.339	1.000	0.280	<b>0.228</b>	
범용 소프트웨어 프로그래머	0.879	0.876	0.927	0.899	0.837	0.892	0.866	0.885	1.000	0.914	<b>0.044</b>	
모바일 애플리케이션 프로그래머	0.634	0.752	0.766	0.830	0.899	0.997	0.982	1.000	0.971	0.831	<b>0.125</b>	
게임 프로그래머	0.660	0.757	0.833	0.772	0.710	0.618	0.895	1.000	0.965	0.748	<b>0.126</b>	
그 외 소프트웨어 전문가	0.586	0.549	0.596	0.722	0.702	1.000	0.613	0.948	0.749	0.686	<b>0.151</b>	
응용 SW개발자	0.632	0.622	0.557	0.574	0.680	0.925	0.866	1.000	0.771	0.688	<b>0.153</b>	
정보통신 컨설턴트	0.907	0.873	0.772	0.915	0.606	0.789	0.855	0.706	1.000	0.888	<b>0.115</b>	
정보 보안전문가	0.455	0.472	0.587	0.840	0.890	0.877	0.965	1.000	0.443	0.720	<b>0.219</b>	
시스템 소프트웨어 프로그래머	0.861	1.000	0.956	0.829	0.746	0.669	0.646	0.645	0.848	0.799	<b>0.124</b>	
시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	1.000	0.970	0.857	0.812	0.832	0.734	0.758	0.755	0.616	0.867	<b>0.113</b>	
데이터 설계 및 프로그래머	0.940	0.950	1.000	0.944	0.913	0.987	0.857	0.807	0.501	0.927	<b>0.146</b>	
데이터 분석가	0.770	0.652	0.562	0.618	0.717	0.533	0.532	1.000	0.815	0.660	<b>0.146</b>	
정보시스템 운영자	0.887	0.845	0.957	0.999	1.000	0.972	0.971	0.922	0.873	0.944	<b>0.054</b>	
웹 프로그래머	0.941	0.978	1.000	0.989	0.974	0.873	0.999	0.989	0.600	0.942	<b>0.121</b>	
웹/앱 UI/UX 디자인	0.745	0.772	0.577	0.614	0.728	0.519	0.426	0.376	1.000	0.597	<b>0.183</b>	
웹 운영/기획	1.000	0.758	0.680	0.661	0.636	0.672	0.647	0.584	0.836	0.723	<b>0.121</b>	
멀티미디어 디자이너	0.653	0.581	0.538	0.455	0.515	0.536	0.611	0.549	1.000	0.553	<b>0.151</b>	

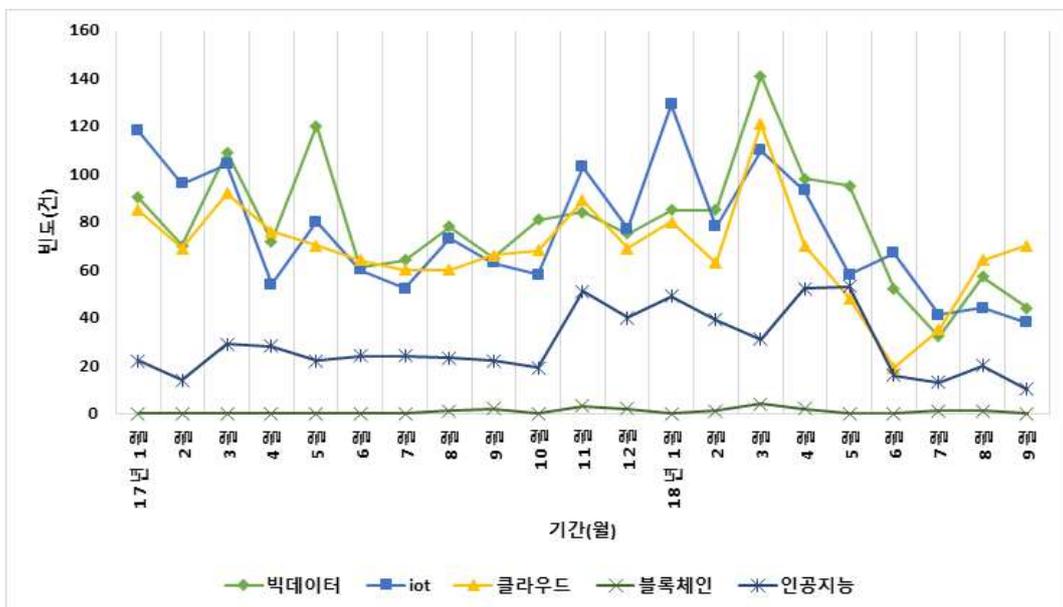
〈표 4-3〉의 결과에서 보이듯 산업특화SW개발자는 이동 표준편차가 0.228로 타 직업들에 비하여 상대적으로 높은 변동성을 보임을 알 수 있다. 변동성이 높다는 것은 그만큼 매 주기별 수요가 일정하지 않음을 의미하는 것으로, 0.2 수준을 넘는 직업, 가령 정보보안전문가 또한 마찬가지로 수요의 불안정함을 가진 직업임을 알 수 있다. 반면 가장 안정적인 수요추이를 보이는 직업은 범용 소프트웨어 프로그래머와 정보시스템 운영자였다. 지속적인 업무 이슈가 발생하는 전통적인 직업군으로서 높은 안정성을 예상할 수 있는 직업이고 실제로 그러한 결과가 나온 것을 알 수 있다.

결과적으로 우리는 국내 소프트웨어 분야 일자리 중 ERP관련직과 전산 운영직의 안정적인 일자리 공급이 이루어지고 있음과 동시에 특정 산업에 특화된 소프트웨어 개발이나, 정보 보안 측면의 인력은 수요가 들쭉날쭉하여 관련된 인력 공급에 대한 고려를 할 때 보다 신중해야 함을 데이터로서 제시하였다.

## 2. 유망 기술 관점의 구인 수요 변화 분석

공공 또는 언론에서 이슈를 제기할 때, 그 이슈의 중심이 되는 것은 특정 직업이 아닌 급진적인 기술이 되는 경우가 많다. 실제로 2013년 이래 지속적으로 이어져온 빅데이터, 2016년의 인공지능 열풍, 2018년 블록체인 등 그 모두가 응용의 여지가 있는 기술이나 환경요소이다. 본 보고서는 사회에서 중요하다고 생각하는 기술요소가 실제 구인공고에 등장하는 빈도를 파악함으로써 각 기술에 대해 현업에서 갖는 관심을 측정해 보고자 하였다.

보고서에서 알아보고자 한 기술 요소는 총 5가지로, 빅데이터, IoT, 클라우드, 블록체인, 인공지능이다. 각각의 기술에 대하여 우리는 2017년 1월 1일 ~ 2018년 9월 30일 까지 약 2년 남짓 동안의 구인공고 내 언급을 월 단위로 집계하였다. 집계 과정에서 고려해야 할 부분은 월별 구인공고 수의 차이가 발생할 때 이를 등장빈도에 반영할 것인지에 대한 여부이다. 우리는 월별 구인공고내 기술 어휘가 등장할 시, 총 등장한 5가지의 기술 어휘에서 해당 기술이 차지하는 비중을 별도 집계하였다. [그림 4-26, 표 4-4]는 월별 유망 기술들의 구인공고 내 등장 빈도 변화를 보여준다.



[그림 4-26] 구인공고 내 유망 기술 등장 빈도 추이

〈표 4-4〉 구인공고 내 유망 기술 등장 빈도 추이

(단위 : 건)

2017년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
빅데이터	90	70	109	72	120	61	64	78	65	81	84	75
iot	118	96	104	54	80	60	52	73	63	58	103	77
클라우드	85	69	92	76	70	64	60	60	66	68	89	69
블록체인	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	2
인공지능	22	14	29	28	22	24	24	23	22	19	51	40
2018년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월			
빅데이터	85	85	141	98	95	52	32	57	44			
iot	129	78	110	93	58	67	41	44	38			
클라우드	80	63	121	70	48	19	35	64	70			
블록체인	0	1	4	2	0	0	1	1	0			
인공지능	49	39	31	52	53	16	13	20	10			

눈여겨 볼 부분은 2017부터 이어져 2018년까지 화두가 되었던 블록체인에 대한 실제 구인공고 내 키워드 빈도가 거의 전무하다는 점이다. 비트코인이 사회적인 논란이 되기 시작하고 블록체인이라는 기반 기술이 수면위로 떠오르게 된 2017년 하반기부터 차츰 나타나기 시작했던 관련 기술에 대한 언급은 2018년 3월에 기록한 4건이 조사 기간 중 가장 많을 정도로 등장하지 않음을 알 수 있다. 이는 아직 관련인력을 수용할 정도로 블록체인 기반 사업에 대한 법적·제도적인 정비가 이루어지지 않기 때문으로 추정 가능하다. 때문에 향후 관련 제도가 순방향으로 정비 된 이후에는 그에 따른 인력수요가 가시화 될 것으로 예상 된다.

빅데이터는 총 1,658건으로 가장 빈번히 언급되는 어휘로 집계되었다. 유망 기술 중 가장 오랫동안 언급되었던 기술 군에 속하기 때문에, 연말에서 연초 사이의 고용수요가 높아지는 통상적인 인력 수요 패턴을 가지고 있다. 반면, 최근에 가까워질수록 2017년 동기와 대비하여 언급 빈도가 확연히 줄어들고 있다. 이는 작년과 비교하였을 때 구인수요 자체가 감소한 것도 영향이 있겠으나, 일자리 내 빅데이터와 관련된 전문화된 수요가 2017년과 비교하였을 때 하락하고 있음을 시사한다.

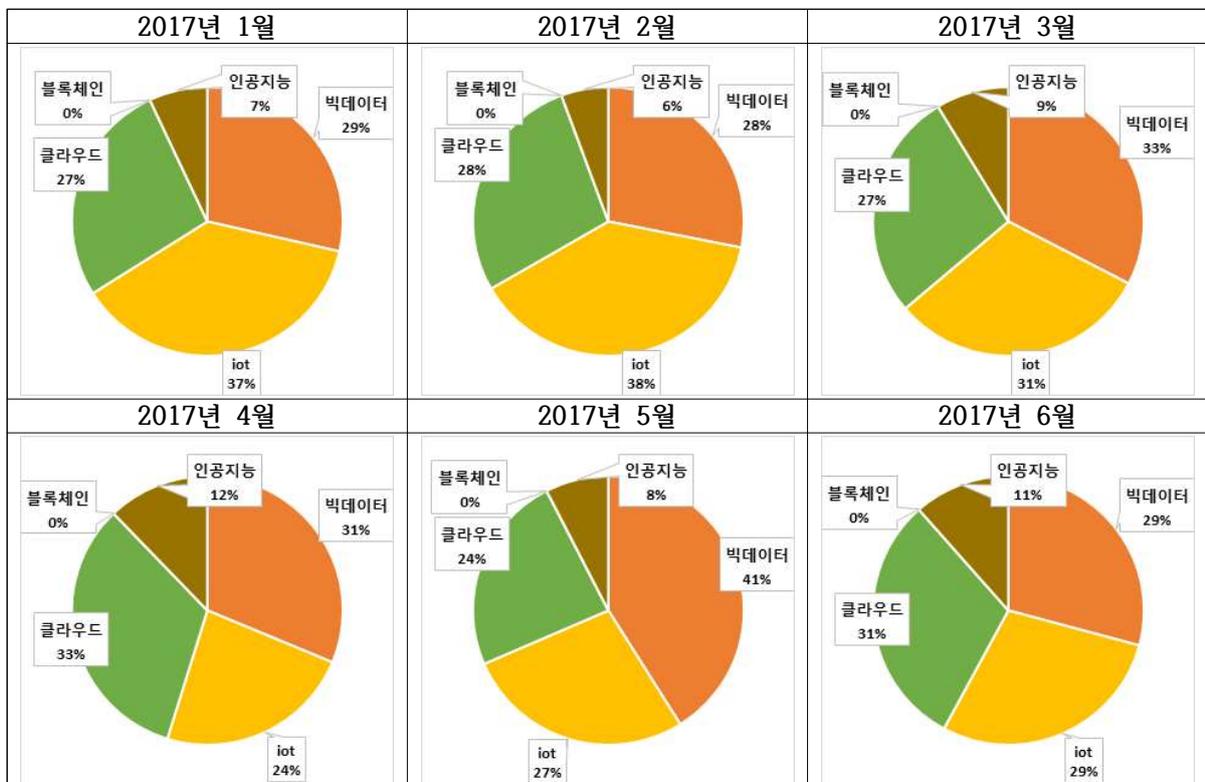
총 1,596회의 언급을 기록한 IoT도 빅데이터와 유사한 패턴을 보이고 있다. IoT 기술의 기반이 되는 요소가 데이터이기 때문에 관련 언급이 동시에 이루어지는 경우가 많은 것으로 추정된다.

클라우드를 독자적인 노선을 띄고 있다. 타 기술과 비교하였을 때 상대적으로 매월 일정 수준의 언급 빈도를 기록하여 특정 계절에 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 한편, 2018년 6월 클라우드의 언급 빈도가 급락하는 현상을 볼 수 있는데, 가장 고용수요가 적은 기간(6~7월)에 해당하기 때문에 일시적인 이상치로 판단하였다.

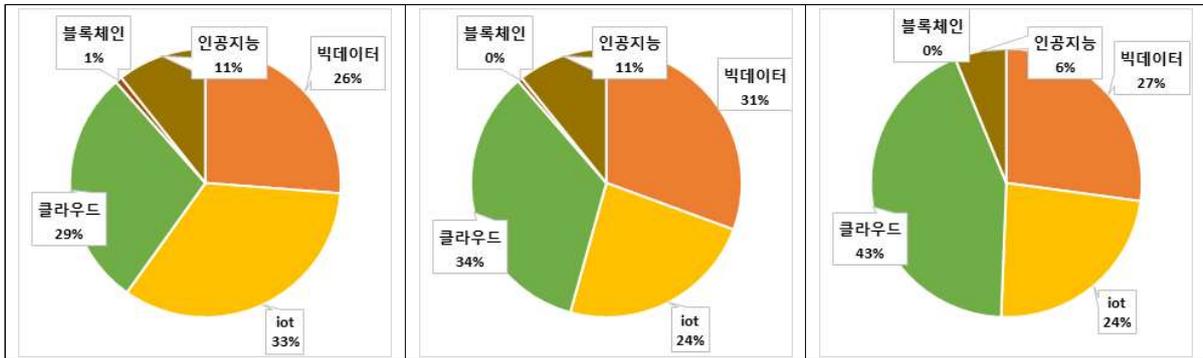
마지막으로 인공지능은 타 기술들에 비하여 비교적 적은 언급 빈도를 보인 기술요소로서, 2017년 11월 ~ 2018년 5월까지의 인력수요가 높은 시기에 잠시 반등하였으나 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. 흥미로운 점은 2017년 말을 제외하면 전체적으로 낮은 언급을 하는 기술임이 무색할 정도로 사회적으로는 가장 관심도가 높은 기술이라는 부분이다. 이는 일자리의 80% 이상을 차지하는 중소기업의 관점에서 아직 인공지능 기술에 대한 수요가 크지 않으며, 인공지능 기술을 통해 기존의 사업에 어떠한 가치를 창출할 수 있는지 고려가 이행되고 있는 시기이기 때문으로 추정해볼 수 있다.

매월 각 유망기술의 언급 빈도에 대한 비중을 살펴본 자료는 <표 4-5>을 통해 확인할 수 있다.

<표 4-5> 월별 구인공고내 유망기술 키워드 언급 비중







### 제3절 국내 SW일자리의 요구 스킬 분석

소프트웨어 분야는 과거부터 현업이 필요로 하는 인재의 역량과 교육기관에서 수행하는 교수방향 간 미스매치 문제가 끊임없이 제기되어 오던 분야이다. 원인을 탐색하면 다양한 관점에서의 해석이 존재할 수 있겠으나, 근본적으로 배워야 할 기술이 매우 많고, 각 분야별 활용하는 세부 기술이 제각각이라 교육과정상에 모든 것을 다 포괄하기 어렵다는 점이 어려운 문제이다. 여기에 더불어, 실전에서 활용할 수 있는 기술에 대한 내용으로 커리큘럼을 채우는 것 또한 논란의 여지가 있다. 1970년대에서부터 정립된 소프트웨어와 관련된 다양한 이론들을 차치하고 실전 기술 위주의 대학교육이 필요하다는 것 자체가 학계에서는 수용하기 어려운 부분이기 때문이다. 결국 학계가 감당할 수 있는 수준의 효율적인 현업과 연계 가능한 교수 방향의 개발, 이것이 현재까지 쉽사리 해결되지 않는 문제이자 현안 해결을 위해 건드려야 할 핵심이다.

한편 관련 전공에 재학 중이거나 졸업을 앞둔 청년들, 정책을 수립하고 전체적인 인재양성 사업을 수행해야 하는 주체들은 소프트웨어 분야에서 ‘현재’ 쓰이고 있고 필요로 하는 기술을 쉽게 파악하기 어렵다. 가장 기초가 되는 실전 학문인 C와 JAVA, Python 등 유관분야에서 익숙한 기술명칭이 다양한 커리큘럼에 빈번히 등장하는 것도 이런 부분에서 기인한다고 유추할 수 있다. 이처럼 현업에서의 불만과 다양한 이해당사자간의 만족도를 높이기 위한 주요한 한걸음은 현 시점 소프트웨어 분야 직업에서 활용 되는 기술이 무엇인지 파악하는 과정일 것이다. 그런 의미에서 본 절은 국내 소프트웨어 분야 일자리가 요구하는 스킬에 대한 논의를 하고자 한다.



여기에 추가적으로 연구를 위해 각 직업 구인수요에서 요구하는 지식 요건에 대해 검토하였다. 여기에서 지식이란 O\*net의 직업이 요구하는 Knowledge와 동일한 의미로, 해당 도메인에 대한 지식의 필요성을 다루고 있고 총 22종의 전공 지식으로 나뉜다. 우리는 기술의 매핑과 마찬가지로 방법으로 지식 요건에 대한 매핑을 수행하였다. 22건의 지식 요건 중 하나인 신학(Clerical)에 해당하는 부분은 실질적인 직무 활용 요건이 되기보다는 신념에 관련 된 부분으로서 분석에서 제외하였다. 이에 대한 결과는 아래 [그림 4-28]로 표현된다.

	산업특화SW개발자	범용 소프트웨어 프로그래머	모바일 애플리케이션 프로그래머	게임 프로그래머	그외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가	응용 SW개발자	정보통신 컨설턴트	정보 보안전문가	시스템 소프트웨어 프로그래머	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	데이터 설계 및 프로그래머	데이터 분석가	정보시스템 운영자	웹 프로그래머	웹/앱 UI/UX 디자인	웹 운영/기획	멀티미디어 디자이너
Administration and Management	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0
Biology	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemistry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Communications and Media	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Computers and Electronics	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Customer and Personal Service	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Design	0	0.07	0	0	0.03	0.02	0.01	0.02	0	0.08	0.24	0	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01
Economics and Accounting	0.04	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0
Education and Training	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Engineering and Technology	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0.16	0.02	0.01	0.02	0	0	0	0.01	0.03	0.01	0.01	0
English Language	0.03	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.02	0	0
Foreign Language	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geography	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mathematics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0
Mechanical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personnel and Human Resources	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Production and Processing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sales and Marketing	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0
Sociology and Anthropology	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Telecommunications	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[그림 4-28] 국내 소프트웨어 분야 직업별 지식 수요 조건도(21개 지식)

이처럼 각각의 도메인 지식과 국내 소프트웨어 분야 직업에서의 수요를 교차 비교해보면 우리는 각각의 직업이 반드시 관련 전공분야에 해당하는 지식만을 요구하지 않는다는 사실을 알 수 있다. 가령 웹 프로그래머가 타 소프트웨어 직업에 비해 상대

적으로 경영 지식이 필요하다는 점은 흥미로운 부분이다. 반면 일반적인 인식이 맞다는 점을 증명하는 결과도 존재하는데, 데이터 분석가의 경우 수학 지식이 가장 중요한 요소로 꼽힌다는 점이다. 이는 미국표준직업분류에서 데이터 과학자가 수학 관련 직업으로 분류되고 있는 공식화된 사실과도 일치하는 결과라고 사료된다.

아래부터는 간단히 직업별 기술수요에 대해 제시하겠다. 앞서 다루었지만 기술 활용 정도의 차등화는 HDP 모델의 결과로서 산출된 직업 별 어휘의 동시등장 빈도율에 기반 한다.

<표 4-6> 국내 소프트웨어 분야 직업별 기술 활용 정도 상위 10건

활용 정도	정보통신 컨설턴트	정보 보안전문가
1	PHP: Hypertext Preprocessor	Microsoft Visual C#
2	Network security auditing software	Microsoft .NET Framework
3	Android	Adobe Systems Adobe Photoshop
4	Microsoft ASP.NET	Adobe Systems Adobe Illustrator
5	Network monitoring software	Microsoft ASP.NET
6	Oracle Java	Content filter software
7	Content filter software	Systems and application deployment and migration software
8	JavaScript	Microsoft Visual Basic
9	DBTools Software DBManager Professional	Structured query language SQL
10	Enterprise resource planning ERP software	Autodesk AutoCAD
11	Microsoft Visual C++	JavaScript
12	Microsoft Visual C#	Enterprise resource planning ERP software
13	Microsoft Excel	PHP: Hypertext Preprocessor
14	Spring Framework	Oracle DBMS
15	Linux	Microsoft Visual C++
활용 정도	시스템 소프트웨어 프로그래머	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가
1	Database design software	Application management software
2	DBTools Software DBManager Professional	Web server software
3	Microsoft Visual C#	Content filter software
4	Web server software	Enterprise resource planning ERP software
5	Enterprise resource planning ERP software	Microsoft Visual C++
6	Microsoft Visual C++	PHP: Hypertext Preprocessor
7	PHP: Hypertext Preprocessor	Microsoft Visual C#
8	Oracle Java	Apple Macintosh OS
9	JavaScript	Microsoft ASP.NET

10	Content filter software	Android
11	Linux	Linux
12	Systems and application deployment and migration software	DBTools Software DBManager Professional
13	Structured query language SQL	Systems and application deployment and migration software
14	Microsoft .NET Framework	JavaScript
15	Adobe Systems Adobe Photoshop	Microsoft .NET Framework
<b>활용 정도</b>	<b>정보시스템 운영자</b>	<b>웹 프로그래머</b>
1	Microsoft Visual C++	PHP: Hypertext Preprocessor
2	Microsoft Visual C#	JavaScript
3	Web server software	Database design software
4	Linux	Linux
5	Systems and application deployment and migration software	MySQL
6	Android	Android
7	Oracle Java	Network security auditing software
8	PHP: Hypertext Preprocessor	DBTools Software DBManager Professional
9	Network monitoring software	jQuery
10	Microsoft .NET Framework	Database management software
11	Enterprise resource planning ERP software	Application management software
12	Content filter software	Oracle DBMS
13	Application management software	Systems and application deployment and migration software
14	DBTools Software DBManager Professional	Cloud computing servers
15	JavaScript	Oracle Java
<b>활용 정도</b>	<b>산업특화SW개발자</b>	<b>범용 소프트웨어 프로그래머</b>
1	Cloud computing servers	Android
2	Application management software	Customer relationship management CRM software
3	Google Analytics	PHP: Hypertext Preprocessor
4	Enterprise resource planning ERP software	Web server software
5	Web server software	Application management software
6	DBTools Software DBManager Professional	JavaScript
7	Oracle Java	Microsoft .NET Framework
8	Android	Adobe Systems Adobe Photoshop
9	Systems and application deployment and migration software	Apple Macintosh OS
10	JavaScript	Content filter software
11	PHP: Hypertext Preprocessor	Enterprise resource planning ERP software

12	Microsoft Visual C#	Database security software
13	Network security auditing software	Adobe Systems Adobe Illustrator
14	Linux	Microsoft Visual C#
15	Microsoft Visual C++	Graphical user interfaces GUI
<b>활용 정도</b>	<b>모바일 애플리케이션 프로그래머</b>	<b>게임 프로그래머</b>
1	Web server software	Network monitoring software
2	Linux	Adobe Systems Adobe Illustrator
3	Oracle Java	JavaScript
4	Microsoft Visual C#	Graphics processing unit GPU
5	Android	Autodesk Maya
6	JavaScript	DBTools Software DBManager Professional
7	Microsoft Visual C++	Microsoft .NET Framework
8	Cloud computing servers	Oracle Java
9	PHP: Hypertext Preprocessor	PHP: Hypertext Preprocessor
10	OpenGL	Spring Framework
11	Adobe Systems Adobe Photoshop	Linux
12	Content filter software	IBM Middleware
13	Application management software	Web server software
14	YouTube	Cloud computing servers
15	Structured query language SQL	jQuery
<b>활용 정도</b>	<b>그외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가</b>	<b>응용 SW개발자</b>
1	Application management software	Linux
2	Android	DBTools Software DBManager Professional
3	Systems and application deployment and migration software	UNIX
4	Web server software	Microsoft Visual C#
5	Cloud computing servers	Oracle DBMS
6	Media storage management software	Systems and application deployment and migration software
7	Content filter software	Web server software
8	Graphical user interface GUI design software	Structured query language SQL
9	Database design software	Microsoft Visual C++
10	Enterprise resource planning ERP software	Remote access software
11	Oracle Java	Database capacity planning software
12	Apple Macintosh OS	PHP: Hypertext Preprocessor
13	Autodesk AutoCAD	Network security auditing software
14	Microsoft Excel	Microsoft .NET Framework
15	PHP: Hypertext Preprocessor	JavaScript

활용 정도	데이터 설계 및 프로그래머	데이터 분석가
1	Data analysis software	JavaScript
2	DBTools Software DBManager Professional	Data analysis software
3	Oracle DBMS	PHP: Hypertext Preprocessor
4	Web server software	Spring Framework
5	Adobe Systems Adobe Illustrator	Oracle Java
6	Adobe Systems Adobe Photoshop	Graphics processing unit GPU
7	Application management software	Node.js
8	Customer relationship management CRM software	Network security auditing software
9	Content filter software	XML Path Language XPATH
10	Android	Android
11	Linux	Microsoft Visual C#
12	UNIX	MySQL
13	JavaScript	Oracle DBMS
14	Microsoft Excel	Microsoft ASP.NET
15	Adobe Systems Adobe Flash	jQuery
활용 정도	웹/앱 UI/UX 디자인	웹 운영/기획
1	Facebook	Google
2	Application management software	Oracle Java
3	Web servers	Microsoft Excel
4	Cloud computing servers	Oracle DBMS
5	Android	Structured query language SQL
6	Oracle DBMS	Cloud computing servers
7	DBTools Software DBManager Professional	Web server software
8	Web server software	MySQL
9	Microsoft Visual C#	Content filter software
10	Structured query language SQL	Microsoft Visual C++
11	Microsoft .NET Framework	Adobe Systems Adobe Flash
12	Oracle Java	Microsoft .NET Framework
13	JavaScript	Remote access software
14	Systems and application deployment and migration software	Adobe Systems Adobe Illustrator
15	Enterprise resource planning ERP software	Apache Webserver
활용 정도	멀티미디어 디자이너	
1	OpenGL	
2	Adobe Systems Adobe Photoshop	
3	Autodesk 3ds Max	

4	Web server software	
5	Enterprise resource planning ERP software	
6	Network monitoring software	
7	Media storage management software	
8	DBTools Software DBManager Professional	
9	Microsoft Excel	
10	Linux	
11	Cloud computing servers	
12	Microsoft Visual C++	
13	JavaScript	
14	Network security auditing software	
15	Microsoft Visual C#	

## 2. 국내·미국 SW직업 간 요구 스킬 유사성 비교

국내 소프트웨어 분야의 정책 또는 교육에 대한 고려과정에서 가장 빈번히 참고 되는 국가가 미국이다. 미국에 글로벌 소프트웨어 기업 다수가 포진하고 있어서인 이유도 분명 있겠으나, 그런 부분을 차치하고서라도 소프트웨어 분야에 대해 미국이 선도 국가라는 점은 누구도 부인하기 어려울 것이다.

여기에서 중요한 점은 국내와 미국은 분명 활용하는 도구, 직업을 구성하는 직무의 차이, 요구하는 지식 등 다양한 부문에서 국가 간 차이가 있다는 점이다. 그럼에도 불구하고 미국의 선진 사례를 벤치마크하거나 일부 표방하여 국내 실태를 개선하려는 노력을 수행하는데 있어, 국내와 미국의 직업 환경 차이를 고려할 마땅한 자료가 존재하지 않는다는 점이 문제로 볼 수 있다. 우리는 본 장을 통해 제시한 국내 소프트웨어 기술 매핑 결과와 미국의 소프트웨어 직업에서 요구하는 기술간 유사성을 비교하려 하였다. 이를 통하여 국내와 미국이 같은 소프트웨어 분야에서 얼마나 큰 차이를 보이고 있는지 정량화 된 데이터를 도출하였다. 이를 통해 우리가 어떠한 형태로 미국의 소프트웨어 산업 풍토를 수용해야만 할 지 논의해본다.

미국의 소프트웨어 분야 직업은 2010년도 기준 표준분류상 총 12개의 큰 분류를 가진다. 그 중에는 기타 직업으로 분류된 경우가 있는데, 여기에는 국내 부문에서도 언급했었던 소프트웨어 테스터, 데이터베이스 관련 직업, 데이터 분석 직업, 게임, 웹 관

런 직업 등이 포진되어 있어 막연하게 모두 일괄적으로 기타 직업으로 묶기는 어렵다. <표 4-7>은 미국 표준직업분류상 소프트웨어 분야 직업으로 간주할 수 있는 직업 및 그에 따른 국내 분석 직업의 매핑 테이블을 제시하고 있다.

<표 4-7> 미국 표준직업분류상의 소프트웨어 직업 및 국내 분석 직업 매핑

코드 구분	직업 명칭	국내 매핑 가능 직업
15-1121.00	Computer Systems Analysts	· 정보통신 컨설턴트
15-1122.00	Information Security Analysts	· 정보보안 전문가
15-1131.00	Computer Programmers	· 응용 SW개발자
15-1132.00	Software Developers, Applications	· 산업특화SW개발자 · 범용 소프트웨어 프로그래머 · 모바일 애플리케이션 프로그래머
15-1133.00	Software Developers, Systems Software	· 시스템 소프트웨어 프로그래머 · 시스템 소프트웨어 설계 및 분석가
15-1134.00	Web Developers	· 웹 프로그래머
15-1141.00	Database Administrators	· 데이터 설계 및 프로그래머
15-1142.00	Network and Computer Systems Administrators	· 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
15-1143.00	Computer Network Architects	· 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
15-1151.00	Computer User Support Specialists	· 정보시스템 운영자
15-1152.00	Computer Network Support Specialists	· 정보시스템 운영자
15-1199.00	Computer Occupations, All Other	· 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
15-1199.01	Software Quality Assurance Engineers and Testers	· 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가
15-1199.03	Web Administrators	· 웹 운영/기획자
15-1199.06	Database Architects	· 데이터 설계 및 프로그래머
15-1199.07	Data Warehousing Specialists	· 데이터 설계 및 프로그래머 · 데이터 분석가
15-1199.11	Video Game Designers	· 게임 프로그래머

미국표준직업분류는 2018년 개정안이 고시되어 Data Scientist와 같은 신규 직업이 반영되었으나, 본 연구에서는 미국의 직업정보네트워크 O\*net의 2018년도 직업 분류에 맞춘 개정작업이 아직 진행 중인 점을 고려하여, O\*net의 과거 직업분류를 준용하였다.

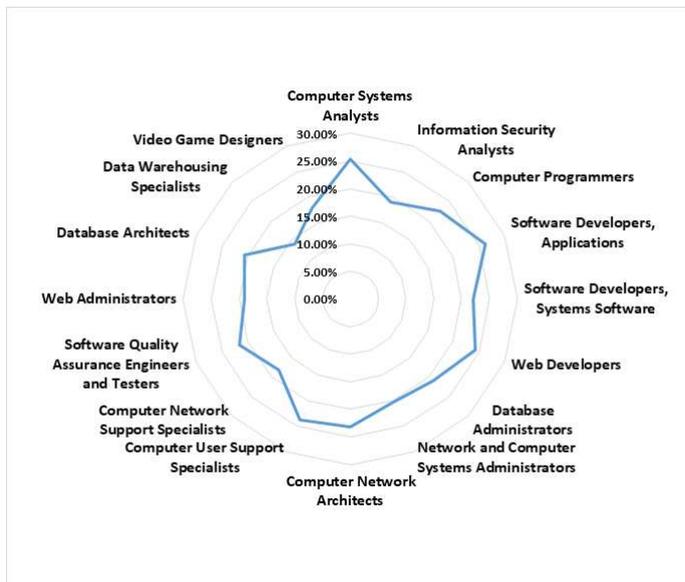
한국과 미국의 소프트웨어 직업별 요구 기술 유사성 계산을 위해 우리는 자카드 유

사도(Jaccard Similarity)를 활용하였다. 자카드 유사도는 보편적으로 활용되는 유사성 측정 방법론이다. 현재 분석 단위처럼 어떠한 경향을 보는 것이 아닌 서로간의 절대적인 유사성을 측정하는데 효과적이다. 자카드 유사도의 산식은 아래와 같다.

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|}$$

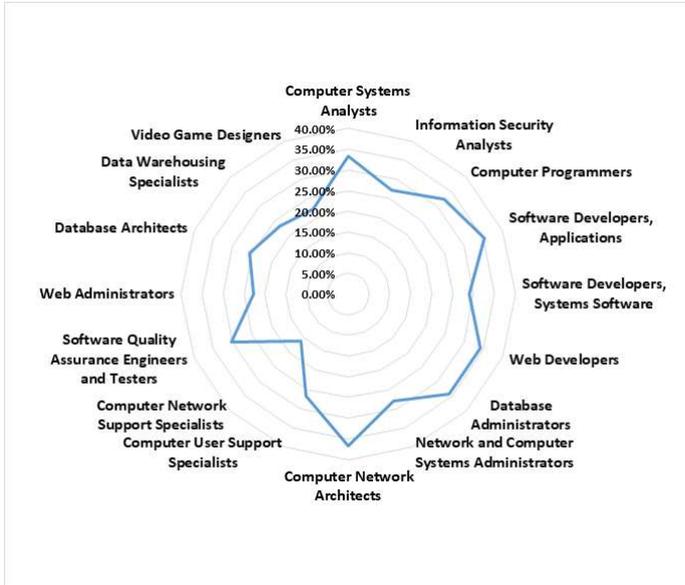
측정 결과를 해석하는 단계에서 유의해야 할 부분은 O\*net의 기술 부문 데이터는 직업별 요구 기술의 중요도를 구분하지 않으며 매우 넓은범위의 기술을 열거하고 있다는 점이다. 반면에 국내 구인공고는 실제 인력에게 바라는 구체적 기술만 공고에 포함했을 가능성이 높후하므로 국내-해외 기술 중 쌍방간 코드 맵핑이 한번 이상 성립되었던 118개 기술에 대해 한정하여 유사성 측정에 활용하였다. 비교군의 특성(직업별 할당 된 수요 기술의 수) 상 O\*net 보다 구인공고 데이터 측이 상대적으로 필요 기술을 좁은 관점에서 보고 있다고 볼 수 있어, 유사도 측정 결과보다 실제 더 높은 수준의 유사성을 보인다 판단하는 것이 좋을 것이라 사료된다.

### ① 범용 소프트웨어 프로그래머



미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	26.25%
Computer Systems Analysts	25.33%
Web Developers	24.32%
Computer User Support Specialists	23.81%
Computer Network Architects	23.17%

## ② 모바일 애플리케이션 프로그래머



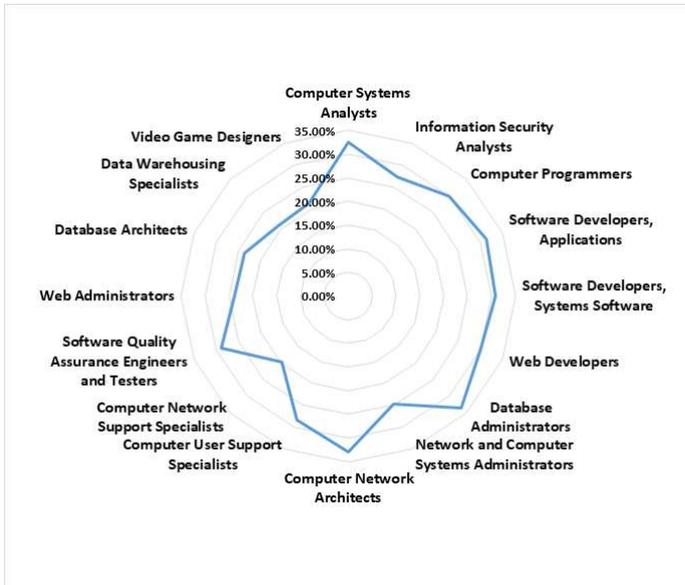
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Network Architects	36.67%
Software Developers, Applications	35.16%
Web Developers	34.12%
Database Administrators	34.12%
Computer Systems Analysts	33.33%

## ③ 게임 프로그래머



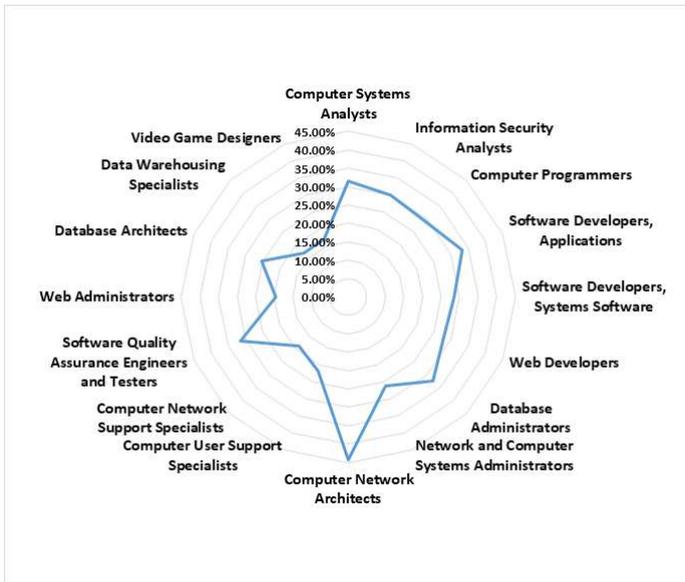
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	36.67%
Computer Network Architects	33.70%
Computer Programmers	32.56%
Software Developers, Systems Software	31.82%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	31.76%

#### ④ 그 외 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가



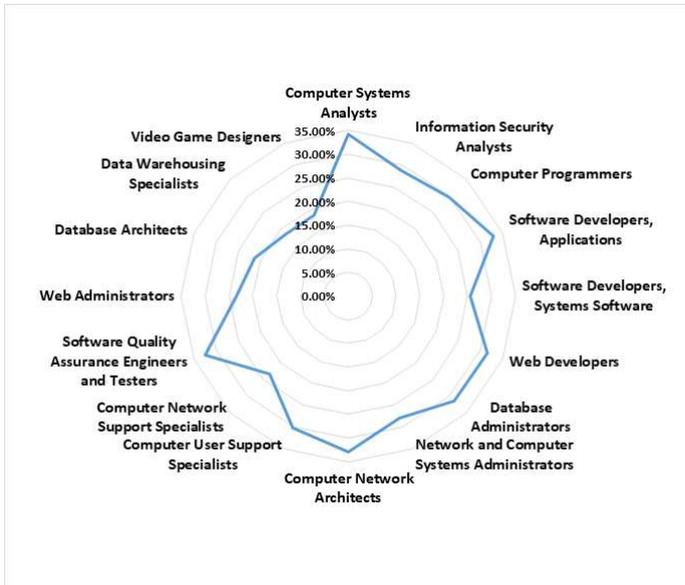
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Database Administrators	33.33%
Computer Network Architects	32.93%
Computer Systems Analysts	32.47%
Software Developers, Applications	31.33%
Software Developers, Systems Software	30.77%

#### ⑤ 응용 SW 개발자



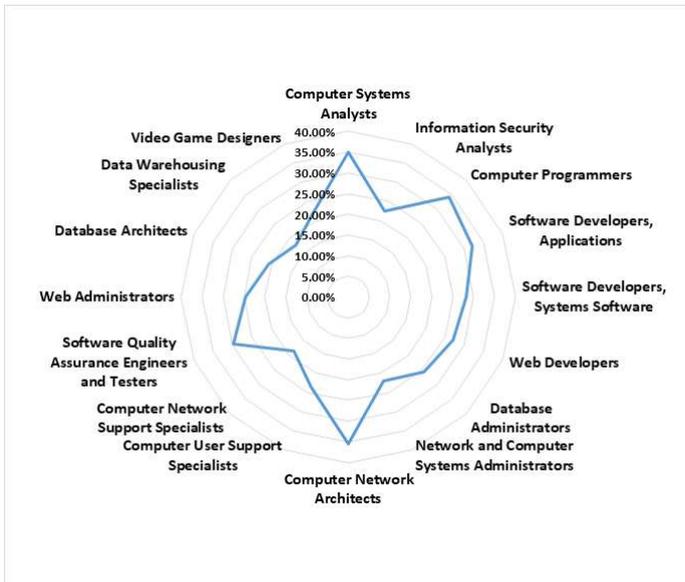
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Network Architects	44.19%
Software Developers, Applications	33.33%
Database Administrators	32.18%
Computer Systems Analysts	31.46%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	31.40%

⑥ 산업특화SW개발자



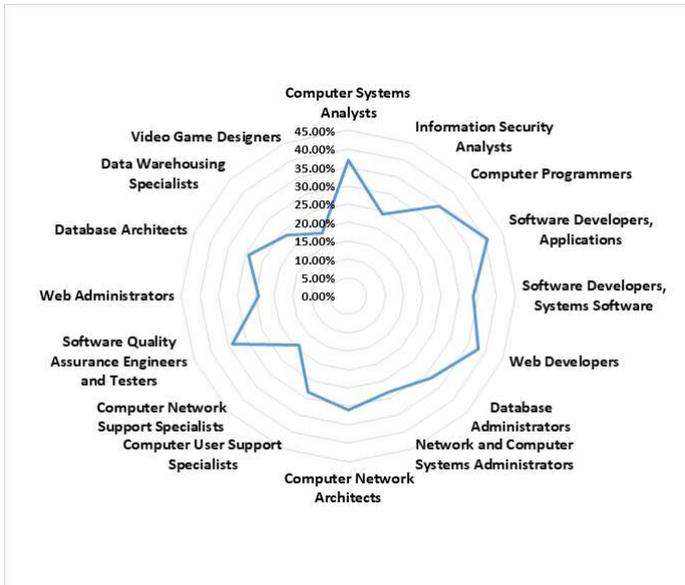
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Systems Analysts	34.25%
Software Developers, Applications	32.91%
Computer Network Architects	32.91%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	32.39%
Web Developers	31.51%

⑦ 정보통신 컨설턴트



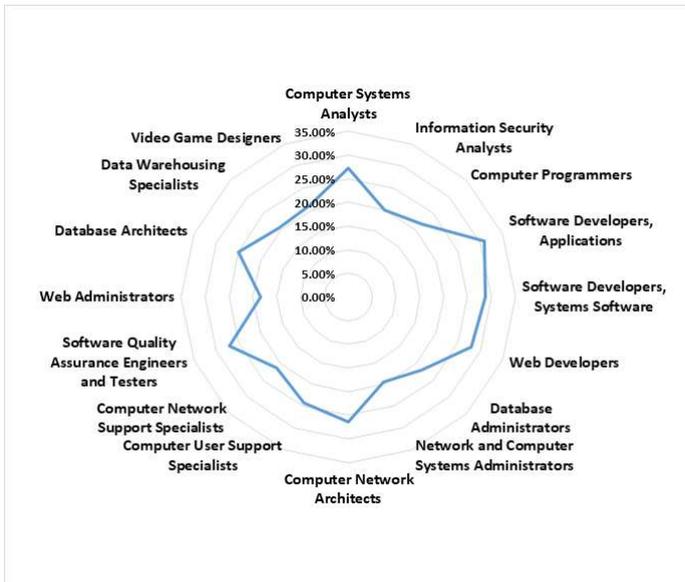
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Network Architects	35.44%
Computer Systems Analysts	35.14%
Computer Programmers	34.25%
Software Developers, Applications	32.10%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	29.73%

### ⑧ 정보 보안 전문가



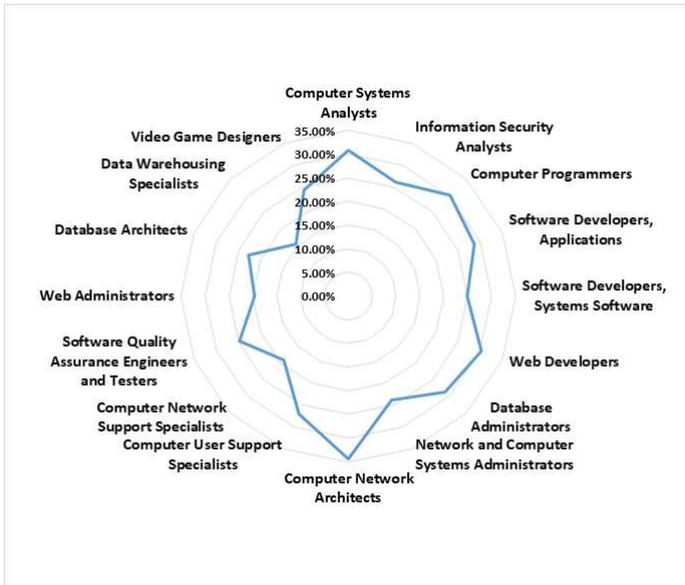
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	40.48%
Web Developers	37.97%
Computer Systems Analysts	37.04%
Computer Programmers	34.57%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	33.75%

### ⑨ 시스템 소프트웨어 프로그래머



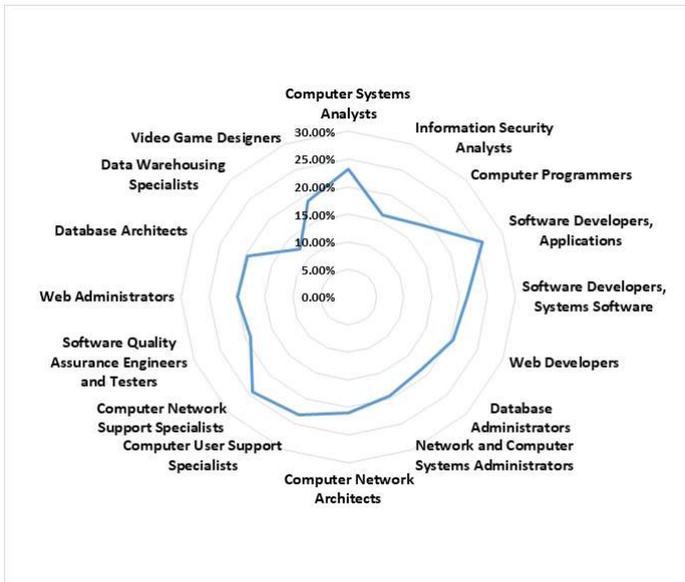
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	30.95%
Software Developers, Systems Software	28.75%
Web Developers	27.85%
Computer Systems Analysts	27.16%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	26.92%

### ⑩ 시스템 소프트웨어 설계 및 분석가



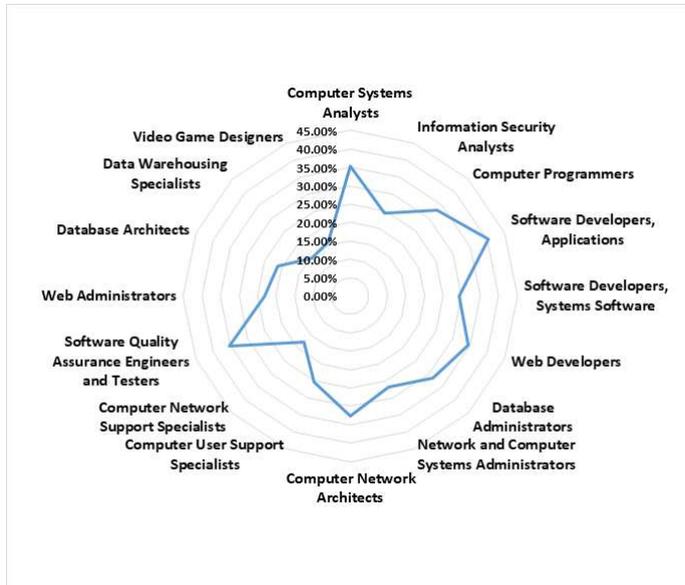
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Network Architects	34.48%
Computer Systems Analysts	30.95%
Web Developers	30.12%
Computer Programmers	30.12%
Software Developers, Applications	28.57%

### ⑪ 데이터 설계 및 프로그래머



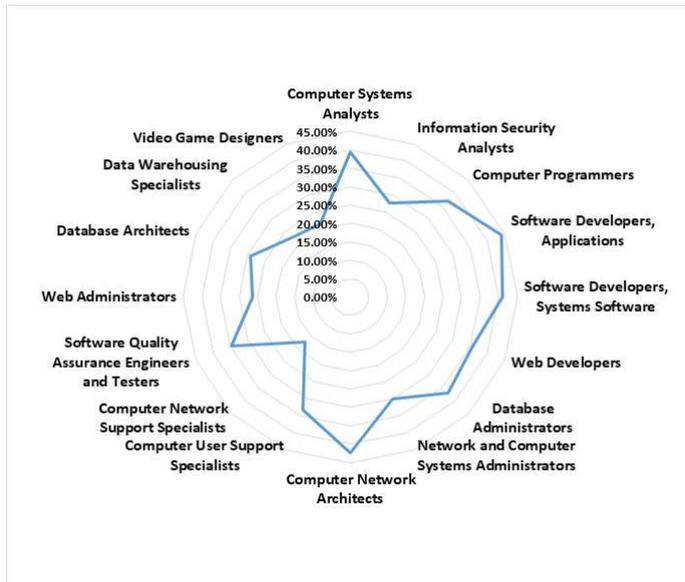
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	26.03%
Computer Network Support Specialists	24.44%
Computer User Support Specialists	23.21%
Computer Systems Analysts	23.19%
Software Developers, Systems Software	21.43%

## ⑫ 데이터 분석가



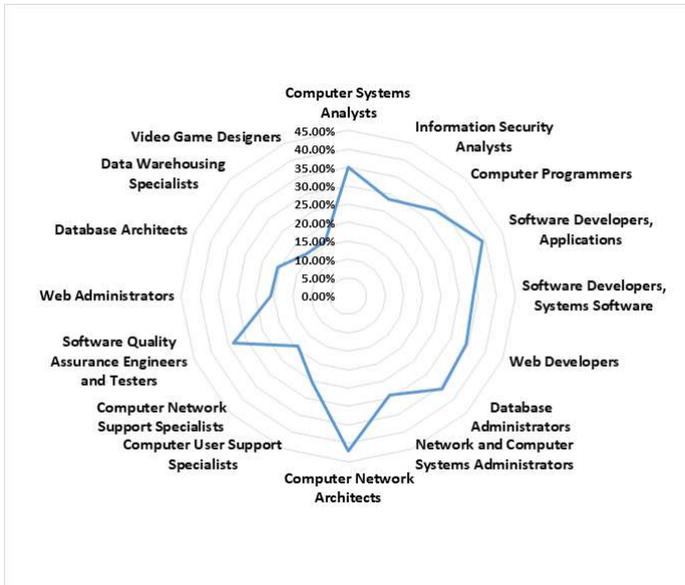
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	40.23%
Software Quality Assurance Engineers and Testers	35.37%
Computer Systems Analysts	35.29%
Web Developers	34.52%
Computer Programmers	32.94%

## ⑬ 정보시스템 운영자



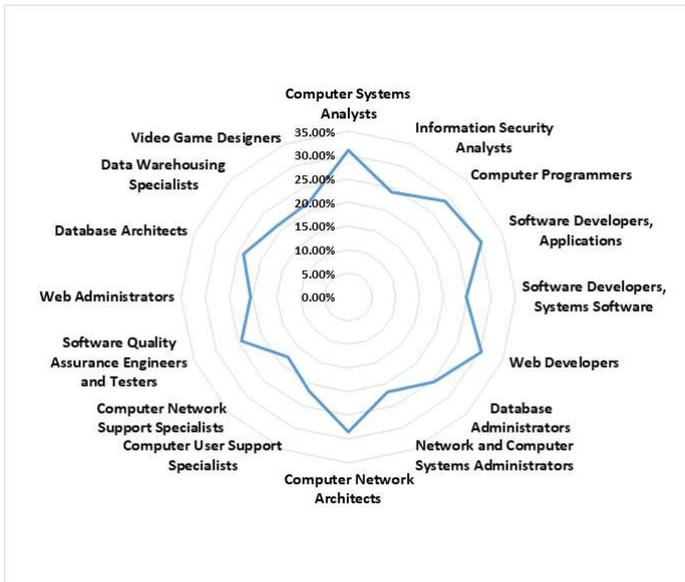
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	43.96%
Computer Network Architects	42.39%
Software Developers, Systems Software	40.91%
Computer Systems Analysts	39.33%
Computer Programmers	37.08%

⑭ 웹 프로그래머



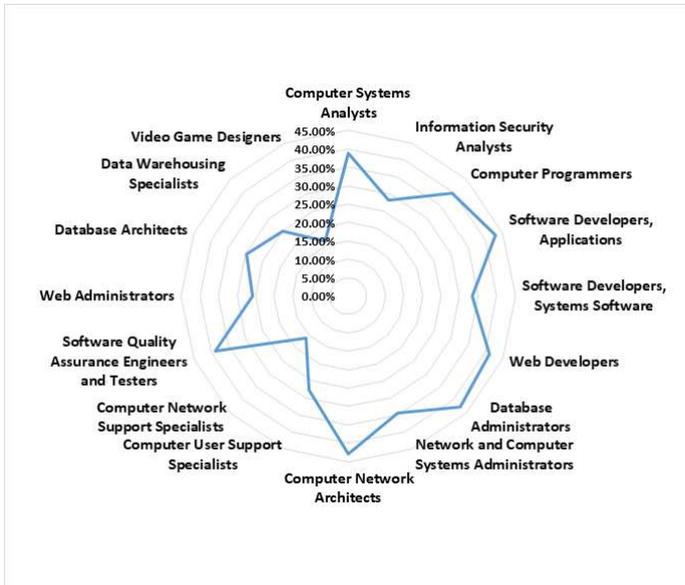
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Network Architects	42.00%
Software Developers, Applications	39.22%
Database Administrators	35.71%
Computer Systems Analysts	35.00%
Web Developers	34.34%

⑮ 웹/앱 UI/UX 디자이너



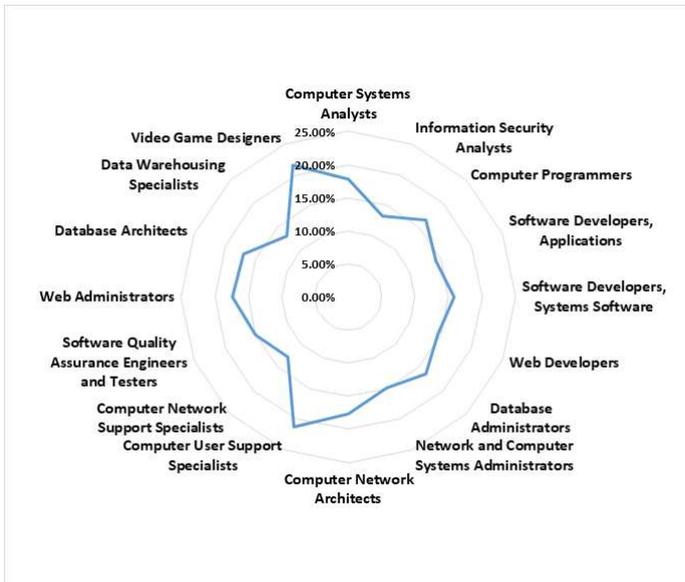
미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Computer Systems Analysts	31.17%
Web Developers	30.26%
Software Developers, Applications	30.12%
Computer Network Architects	28.57%
Computer Programmers	28.57%

⑩ 웹 운영/기획자



미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Software Developers, Applications	43.00%
Computer Network Architects	43.00%
Database Administrators	42.55%
Web Developers	41.05%
Computer Programmers	39.58%

⑪ 멀티미디어 디자이너

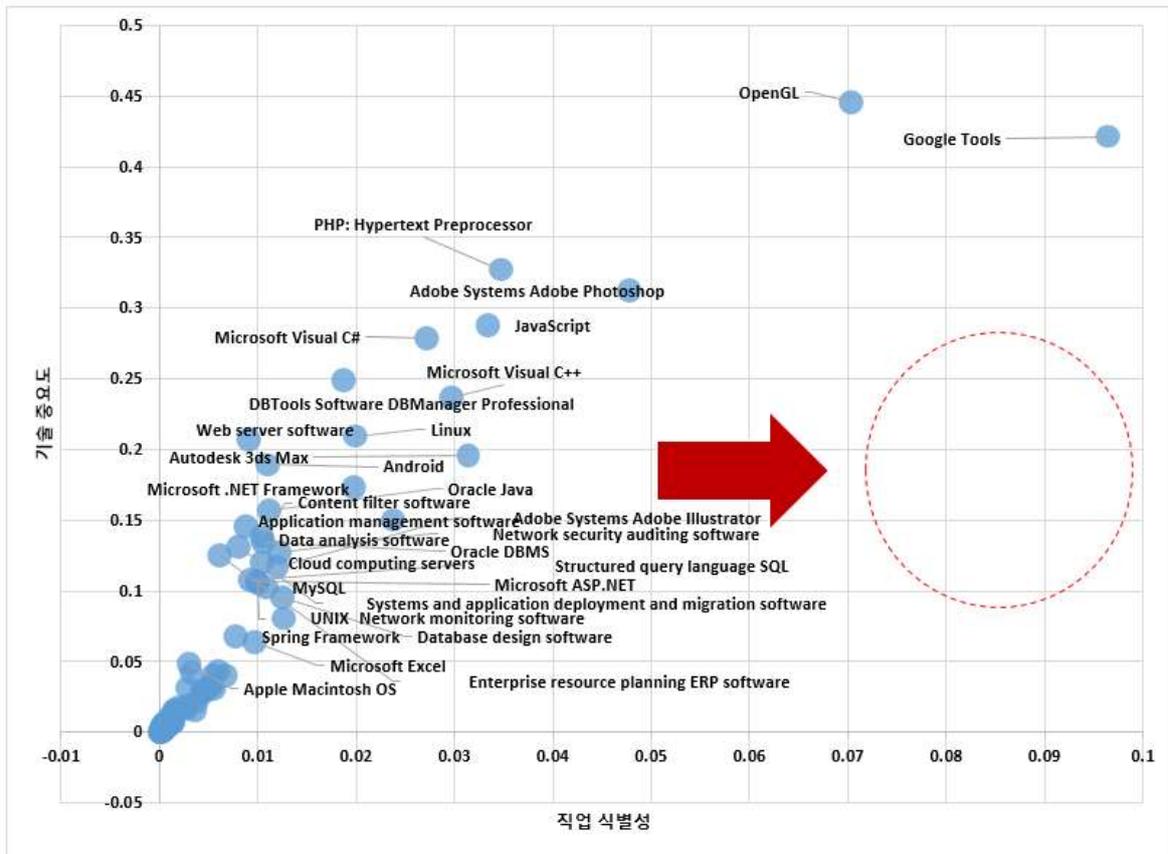


미국 SW직업별 기술 유사도(%)	
유사도 상위 5위 내 직업	수치
Video Game Designers	21.62%
Computer User Support Specialists	21.28%
Computer Systems Analysts	17.74%
Computer Network Architects	17.65%
Web Administrators	17.39%

미국의 소프트웨어 분야 직업의 요구 기술과 유사도 측정 결과, 국내 소프트웨어 직업의 다른 측면이 나타났다. 예컨대 눈에 띄는 특징은 국내 소프트웨어 분야에서 요구하는 기술들이 특정 직업에 특화 되는 경우가 거의 없다는 점이다. 직업을 대표하는 기술도 분명 존재하나, 그보다 더 많은 비중은 실제 어떤 포지션에 해당하는 인력을 채용하던 관계없이 매우 범용적인 기술들을 요구한다. 기업마다 인재에 대한 전문성을 강조하지만 실질적으로 그들 기업이 추구하는 목표를 이루기 위하여 어떠한 특화된 기술에 해박한 인재를 원하고 있지 않다는 것이다. 이 말은 즉슨 직업은 분류될 수 있으나, 요구하는 기술은 비슷하다는 것으로 요약 가능하다.

국내의 소프트웨어 분야 채용의 현실은 명백히 미국의 그것과 다르다. 선진화 되고 선명한 색을 띄는 요구 기술 및 능력요소를 갖추기 위해서는 각 직업별 전문화 된 기술이 명확히 드러나야만 한다. 본 연구를 통해 도출한 직업별 기술 중요도는 그러한 측면에서 유의미성을 가진다. [그림 4-29]는 직업 식별성과 기술 중요도 사이에서 국내 기술 수요가 분포하고 있는 현황을 보여준다. 여기에서 직업 식별성은 각 직업별 기술 중요도의 정규화 값에 대한 표준편차로써 기술이 특정 직업에 특화되어 있는 정도를 나타낸다. 가령 이 값이 높은 기술에 대해 우리는 특정 직업의 전문성을 대표할 수 있는 기술이라 추정하였다. 기술 중요도는 직업별 기술의 동시등장빈도율의 합으로써, 소프트웨어 직업에서 각각의 기술이 차지하는 중요성을 상대적으로 나타낸다. 가령 이 값이 높은 기술은 국내 소프트웨어 분야 직업에서 중요한 기술임을 의미한다. 그림에서 보이듯 약 120여개의 소프트웨어 기술 중 식별성과 명확성이 높은 상위 10개 정도를 제외하면 매우 낮은 수치에 집중되어 분포된다.

국내의 수요 기술 대다수가 직업 식별성이 낮음을 알 수 있는데 이는 곧 기업에 적합한 인재를 기업 스스로가 잘 모르는 상황이라 해석 가능하다. 가장 이상적인 그림은 기술 중요도가 비교적 낮더라도 각각의 기술이 직업별로 특화되는 [그림 4-29]의 붉은 원의 위치로 기술의 분포가 확장되어야 한다. 즉, 각 직업이 요구하는 기술 역량이 서로 편차가 커서 각각의 기술의 중요성에 무관하게 직업의 전문성을 대변해 줄 수 있어야 한다.



[그림 4-29] 국내 소프트웨어 분야 일자리의 요구 기술의 특성

### 3. 국내 SW직업 간 직무 이동에 대한 논의

국내 소프트웨어 분야의 기업은 평균 생존기간이 비교적 짧은 편이다. 게다가 요즘과 같이 기술의 범람이 우려되는 시점에서는 그런 경향이 더욱 심화될 여지가 있어, 해당 분야 인력의 직무 전환에 대해 심각하게 고려해 볼 필요가 있다. 2장에서 언급한 WEF의 일자리 재교육과 관련 된 문헌은 기본적으로 혁신으로 인해 흔들리는 일자리 지형의 변화에 안정적인 대응을 위해서는 기존 근로자의 직무 전환에 대비한 교육이 필요함을 시사하고 있다. 일자리의 특성 파악, 그리고 일자리 문제의 해결이 교육의 방향성과 직접적으로 연계된다는 측면에서 이와 같은 연구는 중요하다.

본 보고서는 한국-미국의 직업별 기술 수요 비교를 했던 방식을 일부 차용하여 국내 소프트웨어 직업 간 요구 기술의 유사성을 측정하였다. 차이점은 O\*net이 기술의 중

요도 지표가 없어 모든 기술의 가중치를 1로 간주하여 계산하였다면, 국내 비교는 직업별 동일 기술의 차등 동시등장빈도율이 존재하여 이를 가중치로 활용하여 계산하였다는 점이다. 때문에 측정 결과가 대칭하지 않다. 결과는 <표 4-8>와 같다. 직업 간 유사도가 높을수록 붉은색을, 낮을수록 푸른색을 띤다.

<표 4-8> 국내 소프트웨어 분야 직업 간 기술 수요 유사도

	산업특화SW개발자	범용소프트웨어프로그램머	모바일애플리케이션프로그램머	게임프로그램머	그 외 .. 소프트웨어 전문가	응용 SW개발자	정보통신 컨설턴트	정보 보안 전문가	시스템 소프트웨어 프로그램머	시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	데이터 설계 및 프로그램머	데이터 분석가	정보시스템 운영자	웹 프로그래머	웹/앱 UI/UX 디자인	웹 운영/기획	멀티미디어 디자이너
산업특화SW개발자	1.00	0.92	0.78	0.81	0.89	0.95	0.96	0.97	0.92	0.94	0.62	0.74	0.95	0.90	0.70	0.90	0.40
범용 소프트웨어 프로그램머	0.86	1.00	0.80	0.77	0.88	0.93	0.75	0.89	0.79	0.94	0.62	0.73	0.94	0.77	0.80	0.87	0.40
모바일 애플리케이션 프로그램머	0.91	0.93	1.00	0.84	0.88	0.98	0.97	0.96	0.93	0.97	0.63	0.76	0.98	0.92	0.74	0.97	0.82
게임 프로그램머	0.90	0.92	0.85	1.00	0.87	0.95	0.97	0.94	0.97	0.97	0.99	0.99	0.96	0.94	0.71	0.91	0.40
그 외 .. 소프트웨어 전문가	0.91	0.96	0.80	0.80	1.00	0.97	0.97	0.94	0.93	0.97	0.63	0.72	0.96	0.91	0.95	0.94	0.40
응용 SW개발자	0.91	0.93	0.91	0.91	0.87	1.00	0.97	0.98	0.95	0.96	0.63	0.84	0.97	0.94	0.74	0.95	0.75
정보통신 컨설턴트	0.96	0.93	0.80	0.76	0.91	0.89	1.00	0.93	0.91	0.94	0.54	0.76	0.94	0.89	0.67	0.49	0.40
정보 보안 전문가	0.91	0.94	0.84	0.83	0.97	0.97	0.99	1.00	0.94	0.98	0.63	0.73	0.98	0.93	0.74	0.95	0.40
시스템 소프트웨어 프로그램머	0.89	0.90	0.85	0.84	0.90	0.95	0.96	0.98	1.00	0.95	0.98	0.88	0.96	0.88	0.71	0.52	0.82
시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	0.91	0.96	0.86	0.80	0.94	0.97	0.98	0.93	0.94	1.00	0.63	0.72	0.97	0.94	0.72	0.95	0.59
데이터 설계 및 프로그램머	0.61	0.88	0.65	0.71	0.79	0.82	0.72	0.73	0.82	0.88	1.00	0.76	0.80	0.80	0.54	0.45	0.40
데이터 분석가	0.98	0.92	0.83	0.95	0.91	0.95	0.97	0.98	0.97	0.96	0.99	1.00	0.97	0.95	0.72	0.91	0.40
정보시스템 운영자	0.90	0.86	0.89	0.87	0.95	0.97	0.98	0.99	0.98	0.97	0.98	0.94	1.00	0.94	0.73	0.95	0.82
웹 프로그래머	1.00	0.99	0.88	0.96	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00	0.75	0.98	0.40
웹/앱 UI/UX 디자인	0.90	0.82	0.83	0.80	0.87	0.95	0.97	0.94	0.93	0.96	0.97	0.87	0.95	0.91	1.00	0.94	0.40
웹 운영/기획	0.99	0.99	0.94	0.85	0.95	0.98	0.98	0.97	0.95	0.98	0.64	0.79	0.99	0.98	0.85	1.00	0.85
멀티미디어 디자이너	0.63	0.33	0.60	0.56	0.56	0.78	0.73	0.66	0.67	0.62	0.43	0.57	0.80	0.58	0.40	0.30	1.00

이 표를 통해 어떠한 기술이 직업 간 공통적으로 요구 되고, 어떠한 기술이 중요한지 거론되지 않았음에도 상당히 유용한 정보가 될 수 있다. 가령 정보시스템 운영자로 종사하던 근로자가 유관분야의 타 직업 또는 직무로 전환을 희망할 시, 전환을 위해

필요한 노력의 정도를 간접적으로 느끼게 해 줄 수 있는 자료이기 때문이다. 또한 이와 같은 데이터 기반의 일자리 특성 분석 정보는 국민에게 어떤 교육을 받아야 직업·직무의 전환에 용이할지 파악하고자 할 때, 1차적인 목표 수립을 위해 효과적일 수 있다.

## 제5장 결론

### 제1절 요약 및 결론

#### 1. 국내 소프트웨어 분야 일자리 지형 분석

본 연구에서는 워크넷 구인공고 데이터에 기반 하여 2018년도의 국내 소프트웨어 분야 직업의 유형을 분류하였다. 분석 주기는 2018년 1월 ~ 9월까지 총 9개월이었으며, 분석 방법론으로서 문서에 내포한 주제(Topic)의 수를 자동으로 결정하여 그에 따른 구분이 가능한 계층적 디리클레 프로세스(HDP Model)을 활용하였다. 총 분석 공고의 수는 99,291 건이었으며 모델 적용을 통해 총 43개의 직무(혹은 직업유형)을 발견하였다. 우리는 도출된 43개의 유형을 한국표준직업분류(KSCO) 및 선행연구에서 밝혀낸 2017년도 직업 도출 결과를 참고하여 총 17개 직업으로 매핑하였다. 연구는 이 데이터에 기반 하여 소프트웨어 일자리의 고용 수요 측정 및 향후 예상 수요 범위, 고용 수요의 직업별 변동성, 유망 기술 관점의 구인 수요 변화를 결과로 제시하였다.

첫 번째로 소프트웨어 일자리의 고용 수요 측정 결과, 국내의 경우 총 17개 직업 중 모바일 애플리케이션 프로그래머가 1위(17.53%), 웹 프로그래머가 6위(9.46%), 웹 운영자 또는 웹 기획자가 7위(9.01%)를 기록하며 소프트웨어 분야 직업 전체의 약 1/3 수준으로 나타났다. 한편, 정보시스템 운영자는 전체 소프트웨어 분야 직업 중 유일한 유지 관리 부문의 전문화 된 직업으로 2위(17.07%)를 차지하였다. 데이터 관련직의 경우 구체적인 일자리 수요가 나타나지 않고 있다. 데이터 설계 및 프로그래머는 꾸준한 수요가 감지된 반면 신규 직업인 데이터 분석가의 경우 중소·중견기업의 구인공고로 형성된 분석데이터 특성상 충분한 수요가 드러나지 않았다.

두 번째로 소프트웨어 일자리 고용 수요의 변동성 측정 결과, 산업특화SW개발자는 타 직업들에 비하여 상대적으로 높은 변동성을 보임을 알 수 있었다. 변동성이 높다는 것은 그만큼 매 주기별 수요가 일정하지 않음을 의미하는 것으로, 가령 정보보안전문가 또한 마찬가지로 수요의 불안정함을 가진 직업임을 알 수 있다. 반면 가장 안정적인 수요추이를 보이는 직업은 범용 소프트웨어 프로그래머와 정보시스템 운영자였다.

결과적으로 우리는 국내 소프트웨어 분야 일자리 중 ERP관련직과 전산 운영직의 안정적인 일자리 공급이 이루어지고 있는 것과 달리, 특정 산업에 특화된 소프트웨어 개발이나, 정보 보안 측면의 인력은 수요가 들쭉날쭉하여 관련된 인력 공급에 대한 고려를 할 때 보다 신중해야 함을 데이터로서 제시하였다.

직업명	년 도											이동 표준 편차
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
산업특화SW개발자	0.215	0.270	0.280	0.342	0.367	0.253	0.299	0.339	1.000	0.280	<b>0.228</b>	
범용 소프트웨어 프로그래머	0.879	0.876	0.927	0.899	0.837	0.892	0.866	0.885	1.000	0.914	<b>0.044</b>	
모바일 애플리케이션 프로그래머	0.634	0.752	0.766	0.830	0.899	0.997	0.982	1.000	0.971	0.831	<b>0.125</b>	
게임 프로그래머	0.660	0.757	0.833	0.772	0.710	0.618	0.895	1.000	0.965	0.748	<b>0.126</b>	
그 외 소프트웨어 전문가	0.586	0.549	0.596	0.722	0.702	1.000	0.613	0.948	0.749	0.686	<b>0.151</b>	
응용 SW개발자	0.632	0.622	0.557	0.574	0.680	0.925	0.866	1.000	0.771	0.688	<b>0.153</b>	
정보통신 컨설턴트	0.907	0.873	0.772	0.915	0.606	0.789	0.855	0.706	1.000	0.888	<b>0.115</b>	
정보 보안전문가	0.455	0.472	0.587	0.840	0.890	0.877	0.965	1.000	0.443	0.720	<b>0.219</b>	
시스템 소프트웨어 프로그래머	0.861	1.000	0.956	0.829	0.746	0.669	0.646	0.645	0.848	0.799	<b>0.124</b>	
시스템 소프트웨어 설계 및 분석가	1.000	0.970	0.857	0.812	0.832	0.734	0.758	0.755	0.616	0.867	<b>0.113</b>	
데이터 설계 및 프로그래머	0.940	0.950	1.000	0.944	0.913	0.987	0.857	0.807	0.501	0.927	<b>0.146</b>	
데이터 분석가	0.770	0.652	0.562	0.618	0.717	0.533	0.532	1.000	0.815	0.660	<b>0.146</b>	
정보시스템 운영자	0.887	0.845	0.957	0.999	1.000	0.972	0.971	0.922	0.873	0.944	<b>0.054</b>	
웹 프로그래머	0.941	0.978	1.000	0.989	0.974	0.873	0.999	0.989	0.600	0.942	<b>0.121</b>	
웹/앱 UI/UX 디자인	0.745	0.772	0.577	0.614	0.728	0.519	0.426	0.376	1.000	0.597	<b>0.183</b>	
웹 운영/기획	1.000	0.758	0.680	0.661	0.636	0.672	0.647	0.584	0.836	0.723	<b>0.121</b>	
멀티미디어 디자이너	0.653	0.581	0.538	0.455	0.515	0.536	0.611	0.549	1.000	0.553	<b>0.151</b>	

세 번째로 유망 기술 관점의 구인 수요 변화를 측정한 결과, 빅데이터가 가장 빈번히 언급되는 어휘로 집계되었다. 이와 더불어 클라우드의 영향을 상대적으로 덜 받는 기술로 확인하였으며, 인공지능 분야는 앞서 언급한 두 가지 기술에 비하여

상대적으로 적은 언급 빈도를 보였다. 한편, 최근 화두가 되었던 블록체인에 대한 구인공고 상의 언급 빈도가 거의 없는 것으로 나타나 관련 법 개정의 완화가 시급하다는 점을 알 수 있었다.

## 2. 국내 소프트웨어 일자리의 요구 스킬 분석

본 연구는 소프트웨어 분야 일자리의 요구 스킬을 도출하였다. 스킬의 명칭은 O\*net의 Technology 품목 코드를 준용하였다. O\*net의 기술과 국내 구인공고와의 매핑을 통해 총 118개의 기술을 도출하였고, 이 결과를 HDP 모델에서 어휘 별 부여되었던 동시등장빈도율(Co-occurrence)에 기반 하여 직업별 활용정도를 제시하였다. 연구를 통해 우리는 각 소프트웨어 분야 직업에서 요구하는 주요 기술 상위 15건에 대해 제시하였다. 또한 소프트웨어 선도국인 미국과의 직업 스킬 유사성을 비교함으로써 국내 기술 수요의 특성을 제시하였다. 마지막으로 국내 소프트웨어 직업 간 직무 전환에 대한 논의를 수행하였다.

첫 번째로 발견한 사실은 국내 기업이 바라는 인재의 기술 역량이 획일화 되어 있다는 점이다. 직업별 특성을 발견할 수 있는 기술 수요도 분명 존재하나, 대다수의 기업은 채용하고자 하는 인력의 전문성에 모호한 입장을 취하고 있는 것으로 나타났다. 아래 그림을 통해 우리는 국내의 수요 기술 대다수가 직업 식별성을 지니지 않음을 알 수 있는데 이는 곧 기업에 적합한 인재를 기업 스스로가 잘 인지하지 못하는 상황이라 해석 가능하다. 결과적으로 특성화 인재를 육성하더라도 기업에서 채용할 시, 그들이 보유한 기술의 전문성보다는 범용적으로 활용되는 기술 몇 가지의 역량을 중점적으로 요구하는 경향을 가짐을 알 수 있다. 이와 같은 상황은 일자리 미스매치를 야기하는 원인 중 하나로 분석된다.

두 번째로 우리는 4차산업혁명, 새로운 기술의 연속적인 출현 속 급변하는 고용 환경에 대응하기 위해서 인력의 직무 이동 및 전환에 대한 꾸준한 정보 제공이 필수적이라 판단하였다. 본 연구에서는 국내 소프트웨어 직업 간 요구 기술의 유사성을 측정하여 이를 직관적으로 파악할 수 있는 지도 형태로 제시하였다. 직무 전환 또는 전직을 원하는 인력에게 하여금 극복해야 할 기술 수준을 직관적인 수치로 제시할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

## 제2절 연구의 의의 및 기대효과

### 1. 연구의 의의

본 연구는 워크넷 데이터에 기반한 소프트웨어 분야 일자리 지형의 가장 최근의 모습을 진단하고, 각 직업의 고용 수요가 요구하는 기술 요소를 판별하여 직업 간 역량 갭을 직관적으로 파악할 수 있는 가시적인 산출물을 제시하였다. 이러한 결과 도출을 위해 우리는 빅데이터 분석 방법론을 다수 활용하였다는 점은 중요한 요소이다. 데이터의 형태와 유입 경로 및 특성 등을 고려하였을 때 이와 같은 연구 과정이 많은 자원이 소요되지 않음에도 전 과정에 정성적 분석을 최소화 하는 자동화가 가능하다는 점은 기존 연구 형태에 비해 큰 이점을 가진다.

본 연구 결과는 기본적으로 직업에서 요구하는 기술 요소들을 객관적인 자료를 통해 제시하기 때문에 국내 직업분류 및 직무분류체계, 자격제도 등의 개발에 있어 유의미한 참고 데이터로 활용이 가능하다. 또한 소프트웨어 분야 인재 육성 및 일자리 창출 전략을 수립하는 정책의 근거로 활용할 수 있으며 일반 구직자 및 이직, 직무 전환을 통한 생산성 향상을 도모하는 노동자 또는 기업을 대상으로 집중해야 할 직무정보를 제공할 수 있다. 더불어 최대한 기업의 사정에 맞게 기술 저항을 최소화하고 혁신의 방향을 사전에 검토하는데 도움이 될 수 있다는데 의의가 있다.

### 2. 연구의 기대효과

#### (1) 빅데이터에 기반한 일자리 정책 개발 지원

빅데이터를 통해 국내 소프트웨어 분야 일자리 지형의 변화와 고용 수요의 변동성 등을 제공함으로써 가까운 미래를 대비한 일자리 정책 개발을 지원하는 근거 자료로 활용 가능할 것이라 기대 한다. 국내 소프트웨어 분야 일자리 뿐만 아니라 추후 동일 방법론을 적용하여 국가 전체의 일자리 분석에도 비교적 쉽게 적용할 수 있는 데이터 기반 분석이라는 점에서 추후 확장 가능성이 클 것이라 생각한다.

또한 일자리 정책을 수립하는데 있어 중요한 것은 정책을 시행하는데 있어서의 타당

성과 당위성이다. 이 연구는 국내 소프트웨어 분야 기업·개인 간 미스매칭의 구체적인 증거 자료를 제공한다는 점에서 앞선 요건을 충족시켜줄 수 있다. 또한 최근 들어 강조되는 일자리 문제에 대한 상시적 대응 차원에서, 자동화 된 연속적 정량 데이터를 제시한다는 것은 주기성을 가지는 연구와의 큰 차이점이자 경쟁력으로 작용할 것이다.

## (2) 소프트웨어 분야 자격체계 및 교육훈련의 방향 제시

국내에서 해결이 필요한 사회문제 중 하나는 무분별한 스펙 쌓기 풍조가 계속 되고 있다는 점이다. 스펙은 자신의 다양한 역량을 증명할 수 있는 자격증의 형태로 개인에게 제공되는게 일반적이며, 취업을 앞두고거나 직무를 전환하고 싶은 인력에게는 막연한 불안감을 해소하기 위한 임시방편적인 선택으로 다량의 자격 취득이 횡행하고 있다. 본 연구는 국내 소프트웨어 일자리가 인력에게 요구하는 보편적인 기술과 직업별 전문화된 기술을 제시함으로써 특정 분야 진출을 위해 최소한 어떤 기술에 흥미를 보이고 개인의 경쟁력을 발전시키는 것이 이로우지 알려주는 일종의 가이드라인으로 작용하기를 기대한다.

또한, 소프트웨어 분야의 자격체계는 공공 기관과 민간의 협업을 통해 그 기준이 마련되며 구체적인 자격체계와 맞물려 소프트웨어 교육의 방향이 설정된다. 본 연구의 결과와 추후 확장 가능성은 자격체계를 개발하는 데 있어서 매우 구체적인 현실의 바로미터가 되어 줄 수 있을 것이라 기대한다. 상향식(Top-down) 방식의 도메인 전문가 의존적 교육 방향 및 자격체계 수립은 先개발 後진단의 프레임에서 자유로울 수 없기 때문에, 미리 체계 개발 전에 현실을 진단하고, 현실에 큰 무리가 없는 선에서 개발된 체계가 작동하도록 하는 마중물로 활용 될 거라 사료된다.

## 제6장 연구의 한계점 및 향후 보완방향

### 1. 연구의 한계

앞에서 기술한 많은 연구 결과의 유의점들에도 불구하고 본 연구는 데이터와 관련된 다양한 제약 조건이 존재한다.

첫 번째로 데이터 전처리 과정의 완결성에 의해 추후 분석 결과의 질이 달라질 수 있다. 그런 연유에서 본 연구에서 수행한 데이터 전처리 과정의 질적인 고도화가 이루어질 시, 현재 제시된 데이터보다 다소 정확성이 높아질 가능성이 존재한다.

두 번째로 개조식 형태를 요구하는 국내 채용공고 기술 방식에 의해 빅데이터 기반 직무 도출시 판별근거를 도출하는데 다소 어려움이 있었다.

세 번째로 미국의 O\*net 데이터베이스는 각각의 제공 정보마다 서로 다른 설문조사에 의해 구축되었다. 그러므로 실제 구인공고 데이터를 통해 결과를 도출하는 본 연구의 핵심 방법론과 상이하여 학술적인 비교 결과의 해석은 무의미하다.

### 2. 향후 보완방향

위의 연구 한계점을 극복하기 위하여 향후 연구를 통해 다음과 같은 방향으로 보완책을 적용하고자 한다.

첫 번째로 데이터 전처리 과정에서 일원화 되어 관리하는 어휘사전을 구조화하여 체계적으로 고도화 함으로써 전반적인 전처리의 질을 높일 계획이다.

두 번째로 현행 워크넷의 채용공고를 통한 분석에서 데이터의 외연을 확장할 예정이다. 이는 워크넷 채용공고의 본질적 한계인 구인공고 자체의 부실성을 제고하는데 도움이 될 것으로 예상된다.

세 번째로 본 연구는 국내 직업의 요구 기술수요 도출 기반 구체적 교육 연계방안을 제시하지 않았다. 향후 연구를 통해 국내 소프트웨어 직업 간의 기술의 난이도 및 국내 교육현황을 교차 분석함으로써 현행 교육과정과 인재 개발의 유형들을 토대로 기술 수요사항을 충족시킬 수 있는 방안을 고려해보고자 한다.

## 참 고 문 헌

### [국내 문헌]

소프트웨어정책연구소(2017), 「제4차 산업혁명 시대에 대비한 SW인력 중장기 수요 전망」

소프트웨어정책연구소(2018), 「유망 SW분야의 미래일자리 전망」

4차산업혁명위원회(2018), 「미래 직업 예측 모델 개발 연구」

고용노동부, 한국산업인력공단(2016), 「국가직무능력표준(NCS) 세미나」

고용노동부, 한국산업인력공단(2018), 「NCS개발매뉴얼」

한국고용정보원(2016), 「2030 미래 직업세계 연구 II」

한국소프트웨어산업협회(2016), 「SW산업 발달과 IT산업 역량체계(ITSQF)」

권오영, 임다미, & 명재희. (2017). 정보통신 소프트웨어분야 국가직무능력 (NCS) 개선 방안. 실천공학교육논문지, 9(1), 77-83.

이용희, 홍희경, & 한경석. (2015). IT 분야를 중심으로한 효율적인 국가직무능력표준 개선모델에 관한 연구. 융복합지식학회논문지, 3(2), 31-37.

홍아정, 조운성, & 박치경. (2015). NCS 직업기초능력에 대한 대학생 교육요구도 분석. 학습자중심교과교육연구, 15, 227-246.

김정민, & 허정. (2018). 채용공고 빅데이터 기반 SW 분야 직업 및 직무변화 분석. 정보과학회지, 36(9), 15-21.

김지은, & 백순근. (2016). 텍스트 빅데이터 분석 기법을 활용한 대학구조개혁 평가의 쟁점 분석.

반정호, 김경희, & 김경휘. (2005). 청년취업자의 노동이동 및 고용형태 전환에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 한국사회복지학, 57(3), 73-103.

심명규, 양희승, & 이서현. (2018). 기술진보와 청년고용 (Technological Progress and

Youth Employment). Available at SSRN 3262339.

남기영, & 윤준상. (2017). NCS 기반 직업전환 교육이 취업장벽과 대처행동에 미치는 영향. 한국자치행정학보, 31(4), 111-132.

#### [국내 사이트]

통계청, <http://kostat.go.kr/>

국가직무능력표준, <https://www.ncs.go.kr/>

워크넷, <http://work.go.kr/>

소프트웨어기술자 경력관리시스템, <https://career.sw.or.kr/>

#### [해외 문헌]

World Economic Forum. (2016, January). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. In World Economic Forum.

World Economic Forum. (2018, January). Towards a Reskilling Revolution : A Future of Jobs for All. In World Economic Forum.

McKinsey&Company (2017, January). Technology, Jobs, and The Future of Work.

McKinsey&Company (2017, January). A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. Technological forecasting and social change, 114, 254-280.

Fayer, S., Lacey, A., & Watson, A. (2017). STEM occupations: Past, present, and future. Spotlight on Statistics.

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. Journal of

- machine Learning research, 3(Jan), 993-1022.
- Teh, Y. W., Jordan, M. I., Beal, M. J., & Blei, D. M. (2005). Sharing clusters among related groups: Hierarchical Dirichlet processes. In Advances in neural information processing systems (pp. 1385-1392).
- Wang, C., Paisley, J., & Blei, D. (2011, June). Online variational inference for the hierarchical Dirichlet process. In Proceedings of the Fourteenth International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (pp. 752-760).
- Peterson, N. G., Mumford, M. D., Borman, W. C., Jeanneret, P. R., Fleishman, E. A., Levin, K. Y., ... & Gowing, M. K. (2001). Understanding work using the Occupational Information Network (O\* NET): Implications for practice and research. *Personnel Psychology*, 54(2), 451-492.
- Peterson, N. G., Mumford, M. D., Borman, W. C., Jeanneret, P., & Fleishman, E. A. (1999). An occupational information system for the 21st century: The development of O\* NET. American Psychological Association.
- Kim, D. K., Motoyama, M., Voelker, G. M., & Saul, L. K. (2011, October). Topic modeling of freelance job postings to monitor web service abuse. In Proceedings of the 4th ACM Workshop on Security and Artificial Intelligence (pp. 11-20). ACM.
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: from big data to big impact. *MIS quarterly*, 1165-1188.

#### [해외 사이트]

O\*net Online : <https://www.onetonline.org/>

U.S. Bureau of Labor Statistics Latest Numbers : <https://www.bls.gov/>

## 주 의

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



[소프트웨어정책연구소]에 의해 작성된 [SPRI 보고서]는 공공저작물 자유이용허락 표시기준 제 4유형(출처표시-상업적이용금지-변경금지)에 따라 이용할 수 있습니다.  
(출처를 밝히면 자유로운 이용이 가능하지만, 영리목적으로 이용할 수 없고, 변경 없이 그대로 이용해야 합니다.)