

효과적인 대학의 SW·AI 교육 개선 방향 제안

Proposal of Effective University SW/AI Education Plan

I. 서론

최근 4차 산업혁명과 COVID-19로 인해 다양한 산업 분야에서 소프트웨어(SW: Software)와 인공지능(AI: Artificial Intelligence)에 대한 관심이 높아지면서 초·중·고교와 대학 교육의 패러다임이 변하고 있다. 초·중·고교에서는 정보교과를 정규 교육과정에 도입하였고, 대학에서도 전공 및 교양 교과목을 통하여 다양한 SW·AI 교육을 실시하고 있다. 중·고교에서는 2018년부터 SW 교육을 정규 교과목으로 편성하였으며, ‘정보’ 과목으로 SW 교육을 최소 34시간 이상 이수하도록 진행하고 있다. 고교에서는 기존 심화 선택에서 일반 선택으로 전환하여 SW 교육을 실시하고 있다. 초등학교는 5·6학년 학생을 대상으로 2019년부터 SW 교육을 실시하고 있다.¹

1980년대 대학의 SW 교육은 컴퓨터개론 교과목을 필수 교양 교과목으로 지정하여 이수하도록 하였다. 그 이후 인터넷, MS-office, HWP 등 SW 활용 위주의 교육을 진행하면서 컴퓨팅 사고력 기반의 창의적 문제 해결 역량을 배양하는 SW 교육으로 한계점이 있었다. 하지만 최근 4차 산업혁명과 AI 기술의 발달로 각 산업 분야에서 SW의 중요성이 증가하면서 각 대학에서 SW·AI 교육에 대한 관심이 매우 높아졌다. 또한, 국내 2년제와 4년제 대학에서는 산업



이원주
인하공업전문대학 컴퓨터정보과 교수
wonjoo2@inhac.ac.kr

현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 체계화한 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)을 활용하여 SW 교육과정을 개발하는 추세이다.²

특히 “대학 교육을 SW 중심으로 혁신함으로써, 학생·기업·사회의 SW 경쟁력을 강화하고, 진정한 SW 가치 확산을 실현하는 대학”을 목표로 하는 SW중심대학 사업은 2015년부터 시작하여 5년간 진행되었다. SW중심대학은 2015년도에 8개 대학, 2016년 6개 대학, 2017년 6개 대학이 선정되었고, 2018년 10개 대학, 2019년 10개 대학을 추가 선정함으로써 총 40개 대학이 선정되었다. SW중심대학은 산업 수요 기반의 전공 교육 강화 및 비전공자 SW 융합 교육, SW 가치의 사회적 확산 등 종합적인 SW중심대학 교육을 통해 SW 기반 문제 해결 능력을 갖춘 인재 양성을 목표로 한다.³ 이러한 목표를 달성하기 위해서는 산업계 수요 기반의 교과과정 개편, 글로벌 역량 강화 프로그램 확대, 타 분야(비전공) 및 사회적 확산 유도 등이 필수적이다. 40개 SW중심대학을 대상으로 산업계 수요 기반의 교과과정 개편이 이루어졌는가?, 타 분야(비전공) 및 사회적 확산 유도를 위해 어떤 프로그램을 운영하는가? 등을 조사·분석함으로써 5년간 진행된 SW중심대학 사업의 효과를 검증하는 과정이 필요하다.

본 연구에서는 SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개), 해외 Top10 대학(QS World University Rankings Top10)의 SW 교육과정을 비교 분석함으로써 국내 대학의 SW 교육 문제점을 파악하고 그 개선점을 찾고자 한다. 그리고 4차 산업혁명과 디지털 전환 핵심 기술, 국내 NCS 체계와의 합치성 등을 기준으로 국내 대학의 효율적인 SW 교육 방안을 제시하고자 한다.

II. 대학의 SW 교육과정 분석

SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학), 해외 Top10 대학(QS World University Rankings Top10)의 SW 교육과정을 조사하고 비교 분석한다.

1. QS World University Rankings Top10 대학의 SW 교육과정 분석

본 연구에서는 Computer Science & Information System 분야를 중심으로 QS 세계 대학 순위 (QS World University Rankings)에서 제공하는 2019년 해외 상위 10개 대학의 SW 교육과정을 비교 분석한다. 2019년

【표 1】 QS World University Rankings Top10 by Subject 2019: Computer Science & Information Systems.

Ranking	University	Location
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	United States
2	Stanford Univ.	United States
3	Carnegie Mellon Univ.	United States
4	Univ. of California, Berkeley	United States
5	Univ. of Cambridge	United Kingdom
6	Univ. of Oxford	United Kingdom
7	Harvard Univ.	United States
8	EPFL-Ecole Polytechnique Federale de Lausane	Switzerland
9	ETH Zurich-Swiss Federal Institute of Technology	Switzerland
10	National Univ. of Singapore	Singapore

QS(Quacquarelli Symonds) World University Rankings의 상위 10개 대학은 [표 1]과 같다. QS 세계 대학 순위는 영국의 대학평가 기관 QS가 1994년부터 매년 시행한 대학들에 대한 평가로 전 세계 상위권 대학의 학사 및 석사 과정 순위를 평가하고 있다.⁴

[표 1]의 해외 상위 10 대학의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 [표 2]와 같은 교과과정 Matrix를 작성한다. [표 2]는 교과과정 Matrix의 일부이다.

[표 2]에서 ○ 표기는 교과과정에 해당 교과목이 존재한다는 의미이고, ▲ 표기는 유사한 교과목이 존재한다는 의미이다. [표 2]의 교과과정 Matrix를 활용하여 해외 상위 10 대학의 교과과정을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

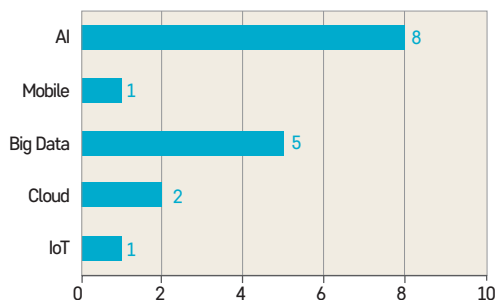
- SW 관련 학과의 핵심 교과목인 컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 알고리즘은 10개 대학의 교과과정에서 모두 개설되어 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목은 80% 이상의 대학에서 교과목을 개설하고 있다.
- 프로그래밍 기초 교과목을 개설한 대학의 비율은 높지만, 실제 프로그래밍 언어의 문법을 교육하는 교과목 개설 비율은 높지 않았다. 프로그래밍 언어 관련 교과목은 C언어 또는 C++ 언어 보다 자바(Java), 파이썬(Python)을 개설한 비율이 높았다.
- 또한, 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI 관련 교과목 개설 현황은 [그림 1]과 같다.

■ [표 2] Curriculum Matrix of QS World Univ.

표기: ○ 해당 교과목, ▲ 유사 교과목

대학	교과목	컴퓨터구조	운영체제	데이터베이스	소프트웨어공학	데이터통신	자료구조	알고리즘	시스템분석설계	...	컴퓨터네트워크	정보보호	인공지능	기계학습	오토마타형식언어	컴파일러
해외 Top10 대학	MIT	○		○	○		○	○	○	...			○	○	○	
	Stanford	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○		○
	Carnegie Mellon	○	○	○	○		○	○	▲		○	○		○		○
	UC Berkeley	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○		○
	Cambridge	○	○	○	▲		○	○			○	○	○	○	○	○
	Oxford	○		○			○	○			○	○	○	○	○	○
	Harvard	○	○	○	○		○	○	▲		○	○	○	○		
	EPFL-Ecole	▲	○	○	○			○			○	○	○	○	▲	
	ETH Zurich	○	○	○	○		○	○			○	○		○		○
	Singapore	○	○		○		○	△			○					

■ [그림 1] QS World University Rankings Top10 대학의
4차 산업혁명의 핵심기술 관련 교과목 분포



[그림 1]을 보면 AI 교과목을 개설한 대학의 수가 8개교로 AI 인력 양성에 중점을 두고 있다는 것을 알 수 있다.

모든 대학이 PBL(Project Based Learning) 교과목을 개설하고 있다. 특히 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하였다. 대표적인 프로그램은 ETH Zurich-Swiss Federal Institute의 Summer Research Fellowship⁵과 National Univ. of Singapore의 UROP(Under graduate Research Opportunities Programme)⁶이다. ETH Zurich-Swiss Federal Institute의 Summer Research Fellowship은 학부 학생과 대학원생들이 여름 방학 동안 새로운 분야 연구 및 경험을 할 수 있는 프로그램이고, UROP은 학부 학생들에게 새로운 분야 연구 및 경험을 할 수 있는 프로그램이다.

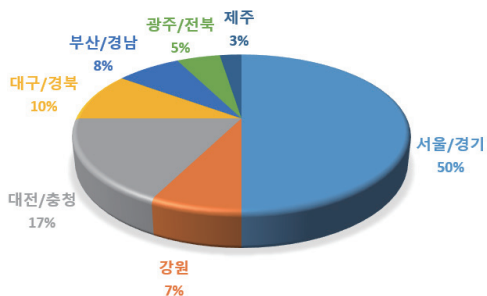
2. SW중심대학의 SW 교육과정 분석

SW중심대학은 2015년도에 8개 대학, 2016년 6개 대학, 2017년 6개 대학이 선정되었고, 2018년 10개 대학, 2019년 10개 대학을 추가 선정함으로써 총 40개 대학이 선정되었다. SW중심대학의 지역 분포는 [그림 2]와 같다.

[그림 2]를 살펴보면 서울/경기 지역의 SW중심대학이 50%인 20개 대학으로 가장 많음을 볼 수 있다. 특히, 2018~2019년에 선정된 SW중심대학은 서울/경기보다

는 지방 대학의 비율이 증가하였다. 이것은 지역의 균형 있는 SW 전문인력 양성을 위해 SW중심대학 선정 시 지역 안배를 고려한 결과이다. 또한, SW중심대학 사업이 5년(2015~2019) 동안 추진되면서 SW중심대학의 목표도 “SW 전문인력 양성 → SW 융합형 인재 양성 → 4차 산업혁명을 선도하는 인재 양성 → AI 융합 인재 양성”으로 전환되었다.

■ [그림 2] SW중심대학의 지역 분포



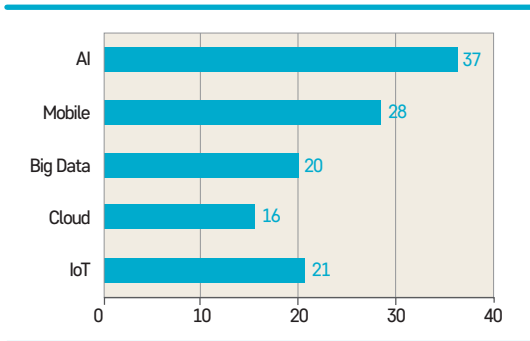
SW중심대학(40개 대학)의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 교과과정 Matrix를 작성하여 활용한다. SW중심대학의 교과과정을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

SW중심대학의 교과과정을 분석해 보면 컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터네트워크 등의 SW 관련 학과 핵심 교과목은 모든 대학에서 개설하고 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목을 개설한 비율은 65%로 해외 상위권 10개 대학의 개설 비율인 80%에 비해 낮은 편이다.

프로그래밍 언어 관련 교과목은 웹 프로그래밍, 자바 프로그래밍, 객체 지향 프로그래밍, 윈도우 프로그래밍, 모바일 프로그래밍 등의 교과목 개설 비율이 높았다. 파이썬 프로그래밍 교과목을 개설한 대학은 12개 대학으로 그 비율은 30%로 낮은 편이다.

SW중심대학의 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI 관련 교과목 개설 현황은 [그림 3]과 같다.

■ [그림 3] SW중심대학의 4차 산업혁명의 핵심기술 관련 교과목 분포



[그림 3]을 보면 AI 교과목을 개설한 대학의 수는 37개(92.5%) 대학으로 많은 대학이 AI 인력 양성에 중점을 두고 있다는 것을 알 수 있다. 클라우드 컴퓨팅 환경에 적응할 수 있는 인력 양성이 필요하지만, 관련 교과목 개설 대학 수는 16개(40%) 대학으로 낮은 편이다. 이는 클라우드 컴퓨팅 관련 수업에서 필요한 Azure, AWS(Amazon Web Service) 등의 실습 환경 구축 및 실습에 많은 비용이 소요되기 때문이다.

3. 거점 국립대학의 SW 교육과정 분석

국내 9개 거점 국립대학 중에 SW중심대학에 선정된 강원대, 충남대, 경북대, 부산대, 제주대, 충북대를 제외한 3개 대학(서울대, 전북대, 전남대)의 SW 관련 학과 교과과정을 분석한다. 거점 국립대학의 SW 관련 학과 교과과정을 비교하기 위해 교과과정 Matrix를 작성하여 활용한다. 거점 국립대학의 교과과정을 분석해 보면 다음과 같다.

컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, 소프트웨어공학, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터네트워크 등의 SW 관련 학과 핵심 교과목은 모든 대학에서 개설하고 있다. 그리고 이산수학, 확률통계 교과목 개설 비율도 높은 편이다.

프로그래밍 언어 관련 교과목은 웹 프로그래밍, 자바 프로그래밍 등의 교과목 개설 비율은 높았지만, 파이썬 프로그래밍 교과목을 개설 비율은 낮은 편이다.

또한, 4차 산업혁명의 핵심기술인 IoT, Cloud, Big Data, Mobile 관련 교과목 개설 비율도 낮은 편이다.

III. 효율적인 대학 SW 교육 개선 방향 제안

1. 대학의 SW 교육과정 비교 분석

해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

■ [표 3] 대학의 SW 교육과정 비교 분석

표기: ◎ 강 ○ 보통, ▲ 약

항 목	SW 중심대학	거점 국립대학	해외 Top 10 대학
컴퓨터공학의 핵심 교과목 비중	◎	◎	◎
기본 수학 교육	◎	▲	◎
프로그래밍 언어 교육 강화	◎	○	▲
인공지능 관련 교육	○	▲	▲
4차 산업혁명 관련 교과목	◎	▲	◎
Product 기반의 교육을 위한 자기주도적 학습 교과목	◎	○	◎
SW 융합 교과목	○	▲	◎
산학연계프로그램	○	▲	◎
인턴십			
지역 사회 공헌도	◎	▲	◎
대학별 특성화	○	○	◎

[표 3]을 살펴보면 다음과 같다.

- SW중심대학, 거점 국립대학, 해외 Top10 대학 모두 SW 전공에 필수인 기본 교과목(컴퓨터구조, 운영체제, 데이터베이스, SW공학, 데이터통신, 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터그래픽, 컴퓨터네트워크, 컴파일러, 정보보호, 인공지능 등)을 교과과정에 반영함으로써 기본적인 SW 교육에 충실함을 알 수 있다. 또한, 이산수학, 확률통계, 선형대수 등 SW 개발에 연관된 기본적인 수학 교과목을 중시하여 교과과정에 반영하고 있다.

- SW중심대학을 비롯한 국내 대학은 SW 개발언어(C, C++, Java, Python 등) 중심의 교육과정을 운영하고 있지만, 해외 Top10 대학은 SW 개발언어를 SW 융합 교과목에 포함하여 교육하고 있는 것이 특징이다.
- SW중심대학과 해외 Top10 대학은 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 사물인터넷 등) 교과목과 인공지능(AI), 디지털 콘텐츠 개발을 위한 가상/증강현실 관련 교과목이 다양하지만 거점 국립대학은 다소 부족한 편이다. 특히, 해외 Top10 대학은 기존의 컴퓨터공학과 의료, 바이오, 센서, 인간, 인지과학 등의 분야와 융합된 SW 융합 교과목 개설이 증가하는 추세이다. 그러나 SW중심 대학은 해당 지역의 산업과 연계한 분야를 교과과정에 반영하는 것은 부족하다.
- SW중심대학과 해외 Top10 대학은 Product 기반의 교육을 위한 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤디자인, 종합설계 등의 교과목과 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하다.

2. 효과적인 대학의 SW 교육 개선 방향 제안

효과적인 국내 대학의 SW 교육을 위해서는 다음과 같은 요소들을 고려하여 교육과정을 개선하는 것이 필요하다.

① 교육과정 개발 과정에서 SW 개발자 관련 NCS 직무 분석을 기반으로 교과목을 개발함으로써 산업체 현장 적응력을 높이는 것이 필요하다.

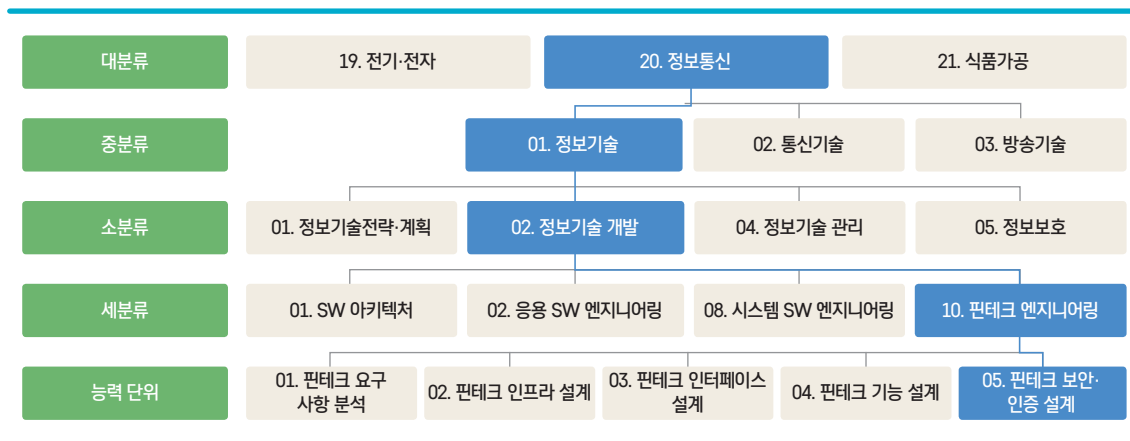
[그림 4]의 직무 분류에서 대분류(정보통신)-중분류(정보기술)-소분류(정보기술개발)-세분류에서 SW 아키텍처, 응용 SW 엔지니어링, 시스템 SW 엔지니어링, 핀테크 엔지니어링 직무에 해당하는 능력 단위를 고려하여 교과목을 개발한다면 산업체 현장 적응력이 높은 인력을 양성할 수 있다.

② 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등)과 AI 관련 교과목을 강화하여 의료, 바이오, 센서, 인간, 인지과학 등의 다양한 분야와 융합하는 것이 필요하다. SW 신기술 분야 인력 현황은 [그림 5]와 같다.⁷⁾

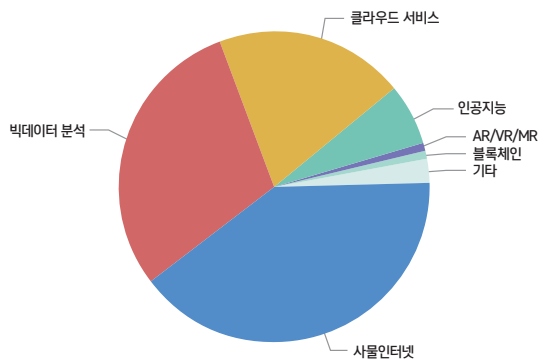
[그림 5]의 SW 신기술 분야 인력 현황을 살펴보면 4차 산업혁명 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터 분석, 클라우드 서비스 분야의 순서로 인력 비율이 높음을 알 수 있다. 하지만 인공지능과 AR/VR/MR 분야의 인력 비율은 10% 이하로 매우 낮음을 볼 수 있다. 따라서 인공지능과 디지털 콘텐츠 개발을 위한 AR/VR/MR 분야의 인력 양성을 위한 교과목 개설이 필요하다.

③ 프로그래밍 언어 교육은 기본적인 문법 교육 후, SW 융합 교과목에 포함하여 다양한 분야의 프로젝트를

[그림 4] 정보통신 분야 NCS 직무 분류



[그림 5] SW 신기술 분야 인력 현황



(단위 : %)

구분	2019년
사물인터넷	40.2%
빅데이터 분석	29.6%
클라우드 서비스	19.8%
인공지능	6.4%
AR/VR/MR	0.7%
블록체인	0.8%
기타	2.5%
합계	100.0%

구현해 보도록 해야 한다. 또한, 응용 프로그램 개발자보다는 시스템 프로그래밍 개발자, Back-End 개발자 양성을 위한 교과목을 강화해야 한다.

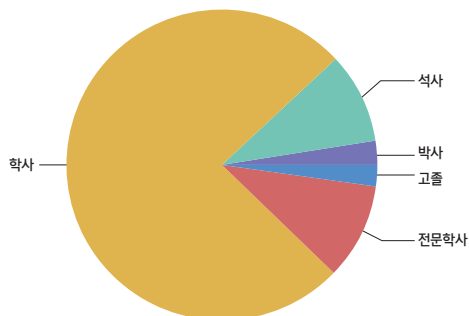
④ Product 기반의 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤 디자인, 종합설계 등의 교과목을 강화하여 산학연계 프로젝트에 참여할 기회를 제공해야 한다.

⑤ 지역 기반의 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램을 강화함으로써 각 지역산업에 기반한 대학 특성화 교육과정 개발이 필요하다. 특히, 각 지역산업에 기반한 산학연계 프로그램에서 중소기업 R&D 과제를 공동 수행하기 위해서는 SW 신기술 분야

의 고급 인력의 참여가 필수적이다. [그림 6]은 학력별 SW 인력 현황이다.⁸

[그림 6]의 학력별 SW 인력 현황을 살펴보면 중견 기술 인력인 학사급 인력에 편중되어 있음을 볼 수 있다. 새로운 지식 창조와 4차 산업혁명 핵심기술인 사물인터넷, 빅데이터 분석, 클라우드 서비스 분야와 인공지능, AR/VR/MR 분야를 선도하고 기술적인 우위를 갖기 위해서는 석사 및 박사 인력 양성에 집중되어야 한다. 현재 과학기술정보통신부에서 추진하는 AI 대학원(8개교: KAIST, GIST, 고려대, 성균관대, 포스텍, 연세대, 한양대, UNIST)과 AI 융합대학원(4개교: 부산대, 인하대, 충남대, 한양대ERICA) 지원사업

[그림 6] S학력별 SW 인력 현황



(단위 : %)

구분	2019년
고졸	2.3%
전문학사	10.0%
학사	75.9%
석사	9.4%
박사	2.4%
합계	100.0%

은 매우 시기 적절한 사업이라 판단된다. 이 사업을 통하여 국내 SW 신기술 분야의 고급 인력들이 많이 배출되었으면 하는 바람이다.

IV. 결론

본 연구에서는 해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석하였다.

해외 대학(Top10), SW중심대학, 국내 거점 국립대학 모두 SW 전공에 필수인 기본 교과목을 교과과정에 반영함으로써 기본적인 SW 교육에 충실함을 알 수 있었다. 또한, 이산 수학, 확률통계, 선형대수 등 SW 개발에 연관된 기본적인 수학 교과목을 중시하여 교과과정에 반영하고 있었다. SW중심대학을 비롯한 국내 대학은 SW 개발언어 중심의 교육과정을 운영하고 있지만, 해외 Top10 대학은 SW 개발언어를 SW 융합 교과목에 포함하여 교육하고 있었다. 4차 산업혁명 핵심 기술(클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등) 교과목과 AI 관련 분야에 대하여 해외 대학(Top10), SW중심대학은 다양 교과목을 개설하였지만 거점 국립대학은 다소 부족한 편이었다. 또한, SW중심대학과 해외 Top10 대학은 Product 기반의 교육을 위한 자기 주도적 학습이 가능한 캡스톤디자인, 종합설계 등의 교과목과 산업체 현장에서 기술을 습득할 수 있는 인턴십 또는 산학연계 프로그램이 다양하였다. 하지만 국내 대학은 해당 지역의 산업과 연계하여 특성화된 교육과정에 개발은 부족하였다. 또한, SW 신기술 분야에는 고급 인력에 포함되는 석사 및 박사 인력 비율이 낮았다. 따라서 SW중심대학 사업은 4차 산업혁명 핵심기술(클라우드컴퓨팅, 빅데이터, 가상/증강현실, 사물인터넷 등) 교과목과 AI 관련 분야의 인력 양성뿐만 아니라 산업 수요 기반의 전공교육 강화 및 비전공자 SW 융합 교육, SW 가치의 사회적 확산 등 SW 기반 문제 해결능력을 갖춘 인재 양성에 큰 역할을 하였다. 또한, SW 신기술 분야의 석사 및 박사 인력 양성하기 위한 AI 대학원과 AI 융합대학원 지원사업은 매우 시기

적절하고 효과적인 사업이라 판단된다. 마지막으로 해외 대학(QS World Univ. Top10), SW중심대학(40개 대학)과 국내 거점 국립대학(3개 대학)의 SW 교육과정을 비교 분석한 결과를 바탕으로 효과적인 대학 SW 교육 모델을 제안하였다.

참고문헌

- [1] <https://www.zdnet.co.kr/view/?no=20190319161849>
- [2] <https://NCS.go.kr/index.do>
- [3] <http://www.swuniv.kr/>
- [4] <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-s>
- [5] <https://www.inf.ethz.ch/studies/summer-research-fellowship.html>
- [6] <https://www.comp.nus.edu.sg/programmes/ug/project/urop/>
- [7] https://stat.spri.kr/posts/view/23014?code=stat_manpower
- [8] https://stat.spri.kr/posts/view/23013?code=stat_manpower

이원주(李元柱)

현 인하공업전문대학 컴퓨터정보과 교수, (사)소프트웨어교육 혁신센터 센터장, (사)한국컴퓨터정보학회 수석부회장이다. 또한, SW교육봉사단 단장으로서 사회배려계층과 장애 청소년을 위한 SW교육봉사에 참여하고 있다.

- 저서
 - 아두이노 소프트웨어 튜터(복두출판사, 2014.12.)
- 논문
 - "A Study on Software Education Donation Model for the Social Care Class", Journal of The Korea Society of Computer and Information(2019.1.)
 - "A Study on the Improvement Scheme of University's Software Education", Journal of The Korea Society of Computer and Information(2020.3.)
- 수상
 - 33회 정보문화의달 유공 포장[근정 포장(제119157호)]