

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제9호
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.9.009>



Computing Curricula 표준 문서에 나타난 AI 교육 내용 구성의 변화 분석

An Analysis of Changes in the Organization of AI Education Content in Computing Curricula Documents

양혜지[†] 
 HyeJi Yang[†]

요약

본 연구는 Computing Curricula 표준 문서에 나타난 AI 교육 내용의 구성 변화를 분석하고, AI 교육과정 설계에 대한 시사점을 도출하는 데 목적이 있다. Curriculum 68 부터 CS2023까지 총 20편의 문서를 대상으로 내용분석법을 적용하여 사전에 설정한 AI 관련 명시 용어를 중심으로 명칭, 구조적 위치, 구성 단위, 세부 내용 및 포함 방식을 분석하였다. 분석 결과, AI 관련 내용의 위상과 구성 방식은 문서군의 전개 과정에서 문서 유형과 분과에 따라 변화하였다. 초기 문서에서는 Subject Area, Advanced Course 또는 알고리즘 응용 영역으로, 컴퓨팅 전반 문서에서는 공통 요구 영역 또는 분과 간 비교 항목으로, CC2001 이후 CS 문서와 CCDS2021에서는 독립 Knowledge Area로 제시되었다. 세부 내용은 탐색, 지식 표현, 추론 등 전통적 원리를 유지하면서 기계학습, 데이터 기반 모델링 및 심층 생성모델로 확장되었으며, 공정성, 프라이버시 및 설명가능성 등 윤리·사회적 쟁점도 함께 포함되었다. 이를 바탕으로 기초 원리와 확장 내용의 균형, 지식 요소의 수준별 조직과 수행 역량의 연계, 영역 간 관계와 윤리·책임성의 통합, 내용 영역·수준·교육 맥락을 결합한 모듈형 구성을 주요 설계 방향으로 제안하였다. 본 연구는 Computing Curricula 문서군의 전개에 따른 AI 교육 내용의 변화와 분과별 구성 원리를 체계화하였다는 데 의의가 있다.

주제어 컴퓨팅 교육과정, 인공지능 교육, 교육과정 표준 문서, 내용분석

ABSTRACT

This content analysis examines changes in AI education content and its organization across 20 Computing Curricula documents from Curriculum 68 through CS2023 using predefined explicit AI-related terms. AI appeared as a Subject Area, an Advanced Course, or an application within Algorithms in early documents; as a common requirement or cross-disciplinary comparison item in CC1991, CC2005, and CC2020; and as an independent Knowledge Area in CS documents from CC2001 onward and CCDS2021. Content retained search, knowledge representation, and reasoning while expanding to include machine learning, data-driven modeling, deep generative models, fairness, privacy, and explainability. Design implications include balancing foundational and expanded content, linking knowledge levels to competencies, integrating inter-area links, cross-cutting issues, ethics, and responsibility, and organizing content modularly by area, level, and educational context.

Keywords Computing Curricula, Artificial Intelligence Education, Curriculum Documents, Content Analysis

[†]중심회원 성결대학교 IT공과대학 미디어소프트웨어학과 조교수

논문투고 2026년 06월 13일
 심사완료 2026년 07월 06일
 게재확정 2026년 08월 11일
 발행일자 2026년 09월 30일

1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 사회 전반의 구조적 변화를 이끌고 있다. 이러한 변화는 교육 분야에도 중대한 전환을 요구하며, 교육 체계의 재구조화로 이어지고 있다[1-3]. AI의 융합적 성격과 사회적 파급력은 교육 내용, 교수·학습, 평가를 포함한 교육 전반의 변화를 촉진하고 있으며, 이에 대응하기 위한 정책적 논의도 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다[1, 4-5].

AI는 다양한 학문에서 응용 가능하지만, 그 이론적·기술적 기반은 컴퓨팅(Computing)¹⁾을 중심으로 형성되어 왔다. 컴퓨팅의 여러 분과 가운데 컴퓨터 과학과 데이터 과학은 알고리즘, 데이터, 표현과 추론, 학습 등을 핵심 개념으로 다루며, 이러한 개념은 AI의 원리 및 기술 체계와 밀접하게 연결된다[6-9].

수학, 과학, 역사, 문학, 예술 등 전통 학문 분야는 오랜 역사 속에서 고유한 지식 체계와 교육적 전통을 형성해 왔으며[10-14], 교육과정 이론의 발전과 함께 교육과정 문서에 체계적으로 구조화되었다[15-19]. 이에 비해 컴퓨팅 교육은 비교적 짧은 역사에도 불구하고 기술과 사회의 변화에 대응하여 교육 내용과 체계를 지속적으로 정비해 왔다[6-9, 20-23].

1968년 ACM Curriculum Committee on Computer Science가 발표한 Curriculum 68은 컴퓨터 과학 학문 프로그램에 위한 교육 내용과 과목 체계를 제시한 초기 표준 문서²⁾로, 후대 Computing Curricula 계열의 역사적 출발점에 해당한다[20]. 이후 ACM과 IEEE Computer Society(IEEE-CS)를 중심으로 한 공동 작업을 통해 Computing Curricula는 지속적으로 개정·확장되었으며, 분과 체계의 확대, 지식영역의 재구조화, 학습성과 및 역량 관점의 도입을 통해 컴퓨팅 교육의 체계를 정교화해 왔다[6, 9, 21-23]. 컴퓨팅 교육은 지식 중심의 내용 체계를 토대로 학습성과와 역량을 교육과정 설계의 주요 요소로 함께 고려하는 방향으로 발전해 왔다.

K-12 수준의 컴퓨팅 교육에서는 Computer Science Teachers Association(CSTA)을 중심으로 컴퓨터 과학 교육 표준이 지속적으로 정비되어 왔다. 2003년 ACM K-12 Task Force의 A Model Curriculum for K-12 Computer Science가 발표된 이후[24], CSTA는 2011년

CSTA K-12 Computer Science Standards를 발표하였다[25]. 2016년 K-12 Computer Science Framework[26]와 이에 맞추어 개정된 2017년 CSTA 표준[27]을 통해 핵심 개념과 실천을 중심으로 한 교육 체계가 발전해 왔다. 2026년 최종 발간된 CSTA PK-12 Computer Science Standards에는 AI, 데이터 과학 및 사이버보안이 고등학교 전문 영역으로 포함되었다[28]. AI4K12 Initiative는 ‘인공지능 5대 빅 아이디어’를 제시하고[29], 이를 중심으로 K-12 수준의 AI 교육 내용을 학년군별로 구조화하여 AI 교육과정 개발을 위한 지침을 제시하였다[30, 31].

교육과정 표준 문서를 대상으로 한 선행 연구는 성취 수준, 내용 구성 방식 등을 중심으로 축적되어 왔다. 컴퓨팅 교육 분야에서는 ACM·IEEE-CS 등을 중심으로 발간된 고등 교육 교육과정 문서를 대상으로 국내 교육과정과의 비교, 지식영역 구조의 계량화 및 특정 내용영역의 분석이 이루어져 왔다[32-37]. 그러나 기존 연구는 주로 특정 컴퓨팅 분과 또는 특정 내용영역에 초점을 두어 왔으며, Computing Curricula 전반을 대상으로 AI 교육 내용의 시계열적 변화와 분과별 구성 방식을 통합적으로 분석한 연구는 상대적으로 제한적이다.

Computing Curricula 계열에서 AI 교육 내용은 1968년 Curriculum 68에서 컴퓨터 과학(Computer Science) 교육의 일부로 제시된 이후[20], 컴퓨팅 분야가 여러 분과로 확장되는 과정에서 그 위상과 구성 방식이 변화해 왔다. 문서 유형과 분과의 특성에 따라 AI 관련 내용은 독립 지식영역, 응용 기술, 역량 요소, 윤리·사회적 쟁점 등의 형태로 제시되고 있다. 이러한 변화 양상을 문서 유형과 분과 확장의 맥락에서 구조와 내용 측면에서 분석하는 것은 AI 교육과정의 내용 범위 설정, 교수·학습 설계 및 평가 준거 마련을 위한 이론적·분석적 기반을 제공한다는 점에서 의의가 있다. 이에 본 연구는 Curriculum 68과 Curriculum '78, CC1991·CC2005·CC2020 및 컴퓨팅 분과별 지침 문서를 대상으로 AI 교육 내용의 문서 내 위상과 구성 방식이 시기별·분과별로 어떻게 변화해 왔는지를 비교·분석하고, 이를 바탕으로 AI 교육과정 설계에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 이론적 배경

본 장에서는 Computing Curricula 표준 문서의 전개 과정과 유형별 특징을 살펴보고, 교육과정 표준 문서 분석에 관한 선행 연구를 검토하여 본 연구의 필요성을 논의한다.

2.1 Computing Curricula 표준 문서의 전개와 유형 구분

Computing Curricula 계열은 컴퓨팅 분야의 학문 체계와 교육과정 설계를 지원하기 위해 전문학회가 개발한 교육과정 지침 및 권고안으로, 1968년 Curriculum 68

1) 본 연구에서 컴퓨팅(Computing)은 컴퓨터 과학, 데이터 과학, 정보시스템, 소프트웨어공학, 컴퓨터공학, 정보기술, 사이버보안 등을 포괄하는 학문 분야를 의미한다. 이와 같은 맥락에서 본 연구에서는 정보학(Informatics)을 컴퓨팅과 동일한 의미의 용어로 간주하며, 분석 대상인 Computing Curricula의 용어 체계와의 일관성을 위해 ‘컴퓨팅’으로 용어를 통일하여 사용한다.

2) 본 연구에서 ‘표준 문서’는 관련 전문기관·학술단체가 공식 발간한 교육과정 관련 standards, frameworks, guidelines, recommendations 및 reports를 포괄하는 분석상의 용어이다. 이러한 범주화는 개별 문서의 공식적 성격이나 제도적 구속력이 동일함을 의미하지 않는다. 문서의 공식 명칭은 원문의 표기를 따른다.

을 출발점으로 기술 발전, 학문 분화, 교육 패러다임의 변화에 따라 문서군으로 확장되어 왔다. 초기 문서는 ACM Curriculum Committee on Computer Science가 개발하였으며, 이후에는 ACM과 IEEE-CS를 중심으로 문서의 성격에 따라 AIS, AAI, IFIP 등 관련 학술단체가 개발에 참여하였다. 본 연구에서는 Computing Curricula 문서를 개발 주체, 문서의 기능, 적용 범위에 따라 컴퓨팅 과학 기반 초기 문서(Early Computer Science), 컴퓨팅 전반 문서(Computing-wide Reports), 분과별 지침 문서(Discipline-Specific Reports)의 세 유형으로 구분하였다. 이를 정리하면 Table 1과 같다.

첫째, 컴퓨터 과학 기반 초기 문서이다. ACM Curriculum Committee on Computer Science가 발표한 Curriculum 68과 Curriculum '78은 후대 Computing Curricula 계열의 출발점에 해당하는 초기 컴퓨팅 과학 교육과정 지침이다. Curriculum 68은 컴퓨터 과학의 subject area를 Information Structures and Processes, Information Processing Systems, Methodologies의 세 주요 부문으로 분류하고, 학부 및 대학원 수준의 관련 과목 체계를 제시하였다[20]. Curriculum '78은 1979년에 발표된 학부 컴퓨터 과학 프로그램 지침으로, 모든 학부 프로그램에 공통으로 적용되는 core curriculum과 이를 보완하는 elective courses를 구분하여 제시하였다[21]. 두 문서는 모두 ACM이 단독으로 제정하였으며, 후대 CC2005와 CC2020에서 제시된 다분과적 컴퓨팅 체계가 형성되기 이전의 컴퓨터 과학 중심 문서에 해당한다.

둘째, 컴퓨팅 전반 문서이다. CC1991은 컴퓨터 과학, 컴퓨터공학, 컴퓨터 과학 및 공학 등 당시 컴퓨팅으로 규정된 분야의 학사 프로그램을 대상으로 ACM과 IEEE-CS가 처음 공동 개발한 컴퓨팅 학부 교육과정 보고서이다[22]. CC2005는 ACM, AIS, IEEE-CS

의 공동 프로젝트로 개발된 Overview Report로서, 컴퓨팅 분야를 Computer Engineering(CE), Computer Science(CS), Information Systems(IS), Information Technology(IT), Software Engineering(SE)의 다섯 분과로 구분하고 각 분과의 교육과정과 졸업생 특성을 비교하였다[23]. CC2020은 기존 분과별 교육과정 지침을 국제적 관점에서 비교·종합하고, 향후 지침 개발의 방향을 제시하는 것을 목적으로 하였다[6]. CC2005의 다섯 분과인 CE, CS, IS, IT, SE에 Cybersecurity(CSEC)를 추가한 여섯 개의 확립된 컴퓨팅 분과를 비교하고, 당시 교육과정 지침이 개발 중이던 Data Science(DS)를 신흥 분과로 함께 다루었으며, knowledge-based learning을 competency-based learning으로 확장하는 관점을 강조하였다. 세 문서는 모두 컴퓨팅 전반을 대상으로 하지만, CC1991은 종합 교육과정 권고안이고 CC2005와 CC2020은 분과별 지침을 비교·종합하는 보고서라는 기능상의 차이가 있다.

셋째, 분과별 지침 문서(Discipline-Specific Reports)는 각 컴퓨팅 분과의 학문적 특성과 실천적 요구를 반영하여 교육 목표, 지식영역, 역량, 학습성과 등을 구체화한 문서이며, 개발 주체와 교육과정 구조는 문서마다 차이가 있다. 분과별 최신 지침 문서를 중심으로 주요 특징을 정리하면 다음과 같다.

CS2023은 ACM·IEEE-CS·AAAI 공동 태스크포스가 개발한 문서로, 17개 Knowledge Area로 구성된 지식모델을 제시하고 각 Knowledge Area의 Knowledge Unit별 CS Core 및 KA Core topics에 대한 Illustrative Learning Outcomes와 해당 Knowledge Area와 관련된 Professional Dispositions를 포함하였다. 또한 교육기관이 지역적 요구에 맞는 역량모델을 설계할 수 있도록 별도의 Competency Framework를 제시하였다. CS2023에서는 기계학습 등 빠르게 발전하는 영역의 내용을 확대하였

Table 1. Classification and Key Characteristics of Computing Curricula Documents

Document Type	Representative Documents	Key Characteristics
Early Computer Science	Curriculum 68[20] Curriculum '78[21]	<ul style="list-style-type: none"> Developed by the ACM Curriculum Committee on Computer Science Focused on Computer Science academic programs Curriculum 68: Classified subject areas into three major divisions and presented course structures Curriculum '78: Presented a core curriculum and elective courses for undergraduate programs Preceded the later multi-disciplinary Computing framework
Computing – wide Reports	CC1991[22] CC2005[23] CC2020[6]	<ul style="list-style-type: none"> CC1991: The first joint curriculum report for undergraduate computing programs, developed by ACM and IEEE-CS CC2005: An overview report developed through cooperation among ACM, AIS, and IEEE-CS; compared five computing disciplines CC2020: Compared and contextualized six established computing disciplines and Data Science under development; emphasized competency-based learning CC2005 and CC2020 compared and synthesized discipline-specific guidelines rather than directly updating them
Discipline – Specific Reports	CS2023[9] IS2020[38] IT2017[39] SE2014[40] CE2016[41] CSEC2017[42] CCDS2021[8]	<ul style="list-style-type: none"> Developed by discipline-specific task forces established by relevant professional societies Used discipline-specific combinations of educational goals, knowledge areas, competencies, learning outcomes, and professional dispositions Adopted knowledge-based, competency-based, or combined structures depending on the report

Note. The discipline-specific reports listed are the latest guidelines included in this study.

으며, Society, Ethics, and the Profession(SEP)은 독립 Knowledge Area이면서 대부분의 다른 Knowledge Area에 별도의 Knowledge Unit으로도 배치되었다[9].

CCDS2021은 ACM Data Science Task Force가 개발한 문서로, 11개 컴퓨팅 중심 Knowledge Area로 구성된 Body of Knowledge와 이를 기술하기 위한 Competency Framework를 제시하였다. 11개 Knowledge Area에는 Artificial Intelligence, Machine Learning, Data Mining, Professionalism 등이 포함되며, Visualization은 Analysis and Presentation의 하위 영역으로 제시된다. Calculus, discrete structures, probability theory, elementary statistics, advanced topics in statistics, linear algebra는 11개 Knowledge Area에 포함되는 것이 아니라 완전한 데이터 과학 교육과정을 구성하기 위해 추가되어야 할 역량으로 제시된다. 윤리적·사회적 책임은 Professionalism과 Data Privacy, Security, Integrity, and Analysis for Security 등의 Knowledge Area에서 다루어지며, Artificial Intelligence KA의 Scope에도 Ethical considerations가 포함되어 있다[8].

IS2020, IT2017, SE2014, CE2016, CSEC2017은 각각 정보시스템, 정보기술, 소프트웨어공학, 컴퓨터공학, 사이버보안 분과의 특성을 반영하여 분과별 교육 내용과 교육과정 구조를 구체화하였다[38-42].

Computing Curricula 계열은 초기 컴퓨터 과학 중심 문서에서 출발하여 컴퓨팅 전반을 다루는 종합·비교 보고서와 분과별 지침이 상호 연계되어 병행 발전하는 구조로 확장되었다. 이러한 전개 과정과 유형 구분은 AI 교육 내용의 시기별·분과별 위상과 구성 방식을 분석하기 위한 기초를 제공한다.

2.2 교육과정 표준 문서 분석에 관한 선행 연구

교육과정 표준 문서는 K-12 및 고등교육 수준에서 인문 사회, 수학·통계, 과학, 예술, 체육, 기술·공학, 컴퓨팅 등 다양한 학문 분야의 지식 체계와 교육 목표를 구조화하고 교육과정의 설계와 개선을 위한 준거로 활용되어 왔다[43].

K-12 수준에서는 사회과 표준 문서의 구조와 시민교육적 특성 검토[44], 수학·과학·예술 표준과 국내 교육과정 간 내용 체계 및 성취기준 비교[45-47], 체육 및 기술·공학 표준의 개정 방향과 구조 변화 분석[48, 49] 등이 수행되었다. 컴퓨팅 분야에서는 CSTA K-12 Computer Science Standards, 영국 국가 교육과정 및 한국의 2015 개정 교육과정에 제시된 초등 컴퓨팅 교육 목표가 지식 차원과 인지과정 차원에서 비교·분석되었다[32].

고등교육 수준에서는 역사학 지침의 실행 양상 검토[50], 사회학 지침을 기준으로 한 교육과정 구성 및 정합성 분석[51], 수학·통계학 지침에 기초한 전공 교육과정 개편 및 학습성과 평가[52, 53] 등이 수행되었다. 생물학 프레임워크에 맞춘 교육과정 개편이 과학적 소양에 미친 효과 분석[54], 예술·디자인 교육과정과 인증 기준 간 정합성 검토[55], 체육교사교육 표준에 대한 비판적 분석[56], 공학 인증 기준이 기계공학 교육과정에 미친 영향 분석[57] 등의 연구도 이루어졌다.

고등교육 수준에서는 ACM, IEEE-CS 및 AAAI 등이 개발한 컴퓨팅 교육과정 지침을 중심으로 연구가 이루어져 왔다. 주요 선행 연구는 Table 2와 같다.

CS2013을 대상으로는 지식영역을 준거로 국내 대학 교육과정의 구성과 내용 반영 범위를 분석한 연구[33]와 Tier 1, Tier 2 및 Elective의 권고 시수와 세부 영역 수를 계량화하여 지식영역별 우선순위를 도출한 연구[34]가 수행되었다. CC2020-CS를 적용한 연구는 18개 지식영역과 역량을 기준으로 2015 개정 정보과 교육과정의 계속성·계열성·통합성을 분석하였으며[35], CS2023 관련 연구는 AI 교육 내용의 편성 배경과 교육과정 설계상의 쟁점을 다루었다[36]. 복수의 컴퓨팅 교육과정 지침을 대상으로 한 연구에서는 CS2023과 CCDS2021 등을 포함한 국제·국가 수준의 문서에서 데이터시스템 관련 주제를 추출하고, 이를 대학 강좌의 교육 내용 및 산업 수요와 비교하였다[37].

기존 연구는 국내 교육과정과의 비교, 개별 지침의 구조와 편성 근거, 특정 내용영역의 정합성에 초점을 두어 왔다[33-37]. Computing Curricula 계열 전반을 대상으로 AI

Table 2. Previous Studies Analyzing Higher Education Computing Curriculum Documents

Document(s)	Previous Study	Analysis Focus
CS2013[7]	Woo et al. (2017) [33]	Analysis of CS2013 Knowledge Area coverage in Korean university curricula
	Yu et al. (2017)[34]	Quantitative analysis and prioritization of CS2013 Knowledge Areas
CC2020[6]	Kim (2021)[35]	Articulation analysis of the 2015 revised Korean informatics curriculum based on CC2020-CS Knowledge Areas and competencies
CS2023[9]	Eaton and Epstein (2024)[36]	Examination of the rationale and curriculum design challenges underlying the integration of AI content into CS2023
CS2023[9], CCDS2021[8], IS2020[38], IT2017[39], SE2014[40], CSEC2017[42]	Miedema et al. (2025)[37]	Comparison of data systems topics across curriculum guidelines, university course syllabi, and industry needs

Note. CC2020-CS is the term used by Kim (2021) for the Computer Science component of CC2020, not the title of a separate official curriculum document.

교육 내용의 시계열적 변화와 분과별 구성 방식을 통합적으로 분석한 연구는 상대적으로 제한적이다. 따라서 AI 교육 내용의 위상과 구성 방식에 대한 시계열적·분과별 통합 분석의 필요성이 제기된다.

3. 연구방법

본 연구는 Computing Curricula 표준 문서에 나타난 AI 교육 내용의 위상과 구성 방식이 시기와 컴퓨팅 분과에 따라 어떻게 변화해 왔는지를 분석하고, AI 교육과정 설계에 대한 시사점을 도출하기 위해 내용분석법을 적용하였다 [58, 59]. 분석에서는 AI 관련 명시 용어를 기준으로 관련 구성 단위를 확인하고, 이를 명칭, 구조적 위치, 구성 단위, 세부 내용 및 포함 방식에 따라 비교하였다.

연구 문제는 다음과 같다.

첫째, Computing Curricula 표준 문서에서 AI 관련 내용은 시기별로 어떠한 명칭과 구조적 위치로 제시되어 왔는가?

둘째, Computing Curricula의 문서 유형과 컴퓨팅 분과에 따라 AI 교육 내용은 어떠한 구성 단위, 세부 내용 및 포함 방식으로 조직되어 있는가?

셋째, Computing Curricula 표준 문서에 나타난 AI 교육 내용 구성의 변화는 AI 교육과정 설계에 어떠한 시사점을 제공하는가?

3.1 분석 대상

분석 대상은 Curriculum 68부터 CS2023에 이르는 Computing Curricula 계열 표준 문서 총 20편이다. 분석 문서는 개발 주체, 기능 및 적용 범위에 따라 컴퓨터 과학 기반 초기 문서, 컴퓨팅 전반 문서, 분과별 지침 문서로 구분하였다.

컴퓨터 과학 기반 초기 문서로는 Curriculum 68[20]과 Curriculum '78[21]을 포함하였다. 컴퓨팅 전반 문서로는 CC1991[22], CC2005[23], CC2020[6]을 분석하였다. 분과별 지침 문서는 Computer Science, Data Science, Computer Engineering, Cybersecurity, Information Systems, Information Technology, Software Engineering 분과를 대상으로 하였다. Computer Science 분과에서는 CC2001[60], CS2008[61], CS2013[7], CS2023[9]을, Data Science 분과에서는 CCDS2021[8]을 분석하였다. 그 밖에 CE2004, CE2016, CSEC2017, IS2002, IS2010, IS2020, IT2008, IT2017, SE2004, SE2014를 포함하였다[38-42, 62-66]. 분석에는 참고문헌에 제시한 공식 발행본을 사용하였다.

3.2 분석 유목

AI 교육 내용의 구성 변화를 비교하기 위해 분석 유목을 명칭, 구조적 위치, 구성 단위, 세부 내용, 포함 방식으로 설정하였다.

첫째, 명칭은 AI 관련 내용이 문서에서 어떠한 용어로 제시되는지를 의미한다. Artificial Intelligence, Intelligent Systems, Artificial Intelligence and Robotics를 주요 분석 용어로 설정하고, 원문에서 이들 명칭으로 정의된 약어를 포함하였다.

둘째, 구조적 위치는 AI 관련 내용이 문서의 위계에서 어느 수준에 배치되는지를 의미한다. subject area, course, Knowledge Area(KA), Knowledge Unit(KU), sub-domain, topic, Learning Objective, Learning Outcome, Competency Statement 등 각 문서의 공식 단위명을 기준으로 분석하였다.

셋째, 구성 단위는 AI 관련 내용이 독립 영역이나 과목, 특정 영역의 하위 단위나 주제, 학습성과 또는 역량 진술 중 어떠한 형식으로 제시되는지를 의미한다. 해당 단위에 core, elective, tier 등의 구분이 있는 경우 이를 함께 검토하였다.

넷째, 세부 내용은 AI 관련 교육 내용을 구성하는 주제 요소를 의미한다. 탐색, 지식 표현, 추론, 에이전트, 기계학습, 데이터마이닝, 자연어처리, 로보틱스, 윤리, 프라이버시, 설명가능성 등을 주요 세부 내용으로 분석하였다. 이들 요소는 주요 분석 용어로 확인된 구성 단위의 내부 내용을 분류하기 위한 기준으로 사용하였다.

다섯째, 포함 방식은 AI 관련 내용이 문서에서 수행하는 교육과정적 기능과 제시 맥락을 의미한다. 독립 지식영역, 고급 또는 선택과목·주제, 분과 간 비교 항목, 응용 기술, 윤리적 쟁점, 역량 또는 학습성과 진술로 구분하였다.

세부 분석 범위는 문서의 유형과 구조에 따라 설정하였다. 초기 문서와 컴퓨팅 전반 문서는 문서 전체에서 주요 분석 용어의 위치와 관련 구성 단위를 분석하였다. CC2001부터 CS2023까지의 CS 문서는 Intelligent Systems 또는 Artificial Intelligence KA와 그 하위 구조를 중심으로 분석하였다. CE, CSEC, IS, IT 및 SE 문서는 문서 전체에서 주요 분석 용어가 나타난 위치와 직접적인 맥락을 분석하였다. Curricular Practices와 태도·성향 요소인 Professional Dispositions 또는 dispositions는 분석 범위에서 제외하였다.

CCDS2021에서는 Artificial Intelligence KA를 1차 분석 대상으로 설정하였다. 해당 KA가 기계학습 역량을 별도의 Machine Learning(ML) KA에서 다루고, ML이 Data Mining(DM) KA에서도 광범위하게 참조된다고 설명함에 따라 ML과 DM을 보조 분석 대상으로 포함하였다[8]. Data Privacy, Security, Integrity, and Analysis for Security(DPSIA)에서는 Analysis for Security의 내용 중 AI 또는 ML이 명시된 항목만 분석하였다. 이러한 보조 분석은 CCDS2021에서 AI와 관련 영역의 구조적 관계를 검토하기 위한 것으로 한정하였다.

3.3 분석 절차

분석은 문서 유형화, 1차 코딩, 유목별 정리, 원문 재대

조, 비교·해석의 단계로 진행하였다.

첫째, Computing Curricula 계열 문서를 수집하고, 발행 정보, 개발 주체, 기능 및 적용 범위를 기준으로 분석 대상을 유형화하였다.

둘째, 3.2에서 설정한 분석 범위에 따라 주요 분석 용어를 확인하고, 원문 내 위치와 위계 경로를 1차 코딩하였다. 약어는 원문에서 완전한 명칭과 함께 정의되고 그 의미가 확인되는 경우에만 포함하였으며, Information Systems와 구분되지 않는 단독 약어 IS는 제외하였다. 주요 분석 용어나 설정된 보조 분석 범위에 해당하지 않는 암묵적 활용 사례와 참고문헌·색인·타 문헌 제목에만 출현한 용어도 제외하였다.

셋째, 확인된 구성 단위에서 세부 내용을 추출하고 분석 유목에 따라 문서별로 정리하였다. 공식 교육과정 단위, 본문 설명, glossary 및 예시 교육과정의 출현 위치를 구분하였으며, 기관별 예시 교육과정에서 확인된 내용은 별도로 기록하고 공식 지침의 규범적 구성에는 포함하지 않았다.

넷째, 문서 유형별 분석 범위와 공통 판정 기준에 따라 분석 결과를 재검토하고, 각 문서의 원문 구조와 문맥에 반복적으로 대조하여 판정 결과를 확정하였다.

다섯째, 확정된 결과를 문서 유형, 시기 및 컴퓨팅 분야에 따라 비교하여 AI 교육 내용 구성의 변화 양상을 해석하고, AI 교육과정 설계에 대한 시사점을 도출하였다.

4. Computing Curricula의 AI 교육 내용 구성

본 장에서는 연구방법에서 설정한 분석 유목에 따라 Computing Curricula에 나타난 AI 교육 구성의 변화 양상을 분석한다. 4.1에서는 문서 유형별 AI 교육 구성과 세부 내용을 검토하고, 4.2에서는 시기별·문서 유형별·용어적 변화 양상을 종합적으로 논의한다.

4.1 문서 유형별 AI 교육 내용 구성 분석

4.1.1 컴퓨터 과학 기반 초기 문서(Curriculum 68, Curriculum '78)

Curriculum 68과 Curriculum '78은 모두 ACM Curriculum Committee on Computer Science가 제시한 컴퓨터 과학 중심의 초기 교육과정 표준 문서이다. 두 문서는 AI 관련 내용을 명시적으로 포함하고 있으나, 후대 Computing Curricula 표준 문서에서 나타나는 KA(Knowledge Area) 기반의 독립 지식영역으로 AI를 구조화하지는 않았다. 두 문서는 모두 AI를 컴퓨터 과학 교육 과정의 일부로 다루고 있으나, AI의 구조적 배치, 과목화 방식, 세부 주제 구성에는 차이를 보인다. 두 문서의 AI 관련 구성을 정리하면 Table 3과 같다.

Table 3. Comparison of AI – Related Organization in Curriculum 68 and Curriculum '78

Category	Curriculum 68	Curriculum '78
Document Type	Recommendations for Academic Programs in Computer Science	Recommendations for the Undergraduate Program in Computer Science
Terms	· Artificial Intelligence	· Artificial Intelligence · Intelligent Systems
Structural Location of AI	· Section 2. Subject Classification > Computer Science Divisions > III. Methodologies > Subject Area 8. Artificial Intelligence	· Computer Science Electives > Advanced Level > CS 12. Artificial Intelligence
Detailed Contents	· heuristics, brain models, pattern recognition, theorem proving, problem solving, game playing, adaptive and cognitive systems, man-machine systems	· CS 12 Topics: Representation, Search Strategies, Control, Communication and Perception, Applications
Additional Notes	· Presented separately as Course A9. Artificial Intelligence and Heuristic Programming	· Artificial Intelligence included as a topic in CS 13. Algorithms

첫째, AI 항목의 구조적 위치는 두 문서에서 다르게 나타난다. Curriculum 68에서 AI는 Subject Classification의 Computer Science Divisions 중 III. Methodologies에 포함된 Subject Area 8. Artificial Intelligence로 제시된다. Methodologies는 컴퓨팅의 다양한 응용 영역에서 도출되는 공통 구조, 과정, 기법을 다루는 division이며, 이 안에서 AI는 heuristics, brain models, pattern recognition, theorem proving, problem solving, game playing, adaptive and cognitive systems, man-machine systems 등을 포함하는 subject area로 배치된다. 반면 Curriculum '78에서 AI는 core curriculum이 아닌 Computer Science Electives의 Advanced Level에 속한 CS 12. Artificial Intelligence로 제시된다. 따라서 Curriculum 68이 AI를 컴퓨터 과학의 주제 분류 체계 안에서 방법론적 subject area로 배치하였다면, Curriculum '78은 AI를 고급 선택과목 수준에서 제시한 것으로 볼 수 있다.

둘째, 과목 구성 측면에서 두 문서는 모두 AI를 advanced course 수준에서 다루지만, 과목의 초점에는 차이가 있다. Curriculum 68은 Course A9. Artificial Intelligence and Heuristic Programming을 별도의 advanced course로 제시하고, 인간의 지적 활동, 목적 지향적 행동, 인지 과정의 모델링과 관련된 컴퓨팅 응용을 중심으로 구성하였다. 세부적으로는 휴리스틱 방법, 문제 해결, 인지 행동의 시뮬레이션, 자기조직화 시스템, 휴리스틱 프로그래밍 기법 등을 포함하였다. 반면 Curriculum '78의 CS 12. Artificial Intelligence는 인공지능 또는 지능형 시스템의 기본 개념과 기법을 소개하는 과목으로 구성되었으며, Representation, Search Strategies, Control, Communication and Perception, Applications를 주

요 topic으로 제시하였다. 따라서 Curriculum 68이 휴리스틱 프로그래밍과 인지 과정 모델링에 초점을 두었다면, Curriculum '78은 표현, 탐색, 제어, 의사소통과 지각 및 응용을 중심으로 AI의 기본 기법과 연구 영역을 체계화한 것으로 볼 수 있다.

셋째, Curriculum '78은 CS 12뿐 아니라 CS 13. Algorithms에서도 Artificial Intelligence를 알고리즘 주제 영역의 하나로 포함한다. CS 13은 combinatorics, numerical analysis, systems programming, artificial intelligence를 알고리즘 관련 주요 영역으로 제시하며, AI 영역에는 natural language processing, robotics, theorem proving and problem solving, search heuristics 등이 포함된다. 이는 Curriculum '78에서 AI가 advanced elective course로 구성되는 동시에, 알고리즘 교육 안에서도 주요 응용 영역의 하나로 다루어졌음을 보여준다.

4.1.2 컴퓨팅 전반 문서(CC1991, CC2005, CC2020)

CC1991은 당시 컴퓨팅 분야의 학부 교육과정 권고안이며, CC2005와 CC2020은 분과별 지침을 비교·종합한 컴퓨팅 전반 보고서이다. 세 문서는 모두 AI 관련 내용을 포함하지만, 문서의 기능에 따라 AI의 명칭, 구조적 위치, 세부 내용 및 분과 간 비교 방식에는 차이가 있다. 컴퓨팅 전반 문서별 AI 교육 내용의 구성 방식은 Table 4와 같다.

첫째, CC1991에서 AI는 Artificial Intelligence and Robotics라는 명칭으로 제시되며, Common

Requirements에 포함된 아홉 개 Subject Area 중 하나로 배치된다. AI는 Knowledge Unit, Recurring Concepts, Lecture Topics, Suggested Laboratories, Connections와 연결되는 구조를 갖고, AI1: History and Applications of Artificial Intelligence와 AI2: Problems, State Spaces, and Search Strategies가 핵심 Knowledge Unit으로 제시된다. 이는 CC1991에서 AI가 컴퓨팅 공통 요구사항 안에 포함된 독립적 주제 영역으로 배치되었음을 보여준다.

둘째, CC2005와 CC2020은 AI 관련 내용을 주요 컴퓨팅 분과 간 비교 항목으로 사용한다. CC2005는 Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering 등 주요 컴퓨팅 분과의 지식체계를 비교하면서 Intelligent Systems (AI)를 Knowledge Area로 제시하였다. CC2020은 AI 분야 자체를 별도 교육과정 지침으로 포함하지 않았으나, 지식 구성 요소의 예시에서 Intelligent Systems (AI)를 Computing Knowledge Area로 제시하고 CE, CS, CSEC, IS, IT, SE 간 Landscape of Computing Knowledge의 비교 항목으로 포함하였다. 따라서 두 문서는 AI를 독립 과목으로 제시하기보다 여러 컴퓨팅 분과의 교육 내용과 범위를 비교하는 공통 항목으로 다룬다.

셋째, CC2005의 Table 3.1에서는 Intelligent Systems (AI)가 Knowledge Area로 제시되며, Table 3.3에서는 Intelligent systems 영역의 performance capabilities로 Design auto-reasoning systems와 Implement intelligent systems가 제시된다. CC2020은 역량의 지식

Table 4. Comparison of AI Education Organization in CC1991, CC2005, and CC2020

Category	CC1991	CC2005	CC2020
Document Type	recommendations for the design and implementation of undergraduate (baccalaureate) curricula in the discipline of computing	summarizes the body of knowledge for undergraduate programs in each of the major computing disciplines	centers on competencies and develops a competency framework
Terms	· Artificial Intelligence and Robotics (AI)	· Intelligent Systems (AI) · Artificial Intelligence	· Intelligent Systems (AI) · Artificial Intelligence
Structural Location of AI	· Common Requirements > Subject Area > Knowledge Unit > Recurring Concepts, Lecture Topics, Suggested Laboratories, Connections · AI: Artificial Intelligence and Robotics is one of the nine Subject Areas · Approximately nine hours of lectures are recommended for this set of Knowledge Units	· Table 3.1, Knowledge Area: Intelligent Systems (AI) · Table 3.3, Area: Intelligent systems > Performance capabilities: Design auto-reasoning systems; Implement intelligent systems	· Competency component example > Computing Knowledge category: Systems Architecture and Infrastructure > Computing Knowledge Area: Intelligent Systems (AI)
Detailed Contents	· Knowledge Units: AI1: History and Applications of Artificial Intelligence; AI2: Problems, State Spaces, and Search Strategies	· Glossary: Intelligent Systems (AI) – Computer applications that are based on artificial intelligence theory and techniques including rule-based systems, genetic and evolutionary computation, and self-organizing systems	· Appendix C.2.2, Computer Science Draft Competencies > IS-Intelligent Systems: Determine problem characteristics; formulate a constraint satisfaction problem; implement a search algorithm; translate into predicate logic; make a probabilistic inference
Additional Notes	· The Advanced/Supplemental Material includes Artificial Intelligence as an advanced/supplemental topic: knowledge representation, state space/searching, heuristic search, expert systems and expert system shells, natural language processing, propositional logic, learning and cognitive models, and vision	· Compared across CE, CS, IS, IT, and SE	· Compared across CE, CS, CSEC, IS, IT, and SE

구성 요소 예시에서 Intelligent Systems (AI)를 여섯 개 Computing Knowledge 범주 중 Systems Architecture and Infrastructure의 하위 Computing Knowledge Area로 제시하였다. 이는 CC2005와 CC2020이 각 보고서의 비교 틀에 따라 AI 관련 지식과 수행을 서로 다른 방식으로 제시하였음을 보여준다.

넷째, CC2020은 AI 관련 수행 내용을 초안 역량 진술의 예시로 제시한다. Appendix C.2.2의 Computer Science Draft Competencies에 수록된 IS-Intelligent Systems에는 문제 특성 파악, 제약충족문제 정식화, 탐색 알고리즘 구현, 술어논리 변환 및 확률적 추론이 포함된다. 이는 Intelligent Systems 관련 지식이 역량 진술로 표현될 수 있는 방식을 예시한다.

4.1.3 분과별 문서에서의 AI 교육 구성 방식

1) Computer Science 분과

Computer Science(CS)는 Computing Curricula 표준 문서에서 초기부터 중심으로 다루어진 핵심 컴퓨팅 분과이다. Curriculum '68과 Curriculum '78이 컴퓨터 과학 교

육과정 권고안을 중심으로 제시된 이후, 컴퓨팅 분야가 CE, IS, IT, SE 등 복수의 분과 체계로 세분화되는 과정에서도 CS는 독립적인 컴퓨팅 분과로 지속적으로 정립되어 왔다.

CC2001, CS2008, CS2013, CS2023은 모두 AI 관련 내용을 컴퓨터 과학 교육과정의 지식체계 안에 포함하며, KA(Knowledge Area)와 KU(Knowledge Unit)를 기반으로 세부 주제를 조직하였다. 이에 본 연구는 네 문서를 대상으로 AI 관련 내용의 구조적 위치, 교육 내용의 구성, Learning Objectives 또는 Learning Outcomes의 제시 방식을 분석하였다. 분석 결과는 Table 5와 같다.

첫째, CC2001부터 CS2023까지 AI 관련 내용은 컴퓨터 과학 지식체계 안에서 독립적인 지식영역으로 조직되어 왔다. CC2001, CS2008, CS2013에서는 해당 영역이 Intelligent Systems(IS)라는 명칭으로 제시되었으며, CS2023에서는 Artificial Intelligence(AI)로 명칭이 변경되었다. 이는 CS 분과에서 AI 관련 내용이 일시적 응용 주제가 아니라 컴퓨터 과학 교육과정 안에서 지속적으로 독립 영역으로 구조화되어 온 교육 내용임을 보여준다.

둘째, AI 관련 영역의 구조적 위상과 필수·선택 구분 방

Table 5. Comparison of AI Organization in Computer Science Curricula

Category	CC2001	CS2008	CS2013	CS2023
Term (KA Name)	Intelligent Systems (IS)	Intelligent Systems (IS)	Intelligent Systems (IS)	Artificial Intelligence (AI)
Structural Location of AI	One of 14 KAs KA > KU > Topics, Learning Objectives Core·Elective	One of 14 KAs KA > KU > Topics, Learning Objectives Core·Elective	One of 18 KAs KA > KU > Topics, Learning Outcomes Core – Tier2·Elective	One of 17 KAs KA > KU > Topics > Illustrative Learning Outcomes CS Core·KA Core·Non – core
Detailed Contents (KU Organization)	Fundamental issues in intelligent systems [core]	Fundamental Issues [core]	Fundamental Issues [Core – Tier2; includes elective topic]	Fundamental Issues [CS Core·KA Core·Non – core]
	Search and constraint satisfaction [core]	Basic Search Strategies [core]	Basic Search Strategies [Core – Tier2]	Search [CS Core·KA Core·Non – core]
	Knowledge representation and reasoning [core]	Knowledge Based Reasoning [core]	Basic Knowledge Representation and Reasoning [Core – Tier2]	Fundamental Knowledge Representation and Reasoning [CS Core·KA Core]
	–	–	Basic Machine Learning [Core – Tier2]	Machine Learning [CS Core·KA Core·Non – core]
	Advanced search [elective]	Advanced Search [elective]	Advanced Search [elective]	–
	–	–	–	Applications and Societal Impact [CS Core·KA Core]
	Advanced knowledge representation and reasoning [elective]	Advanced Reasoning [elective]	Advanced Representation and Reasoning [elective] Reasoning Under Uncertainty [elective]	Probabilistic Representation and Reasoning [Non – core] Logical Representation and Reasoning [Non – core]
	Agents [elective]	Agents [elective]	Agents [elective]	Agents and Cognitive Systems [Non – core]
	Natural language processing [elective]	Natural Language Processing [elective]	Natural Language Processing [elective]	Natural Language Processing [Non – core]
	Machine learning and neural networks [elective]	Machine Learning [elective]	Advanced Machine Learning [elective]	–
	AI planning systems [elective]	Planning Systems [elective]	–	Planning [Non – core]
	Robotics [elective]	Robotics [elective]	Robotics [elective]	Robotics [Non – core]
	–	Perception [elective]	Perception and Computer Vision [elective]	Perception and Computer Vision [Non – core]
Additional Notes	CS Body of Knowledge	Updated Body of Knowledge	Redefined Body of Knowledge	Knowledge Model + Competency Framework

식은 문서 개정에 따라 변화하였다. CC2001과 CS2008에서는 Intelligent Systems가 Core와 Elective로 구분되었고, CS2013에서는 Core-Tier2와 Elective로 재구성되었다. CS2023에서는 Artificial Intelligence가 CS Core, KA Core, Non-core의 구조 안에서 제시되며, 모든 컴퓨터 과학 졸업생에게 요구되는 공통 핵심 내용과 해당 지식영역의 심화 핵심 내용이 구분되었다. 이러한 변화는 AI 관련 내용의 필수·선택 구분이 문서별 정책에 따라 Core-Elective, Core-Tier2-Elective, CS Core-KA Core-Non-core 체계로 재구성되었음을 보여준다.

셋째, 문서 개정에도 불구하고 지속적으로 유지되는 AI 교육 내용이 확인된다. CC2001, CS2008, CS2013, CS2023은 모두 AI 관련 영역에서 탐색, 지식 표현과 추론, 에이전트, 자연어처리, 기계학습, 로봇틱스 등을 주요 내용으로 포함한다. 특히 탐색과 지식 표현·추론은 네 문서에서 모두 핵심적인 위치를 차지한다. 이를 통해 CS 분과에서 AI 교육의 기본 축이 탐색 기반 문제 해결과 지식 표현·추론을 중심으로 지속되어 왔음을 확인할 수 있다.

넷째, 문서 개정에 따라 일부 AI 내용의 구조적 위상이 변화하였다. Perception은 CS2008에서 Elective KU로 추가되고 CS2013에서는 Perception and Computer Vision으로 제시되었다. Basic Machine Learning은 CS2013에서 Core-Tier2로 편입되었으며, CS2023의 Machine Learning KU는 CS Core, KA Core 및 Non-core topics로 구성되었다. 또한 CS2023에는 Applications and Societal Impact KU가 추가되어 AI 응용, 배포된 심층 생성모델의 활용과 한계, 윤리, 공정성, 신뢰·설명가능성, 프라이버시 및 지속가능성을 CS Core와 KA Core에 제시하였다. 이러한 변화는 CS 분과의 AI 교육이 전통적 탐색·추론 중심의 지식 구조를 유지하면서 기계학습과 생성형 AI, 실제 응용 및 사회적 책임을 함께 다루는 방향으로 확장되었음을 나타낸다.

2) Data Science 분과

Data Science(DS)는 데이터의 수집, 관리, 처리, 분석 및 활용에 필요한 컴퓨팅 관련 지식과 역량을 다루는 분과이다. DS는 CC2020에서 개발 중인 컴퓨팅 영역으로 제시되었으며, 2019년 draft를 거쳐 CCDS2021에서 학부 데이터 과학을 위한 컴퓨팅 역량 지침으로 구체화되었다.

CCDS2021은 학부 Data Science 교육에 필요한 컴퓨팅 역량을 11개 KA 중심의 computing-oriented Body of Knowledge로 제시한다. 대부분의 KA는 sub-domain으로, DPSIA는 Knowledge Unit과 하위 sub-domain으로 구성된다. 각 하위 단위에는 knowledge와 skills, 선택적인 dispositions와 context가 제시되며, T1(Tier 1), T2(Tier 2), E(Elective)가 단위 전체 또는 개별 항목에 부여된다.

CCDS2021에서는 Artificial Intelligence(AI) KA를 1차 분석 대상으로 하였다. AI KA의 도입부는 Machine Learning(ML)을 별도 KA로 제시하고, ML이 Data Mining(DM) KA에서도 광범위하게 참조된다고 설명한다.

이에 ML과 DM은 원문이 직접 제시한 연계에 따라 보조 분석 대상으로 포함하였다. Data Privacy, Security, Integrity, and Analysis for Security(DPSIA)에서는 Analysis for Security Knowledge Unit에 제시된 항목 중 AI 또는 ML이 직접 명시된 내용만 AI 관련 맥락으로 분석하였으며, 일반적인 privacy, security 및 integrity 내용은 AI 관련 내용으로 분류하지 않았다. 분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. AI and Related Knowledge Areas in CCDS2021

Category	Description
Term	Artificial Intelligence (AI)
Structural Location of AI	<ul style="list-style-type: none"> · Computing-oriented Body of Knowledge with a Competency Framework · KAs are generally organized as KA > Sub-domain > Knowledge and Skills, with Skills expressed as Learning Outcomes · AI, ML, and DM are independent KAs; the AI KA identifies ML as a separate KA and notes that ML is referenced extensively in the DM KA
Detailed Contents	AI
	<ul style="list-style-type: none"> · General [T1, T2] · Knowledge Representation and Reasoning (Logic-based Models) [T2, E] · Knowledge Representation and Reasoning (Probability-based Models) [T1, T2, E] · Planning and Search Strategies [T2, E] · KA-level Scope/Competency: Ethical considerations and mitigation mechanisms for AI systems [not tiered]
	ML
Detailed Contents	ML
	<ul style="list-style-type: none"> · General [T1, T2, E] · Supervised Learning [T1, T2, E] · Unsupervised Learning [T1, T2, E] · Mixed Methods [E] · Deep Learning [T1, T2, E]
	DM
Detailed Contents	DM
	<ul style="list-style-type: none"> · Proximity Measurement [T1, T2] · Data Preparation [T1] · Information Extraction [E] · Cluster Analysis [T1, T2] · Classification and Regression [T1, T2, E] · Pattern Mining [T2] · Outlier Detection [T2] · Time Series Data [E] · Mining Web Data [T2] · Information Retrieval [T2]
	DPSIA/AS—Analysis for Security Knowledge Unit (explicit AI/ML content only)
Detailed Contents	DPSIA/AS—Analysis for Security Knowledge Unit (explicit AI/ML content only)
	<ul style="list-style-type: none"> · ML algorithms and statistical methods for security [T1] · ML robustness and explainability [T1] · Explainable AI methods applied to ML models for security applications [within the T1 sub-domain above] · Categories of security applications [T2]: Select ML methods to use based on the nature of security telemetry data

Note. ML and DM were included based on explicit links stated in the AI KA; the image/text-related link to the Data Acquisition, Management and Governance KA was excluded. In DPSIA, only Analysis for Security items explicitly mentioning AI or ML were classified as AI-related.

첫째, CCDS2021에서 AI는 11개 KA 중 하나인 Artificial Intelligence(AI)로 독립적으로 제시되며, 지식 표현, 추론, 계획 및 탐색을 중심으로 조직된다. AI KA는 General, Knowledge Representation and Reasoning, Planning and Search Strategies로 구성되며, Knowledge Representation and Reasoning은

logic-based models와 probability-based models로 구분된다. 또한 Scope에는 Ethical considerations가 포함되고, competency에는 AI 시스템의 윤리적 고려사항과 문제 완화 메커니즘에 대한 인식이 명시되어 있다. 이는 AI가 ML과 구분된 독립 KA로서 전통적 AI 원리와 윤리적 고려를 함께 다루고 있음을 보여준다.

둘째, 보조 분석 대상인 ML은 데이터에서 패턴을 식별하고 모델을 구축하기 위한 알고리즘과 방법을 다루는 독립 KA로 제시된다. ML KA는 supervised learning, unsupervised learning, deep learning 등을 포함하며, 데이터 기반 문제에 적합한 학습 방법을 선택·적용·평가하는 역량을 강조한다. 이는 ML이 AI KA 내부의 하위 주제로 배치되지 않고, 데이터 과학의 핵심 방법론을 담당하는 별도 KA로 구조화되어 있음을 나타낸다.

셋째, 보조 분석 대상인 DM은 데이터를 처리·분석·제시하여 정보를 추출하는 독립 KA로 제시되며, 데이터 준비, 군집화, 분류·회귀, 패턴 발견, 이상치 탐지, 웹 데이터마이닝, 정보 검색 등을 포함한다. 특히 군집화는 ML의 unsupervised learning과, 분류·회귀는 supervised learning 및 deep learning과 연결된다. 이는 DM이 데이터 분석과 정보 추출의 영역을 담당하는 동시에, 학습 알고리즘과 모델링을 다루는 ML과 밀접하게 연계되는 KA임을 보여준다.

넷째, DPSIA의 Knowledge Unit인 Analysis for Security는 통계, 확률, 기계학습 및 데이터마이닝을 보안·프라이버시 문제에 적용하는 영역으로 설명된다. 이 영역에는 ML algorithms and statistical methods for security, ML robustness and explainability 및 explainable AI methods가 명시되어 있다. 이에 본 연구에서는 이와 같이 AI 또는 ML이 직접 제시된 항목만 AI 관련 맥락으로 분석하였다. DPSIA의 일반적인 privacy, security 및 integrity 내용은 모든 KA와 관련되는 cross-cutting issues이지만, 그 자체를 AI 관련 내용으로 분류하지 않았다.

3) CE, CSEC, IS, IT, SE 분과

CE, CSEC, IS, IT, SE 분과는 CS 및 DS와 달리 AI를 독립 KA로 구조화하지 않는다. 이에 본 절에서는 이들 분과의 교육과정 지침 문서를 대상으로 Artificial Intelligence와 Intelligent Systems 용어의 명시적 포함 여부와 포함 위치를 분석하였다. 분석 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Locations of AI-Related Explicit Terms in CE, CSEC, IS, IT, and SE Documents

Discipline	Location of Artificial Intelligence	Location of Intelligent Systems
CE2004	Topics within the CE – HCI4 Intelligent Systems KU in the Human – Computer Interaction KA: description in Mathematics Requirements under Curriculum Implementation Issues	CE – HCI4 Intelligent Systems KU in the Human – Computer Interaction KA

Discipline	Location of Artificial Intelligence	Location of Intelligent Systems
CE2016	Description in Mathematics Requirements under Curriculum Implementation Issues	Elective Learning Outcome in the CE – SPE – 4 User Experience KU within the CE – SPE Systems and Project Engineering KA
CSEC 2017	Autonomy/robot ethics topic in the Cyber Ethics KU within the Societal Security KA	–
IS2002	Body of Information Systems Knowledge > 1.0 Information Technology > 1.7 Artificial Intelligence	–
IS2010	–	Core Course IS 2010.1 Foundations of Information Systems > Topic list > Business intelligence > Application systems > Intelligent systems
IS2020	Data and Information Management realm > elective competency area: Data / Business Analytics (incl. Data Mining, AI, BI); Business Process Management > Competency 6 > Knowledge – Skill Pair: Technology solutions (AI, IoT, Blockchain, etc.); descriptive text in Motivations > Changes in technology and data	–
IT2008	–	–
IT2017	Supplemental domain ITS – SRE Social Responsibility > ITS – SRE – 04 Global challenges and approaches > learning outcome d: ethical algorithms in robotics and artificial intelligence	–
SE2004	–	–
SE2014	–	–

첫째, AI 관련 명시 용어의 포함 여부와 위치는 분과별로 차이가 있었다. CE2004와 CE2016에서는 Artificial Intelligence와 Intelligent Systems가 모두 확인되었으며, CSEC2017에서는 Artificial Intelligence가 확인되었다. IS 분과에서는 IS2002의 Body of Information Systems Knowledge, IS2010의 core course topic list 및 IS2020의 competency 구조와 본문 설명에서 AI 관련 명시 용어가 확인되었다. IT2017에서는 Artificial Intelligence가 supplemental domain의 학습성과에 포함되었으나, IT2008에서는 확인되지 않았다. SE2004와 SE2014에서는 본 연구의 주요 분석 용어가 확인되지 않았다.

둘째, CE 분과에서는 AI 관련 명시 용어의 구조적 위치가 CE2004와 CE2016 사이에 변화하였다. CE2004에서 Intelligent Systems는 Human-Computer Interaction KA의 CE-HCI4 Intelligent Systems KU로 제시되며, Artificial Intelligence는 해당 KU의 topic 수준에서 포함된다. 반면 CE2016에서 Intelligent Systems는 CE-SPE

Systems and Project Engineering KA의 CE-SPE-4 User Experience KU 내 Elective Learning Outcomes에서 확인되며, Artificial Intelligence는 Curriculum Implementation Issues의 Mathematics Requirements 설명에서 응용 분야의 하나로 언급된다. 이에 따라 CE 분과에서 AI 관련 명시 용어는 CE2004의 KU 및 topic 수준과 CE2016의 선택 학습성과 및 교육과정 실행 설명에서 서로 다른 방식으로 제시된 것으로 나타났다.

셋째, CSEC2017에서 Artificial Intelligence는 기술적 지식 단위로 독립 배치되지 않고 윤리적 쟁점의 맥락에서 포함된다. CSEC2017은 Societal Security KA의 Cyber Ethics KU 안에서 Autonomy/robot ethics topic을 제시하며, 이 과정에서 Artificial Intelligence를 자율적 의사결정과 윤리적 딜레마의 맥락에서 다룬다. 이에 따라 CSEC2017에서 AI는 사이버보안 기술의 독립 영역이 아니라 로봇 윤리, 디지털 인격성, 법적 책임과 관련된 사회적·윤리적 문제로 제시된 것으로 해석된다.

넷째, IS 분과에서 AI 관련 명시 용어는 문서별로 서로 다른 구조에 포함된다. IS2002에서는 Artificial Intelligence가 Body of Information Systems Knowledge의 Information Technology 하위 항목으로 제시된다. IS2010에서는 Intelligent systems가 core course인 Foundations of Information Systems의 topic list 중 Business intelligence–Application systems의 하위 내용으로 포함된다. IS2020에서는 AI가 Data and Information Management realm의 elective competency area인 Data / Business Analytics의 포함 범위와 Business Process Management의 Competency

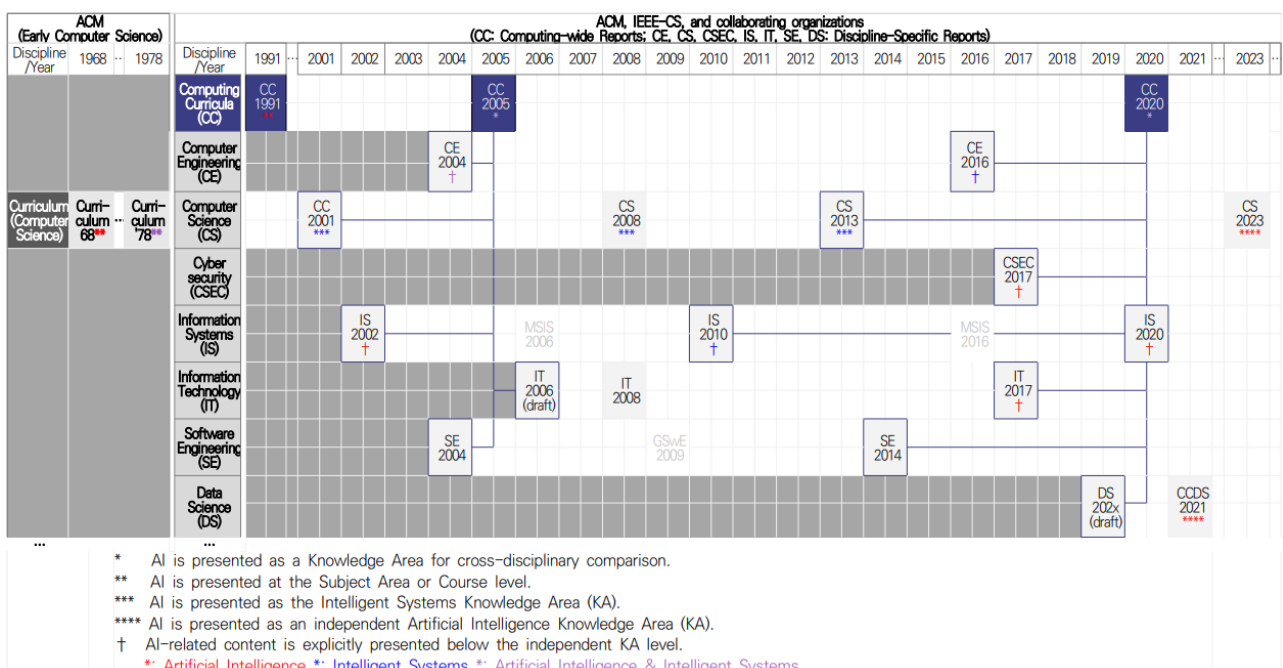
6에 제시된 knowledge-skill pair에서 확인된다. Artificial Intelligence (AI), AI agents 및 AI-enabled systems는 기술 변화의 동기를 설명하는 본문에도 제시된다.

다섯째, IT2017에서는 Social Responsibility supplemental domain의 ITS-SRE-04 Global challenges and approaches에 로봇틱스와 인공지능에서 윤리적 알고리즘이 필요한 이유를 설명하는 학습성과가 제시된다. 예시 교육과정에서는 CE2004의 Knowledge Engineering 과목 설명, CE2016의 CSTD503 Introduction to Artificial Intelligence 과목과 Intelligent Systems and Robotics 선택과목 및 IT2017의 Artificial Intelligence 고급 선택과목이 추가로 확인되었으나, 3.3의 기준에 따라 공식 지침의 규범적 구성에는 포함하지 않았다.

4.2 AI 교육 내용 구성의 시기별·문서 유형별 변화 양상

Computing Curricula 표준 문서에서 AI 교육 구성은 문서 유형과 분과 체계의 확장에 따라 변화해 왔다. 이러한 변화를 명칭, 구조적 위치와 위상, 세부 내용, 구성 단위 및 분과별 포함 방식의 측면에서 종합하면 Figure 1과 같다.

첫째, AI 관련 명칭은 AI의 개념적 범위와 교육과정적 위치의 변화를 반영한다. 초기 문서에서는 Artificial Intelligence가 subject area, course 또는 topic의 명칭으로 사용되었고, CC1991에서는 로봇틱스와 결합된 Artificial Intelligence and Robotics로 제시되었다. 이후 CC2005·CC2020과 CC2001부터 CS2013까지의 CS 문서에서는 Intelligent Systems 또는 Intelligent Systems (AI)가 사용되었으며, CS2023과 CCDS2021에서는 Artificial



Note. Years indicate document/version years. IT2006 draft, MSIS2006, GSwE2009, MSIS2016, and DS202x (2019 draft) are shown only as contextual developmental milestones and were not included in the 20-document content analysis.

Figure 1. Changes in the Organization of AI Education Content in Computing Curricula Documents

Intelligence가 독립 KA의 명칭으로 제시되었다.

둘째, AI 교육 내용의 구조적 위치와 위상은 문서의 기능에 따라 다르게 나타났다. 초기 문서와 CC1991에서는 AI가 Subject Area, Advanced Course, 알고리즘 응용 영역 또는 Common Requirements의 일부로 제시되었다. CC2005와 CC2020에서는 분과 간 비교를 위한 지식 항목으로 활용된 반면, CC2001 이후의 CS 문서와 CCDS2021에서는 독립 KA로 조직되었다.

셋째, AI 교육의 세부 내용은 전통적 AI 원리를 유지하면서 현대 AI 기술과 사회적 쟁점을 포함하는 방향으로 확장되었다. 탐색, 지식 표현, 추론, 문제 해결 및 로봇틱스가 지속적으로 다루어진 가운데, CC2001 이후에

는 에이전트가, CS2013 이후에는 기계학습이 핵심 내용으로 강화되었다. CS2023에서는 배포된 심층 생성모델과 실제 응용을 비롯하여 공정성, 설명가능성, 프라이버시 및 지속가능성이 제시되었고, CCDS2021에서는 ML과 DM이 독립 KA로 분화되는 동시에 AI KA에 윤리적 고려사항과 문제 완화 메커니즘이 포함되었다.

넷째, AI 교육의 구성 단위는 subject area와 course 중심의 구조에서 KA, KU, topic, Learning Objective, Learning Outcome 및 Competency를 연계하는 다층적 구조로 정교화되었다. 초기 문서는 AI를 subject area, course 또는 topic으로 제시하였고, CC1991은 Knowledge Unit과 lecture topic 등을 활용하였다. 이후 CS 문서에서는 KA와 KU를 중심으로 세부 내용을 조직하고 Learning Objectives 또는 Learning Outcomes를 제시하였으며, CS2023과 CCDS2021에서는 지식 단위를 Illustrative Learning Outcomes 또는 Competency Framework와 연결하였다.

다섯째, AI 관련 내용의 포함 방식은 분과별 지식체계와 교육 목표에 따라 차이를 보였다. CS와 DS에서는 AI가 독립 KA로 제시된 반면, CE·CSEC·IT에서는 특정 KU, topic, Learning Outcome 또는 윤리적 쟁점의 맥락에 제한적으로 포함되었다. IS에서는 AI 관련 내용이 지식체계의 하위 항목, 응용 시스템 또는 competency area 등 문서별로 서로 다른 구조에 배치되었다. IT2008, SE2004 및 SE2014에서는 본 연구에서 설정한 주요 분석 용어가 확인되지 않았다.

5. 결론

본 연구의 분석 결과를 바탕으로 AI 교육과정 설계에 관한 결론과 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, AI 교육과정에서는 지속적으로 다루어 온 기초 원리와 기술·사회 변화에 따라 확장된 내용을 함께 고려하는 것이 중요하다. Curriculum 68에서는 휴리스틱과 문제 해결이, Curriculum '78에서는 표현과 탐색 전략이 주요 내용으로 제시되었으며, CC1991과 CC2001·CS2008·CS2013·CS2023에서도 탐색 기반 문제 해

결과 지식 표현·추론이 지속적으로 다루어졌다. 에이전트는 CC2001 이후 CS 문서에서 꾸준히 제시되었다. CS2013에서는 Basic Machine Learning이 Core-Tier2에 포함되었고, CCDS2021에서는 ML과 DM이 독립 KA로 제시되었으며, CS2023에서는 이미지 생성모델과 대규모 언어모델을 포함한 배포된 심층 생성모델과 사회적 영향 및 책임에 관한 내용이 제시되었다[7-9]. 따라서 교육 수준과 과목 목적에 따라 지속적으로 다룰 기초 내용과 새롭게 반영할 내용을 구분하여 선정·배치할 필요가 있다.

둘째, AI 교육과정에서는 지식 요소를 위계적으로 조직하고, 필수·심화·선택 수준을 구분하여 학습자의 수행 역량과 연결하는 것이 중요하다. CC2001과 CS2008은 AI 관련 내용을 KA와 KU로 체계화하고 Core와 Elective로 구분하여 각 KU에 Topics와 Learning Objectives를 제시하였다[60, 61]. CS2013은 Core-Tier2·Elective 구조와 Learning Outcomes를, CS2023은 CS Core-KA Core-Non-core topics 구조와 Illustrative Learning Outcomes를 함께 제시하였으며, CCDS2021은 AI 관련 KA의 세부 항목에 T1·T2·E를 부여하고 knowledge·skills를 competency와 연결하였다[7-9]. 따라서 AI 교육과정에서는 핵심 원리와 세부 내용을 필수·심화·선택 수준에 따라 조직하고, 각 수준에서 요구되는 문제 해결, 시스템 설계, 적용 맥락 판단 및 사회적 영향 평가 등의 역량을 학습성과로 구체화하여 교수·학습 활동과 평가 기준에 연계할 필요가 있다.

셋째, AI 교육과정에서는 세부 영역의 범위를 명확히 구분하고, 특정 영역 간 연계와 여러 영역에 공통으로 적용되는 쟁점을 함께 고려해야 한다. CS2023은 AI의 이론과 방법, 기계학습, 응용 및 사회적 영향에 관한 내용을 여러 KU로 구성하여 하나의 지식 구조 안에 제시하였다[9]. CCDS2021은 AI, ML 및 DM을 각각 독립 KA로 구분하면서 AI KA에서 ML과 DM의 관계를 설명하고, privacy, security 및 integrity 관련 쟁점을 모든 KA에 적용되는 cross-cutting issues로 제시하였다[8]. 이를 바탕으로 AI 교육과정은 각 영역의 독립성을 유지하면서도 영역 간 관계와 공통 적용 쟁점이 드러나도록 내용을 체계적으로 배치·통합하여, 학습자가 AI 내용을 분절된 지식의 집합이 아니라 각 영역의 내부 체계와 상호 연결성을 갖춘 지식 구조로 이해할 수 있도록 구성할 필요가 있다.

넷째, AI 교육과정에서는 윤리와 책임성이 지닌 독립적 공통 기반과 세부 기술 영역 전반에 걸친 교차적 성격을 함께 반영하는 것이 중요하다. CS2023은 Society, Ethics, and the Profession(SEP)을 독립 KA로 제시하는 동시에 대부분의 다른 KA에 SEP KU를 두고, AI-SEP에서는 AI 응용과 사회적 영향, 공정성, 신뢰·설명가능성, 프라이버시 및 지속가능성을 제시하였다[9]. CCDS2021은 Professionalism KA에 Ethical Considerations를 두는 한편, AI KA에는 윤리적 고려사항과 문제 완화 메커니즘을, Analysis for Security에는 AI 또는 ML과 연결된 보안·강건성·설명가능성을 제시하였다[8]. 따라서 AI 교육과

정은 윤리적 판단의 원리와 방법을 공통 기반으로 체계화하고, 이를 데이터 사용, 모델 설계, 결과의 공정성·설명가능성, 보안·프라이버시 및 사회적 영향과 연결하여 학습성과, 교수·학습 활동 및 평가 전반에 통합하는 방향으로 설계되어야 한다.

다섯째, 본 연구 결과를 토대로 AI 교육 내용을 내용 영역, 수준 및 교육 맥락의 다차원 구조로 체계화하고, 이 전체 체계에서 교육 대상과 목적에 맞는 내용을 선별·조합하는 모듈형 구성 방안을 고려할 수 있다. 이때 수직적 차원은 학습자의 선행 지식에 따른 기초·심화 수준을 구분하고, 수평적 차원은 탐색, 지식 표현·추론, 기계학습, 자연어처리, 컴퓨터비전, AI 윤리 및 데이터 기반 응용 등의 내용 영역을 분류하며, 교육 맥락 차원은 전공·교양·융합 교육과 과목 목적의 차이를 반영한다[67]. 본 연구에서 확인한 분과별 AI 관련 내용, 구조적 위치 및 포함 방식은 이러한 다차원 내용 체계를 구성하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 여기서 모듈은 미리 고정된 내용 단위가 아니라, 전체 내용 체계에서 특정 학습자 집단과 과목에 필요한 영역·수준·맥락을 선별·조합하여 구성된다. 이를 통해 전공·교양·융합 교육은 동일한 AI 내용 체계를 공유하면서도 목적에 맞는 학습 경로를 구성하고, 각 과목의 범위와 수준, 과목 간 선수 관계를 조정하여 내용의 중복과 누락을 점검할 수 있다.

본 연구는 Computing Curricula 표준 문서에 나타난 AI 교육 내용의 변화와 구성 원리를 시기, 문서 유형 및 분과에 따라 종합적으로 체계화하였다는 데 의의가 있다. 이러한 결과는 교육 대상과 목적에 적합한 AI 교육과정의 내용 체계와 학습 경로를 설계하기 위한 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.
- [2] OECD. (2021). *AI and the future of skills, volume 1: Capabilities and assessments*. OECD Publishing.
- [3] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- [4] OECD. (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing.
- [5] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- [6] CC2020 Task Force. (2020). *Computing curricula 2020: Paradigms for global computing education*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society.
- [7] ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula. (2013). *Computer science curricula 2013: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society.
- [8] Danyluk, A., & Leidig, P. (2021). *Computing competencies for undergraduate data science curricula*. Association for Computing Machinery.
- [9] Kumar, A., Raj, R., Aly, S., Anderson, M., Becker, B., Blumenthal, R., Eaton, E., Epstein, S., Goldweber, M., Jalote, P., Lea, D., Oudshoorn, M., Pias, M., Reiser, S., Servin, C., Simha, R., Winters, T., & Xiang, Q. (2024). *Computer science curricula 2023*. ACM Press, IEEE Computer Society Press, & AAAI Press.
- [10] Kline, M. (1990). *Mathematical thought from ancient to modern times* (Vols. 1–3). Oxford University Press.
- [11] Shapin, S. (1996). *The scientific revolution*. University of Chicago Press.
- [12] Barton, K., & Levstik, L. (2004). *Teaching history for the common good*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [13] Graff, G. (2007). *Professing literature: An institutional history* (20th anniversary ed.). University of Chicago Press.
- [14] Eisner, E. (2002). *The arts and the creation of mind*. Yale University Press.
- [15] Tyler, R. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. University of Chicago Press.
- [16] Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. Harcourt, Brace & World.
- [17] Schwab, J. (1964). The structure of the disciplines: Meanings and significances. In G. Ford & L. Pugno (Eds.), *The structure of knowledge and the curriculum* (pp. 6–30). Rand McNally.
- [18] National Research Council. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K–12 curriculum*. National Academies Press.
- [19] National Governors Association Center for Best Practices, & Council of Chief State School Officers. (2010). *Common core state standards for English language arts & literacy in history/social studies, science, and technical subjects*.
- [20] Atchison, W., Conte, S., Hamblen, J., Hull, T., Keenan, T., Kehl, W., McCluskey, E., Navarro, S., Rheinboldt, W., Schweppe, E., Viavant, W., & Young, D. (1968). Curriculum 68: Recommendations for academic programs in computer science: A report of the ACM Curriculum Committee on Computer Science. *Communications of the ACM*, 11(3), 151–197. <https://doi.org/10.1145/362929.362976>
- [21] Austing, R., Barnes, B., Bonnette, D., Engel, G., & Stokes, G. (1979). Curriculum '78: Recommendations for the undergraduate program in computer science—A report of the ACM Curriculum Committee on Computer Science. *Communications of the ACM*, 22(3), 147–166. <https://doi.org/10.1145/359080.359083>
- [22] ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force. (1991). *Computing curricula 1991: Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force*. ACM Press & IEEE Computer Society Press.
- [23] Joint Task Force for Computing Curricula 2005.

- (2005). *Computing curricula 2005: The overview report*. Association for Computing Machinery, Association for Information Systems, & IEEE Computer Society.
- [24] Tucker, A., Deek, F., Jones, J., McCowan, D., Stephenson, C., & Verno, A. (2003). *A model curriculum for K-12 computer science: Final report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee*. Association for Computing Machinery.
- [25] Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., Owens, B., Stephenson, C., & Verno, A. (2011). *CSTA K-12 computer science standards: Revised 2011*. Computer Science Teachers Association.
- [26] K-12 Computer Science Framework Steering Committee. (2016). *K-12 computer science framework*. Association for Computing Machinery.
- [27] Computer Science Teachers Association. (2017). *CSTA K-12 computer science standards: Revised 2017*.
- [28] Computer Science Teachers Association. (2026). *2026 CSTA PK-12 computer science standards*.
- [29] AI4K12 Initiative. (2019). *Five big ideas in artificial intelligence* [Poster]. Retrieved July 7, 2026, from <https://ai4k12.org/resources/big-ideas-poster/>
- [30] AI4K12 Initiative. (n.d.). *Grade band progression charts*. Retrieved July 7, 2026, from <https://ai4k12.org/gradeband-progression-charts/>
- [31] Touretzky, D., & Gardner-McCune, C. (2022). Artificial intelligence thinking in K-12. In S. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education in K-12: Artificial intelligence literacy and physical computing* (pp. 153-180). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.003.0013>
- [32] An, S., & Lee, Y. (2016). Educational objectives in computing education: A comparative analysis. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 21(1), 181-189. <https://doi.org/10.9708/jksci.2016.21.1.181>
- [33] Woo, H., Kim, J., & Lee, W. (2017). A comparative analysis of domestic universities curriculum based on overseas higher Informatics standard curriculum. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 20(1), 27-38. <https://doi.org/10.32431/kace.2017.20.1.003>
- [34] Yu, B., Kim, J., & Lee, W. (2017). Setting priorities by computer science area through quantification of CS2013 knowledge area. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 20(3), 25-33. <https://doi.org/10.32431/kace.2017.20.3.003>
- [35] Kim, H. (2021). Exploring implications for revision of informatics curriculum based on Computing Curricula 2020: Focusing on articulation analysis. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(2), 105-117. <https://doi.org/10.32431/kace.2021.24.2.009>
- [36] Eaton, E., & Epstein, S. (2024). Artificial intelligence in the CS2023 undergraduate computer science curriculum: Rationale and challenges. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(21), 23078-23083. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i21.30352>
- [37] Miedema, D., Taipalus, T., Ajanovski, V., Alawini, A., Goodfellow, M., Liut, M., Peltsverger, S., & Young, T. (2025). Data systems education: Curriculum recommendations, course syllabi, and industry needs. In M. Monga, V. Lonati, E. Barendsen, J. Sheard, & J. Paterson (Eds.), *2024 Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE-WGR 2024)* (pp. 95-123). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3689187.3709609>
- [38] Leidig, P., Salmela, H., Anderson, G., Babb, J., de Villiers, C., Gardner, L., Nunamaker, J., Jr., Scholtz, B., Shankararaman, V., Sooriamurthi, R., & Thouin, M. (2021). *IS2020: A competency model for undergraduate programs in information systems*. Association for Computing Machinery & Association for Information Systems.
- [39] Task Group on Information Technology Curricula. (2017). *Information technology curricula 2017: Curriculum guidelines for baccalaureate degree programs in information technology*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society.
- [40] Joint Task Force on Computing Curricula. (2015). *Software engineering 2014: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering*. IEEE Computer Society & Association for Computing Machinery.
- [41] Joint Task Group on Computer Engineering Curricula. (2016). *Computer engineering curricula 2016: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society.
- [42] Joint Task Force on Cybersecurity Education. (2017). *Cybersecurity curricula 2017: Curriculum guidelines for post-secondary degree programs in cybersecurity*. Association for Computing Machinery, IEEE Computer Society, Association for Information Systems Special Interest Group on Information Security and Privacy, & International Federation for Information Processing Working Group 11.8 (Information Security Education).
- [43] Tran, D., Reys, B., Teuscher, D., Dingman, S., & Kasmer, L. (2016). Research commentary: Analysis of curriculum standards: An important research area. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(2), 118-133. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.47.2.0118>
- [44] Choi, J. (2015). Exploration of C3 Framework as citizenship education for Korean social studies curriculum. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 18(1), 61-82. <https://doi.org/10.29221/jce.2015.18.1.61>
- [45] An, J., Jeon, Y., Yoon, M., & Lee, J. (2014). A comparative analysis of the 2009 revised curriculum for mathematics in Korea and the Common Core State Standard for Mathematics (CCSSM) in the U.S.: Focus on the number and operation strand in elementary school. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 17(4), 437-464.
- [46] Dong, H., Kim, Y., & Ha, S. (2015). A comparative analysis of achievement standards of Korean science curriculum and performance expectation of Next Generation Science Standards (NGSS) in the United

- States. *Educational Research*, 64, 95–125. <https://doi.org/10.17253/swueri.2015.64.004>
- [47] Lee, J. (2020). Analysis and comparison of Korea's revised art curriculum in 2015 and National Core Art Standards in visual arts in the U.S.: Focusing on the content system and achievement (performance) standards of middle school. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(17), 1–26. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.17.1>
- [48] Seymour, C., & Clark, L. (2024). Marking our flags: Introducing the new 2024 National Physical Education Standards. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 95(6), 8–13. <https://doi.org/10.1080/07303084.2024.2359888>
- [49] Moye, J., & Reed, P. (2020). Standards for technological and engineering literacy: Addressing trends and issues facing technology and engineering education. *Technology and Engineering Teacher*, 80(3), 9–13.
- [50] McInerney, D. (2018). Historical study in the U.S.: Assessing the impact of Tuning within a professional disciplinary society. *Tuning Journal for Higher Education*, 6(1), 21–67.
- [51] Sweet, S., & Ferguson, S. (2024). Program review with the Curriculum Mapping Toolkit for Sociology: Assessment of a publicly available resource for sociology departments. *Teaching Sociology*, 52(3), 232–247. <https://doi.org/10.1177/0092055X231222275>
- [52] Petrilli, S., Jr. (2021). A mathematical transition course revisited: An Adelphi University case study. *PRIMUS*, 31(6), 678–684. <https://doi.org/10.1080/10511970.2019.1686668>
- [53] Chance, B., & Peck, R. (2015). From curriculum guidelines to learning outcomes: Assessment at the program level. *The American Statistician*, 69(4), 409–416. <https://doi.org/10.1080/00031305.2015.1077730>
- [54] Auerbach, A., & Schussler, E. (2017). Curriculum alignment with Vision and Change improves student scientific literacy. *CBE—Life Sciences Education*, 16(2), Article ar29. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-04-0160>
- [55] Kim, Y., & Jang, S. (2023). Analyzing the domestic industrial design curriculum based on NASAD certification and reconsidering the possibility of the design education quality improvement system of domestic universities: Case study of S University. *Archives of Design Research*, 36(1), 75–87. <https://doi.org/10.15187/adr.2023.02.36.1.75>
- [56] Blackshear, T., & Culp, B. (2021). Transforming PETE's initial standards: Ensuring social justice for Black students in physical education. *Quest*, 73(1), 22–44. <https://doi.org/10.1080/00336297.2020.1838305>
- [57] Whiteman, W. (2011). The impact of EC2000 on mechanical engineering curricula: A follow-up study. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 39(3), 185–194. <https://doi.org/10.7227/IJMEE.39.3.1>
- [58] Bowen, G. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- [59] Zhang, Y., & Wildemuth, B. (2009). Qualitative analysis of content. In B. Wildemuth (Ed.), *Applications of social research methods to questions in information and library science* (pp. 308–319). Libraries Unlimited.
- [60] Joint Task Force on Computing Curricula. (2001). *Computing curricula 2001: Computer science—Final report*. ACM Press & IEEE Computer Society Press.
- [61] ACM/IEEE-CS Interim Review Task Force. (2008). *Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001*. ACM Press & IEEE Computer Society Press.
- [62] Joint Task Force on Computing Curricula. (2004a). *Computer engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering*. IEEE Computer Society & Association for Computing Machinery.
- [63] Gorgone, J., Davis, G., Valacich, J., Topi, H., Feinstein, D., & Longenecker, H., Jr. (2002). *IS 2002: Model curriculum and guidelines for undergraduate degree programs in information systems*. Association for Computing Machinery, Association for Information Systems, & Association of Information Technology Professionals.
- [64] Topi, H., Valacich, J., Wright, R., Kaiser, K., Nunamaker, J., Jr., Sipior, J., & de Vreede, G. (2010). *IS 2010: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in information systems*. Association for Computing Machinery & Association for Information Systems.
- [65] Lunt, B., Ekstrom, J., Gorka, S., Hislop, G., Kamali, R., Lawson, E., LeBlanc, R., Miller, J., & Reichgelt, H. (2008). *Information technology 2008: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in information technology*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society.
- [66] Joint Task Force on Computing Curricula. (2004b). *Software engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering*. IEEE Computer Society & Association for Computing Machinery.
- [67] Yang, H., Kim, J., & Lee, W. (2023). Analyzing the alignment between AI curriculum and AI textbooks through text mining. *Applied Sciences*, 13(18), Article 10011. <https://doi.org/10.3390/app131810011>



양혜지

- 2015년 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2017년 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 (교육학석사)
- 2025년 고려대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2026년~현재 성결대학교 IT공과대학 미디어소프트웨어학과 조교수

✚ 관심분야 : 인공지능 교육, 인공지능 윤리, 데이터 마이닝

✉ hyejijyang@sungkyul.ac.kr