

NCS based Leveled Micro-Degree Certification Model for Training Practical Cyber Security Experts

Jeong-Sham Kim*, Kyu-Chang Lee*, Sang-Yong Choi*

*Professor, Cyber Security School, Yeungnam University College, Daegu, Korea

*Professor, Cyber Security School, Yeungnam University College, Daegu, Korea

*Professor, Cyber Security School, Yeungnam University College, Daegu, Korea

[Abstract]

In this paper, we propose a Leveled Micro-Degree Job Competency Certification Model that considers the level of the job based on the job defined in the NCS. There is a mismatch of manpower due to the problem of university education that cannot keep up with the rapidly changing technological environment caused by the 4th Industrial Revolution. The Nano-Degree and Micro-Degree systems designed to solve this problem are used for job competency certification of cyber security personnel. NCS sub-categorized job field is defined as Micro-Degree and detailed job by ability unit is defined as Nano-Degree, the level of the ability unit defined by level is equally applied to the Micro-Degree. And it is a system that certifies the job competency corresponding to the degree-based university academic background. By applying this system to the curriculum of Cyber Security School, Yeungnam University College, we proposed a method to configure the Nano-Degree course based on NCS duties. The method proposed in this paper can be used as a method for verifying job competency of Nano-Degree and Micro-Degree, which are recently introduced by many universities.

▶ **Key words:** NCS, Nano Degree, Micro Degree, Job competency, Cyber Security

[요 약]

본 논문에서는 NCS에서 정의된 직무를 기반으로 직무의 수준을 고려한 수준별 마이크로디그리 직무능력인증 모델을 제안한다. 4차 산업혁명 등 빠르게 변화하는 기술환경을 따라가지 못하는 대학교육의 문제로 인해 인력의 미스매치가 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해 고안된 나노디그리와 마이크로디그리 체계를 사이버보안 인력의 직무능력 인증에 활용한다. NCS의 세분류 분야별 직무를 마이크로디그리, 능력단위별 세부직무를 나노디그리로 정의하고, 수준별로 구분된 능력단위의 수준을 마이크로디그리에 동일하게 적용한다. 그리고 이를 학위기반의 대학 학력에 상응하는 직무능력을 인증하는 체계이다. 이러한 체계를 영남이공대학교 사이버보안스쿨의 교육과정에 적용하여 NCS직무 기반으로 나노디그리 과정을 구성하는 방안을 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 방법은 최근 들어 많은 대학들이 도입하고 있는 나노디그리와 마이크로디그리의 직무역량 인증을 위한 방법으로 사용가능하다.

▶ **주제어:** 국가직무능력표준, 나노디그리, 마이크로디그리, 직무역량, 사이버보안

- First Author: Jeong-Sham Kim, Corresponding Author: Sang-Yong Choi
- *Jeong-Sham Kim (jskim@ync.ac.kr), Cyber Security School, Yeungnam University College
- *Kyu-Chang Lee (skynsoul@gmail.com), Cyber Security School, Yeungnam University College
- *Sang-Yong Choi (spikechoi@ync.ac.kr), Cyber Security School, Yeungnam University College
- Received: 2022. 07. 25, Revised: 2022. 08. 10, Accepted: 2022. 08. 16.

I. Introduction

모든 사물들이 인터넷에 연결되는 4차 산업혁명 시대의 도래와 더불어 최근 코로나19 팬데믹으로 인한 비대면 사회로의 환경이 급격하게 변화함에 따라 무선 네트워크로 연결된 사이버 공간에서의 사이버보안은 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 이와 더불어 사회 전반적으로 디지털 전환이 가속화되면서 사이버보안 전문인력의 수요도 폭발적으로 늘어나고 있다. 특히 기업 현장에서는 급격하게 변화하는 기술환경과 이에 따라 다양해지는 사이버보안 위협에 대응할 수 있는 실무형 인재를 요구하고 있다. 이에 많은 대학에서는 사이버보안 관련학과를 신설하거나 기존 학과를 사이버보안관련 학과로 전환하는 등 사이버보안 인재 양성에 나서고 있다. 하지만 산업현장에서 요구하는 인력의 수준과 대학에서 배출하는 인재의 능력에는 미스매치가 발생하고 있다. 즉, 기업에서는 원하는 수준의 사이버보안 인력을 채용하기 어렵고, 대학에서는 졸업생들이 취업을 걱정하고 있는 일이 발생하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 국내외에서 기업들은 자신들이 필요한 기술들을 직접 교육해서 인력을 조달하고자 시도하고 있으며, 과학기술정보통신부, 한국인터넷진흥원 등 관련 정부 부처 및 기관에서는 범국가적인 차원에서 사이버보안 인재 양성을 위해 막대한 예산을 투입해서 별도의 프로그램들을 운영하는 방법으로 매년 우수한 사이버보안 인재들을 배출하는 좋은 성과를 나타내고 있다. 또한 대학들도 기존 학위 위주의 정규과정 교육에서 탈피하여 산업현장에서 요구하는 최신 기술들을 단기 집중교육을 통해 산업현장의 요구에 대응하는 인재를 양성하기 위한 체제로의 교육혁신을 추진하고 있다. 이러한 단기 집중교육방식은 기존의 대학 학위와 더불어 특정 분야에 대하여 나노디그리(Nano Degree)와 마이크로디그리(Micro Degree) 형식으로 학생의 실무능력을 인증해주는 체계로 활용가능하다.

학생들에게 산업현장의 실무 적응력을 키워주기 위해서는 해당 분야의 직무에 대한 이해가 매우 중요하고, 해당 직무수행 능력이 실무능력의 인증에 기준이 되어야 한다. 고용노동부에서는 우리나라 전 산업분야에 산업현장에서 직무를 수행하는데 필요한 내용들을 표준화한 국가직무능력표준(NCS, National Competency Standards) 제도를 운영하고 있다. NCS는 산업현장에서 특정 직무를 수행하는데 지식, 기술, 태도 등 능력을 수준별로 체계화한 것으로 산업현장에서 요구되는 인력의 직무능력과 교육기관에서 제공하는 직업교육 사이의 미스매치를 줄여줌으로써

기업에서 신규인력에 대한 재교육에 소요되는 시간과 비용을 줄임으로써 사회적으로 인적자원개발 비용의 중복투자를 최소화하는데 기여하고 있다[1].

본 논문에서는 산업현장 직무기반 교육체계인 나노디그리와 마이크로디그리에 대하여 알아보고, 우리나라 대표적인 실무형 사이버보안 인재 양성 프로그램인 BoB[2]와 K-Shield Jr[3]의 특징 분석을 통해 NCS기반의 수준별 직무능력 인증을 위한 마이크로디그리 적용방안을 제안하고자 한다. 직무기반의 실무형 사이버보안 인재 양성을 위해 NCS에서 정의하고 있는 정보보호분야의 직무를 기준으로 나노디그리 및 마이크로디그리를 정의함으로써 다양한 교육프로그램에 적용 가능한 실무능력인증 체계 모델을 제안한다. 그리고 영남이공대학교 사이버보안스쿨의 교육과정을 대상으로 나노디그리 체계를 적용하는 방안을 제시한다. 이는 국가에서 정한 NCS를 기준으로 실무능력 인증 체계를 설계함으로써 그 객관성을 담보하고 있다고 할 수 있다.

본 논문의 II장에서는 직무역량 인증 프로그램인 마이크로디그리/나노디그리에 대하여 소개하고, 국내 대표적인 실무형 정보보안 인재양성 프로그램인 BoB와 K-Shield Jr. 프로그램의 특징을 비교해본다. III장에서는 NCS체계의 구성에 대해 살펴보고, 수준별로 체계화된 NCS 직무수행능력 인증을 위한 수준별 마이크로디그리를 정의한다. 그리고 이를 NCS의 정보보호 분야에 적용한 모델을 제안하고, 영남이공대학교 사이버보안스쿨 교육과정에 적용하는 방안 에 대해 설명한다. 그리고 IV장에서는 국내 대학에서 시도되고 있는 마이크로디그리 및 나노디그리에 프로그램들과 비교하여 본 논문에서 제안하는 직무능력 인증모델의 활용 가능성에 대한 제안으로 결론을 맺는다.

II. Related works

2.1 Job Competency-based Education

4차 산업혁명 등으로 인해 기술환경이 급변하고, 이에 따라 직업 영역도 빠르게 변화하고 있다. 새로이 형성되는 직업환경들은 그에 맞는 세분화되고 전문화된 기술에 대한 직무역량을 가진 인력들을 요구하고 있는데, 기존 대학의 정규교육과정은 2년에서 4년의 기간이 소요됨으로 인해 산업현장의 변화 속도를 따라가지 못하는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 단기 직무 교육과정인 나노디그리와 마이크로디그리 제도가 기존 대학의 학위제도의 단점을 보완하는 대안적 학위제도로 관심을

받고 있다. 대학 정규학위제도가 학력에 대한 인증체계라고 한다면, 마이크로디그리와 나노디그리는 직무기반의 실무능력을 인증하는 체계라고 볼 수 있다[4].

2.1.1 Nano Degree and Micro Degree

나노디그리(Nano Degree)와 마이크로디그리(Micro Degree)는 ‘Nano’와 ‘Micro’는 ‘작은’이라는 개념으로 단기간으로 압축된 학습 기간을 의미하며, ‘Degree’는 대학의 학위가 학력을 인증하는 것처럼 나노디그리 과정의 학습 내용에 대한 기업 및 기관의 인증을 의미한다. 나노디그리는 대규모 온라인 공개강좌(MOOC)를 제공하는 대표적인 기업인 유다시티(UDACITY)가 2014년에 만든 온라인 교육프로그램의 브랜드로서 컴퓨터 분야에 있어서 대학에서 배운 지식이 실제 실무에 활용되기 어려운 한계를 극복하기 위해 온라인 교육을 통해 소프트웨어개발자를 양성하는 교육프로그램을 처음 만든 것으로부터 시작되었다. 우리나라에서도 2021년부터 유다시티 코리아 공식 파트너인 ㈜푸름넷을 통해 유다시티의 나노디그리 프로그램을 국내에 공급하고 있다. 유다시티 학습의 특징은 대화형 학습콘텐츠와 산업 전문가의 프로젝트 검토 및 피드백을 포함한 실제 프로젝트로써 실전에 즉시 활용이 가능하다는 것이다. 현재 운영 중인 나노디그리 프로그램은 ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AUTONOMOUS SYSTEMS, BUSINESS, CLOUD COMPUTING, CYBERSECURITY, DATA SCIENCE, PROGRAMMING AND DEVELOPMENT 등 7개의 최신 기술 분야로 구성되어 있으며, 세부 나노디그리 과정들은 주 5~10시간 학습을 기준으로 짧게는 4주부터 길게는 6개월간의 기간이 소요된다[5].

2012년 미국 콜로라도 소재의 다빈치 연구소는 단기간 최신의 기술과 지식을 가르쳐 취업할 수 있도록 하는 새로운 교육시스템으로 마이크로 칼리지(Micro College) 시스템을 개발하였다. 이는 기존 대학교육이 사회의 빠른 변화를 따라가지 못하는 문제점을 해결하고자 고안된 교육시스템으로 특정 분야에 대하여 3개월의 초단기간에 몰입형으로 교육이 진행된다. 이 과정을 수료하면 대학의 학위처럼 마이크로디그리(Micro Degree)를 수여함으로써 교육의 새로운 패러다임으로 관심을 받았다. 이러한 마이크로디그리 시스템을 적용하여 소프트웨어개발자 교육을 위한 다빈치 코더스(DaVinci Coders)라는 마이크로 칼리지를 설립하였다. 교육과정은 2015년에는 Ruby on Rails, JavaScript, Swift/iOS, 게임개발 등에 관한 과목으로 구성되었으며, 11~13주 기간으로 진행되었으며, 2018년 부

터는 15~21주 기간으로 교육기간이 연장되었다. 졸업이수 시간은 1,000 시간으로 하루 12시간 집중적으로 학습한다고 가정했을 때 3개월이면 1,000시간을 충분히 이수할 수 있으며, 이는 일반 대학의 학부과정 1년과 동등하다고 볼 수 있다. 이 과정을 이수하면 자격심사를 통해 마이크로디그리를 받는다. 마이크로디그리를 수여 받은 학습자에게는 교육을 인증하는 마이크로디그리 디지털 졸업장, 성적증명서 및 디지털 학사 배지(Badge)를 제공한다[6].

2.1.2 Korean-Style Nano Degree : Matchup[7]

4차 산업혁명 등 기술혁신의 속도가 빨라짐에 따라, 새로운 기술과 지식을 학습하기 위한 교육 수요가 증가하고 있으나, 대부분의 성인교육 프로그램이 2~4년 내외의 장기간(학사·전문학사)이거나, 단기 프로그램의 경우에도 전일제 형식으로 운영되어, 재직자나 대학생 등 취업을 준비하는 성인이 참여하기에 어려운 실정이다. 이에 교육부는 2017년 성인학습자가 교육과정에서 겪는 어려움을 해소하고, 산업변화와 기업수요를 교육프로그램에 직접 반영할 수 있는 온라인 기반의 교육프로그램인 한국형 나노디그리(Match業) 프로그램 운영을 발표하였다. 2018년 KT가 AI분야 실무형인재양성을 위한 한국형나노디그리 과정 운영을 시작으로 하여, 2022년 현재 국가평생교육진흥원 주관하에 가상·증강현실, 빅데이터, 대체에너지, 스마트시티, 지능형자동차, 스마트팜, 신에너지자동차, 블록체인 등의 9개 최신 기술이 필요한 직무 분야의 과정이 운영되고 있다. 매치업(Match業) 프로그램은 한국형 나노디그리 고유 브랜드이며, 4차 산업혁명 분야의 직무능력 향상을 희망하는 대학생, 구직자, 재직자 등을 위한 산업 맞춤형 단기직무 인증과정으로 해당 분야 대표기업이 교육강좌 이수자를 대상으로 직무능력을 인증하는 프로그램이다. 프로그램에 참여하는 대표기업은 해당 분야의 핵심 직무를 제시하고, 교육기관은 참여기업과 공동으로 교육과정 개발 및 교육에 참여하며, 직무능력인증 평가 기준개발 및 평가를 실시함으로써 학습자의 직무능력을 인증할 수 있는 체계로 운영되고 있다.

2.2 Practical Information Security Talent Training Program

2.2.1 Next Generation Security Leader Training Program

한국정보기술연구원(KITRI)에서는 2012년부터 대한민국 최고의 차세대 보안리더를 양성하는 ‘Best of the Best(BoB)’ 프로그램을 운영하고 있다. 이 프로그램은 총 3

단계 교육으로 구성되어 있다. 1단계 교육은 2개월의 공통 기본교육과정으로 정보보안에 대한 공통교육과 각 트랙별 전문교육이 진행되며, 2단계 교육은 4개월의 팀프로젝트 과정으로 각 분야별 전문가 멘토와 함께 정보보안관련 프로젝트를 팀별로 진행한다. 3단계 교육은 2단계 교육수료생 중 30명을 선발하여 트랙별로 보안 분야의 최고 전문가에게 전수받게 되는 심화교육 과정으로 2개월 동안 진행된다. 이 단계는 경연과정으로 경연 발표 평가 및 그랑프리 발표 평가가 진행되며, 그 결과를 통해 최종적으로 최고 인재 BEST 10을 선발하고, 기술사업화 평가를 통해 그랑프리 1개 팀을 선정하게 된다. BoB 교육과정은 취약점 분석, 디지털 포렌식, 보안 컨설팅, 보안제품개발 등 4가지 트랙으로 구성되어있다. 1단계 전공교육은 전공관련 공통기초 교육 및 트랙별 전공교육이 단기간 집중수업의 형태로 진행된다. 그리고 2단계 이후 부터는 전문가 멘토와 함께 실질적인 프로젝트를 수행하면서 실무능력을 키우게 된다[8].

BoB 프로그램의 주요 특징은 정보보안 분야에서 다양한 분야에서 굵직한 경험을 쌓은 최정상급 전문가들로 구성된 멘토진[9]과 분야별 최고 전문가인 멘토들의 심화학습 그리고 전문분야별 팀프로젝트 수행이라고 할 수 있다. 문제해결을 위해 팀별로 멘토와 함께 프로젝트를 수행하는 과정을 경연식으로 운영함으로써 경쟁의식을 통한 교육동기를 유발시켜 좋은 결과를 성취하고 있다.

2.2.2 K-Shield Junior Program

과학기술정보통신부가 주최하고 한국인터넷진흥원이 주관하는 K-Shield Jr. 교육은 향후 정보보호 분야 취업시 현장실무를 즉각 수행할 수 있는 사이버보안 전문 주니어

인력양성을 목표로 하는 프로그램으로 NCS 및 TTPs에 맞춘 실습 중심의 교육과정으로 200시간 이상의 교육과정 이수 후 취업 지원까지 운영되는 취업 지원 실무 맞춤형 교육과정이다. TTPs는 Tactics(전략), Techniques(전술) 그리고 Procesures(절차)의 약어로 공격자의 행위를 설명하는 것이다. 2022년 6월 교육이 시작된 K-Shield Jr. Season2 프로그램은 150시간의 보안직무 공통지식을 학습하는 공통과정을 시작으로 50시간의 직무별 심화학습으로 교육과정이 구성되어 있다. 이 교육과 병행해서 8주간의 연구프로젝트가 진행되는데, 3~5명씩 팀을 구성하고 팀별로 과제를 선정한 다음 배정된 실무 멘토의 지도하에 팀별 프로젝트를 진행한다. 50시간 진행되는 심화과정은 TTPs를 적용하여 가상의 공격시나리오를 기반으로 발생 가능한 상황을 분석하고, 여기에 대응하기 위해 필요한 직무를 도출한 후 이에 필요한 직무역량 교육을 실시한다. 교육에서 선정한 직무는 모의해킹, 정보보호컨설팅, 개인 정보보호기술, 침해사고 대응, 보안관제 운영, 클라우드 보안운영의 6개 직무로써 직무별로 분반하여 교육이 진행된다. 모든 과정을 마치면 인증평가를 통해 우수 인재를 선발하고 과학기술정보통신부 장관의 인증서 수여를 마지막으로 과정을 완료하게 된다[10].

K-Shield Jr. 프로그램의 주요 특징은 NCS의 정보보호 분야 직무에 맞춘 교육과정으로 수료 즉시 현장 실무에 즉각 투할 수 있는 인력을 배출하는 실무 중심의 교육이라는 것이다. 또한 실무기반의 직무별 교육을 위해 보안전문기업협의체를 구성하여 팀별 연구프로젝트에 기업의 보안전문가들이 실무 멘토로 참여함으로써 실무교육의 전문성을 확보하였다. 즉, TTPs를 적용하여 NCS 기반의 직무별 단

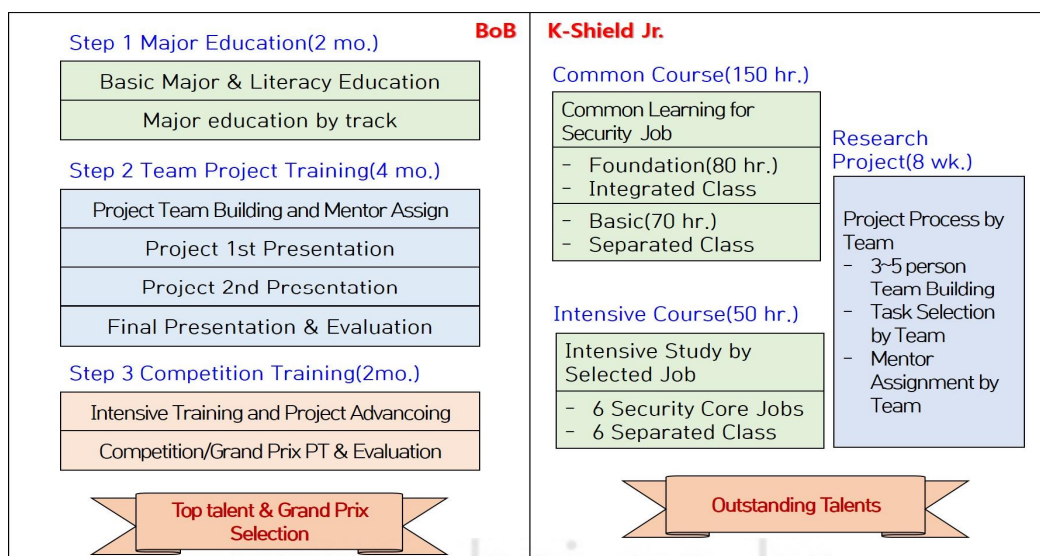


Fig. 1. Training Process of BoB and K-Shield Jr.

기 집중식 심화교육과 기업의 보안전문가들의 지도하에 진행되는 팀프로젝트가 K-Shield Jr. 프로그램의 큰 특징이며, 이로 인해 사이버보안 전문 주니어 인력 양성 프로그램 중 대표적인 프로그램으로 좋은 성과를 내고 있다.

III. NCS Job-based Practical Skills Certification System

3.1 National Competency Standards (NCS)

System

NCS는 산업현장에서 직무를 수행하는데 필요한 지식, 기술, 태도 등을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 국가적 차원에서 표준화한 것이다. NCS를 활용하면 현장 중심의 실무능력을 갖춘 인재를 양성을 위한 교육과정 개발이 가능하며, 체계적인 교육훈련과정 운영을 통해 산업현장에서 필요로 하는 실무형 인재를 양성할 수 있다. 또한 기업은 조직 내 직무를 체계적으로 분석함으로써 직무 중심으로 인력들을 효율적으로 운용하는데 활용할 수 있다[11].

NCS는 직무의 유형을 중심으로 국가직무능력표준을 단계적으로 분류하며, 한국고용직업분류 등을 기준으로 ‘대분류 → 중분류 → 소분류 → 세분류’의 순으로 구성된다. NCS에서 세분류는 한국고용직업분류의 직업 중 대표 직무를 의미하는데, 이 단위로 국가직무능력표준이 개발되었다[12]. Fig.2는 보안사고분석대응 분야의 능력단위 분류 체계 예를 보여준다.

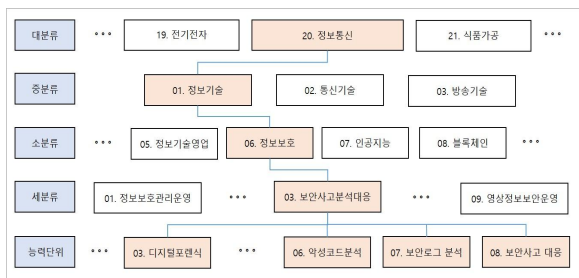


Fig. 2. Information and communication-information protection field (classification example)

각 직무별 세부 직무는 국가직무능력표준에서 최하위 단계인 능력단위로 정의되며, 능력단위는 국가직무능력표준의 기본 구성요소로서 해당 직무수행에 필요한 직무능력인 능력단위요소, 평가지침 및 직업기초능력 등으로 구성된다[13]. Fig.3은 NCS 능력단위의 구성을 보여준다.

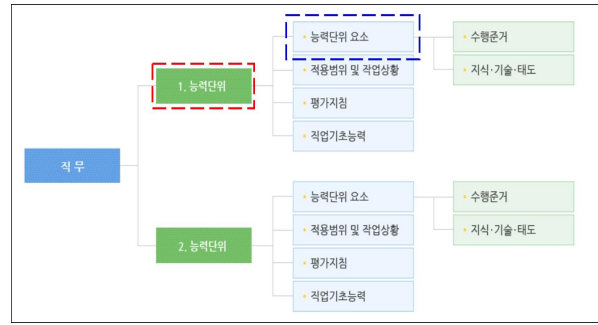


Fig. 3. Structure of NCS Ability Unit^[33]

또한 NCS에서는 산업현장 직무의 수준을 고려하여 능력단위별로 8단계의 수준체계로 그 기준을 제시하고 있다. 1수준은 철저한 감독하에 기초적인 지식을 사용하여 단순하고 반복적인 과업을 수행하는 최하위 수준이며, 3수준까지는 고교졸업 또는 초급실력의 전문학사 수준으로 볼 수 있고, 4수준은 해당 분야의 이론 및 지식을 제한적으로 사용하여 복잡하고 다양한 과업을 수행하는 수준으로 잘 교육된 전문학사 수준으로 볼 수 있다. 1수준에서 4수준까지는 회사나 연구소의 직급체계로 보면 사원급/보조연구원급에 해당하는 수준이다. 5수준은 해당 분야의 이론 및 지식을 자유롭게 사용하여 매우 복잡하고 비일상적인 과업을 수행하고 타인에게 해당 분야의 지식을 전달할 수 있는 수준으로 고급수준의 전문학사 및 학사학위 수준으로 볼 수 있으며, 대리급/연구원급 수준이다. 6수준 이상은 석사학위 이상의 실력을 가진 수준으로 볼 수 있으며, 과장급/선임연구원급 수준이고, 7수준은 부장급/차장급/책임연구원급, 8수준은 해당 분야 최고 수준으로 조직 및 업무 전반에 대한 권한과 책임이 부여되는 임원급/수석연구원급의 수준이다.

5수준까지는 직무능력에 따라 차별적으로 신입사원에게 적용할 수 있는 수준으로 볼 수 있으며, 6수준 이상은 경력을 가지고 있는 경력사원이나 재직자의 직무능력 향상에 따라 적용 가능한 수준 체계이다[13]. Table 1은 NCS의 수준체계와 각 수준에 대응하는 기업에서의 직위 체계를 대비하여 보여준다.

3.2 NCS Job-Based Practical Competency

Certification System: Micro Degree by Level

NCS에서는 산업분야별로 직무를 ‘세분류’로 정의하고 그 직무수행 능력을 수준별로 체계화하고 있다. 직무는 다시 세부직무들을 ‘능력단위’로 세분화하고, 각 능력단위는 세부직무 수행을 위해 필요한 ‘능력단위요소’들로 구성된다. 본 논문에서는 학생들의 실무능력을 인증하기 위해

Table 1. Level system of NCS[13] and Job position

Level	Job performance	Job position
8	The level of being able to perform a wide range of technical tasks with the highest level of skill	Executives, General Manager, Lead Researcher
7	The level of being able to perform a wide range of technical tasks with high level of skill	General Manager, Deputy General Manager, Researcher in Charge
6	The level of being able to perform a variety of tasks with general proficiency	Manager, Senior Researcher
5	The level of being able to perform very complex and unusual tasks	Assistant Manager, Staff, Researcher
4	The level of being able to perform complex and diverse tasks	Staff, Assistant Researcher
3	The level of being able to perform somewhat complex tasks	Staff, Assistant Researcher
2	The level of being able to perform procedural and routine tasks	Staff, Assistant Researcher
1	The level of being able to perform simple and repetitive tasks	Staff, Assistant Researcher

‘나노디그리’와 ‘마이크로디그리’의 2단계 체계로 정의하고, NCS의 직무능력인증체계와 연동하여 학생들의 실무능력 인증체계에 활용하고자 한다. 나노디그리는 능력단위(세부직무) 기준으로 실무능력을 인증하고, 마이크로디그리는 여러 개의 능력단위(세부직무)별 실무능력을 종합해서 상위의 세분류(직무) 기준으로 실무능력을 인증하는데 적용한다. Table 2는 NCS분류 체계에서 마이크로디그리와 나노디그리의 적용 범위를 나타낸다. 즉, 특정 능력단위(세부직무)에 해당하는 직무 수행을 위해 해당 능력단위 요소에 정의된 필요 지식 및 기술들을 습득하면 나노디그리를 수여한다. 마이크로디그리는 나노디그리를 상위직무로 확대한 개념으로 해당직무 수행에 관련된 하위 나노디그리들을 모아 미리 정의된 조건을 만족할 때 마이크로디그리를 수여함으로써 직무 단위의 실무능력 검증에 활용할 수 있다. Fig. 4는 나노디그리를 기반으로 마이크로디그리의 구성을 나타낸다.

Table 2. Category of Nano Degree and Micro Degree

NCS classification system	Degree System
Large Category	-
Medium Category	-
Small Category	-
Sub Category	Micro Degree
Ability Unit	Nano Degree
Ability Unit Element	-

Micro Degree

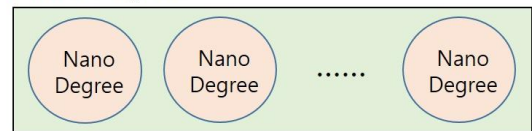


Fig. 4. Composition of Micro Degree

NCS의 능력단위별로 세부직무의 수준에 따라 적용되는 수준체계를 나노디그리에 동일하게 적용하고, 나노디그리(레벨1)에서 나노디그리(레벨8)까지로 구분한다. Fig. 5는 나노디그리의 수준체계를 나타낸다. 또한 마이크로디그리도 구성하는 나노디그리의 수준에 따라 마이크로디그리(레벨1)에서 마이크로디그리(레벨8)까지로 정의하는데, 나노디그리의 최고 수준을 마이크로디그리의 수준으로 정의한다.

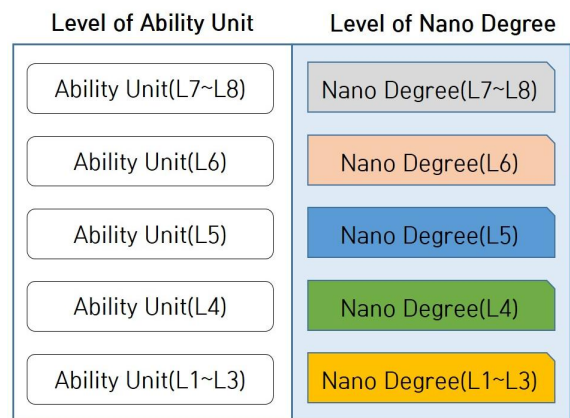


Fig. 5. Level system of Nano Degree

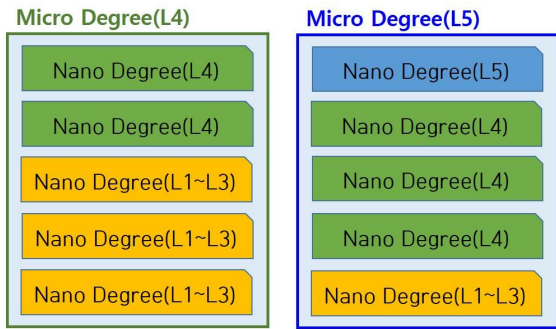


Fig. 6. Example of Micro Degree Level

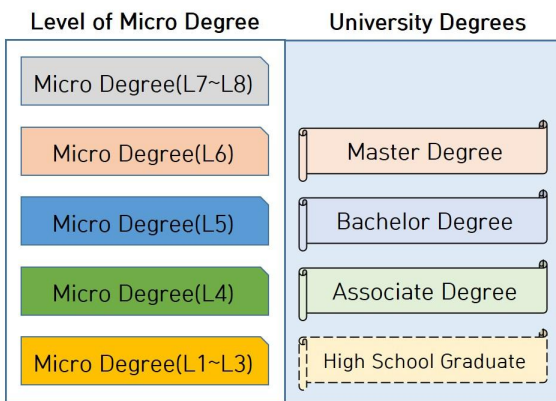


Fig. 7. Micro Degree Level and University Degrees

즉, Fig. 6과 같이 마이크로디그리를 구성하는 나노디그리들 중 가장 높은 수준이 그 마이크로디그리의 수준이 된

다. 마이크로디그리를 만족하는 나노디그리의 개수와 수준 등 세부적인 내용은 교육의 목적과 필요한 직무의 수준들을 기준으로 교육기관에서 자율적으로 판단해서 구성할 수 있도록 한다.

또한 수준별로 분류되는 능력단위(세부직무) 기반의 나노디그리로 구성되는 마이크로디그리의 수준을 대학의 학력 체계인 학위체계와 연동하여 분류해본다면 마이크로디그리(레벨1)부터 마이크로디그리(레벨3)까지는 고등학교 수준, 마이크로디그리(레벨4)는 전문학사급, 마이크로디그리(레벨5)는 학사학위급 직무능력 수준으로 분류해볼 수 있다. 일반적으로 신입사원으로 채용하는 인력의 직무능력은 나노디그리(레벨5) 수준까지로 볼 수 있다. 2년 정도의 경력자의 직무능력으로 볼 수 있는 나노디그리(레벨6)는 석사학위급 직무능력 수준으로 인정할 수 있다. Fig.7은 마이크로디그리의 수준과 학위와의 매칭관계를 나타낸다.

3.3 A Study on the Design of Micro-Degree by Level in Information Protection of NCS

3.3.1 Classification system in the field of information protection

NCS에서 정보보호 분야는 2015년까지는 별도의 분류 체계 없이 ‘정보통신’ 하위의 분류 중 ‘정보기술’, ‘통신기술’ 분류의 하위 소분류에 분산되어 정보보호 관련 직무들이 정의되어 있었다. 그러나 2016년부터는 ‘정보통신’ 하

Table 3. NCS Ability Unit and Elements on Infringement Accident Analysis and Response

Ability Unit	Level	Element	Training hours
Security Monitoring Planning and Operation	7	Designing a Security Control Center	50
		Building a Security Control Center	
		Managing the Security Control Center	
Establishment of a CERT	6	Forming a CERT	50
		Establish an action plan of a CERT	
		Establishment of an international cooperation system in response to infringement	
Digital Forensics	5	Gathering evidence	50
		Analyzing digital forensics	
Cyber Investigation	6	Using Digital Forensics Related Laws	50
		Using Evidence Gathering Technologies	
		Resolving Cyber Incidents	
Security Incidents Analysis	6	Creating an Analytics Foundation	50
		Analyze the cause of a Security Incidents	
		Follow up on Security Incidents	
Malware Analysis	5	Establishing a Malware Analysis Environment	50
		Operating a Malware Analysis Tool	
		Countering Malware	
Security Log Analysis	4	Monitoring Security Incidents	50
		Analyzing Security System Logs	
		Security Log Correlation Analysis	
Security Incident Response	5	Developing Detection Patterns	40
		Restoring the Information System	

위 ‘정보기술’ 중분류에 ‘정보보호’ 분야로 분류체계가 정립되었으며, 2022년 5월 현재 ‘정보보호관리·운영’, ‘정보보호진단·분석’ 등 9개의 직무로 정의하고 정보보호 분야가 세분화된 전문적인 직무로 강화되고 있는 추세이다 [14]. Table 3은 정보보호관리·운영, 정보보호진단·분석, 보안사고분석대응 등 정보보호분야의 9가지 세분류로 직무들을 분류되어 있음을 보여준다. 본 논문에서는 정보보호 분야의 9개 직무 중 ‘보안사고분석대응’직무를 예를 들어 수준별 마이크로디그리를 설계하고, 향후 이를 다른 직무에 적용 가능한 모델로 제시하고자 한다.

NCS에서 표준화한 ‘보안사고분석대응’직무는 보안관제 기획운영, 컴퓨터 침해사고대응팀(CERT) 구축, 디지털 포렌식, 사이버조사, 침해사고 분석, 악성코드 분석, 보안로그 분석, 보안사고 대응 등 8개의 세부직무(능력단위)로 분류하고 있다. 각 능력단위(세부직무)는 그 업무의 수준에 따라 각각 수준이 정의되어 있는데, 보안로그 분석이 4수준으로 최하위 수준이며, 보안관제 기획운영이 7수준으로 최고의 수준이다.

이는 보안사고분석대응직무는 4수준에 해당하는 전문학사 이상의 학력수준을 요구하고 있음을 볼 수 있다. Table 4는 보안사고분석대응 직무의 능력단위(세부직무)와 각 능력단위(세부직무)별 능력단위요소들을 보여주고 있다. 본 논문에서는 신입사원 수준의 직무능력에 해당하는 4수준~5수준의 능력단위(세부직무)만 고려하고, 능력단위(세부직무)별로 나노디그리를 정의하고, 이를 조합하여 상위 세분류(직무)인 보안사고분석대응 직무에 대한 마이크로디그리를 정의한다.

3.3.2 The Structure of Nanodigree and Microdigreement

본 논문에서는 보안사고분석대응 직무 중 5수준의 마이크로디그리와 세부직무 중 4개의 나노디그리를 정의한다. 나노디그리 및 마이크로디그리의 직무 분야와 수준 표기를 위해 ‘나노디그리-레벨-직무명’의 순으로 표기한다. 예를 들어, 4수준의 보안로그 분석 나노디그리는 ‘나노디그리-레벨4-보안로그분석’으로 표기한다. 이를 영어로 단순화하여 표기하는 방법은 ‘ND-L4-보안로그분석’으로 한다. 마이크로디그리도 같은 체계를 적용한다. Table 5은 본 논문에서 정의하는 수준별 나노디그리와 그 표기 방법을 나타내고 있다.

Table 5. Nano Degrees Notation

Nano Degree	Related Subject
Digital Forensics	ND-L5-DigitalForensics
Malware Analysis	ND-L5-MalwareAnalysis
Security Incident Response	ND-L5-SecurityIncidentResponse
Security Log Analysis	ND-L4-SecurityLogAnalysis

나노디그리 수료를 위한 교육시간은 보안사고분석대응 직무의 NCS활용 패키지[15]에서 권고하고 있는 능력단위(세부직무)별 훈련시간을 준용하여 기준으로 잡았으며, Table 5에 능력단위별 훈련시간을 정리하였다. NCS에서 제안하는 각 과정별 훈련시간은 40시간에서 50시간으로 편성되어 있으며, 훈련내용 및 필요한 지식과 기술들로 제시하고 있다. 이를 근거로 대학 정규과정의 교과목 운영을 고려하여 관련 기초지식 학습을 위한 시간을 포함해서 산

Table 4. Information Protection Classification Framework on NCS

Classification Framework			
large category	medium category	small category	sub category
20. Information Communication	01. Information Technology	Information Protection	Information Protection Management and Operation
			Information Protection Diagnosis and Analysis
			Infringement Accident Analysis and Response
			Information Protection Password Authentication
			Intelligent Video Information Processing
			Biometrics
			Privacy
			Digital Forensics
			Video Information Security and Operation

정해보면 약 각 능력단위별 나노디그리 수료를 위해서는 약 200시간 정도의 학습 시간이 필요하다고 볼 수 있다. 대학 정규과정에서 1주일에 3시간씩 15주간 수업을 하는 교과목을 본다면 총 45시간이 3학점 단위의 한 과목 수업에 요구되는 시간이다. 세부 직무에 해당하는 능력단위별 훈련을 위한 시간이 3학점 한 과목 정도의 시간으로 정의되어 있지만, 실질적으로 정규과정에서 관련 전공기초 과목들을 2~3과목 정도 학습을 해야지만 능력단위(세부직무)에 해당하는 직무능력을 제대로 습득할 수 있다. 특정 분야 직무수행을 위한 기술적인 내용과 더불어 직업기초능력에 해당되는 내용들을 고려한다면 나노디그리 수료를 위해서는 3학점 과목 기준 4~5과목 수강에 해당하는 학습 시간이 필요하게 된다. 45시간 단위 과목을 기준으로 5~6과목을 시간으로 환산하면 180시간에서 225시간이 된다. 능력단위(세부직무)별로 차이가 나겠지만 200시간을 그 기준으로 각 과정별 특성에 따라 차별적으로 구성하면 될 것이다. NCS 정보보호 직무를 기준으로 구성한 K-Shield Jr. 프로그램에서도 각 직무별 교육시간을 200시간으로 정의하고 있으므로 그 타당성이 증명된다 할 수 있다.

마이크로디그리 수여를 위해 필요한 학습 시간은 다빈치코더스의 마이크로디그리 과정에서 정의한 1000 시간을 기준으로 잡았다. 이는 해당 직무분야에 관련된 4개~5개

의 나노디그리를 취득하면 마이크로디그리 취득이 가능한 것으로 볼 수 있다. 하나의 마이크로디그리를 수여하기 위해서 60~70학점에 해당하는 학습이 필요하다면 110학점~120학점을 졸업학점으로 하고 있는 3년제 전문대학 교육과정으로 보면 2개의 마이크로디그리를 수료할 수 없는 것으로 보인다. 하지만 나노디그리를 수여하는 세부직무 분야 학습에 40~50시간 정도가 소요되고, 나머지 150시간 해당 직무를 수행하는데 필요한 전공 기초지식들 학습에 필요한 시간이다. 그런데 이러한 전공 기초지식들은 해당 직무 분야의 나노디그리과정에서 공통적으로 많은 부분이 중복인정이 가능할 것이다. 그렇기 때문에 여러개의 나노디그리 과정의 수료가 가능하다. Table 6에는 나노디그리 와 마이크로디그리 수여 기준에 대해 정리하였다.

Table 6. Nano Degree/Micro Degree Criteria

	Training hours	Criteria
Nano Degree	180 ~ 225 hrs	4~5 subjects (12~15 Grades)
Micro Degree	about 1000 hrs	4~5 Ndn Degrees (60~70 Grades)

Table 7. Curriculum of Cyber Security School(Information Security Major), Yeungnam University College.

Semester	Subject	Classification(Ability Unit)	Level of Ability Unit
1-2	Network construction and operation	Security Incident Response	Level 5
	Linux system operation	Malware Analysis Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Python programming	Malware Analysis Security Log Analysis	Level 5 Level 4
2-1	Database Security	Malware Analysis Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Hacking and Cracking	Security Incident Response	Level 5
	Operating system security	Malware Analysis Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Intrusion Prevention System	Security Incident Response Security Log Analysis	Level 5 Level 4
2-2	Secure script programming	Security Log Analysis	Level 4
	Intrusion detection system	Security Incident Response Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Penetration Testing practices	Security Incident Response Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Secure programming	Malware Analysis Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Data Structure	Malware Analysis	Level 5
3-1	System Vulnerability Analysis Practices	Security Incident Response	Level 5
	Security system operation practices	Security Incident Response Security Log Analysis	Level 5 Level 4
	Software reverse engineering	Malware Analysis	Level 5
	Security data analysis	Security Log Analysis	Level 4
	Network analysis practices	Security Incident Response	Level 5
3-2	Infringement Response Practices	Security Incident Response	Level 5

3.3.3 A Study on the Application of Cyber Security School in Yeungnam University College

영남이공대학교 사이버보안스쿨은 해킹공격 및 방어기술을 갖춘 실무적 사이버침해대응 전문가 양성을 목표로 2014년 개설한 3년제 전문학사과정이며, 2017년부터는 전공심화과정을 개설하여 학사학위도 배출하고 있는 대구에 위치하는 전문대학이다. 인재양성 분야의 핵심직무는 전문학사과정에서 보안사고분석대응을 전공심화 학사학위과정에서 정보보호관리운영, 정보보호진단분석으로 설정하고 많은 수의 사이버보안 인재들을 배출하여 보안전문기업에서 바로 직무에 투입가능한 우수한 인재를 공급하고 있는 전국 최고 수준의 실무기반의 사이버보안 전문학과이다[16].

본 논문에서는 2022학년도 영남이공대학교 사이버보안스쿨의 정보보안전공 교육과정을 기준으로 나노디그리 적용방안을 제안한다. Table 7에는 사이버보안스쿨 정보보안전공의 커리큘럼 중 NCS의 보안사고분석대응 직무의 능력단위(세부직무)와 관련된 전공과목들을 나타내고 있으며, 커리큘럼에서 커버하고 있는 능력단위(세부직무)는 악성코드분석, 보안사고대응, 보안로그분석으로 3종류의 나노디그리를 위한 과정으로 볼 수 있다.

Table 8. Nano Degrees and Related Subjects

Nano Degree	Related Subject
Malware Analysis (ND-L5-MalwareAnalysis)	Linux system operation Python programming Secure programming Data Structure Software reverse engineering
Security Incident Response (ND-L5-SecurityIncidentResponse)	Network construction and operation Hacking and Cracking Intrusion Prevention System Intrusion detection system Penetration Testing practices System Vulnerability Analysis Practices Network analysis practices Infringement Response Practices
Security Log Analysis (ND-L4-SecurityLogAnalysis)	Linux system operation Python programming Database Security Operating system security Intrusion Prevention System Secure script programming Intrusion detection system Penetration Testing practices Secure programming Security system operation practices Security data analysis

Table 4에 정의된 5수준의 4가지 나노디그리 중 사이버보안스쿨에서는 학과의 인력양성 및 교육목표와 부합되는 악성코드분석, 보안사고대응, 보안로그분석 능력단위(세부직무) 분야로 3개의 나노디그리 과정 운영이 가능하다. 직업기초능력에 해당하는 과목들을 추가하여 수강한다면 레벨5에 해당하는 학사학위 수준의 직무역량을 가지는 보안사고분석대응 마이크로디그리(레벨5) 수여가 가능하다. 각 나노디그리 수여를 위해서는 관련 과목들 중 5과목 이상을 수강해야한다. 다수개의 나노디그리 수여를 위해서는 관련 과목을 중복해서 인정가능하다. Table 8은 사이버보안스쿨에서 수여가능한 나노디그리별로 관련된 교과목들을 정리하여 보여주고 있다.

IV. Conclusions

4차 산업혁명, 코로나19 팬데믹 등으로 인해 기술과 환경의 변화가 빠르게 진행됨에 따라 새로운 기술 분야에서 새로운 직업이 생기게 되고, 이에 맞는 새로운 인력의 수요가 크게 증가하고 있다. 그런데 대학에서의 교육이 빠른 사회의 변화에 제대로 따라가지 못함으로 인해 대학에서 배출되는 인재들과 산업현장에서 요구하는 인력 사이의 미스매치가 사회적으로 큰 문제가 되고 있다. 이에 기존 대학의 교육과정 운영에서 탈피하면서 산업현장의 빠른 변화에 대응하면서 새로운 직무 분야에 맞는 인재를 적시에 배출하기 위해 나노디그리와 마이크로디그리와 같은 직무역량기반의 교육제도를 도입하고 있다. 그러나 각 대학별로 독자적으로 직무역량기반 프로그램을 개발함으로써 인해, 직무능력에 대한 객관적인 인증이 어렵다. 즉, 대학별 운영사례를 살펴보면 단순히 관련 교과목의 수 및 학점 범위 정도만 규정하고 있으며, 해당 교과목의 학점만 취득하면 마이크로디그리를 수여하는 형식을 취하고 있어서, 마이크로디그리를 직무능력인증의 객관성을 담보할 수 없다.

본 논문에서 제안하는 수준별 마이크로디그리 직무능력인증 방법은 국가에서 제정한 NCS체계를 마이크로디그리의 직무능력인증에 그대로 접목함으로써 나노디그리 및 마이크로디그리의 직무능력인증에 대한 신뢰성을 담보할 수 있다. 이 방법은 최근 많은 대학들이 도입하여 운영하고 있는 나노디그리 및 마이크로디그리 과정의 직무능력인증체계에 접목이 가능하며, 2021년 교육부가 지원하는 '디지털 신기술 인재양성 혁신공유대학[17]' 사업과 같은 대학교육 혁신 분야에서 운영될 다양한 교육과정들의 직무능력 인증에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by 2021 Yeungnam University College Research Grant.

REFERENCES

- [1] National Competency Standards, <https://www.ncs.go.kr/index.do>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [2] Best of the Best, <https://www.kitribob.kr/>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [3] K-Shield Junior, <http://kshieldjr.org/hr/home>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [4] Sumi Park, Jeongmin Ahn, "Analysis of Domestic Application Cases of Micro-Degree as Competency-Based Education," Journal of Lifelong Learning Society, Vol.17, No.1, pp. 173-197, Feb. 2021.
- [5] UDACITY Korea Parter, <https://www.udacitypartner.com/about/>, Accessed: July. 2022[Online]
- [6] Youngseop Hyun, Eunkyong Shin and others, "A study on the introduction of the degree system per credit in other to set up the foundation for adult-friendly university operation," Report on Occasional Research-KU-RIHRDP -2018-2, Research Institute for HRD Policy, Korea University, 2018.
- [7] Industry-tailored short-term job competency certification course MatchUp, <https://www.matchup.kr/Contents.do>, Accessed: July. 2022[Online]
- [8] BoB, "Annual education plan," <https://www.kitribob.kr/learn/plan>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [9] BoB "Mentor Group," <https://www.kitribob.kr/intro/mentor>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [10] K-Shield Junior, http://www.kshieldjr.org/tlnt_ntc_brd_det.do?id=1144, Accessed: July. 2022[Online]
- [11] National Competency Standards, <https://www.ncs.go.kr/th01/TH-102-001-01.scd0>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [12] National Competency Standards, <https://www.ncs.go.kr/th01/TH-102-001-02.scd0>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [13] National Competency Standards, <https://www.ncs.go.kr/th01/TH-102-001-03.scd0>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [14] National Competency Standards, <https://www.ncs.go.kr/unity/th03/ncsSearchMain.do>, Accessed: Jun. 2022[Online]
- [15] NCS Utilization Package(Report), Infringement Accident Analysis and Response , <https://www.ncs.go.kr/unity/hth01/hth0101/selectNcsModuleReport.do>, Accessed: Jun. 2022 [Online]
- [16] Yeungnam University College Dept. of Cyber Security School, <https://secure.ync.ac.kr/secure/Main.do>, Accessed: Jun. 2022[Online]

- [17] Digital New Technology Innovation Sharing University, <https://coss.nrf.re.kr/main.do>, Accessed: July. 2022[Online]

Authors



Jeong-Sahm Kim received the B.S. degree in Electronics, M.S. and Ph.D. degrees both in Computer Engineering from Kyungpook National University, Korea, in 1987, 1990 and 2011, respectively.

Dr. Kim joined a researcher of the Agency for Defense Development in 1990, and was a assistant professor at Kyungbuk College, Yeongju, Korea in 1995. He is currently a Professor in the Cyber Security School, Yeungnam University College, Daegu, Korea. He is interested in information security education, mobility security and security consulting.



Kyu-Chang Lee received his M.S. degree in Mobile Telecommunications Engineering and Ph.D. degree in Computer Science and Engineering, both from Kyungpook National University, Korea, in 2013 and 2020

respectively. Dr. Lee is currently working as an assistant professor at the Cyber Security School in Yeungnam University College, Daegu, Korea. He is interested in AI security, web security, IoT security, cloud computing and edge computing.



Sang-Yong Choi received his B.S. degree in Mathematics and M.S. degree in Computer Science, both from Hannam University in 2000 and 2003, and Ph.d degree in Interdisciplinary of Information Security from

Chonnam National University in 2014, Dr. Choi is a assistant professor at the Cyber Security School in Yeungnam University College, Daegu, Korea. His research interests are in security education, web security, network security and cloud computing security.