

제128회 컴퓨터시스템응용기술사 해설집

2022.07.02

국가기술자격 기술사 시험문제

기술사 제 128 회

제 4 교시 (시험시간: 100 분)

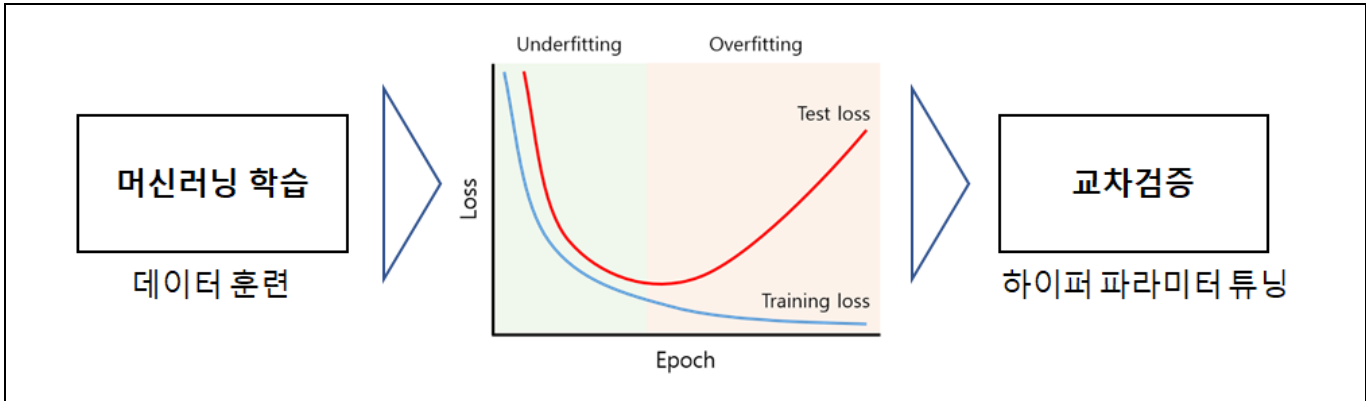
분야	정보통신	자격 종목	컴퓨터시스템응용기술사	수검 번호		성 명	
----	------	----------	-------------	----------	--	--------	--

※ 다음 문제 중 4 문제를 선택하여 설명하십시오. (각 10 점)

- 머신러닝 (Machine Learning) 에서 교차검증 (Cross Validation) 에 대하여 설명하십시오.
- 5G 와 6G 이동통신에 대한 특징과 발전 동향에 대하여 설명하십시오.
- 엣지 컴퓨팅 (Edge Computing) 의 장단점과 적용사례 및 보안취약점에 대하여 설명하십시오.
- 대용량 비휘발성 저장장치로 불리는 SSD (Solid State Drive) 제어기의 플래시 변환 계층 (Flash Translation Layer) 에 대하여 설명하십시오.
- 의료용 3D (Dimension) 모델링 소프트웨어 관련으로 다음을 설명하십시오.
 - 3D 프린팅 개념 및 정의
 - 3D 프린팅 공정 분류 및 설명
 - 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가 항목
- 클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 기준 제정의 추진배경 및 평가 기준에 대하여 작성하고, 서비스 회복시간의 정량적 측정을 위한 지표에 대하여 설명하십시오.

01	교차검증(Cross Validation)		
문제	머신러닝(Machine Learning)에서 교차검증(Cross Validation)에 대하여 설명하시오.		
도메인	인공지능	난이도	중 (상/중/하)
키워드	Train Set, Validation Set, Test Set, 하이퍼파라미터, 과적합		
참고문헌	머신 러닝 입문자를 위한 설명 - 교차 검증(K-Fold Cross Validation) (tistory.com) https://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=winddori2002&logNo=221850530979		
풀이기술사	NS반 백기현 기술사(제 122회 정보관리기술사 / onlyride@naver.com)		

I. 머신머링의 성능평가를 위한 교차검증(Cross Validation)의 개요



- 전체 데이터를 훈련 데이터/검증 데이터로 분류, n차 반복하는 교차검증 과정을 통해 우수한 예측 모형 개발

II. 머신러닝(Machine Learning)에서 교차검증(Cross Validation)의 개념

가. 교차검증(Cross Validation)의 개념

구분	설명	
개념	머신러닝 학습에서 데이터 편중을 막기 위해 별도의 여러 세트로 구성된 학습 데이터 세트와 검증 데이터 세트에서 학습과 평가를 수행하는 방법	
개념도		
특징	과적합 예방	- 학습데이터와 훈련, 검증 데이터로 분리해 과적합을 예방
	최적모델 생성	- 한번에 더 많은 데이터 셋을 학습하여, 최적의 모델 생성

- 과적합을 피하면서 파라미터를 튜닝하고 일반적인 모델을 만들고 신뢰성 있는 모델 평가를 진행이 가능

나. 교차검증(Cross Validation)의 동작 메커니즘

구분		설명
<div style="text-align: center;"> <p>K=4, 4-fold CV</p> <p>Total number of examples</p> <p>Experiment 1</p> <p>Experiment 2</p> <p>Experiment 3</p> <p>Experiment 4</p> <p>Training set Validation set</p> </div>	수행방법	① Random 균등하게 Training set과 Validation set 분리 ② Validation set을 빼놓고 나머지를 Training Set으로 훈련 ③ Validation Set으로 Error E_i 계산 ④ 차례대로 ②~③을 3회 더 반복 ⑤ 평균 오류율 계산
	에러평가	$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i$

- K가 커질수록 정확도는 향상되나 연산량 증가, 전체 데이터의 크기에 따라 다르나 일반적으로 5~10을 사용

III. 머신러닝 교차검증의 유형

유형	개념도	설명
K-Fold Cross Validation		- K개의 fold를 구성하는데 즉 k개의 다른 데이터셋을 구성하고 모델을 각 학습하는 방법 - K가 작을수록 Bias가 증가되고 K가 커질수록 Variance가 증가됨
Stratified K-fold Cross Validation		- 기존 K-fold CV와 비슷한 방법으로 수행되나 계층을 고려하는 방법 - 전체 데이터의 클래스 비율을 고려하여 set을 구성 - 비율분포가 상이해 원치 않는 결과 도출을 예방

Leave One Out Cross Validation (LOOCV)	<p>Fold 1: Train set, Train set, Train set, Train set, Val set</p> <p>Fold 2: Train set, Train set, Train set, Val set, Train set</p> <p>⋮</p> <p>Fold 5: Val set, Train set, Train set, Train set, Train set</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 하나의 데이터만 남기고 나머지 데이터로 학습을 하고 평가하는 방식 - 총 데이터가 N개라면 $(N-1)$개의 데이터로 학습하고 1개의 데이터로 평가 - 데이터가 많을수록 시간은 오래 걸리나 bias는 적고 Variance는 높을수도 있음
Repeated Random Sub Sampling Validation	<p>Iteration 1</p> <p>Iteration 2</p> <p>⋮</p> <p>Iteration n</p>	<ul style="list-style-type: none"> - validation set을 추출하여 평가하고 하이퍼파라미터를 튜닝 할 수 있는 방법 - 임의로 validation set을 지정하고 해당 set으로 평가하고 튜닝
Nested Cross Validation	<p>Fold 1: Train set, Train set, Train set, Train set, test set</p> <p>Fold 2: Train set, Train set, Train set, test set, Train set</p> <p>⋮</p> <p>Fold 5: test set, Train set, Train set, Train set, Train set</p> <p>Outer Loop evaluation</p> <p>Inner Loop tuning</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 기존의 교차검증을 중첩한 방식 - outer loop에는 기존 validation set을 나눈 것 대신에 test set을 다양하게 나누어서 fold를 구성 - inner loop에서는 outer loop에 사용될 train set을 train subset과 validation set으로 분리하고 검증셋으로 평가하면서 파라미터를 튜닝 - outer loop에서는 test set에 대한 평가를 inner loop에서는 각 폴드의 최적 파라미터를 튜닝하는 것이 목적
TimeSeries Cross Validation	<p>Fold 1: Train, Val</p> <p>Fold 2: Train, Val</p> <p>⋮</p> <p>Fold N: Train, Val</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 일반적인 데이터가 아닌 시계열 특성을 가진 데이터의 경우 적용 - validation set, test set은 train set보다 미래 데이터를 사용하는 것이 과적합을 피하고 하이퍼 파라미터를 튜닝

“끝”

02	5G / 6G.		
문제	5G와 6G 이동통신에 대한 특징과 발전 동향에 대하여 설명하시오.		
도메인	네트워크	난이도	중 (상/중/하)
키워드	초성능, 초대역, 초현실, 초지연, 초정밀, 초공간, 초신뢰, 네트워크 슬라이싱, 오픈랜, 5G특화망, Tbps급 무선통신기술, 테라헤르츠 기술, AI 네트워크 융합 기술, 블록체인, 양자 암호		
참고문헌	ITPE 기술사회 자료 참고 https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=211360 5G 국제 표준의 이해 - SAMSUNG 6G 시대를 선도하기 위한 「미래 이동통신 R&D 추진전략」 - 과학기술정보통신부 6G 이동통신을 위한 임의 접속 기술 발전 방향 - 주간기술동향 2022.02.16 6G 광통신 인프라 핵심기술 전망과 동향 - 주간기술동향 2022.03.02 6G 모바일 코어 네트워크 기술 동향 및 연구 방향 - 한국전자통신연구원 2021		
풀이기술사	NS반 차상인 기술사(제 125회 컴퓨터시스템응용기술사 / itpe.ince@gmail.com)		

I. 이통 통신 기술의 진화 5G와 6G의 개요

<p>5G와 6G의 비교 [사진-과학기술정보통신부]</p>	
5G	- 4G대비 10배이상 향상된 초고속(20Gbps), 초연결 (100만개/km2), 초저지연(1ms) 기술적 특징을 가진 5세대 이동통신
6G	- 1Tbps의 전송속도와 1Gbps의 체감 전송속도를 갖는 무선간 0.1ms Latency의 6세대 이동통신

- 5G의 유선, 종단간 지연 미고려 및 융합 서비스 실현 한계점 등을 극복하기 위한 6G 기술 확보 진행 중

II. 5G와 6G 이동통신의 특징

가. 5G와 6G 이동통신 성능 관점 특징

특징	구분	5G	6G
초성능	최대전송률	- 20Gbps	- 1Tbps
	체감전송속도	- 100Mbps	- 1Gbps

	광액세스	- 최대 20Gbps	- Tbps 급
초대역	주파수대역	- 100GHz 대역 이하	- 100GHz 대역 이상
	대역폭	- 수GHz	- 수십GHz
초공간	지원고도	- 지상 120m 이하	- 지상 10Km 이하
	지원속도	- 500Km/h 이하	- 1000Km/h 이하
초정밀	무선구간 지연	- 1ms	- 0.1ms
초현실	자유도	- 시청각 3D 미디어(3DOF)	- 5감 인지 실감 미디어(6DOF)

나. 5G와 6G 이동통신 서비스 관점 특징

서비스	5G	6G
디지털 헬스케어	- 모바일을 통한 건강관리 (혈당, 혈압, 운동량)	- 양자암호기술을 통한 생체정보 암호화, 원거리 원격 수술
실감콘텐츠	- 모바일 AR, VR 방송	- 원거리에서 실시간 비대면 홀로그램 회의 - 5 Sense 인지 이머시브 미디어(6DoF)
자율주행차	- 차량-차량, 차량-인프라 간 초저지연 통신	- 6G 위성으로 UAM, 플라잉카, 드론과 초저지연 통신 - 학습기반의 이동통신(연결 지능), AI 기반 지능형 네트워크
스마트시티	- 우체국 드론탱배(산간지대 배송가능)	- 디지털트윈을 통한 물류, 교통 이동체에 대한 완전한 디지털 재현 및 관제
스마트공장	- 유선기반 제조설비 라인의 무선화	- 산업현장 빅데이터 기반 안정하고 최적화된 설비 자동정밀제어

- 5G 기술 발전 및 확산 위한 표준화, 초고속, 초저지연, 초연결에 대한 개선 방안 연구 진행 중

II. 5G와 6G의 발전 동향

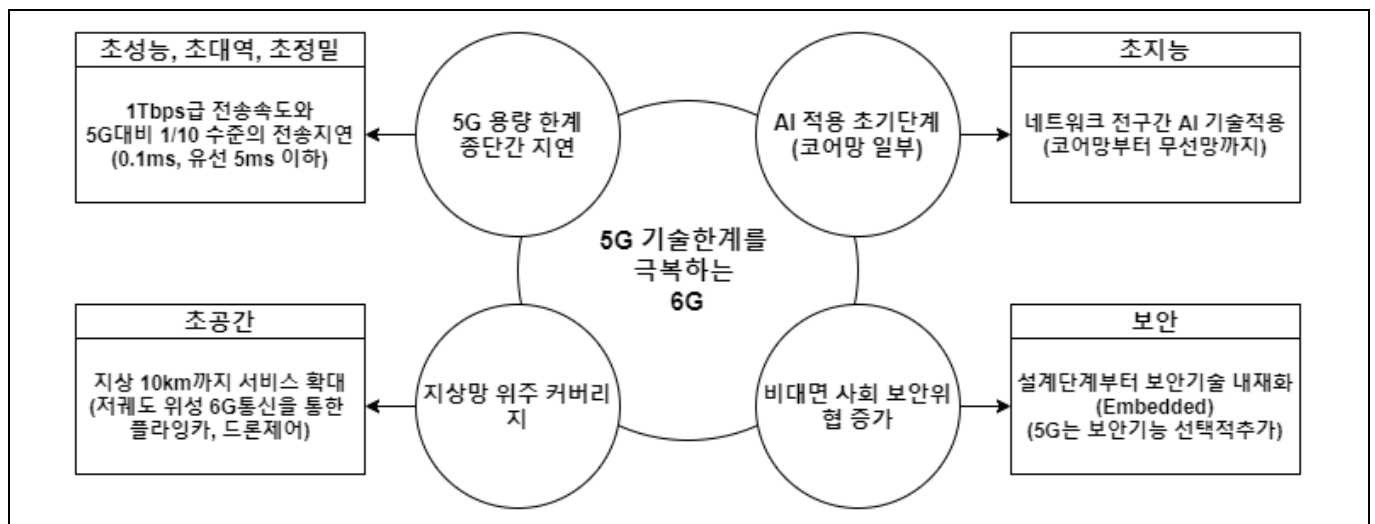
가. 5G 발전 동향

분야	발전 동향	설명
표준화 동향	- Release-16	- eMBB 기반의 5G 상용화 규격 5G phase 2(Release-15 ~ Release-16) 표준 정의, 대용량 MIMO 강화, 향상된 초고신뢰 초저지연 통신 - 최적화된 저전력 설정, 오버헤드 감소, 보다 효율적으로 개선된 전력 제어 메커니즘
	- Release-17	- 4차 산업혁명 현실화를 위한 신규 서비스 지원 - URLLC와 mMTC에 대한 성능 개선 목표 - 상용화 과정에서 발생하는 추가적 요구사항들에 대한 표준 규격 개발
	- Release 18	- B5G, 5G+, 5.5G 등 혼재된 5G 이후 진화 기술 명칭을 '5G-Advanced'로 단일화 - 다중안테나, 이동성, 위치정보, 커버리지, 사이드링크,

		위성통신망(NTN), 비면허 NR 등 기존 기능들의 추가 개선 - AI(Artificial Intelligence)/ML(Machine Learning), Flexible/Full Duplex 등 새로운 기술 제안
기술 발전 동향	- 초고속 (eMBB)	- 초고주파수를 활용하기 위한 빔포밍 기술 향상 - LTE망과 연계된 NSA(Non Standalone)에서 Release 15부터 SA(Standalone, 단독모드) 초고속 데이터 서비스 표준화 진행 - 28GHz대역 5G 스몰셀 개발 및 출시 진행 중
	- 고신뢰-초저지연(URLLC)	- NR 대용량 MIMO(다중입출력), NR Sidelink 성능개선 - ITU-R 요구사항 충족(C-V2X 기본 서비스 지원) - 위성통신 용 NR, IoT 표준규격 및 개선 방안 - 진화된 V2X, 로봇 실시간 원격 조종 서비스 지원
	- 초연결(mMTC)	- 네트워크 슬라이싱 (Network Slicing) 기능과 품질(QoS: Quality-of-Service) 보장 기능 - NR 커버리지, NR 단말 전력소모 개선 방안 - NR 멀티캐스트 지원 방안 연구 진행 - 기존 waveform을 활용한 56.2-71GHz 대역 연구 - 56.2GHz 이상 대역에서의 NR 연구 - 5G 기반 산업용 IoT(IIoT) 통한 스마트시티, 스마트공장 지원
활용 동향	- 5G특화망(이음5G)	- 이동통신사 중심의 5G망 구축 전략에서 28GHz 대역을 여러 기업이 직접 할당 받아 Private 5G 네트워크망 구축 - 스마트 공장, 스마트 시티 등 다양한 분야에 활동 장점
	- 오픈랜 도입	- CRAN에 의한 RU/DU/CU의 분리 및 탄력적 스택 운영 - 네트워크의 가상화와 클라우드 도입, 독점적 네트워크 장비시장의 MNO의 CAPEX와 OPEX의 부담 등으로 오픈랜에 대한 수요 창출

- 5G의 융합 서비스 실현 한계, 유선, 종단간 지연 미고려, 공간 활용 커버리지 미고려 등의 한계점 극복을 위해 노력과 함께 6G 이동통신 기술 선점을 위한 노력 진행 중

나. 5G 한계를 극복하는 6G 이동통신의 발전동향



5G한계	발전 동향	설명
융합 서비스 실현 한계	- Tbps 급 무선통신기술	- 1초 동안 최대 1Tbps 데이터 전송 (체감속도 1Gbps) - 기지국-단말 간 초세밀 빔
	- Tbps 급 광통신 인프라 기술	- 광섬유당 전송용량 무선 1Tbps 유선 Tbps 급 전송 - 수신감도 개선을 위한 코히어런트 광송수신 기술 - 코히어런트 광전송 DSP 기술(고차변복조, 오류 정정(FEC), 채널 등화(EQualization), 성능 열화 보상 기술 등) - 초고속 멀티레벨 진폭변조 및 초저지연 패킷 처리 기술
	- 테라헤르츠 RF 부품 기술	- 고출력, 저잡음 전력 증폭기 - 100GHz 이상 주파수대역 RF 부품
	- 테라헤르츠 주파수 활용 기술	- 100GHz 이상 주파수 대역 활용 - 전자파 인체 안정성 확보 및 전자파 노출량 측정-평가 기술
종단간 지연 미고려	- 초정밀 네트워크 기술	- 종단간 5ms 이내 지연 정밀도(오차범위 $\leq 0.001\text{ms}$) 보장 - Time-QoS 보장 자원할당 기술
지상중심 커버리지	- 3차원 공간 이동통신 기술	- 지상 10Km, 1000km/h 비행체에 Gbps급 데이터 전송 속도 제공 - 3차원 공간 네트워킹, A2X 기술
	- 저궤도 위성통신 기술	- 해상 등 통신 인프라 부족한 지역에 Gbps급 위성통신 기술 - 위성/지상 통합 네트워킹
	- In-Door DAS (Distributed Antenna System) 핵심 기술	- 6G에서는 THz 주파수 대역 사용으로 인해 기존 세대의 O2I(Outdoor-to-Indoor) 통신 방식 이용 불가 - 디지털-DAS 멀티레벨 직접 수신 전송 방식의 연구 및 개발, ORAN 규격을 지원하는 인도어망 솔루션 개발 - 아날로그-DAS 다중파장, 다중대역 기술에 대한 연구 진행
AI 부분 적용	- 네트워크-컴퓨팅 융합 기술	- IRTF(Internet Research Task Force)의 COIN(Computing in the Network) 연구 그룹을 중심으로 In-Network Computing 기술 연구
	- AI/ML기반 네트워크 자동화 기술	- 네트워크 데이터 수집 및 분석을 위한 NWDAF(Network Data Analytic Function) 도입 - ETSI에서 ZSM(Zero-touch network and Service Management) 그룹이 신설하여 네트워크 지능화 표준화 및 연구개발 진행
	- 지능형 무선망 및 모바일 코어 기술	- 상황 인식 자율형 모바일 서비스 - 종단간 네트워크 품질 자동 보장 - 지능형 무선 전송 / 액세스 에지
보안기능 확대 필요	- 보안 품질 보장 기술	- 설계 단계부터 상시적 보안 품질 보장 내재화(Embedded Security) - 양자 암호 기반 분장기술(예: 블록체인 등)을 통한 생체 암호화를 바탕으로 실시간 생체정보 관리 및 진단 케어 실증

- 정부는 6G 관련 국제표준화 착수 전부터 핵심 원천기술 확보를 위한 6대분야 10대 과제에 집중 투자, 상용화 시점에 6G 핵심 장비·부품 경쟁력 조기 강화 추진 계획

IV. 6G 이동통신의 글로벌 선도 전략

선도전략	추진방안	설명
세계 최고 수준의 6G 기술 경쟁력 확보	- 선제적 6G 기술경쟁력 강화	- 5G 기술의 한계 극복 - 6G 핵심원천기술 개발, 특허후보기술 검증 - 6대 중점분야 (초성능·초대역·초정밀·초공간·초지능·초신뢰) 10개 전략과제 추진 - (롤링플랜 도입) 외재적 요인에 대한 불확실성을 고려하여 사업 시행 3년 후 사업추진 목표의 적절성을 검증·조정
	- 국제 협력체계 마련	- 국제 공동연구, 협력체계 구축·유지
	- 민간·공공 시범서비스 추진	- 전략산업 시범서비스 병행, 공공분야 등 적용
6G 국제표준화 선 도 및 고부가가치 표준특허 확보	- ITU 국제표준 반영 추진	- 6G 비전 및 요구사항 개발, 후보기술 제안
	- 표준화 활동 저변 확대	- 국제 표준화 리더십확보, 표준화 활동 지원, 국제회의 유치
	- 전략적 표준특허 확보	- 유망기술 발굴·기획, 특허확보 지원
연구·산업 기반 조성 병행	- 국산화 조기대응	- 6G 부품, 장비 국산 시작품 개발, 상용제품 개발
	- 최고급 인재 양성	- 실무 및 고급인재 육성

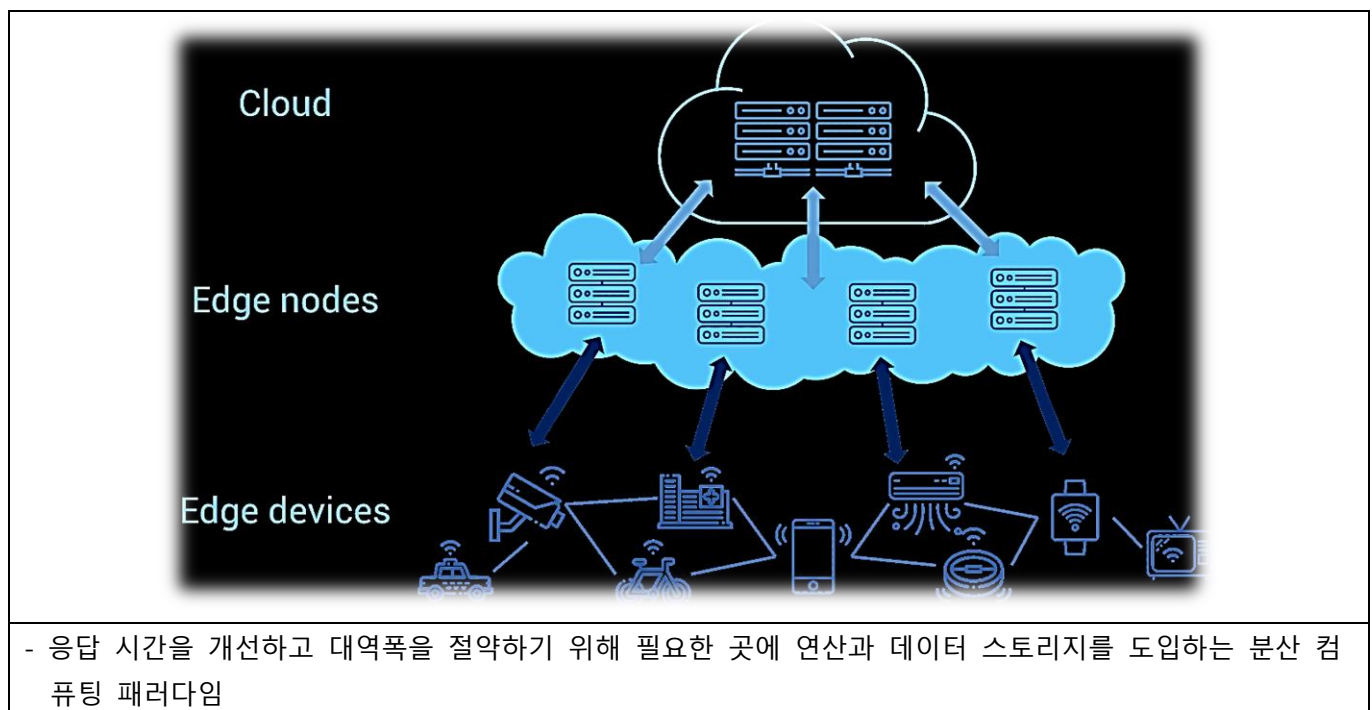
- 정부는 6G R&D 전략의 충실한 이행을 통해, 5G 에 이어 6G 에서도 세계최초 상용화를 실현하고 글로벌 시장을 주도해 나갈 계획
- 아울러, 5G에서는 부족했던 소부장 분야를 육성하여 국내 네트워크 생태계에 활력을 불어넣고, 6G 관련 보안 산업과 융합서비스 시장도 발굴, 육성할 계획

"끝"

03	엣지 컴퓨팅(Edge Computing)		
문제	엣지 컴퓨팅(Edge Computing)의 장단점과 적용사례 및 보안취약점에 대하여 설명하시오.		
도메인	디지털서비스	난이도	중 (상/중/하)
키워드	대기시간 감소, 비용절감, 데이터 보전성, 대량화		
참고문헌	https://tech-people.github.io/2020/03/25/edge_computing (피플&테크놀로지 기술 블로그)		
풀이기술사	강남평일 야간반 전일 기술사(제 114회 정보관리기술사 / nikki6@hanmail.net)		

I. 물리적 근접위치에서의 컴퓨팅, 엣지 컴퓨팅의 장단점

가. 엣지컴퓨팅(Edge Computing)의 개념



나. 엣지컴퓨팅의 장단점

구분	항목	세부 내용
장점	대기시간(Latency)의 감소	- 엣지 컴퓨팅은 IoT 디바이스로부터의 데이터를 네트워크 엣지 단에서 효율화 할 수 있어 클라우드 컴퓨팅에 대한 의존도를 줄이고 실시간 컴퓨팅을 보장
	비용 절감	- 데이터의 소스 가까워서 데이터를 분석/처리하여 엣지와 클라우드 간 데이터 전송을 줄임으로써 이상적인 솔루션으로 대두
	스마트 애플리케이션의 증가	- 대량의 데이터가 생성/저장/분석/처리 되어야 하는데, 엣지 컴퓨팅은 시간에 민감한 IoT 애플리케이션의 요구 사항을 충족하기 위해 엣지에서 데이터를 처리하는 등 요구 사항을 충족시키기에 적합
	보안 및 개인정보 보호	- 데이터 소스에 가까운 엣지(Edge) 단에서 데이터를 처리함으로써 데이터 센터와 센서 간 데이터 교환을 줄여 보안 위험을 차단

단점	데이터 보전성 문제	- 가공에 의해 만들어진 필요한 데이터만 분석/처리하고 원천데이터와 불완전한 정보들은 삭제 - 즉 불필요한 정보의 손실이 발생 한다는 점을 고려
	데이터 해킹에 대한 문제	- 엣지 컴퓨팅에 사용에 필요한 사물인터넷(IoT), 네트워크 연결장치 및 내장 컴퓨터가 추가 됨에 따라 여러 장치를 통해 악의적인 공격 및 해커가 침투하여 중요한 데이터를 액세스 할 수 있는 방법이 증가
	대량화에 대한 문제	- 규모가 큰 엣지 컴퓨팅은 더 많은 로컬 하드웨어가 필요

- 단점보다는 장점이 기업이나 공공의 ROI 측면에서 우수하므로 최근 디지털 트랜스포메이션 기술로 각광

II. 엣지 컴퓨팅 적용 사례

가. 제조업 및 기반산업에서의 적용 사례

구분	주요 특징	주요 사례
스마트 팩토리 (Smart Factory)	- 4차 산업혁명 이후 가장 주목 받고 있는 분야 - 특히 인공지능, 빅데이터 등 IT 기술을 바탕으로 실시간 구현 필요	- 공장 내 온도와 습도 조절 - 기계 별 가동 현황 실시간 파악, 효율적으로 관리
드론(Drone), 연안 석유 시추 시설	- 현장에서 신속하게 데이터를 처리할 수 있는 엣지 컴퓨팅이 적용되면 매우 효율적	- 사막 한가운데에 물을 공급하는 펌프, 연안의 석유 시추 시설, 항공 엔진처럼 산업분야 특성상 산업기계가 중앙데이터센터에서 멀리 떨어진 곳
5G 환경에서의 통신 서비스	- 5G 환경에서 초 저지연과 다중 동시 접속의 장점을 바탕으로 한 서비스에는 엣지 컴퓨팅이 반드시 필요	- (SK텔레콤) 스마트 팩토리 솔루션인 올인원 패키지 상품 '심플 엣지' 출시 - (KT) 엣지 컴퓨팅 기반의 상용 서비스 고도화를 위해 인텔을 비롯한 여러 파트너사와 협력 관계 구축 - (LG유플러스) 최근 하OO 부회장이 간담회를 통해 모바일 엣지 컴퓨팅 기술을 확보해 B2B 서비스 사업 기회를 확보한다는 전략 공개

나. 실생활에서의 적용 사례

구분	주요 특징	주요 사례
가상현실 증강현실	- 가상현실(VR), 증강현실(AR)은 찰나에 불과한 몇 백 MS 시간의 지연만으로도 사용자의 몰입감이 현저히 떨어지는 즉시성 문제 발생 - 처리 시간을 큰 폭으로 단축 시켜주는 엣지 컴퓨팅을 적용하면 매우 효과적	- 모바일 기기, PC 등 앤드 포인트
자율주행자동차	- 안전성이 중요한 자율주행자동차(Self-	- 앞 차와의 거리 유지

(Self-Driving Car)	Driving Car)는 옛지 컴퓨팅이 교통 시스템에 가장 유용하게 활용될 수 있는 대표적인 사례	<ul style="list-style-type: none"> - 주변의 도로 상황 파악 - 차량의 흐름 파악
--------------------	--	---

- 신 기술 도래 시 보안문제는 새롭게 등장하고 있으며 그에 대한 대응책 마련도 빠른 시일 내에 대비 필요

III. 옛지 컴퓨팅의 보안 취약점

보안 취약점	세부 내용	해킹 기법
인증을 요구하지 않는 IoT 기기나 보안 인증을 우회하는 공격	<ul style="list-style-type: none"> - 기기가 개방된 경우 공격자는 특정 노드에 위조된 데이터를 주입하는 공격을 시도 	<ul style="list-style-type: none"> - 재전송 공격(Replay Attack) - 중간자 공격(Main-in-the-Middle)
부채널 공격 (Side Channel Attack)	<ul style="list-style-type: none"> - 공격자는 IoT 기기에서 사용자 인증을 위한 암호 알고리즘이 작동할 때 발생하는 전기의 소모량, 전자기 신호량 등을 분석해 전자서명 암호 키를 탈취하려는 공격을 시도 	<ul style="list-style-type: none"> - 준비 조사 공격(Prime-Probe) - 초기화 재 적재 공격(Flush-Reload)
클라우드-옛지, 옛지-기기 간 네트워크를 노리는 공격	<ul style="list-style-type: none"> - 공격자는 실시간 응답과 처리를 요구하는 옛지 컴퓨팅 환경에서 네트워크 속도가 느려질 경우 심각한 문제가 초래될 수 있다는 점을 노림 	<ul style="list-style-type: none"> - 서비스거부 공격(Dos) - 분산형 서비스거부 공격(DDos) - 네트워크의 라우팅(접속 경로) 변조

- 옛지 컴퓨팅 아키텍처는 소프트웨어와 하드웨어, 네트워크 구간 등 다양한 포인트 별 대응 계획 수립 필요

IV. 옛지 컴퓨팅의 보안 취약점 대응 방안

구분	보안 대책	보안 기능
옛지 컴퓨터 소프트웨어 보안	시큐어 코딩 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 제어-중계 소프트웨어 시큐어 코딩 - 불필요한 서비스 비활성화 - 난독화 적용 컴파일
	알려진 보안취약점 점검 및 제거	<ul style="list-style-type: none"> - 보안취약점 점검-제거
	최신 3rd party 소프트웨어 사용	<ul style="list-style-type: none"> - 최신 소프트웨어 확인 및 사용
옛지 물리 보안	물리적 인터페이스 차단	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 입출력 포트 비활성화 - 내부 디버그 포트 비활성화 - 외부 조작 확인 및 분해 방지 메커니즘
옛지 엔드 인증	인증 및 접근통제	<ul style="list-style-type: none"> - 초기 인증정보 변경 - 사용자 인증 - 인증정보 보호 - 안전한 비밀번호 사용 - 접근통제
	옛지 연동 간 상호인증	<ul style="list-style-type: none"> - 상호인증

데이터 암호화	안전한 암호 알고리즘 사용	- 안전한 암호 알고리즘 사용
	안전한 암호키 관리	- 안전한 암호키 생성·전송·저장·파기
	안전한 난수 생성 알고리즘 사용	- 안전한 난수발생기 사용
엣지 전송 데이터 보호	안전한 통신채널 확보	- 안전한 통신채널 제공 - 안전한 세션관리
	저장 및 전송 데이터 보호	- 메모리 공격 및 역공학 공격 대응
엣지 플랫폼 보안	설정값 및 실행코드 무결성 검증	- 엣지 주요 설정값 및 실행코드 무결성 검증
	안전한 업데이트 수행	- 신뢰할 수 있는 업데이트 서버 - 업데이트 파일의 부인방지 및 무결성 제공 - 안전한 업데이트 기능 제공 - 펌웨어 분석 방지 기능 제공
	감사기록 생성 및 보호	- 감사기록 생성(제어기능 수행 결과, 보안기능 수행 내역 등)

- IoT 공통보안 7대 원칙과 같은 보안 가이드 라인 제시 필요

“끝”

04	FTL(Flash Translation Layer)		
문제	대용량 비휘발성 저장장치로 불리는 SSD(Solid State Drive) 제어기의 플래시 변환 계층(Flash Translation Layer)에 대하여 설명하시오.		
도메인	CA	난이도	중 (상/중/하)
키워드	STL(Selector Translation Layer), BML(Bad-block management Layer), LLD(Low Level Driver), Write-Cliff, Wear Leveling, Garbage Collection, Over Provisioning		
참고문헌	Flash Translation Layer(https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/flash-translation-layer) SSD의 핵심기술 FTL(Flash Translation Layer)(https://needjarvis.tistory.com/60) 스토리지 성능이야기(https://performance.tistory.com/67)		
풀이기술사	안경환 기술사(제 110회 정보관리기술사 / akh.itpe@gmail.com)		

I. SSD(Solid State Drive)의 HDD(Hard Disk Drive) 인터페이스 장착. 플래시 변환 계층(Flash Translation Layer) 개념

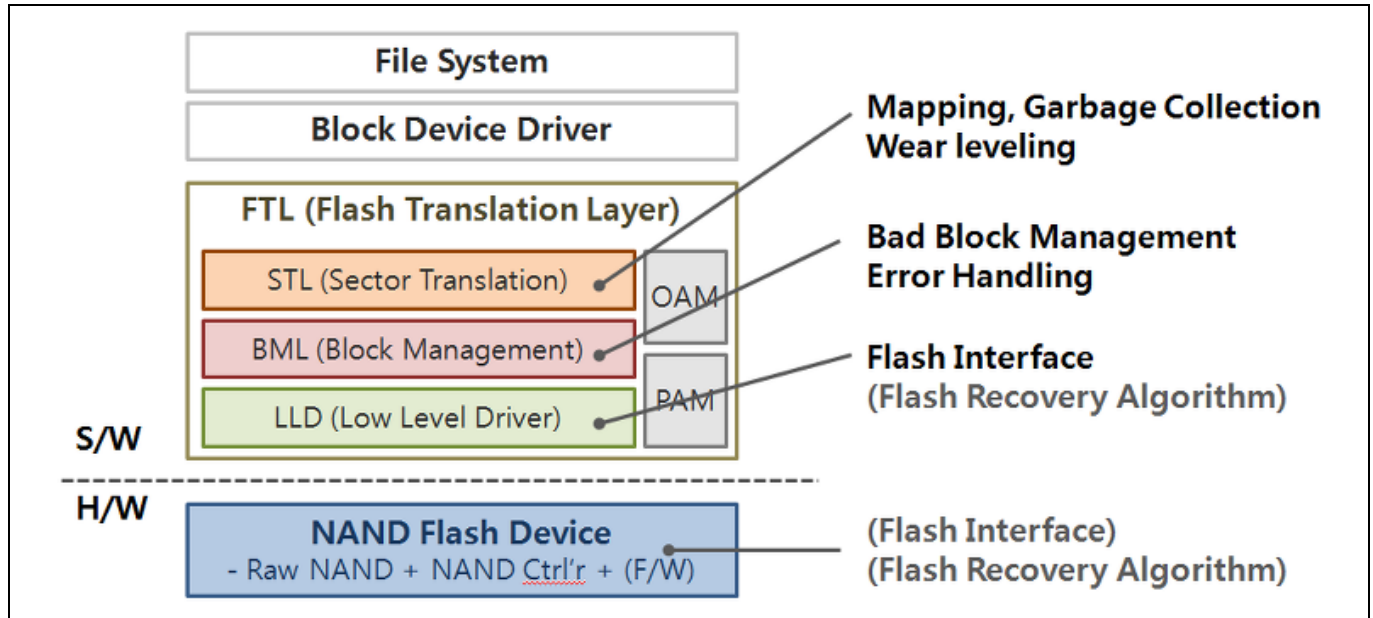
정의	- SSD(Solid State Drive)와 OS의 File System 사이에 위치하여 SSD(Solid State Drive)의 플래시 메모리 특징을 숨기고 논리 블록 주소 지정(Logical block addressing, LBA)을 제공함으로써 HDD와 동일한 호스트 인터페이스를 제공하는 사상 계층(Mapping Layer)	
<div><div><div><div>File System</div><div>Read Sectors</div><div>Write Sectors</div><div>Mismatch</div><div>Read</div><div>Write</div><div>Erase</div><div>Device Driver</div><div>+</div><div>Flash memory</div></div></div><div>→</div><div><div><div>File System</div><div>Read Sectors</div><div>Write Sectors</div><div>O.K.</div><div>Read Sectors</div><div>Write Sectors</div><div>FTL</div><div>+</div><div>Device Driver</div><div>+</div><div>Flash memory</div></div></div></div>		
필요성	- Erase 횟수 제한	- 플래시 메모리 섹터들의 최대 지우기 횟수의 유한한 결점을 보완하는 역할
	- Disk I/O 동작	- Disk I/O를 플래시 메모리에서 동작할 수 있도록 지원
	- NAND Flash 한계	- Write(Program)동작보다 Erase 가 느린 특성

- 운영체제(Operating System) File system은 Hard Disk의 Sector 기반의 주소 체계를 사용하지만 SSD(Solid

State Drive)는 memory cell로 구성되어 있어 직접 사용이 불가

II. FTL(Flash Translation Layer)의 계층 구조도와 계층 구성 요소

가. FTL(Flash Translation Layer)의 계층 구조도



- FTL(Flash Translation Layer)는 OS의 File System과 Flash Device 사이에 위치하여 address mapping 수행

나. FTL(Flash Translation Layer)의 계층 구성 요소

계층 요소	세부 기능	설명
STL(Selector Translation Layer)	- Address Mapping(주소 매핑)	- File system으로부터 논리적 주소를 NAND Flash Memory의 물리적 주소로 연결 - 새로운 데이터를 다른 빈 페이지에 기록하고 이전 데이터는 무효화(invalidation) 시키고 새로운 데이터의 주소 매핑 정보를 유지
	- Garbage Collection(가비지 컬렉션)	- 무효화된 페이지를 많이 포함하는 블록을 선택하여 유효한 페이지들을 다른 블록에 복사한 후에 해당 블록을 삭제하여 재사용할 수 있는 기능 제공
BML(Bad-block management Layer)		- 공장 출하 시 초기 불량 블록(initial bad block)과 사용 중 발생하는 불량 블록(run-time bad block)을 marking하여 관리하고 error 처리하는 기능 제공 - 순차적 쓰기 동작 중 배드 블록 발견 시 해당 블록을 배드 블록으로 표시하고 다음 블록으로 이동 후 계속 쓰기 작업
LLD(Low Level Driver)		- NAND Flash를 사용하기 위한 Driver - NAND Flash Interface를 상위 계층에 제공

III. Write-Cliff 해결 위한 FTL(Flash Translation Layer) 성능 향상 기능과 Mapping 방식

가. FTL(Flash Translation Layer)의 성능 향상 기능

FTL 기능	구분	설명
Wear Leveling	개념도	
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - Program-Erase(P/E Cycles) 회수가 제한되어 있으므로 NAND 플래시 셀은 제한된 수명 - 블록당 writer 횟수를 모니터링하여 writing을 모두 균등하게 배포 - 특정 block에만 write가 반복되는 것을 방지하여 수명 연장 - 일반적으로 Greedy 기법을 사용
Garbage Collection	개념도	
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - Block을 삭제할 때 바로 삭제하지 않고, invalid 만 표기 - 적정 시점에서 모두 일괄로 삭제하는 기법
Over Provisioning	개념도	
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - Wear Leveling, Garbage Collection 작업 수행을 위한 여유 공간

나. FTL(Flash Translation Layer)의 Mapping 방식

Mapping 방식	구분	설명
Sector Mapping	개념도	<p>LSN: Logical Sector Number PSN: Physical Sector Number</p> <p>Mapping table</p> <p>Flash Memory</p>
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - read, write 단위인 sector 단위로 mapping table 구성 - update시, mapping 정보만 변경하면 되므로 delete 수행 시 PSN만 변경을 통해 빈 데이터에 바로 write 가능 - sector 하나하나 mapping table을 구성해야 하므로 table 크기가 증가
Block Mapping	개념도	<p>LBN: Logical Block Number PBN: Physical Block Number</p> <p>Mapping table</p> <p>Flash Memory</p>
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - Erase 단위인 block 단위로 mapping table을 구성 - block 단위로 구성하여 mapping table의 크기가 최소화 가능 - 같은 논리 주소에 쓰기 연산이 많이 수행할 경우 성능 저하

Hybrid Mapping	개념도	<p>The diagram illustrates the Hybrid Mapping process. It starts with an LSN-LBN Mapping table where LSN 4 is mapped to LBN 2. An arrow labeled "Write to LSN=4" points to the LBN-PBN Mapping table, which shows LBN 2 mapped to PBN 1. This PBN 1 is then mapped to Sector 1 in the Flash Memory. The Flash Memory is divided into Blocks 0, 1, 2, and 3, each containing multiple sectors (Sector 0, Sector 1, ..., Sector 15). Block 1 is highlighted in pink, and its PBN is 4.</p>
	설명	<ul style="list-style-type: none"> - Sector와 Block Mapping을 혼합한 기법 - Sector의 Block의 장점을 모두 가질 수 있으나, 구현이 복잡

IV. FTL 기능을 갖는 Flash Memory 전용 File System

<p>The diagram shows the architecture of a Flash Memory File System. At the top is the Virtual File System, which connects to JFFS and YAFFS. JFFS and YAFFS connect to MTD. MTD connects to the NAND Flash Device Driver, which finally connects to the Physical NAND Flash. Additionally, the Virtual File System connects to FAT, which connects to FTL, which then connects to MTD.</p>	
종류	설명
JFFS(Journaling Flash File System)	<ul style="list-style-type: none"> - Journaling을 지원하는 Flash Version의 File System - 초기 버전은 Nor Flash만 지원하였으나, JFFS2가 NAND Flash를 지원
YAFFS(Yet Another Flash File System)	<ul style="list-style-type: none"> - Journaling의 메모리 소모량이 큰 문제와 mounting 속도 개선한 File System - 고속의 read와 write가 가능

“끝”

05	의료용 3D(Dimension) 모델링 소프트웨어		
문제	의료용 3D(Dimension) 모델링 소프트웨어 관련으로 다음을 설명하시오. 가. 3D 프린팅 개념 및 정의 나. 3D 프린팅 공정 분류 및 설명 다. 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가 항목		
도메인	디지털서비스	난이도	상 (상/중/하)
키워드	적층 제조, STL(StereoLithography), AMF(ASTM가 개발한 Additive Manufacturing File), 후처리 삼차원모델링, STL/AMF변환, 적층물 분리, 후처리, 공통품질특성, 특화품질특성 기능적합성, 성능효율성, 사용성, 신뢰성, 유지보수성, 이식성,		
참고문헌	삼차원 프린팅 소프트웨어 품질 신뢰성 확보 가이드(sw.tta.or.kr/notify/data_view.jsp?no=82)		
풀이기술사	유술사PE (제 113회 컴퓨터시스템응용기술사 / itpe_you@naver.com)		

I. 적층형 제조방식, 3D 프린팅 개념 및 정의

개념 및 정의	<ul style="list-style-type: none"> - 적층 제조(Additive Manufacturing)는 삼차원 모델 데이터로부터 출력물을 만들기 위해 소재를 결합하는 공정 - 디지털 모델을 물리적 삼차원 기하구조로 출력할 수 있어 기존의 절삭 및 조형 가공으로 제작이 불가능했던 복잡한 형상의 출력물을 구현
의료용 3D 개념도	

- 일반적으로 겹겹이 층(layer)을 쌓아 제작하는 방식으로 제거 가공(Subtractive manufacturing) 및 성형 가공(Formative manufacturing) 방식과는 반대되는 개념으로 사용

II. 3D 프린팅 공정 분류 및 설명

가. 3D 프린팅 공정 분류



나. 3D 프린팅 공정 분류 및 설명

공정분류	설명
1. 삼차원 모델링	- 디지털 형식으로 삼차원 모델을 생성 - CAD, CAM SW 활용
2. STL/AMF 변환	- STL 파일 형식을 수용하며, 대부분의 CAD 소프트웨어에서 CAD 파일을 STL로 변환할 수 있는 기능을 제공
3. 삼차원 프린터 전송 파일 처리	- 장비가 읽어드릴 수 있는 파일 형식으로 변환 - 고유한 파일 형식으로 슬라이싱(Slicing)
4. 3D 프린터 설정	- 최소한의 매개변수를 설정 - 삼차원 모델 별로 매개변수를 수동으로 설정
5. 제작	- 삼차원 모델을 인쇄
6. 적층물 분리	- 적층판에서 적층물을 분리
7. 후처리	- 샌딩이나 표면 처리, 페인팅 처리
8. 최종 적층물	- 표면 거칠기나 마감 정도가 사용 가능한 정도 보정

- 적층제조 기계는 적층물 생산을 위한 제작 사이클을 완성하는 데 필요한 하드웨어, 기계 제어 소프트웨어, 필요한 설정 소프트웨어 및 주변 장치들을 포함하는 적층제조 시스템의 일부

III. 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가 항목

가. 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가 항목의 개요

삼차원프린팅 의료용 3D모델링 소프트웨어 품질 평가항목										
공동 품질 특성						특화 품질 특성				
3차원 프린팅 소프트웨어 유형에 관계없이 모두 적용 가능한 평가 항목						의료용 3D모델링 소프트웨어 유형에 적용 가능한 특화 평가 항목				
기능 적합성	성능 효율성	사용성	신뢰성	유지보수성	이식성	기능 적합성	성능 효율성	보안성	호환성	표준준수성
기능 완전성	시간 반응성	적절 인식성	성숙성	분석성	적응성	기능 적절성	용량성	기밀성	공존성	데이터 품질 적절성
기능 정확성	자원 효율성	학습성	가용성	변경성	설치성			무결성	상호운용성	지오메트리 적절성
		운영성	결함허용성					책임추적성		부피감소성
		사용자 오류 방지성	복구성							파일포맷 적합성
		사용자 인터페이스 심미성								
		접근성								

- 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가항목은 기능적합성, 성능효율성, 호환성 등 9가지의 주특성과 기능 완전성, 시간반응성, 적절인식성 등 28가지의 부특성으로 구성

나. 의료용 3D 모델링 소프트웨어 품질 평가 항목 상세 내역

주특성	부특성	설명	필수/권장
기능적합성	기능완전성	기능 명세에 기재된 기능이 모두 구현되었는지를 평가	필수
	기능정확성	기능 명세에 제공된 기능이 정확한 결과를 제공하는지를 평가	필수
	기능적절성	사용자가 목적을 달성하기 위한 기능이 구현되었는지를 평가	필수
성능효율성	시간반응성	기능 명세에 제공된 시간/처리량과 관련된 유형 및 응답 정도를 충족시키는지 평가	필수
	자원효율성	기능 명세에 제공된 자원의 양과 유형을 충족시키는지 평가	필수
	용량성	제품/시스템의 임계치가 요구사항을 만족하는지를 평가	필수
호환성	공존성	다른 제품과 기능 저하없이 운영환경을 공유할 수 있는지를 평가	권장
	상호운용성	서로 다른 시스템 및 소프트웨어 간 정보 교환이 가능한지를 평가	필수
사용성	적절인식성	사용자가 제품 혹은 제품설명서를 보고 자신의 요구에 맞는 제품인지 인식할 수 있는 정도를 평가	필수
	학습성	사용자 문서, 제품 등을 통해 사용자가 제품을 효율적으로 학습하기 용이한지를 평가	필수

사용성	운영성	제품이나 시스템을 얼마나 쉽게 운영 및 제어할 수 있는지를 평가	권장
	사용자 오류 방지성	사용자의 과실로 인해 발생할 문제를 사전에 방지할 수 있는지를 평가	필수
	사용자 인터페이스 심미성	사용자 인터페이스가 사용자에게 편안함과 만족스러운 상호 작용을 가능케하는지 평가	권장
	접근성	다양한 범위의 사람들이 사용할 수 있는지를 평가	권장
신뢰성	성숙성	시스템 정상 운영 환경에서 제품이 안정적으로 동작하는지 평가	권장
	결함허용성	소프트웨어 결함이 존재하더라도 제품이 의도된 대로 동작하는지를 평가	필수
	복구성	시스템 중단 또는 장애 발생 시 직접 영향을 받는 데이터를 복구하고 명시된 성능 수준을 설정할 수 있는지 평가	필수
보안성	기밀성	인가된 사용자만 기밀 데이터에 접근할 수 있도록 보증하는지를 측정	필수
	무결성	컴퓨터 프로그램이나 데이터에 대해 인가되지 않은 접근이나 수정을 방지하는지를 측정	권장
	책임추정성	특정 행위를 수행한 개체를 추적할 수 있는지를 측정	권장
유지보수성	분석성	제품 사용 시 발생하는 오동작의 원인을 식별할 수 있는 로그 또는 진단기능이 제공되는지를 평가	권장
	변경성	제품/시스템의 변경이 용이하고, 변경 후 결함이나 고장을 발생시키지 않는지를 평가	권장
이식성	적응성	제품을 새로운 하드웨어 환경, 시스템 환경 및 운영 환경에 쉽게 적응시킬 수 있는지를 평가	필수
	설치성	제품 설치 및 제거가 용이하고, 설치 시간이 명시된 시간을 충족하는지를 평가	필수
표준준수성	데이터 품질 적절성	삼차원 모델에 결함이 있는지를 평가	필수
	지오메트리 적절성	삼차원 모델의 기하 구조가 적절한지 평가	필수
	부피감소성	삼차원 프린팅 비용/시간의 절약을 위해 제공되는 부피 감소 방법이 적절한지 평가	권장
	파일 포맷 적합성	삼차원 프린팅 공정에 필요한 파일 포맷이 표준 형식으로 작성되었는지 평가	필수

“끝”

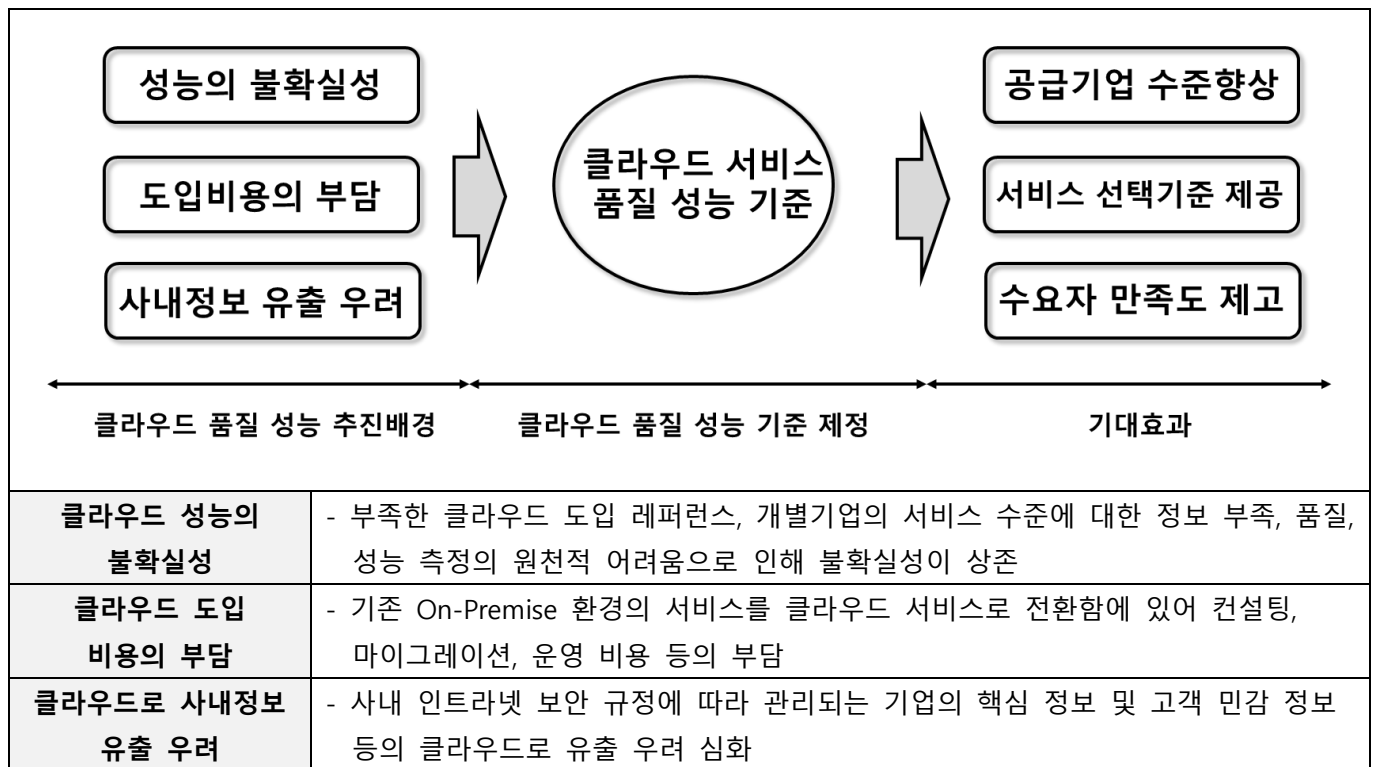
06	클라우드 서비스 품질 성능		
문제	클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 기준 제정의 추진배경 및 평가 기준에 대하여 작성하고, 서비스 회복시간의 정량적 측정을 위한 지표에 대하여 설명하시오.		
도메인	디지털서비스	난이도	상 (상/중/하)
키워드	가용성, 응답성, 확장성, 신뢰성, 서비스 지속성, 서비스 지원, 고객대응, MTTR, MTTSR		
참고문헌	클라우드 컴퓨팅 서비스 품질 성능 안내서(NIPA, 2016)		
풀이기술사	김민 PE(제 120회 정보관리기술사 / itpe_min@gmail.com)		

I. 클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 기준 제정의 추진배경

가. 클라우드 서비스의 품질 성능의 개념

- 클라우드 서비스 이용자의 요구사항 충족여부, 목적 달성율, 효율성 등을 평가하기 위한 클라우드 서비스의 정성적, 정량적 기준

나. 클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 기준 제정의 추진배경



다. 클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 기준 제정의 법적 근거

클라우드컴퓨팅법 제 23조(신뢰성 향상)	- 클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자는 클라우드 컴퓨팅 서비스의 품질, 성능 및 정보 보호 수준을 향상시키기 위하여 노력하여야 한다
------------------------	---

- 클라우드 서비스의 품질 성능에 관한 법적 근거가 존재하며 평가기준에 따라 점검 필요

II. 클라우드 서비스의 품질 성능 평가기준

No	기준	세부기준	주요 내용
①	가용성	- 가용률	- 가용률 보장을 위한 관리체계 및 운영정책
			- 가용성 모니터링, 운영상태 로그 기능, 장애 알림 기능
			- 가용률 측정 절차, 대상 및 구간, 방법 및 도구, 산정방식
②	응답성	- 응답시간	- 응답시간 수준제시, 조직 및 책임 설정, 응답시간 분석
			- 응답시간 측정 절차, 대상 및 구간, 방법 및 도구, 산정방식
③	확장성	- 확장성	- 확장성 정책수립, 수준제시, 시스템 도입 및 관리
			- 임계치 설정 및 알람 기능, 수동/자동 리소스 확장 기능
			- 관리 콘솔, 리소스 관리 API, Timestamp 활용
④	신뢰성	- 서비스 회복시간	- 평균복구시간(MTTR), 최대 서비스 복구시간(MTTSR)
		- 백업 주기	- 백업시스템 확보 및 관리, 증분/전체 백업, 백업 스케줄링
		- 백업 준수율	- 백업시행 및 복구 테스트
		- 백업 데이터 보관 기간	- 데이터 반환 미 폐기
⑤	서비스 지속성	- 서비스 제공 능력	- 서비스 지속역량 평가, 서비스 제공자의 재무상태
			- 비전 및 중장기 목표 수립, 서비스 지원 조직 및 인력
			- 서비스 개선 계획 및 정책
⑥	서비스 지원	- 서비스 지원체계	- 이용자 서비스 정책 수립, 서비스 제공방식 다양성
			- 서비스 이전 정책 및 프로세스, 이용자 교육
⑦	고객대응	- 고객 대응체계	- 고객의견 수렴채널 구축, 이용자 알림 프로세스 수립
			- 내부 처리 절차, 모니터링 지원 시스템 제공
		- 고객불만 처리체계	- 고객불만 수집 및 처리절차
			- 사용자 만족도 등급 기준 수립

- 신뢰성의 클라우드 서비스 회복시간 평균복구시간(MTTR), 최대 서비스 복구시간(MTTSR) 정량적 평가 중요

III. 클라우드 서비스 회복시간의 정량적 측정을 위한 지표

가. 평균복구시간(MTTR, Mean Time To Repair)

개념	- 지정된 기간의 서비스 지속상태를 측정한 후 측정된 총 고장횟수와 총 장애시간을 통해 산출된 클라우드 서비스 평균복구시간
계산식	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> $MTTR = \frac{\text{총 고장시간}}{\text{고장횟수}}$ </div> <div style="margin: 0 20px;"> <p>(예시)</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\frac{\text{총 고장시간} = 6\text{시간}}{\text{고장횟수} = 3\text{회}} = \frac{6}{3} = 2$ </div> </div>
고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - 측정 실패가 지속적으로 발생될 경우 총 1회의 고장 횟수 계산 - 복합적인 장애 요인으로 발생될 경우 원인에 따라 고장 횟수 산정 필요

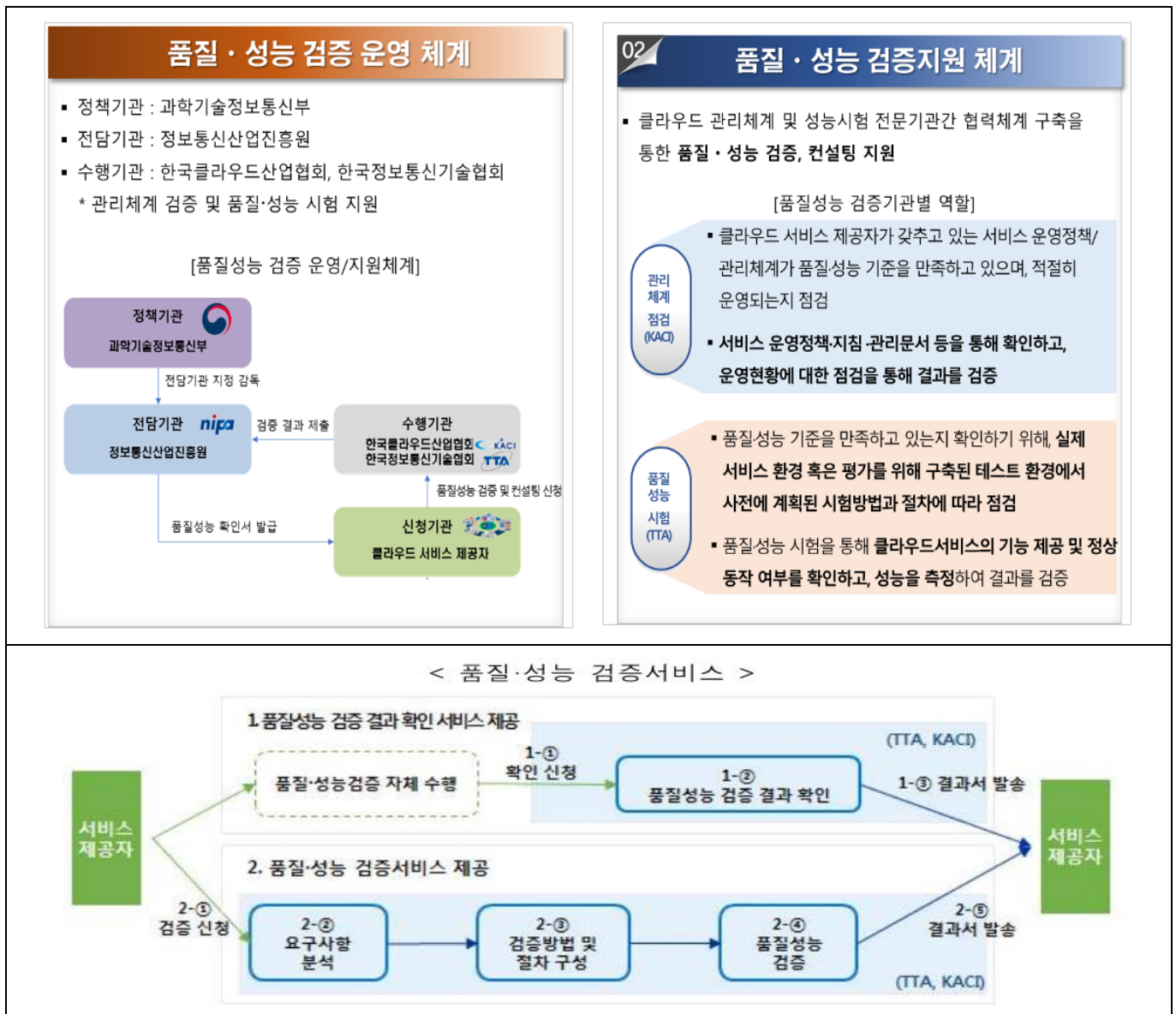
나. 최대 서비스 복구시간(MTTSR, Maximum Time To Service Recovery)

개념	- 지정된 기간의 서비스 지속상태를 측정한 후 장애 식별 및 조치 후 서비스를 정상적으로 가동하기까지 소요되는 최대 서비스 복구 시간										
계산식	<table><tr><th>장애 Case</th><th>복구시간(HR)</th></tr><tr><td>H/W Fault</td><td>5</td></tr><tr><td>N/W Down</td><td>1</td></tr><tr><td>S/W Bug</td><td>2</td></tr></table>	장애 Case	복구시간(HR)	H/W Fault	5	N/W Down	1	S/W Bug	2	→ 최대 복구시간	MTTSR = 5
장애 Case	복구시간(HR)										
H/W Fault	5										
N/W Down	1										
S/W Bug	2										
고려사항	- 측정 실패가 지속적으로 발생될 경우 연속된 복구시간으로 산정 - 복합적인 장애 요인으로 발생될 경우 원인에 따라 복구시간 산정 필요										

- 그 외 정량적 지표로 MTBF(Mean Time Between Failure), MTTF(Mean Time to Failure) 등의 지표도 사용

“끝”

[별첨] 클라우드 컴퓨팅 서비스 품질·성능 검증서비스





ITPE

ICT 온라인, 오프라인 융합 No 1

PMP 자격증 정보관리기술사/컴퓨터시스템응용기술사
IT전문가과정 정보시스템감리사
정보통신기술사 애자일

오프라인 명품 강의

ITPE 기술사회

제128회 컴퓨터시스템응용기술사 기출문제 해설집

대 상	정보관리기술사, 컴퓨터시스템응용기술사, 정보통신기술사, 정보시스템감리사 시험
발행일	2022년 07월 02일
집 필	강정배PE, 안경환PE, 전일PE, 유술사PE, 김민PE, 백기현PE, 차상인PE
출 판	ITPE(Information Technology Professional Engineer)
주 소	ITPE 대치점 서울시 강남구 선릉로 86길 17 선릉엠티빌딩 7층 ITPE 선릉점 서울시 강남구 선릉로 86길 15, 3층 IT교육센터 아이티피이 ITPE 강남점 서울시 강남구 테헤란로 52길 21 파라다이스벤처타워 3층 303호 ITPE 영등포점 서울시 영등포구 당산동2가 하나비즈타워 7층 ITPE
연락처	070-4077-1267 / itpe@itpe.co.kr

본 저작물은 [ITPE\(아이티피이\)](http://itpe.co.kr)에 저작권이 있습니다.

저작권자의 허락없이 **본 저작물을 불법적인 복제 및 유통, 배포**하는 경우
법적인 처벌을 받을 수 있습니다.