

XR 워크숍
XR WORKSHOP

XR 워크샵
XR Workshop

TEXT BOOK
OF
XR WORKSHOP

4차 산업혁명
혁신선도대학 사업단
지음



청주대학교
CHEONGJU UNIVERSITY

BEYOND REALITY

청주대학교

4차산업혁명혁신선도대학사업단



XR 워크샵 XR Workshop

TEXT BOOK
OF
XR WORKSHOP

◎ **주관기관** : 청주대학교 ◎ **기획/제작** : 4차 산업혁명 혁신선도대학 사업단

이 책은 비매품이며, 청주대학교 혁신선도대학사업단이 주관하고 사업단이 진행한 XR 혁신기초 교육을 위한 가이드북으로 전체 내용은 주관적인 의견이 개입되어 있으며 활용의 책임은 이용자들에게 있습니다.

이 책에 쓰인 이미지와 내용은 연구, 분석 목적으로 쓰였으며, 출처도 함께 표기되어 있습니다.

XR 워크샵

XR Workshop

1. 프로젝트 일반

1-1. 프로젝트 일반 사항	1
1-2. 프로젝트 관리 체계	4
1-3. 프로젝트 프로세스	8
1-4. PMI 프로젝트 관리 기법	12

2. XR 산업 및 기술 동향

2-1. XR의 이해	23
2-2. XR의 분류	24
2-3. 메타버스의 이해	36

3. XR 콘텐츠 종류 및 연관 기술

3-1. XR 콘텐츠	44
3-2. XR 관련 기술	48
3-3. XR 기술의 지향점	60

4. XR 적용 사례 소개

4.1 XR 적용 사례 소개	66
4.1.1 XR 활용 배경	66
4.1.2 XR 활용 분야	67
4.1.3 XR 분야별 활용	70
4.1.4 XR 활용 사례	74

5. XR과 빅데이터 적용 기술

5.1 빅데이터통계 소개	87
5.2 빅데이터 분석	95

6. XR과 네트워크

6.1 네트워크 개요	107
6.2 네트워크 모델	135

7. XR 적용 가능 보안기술

7.1 실감콘텐츠 보안모델	161
7.2 시큐어 코딩	172

교과목 교수법

본 교과는 교과 특성에 적합한 수업유형과 학습 다양성 보장 및 효율성 제고를 위한 맞춤형 수업을 진행하며 학습자들의 문제해결 역량 강화를 위한 학습 동기 유발과 문제 몰입, 탐구, 토론 과정으로 수업을 진행한다. 또한, 다양한 교수자가 학습 공동체 리더 역할을 통해 학습과정에서 생기는 다양한 문제점을 지속적 관찰하고 방향성을 제시하는 주차별 워크숍 수업으로 진행한다.

교과목 소개

1. 학습목표

XR 워크숍은 XR 분야에서 거론되고 있는 다양한 그래픽 기술과 프로그래밍 기술 그리고 활용할 수 있는 분야를 조사하고 분석하여 학습하는 교과목이다. XR 분야의 산업체 전문가를 초빙하여 현재의 XR 분야의 그래픽 및 프로그래밍 최신 기술동향을 학습하고 각 팀에서 선정한 주제를 팀 프로젝트 방식으로 진행하여 발표하도록 하는 것이 본 수업의 목표이다.

2. 교과목 소개

XR은 다양한 분야가 결합 된 융합기술의 성격이 강하다. 따라서 한 분야만을 집중해서 학습하는 것으로는 XR의 전반적 이해가 어렵다. 본 교과는 XR을 구현하기 위해 필요한 프로젝트 이해 능력을 시작으로 XR의 산업, 콘텐츠, 적용사례, 네트워크, 빅데이터, 보안 기술 등 전반적 영역을 다룬다. XR 전문 분야는 해당 전문가 또는 교수가 강의를 담당하고 설명과 토론을 위주로 워크숍 형태로 진행한다.

교과목	학년/학기	개요	학점/시수	
XR 워크샵	4학년 1학기	XR 분야의 다양한 연관기술과 사례를 각 분야별 전문가들과 워크샵 형태로 수업을 진행하여 전반적인 XR 지식을 습득한다.	3	3

3. 교재(TEXTBOOKS) 및 참고문헌(REFERENCES)

순번	구분	교재명	저자	출판사	출판년도
1	도서	XR 워크샵	4차 산업혁명 혁신선도대학사업단	청주대학교	2022

4. 교과목 평가 방식

XR 워크샵 평가방식은 중간평가 30%, 기말평가 40%, 출석 20%, 기타 10%(학습태도, 토론 참여 등을 종합평가)하여 상대평가로 진행된다.

평가방법	상대평가	중간	30%	기말	40%	출석	20%	기타	10%
	※ 평가 내용 중 기타 = 학습태도, 토론 참여								

5. 주차별 강의 계획서

주 차	내 용	비 고 (담당교수)
제 1 주	강의 오리엔테이션, 프로젝트 팀 편성	노기섭 교수
제 2 주	프로젝트 일반	노기섭 교수
제 3 주	XR 산업 및 기술 동향	김양호 교수

주 차	내 용	비 고 (담당교수)
제 4 주	XR 콘텐츠 종류 및 연관 기술 1	장성복 교수
제 5 주	XR 콘텐츠 종류 및 연관 기술 2	장성복 교수
제 6 주	XR 적용 사례 소개 1	서정호 교수
제 7 주	XR 적용 사례 소개 2	서정호 교수
제 8 주	중간평가 (프로젝트 계획 발표)	전성해 교수
제 9 주	XR과 빅데이터 적용 기술	전성해 교수
제 10 주	XR과 네트워크 1	김봉한 교수
제 11 주	XR과 네트워크 2	김봉한 교수
제 12 주	XR과 네트워크 3	김봉한 교수
제 13 주	XR 보안기술 1	이해영 교수
제 14 주	XR 보안기술 2	이해영 교수
제 15 주	프로젝트 결과 발표 및 최종 강평	노기섭 교수

XR 워크숍
XR WORKSHOP

1. 프로젝트 일반

1.1 프로젝트 일반사항

1.2 프로젝트 관리체계

1.3 프로젝트 프로세스

1.4 PMI 프로젝트 관리 기법

1.1 프로젝트 일반 사항

1.1.1 프로젝트의 정의

프로젝트는 특정 제품, 서비스, 또는 결과물을 효과적으로 얻기 위한 사업 (Project)이다. 프로젝트의 정해진 목표를 얻기 위해 인력, 비용 등과 같은 자원이 한시적(temporary)으로 투입되어야 한다. 자원을 무한정 투입할 수 있는 것을

프로젝트는 해결하기로 예정된 유일한(unique) 문제이며, 그 최종 결과물에 대한 목표를 갖는다. 또한 명확한 시작일과 종료일이 있으며, 목표가 달성될 때 프로젝트는 종료된다.

프로젝트에 투입된 자원이 효율적으로 사용될 수 있도록 프로젝트에 대한 조직적인 관리와 계획이 필수적으로 요구된다. 즉, 프로젝트는 원하는 결과(프로젝트의 목표)와 요구되는 일정, 예산, 프로세스, 수행 결과물로 구체화 된다고 말할 수 있다.

위 조건 중 하나라도 만족하지 않는다 일(Task)라면 프로젝트라고 부르지 않는다. 몇 가지 예를 들면, 일상적으로 반복되는 같은 업무는 프로젝트라고 부르지 않는다. 어떤 일을 시작했지만, 종료일이 정해지지 않은 일은 프로젝트가 아니다. 예전에 했던 프로젝트와 완전히 같은 일을 반복한다면 그것 또한 프로젝트가 아니다.

요약하면, 프로젝트는 주어진 제약사항 아래 목표, 시간, 비용, 범위가 정해진 유일한 업무를 프로젝트라고 한다. 프로젝트의 고유한 특성 때문에 불확실성이 커진다. 커지는 불확실성 속에서 제약사항을 고려하며 목표를 달성해야 하므로 다양한 활동이 필요하게 된다. 우리는 프로젝트의 다양한 특성을 관리하기 위한 기본적인 지식에 대하여 살펴볼 것이다.

1.1.2 프로젝트의 특성

첫째, 프로젝트는 수행 과정에서 다양한 결과물들이 나온다. 프로젝트가 만들어내는 결과물로는 완제품 또는 다른 품목의 구성 요소가 될 수 있는 제품, 서비스 수행 절차, 프로젝트의 결과물인 문서나 보고서 등이 있다. 이런 결과물들은 계약에 의한 제출물이 될 수도 있고, 프로젝트 종료 후 감사 및 검사의 대상이 되기도 한다. 또한 비용 산출, 일정 완료를 판단하는 주요 근거 자료로 활용되기도 한다. 프로젝트 결과물은 매우 중요하므로 이에 대한 다양한 관리 절차가 필요하다. 프로젝트의 성공 여부에 따라 프로젝트의 진행 상황과 결과물은 다르게 나타날 수 있다.

둘째, 모든 프로젝트는 예측하기 힘든 부분들로 인해 불확실성이 존재한다. 프로젝트는 대부분 기존에 생각하지 못했거나 시도하지 않았던 새로운 관심으로부터만 들어지며, 시작 초기에는 프로젝트의 모든 내용을 알 수 없고 과거의 경험을 통해 추상적으로 접근하게 되어 많은 것들이 불확실하다.

셋째, 프로젝트는 불확실성을 가지고 있으므로 항상 계획이 필요하다. 그러나 프로젝트에서의 계획은 초기에 완벽할 수 없다. 프로젝트 초기 계획은 비교적 추상적으로 세워지며 일이 진척됨에 따라 점진적으로 구체화되고(progressive elaboration) 명확해진다. 계획을 세우지 않고 바로 프로젝트를 수행하는 방식은 100% 실패한다. 프로젝트를 진행해 나가는 과정은 추상화가 높은 수준에서 시작하여 여러 단계

를 거쳐 추상화 수준을 낮추고 불확실성을 제거하며 구체화해 나가는 과정이다.

1.1.3 프로젝트의 성공 여부 판단

프로젝트의 성공 여부는 프로젝트 계획과 수행 결과를 비교하여 평가할 수 있다. 만약 계획된 시간 내에(프로젝트 일정 관리), 계획된 예산 범위 내에서(프로젝트 원가 관리), 계획했던 요구사항을 만족시키는 결과(프로젝트 범위 관리와 프로젝트 품질 관리)를 얻었다면 프로젝트를 성공적으로 수행했다고 할 수 있다.

물론 이를 위해 프로젝트 계획 시 뚜렷한 목표가 있어야 하며, 목표는 가시적으로 측정할 수 있는 기준을 마련하여 프로젝트의 성공과 실패를 판단할 수 있는 근거로 삼아야 한다.

프로젝트 성공 여부를 판단하기 위해 반드시 프로젝트 계획이 필요하고 계획은 수시로 최신화 해야 한다. 업데이트와 관련한 공식 절차를 수립하고 누가 요청하고 누가 승인할 것인지를 명확히 정하여 계획에 포함해야 한다.

1.1.4. 프로젝트의 문서화(Documentation)

프로젝트를 추진하면서 가장 중요한 업무는 문서화를 충실히 수행하는 것이다. 보통 프로젝트는 여러 단계를 거쳐 진행되며 프로젝트 관리의 핵심은 모든 프로젝트 단계의 활동에 대하여 문서화를 수행해야 한다는 것이다. 예를 들어 요구사항 분석 단계나 설계 단계의 목표는 각각 요구사항 명세서, 설계 문서와 같은 문서 결과물을 생산하는 것 등이 있다. 프로젝트 관리 결과는 대부분 문서로 표현한다.

문서는 프로젝트에서 수행한 모든 작업의 근거가 되며 동시에 프로젝트 완료 후

에는 프로젝트를 성찰하고 향후 프로젝트를 설계하기 위한 지침으로 사용한다. 문서화는 프로젝트의 완성도를 높이고 중요한 성공 요인으로 작용한다. 문서화는 체계적인 프로젝트 관리의 첫걸음이며 프로젝트를 위험에서 구할 수 있다.

1.2 프로젝트 관리 체계

프로젝트 관리에 대한 지식과 프로세스는 제품 개발에 요구되는 개발 지식 및 활동과는 분리하여 운영한다. 프로젝트 관리가 특정 산업 분야뿐만 아니라 모든 산업 분야에서 더욱 확대 적용되고 있다는 사실은 효과적인 프로젝트 관리가 프로젝트의 성공에 크게 기여할 수 있음을 의미한다. 국제 기구인 PMI(Project Management Institute)에서 개발한 프로젝트관리지식체계(PMBOK: Project Management Body Of Knowledge) 지침서는 프로젝트 관리 분야의 주요 개념, 지침을 제공하고 있다. 우리나라 대부분 기업은 PMBOK에서 제시하는 프로젝트 관리 지침을 사용하고 있다. 일반적으로 프로젝트 관리는 프로젝트의 성공을 위해 필수적이며 광범위한 문제를 포함하고 있다.

1.2.1 프로젝트 관리

프로젝트 관리란 무엇일까?

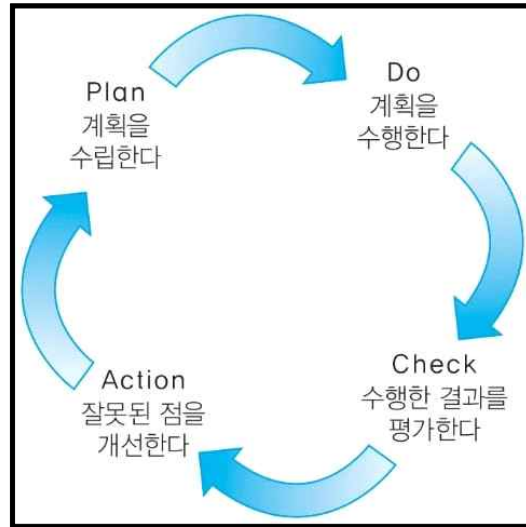
관리(management)는 개인이나 조직의 목표가 효과적으로 이루어질 수 있도록 체계적이고 과학적으로 처리하는 과정을 말한다. 관리는 유용성(effectiveness)과 효율성(efficiency)을 높임으로써 이익을 창출하는 것을 의미하기도 한다. 프로젝트 관

리(project management)는 한 마디로 “일이 되게 하는 과학(The Science of getting things done)”으로 정리할 수 있다.

구체적으로 프로젝트 관리를 정의하면 “일정한 기간 내에 적절한 비용으로 (within budget on time) 원하는 시스템 또는 좋은 품질의 제품을 만들기 위해 개발 전 과정을 지휘하고 통제하는 활동”을 의미한다. 따라서 프로젝트 관리는 프로젝트 전 과정에 걸쳐 실제로 진행되는 일정, 예산, 주요 활동, 산출물 등이 계획대로 이루어지는지 비교하여 평가하는 활동이다.

1.2.2 PDCA 관리 사이클

관리는 목표를 합리적, 효율적으로 이루기 위해 PDCA (Plan - Do - Check - Action)의 관리 사이클을 전 과정에 반복 적용하는 것을 기본으로 하고 있다. IPDCA를 반복한다는 것은 계획(Plan)을 세우고 실행하고(Do) 그 결과를 점검하여 (Check) 개선책을 마련하는 조치(Action) 관리 사이클을 수행하는 것을 의미한다. 실제로 수많은 프로젝트들이 프로젝트에 요구되는 관리 기술 미비로 인하여 목표를 충족시키지 못하고 약속한 날짜를 지키지 못하거나 예산을 초과 지출하는 등 문제점을 경험하게 된다. 프로젝트를 잘 관리하여 얻는 보상은 관리를 잘못하여 프로젝트를 실패로 이끄는 경우를 해결한다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있으며, 관리 활동이 없는 프로젝트는 사실상 이 세상에 없다.



PDCA 각 과정에 대한 설명은 다음과 같다.

- 계획(Plan)은 어떤 업무를 시작하기 위해 목표를 확립하고 이를 달성하기 위한 활동 계획을 세우는 과정이다.
- 실행(Do)은 계획을 확인하고 수립된 시스템(계획, 규정, 지침, 표준 등)에 따라 실제로 일을 수행한다. 또한 실행이 계획대로 이루어지고 있는지 현재 상태를 확인하고 계획과 대비하는 작업이 이루어진다.
- 점검(Check)은 실행 상태를 감시하고 심각한 이상이 감지되었을 경우 근본 원인을 파악하고 해결책을 강구하며 개선할 수 있는 대안을 제시한다.
- 조치(Action)는 점검을 통해 도출한 대안을 적용하여 계획을 조정한다.

PDCA 사이클은 우리 삶이나 일하는 방식에서 흔히 찾아볼 수 있다. 무엇을 하려고 할 때 계획을 세우고, 실행하고, 계획에 없었던 문제점이 발견되면 대안을 제

시하고, 대안을 실행하는 단계를 거치게 된다. 예를 들어 아침에 출근하며 오늘 해야 할 작업들의 우선 순위를 결정하고(Plan), 업무를 수행해 나가며(Do), 능률적이지 못했던 작업을 다시 점검하며(Check), 다음의 계획에 개선책을 반영하는 것(Action)도 작은 PDCA라 할 수 있다. 대학생들의 경우 아침에 일어나서 학교에 가서 공부할 것과 처리할 일들의 우선순위를 정하고, 실제로 수행하며, 수행하지 못했거나 부족한 부분들을 점검하고, 내일이나 다음 주 계획에 반영하는 활동이 모두 PDCA 과정이다.

프로젝트 관리 프로세스를 적용하는 일은 반복적 일이며 다음 프로젝트 수행에 참고할 수 있다. 현재 진행 중인 프로젝트의 문제 해결 과정, 수행 조치를 적용한 결과 등 모든 감시 및 통제 과정을 기록하여 다음 프로젝트 수행과 관리 체계 개선에 피드백되어 프로젝트 관리가 지속적으로 향상될 수 있도록 조치해야 한다.

PDCA는 실제로 적용하기 쉬운 구조로 일상적인 관리, 문제 해결, 개선 등이 반복되는 특성을 가지고 있다. PDCA를 우리의 삶이나 업무에 적용한다면 지속적인 반성과 피드백을 통해 개선이 이루어져 성공적인 삶을 살아갈 수 있다.

PDCA는 품질 관리뿐 아니라 자기 개발이나 목표를 이루기 위한 방법론으로 여러 분야에 널리 적용되고 있다. 프로젝트 관리는 프로젝트를 성공적으로 이끌기 위해 요구되는 보편적이며 핵심적인 프로젝트 활동인 계획(planning), 조직화(organizing), 지휘 및 통제(leading and controlling), 인력확보(staffing)를 수행하여 프로젝트의 목표를 달성하는 지식, 기술, 도구 및 기법의 응용을 종합하여 이야기하기도 한다.

1.3 프로젝트 프로세스

프로젝트 수행에 필요한 요구사항을 충족시키기 위해 지식, 기량, 기법, 도구 등을 적절히 적용하기 위한 과정을 확립해야 하며, 이를 프로젝트 프로세스라 한다. 프로세스는 프로젝트에서 요구되는 제품, 결과 또는 서비스를 달성하기 위해 수행되는 관련 조치 및 활동들이다. 프로세스는 여러 하부 프로세스 또는 단계로 이루어져 있으며, 프로세스가 더욱 세분화 될수록 특성이나 기능이 점진적으로 구체화된다. 프로세스란투입물(입력물)을 받아 가공 처리하여 새로운 결과물을 만들어내는 변환(transformation) 과정이며, 각 프로세스는 입력물, 프로세스에 사용되는 도구 및 기법, 그리고 결과로 생성되는 산출물로 정의될 수 있다.

1.3.1 프로세스 ITO

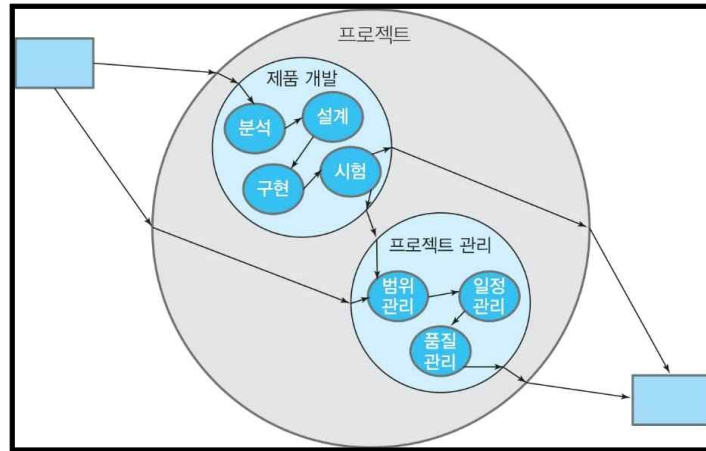
모든 프로젝트에 필요한 프로세스는 ITO 구조를 가지고 있다. 프로세스 ITO (Inputs, Tools and Techniques, Outputs) 구조는 명료하며 이해하기 쉬워야 하고, 평가 가능해야 하며, 가능한 문서화 되어야 한다.

- 입력물(Inputs): 프로세스를 수행하기 위해 요구되는 문서, 계획서, 자료, 정보 등을 의미한다.
- 도구와 기법(Tools and Techniques): 투입된 입력물을가공 처리하여 프로세스의 산출물을 만들기 위한 방법이나 수단을 의미한다.
- 산출물(Outputs): 프로세스의 입력물을받아 가공 처리한 수행 결과물을 의미

하며, 문서, 계획서, 자료 등이 있다.

1.3.2 프로세스의 구분

프로젝트에서 필요한 프로세스는 아래 그림과 같이 크게 2가지로 구분할 수 있다.



- ‘프로젝트 개발 프로세스’는 프로젝트 목표에 맞는 제품이나 서비스를 만들어 내는 과정으로 개발 라이프 사이클이라고 부르기도 한다. 계획, 요구사항 분석, 설계, 구현, 시험, 유지보수 등이 해당한다.
- ‘프로젝트 관리 프로세스’는 프로젝트 목표에 맞는 제품이나 서비스를 만들어 낼 수 있도록 시간, 원가, 품질, 자원 등을 관리하고 지원하는 보호 프로세스 (umbrella process)를 의미한다. 대표적인 관리 프로세스로는 일정 관리, 원가 관리, 범위 관리, 품질 관리 등이 있다. ‘제품 개발 프로세스’와 ‘프로젝트 관리 프로세스’는 프로젝트가 진행되는 동안 함께 겹쳐 수행되기도 하며 상호작용하

면서 진행되는 것이 일반적이다.

PMBOK 가이드라인에서 제시하는 프로젝트 관리 프로세스는 프로젝트의 착수(초기화), 기획, 실행(수행), 감시 및 통제, 종료를 위한 5가지 범주(카테고리)로 분류하고 있다. 각 범주는 프로세스의 모임으로 정의되어 프로세스 그룹(process group)이라 부른다. 이들 프로세스 그룹은 산업이나 프로젝트 유형에 상관없이 모든 프로젝트 관리에 공통으로 적용된다.

‘착수 프로세스 그룹’은 프로젝트의 목적과 목표를 규정하고 노력과 기간을 추정하는 활동을 수행한다. 이 과정에서 이해관계자들이 규명되고 프로젝트 현장이 승인된다.

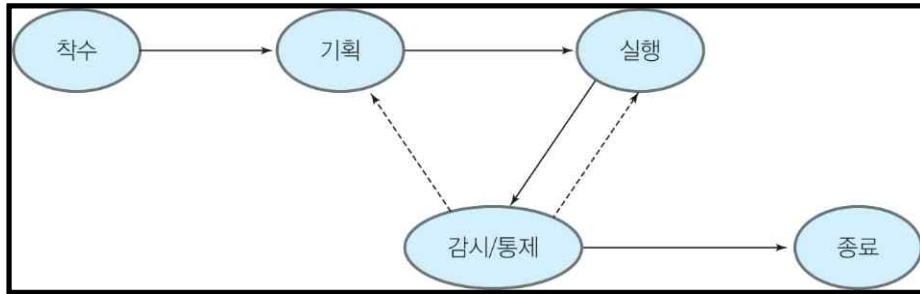
‘기획 프로세스 그룹’은 팀을 구성하고 계획을 수립하고 사람과 자원을 과제에 할당한다. 기획 프로세스 그룹을 학자/기업에 따라 ‘계획 프로세스’라고 부르기도 한다.

‘실행 프로세스 그룹’은 진행 과정을 관리하고 중요 진행 과정 이정표(milestone)를 이해관계자에게 전달하는 활동을 수행한다.

‘감시 및 통제 프로세스 그룹’은 각 단계를 모니터링하고 문제 또는 변경 발생 시 통제한다.

‘종료 프로세스 그룹’은 프로젝트를 완료하고 공식적인 결과물을 인계하고 수행 과정을 평가한다.

각 프로세스 그룹은 독립적으로 수행되는 것이 아니라 각각의 상호작용과 피드백이 발생하면서 진행된다. 각각의 상호작용과 피드백 관계를 그림으로 표현하면 다음과 같다.



위 그림은 기획, 실행, 감시/통제 프로세스 그룹이 순환되어 상호작용하는 것을 보여주고 있다. 기획이 반복적이고 지속적이라는 것을 보여주고 있다. 감시/통제 프로세스 그룹은 기획 프로세스 그룹에서 수립한 업무 계획이 실행에 옮겨진 후 그 성과를 측정하여 원래의 계획과 비교를 통해 성과를 확인하여 프로젝트가 원활히 진행될 수 있도록 영향력을 행사한다. 감시/통제 프로세스 그룹은 프로젝트가 관리 계획에 따라 진행될 수 있도록 피드백을 제공하고 필요한 수정조치를 취하는 프로세스들로 구성되어 있다. 즉, 감시 및 통제 프로세스 그룹에 의해 기획과 실행 프로세스 그룹은 수정되고 반복된다.

관리 프로세스 그룹들 사이의 상호작용은 PDCA (계획-실행-점검-조치) 사이클 모델을 기반으로 하고 있다는 것을 쉽게 확인할 수 있다. 기획 프로세스 그룹은 PDCA의 계획(P)에, 실행 프로세스 그룹은 실행(D)에, 감시 및 통제 프로세스 그룹은 점검(C) 및 조치(A)에 해당한다. 착수 프로세스 그룹은 공식적으로 프로젝트를 시작에 필요한 활동(프로세스)의 집합이다. 종료 프로세스 그룹은 PDCA 주기를 완료하며 공식적으로 프로젝트를 종료하기 위한 활동들의 모임이다.

각 관리 프로세스가 어느 프로세스 그룹에 속하는지 논리적으로 분류되어 있다.

각 프로세스 그룹은 1개 이상의 프로세스를 포함한다. 프로세스 그룹은 프로젝트의 단계는 아니며, 업무 수행 체계의 지속적인 개선을 위한 반복적인 의사 결정 과정으로 이해해야 한다. 학생들이 수행하는 모든 프로젝트는 ‘개발 프로세스’와 ‘관리 프로세스’를 모두 수행하게 된다. 이 중 어느 하나라도 누락될 경우 프로젝트는 성공하기 어렵다. 결국 개발 못지않게 관리 절차를 이해하고 정확히 수행하는 것이 중요하다.

1.4 PMI 프로젝트 관리 기법

PMI(Project Management Institute)는 프로젝트 관리 기법의 국제적 표준으로 생각될 정도로 많은 국가와 기업에서 채택하고 있다. PMI는 프로젝트 관리 프로세스를 정리하여 PMBOK(Project Management Body of Knowledge)로 관리하고 있다.

PMBOK는 47개의 프로젝트 관리 프로세스로 구성되어 있다. 이 중에서 24개가 기획 프로세스 그룹에 속해있다. 프로젝트에서 기획이 매우 중요하다는 의미이다. 프로젝트 관리의 핵심은 프로젝트 기획(계획)이며, 프로젝트가 성공적으로 이루어질 수 있도록 계획하고 관리되어야 하므로 이 모든 관리의 기본은 계획에 있다. 관리 프로세스들은 서로 연동하며, 한 프로세스의 변경이 다른 프로세스에 큰 영향을 줄 수 있다. PMBOK 지침서는 산업 유형에 상관없이 프로젝트 수행 시 적용할 수 있는 프로젝트 관리 표준이다. PMBOK 지침서에 정의되어 있는 47개 프로세스를 모든 프로젝트에 똑같이 적용할 필요는 없으며, 기관/회사별로 상황에 맞게 필요한

부분만 취사선택(테일러링, Tailoring)하여 적용할 수 있다. PMBOK에서 제시하는 프로세스 그룹과 지식 영역간 맵핑은 다음 그림과 같다.

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring and Controlling Process Group	Closing Process Group
4. Project Integration Management	4.1 Develop Project Charter	4.2 Develop Project Management Plan	4.3 Direct and Manage Project Work 4.4 Manage Project Knowledge	4.5 Monitor and Control Project Work 4.6 Perform Integrated Change Control	4.7 Close Project or Phase
5. Project Scope Management		5.1 Plan Scope Management 5.2 Collect Requirements 5.3 Define Scope 5.4 Create WBS		5.5 Validate Scope 5.6 Control Scope	

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring and Controlling Process Group	Closing Process Group
6. Project Schedule Management		6.1 Plan Schedule Management 6.2 Define Activities 6.3 Sequence Activities 6.4 Estimate Activity Durations 6.5 Develop Schedule		6.6 Control Schedule	
7. Project Cost Management		7.1 Plan Cost Management 7.2 Estimate Costs 7.3 Determine Budget		7.4 Control Costs	
8. Project Quality Management		8.1 Plan Quality Management	8.2 Manage Quality	8.3 Control Quality	
9. Project Resource Management		9.1 Plan Resource Management 9.2 Estimate Activity Resources	9.3 Acquire Resources 9.4 Develop Team 9.5 Manage Team	9.6 Control Resources	
10. Project Communications Management		10.1 Plan Communications Management	10.2 Manage Communications	10.3 Monitor Communications	
11. Project Risk Management		11.1 Plan Risk Management 11.2 Identify Risks 11.3 Perform Qualitative Risk Analysis 11.4 Perform Quantitative Risk Analysis 11.5 Plan Risk Responses	11.6 Implement Risk Responses	11.7 Monitor Risks	
12. Project Procurement Management		12.1 Plan Procurement Management	12.2 Conduct Procurements	12.3 Control Procurements	
13. Project Stakeholder Management	13.1 Identify Stakeholders	13.2 Plan Stakeholder Engagement	13.3 Manage Stakeholder Engagement	13.4 Monitor Stakeholder Engagement	

1.4.1 프로젝트 착수 그룹

프로젝트의 착수는 대개 프로젝트 통제 범위 밖의 조직에 의해 수행된다. 프로젝트 스폰서나 상위 경영진에 의해 프로젝트 착수가 시작되며, 프로젝트 활동에 필요한 조직과 자원을 활용할 권한을 프로젝트 관리자에게 부여하여 본격적으로 프로젝트가 시작된다. PMBOK에 따르면 원칙적으로 프로젝트 헌장을 작성하는 사람은 프로젝트 스폰서이다. 이론적으로 살펴보면 프로젝트 헌장을 작성하는 시점에 프로젝트 매니저와 프로젝트 팀이 존재하지 않는다. 하지만 실무에서는 프로젝트 헌장의 작성 시점에 프로젝트 매니저가 이미 배치되어 프로젝트 준비하는 경우가 흔하다.

1.4.1.1 프로젝트 헌장

모든 프로젝트에는 프로젝트 헌장이 필요하다. 프로젝트 헌장은 형식적인 문서가 아니라 프로젝트의 방향성을 명백하게 정의하기 위해 필요한 중요 문서이다. 만약 프로젝트 헌장이 생략된다면 프로젝트 목적과 목표, 제약 사항, 프로젝트 매니저의 권한과 책임에 대해 프로젝트 팀원 및 이해관계자들(스폰서 및 고객 포함)이 잘못된 해석을 할 가능성이 높으며, 이는 프로젝트에 커다란 재앙이 될 수 있다. 두 회사간의 계약에 의해 프로젝트가 만들어진 경우 제안요청서, 제안서, 협약서(계약서) 등을 바탕으로 프로젝트 헌장이 작성된다. 프로젝트 착수 단계에서 ‘프로젝트 헌장’을 작성하게 되는데 포함되는 내용은 다음과 같다.

- 프로젝트의 이름, 목적 또는 정당한 사유

- 측정 가능한 고객 인수 기준 및 프로젝트와 성공 기준, 성공에 대한 결정권자
- 상위 수준 프로젝트 범위 및 요구사항§상위 수준 프로젝트 설명
- 상위 수준 리스크
- 시작일, 종료일을 포함한 마일스톤 요약 일정
- 예산 요약
- 선임된 프로젝트 관리자의 책임 사항 및 권한 수준
- 프로젝트 현장을 승인하는 스폰서 또는 기타 주체의 이름과 권한

1.4.1.2 이해관계자(Stakeholder)

착수 프로세스 그룹의 또 다른 프로세스로는 프로젝트에 영향을 미치는 모든 이해관계자를 찾아내고, 이들의 이해 사항, 관여도, 프로젝트에 미치는 영향력에 관한 정보를 문서화하는 “이해관계자 식별” 프로세스가 존재한다. 이 프로세스는 이해관계자를 식별하여 이해관계자에 대한 정보를 수집하고, 이해관계자의 상황을 파악하여 이해관계자를 관리할 전략과 대응 전략을 수립하는 것이다. 착수 과정에서 고객 및 이해관계자를 적극적으로 참여시키면 이해관계자의 만족도가 향상되고 프로젝트의 성공 가능성이 높아진다. 부정적인 영향을 미치는 이해관계자도 빠짐없이 관리되어야 한다. 이해관계자 중 스폰서는 프로젝트 비용을 제공하는 사람이나 조직이다. 스폰서는 프로젝트를 정식으로 허가하는 권한을 갖고 있으며, 제품 또는 서비스의 요구사항을 정의할 수 있는 권한도 갖고 있다. 또한 스폰서는 프로젝트의 최종 산출물에 대한 수용 또는 거부권을 갖고 있는 ‘슈퍼 갑’이다.

1.4.2 기획 프로세스 그룹

기획 프로세스 그룹은 프로젝트 목표를 달성하기 위해 요구되는 활동을 계획하는 프로세스들의 모임이다. 프로젝트 범위와 비용을 식별하고 일정을 개발하여 프로젝트 관리 계획을 수립한다. 기획 프로세스를 통해 프로젝트 관리 계획서를 포함한 프로젝트 관리 계획 문서(예: 품질보증 계획서, 형상관리 계획서, 인적자원 계획서 등)들은 프로젝트의 범위, 일정, 원가, 품질, 의사소통, 리스크 및 조달 등 프로젝트 관리의 모든 측면을 다룬다. 프로젝트 관리 계획 문서들을 개발할 때 관련 이해관계자의 참여를 유도해야 한다. 프로젝트 관리 계획 문서들이 개발되어 승인되면 프로젝트 관리 팀은 이를 바탕으로 성공적인 프로젝트가 될 수 있도록 실행하고 관리해야 한다.

1.4.3 실행 프로세스 그룹

실행 프로세스 그룹은 프로젝트 요구사항을 달성하기 위해 프로젝트 관리 계획서에 정의된 작업을 완수하기 위해 수행되어야 하는 프로세스들로 구성되어 있다. 관리 계획에 의거하여 활동들이 원활히 수행되도록 지시하고 관리하는 것은 물론 프로젝트 팀과 자원을 확보하고 사람과 자원을 조정하는 것도 실행 프로세스에 포함된다. 또한 프로젝트 목표를 완수하는데 필요한 활동들이 수행되도록 지시하고, 적합한 산출물(인도물)이 만들어지는지 점검하며, 프로젝트에 배정된 팀원의 배치, 교육 및 관리를 수행한다. 기술 품질에서 예측이 가능하도록 지원하며, 필요하면 계획을 환경에 맞게 조정한다.

1.4.4 감시 및 통제 프로세스 그룹

감시는 진행 중인 프로젝트 상태를 지속해서 파악 감시하고, 프로젝트 관리 계획과 프로젝트 성과 기준선을 비교하는 프로세스들로 이루어져 있다. 프로젝트 관리 계획에서 벗어난 경우 주의가 필요한 영역을 식별하고, 필요한 시정 또는 예방 조치를 취한다. 변경이 임의로 이루어지지 못하도록 변경을 통제하며 승인된 변경만이 적용되도록 감시한다. 감시 및 통제는 실제로 프로젝트 전반에 걸쳐 수행된다. 감시는 프로젝트 관리 계획서와 실제 프로젝트 성과를 비교하여 평가하고 필요에 따라 시정 또는 예방 조치를 권고한다.

통제는 프로젝트 관리 계획서에 대한 모든 변경 요청을 검토하고 변경 사항을 승인하며 변경을 관리하는 프로세스이다. 변경 요청은 프로젝트에 참여하는 이해관계자(예: 고객, 엔지니어, 개발 팀장 등)에 의해 이루어진다. 승인된 변경만이 공식적으로 인정되며 관리된다. 모든 변경 요청은 문서화 되어야 하고 프로젝트 관리팀 또는 외부 조직의 해당 권한 보유자가 승인 또는 거부해야 한다. 이러한 통제 프로세스를 담당하는 대표적인 조직으로 변경통제위원회(Change Control Board) 또는 형상통제위원회(CCB: Configuration Control Board)가 있다.

1.4.5 종료 프로세스 그룹

종료 프로세스 그룹은 프로젝트를 공식적으로 종료에 필요한 프로세스들로 구성되어 있다. 프로젝트를 적절히 종료하기 위해 모든 프로세스 그룹에 정의된 프로세스들이 완료되었는지 검증하고 프로젝트가 완료되었음을 공식화한다. 프로젝트 종료 시 가장 중요하고 먼저 수행해야 하는 활동은 스폰서의 공식 승인(수락)을 획득

하는 일이다. 프로젝트 관리 계획서의 제품 수락 계획에 명시되어 있는 산출물 목록, 산출물 및 제품 수락 기준, 수락 프로세스에 근거하여 수락 절차가 진행된다.

프로젝트를 종결하기 위한 활동 목록은 다음과 같다.

- 프로젝트 종료 후 검토를 수행하고 결과 기록
- 최종 제품, 서비스 또는 결과물(산출물) 인계
- 계약 종결에 대한 계약서 약관 및 조건 이행
- 고객 또는 스폰서의 인수 수락
- 습득한 교훈을 문서화하여 정리하고 보관

1.4.6 프로젝트 관리자(PM, Project Manager)

프로젝트 관리자는 프로젝트 목표 달성에 대하여 최종적으로 책임을 갖는 사람이다. 프로젝트 관리자(또는 프로젝트 매니저라고 불림)는 프로젝트의 연구 개발 목표를 달성하기 위한 팀의 통솔자이며, 프로젝트에 대하여 중대한 책임과 권한을 가진 책임자이다. 프로젝트 관리자에게는 목표를 달성하기 위해 강한 지도력, 의사소통 능력, 외부와의 협상 기술, 현명한 판단력에 이르기까지 고도의 지식과 경험이 요구된다. 프로젝트 관리자는 해당 개발 사업에 대한 전문적인 지식과 경험이 요구된다.

2. XR 산업 기술 동향

2.1 XR의 이해

2.2 XR의 분류

2.3 메타버스의 이해

2. XR의 이해

2.1.1 확장현실의 개념

가상현실(Virtual Reality: VR)은 반세기 전에 등장했고, 증강현실(Augmented Reality: AR)은 2010년 초, 스마트폰 애플리케이션에서 선보이면서 큰 관심을 끌기 시작했으며, 혼합현실(Mixed Reality: MR)은 최근 교육 및 상업적으로 활용되면서 주목받기 시작했다. 이 세 가지 개념을 아우르는 용어를 확장 현실(Extended Reality: XR)이라고 지칭한다.

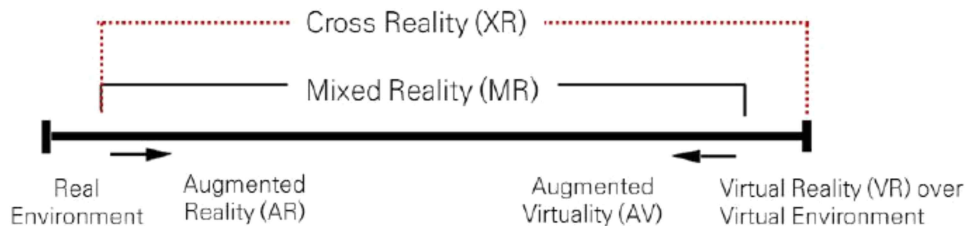


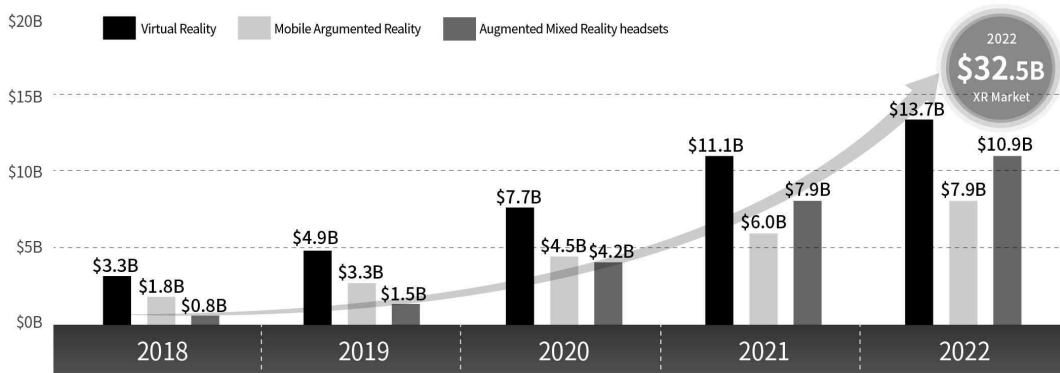
그림 10 Milgram, “Augmented Reality: A class of displays on the reality–virtuality continuum,” 1994.

구글, 페이스북, 마이크로소프트, 삼성 등 글로벌 IT 기업은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR)에 대한 대규모 기술 투자를 아끼지 않고 있다. 이 기술들은 현실의 감각을 시공간을 넘어 확장·증폭하려는 시도와 맞닿아 있다. 이 기술들은 게임뿐만 아니라 다양한 분야와 융·복합을 통해 현실의 제약을 벗어나 새로운 경험을 안겨줄 수 있다.

XR은 VR, AR 및 MR을 아우르는 기술이다. XR에서의 x는 변수의 개념으로 로는 Virtual, Augmented, Mixed 등 다양한 기술을 대입할 수 있다. 따라서 XR은 현실기술을 포괄하여 구현하려는 확장형 미래현실을 의미한다.

2.1.2 XR 콘텐츠 시장

해외 실감콘텐츠 시장은 2022년 325억 달러로 성장할 것으로 예상된다.



실감콘텐츠란 다양한 센서를 이용해서 사람의 제스처, 모션, 음성 등 사람의 행위를 인식하고 분석하는 기술을 활용하여 가상의 디지털 콘텐츠를 실제의 물체처럼 조작할 수 있게 만든 디지털 콘텐츠를 말한다. 이는 정보통신기술 ICT(Information and communications technology)를 기반으로 인간의 감각과 인지를 유발하여 실제와 유사한 경험 및 감성을 확장하는 기술로 구성된다.

국내 정부에서는 ‘콘텐츠 산업 3대 핵심 전략’ (문체부, 2019. 9월)으로 한류콘텐츠 확산 및 콘텐츠 산업의 혁신성장을 위해 1조 6850억 규모의 정책금융지원 예정(문체부 2020년 업무계획, 2020. 3월)이며, 실감콘텐츠 분야 870억, 실감형 콘텐츠 제작 지원을 위해 253억 예산 책정되었다.

‘5G 시대 선도를 위한 실감콘텐츠산업 활성화 전략(19~23)’ (2019. 10월, 범부처 공통)으로 2023년까지 1조 3천억 투자하여 5G 대표 서비스인 VR과 AR 콘텐츠 제작에 336억 투입하고 공공·산업·과학기술 분야(α)에 실감콘텐츠(XR)를 접목해 신시장 창출을 지원하는 ‘XR+α프로젝트’에 150억 지원 예정이며, 실감콘텐츠 신 수요 창출로 미래 성장동력 확보를 목표로 한다.

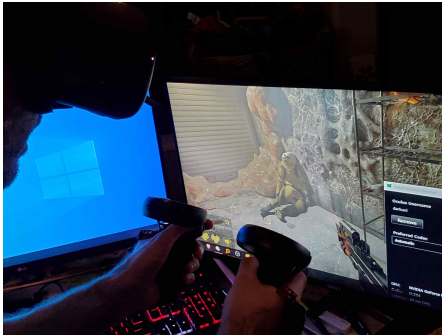
2.2 XR의 분류

2.2.1 VR(가상현실)

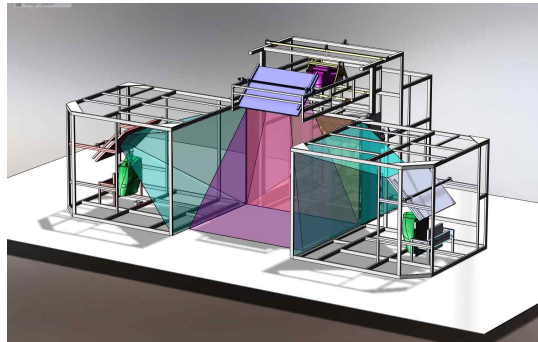
VR은 Virtual Reality(가상현실)의 약자로, 특수한 안경을 쓰고 가상의 세계를 체험하는 것을 떠올리면 된다. VR을 통해 체험하는 세계는 말 그대로 현실세계와는 분리되어 있는 가상의 세계지만, 마치 ‘현실’처럼 리얼하게 구성되어 있기에 ‘가상현실’이라고 부른다. 가상현실은 현실 세계의 객체나 배경 등을 컴퓨터를 사용해서 인공적으로 구현해 놓은 인공세계 혹은 그러한 기술을 의미한다. 이때, 생성된 가상의 상황이나 환경 등은 시각, 청각, 촉각, 느낌 등의 사용자의 외부 인터페이스를 통해 뇌를 자극하여 실제와 유사한 시각, 청각, 촉각, 공간적인 체험을 경험하게 해준다. VR 안경을 쓰고 가상의 세계에서 롤리코스터를 탄다거나, 가상의 세계를 돌아다니며 게임을 즐기는 것을 생각하면 된다. 어쨌든, 현실하고는 근본적으로 분리되어 있다는 것이 핵심이다. 즉, ‘현실을 지울 정도의 현실감’이 바로 VR이다. 가상현실 시스템으로 가능한 것으로는 디지털미디어 기술을 응용하고 현실에서 존재하지 않는 환경을 가지고 실제로 존재하는 것처럼 느끼게 하는 것으로 가상현실은 특정한 환경과 상황을 컴퓨터그래픽으로 제작하고, 그것을 사용하는 사람이 그래픽 영상과 함께 마치 실제 주변의 상황과 환경에서 상호작용을 하고 있는 것이다.

가상현실(Virtual Reality)은 가상의 사이버공간(cyberspace)에서 체험하는 현실을 가리키며 사이버공간을 가상공간(virtual space)이라고 부른다. 다시 말해서 사이버공간이란 컴퓨터 테크놀로지와 연관된 사람들이 서로 의사소통하는 상징적인 공간이다. 이때 상징적인 공간은, 우리가 사는 물리적인 공간은 아니며 어떤 의미에서의 가상현실이 실현되는 공간을 가상공간이라고 할 수 있다. 그렇지만 모든 가상현실을 체험하는 상징적인 공간이 바로 사이버 공간같지는 않다. 흔히 사이버 공간은 컴퓨터를 매개로 만들어진 환경이며 가상현실은 컴퓨터를 매개로 하지 않아도 구축될 수 있기 때문이다. 물론 오늘날의 가상현실이 등장하게 된 것은 컴퓨터를 매개로 하는 사이버공간에서의 경험을 할 수 있기 때문이다. 가상현실을 기술이라는 의

미보다는 우리에게 실제 현실의 경험과 유사하거나 혹은 새로운 환경에서 몰입을 제공할 수 있는 것으로 이해 할 수 있다. 기술적으로 가상현실이 완벽한 현실을 제공하는 수준에 도달하는 것은 가상현실이 궁극적으로 지향하는 목표이다.



이렇게 다양한 방식으로 개발된 VR은 어떠한 기기를 통해 경험하는지에 따라서 분류한다. VR의 초기 버전으로 많이 개발되었던 데스크톱VR은 입체적인 3차원의 이미지를 컴퓨터를 통해 보면서, 학습자가 마우스, 조이스틱, 혹은 데이터글로브와 같은 VR 주변기기를 사용하여 그래픽과 상호작용 할 수 있도록 만든 형태이다.



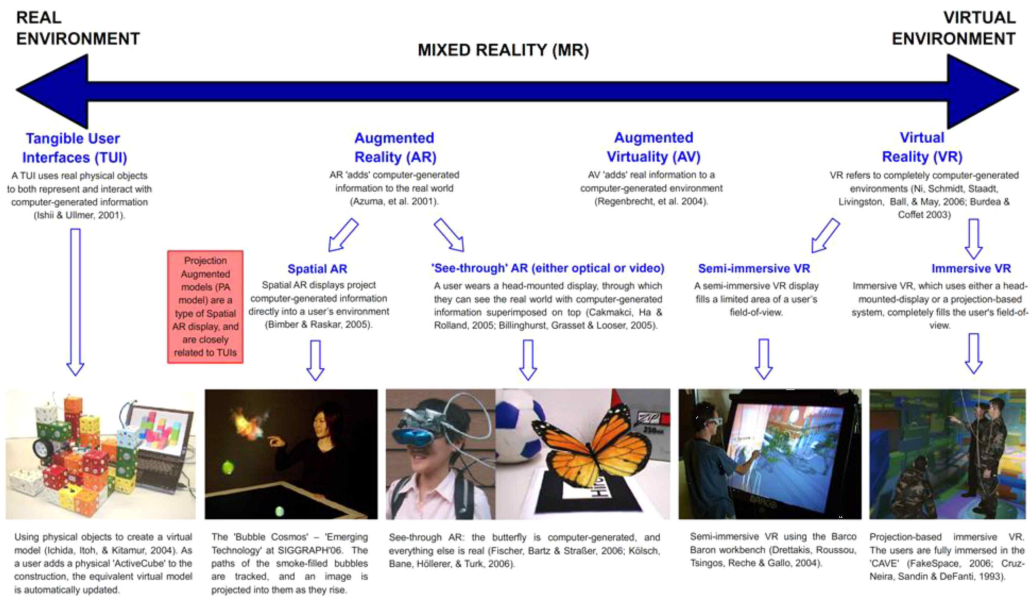
VR CAVE는 작은 방 안의 벽 앞쪽과 양 옆에 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 영상을 프로젝션을 통해 투영하여 학습자가 방 중간에서 VR 속에 포함된 것과 같은 실감성을 느낄 수 있도록 해준다. 특히, 여러 사람이 함께 같은 가상의 공간을 경험할 수 있다는 장점과 움직임의 동작 감지 센서를 활용한 혼합현실의 제공에도 용이하다.



마지막으로 머리에 기기를 장착하고 VR을 좀 더 실감있게 체험할 수 있도록 해주는 HMD(head-mounted display)를 시용하는 실감형 VR이 있다. 사용자의 머리 움직임에 따라 보여지는 화면이 함께 움직임으로써, 사용자의 1 인칭 관점에서 VR을 체험할 수 있다는 장점이 있다.

2.2.2 AR(증강현실)

AR은 Augmented Reality(증강현실)의 약자이다. ‘증강현실’이란 용어는 1992년 톰 코델(Tom Caudell)에 의해 처음 사용되었으며, 실세계의 사물 영상 위에 가상으로 만들어진 영상 객체를 보여주는 방식이었다. 초기에는 증강현실의 범주에 대한 찬반 논란이 있었는데, 그 이유는 가상현실 개념과 유사하기 때문이었다. 1994년 폴 밀그램(Paul Milgram)이 증강현실에 대해 현실(reality)과 가상(virtuality) 사이의 연속체계(continuum)로 정의하였고, 이때부터 가상현실로부터 독립적인 별도의 분야로서 인식되기 시작하였다. 가상현실에서 보여지는 모든 영상이 가상으로 제작된 것에 비해 증강현실은 실세계의 객체에 가상 객체로 구현된 관련 정보를 합성하여 증강된 정보 서비스를 추가하는 개념이다. 사용자가 보고 있는 실제 세계영상에 가상의 영상을 혼합하여 제시하고 사용자가 가상객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용 할 수 있도록 하는 메타버스의 한 유형이다.



여기서 ‘증강’이란 부가적인 정보를 추가 혹은 보강한다는 의미로 사용된다. 이러한 증강현실은 가상현실과 달리 현실세계를 바탕으로 부가적인 가상 정보를 제공하기에 보다 저렴한 비용으로 구현이 가능하다. 강현실은 1960년대 중반부터 시작된 기술이지만 그동안은 고정 단말 상에서만 구현이 가능하여 확산이 더디었는데, 2010년 이후로 스마트폰 보급이 확산되고, 이동통신 속도가 빨라지면서 증강현실은 빠르게 확산되고 있다. 016~2017년에 전 세계적으로 유행했던 ‘포켓몬 고’는, 스마트폰 앱을 다운로드 받아 실행하는 모바일 게임이었다. 앱을 동작시키고 이곳저곳을 돌아다니면 화면에 가상의 포켓몬 객체들이 등장하였고, 사용자가 화면을 조작하여 몬스터 볼을 던져서 포켓몬을 잡는 단순한 게임이었으나, 캐릭터에 대한 인지도에 AR 기술을 적절하게 결합시켜서 일반인들의 관심과 흥행 수익이라는 두 마리 토끼를 모두 잡았고, 증강현실의 비즈니스 가능성을 널리 인지시켜 준 계기가 되었다. 카메라를 통해 실제 우리가 살고있는 현실을 보여주지만, 동시에 가상세계에 존재하는 포켓몬이 마치 실제로 돌아다니는 듯한 착각을 준다. 실제 현실에는 이런 것들이 존재하지 않지만, 가상의 오브젝트를 이용해 현실 세계를 ‘확장’한 것이다. 가상현실이 ‘현실과는 근본적으로 분리되어 있다’는 것을 생각할 필요가 있다. 구글은 구글 글래스를 선보여서 큰 주목을 받기도 하였다. 글래스에 내장되어 있는 소형 마이크에 “오케이 글래스”라는 음성 명령을 내리면 검색, 길 정보 안내서비스를 제공해 주는 구글 글래스 역시 큰 센세이션을 일으켰으나 사생활 보호 문제와 엮이면서 제대로 상용화되지 못하였다. 기술적으로 훨씬 앞섰던 구글 글래스보다 단순하나 흥행과 매출에 모두 성공한 포켓몬 고는 증강현실의 비즈니스적인 활용에 대한 좋은 가이드를 제공하였다.



1997년에 Ronald Azuma는 증강현실 개념으로써 다음과 같이 3가지 특징을 정의하였다. 즉, ① 현실과 가상의 결합, ② 실시간 동작 및 상호작용, ③ 현실 세계와의 3차원적인 정합을 특징으로 정의하였으며, 다음은 가상현실과 증강현실의 차이점을 비교한 것이다.

구분	가상현실	증강현실
가상 객체 기여도	자신, 배경, 환경이 모두 현실이 아닌 가상객체의 영상 이미지를 사용	현실세계의 객체(이미지, 배경)에 3차원 가상 객체 이미지를 얹어 연결된 영상으로 표현
주요 목표	현실과 단절된 가상세계에서의 몰입과 상호작용을 강조	현실과 유기적으로 결합된 "확장세계에서의 지능적 증강과 직접적 상호작용"을 강조
주요 문제점	현실세계 객체와 차이가 나지 않도록 가상세계의 객체를 최대한 현실감 있게 구현해야 하는 기술적 어려움	사용자 이동과 주변환경 변화에 실시간으로 대응하여 부가적인 가상세계의 정보와 콘텐츠 간의 싱크를 맞춰 제공

증강현실이란 현실세계에 컴퓨터 그래픽으로 구성된 가상 세계에 존재하는 시각정보인 이미지와 텍스트 등의 객체를 혼합하여 보여줌으로써 사용자에게 가상의 객체가 마치 현실세계에 존재하듯 지각하게 하는 실감 영상 미디어임과 동시에 사용자의 행위에 실시간으로 반응하여 가상의 객체의 조작이 가능한 컴퓨터와 인간의 상호작용을 매개하는 인터랙티브 미디어이다. 증강현실은 사용자의 눈으로 보는 현실세계와 가상 물체를 겹쳐서 보여주는 기술이다. 현실세계에서는 실시간으로 부가정보를 가상세계와 합쳐서 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(Mixed Reality, MR)이라 한다. 현실세계를 가상세계로 보완해주는 개념으로 컴퓨터 그래픽으로 만든 가상의 환경을 사용하지만 주역은 현실 환경이 된다. ●여기서 컴퓨터 그래픽은 실시간으로 현실 환경에 필요한 정보를 추가적으로 제공하는 역할을 한다. 실제 환

경과 가상의 객체를 혼합하기 때문에 사용자는 실제 환경에서 보다 더욱 실감나는 부가정보를 제공 받을 수 있다.

가상현실이 컴퓨터의 디지털 세계에서 구축된 가상의 공간속에서 사용자가 몰입할 수 있도록 최대한 현실세계와 차별 없는 뛰어난 그래픽 기술을 지향하는 반면 증강현실은 실세계의 정보를 유지하면서 실세계의 정보와 가상객체사이의 유기적인 상호작용을 통해 더해 사용자의 실재감 향상을 지향한다는 점에서 차이가 있다. 외부의 감각정보를 통해 사용자에게 세계를 인식하도록 하는 영상 미디어의 관점에서 세계를 구성하는 시각적 요소인 공간과 시간의 변화에 따른 객체의 변화를 표현하는데 있어 증강된 가상의 객체는 실제 공간에 투영되어 위치에 표출되고 표현된다. 따라서 증강현실은 의도된 공간과 시간으로 가상의 객체를 재구성하여 표현할수 있는 실제적 표현매체라 할 수 있다. 즉, 가상현실이 컴퓨터로 어떤 특정한 환경이나 상황을 구축하여, 사용자로 하여금 실제 주변 상황·환경과 상호작용을 하고 있는 것처럼 몰입하게 하는 기술인 반면, 증강현실은 사용자의 실제 환경에 3차원의 가상물체를 겹쳐 보여줌으로써 사용자가 가상의 세계로 가는 것이 아니라 현실세계 속에 가상의 무엇인가가 보이도록 하는 현실감을 향상시키는 기술이며, 사용자가 가지고 있는 기존의 실제 환경에 관한 정보를 유지한다는 점에서 증강현실 기술은 실제 환경을 컴퓨터가 생성한 환경으로 완전히 대체하는 가상현실 기술과 차이점을 지닌다.

2.2.3 MR(혼합현실)

MR은 Mixed Reality(혼합 현실)의 약자로, VR과 AR의 장점을 섞어놓은 것이다. 앞서 설명한 VR과 AR은 장단점이 있다. VR은 몰입감이 높은 대신 현실과 단절된다는 특징이 있다. AR은 현실에 가상정보를 입혀서 보다 현실감 있는 체험을 가능하게 해주지만, 체험할 수 있는 화면이 한정되어 있기 때문에 상대적으로 몰입감이 떨어진다는 특징이 있다. 즉, VR의 장점인 ‘높은 몰입감’과, AR의 장점인 ‘보다 현실에 가까운 체험’을 합친 것이다.

좋은 예로 마이크로소프트의 홀로렌즈가 있다. 어떤 관점에서 보면 AR이라고 할 수도 있지만, AR보다는 훨씬 더 광범위하고 몰입감 있는 가상 세계를 제공한다. 그러면서 현실세계와 단절되지도 않았기 때문에 VR보다는 훨씬 더 현실적인 체험을 가능하게 해준다. 단순히 휴대폰 화면을 통해서만 체험할 수 있는 포켓몬GO와의 차이를 생각해보면 납득이 쉬울 것 같다. ‘매직리프’사가 시연한 체육관에서 튀어나오는 고래 영상도 MR의 사례로 유명하다. 현실세계를 배경으로 일어나는 일이지만, 가상세계인지 현실세계인지 구분할 수 없을 정도의 몰입도 높은 리얼한 가상 체험. 이것이 MR이다.

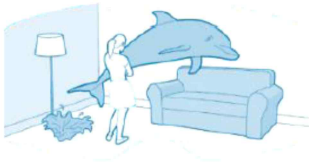


증강현실과 달리 혼합현실(Mixed Reality: MR)은 가상현실의 확장된 개념으로서 현실세계와 컴퓨터가 가상세계에 동시에 같이 존재하여 사용자가 현실세계 위에 가상세계의 이미지를 겹쳐서 바라보는 것을 의미한다. 오늘날 모바일의 환경은 단말

기를 통해 현실세계와 연동되어 컴퓨터가 생성한 이미지와 정보를 활용 가능하도록 구현하였고, 현실세계와 가상세계가 보이지 않는 인터페이스를 통해 통합된 형태로 다가오는 것이다. 혼합현실은 완전한 가상현실과 증강현실 기술로 구현하기 위한 과도기적 단계로서 아래의 표와 같이 위치하게 된다.

센서기반 증강현실	비전기반 증강현실	혼합형 증강현실
GPS, Accelerometer	Computer Vision	OpenGL Vision + Sensor
개발이 용이	몰입감 증대	센서와 비전의 장점을 혼합
실내 동작의 어려움	자체기술 개발의 어려움, 콘텐츠 부족	개발의 어려움, 콘텐츠 부족

혼합현실(MR)역시, 가상현실에서 분리되어 나온 개념으로써 현실세계에 가상 객체들을 섞고 결합시켜서 보여주는 면에서 증강현실과 유사한 점이 있다. 그러나 증강현실에서는 현실 객체와 가상 객체의 구별이 뚜렷하고 현실 객체를 보완하는 형태로 가상 객체를 사용하는 것에 비해 혼합현실에서는 가상 객체가 현실 객체와 동등한 성격으로 등장하고, 독립적인 형태로 운영되며 마치 가상 현실과 같이 몰입감 있게 보여진다는 점에서 증강현실과 확연히 구별이 된다.

가상현실 (VR)	증강현실 (AR)	혼합현실 (XR)
		
3D 몰입 입체영상	현실세계에 디지털 콘텐츠 추가	가상 객체와 현실 세계와의 통합

혼합현실에서는 사용자가 실시간으로 가상 객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용할 수가 있어서 원거리 견본 주택 탐방, 훈련/시뮬레이션, 효과적인 시청각 교육 등 다방면으로 활용되고 있다.

2.2.4 XR 관련기술

기술 구분	요소 기술	요소 기술 설명
HW 기술	입력 인터페이스	●사용자 동작을 인식하여 의도를 전달하기 위한 제스처 동작 인식 기술 ●음성으로 사용자의 의도를 전달하는 음성인식 기술 ●몰입감 향상을 위해 주변 환경을 자율적이고 지능적으로 인식하는 상황인식 기술
	출력 인터페이스	●가상/증강현실의 가상 객체 및 배경을 출력하는 디스플레이 장치 ●임장감(Presence)과 몰입감(Immersion)을 위해 해상도 및 밝기가 중요
	컴퓨팅장치	●HMD(Head-Mount Display), GPU, 디스플레이, 자이로센서, 가속센서
SW 기술	추적 및 정합 기술	●센서기반 추적 기술: GPS, 디지털 나침반, 가속도 센서, 자이로 센서 등을 이용하여 사물의 위치와 움직임, 속도, 방향 등을 정밀하게 추적 ●비전 기반 추적 기술: 마커 기반 방식과 비마커 기반 방식, 사물 인식/이미지 매칭 기반 방식으로 구분 ●하이브리드 추적 기술: 센서 기반과 비전 기반 추적 기술을 복합적으로 사용하는 방식을 통칭
	음성인식 기술	●패턴인식에서 파생된 자동음성인식(ASR)이 핵심기술 ●인공지능을 활용하는 자연어처리(NLP) ●네트워크 고도화/클라우드 발전으로 데이터 마이닝/빅데이터 운용 용이 ●자동음성인식 기술의 정확도 향상
	상호작용 및 사용자 인터페이스	●제스처 기반 방식: 터치스크린 및 가속도 센서 등을 이용하여 다양한 제스처에 의한 상호작용을 가능하도록 하는 방식 ●촉각형 AR: 실제로 물건을 만지고 느끼고 잡고 옮기는 등의 행

	기술	위를 통해 상호작용을 하는 방식으로 현실 공간과 가상공간 사이에 벽이 없이 상호 연결이 되는 몰입감을 제공 가능 ●협력형 AR은 다수의 사용자와 지속적으로 상호작용을 하는 방식이며, 하이브리드 AR 인터페이스는 다수의 상호작용 인터페이스가 복합적으로 결합된 형태이다
	위치기반 서비스기술	●사용자 및 현실 세계 객체의 위치를 확인하는 기술. 보다 정밀한 위치 정보 획득이 중요한데, GPS 인공위성 이용, 이동통신 환경 이용, WiFi나 블루투스 등 같이 근거리 무선통신 기술을 이용하는 방법 등이 있다 ●Wi-Fi WLAN은 2~5m, Bluetooth는 1~10m, RFID는 20m, UWB는 30cm, 적외선 IR은 10~30cm, IrDA는 1~3m 정도의 위치 정확도를 갖는다
	지능형 검색 기술	●사용자 상황에 맞고 이미지/위치/영상/사운드 등을 검색 조건으로 하는 새롭고 진화된 검색 인터페이스 ●스마트폰 카메라로 입력되는 실세계 정보가 검색 조건으로 전송되고, 검색 결과를 처리한 정보들이 부가 정보로 합성되어 나타나는 증강현실 기반의 검색 기술들도 등장하고 있다

2.3 메타버스의 이해

2.3.1 메타버스의 도래

젠슨 황 (NVIDIA 대표) 은 2020 개발자 회의에서 ‘메타버스가 오고 있다.’고 언급하며, 가상환경에서도 현실의 물리 법칙 구현이 가능한 협업 플랫폼 ‘옴니버스’를 발표했다. 그리고 여러 선두 기업 및 언론에서 메타버스의 대두에 대해 다음과 같이 언급하고, 2021년 이후 디지털 빅뱅의 버즈워드로 자리매김하고 있다.

기관	일시	언급 내용
The Economist	2020년 10월	메타버스의 시대가 오고 있다(Metaverse is coming)
NVIDIA	2020년 10월	메타버스가 인터넷의 뒤를 잇는 가상현실 공간이 될 것 (젠슨황)
EPIC	2020년 10월	메타버스는 인터넷(Web)의 다음 버전 (탐스위니)
WIRED	2021년 1월	우리의 핵심 Social Hub가 될 메타버스가 오고 있다
facebook	2019년 10월	가상현실 Horizon 안에 일단 1,000만 명을 모으겠다 (마크저커버그)

2.3.2 메타버스의 개념

메타버스란 가상·초월을 뜻하는 ‘메타(meta)’와 세계·우주를 뜻하는 ‘유니버스(universe)’의 합성어로, 쉽게 말해 3차원 가상 세계로, 넓은 의미로는 정치·경제·사회·문화 전반에서 현실과 비현실이 모두 공존할 수 있는 가상 세계를 말한다.

Meta + Universe

메타버스는 가상적으로 향상된 물리적 현실과 물리적으로 영구적인 가상공간이 융합(ASF, 「Metaverse Roadmap」, 2007)하고, 가상과 현실이 상호작용하며 공진화하고 그 속에서 사회·경제·문화 활동이 이루어지면서 가치를 창출하는 세상(소프트웨어정책연구소, 2021 ICT 산업전망 Conference, 2020)이다.

메타버스는 현실에서 불가능한 세계에 도달하게 해주고, 직접 세계를 창조하는 자유를 주기도 했으며, 새로운 방식으로 사람과의 커뮤니티를 형성하며 관계를 연결시켜주었고, 궁극적으로 내가 그곳에 존재하고 있다는 실재감(Presence)을 느끼게 해주면서, 새로운 형태의 문화이자 매체 혹은 그것을 초월하는 새로운 우주로 진화하고 있다. 이를 통해 물리적 현실 공간과 가상 공간이 연결되면서 이분법과 원근법이 사라지는 세계가 만들어지고, 다원성과 다관점을 선택 가능하게 해주며, 사용주체에 대한 새로운 창조를 가능하게 만들어 줄 것이다.

메타버스라는 가상세계의 문화는 커뮤니티 문화로 그 구심점이 세계관이다. 기승전결과 선형적 구조의 스토리가 아니라 복합적인 세계관으로 매력적인 스토리를 만들어 낸다. 결국, 단순한 구조가 다양한 사용자의 스토리를 생성한다. 서비스의 구조가 복잡하면 오히려 사용자의 스토리는 제한된다는 점을 명심할 필요가 있다.

2.3.3 메타버스의 유형

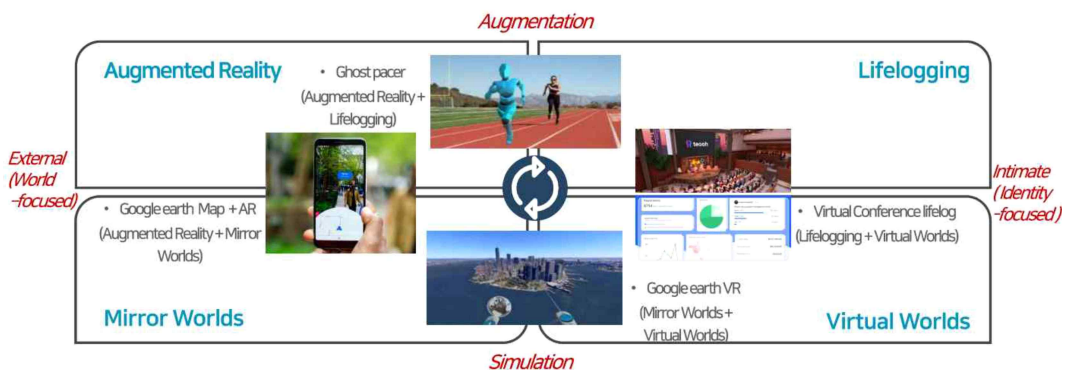
2007년 미국의 기술 연구단체 ASF(Acceleration Studies Foundation)는 「메타버스 로드맵」을 통해 현실 세계와 가상세계가 융합되는 현상으로 보고, 이전의 가상세계에서 좀 더 진보된 개념으로 메타버스를 정의하였다. ASF는 메타버스의 유형을 증강(Augmentation)과 시뮬레이션(Simulation) 축, 외적(External)과 내적(Intimate) 요소의 축을 바탕으로 증강현실(Augmented Reality), 라이프 로깅(Life logging), 거울 세계(Mirror Worlds), 가상세계(Virtual Worlds) 등 4가지 범주로 분류하였다.



증강현실은 이용자의 일상적인 물리적 환경 위에 네트워크화된 정보를 추가하는 인터페이스와 시스템의 사용을 통해 현실 세계를 확장하는 기술로서 대표적인 예로 게임 “포켓몬고”를 들 수 있다.

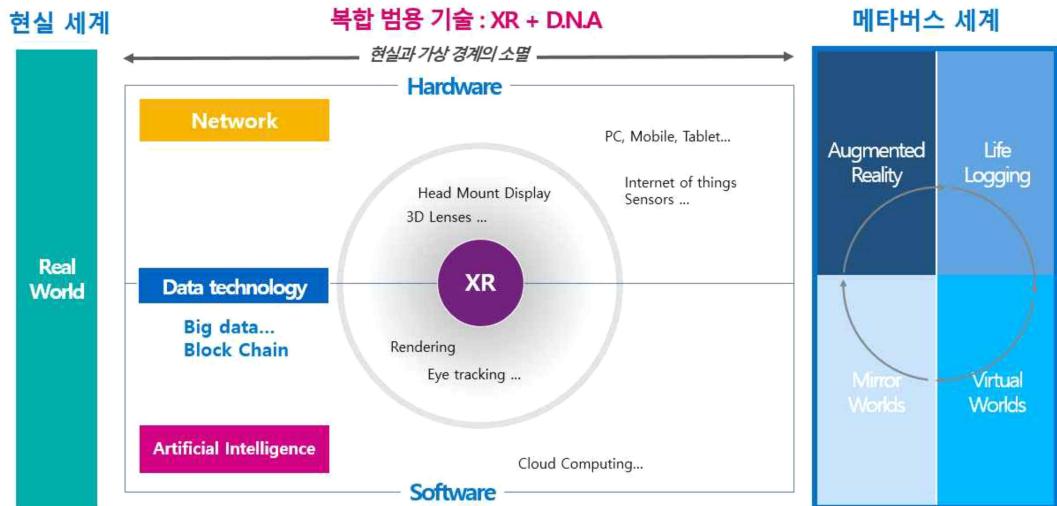
라이프 로깅은 디지털 기술을 활용해 사물과 사람에 대한 일상적인 경험과 정보를 캡처, 저장하고 묘사하는 것을 말하는데 페이스북과 같은 SNS가 대표적이다. 거울 세계는 구글 어스(Google Earth)와 같이 현실 세계를 그대로 복사하듯이 만들어낸 것을 말하며, 가상세계는 컴퓨터 기반의 3D로 구현된 가상공간에서 이용자 간, 이용자와 가상 객체 간의 상호작용이 가능한 시뮬레이션 환경을 뜻한다.

현재 메타버스는 유형별로 분리되기보다는 증강현실, 라이프 로깅, 미러 월드, 가상 세계가 융합되어 유형 간 경계가 허물어지는 경향을 보인다.

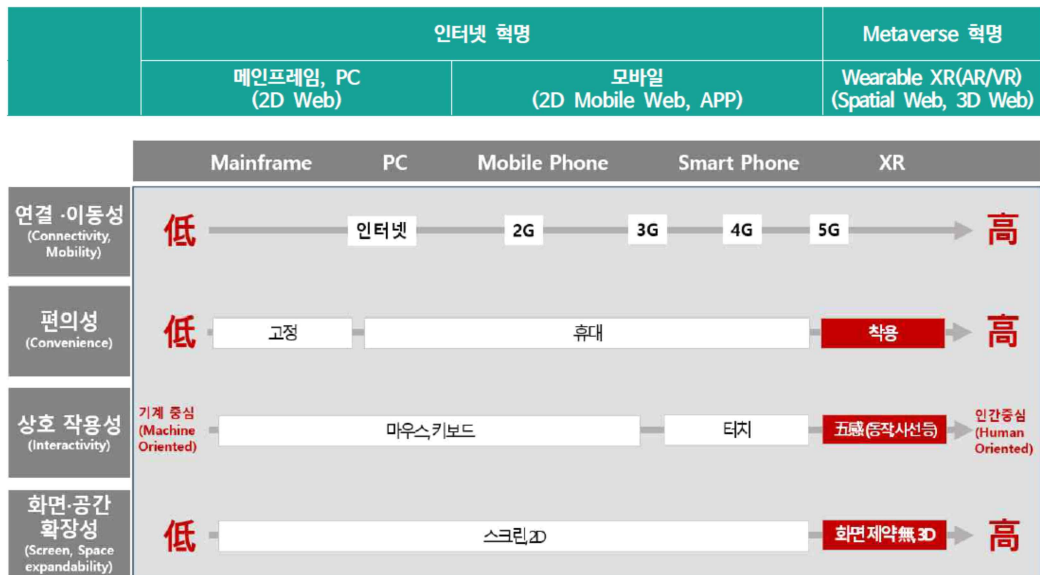


메타버스에서는 확장현실(XR)과 DNA(Data, Network, A.I)기술이 결합되어 디지

텔 혁명이라 말할 수 있는 상황을 만들어 내고 있다.

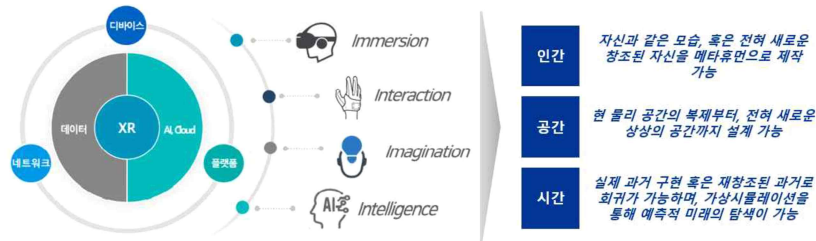


이러한 메타버스의 기술 동향은 갑자기 도래한 것이 아니며, 인터넷과 제반 범용 기술의 조합으로 이루어진 제2의 인터넷 혁명으로 말하는 사람도 있다.



2.3.4 메타버스의 경험

메타버스 시대에는 복합 범용기술로 차별화된 경험 가치 즉, 4I(Immersion, Interaction, Imagination, Intelligence)를 전달 가능하고 이로 인해 시·공간을 초월한 새로운 경험 설계가 가능하다.



미디어가 인간의 확장이라고 말한 맥루헌의 말을 감안할 때, 새로운 메타버스의 기술은 인간, 공간, 시간의 확장을 이루고 있다.

3. XR 콘텐츠의 종류 및 관련 기술

3.1 XR 콘텐츠

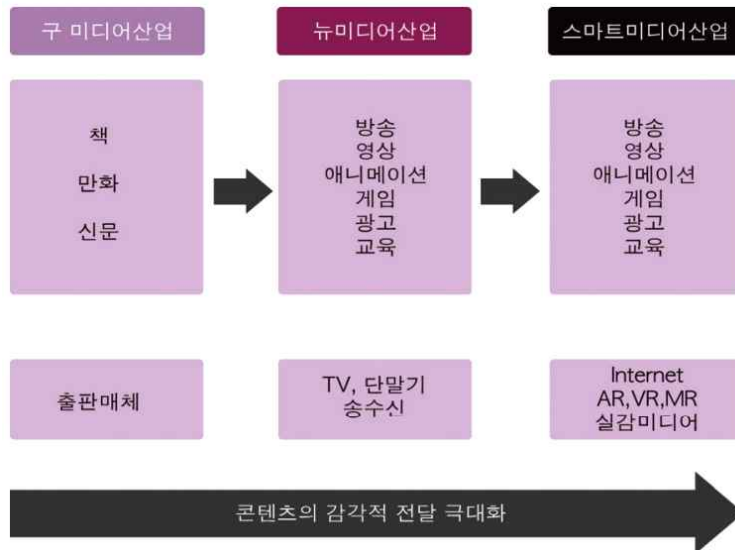
3.2 XR 관련 기술

3.3 XR 기술의 지향점

3.1 XR 콘텐츠

3.1.1 XR 콘텐츠의 종류

현대의 미디어 콘텐츠 형태는 과거의 공급자 중심의 콘텐츠 제공 환경에서 개개인의 취향과 성향을 중시하여 개인 맞춤 편의 콘텐츠를 중시하는 미디어 콘텐츠 환경으로 급속히 변화하고 있다. 언택트 시대를 맞이한 현대인들에게 미디어를 통한 콘텐츠의 중요성은 한 층 더 높아질 것으로 예상된다. 따라서 사용자들은 과거의 단순한 미디어 콘텐츠에서 초고화질, 몰입형, 실감형 콘텐츠를 통해 직관적인 경험을 하길 바라는 욕구가 증대되고 있으며, 인쇄매체나 TV를 통하여 일방적으로 전달받는 정보 이상의 다중 경험을 원하게 되었는데 실감미디어 콘텐츠는 그에 가장 부합하는 미디어 콘텐츠의 형태로 현재 주목받고 있다. 실감미디어 콘텐츠는 가상의 환경에서 공간과 시간의 제약을 뛰어넘어 실재감과 몰입감을 제공할 수 있는 다양한 형태의 미디어 콘텐츠이다.



<그림 27> 실감미디어 콘텐츠 산업의 발전

즉 실감미디어 콘텐츠는 몰입감을 극대화하여 다양한 기술과의 융합으로 사용자들이 원하는 경험을 제공하여 미디어 콘텐츠의 사용 경험의 질을 높여줄 수 있을 뿐만 아니라, 사용자들에게 개인 맞춤 콘텐츠를 제공할 수 있는 미디어 콘텐츠 환경을 제공해 줄 수 있다. 실감미디어 콘텐츠는 기존의 미디어 콘텐츠들보다 월등히 높은 표현력과 선명함, 현실감을 제공하여 방송, 영화, 게임 등 엔터테인먼트 콘텐츠 분야에 블루오션으로 떠오르고 있다.

실감미디어 콘텐츠는 디지털 트랜스포메이션 시대에 사용자들에게 그들이 원하는 맞춤형 콘텐츠를 시간과 공간의 제약 없이 제공할 수 있으며, 그들이 실제로 느낄 수 있을 법한 현장의 생생함을 경험할 수 있도록 해준다. 또한, 언택트 디지털 경제의 가속화로 실감미디어 콘텐츠에 대한 관심이 높아졌고, 사용자의 경험에 의한 욕구와 몰입 특성을 고려하여 실감미디어 콘텐츠 디자인의 효율적인 사용과 경험 만족도를 이끌어 내야 한다.

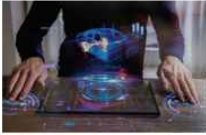
실감미디어 콘텐츠는 실재감, 상호작용성, 몰입감의 세 가지 특성을 갖고 있다.

특 성	내 용
실재감 (Presence)	현실의 물리적 공간과 가상의 3D 공간이 동시에 존재하기 때문에 가상의 공간을 통한 실재감을 보다 현실적이게 느낄 수 있다.
상호작용성 (Interactivity)	사용자들이 직관적으로 직접 소통을 하거나 인터페이스를 통해 간접적으로 실시간 소통이 가능하다.
몰입감 (Immersive)	가상의 3D 영상을 현실의 물리적 공간과 동시에 구현하는 실재감 높은 방식과 상호작용을 통해 이루어진다.

<그림 28> 실감콘텐츠의 특성

첫째, 실재감은 현실에서의 물리적 공간과 가상의 입체공간이 동시에 존재할 수 있다. 이는 현실에서의 물리적 공간을 통하여 실재감이 높아질 수 있는 특징을 갖게

되며 **둘째**, 상호작용성은 사용자가 직, 간접적으로 소통할 수 있는 특성을 갖고 있으며, **셋째**, 몰입감은 실제감의 가상의 입체공간이 현실의 물리적 공간과 동시에 존재하기 때문에 상호작용을 통하여 보다 높은 몰입감을 느낄 수 있다는 특징을 갖는다.

기술	특 성
확장현실 (XR)	 현실공간을 새로운 공간으로 대체하거나 현실의 물리적 공간에 가상의 정보를 겹쳐서 보여주는 기술
오감기술	 3D 입체영상에 인간의 오감을 체험할 수 있도록 물리적인 효과를 추가하는 기술
동적기술	 사용자가 3차원 공간에 있는 것 같은 사실감과 생동감을 느낄 수 있는 입체영상기술
다중 사용자 환경 기술	 물리적으로 떨어져있는 사용자들이 동시에 다른 참여자들과 온라인 환경에서 상호작용 하는 기술

<그림 29> VR/AR의 4가지 핵심 기술
 실감미디어 콘텐츠는 현재는 가상/증강현실, 시각기술, 정적 기술, 단일 사용자 기술로 융합되어 사용되어 지고 있으나 향후 몰입기술 시장의 4가지 핵심 기술(확장현실, 오감기술, 동적기술, 다중사용자 환경기술)로의 발전을 기대하고 있

다. 실감미디어는 다양한 미디어를 기반으로 실감효과와 동기화되어 재현되기 때문에 기존의 3D입체영상, 가상현실(Virtual Reality: VR), 증강현실(Augmented Reality: AR), 홀로그램(Hologram) 등의 콘텐츠뿐만 아니라 컴퓨터 그래픽스, 디스플레이, 게임 산업과 융합되어 새로운 형태의 실감미디어를 만들어 낼 수 있다.

분류	특징
가상현실 (Virtual Reality)	HMD(Head Mount Display)등의 기기로 구현된 3차원의 가상세계를 통해 실제와 같은 경험을 제공 하는 기술
증강현실 (Augment Reality)	실제 현실에 3차원 가상 이미지를 겹쳐 보이게 하는 기술
인터랙티브 미디어 (Interactive Media)	사용자의 음성이나 동작에 반응하는 디지털 매체 사용자가 참여자 역할이 되어 매체의 반응으로 흥미 유발 및 몰입 효과 제공
미디어 파사드 (Media Facade)	'파사드(Facade)'와 '미디어(Media)'의 합성어로 건물 외벽 등에 LED 조명을 설치, 미디어 기능을 구현하며 디지털 사인리지(Digital Signage)의 한 형태
프로젝션 매핑 (Projection Mapping)	대상물의 표면에 빛으로 구성된 영상을 투사해 변화를 주어 현실에 존재하는 대상이 다른 성격을 가진 것처럼 보이도록 하는 기술
홀로그램 (Hologram)	두 개의 레이저 광이 만나 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 3차원 입체 정보를 기록 및 재생하는 기술

<그림 30> 실감콘텐츠의 분류 및 특징

실감미디어 최신 경향은 디지털 콘텐츠 분야로서 이와 관련하여 3D입체영상과 실감효과를 결합한 4D체험 콘텐츠가 실감미디어의 대표적인 산업군으로 자리매김하고 있고, Oculus의 등장과 함께 급부상한 가상현실 분야의 360° VR 콘텐츠와 증강현실 분야의 AR 콘텐츠 그리고 홀로그램 콘텐츠와 실감효과가 결합한 인터랙티브 실감콘텐츠 등이 존재한다.

3.2 XR 관련 기술

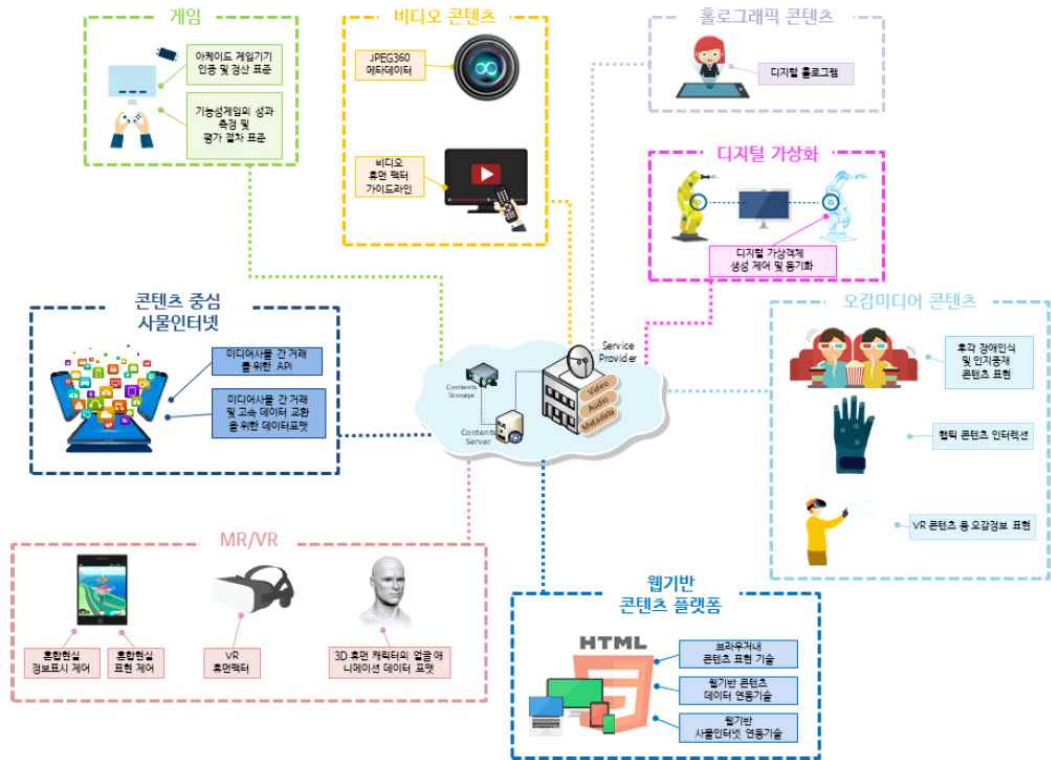
3.2.1 기술개요

실감형콘텐츠 기술은 주거, 여가, 이동, 교육, 경제 활동 등 생활 전반에서 소비자의 필요와 선호에 따라 고품질의 정보를 실감할 수 있는 방식으로 제공하기 위한 기술이다.

- **(비디오 콘텐츠)** 실사 기반의 시각 정보를 이용하여 소비자에게 다양한 관점에서의 영상 정보를 제공하기 위한 기술
- **(MR/VR)** 시간과 공간의 측면에서 현재 또는 실체가 아닌 가상의 객체와 장면을 콘텐츠로 제공하는 가상현실(VR, Virtual Reality)기술과, 현실과 가상을 적절하게 혼합하여 제공하는 혼합현실(MR, Mixed Reality) 기술
- **(오감미디어 콘텐츠)** 소비자에게 가시적인 형태로 제공되는 정보의 실감성을 향상시키기 위하여 시청각 외에 촉각, 후각 등 다양한 추가적인 감각을 자극하는 형태의 콘텐츠 제공기술
- **(홀로그래픽 콘텐츠)** 광학기술을 기반으로 소비자에게 모든 시점에서 접근이 가능한 3차원 가상정보 제공 기술
- **(콘텐츠 중심 사물인터넷)** 분산되어 있는 다수의 실감영상 및 소리 소스로부터 영상 및 오디오 정보를 취득하고 이를 지능적으로 처리하여 실감미디어로 재현함으로써 부가가치가 향상된 미디어 서비스를 제공하는 기술
- **(웹 기반 콘텐츠 플랫폼)** 별도의 어플리케이션 설치 없이 웹 브라우저내에서 다양한 형태의 실감형 콘텐츠를 사용하기 위한 기술과 콘텐츠 내에서 발생하는 다양한 인터랙션 데이터와 외부 디바이스 연동을 웹 기반으로 제공하는 기술
- **(게임)** 일상에서 사용하는 스마트 디바이스와 웨어러블 디바이스들을 기반으로 소비자 간의 경쟁 또는 협업과 재미를 추구하고, 교육, 환경, 공공, 의료 등과 같은

부가적인 기능성을 제공하는 기술

- (디지털 가상화) 다수의 센서와 구동기들을 이용하여, 현실세계를 반영하고 동기화되는 가상세계의 구축과 운용의 기반을 제공하는 기술



<그림 31> 실감콘텐츠 기술 개요도

이러한 콘텐츠 시장은 5G가 등장하면서 실감콘텐츠 산업은 큰 탄력을 받아 향후에는 산업 생태계의 안정적인 구성과 산업의 성과 규모면에서도 기대 이상의 결과가 예측되는 상황이다. 초고속·초저지연 등의 특성을 가진 5G 통신망에 적합한 킬러콘텐츠로 VR·AR 등이 부상하고 있고 실감콘텐츠는 몰입감, 상호작용, 지능화 등 3I(Immersive, Interactive, Intelligent) 특징을 통해 높은 실재감과 몰입감을 제공하

면서 경험 영역을 확장할 수 있도록 한다.



<그림 32> 5G 네트워크 요구사항을 갖는 기술 분야

실감콘텐츠는 360도 전면에서 볼 수 있는 영상 이미지, 입체 사운드, 동작 인식 등의 데이터를 포함하기 때문에 매우 큰 용량이 소요된다. 에릭슨에 따르면 25Mbps 크기의 실감콘텐츠를 소비할 경우 시간당 12GB의 트래픽을 발생시키며, 이는 15Mbps 크기의 스트리밍 스포츠를 멀티뷰로 보는 경우 시간당 7GB의 트래픽을 발생시키는 것과 비교해 큰 대역폭을 요구한다는 것을 알 수 있다. 실감콘텐츠의 품질에 큰 영향을 미치는 또 다른 요소는 지연시간이다. 실감콘텐츠는 즉각적 응답과 반응을 지원하는 초저지연 기술이 필요하며 5G가 이러한 요구를 충족시킬 것으로 기대된다. 이용자들은 고개를 돌리는 방향에 따라 360도에 이르는 모든 시야를

볼 수 있다. 시야 이동에 따른 시각 반응이 7ms 이하이고 VR 화면처리에 필요한 시간을 고려 시 부드러운 화면 이동을 위해서는 1ms 수준의 지연시간이 요구되고, 4G 네트워크에서 10~50ms 수준으로 구현되는 지연시간이 5G에서 1~4ms 이내로 크게 단축될 경우 고품질의 실감콘텐츠 구현에 큰 도움이 될 것이라고 평가되고 있다.

특징		4G(LTE)	5G(IMT-2020*)	기대 효과
초고속	최고속도	1Gbps	x 20 20Gbps	더 큰 데이터를, 보다 빠르게 전송해 초고화질 영상, VR·AR과 같은 대용량 데이터 기반 콘텐츠 이용 활성화
	체감 속도	10Mbps	x 10 100Mbps	
초저지연	지연 속도	10ms	x 10 1ms(초저지연 우선) 4ms(속도 우선)	즉각적 응답과 반응이 필요한 원격의료, 자율주행차 등에 이용되어 지연이 없는 실시간 서비스 구현
	이동 속도	350km/h	x 1.5 500km/h	
초연결	접속 밀도	km ² 당 10만대	x 10 km ² 당 100만대	인터넷에 연결될 수 있는 단말과 센서의 수를 크게 증가시켜万物인터넷, 대규모 IoT(사물인터넷) 환경을 구현하고, 스마트홈, 스마트시티 기반 기술로도 이용
	에너지 효율	저효율	x 100 고효율 (4G 대비 100배)	

<그림 33> 5G의 3대 특징과 기대효과

5G는 대용량 데이터를 수용함으로써 실시간 홀로그램 구현을 가능하게 한다. 각설탕 한 개 크기인 홀로그램 1cm²를 생성하려면 1GB 수준의 데이터 용량이 요구되는데, 이는 1GB는 1024 MB이고 2 시간짜리 일반 동영상 파일이 대략 700MB임을 감안하면 홀로그램의 데이터양의 크기를 알 수 있다.²⁶⁾ 이와 같은 대용량의 홀

로그램은 4G LTE 네트워크 속도인 400~500Mbps로도 실시간 전송이나 저장이 어려웠으나, 5G는 최대 속도가 20Gbps를 제공하여 4G 대비 40~50배 향상된 속도와 100배 개선된 처리용량을 가능케 함으로써 홀로그램 전송에 적합하다고 볼 수 있다. 이와 같이 초고속·초저지연의 5G 네트워크는 VR·AR·MR, 그리고 홀로그램을 포함하는 실감콘텐츠를 성장시킬 수 있는 제반을 마련해주고 있다. 5G의 상용화로 인해 실감콘텐츠의 시장규모가 크게 성장할 것이라는 기대감은 정부의 『5G+ 전략』에서도 나타나고 있다. 5G와의 융합을 통해 2026년에는 실감콘텐츠의 세계시장 규모를 156조 원으로 전망하고 있고, 5대 5G+ 핵심서비스 중 첫 번째로 실감콘텐츠를 꼽았다. 5G 서비스의 시작으로 실감콘텐츠의 기술적 핵심 요건이 준비되었다고 볼 수 있다.

이와 같은 특성을 극대화하기 위한 실감콘텐츠 기술은 ICT 시장을 크게 변화시키고 새로운 시장을 창출할 수 있는 파괴적 기술(Destructive Technique)이자 경제전반의 혁신을 가속화시킬 수 있는 기술로 급부상하고 있다.

실감콘텐츠 기술은 세부적으로 아래 표와 같이 VR(Virtual Reality: 가상현실), AR(Augmented Reality: 증강현실), MR(Mixed Reality: 혼합현실)등으로도 구분이 가능하며 아래표와 같이 공통적인 핵심 기술로서의 구분도 가능하다. 이와 같은 분류들은 정부 기관 및 산업 분야에서 일반적으로 활용하고 있으며, ICT 생태계 측면에서 C(Contents)–P(Platform)–N(Network)–D(Device) 가치사슬을 통한 기술 분류체계 또한 가능하다.

기술 분야	정의	동향
VR (Virtual Reality: 가상현실)	현실과는 상반되는 100% 가상현실의 공간만 보여지는 것을 의미하며 실제와 같은 가상공간을 통해 몰입감을 극대화시킬 수 있음	가상현실은 현실과 유사한 가상세계를 제공하되 현실세계와는 완전히 차단되면서 외부 영향을 받지 않게 함. 이러한 경험을 통해 트라우마를 비롯하여 다양한 증상을 극복하고 완화시키는 디지털치료제로서 각광받고 있으며 기능성을 갖춘 콘텐츠로서 확장되고 있음
AR (Augmented Reality: 증강현실)	증강현실의 현실은 가상현실과 다르게 실제의 현실을 의미하며 투영된 현실 위에 부가정보가 겹쳐져 제공되는 형태를 의미함	2017년 출시된 포켓몬 GO의 공전의 히트 이후에 킬러 콘텐츠 부재로 어려움을 겪고 있지만 VR에 비해 대중화된 디바이스인 핸드폰이나 태블릿을 사용할 수 있다는 이점과 비교적 콘텐츠 제작이 용이한 이점으로 대중화에 있어서 VR에 비해 앞서가고 있음. 현재는 산업현장을 비롯하여 회의, 교육, 의료, 쇼핑 분야 등에서 폭 넓게 활용 중이며 조만간 가상현실 규모를 능가할 것으로 예측됨
MR (Mixed Reality: 혼합현실)	혼합현실에서 현실은 실제현실과 가상현실 모두를 의미함. AR이 현실에 부가정보를 보여주는 것이라면, MR은 현실공간에 가상의 물체를 배치하거나 현실의 물체를 인식하여 그 주변에 가상의 공간을 구성하는 것	MR은 VR, AR 콘텐츠와 기술의 특성을 모두 보여주고 있지만 VR, AR에 비해 콘텐츠적으로 정확하게 의미나 기술을 대표할 사례를 찾기가 쉽지는 않고 대부분 AR과 많이 혼용해서 사용하는 편이었음. 이후 마이크로소프트사의 홀로렌즈가 출시되면서 관련 기술과 콘텐츠 제작에도 활기를 띄기 시작하였음

<그림 34> VR, AR, MR 기술

3.2.2 XR 기술의 특성

가상현실(VR) 기술

가상현실(VR) 기술의 특성은 실제환경과 가상환경을 완벽하게 차단한 상태를 유지하여 몰입 환경을 제공하는 것과 가상환경을 실제와 같이 고품질로 생성하는 측면에 있으며 증강현실(AR) 기술은 실제 환경에 가상의 캐릭터나 객체를 정합시켜야 하는 문제로 위치기반의 트래킹 및 합성측면에 기술적 특성이 있다.

혼합현실(MR)은 가상현실과 증강현실기술 등이 혼합된 결과물로서, 증강현실처럼 실제환경과 가상 객체들의 위치적인 정합 측면뿐만 아니라 시각적인 정합측면을 고려하여 실재감과 몰입감을 높일 수 있는 기술적 특성을 갖고 있다.

VR, AR, MR의 공통적인 실감콘텐츠 기술은 아래표와 같이 크게 디스플레이, 트래킹, 렌더링, 인터랙션 및 사용자 인터페이스로 구분할 수 있다.

(디스플레이 기술) 가상현실 속 몰입 콘텐츠를 사용자가 감각적으로 경험할 수 있도록 제공하는 표시장치 기술

* 시야각, 해상도, 재생빈도(주사율)

(트래킹 기술) 몰입 콘텐츠에서 사용자의 생체데이터(머리, 손, 발, 몸, 눈동자 움직임, 생리 지표 등)를 실시간으로 추적하는 기술

* DoF(Degree of Freedom), 방식(센서, 비전 등)

(렌더링 기술) 표시장치에 보이는 몰입 콘텐츠를 고해상도/고화질로 구현하는데 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 기술

* 지연시간

(인터랙션 및 사용자 인터페이스 기술) 가상현실 속 몰입 콘텐츠를 지각, 인지, 조작, 입력할 수 있도록 돕는 상호작용 및 인터페이스 기술

* 사용자 반응 입력방식(디자인스, 음성, 동작 등)

핵심기술	정의	동향
디스플레이(Display)	HMD나 핸드폰 화면과 같이 VR·AR 콘텐츠에 있어서 사용자가 시각적으로 몰입할 수 있는 경험을 제공하는 기술	사용자의 몰입감을 높이기 위한 디스플레이의 핵심기술 요인으로 시야각, 해상도, 재생빈도 등이 있음
트래킹(Tracking)	콘텐츠에서 사용자의 동작과 같은 생체 데이터를 실시간으로 추적하는 기술	VR·AR분야에서 연구 개발된 트래킹 기술은 대부분 센서, 비전, 또는 이 둘을 융합한 하이브리드 추적 기술로 구성됨
렌더링(Rendering)	고화질의 3D콘텐츠를 구현하고 사실적인 처리를 위한 컴퓨터그래픽 소프트웨어 기술	사용자에게 VR·AR 콘텐츠를 실시간으로 제공하기 위한 기술로서 지연시간을 20ms 이하로 단축시키기 위한 연구 개발이 진행
인터랙션(Interaction), 사용자 인터페이스(User Interface)	컴퓨터와의 원활한 상호작용을 통해 콘텐츠를 인지, 조작, 그리고 정보 입력 등을 가능하게 하는 기술	키보드나 마우스와 같은 간접입력 장치를 사용하지 않고 음성이나 동작 등 자연스러운 사용자 조작환경인 NUI/X(Natural user Interface/Experience) 기술이 대두되고 있으며 직접적으로 사용자가 접하는 기술이므로 오감기술 등과 연계하여 실감콘텐츠 이용에 최적화된 UI 개발이 활발하게 진행되고 있음

<그림 35> 실감콘텐츠 핵심기술

디스플레이는 실제로 콘텐츠가 구현되는 HMD, AR글래스, 핸드폰, 태블릿 등에서

VR·AR 콘텐츠에 사용자가 시각적으로 몰입할 수 있는 경험을 제공하는 기술이다.

분류	PC기반 HMD			콘솔 HMD
모델명	HTC VIVE PRO	Oculus Rift S	삼성 오딧세이	소니 PSVR
HMD(외형)				
시야각(FOV)	110°	110°	110°	100°
해상도(단안)	1440×1600	1080×1200	1440×1600	960×1080
자유도(DoF)	6DoF	6DoF	6DoF	6DoF
재생빈도(Hz)	90Hz	90Hz	90Hz	120Hz
위치트래킹	lighthouse	IR camera	자이로센서	자이로센서
인터랙션	전용 컨트롤러	전용 컨트롤러	전용 컨트롤러	전용 컨트롤러
가격	약 180만원	약 60만원	약 64만원	약 45만원

<그림 36> 상용 HMD 모델 및 사양

트래킹은 콘텐츠에서 사용자의 생체 데이터를 실시간으로 추적하는 기술로서 일반적으로는 모션 트래킹으로 많이 알려져 있다.

렌더링은 고화질의 3D 콘텐츠를 위해 사실적인 처리 과정을 구현하기 위한 컴퓨터 그래픽 소프트웨어 기술이며, 인터랙션 및 사용자 인터페이스는 컴퓨터와의 원활한 커뮤니케이션을 통해 콘텐츠를 인지, 조작, 그리고 정보 입력 등이 가능하게 하는 기술이다. 이외에도 콘텐츠 제작에 있어서 다수의 카메라를 통해 동영상을 캡처하여 360° 모든 방향에서 콘텐츠 구현이 가능한 볼륨메트릭 캡처(Volumetric Capture) 기술과 자연스러운 현실세계의 빛 재현이 가능한 플렌옵틱(Plenoptic) 영상처리 기술 등이 있다. 이는 고품질의 실감콘텐츠를 신속하게 제작할 수 있는 환경이 마련되었다는 측면에서 실감콘텐츠의 대중화에 한 층 더 다가갈 수 있는 의

미를 가지고 있다고 할 수 있다.

분류	스마트폰기반 HMD		올인원 HMD	
모델명	구글 카드보드	삼성 기어VR	Oculus Quest2	VIVE FOCUS
HMD(외형)				
시야각(FOV)	-	-	110°	110°
해상도(단안)	-	-	1832×1920	1440×1600
자유도(DoF)	-	-	6DoF	6DoF
재생빈도(Hz)	-	-	90Hz	75Hz
위치트래킹	-	-	카메라&센서	카메라&센서
인터랙션	-	전용 리모컨	전용 컨트롤러	전용 컨트롤러
가격	약 3천원	약 5만원	약 60만원	약 150만원

<그림 37> 스마트폰기반, 올인원 HMD

실감콘텐츠의 특성을 잘 나타낼 수 있는 오감기술은 시각, 청각, 촉각과 같은 인간의 다양한 감각기관을 활용하여 정보를 전달하고 느낌을 재현하는 기술을 의미하는데 촉각을 재현하는 기술은 의료와 같이 섬세한 작업을 요하는 현장이나 교육, 엔터테인먼트 분야와 같이 흥미와 함께 사실적인 정보전달을 필요로 하는 상황 등에 폭 넓게 활용할 수 있으며, 지금과 같은 언택트시대에 가상환경에서의 실재감과 몰입감을 극대화시키는 매우 중요한 기술로 부각되고 있다.

증강현실(AR) 기술

증강현실(AR) 기술은 실제 환경에 컴퓨터 모델링을 통해 생성한 가상의 오브젝트를 현실에 겹쳐 보이게 하여 공간과 상황에 맞게 가상의 정보를 제공하는 시스템

및 관련 기술로 AR HMD 외에도 다양한 디바이스에서 서비스제공을 할 수 있다. 증강현실 역시 디스플레이 기술, 트래킹 기술, 렌더링 기술, 인터랙션 및 인터페이스 기술로 정리할 수 있다.

일반적으로 AR 콘텐츠라 하면 대부분 스마트폰을 활용한 포켓몬Go를 떠올린다. GPS 기반 위치인식 기술을 통해 스마트폰에 해당 오브젝트를 보여주고 인터랙션을 할 수 있는 콘텐츠로 스마트폰 보급률 95%에 달하는 국내 상황에 누구나 쉽게 AR 콘텐츠를 접할 수 있는 계기가 되었다.

VR 콘텐츠 및 HMD와 마찬가지로 AR콘텐츠역시 몰입감과 사용성을 높이기 위해 글래스 형태의 전용 디바이스가 출시되었지만 시스루 타입의 AR HMD의 특성상 낮은 시야각, 저해상도 그래픽 및 비싼 가격으로 인해 대부분 연구개발 기자재로 활용되었고 현재도 일반 사용자를 위한 보급은 어려운 실정이다.

하지만 최근 AR HMD는 디지털 트윈의 핵심기술로 부각되고 VR HMD가 갖는 단점(외부단절)을 극복할 수 있는 유망한 기술로 이슈화되어 많은 기업에서 연구개발이 진행되고 있다.

대표적으로 MS사의 Hololens2 제품이 있는데 기존 버전에 대비하여 50%의 시야각을 확장시켰고 1안당 720P 수준이던 해상도를 2K까지 업그레이드시켰다. 하지만 기기 한 대당 가격이 3,500불로 일반 사용자가 구입하여 사용하기에는 가격 경쟁력이 떨어지는 실정이다.

다음 표는 상용 AR HMD 종류별 성능을 보여준다.

모델명	외형	설명
MS Holoens2 (미국)		- Microsoft는 2015년 전용 프로세싱 유닛 및 Waveguide 형 광학모듈을 도입한 Stand-alone형 AR 기기인 홀로렌즈를 출시하였으며, 이후 대표적인 MR 기기로 자리매김함. - 최근 출시된 홀로렌즈2는 레이저 스캐닝 기술을 도입하여 50도 이상(기존 34도 수준)의 화각 내에 시야당 47 픽셀, 1안당 720P 수준이던 해상도를 2K로 끌어올려 고밀도 영상을 제공하는 등 성능이 개선됨 (2019 MWC)
Google Glass E2 (미국)		- 산업계 Ecosystem을 driving할 수 있는 가장 강력한 업체로 현재 2022~2023년 목표로 개발 진행 중. 많은 특허를 출원하고 있으며, 컴팩트하게 개발하여 이미 출시한 많은 제품들과의 연동 될 것으로 전망되고 있음 - 업계 소식에 의하면 자체 AR Glass OS ("rOS")를 개발하고 있는 것으로 추측 중.
Nreal Light (중국)		2017년 설립된 Nreal은 일상 생활에서 착용 가능한 경량화 AR 기기인 Light제품(스마트폰과 유선연결)을 발표하였으며, 2019 CES에서 'Best Startup Award'를 수상하는 등 그 기술력을 인정받음. 'Nreal Light'는 실시간 위치 인식 및 Mapping을 위한 2 개의 SLAM 카메라와 객체 인식용 카메라를 탑재하여 6 DoF 트래킹을 지원함.
Javish X-ar (대만)		대만의 중소기업이 클라우드 펀딩을 통해 오토바이용 헬멧 'Jarvis X-ar(\$799)' 출시, 안전성 관련 DOT, ECE22.05 통과, 카본파이버 재질의 헬, 2K 화질의 360도 전후방 카메라, 음성인식 기능 등을 포함한 것이 특징
Form AR (캐나다)		캐나다 밴쿠버에 위치한 스타트업 기업에서 'Form AR(\$199)' '19년 출시한 수경으로 수영 거리, 인터벌 시간, 스트로크 간격/비율 등 정보 제공 기능 보유
한국광기술원 (국내)		60도 이상의 광시야각, 2K 이상의 고해상도 화질의 의료용 AR 디바이스 개발, 음성인식과 손동작 인식 기능을 기반으로 의사가 수술현장에서 환자의 MRI나 CT 영상을 실시간으로 참조할 수 있어 집도의 편의성을 크게 증가시킨 것이 특징
레티널 (국내)		레티널은 세계 최초 8K 해상도 AR 광학 솔루션 '핀 미러' 렌즈를 모바일월드포그래스(MWC) 2019에서 공개, 8K 해상도 AR 광학 솔루션 '핀 미러' 렌즈를 통해 양안 최대 120도 시야각을 표시 가능
맥스트 (국내)		2017년, 기존 프리즘 광학계 및 LCoS 패널을 이용하여 AR디바이스 시제품을 제작하였으나, 발열, 사용시간 제약 등 이유로 상용화 미진행. 2020년 현재 DOE발식의 회절 광학계를 활용한 새로운 AR 디바이스를 개발 중에 있으며, 광학계는 국내, 회로 및 기구물은 중국에서 제작 중
엘비전테크 (국내)		자체적으로 보유한 광학계 개발 기술을 바탕으로 상용 마이크로디스플레이 모듈을 활용하여 AR기기를 개발하고 있으며, 최대 3m에서 86인치 크기의 화면을 제공할 수 있는 경량화된 Beam-Splitter 방식의 광학계 모듈을 양산 하여 사업화를 추진 중

혼합현실(MR) 기술

혼합현실(Mixed Reality)은 가상현실과 증강현실을 혼합한 기술이라고 할 수 있다.

기술적인 정의에 있어서는 가상현실과 증강현실의 요소를 모두 혼합하고 사용자의 인터랙션을 강화한 기술이라고 하지만 실제 현장에서는 프로젝션 맵핑 기반 인터랙티브 콘텐츠를 MR 콘텐츠로 부르기도 한다. MR 디바이스의 대표적인 예가 MS사의 홀로렌즈인데 혼합현실의 정의에서 보듯이 가상현실과 증강현실에서 사용하는 디바이스 모두 혼합현실 콘텐츠에 활용할 수 있다.



<그림 39> VR/AR/MR의 개념

MR 기술에서는 무엇보다 디스플레이 기술이 가장 중요하며 또한 디스플레이 디바이스에 디스플레이 될 콘텐츠 제작 기술과 모션 플랫폼 기술 그리고 사용자의 다양한 동작 인식 관련 인터랙션 기술 콘텐츠와 데이터를 송수신하기 위한 네트워크 기술 등도 매우 중요하다. 혼합현실 콘텐츠는 산업현장이나 일부 교육 쪽에서 활용될 수 있다. 혼합현실의 기술이나 개념을 설명할 때 많이 활용되는 콘텐츠는 다음 그림에서와 같이 차량 및 설비 설계에 대한 것들이다.

혼합현실에 부합되는 대부분의 디스플레이 장치가 AR 글래스인데 상용화를 위한 기술 성숙도가 낮은 이유로 아직까지 연구개발 수준의 콘텐츠가 대부분이다.

3.3 XR 기술의 지향점

오프라인에서 온라인 중심으로 사회가 빠르게 이동하는 가운데 예기치 않은 코로나 펜데믹 상황의 발생으로 사회는 비대면 환경으로 더욱 급속하게 변화되어 가고 있다. 이는 현실세계에서 가상세계로의 전환 과정과 맥이 닿아 있는데 가상세계는 비대면 환경에서 실재감을 충족시켜줄 수 있는 대안으로 떠오르고 있다.

일상이 정지되는 상황이 반복되면서 평면적이고 단편적인 기능에 머무르는 화상회의나 온라인 교육을 비롯하여 쇼핑에 이르기까지 공간을 중심으로 한 관계형성을 단지 정보전달 중심의 커뮤니케이션 환경으로 대체한 기존 온라인 상의 활동은 현재 코로나 사태 상황에서 많은 불편함을 주고 있으며, 실재감을 필요로 하는 커뮤니케이션 측면에서의 불만족을 느끼게 하는 요인이 되고 있다. 오프라인 상에서의 섬세하고 입체적이며 쌍방향적인 커뮤니케이션 활동이나 관계 속의 감정이입과 풍부한 표현을 중심으로 한 즉각적이고 복잡한 정보전달 측면에서 분명한 한계가 있기 때문이다.

활용 분야	활용 사례
공연	- 국립국악원은 사물놀이, 시나위, 승무, 부채춤, 장구춤, 동래학춤 등 37가지 레퍼토리를 8K 고화질 360° VR로 제작한 콘텐츠를 유튜브에 선보임[5] - SK텔레콤은 SM엔터테인먼트와 손잡고 슈퍼주니어 온라인 콘서트에서 3D 혼합현실 공연을 선보임. 혼합현실 제작소 '점프 스튜디오'에서 제작한 콘텐츠를 온라인 라이브 공연에 적용한 첫 사례[6]
방송, 중계	SK텔레콤은 '2020 LCK(리그 오브 레전드 챔피언스 코리아)' 봄 시즌을 모바일로 볼 수 있도록 '점프 VR' 서비스를 강화함. 점프 VR 앱에서 봄 시즌 90경기를 모두 실시간 생중계함[7]
마케팅	가전·가구·부동산 등 상품 판매에 있어서 VR·AR을 이용한 비대면 서비스가 호평을 받음. 가전·가구의 비대면 배치 서비스, VR홈 투어, 언택트 상담 등을 통해 매출 상승 효과를 얻음[8]
전시, 박람회	실감콘텐츠 기술은 전시 및 박람회 분야의 오프라인의 경험을 혁신적인 온라인 경험으로 전화시킬 수 있음. 올림플래닛은 국내 첫 실감형 기술 기반 온라인 전시회를 시작으로 비대면 온라인 가상 전시회에 맞는 실감형 솔루션 '마이스 뷰(Miceview)'를 출시함[9]

<그림 40> 언택트 시대 실감콘텐츠 기술 활용 분야

커뮤니케이션하는 많은 사람들이 실제 장소가 아닌 가상의 세계에서 함께 있는 것

과 같은 느낌을 주는 기술 혹은 서비스인 텔레프레즌스(Telepresence)와 같이 보다 입체적이고 사실적인 환경을 제공해주고 오감활용이 가능한 기능들이 부여될 수 있는 실감콘텐츠의 활용도가 점점 더 높아지는 이유이다. 이와 같은 사회적 요구가 생겨나고 있지만 정작 산업적 뒷받침은 여전히 미비한 실정이다. 사회적인 관심과 정부의 적극적인 지원에도 대중화라는 문턱에 걸리고 이를 실현시키기 위한 로드맵은 다소 길게 느껴진다. 코로나라는 반갑지 않은 기회이지만 사회적인 분위기가 만들어진 가운데 나름의 성장 엔진을 달 수 있다면 지지부진했던 실감콘텐츠산업 발전의 한계를 극복할 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다. 이를 위해 기존의 실감콘텐츠 기술의 현황을 바탕으로 향후 적극적인 전개가 필요한 기술 지향점에 대해 제안하고자 한다. 세부적인 기술에 대한 언급에 앞서 우선 메타버스(Metaverse)적인 개념을 다시 한번 상기하며 접근할 필요가 있다. 예전과는 비교할 수 없을 정도의 실감콘텐츠에 대한 통신 인프라와 디바이스, 콘텐츠가 갖춰지게 되면서 실제 대면이 아니더라도 함께 한 공간에 머무르며 실제 대면과 유사한 커뮤니케이션 효과를 필요로 하는 지금의 상황이 한때 큰 이슈가 되었던 메타버스 개념을 떠오르게 한다. 이와 함께 현 코로나 사태에 따른 생활 밀착형 기술에 대한 고려가 필요하다. 실제 생활이 제한되는 상황에서 일반인들의 불편함을 최소화하고 안전하게 서비스를 이용할 수 있는 콘텐츠와 기술에 대한 수요가 급증할 것으로 예측되는데 직접 특정 공간이나 매장 등을 방문하여 가상의 시스템을 통한 서비스를 넘어서 집과 같은 안전한 공간에서 가능한 콘텐츠 서비스 기술 등이 요구된다. 앞서 실감콘텐츠 기술 현황에서 VR, AR, MR을 구분하여 설명하였다. 많은 전문가들이 언택트 시대에도 AR이 VR보다 활용도가 높을 것으로 예상하고 있는데 바로 일상생활에서 쉽게 접근할 수 있는 디바이스를 기반으로 하고 있기 때문이다. AR로 구현된 다양한 콘텐츠와 서비스는 사용자들에게 새로운 경험을 줄 수 있고 코로나 사태로 인한 세계적인 경제, 소비 트렌드가 맞물려 AR은 언택트 시대에 기업과 소비

자(사용자) 모두에게 필요한 기술로 부상하고 있다.

생활 밀착형 기술 측면에서 디스플레이는 시각적으로 실재감을 줄 수 있는 가장 첫 번째 요소이다. 초 고화질의 해상도를 바탕으로 대상을 주시할 때와 같은 시각 메카니즘을 고려한 디스플레이 등의 개발을 통해 실재감과 몰입감 그리고 편안함을 줄 수 있도록 소프트웨어 및 하드웨어 기술의 발전이 필요한 상황이다. 인터랙션과 인터페이스 기술 또한 실감콘텐츠가 대중화되는데 있어 가장 중요한 기술로 손꼽히고 있다. 5G를 통해 고속의 네트워크가 가능해짐에 따라 실시간 상호작용이 접목된 콘텐츠 서비스가 실현될 수 있다. 특히, 가상의 교육환경에 있어서 실시간 상호작용은 교육의 품질을 좌우하는 매우 중요한 요소 중 하나가 될 것이다. 경우에 따라서는 가상의 캐릭터가 유용한 경우도 있지만 교육이나 회의와 같이 장시간 몰입해야 하는 상황에서는 가급적 대상을 인지할 수 있는 형태의 객체가 필요할 수 있고 이와 같은 경우 대용량의 데이터 처리가 요구된다. 또한, 다양한 유형의 인터랙션 기능이 부여되어야 할 필요성이 있을 수 있는데 가상현실은 콘텐츠 측면에서는 분명 비대면이지만 물리적으로 접촉해야 하는 다수의 하드웨어들이 동반된다. 최근 비접촉식 인터페이스로 음성인식 AI가 각광받고 있는 것과 같이 제스처 방식의 NUI형 콘텐츠 콘트롤과 접촉을 최소화할 수 있도록 하드웨어를 개발할 필요가 있다. 국내 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발하는 레이저를 이용한 촉감생성기술이나 애플에서 출시할 AR글래스에 적용된 제스처 기반의 UI 등이 좋은 사례라고 할 수 있다. 다만, 이와 같은 방식은 햅틱(Haptic) 기술을 통한 질감, 진동을 통한 감각을 얻지 못한다는 단점이 있기 때문에 이를 보완할 수 있는 기술이 함께 고려된다면 편의성과 안전성에 대한 만족도를 높일 수 있을 것이다.

4. XR 적용 사례 소개

4.1 XR 적용 사례 소개

4.1.1 XR 활용 배경

4.1.2 XR 활용 분야

4.1.3 XR 분야별 활용

4.1.4 XR 활용 사례

4.1 XR 적용 사례 소개

4.1.1 XR 활용 배경

XR은 이미 미래의 신기술이라는 단계를 지나 재택근무 확산으로 인한 원격회의에 XR이 소통과 협업 도구로 활용되는 등 실제 산업혁신의 차원으로 진화함에 따라 AR(증강현실)/VR(가상현실)을 포함한 XR 기술에 대한 관심이 급증하면서, 이미 해외 글로벌 정보통신기술 기업은 시장 주도권 확보를 위해 노력하고 있다, 특히 코로나19로 전세계적으로 비대면 산업의 수요가 증가하면서 향후 XR기술은 산업군을 가리지 않고 다양한 분야에서 활용될 것으로 예상됨에 따라 비대면 시대 경제성장을 견인할 것으로 분석하고 있는 가운데, 애플과 마이크로소프트 등 글로벌 기업은 [그림 1]과 같이 AR 콘텐츠 제작 도구인 ARkit2와 혼합현실 기술을 실현하는 홀로렌즈2 등을 공개해 AR/VR을 넘어 XR을 기반으로 한 메타버스 시대를 준비하고 있다.

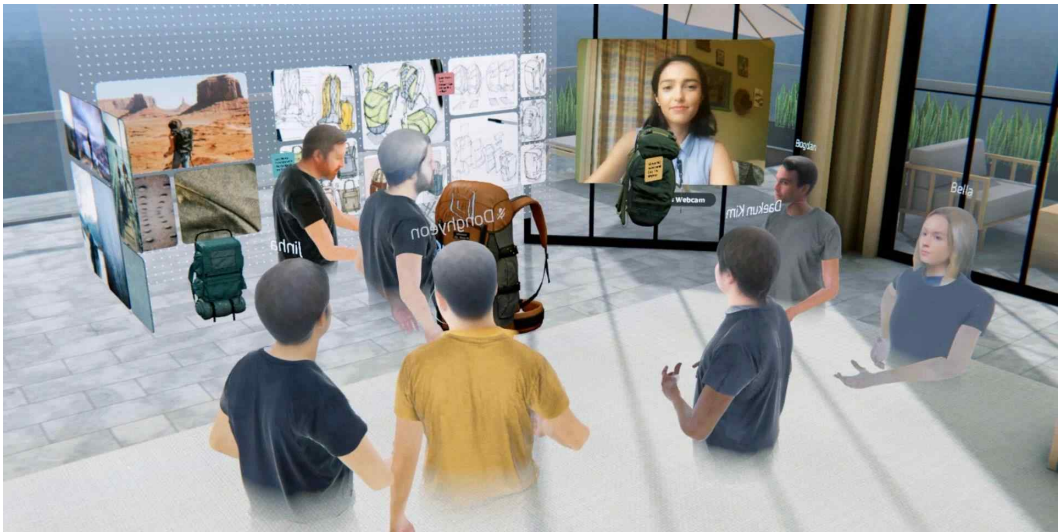


[그림 1] 마이크로소프트 홀로렌즈-2

이처럼 확장현실은 가상세계에서 실제 대면한 듯한 경험과 몰입감을 제공함에 따라 비대면의 제약을 극복할 수 있는 대안기술로 주목받고 있는 가운데, 우리나라는 아

직 관련기술의 수준이 낮고 적용 사례도 많지 않아 보급 단계에 머물러 있으나, 5G 등 앞선 IT인프라와 게임, 엔터테인먼트 등 글로벌 경쟁력 있는 콘텐츠를 보유하고 있기 때문에 더욱 적극 생활형 서비스 기술로 전환을 위한 노력이 필요하다고 강조되고 있다.

4.1.2 XR 활용 분야



[그림 2] AR 협업플랫폼 스페이셜

그동안 게임 및 소셜 활동 등에서 주를 이루던 가상 공간이 제조, 의료, 교육 혹은 마케팅, 전시 등 상업적 활동의 공간으로 확대, 결합하면서 다양한 경제적 가치들을 창출해낼 것으로 전망하는 가운데, 온라인 속 가상 공간에서 아바타의 모습으로 구현된 개인들이 서로 소통할 뿐 아니라, 수익과 소비가 이루어지고 놀이, 업무를 하는 등 현실의 활동을 그대로 할 수 있는 수준으로 기술이 진전되면서, 사진을 토대로 실물과 닮은 3차원 아바타를 만들 수 있는 AR 협업플랫폼 ‘스페이셜’은 코로나19 이전보다 사용량이 10배 이상 증가한 것으로 나타나고 있다.

또 의료 부문에서는 코로나 사태를 계기로 디지털 전환을 가속화하고 있는 가운데

미국의 VR 치료 플랫폼 기업 XR헬스는 코로나19 환자를 상대로 치료와 귀가 후 모니터링을 돕기 위한 VR 원격 의료 서비스를 제공하는 등 현실과 가상세계를 연결하는 인터페이스로 활용되고 있다.

특히 산업기반의 디지털화로 XR 활용이 크게 확대되고 있는 가운데, XR을 활용한 교육훈련 분야는 물리적 한계를 넘을 수 있는 잠재력을 보여주면서 앞으로 크게 성장할 것으로 예상되고 있다.

아울러 건축, 부동산 분야는 사회적 거리두기의 영향으로 산업 생태계가 위기에 직면하자, 가상 공간으로 전환을 시도했으며, 이로 인해 XR 기반의 부동산 서비스 이용자가 급증해 중국은 지난 2월 VR을 활용한 주택 조회수가 전월 대비 35배인 하루 평균 35만 건을 기록했다고 밝혔다.



[그림 3] 온라인 레이싱 시뮬레이션 iRacing

이밖에 레저분야에서도 XR을 활용한 스포츠 경기가 폭발적인 인기를 끌고 있는 가운데, 미국 자동차 경주대회 ‘나스카’는 시뮬레이션 레이싱 소프트웨어 아이레이싱(iRacing)을 이용한 카레이싱 대회를 열어 서비스를 제공한 결과, 매주 90만 명이 넘는 시청자들이 관람했다고 밝혔다.

아울러 문화예술분야도 온라인화가 대세로 자리잡고 있는 가운데, 모바일 게임 ‘포트나이트’에서 진행된 힙합가수 트래비 스콧의 가상 콘서트에 1,230만 명이 접속한 것으로 나타났으며, 이러한 현상은 5G 도입이 빨리 질수록 더욱 심화되어 비대면

을 넘어 확장현실을 활용하는 방식으로 전환될 것으로 예상되고 있다.



[그림 4] 포트나이트 트래비 스콧

또 각종 관광명소를 VR로 체험하는 사례도 증가해, 유명 관광지나 바닷속 등을 3D화면으로 둘러볼 수 있는 에스케이프(Ascape) VR의 앱 다운로드 수가 폭증한 것으로 알려졌다.

이외에도 풍부한 직무 경험과 높은 숙련도가 요구되는 제조업이나 XR 교육 훈련 분야 등 다양한 분야에서 XR 기술이 폭넓게 활용되면서, 우리나라도 비대면 시대를 대비해 기업의 활용방안 모색과 함께 정부차원의 산업육성과 사회혁신을 위한 XR전환이 추진돼야 한다고 강조하고 있다.

산업	XR 주요 사용처	설명
제조	디자인	다양한 각도에서 구조를 시각화해주고 제품 디자인을 개선하거나 테스트할 때 기존모델 위에 변경할 디자인 요소들을 오버레이 함
	산업유지	유지, 보수, 운영을 개선하기 위해 과거와 실시간 데

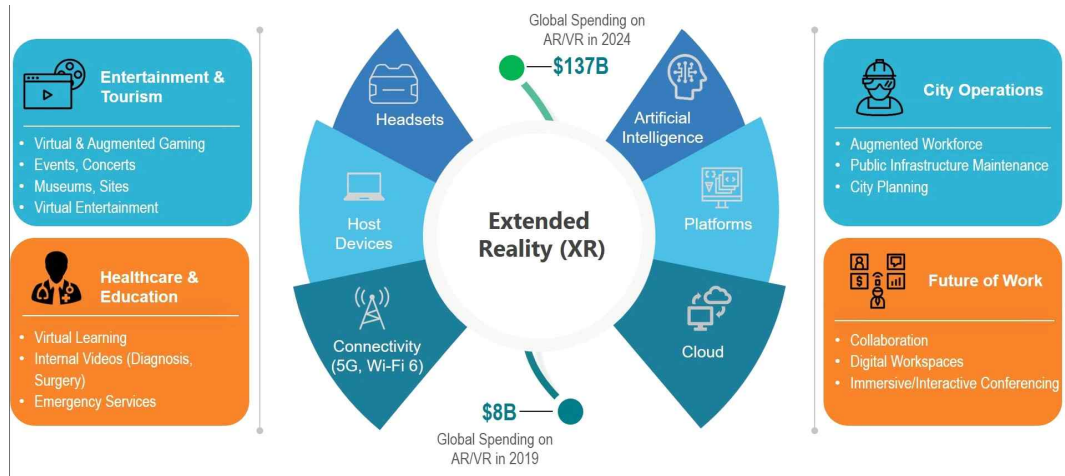
		이터를 비교할 수 있게 보여줌. 또한 원격전문가 지원을 통해 품질 수준을 향상하는데 도움을 줌
	업무지시	작업자가 작업중인 기계내부의 원본 3D 디지털 엔지니어링 도면을 인덱싱하고 중첩하여 볼 수 있음
공공	효율적인 보안 검사	상황별 체크리스트, 얼굴 및 행동인식을 통한 보안검사와 관련된 위험 및 오류를 감소시킴
	비상사태 조치	지리공간 AR 앱, 3D 매핑, 길찾기 기능을 통해 향상된 수색 및 구조를 가능하게 함
	향상된 환자 케어	몰입형 경험을 통해 치료와 통증관리 뿐만 아니라 외상 후 스트레스를 효과적으로 치료하는데 도움을 줌
미디어	방송	시청자들이 XR을 통해 스포츠 게임 현장에 있는 것과 같은 몰입감을 느끼며 방송을 시청할 수 있음
	실감형 스토리텔링	청중이 이야기에 참여하거나 실제 경험하는 느낌을 받도록 경험적인 스토리텔링을 가능하게 함
	원격 유지보수	원격의 전문가로부터 작업 지시나 진단 데이터 분석 등의 도움을 받을 수 있음

4.1.3 XR 분야별 활용

XR 분야별 활용을 살펴보기 위해 제조 분야, 교육 분야, 의료 분야, 유통 분야, 엔터테인먼트 분야, 국방 분야로 구분해 살펴보기로 한다.

서비스	가상 피팅룸	고객이 실제 입어보지 않으면서도 많은 상품들을 가상으로 착용해 볼 수 있도록 도와줌
	제품보기	고객에게 상품에 대해 록 앤 필을 알 수 있도록 인터랙티브 경험을 제공해 줌
	비주얼 머천다이징	모바일 VR 헤드셋에 아이 트래킹 기술을 넣어 중요한 고객 데이터를 수집하여 시장 조사에 도움을 줌
교통 물류	ラスト마일 딜리버리	작업자들에게 물품에 대한 정보와 경로를 제공하여 도착지에서 물건을 내리고 적재하고 배송하는데 생산성을 높일 수 있도록 도와줌
	가시화 기반의 생산성 향상	스마트 안경을 통해 물품의 위치, 수량, 이동경로에 대한 실시간 데이터를 제공함으로써 적재 작업 성능을 향상해 줌
	화물 레이아웃 관리	부피와 크기를 고려하여 화물 적재 레이아웃을 리모델링할 수 있도록 도와줌
자원	기계 유지보수	유지보수 작업자들이 파손된 기기장치의 위치를 파악하고 적절한 수리를 하도록 함
	작업자의 훈련	경험과 다양한 시뮬레이션 시나리오 기반의 실습으로 작업자의 훈련을 강화함
	고위험 작업에 안전성 강화	고품질의 실시간 정보를 제공함으로써 위험한 환경에서 일하는 작업자들의 사고를 방지함
금융	향상된 거래방식	실시간으로 몰입형 환경에서 데이터를 시각화하고 거래활동을 할 수 있게 함으로써 거래방식의 효율성을 높이고 신속한 투자 의사결정을 도와줌
	지불 및 송금	사용자가 오프라인에서 아무것도 하지 않고 가상환경에서 지급할 수 있도록 해줌
	가상 지점 은행	AI가 적용된 아바타가 고객과 상호작용하여 질문에 답하고 지능화된 반응형 고객 맞춤 실시간 서비스를 제공함

[표 1] 메타버스 구현을 위한 XR 기술동향



[그림 5] 확장현실 기술의 주요 사용 사례 IDC 2020

4.1.3.1 제조 분야

제조업의 경우 XR 기술은 디자인, 생산 등 제품개발 분야 뿐 아니라, 안전교육을 비롯한 현장 대응 훈련 및 현장 작업자의 원격지 전문가를 연결하는 원격 협업 솔루션 등으로 활용영역을 넓혀 VR을 통해 현장 설비 운영을 지원하거나 각종 데이터를 컴퓨터 상에서 시뮬레이션하여 최적화된 신공정을 개발하는데 활용하고 있다.

4.1.3.2 교육 분야

코로나19로 원격수업이 활성화되고 있는 교육분야에서는 현장의 한계를 극복해 학습효과를 높이기 위한 대안으로 XR을 통한 교육과 상호작용 기능을 활용하는 사례가 늘어나고 있는 가운데, XR 교육훈련 분야는 아직 초기 단계지만 비대면 상황에서 안전하고 효과적 솔루션을 원하기 때문에 XR 수요는 계속 증가할 것으로 전망하고 있다.

4.1.3.3 의료 분야

의료 분야에서도 XR은 이미 널리 실용화되어 의료 훈련과 재활치료를 지원하기 위한 목적이나, 재활 훈련에도 유용하고 사용되고 있을 뿐 아니라 환자의 상태를 가상으로 구현하여 정확한 수술위치를 파악하는 의료 시스템도 등장하고 있다.

4.1.3.4 유통 분야

코로나19 유행이 장기간 지속되면서 유통 분야도 온라인 가상 공간에서 간접 체험을 제공하는 XR 도입이 늘고 있으며, 또한 XR 기술에 인공지능 기술을 적용해 맞춤형 제품을 추천하는 서비스도 다양하게 출시되고 있는 가운데, 미국 소매 업체 중 마케팅 목적으로 AR/VR을 도입할 의향이 있는 업체 비중은 2020년 1월 기준 8%에서 2020년 6월 기준 21%로 증가한 것으로 조사되고 있다.

4.1.3.5 엔터테인먼트 분야

오락 및 엔터테인먼트 분야에서 XR 기술은 이미 오래전부터 활용되어 VR 게임방은 이미 쉽게 찾아볼 수 있고, 영화관에서도 4DX 콘텐츠로 실감나는 경험을 제공하는가 하면, 코로나19 대유행 이후 온라인 공연이 늘어나면서 차별화된 공연 콘텐츠를 만들기 위해 XR 기술을 활용하는 사례가 늘어나고 있다.

4.1.3.6 국방 분야

XR을 활용한 교육훈련 분야는 국내외적으로 고성장이 예상되는 분야로 국방 분야에서 XR 기술은 시공간적 제약을 대체할 뿐 아니라, 효율적인 초실감 훈련이 가능하기 때문에 주로 훈련 및 전장 정보 제공의 목적으로 활용되고 있다.



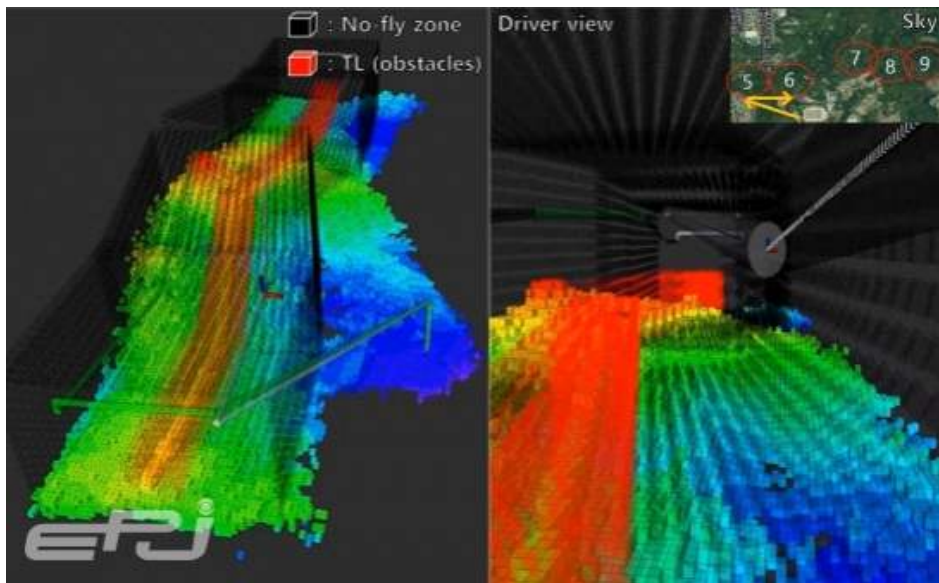
[그림 6] US Navy, virtual test and training center

4.1.4 XR 활용 사례

(한전의 드론 시뮬레이션) 한전은 VR 내의 드론을 활용한 송전선로 점검 가상훈련 시뮬레이터를 개발함. 이를 토대로 VR의 드론을 활용한 송전, 배전, 변전 등을 시뮬레이션 할 수 있어 실제 산업현장에서 사용하는 물리적 드론을 가상으로 체험해 가상훈련으로 운용하고 있음

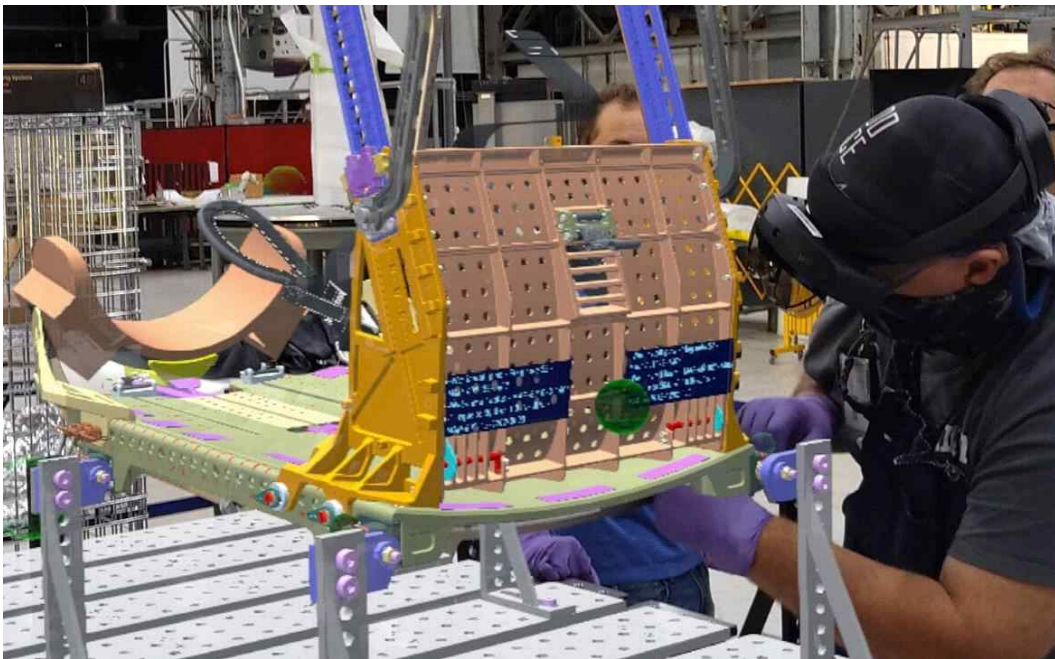


[그림 7] AR, 3D 시뮬레이션 기반의 드론 교육 콘텐츠로 실제 현장에서 사용자의 노트북 웹캠으로 들어온 영상에 가상드론을 겹쳐서 훈련을 진행함. 조작 훈련을 위해 가상의 목표물을 배치해 효과적인 비행 숙련도 향상을 도모할 수 있음



[그림 8] 한전 전력연구원, 3차원 드론길 구축, 송전선로 점검

(미국의 달 탐사) NASA의 달착륙 프로젝트 ‘아르테미시(Artemis)’ 임무 수행에 필요한 유인 우주선 오리온(orion) 조립에 MR기기 Microsoft HoloLense-2를 도입해 모든 제작과정을 시각화 해 진행함. 또한 두꺼운 매뉴얼을 토대로 반복적이고 정확한 측정이 필요한 다량의 수작업과 데이터 입력 작업이 필요한 경우, 홀로렌즈를 도입해 부품이 어떻게 제작에 필요한 모든 내용을 시각화 해 제공함으로써 중단 없이 공정을 이어나가 작업의 편의성을 높임. 반복조립과 데이터 처리 시간을 90% 줄이고 문서화 시간을 50% 감소시킴



[그림 9] 홀로렌즈-2를 사용한 NASA 제작 공정-1



[그림 10] 홀로렌즈-2를 사용한 NASA 제작 공정-2

(영국의 제조업 활성화) 영국은 2018년부터 브렉시트(Brexit)로 인한 제조업에서의 활력 저하를 방지하기 위해 XR을 산업교육에 도입해 왔음. 그 결과 햅틱글러브 등 웨어러블 장비가 결합된 MR 환경에서 작업자의 능률이 매우 향상됨

(레노보 가상교육) 레노보(Lenovo)는 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육, 유적지 체험, 진로 탐색, VR지질탐사, AR과학실험실 등 XR 프로그램을 도입해 도입 이전 분기에 비해 10배 높은 이용률을 나타냈음



[그림 11] VR/XR headsets, Lenovo to accelerate a new reality XR human-eye resolution

(현대차의 비용 절감) 현대차는 ‘버추얼 개발 프로세스’를 구축해 신차 디자인과 설계 과정에 VR을 활용, 디자인 품평과 설계 검증을 진행함으로써 개발기간 20% 단축. 비용은 15% 절감함



[그림 12] 현대차 버추얼 개발 프로세스-1



[그림 13] 현대차 버추얼 개발 프로세스-2

(Hiro의 비상사태 조치) HiRO 드론과 원격 의료 키트는 Microsoft HoloLens

를 이용하여 원격의사가 다수의 희생자를 치료하고 모니터링 할 수 있도록 도와줌



[그림 14] When Comes to Medical Drones, We Need a HiRO
<https://dronelife.com/2017/10/12/comes-medical-drones-need-hiro>

(향상된 환자 케어) VRHealth는 비외과적 가상현실 솔루션을 사용하여 맞춤형 환자의 치료계획을 세울 수 있음

(디자인 프로토타입) 폭스바겐 VR 앱 제품군을 활용하여 여러 사용자가 동시에 제품 디자인을 공동작업하는 것을 가능하게 함

(TAE의 협업 메인터넌스) TAE Aerospace의 Fountx 착용형 기술은 현장 항공 기술자가 원격제품 전문가와 함께 협업할 수 있도록 해줌



[그림 15] IFS, Fountx™ And TAE Aerospace Connect Enterprise Data With Assisted Reality Technology To Empower Industrial Engineers

<https://www.ifs.com/pt/news-and-events/newsroom/2018/05/07/ifs-fountx-and-tae-aerospace-connect-enterprise-data-with-assisted-reality-technology-to-empower-industrial-engineers/>

(미 세관 효율적인 보안검사) 미국 세관과 국경 보호국은 Microsoft HoloLense AR 헤드셋을 사용하여 지적 재산권 침해 상품을 검수하는 파일럿을 실시함

(GE 작업자의 훈련 및 안내) GE는 VR을 사용하여 핵발전소를 시뮬레이션하여 기술자들이 실제 발생하지 않은 상황에 대해 훈련할 수 있도록 함

(Lufthansa의 화물 관리) Lufthansa Cargo는 AR 기반의 실시간 모바일 앱을 이용하여 비행기에 짐을 싣기 전에 팔레트 양을 시뮬레이션하여 예측함



[그림 16] Lufthansa Cargo "Warehouse Build-Up" Training

<https://www.3spin-dream.com/en/references/lufthansa-cargo-warehouse-training>

(가상은행) GTE Finantial은 GTE 3D라는 서비스를 제공하여 고객이 아바타를 만들고 다양한 GTE 서비스와 상품을 체험하도록 해줌

(부동산 가상투어) 부동산 회사 OTR은 OTR VR을 통해 부동산 가상투어 서비스를 제공함. 도로, 주차장, 나무 등 주변환경부터 내부 인테리어와 창문을 통해 바라보는 전망까지 현실과 유사하게 구현함. OTR VR에 따르면 가상투어 서비스를 통해 개별 아파트 판매 실적이 76%까지 증가함

(미국 VTTC 트레이닝) 미국 공군의 VTTC는 가상시험 및 훈련센터(Virtual Test and Traning Center)로써, 조종사들의 공중전 시뮬레이션을 위해 설립된 센터임. 이곳은 매우 위험하고 실제 전투기들이 추락하는 사고도 발생한바 있어 XR을 활용한 훈련이 안전하고 효율적인 대안으로 개발되었음

(Airbus의 스마트 글래스 적용) Airbus 기술자는 스마트 안경을 사용하여 기내 설치 마킹 작업을 하는 동안 밀리미터 단위의 정확한 위치를 찾을 수 있음



[그림 17] Airbus sees the future through the vision of “smart glasses”

<https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2017-03-airbus-sees-the-future-through-the-vision-of-smart-glasses>

5. XR과 빅데이터통계 적용 기술

5.1 빅데이터통계 소개

5.2 빅데이터 분석

5.1 빅데이터통계 소개

빅데이터통계(big data and statistics)는 빅데이터를 분석하기 위한 통계적 분석을 의미한다. 전통적으로 통계학은 모집단(population)의 특성을 파악하기 위하여 표본(sample)을 추출하여 분석한다. 즉 전체 데이터를 분석하지 않고 표본인 작은 데이터(small data) 분석에 초점이 맞추어져 있다. 때문에 스몰 데이터분석에 맞추어져 있는 통계분석 뿐만 아니라 빅데이터를 분석할 수 있는 통계분석 이론에 대한 연구 및 사용이 필요하다.

5.1.1 데이터과학

데이터과학(data science)는 데이터에 대하여 연구하는 학문으로 다음과 같이 4가지 세부분야로 이루어진다.

- (1) 데이터 아키텍처 (data architecture): 데이터 아키텍처는 시스템 아키텍처(system architecture)와 자료구조(data structure)에 기반하여 이루어진다.
- (2) 데이터 수집(data acquisition): 빅데이터 환경에서 데이터를 수집(collecting)하거나 사전에 디자인된 실험 환경에서 데이터를 관측(observing)한다. 또한 모집단(population)으로부터 표본 설계(sampling design)를 통하여 표본을 추출하는 과정도 포함된다.
- (3) 데이터 분석과 학습 (data analysis and learning): 데이터사이언스의 여러 역할들 중에서 가장 중요한 분야이다. 분석을 위한 다양한 통계적 기법, 머신러닝 알고리즘이 존재한다. 데이터사이언티스트에 의해 최종 분석 결과에 대한 활용 방안이 매우 중요하다. 그러므로 데이터사이언티스트는 분석주제 및 대상 데이터 선정, 분석 결과의 적용(deployment)에 대한 명확한 지식이 필요하다.
- (4) 데이터 저장 (data archiving): 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 다양한 데이터 저장 장치와 보안 기술이 필요하다. (reusable, security, storage, databases, data warehouse, cloud computing, hadoop, 가상머신)

데이터 사이언스의 4개 분야들 중에서 데이터 분석을 제외한 나머지 3가지 작업은 컴퓨터가 처리해 줄 수 있지만 데이터에 대한 분석은 최종적으로 데이터 전문가에 의해 수행되어야만 한다. 따라서 데이터사이언티스트는 컴퓨팅 능력과 데이터 분석

능력을 동시에 갖추고 있어야 한다.

5.1.2 데이터과학과 통계학

전 세계적으로 확률통계 분야의 다양한 교과서를 집필한 통계학자인 Ross 교수는 통계학을 다음과 같이 정의하였다. “Statistics is the art of learning from data.”, 즉, 통계학은 데이터로부터 학습하는 기술(art)로 정의하였다. 이와 같이 통계학은 데이터사이언스에서 매우 중요한 역할을 수행한다. 통계학 뿐만 아니라 데이터 분석을 위한 또 하나의 접근방법은 머신러닝이다. 머신러닝은 데이터로부터 학습할 수 있는 컴퓨터 시스템에 대하여 연구하는 인공지능(artificial intelligence; AI)의 하위 분야이다. 따라서 데이터사이언스의 데이터 분석을 위하여 머신러닝에 대한 이해가 반드시 필요하다. 그러므로 데이터사이언스의 정의는 다음과 같이 확대될 수 있다. “Data science is to study BIG DATA as well as SMALL DATA.” 즉, 데이터사이언스는 모집단으로부터 추출된 표본의 분석에 기반하는 스몰데이터 (small data)뿐만 아니라 사물인터넷 환경의 센서 데이터, 사회네트워크서비스 (social network service; SNS) 공간에서 발생하는 대규모 데이터, 인터넷 상의 웹 문서 등 빅데이터까지를 포함하는 데이터의 전 영역으로 확장된다. 이와 같이 데이터사이언스는 대규모 정보 수집의 수집, 준비, 분석, 시각화, 관리 및 보존과 관련된 새로운 작업 영역을 모두 포함하기 때문에 데이터사이언스는 단순한 데이터 분석 그 이상이다. 데이터사이언티스트(data scientist)는 데이터사이언스의 모든 지식을 갖춘 데이터 전문가를 의미한다. 다음은 데이터 사이언티스트가 갖추어야 할 역량을 나타낸다.

(1) 적용 도메인의 학습 기술 (learning skill of application domain): 데이터사이언스가 적용되는 도메인 분야의 실제적인 지식을 학습할 수 있는 능력이다. 통계학/머신러닝 지식 뿐만 아니라 데이터사이언스가 적용되는 도메인 지식을 빠른 시간 내에 습득할 수 있는 능력은 중요하다.

(2) 소통 능력 (communication skill): 데이터사이언스에서 발생하는 작업은 대부분 혼자하지 않고 팀을 이루어 수행하게 된다. 이때 같은 팀에 속해 있는 팀원들끼리 서로 소통하면서 문제를 해결할 수 있는 능력이 필요하다.

- (3) 적용 도메인에 대한 큰 그림을 볼 수 있는 능력 (skill of seeing big picture of domain): 주어진 데이터를 바탕으로 데이터사이언스가 적용되는 특정 도메인에서 필요한 데이터 분석의 흐름을 정확히 파악할 수 있어야 한다.
- (4) 데이터 변형 및 분석 (data transformation and analysis): 데이터사이언스에서 다루게 되는 대부분의 데이터는 비정형 데이터(unstructured data)이다. 때문에 통계학과 머신러닝에서 제공하는 데이터 분석 기법을 이용하기 위해서는 주어진 데이터를 정형 데이터(structured data)를 변형(transformation)하는 전처리 과정이 필요하게 된다. 데이터 변형과 분석 능력은 데이터사이언티스트에게 가장 중요한 능력이 된다.
- (5) 데이터 시각화 기술 (skill of data visualization): 데이터의 크기가 커질수록 데이터의 전반적인 특징을 한 번에 보는 것은 어려움이 있다. 이와 같은 경우 산점도, 히스토그램, 상자그림 등 데이터 시각화는 빅데이터의 특징을 바로 확인해 볼 수 있는 훌륭한 방법이다. 그러므로 R 또는 Python을 이용하여 데이터를 시각화하는 능력은 데이터사이언티스트에게 필요하게 된다.
- (6) 데이터 분석 결과에 대한 평가 기술 (skill of evaluating the quality of data analysis): 데이터사이언티스트는 통계학과 머신러닝의 다양한 데이터 분석결과에 대한 여러 가지 평가측도에 대한 지식을 충분히 갖추고 있어야 한다.
- (7) 결과에 대한 활용 능력 (deployment skill of the results): 데이터사이언티스트는 데이터 분석 결과에 대한 실제 활용 및 실무 전개 과정을 이끌어 갈 수 있는 능력을 보유해야 한다.
- (8) 윤리적 추론 문제 (ethical reasoning problems): 마지막으로 데이터사이언티스트는 데이터 수집, 분석 및 활용에 있어서 고도의 윤리성이 요구된다. 어떠한 외부의 간섭 없이 오직 객관적이고 윤리적인 데이터 분석 절차를 준수해야 한다. 주어진 결정을 위한 완벽한 데이터와 분석기법은 없기 때문에 제한된 환경에서 예측의 정확성을 높이는 노력이 데이터과학자에게 요구됨.

5.1.3 빅데이터

일반적으로 빅데이터는 데이터의 크기(volume), 다양성(variety), 속도(velocity)의 3

가지 특징으로 정의된다. 물론 추가적으로 복잡성(complexity), 가치(value), 등 더 많은 특성을 부여하기도 한다. 하지만 대부분의 학자들은 데이터의 크기, 다양성, 속도를 공통적으로 빅데이터의 특징으로 제시하고 있다.

(1) 크기 (volume): 데이터의 크기가 거대하다는 것은 빅데이터의 가장 큰 특징이다. 보통은 1대의 컴퓨터가 아니라 다수의 컴퓨터에 분산된 빅데이터 플랫폼을 이용하여 거대한 데이터를 다루게 된다.

(2) 다양성 (variety): 빅데이터는 문자, 숫자 뿐만 아니라 이미지, 영상, 센서 데이터 등 다양한 형태의 데이터로 이루어져 있다. 빅데이터의 이와 같은 다양성 특징 때문에 통계학 또는 머신러닝 알고리즘을 이용한 분석에 앞서 데이터의 전처리 과정이 필요하게 된다.

(3) 속도 (velocity): SNS, 웹, 사물인터넷 등에서 발생하는 데이터의 양은 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 또한 인터넷 속도의 증가에 의해 전세계에 있는 대용량의 데이터에 대한 이동 속도도 이전에 비하여 매우 빨라지고 있다. 이와 같은 환경 속에서 클라우드 컴퓨팅(cloud computing), 하둡(Hadoop) 등의 기술이 지속적으로 발전하고 있기 때문에 빅데이터의 발전 속도는 더욱 빨라 질 것으로 기대된다.

빅데이터는 하드웨어, 소프트웨어 그리고 관련된 비즈니스 모델(business model)을 포함하여 4개의 영역으로 구분할 수 있다.

(1) 빅데이터 인프라 (infrastructure): 빅데이터를 수집하고 저장하고 분석하기 위한 다양한 플랫폼이 개발되어 빅데이터를 위한 소프트웨어 또는 하드웨어적 인프라가 구축되고 있다. 리눅스 기반의 하둡과 스파크가 대표적이다.

(2) 빅데이터 관리 (management): 다양한 원천(sources)으로부터 빅데이터를 수집하고 분석을 위하여 데이터 전처리를 수행하는 과정이다. 이때 자연어 처리(natural language processing) 기술에 기반한 텍스트 마이닝(text mining)이 사용된다.

(3) 빅데이터 분석 (analytics): 빅데이터에서 가장 중요한 부분이다. 회귀분석(regression), 분류(classification), 군집화(clustering) 등의 통계 기법과 심층 신경망(deep neural networks)에 기반한 머신러닝 등이 최근에 많이 사용되고 있다. 특히 딥러닝(deep learning)의 합성곱 신경망(convolution neural networks; CNN)은 다

른 빅데이터 분석 기법들에 비하여 우수한 성능을 제공하고 있다.

(4) 빅데이터 자동화 시스템 (automation system): 빅데이터 분석 결과로부터 얻어진 규칙을 시스템에 이식하여 자동화된 의사결정이 가능할 수 있도록 하는 영역이다.

빅데이터의 정의는 통계학, 컴퓨터학, 산업경영공학 등 학문 분야에 따라서 조금씩 차이를 나타낸다. 그러나 다음과 같은 중요도 순서에 의하여 제시된다.

1st) 대용량 데이터(large data), 데이터의 크기(volume)

2nd) 이질적 데이터(heterogeneous data), 데이터의 다양성(variety)

3rd) 실시간 데이터(real time data), 데이터의 속도(velocity)

이와 같은 빅데이터의 활용에서 중요한 개념 중 하나는 데이터 마이닝(data mining)이다. 데이터 마이닝은 대용량 데이터베이스로부터 숨겨진 패턴(hidden pattern)을 찾아내는 절차이다 (Han et al., 2012).

5.1.4 데이터 마이닝

데이터 마이닝은 대용량 관계형 데이터베이스(relational databases)로부터 의사 결정에 필요한 지식을 발견(discovery)하고 사용하는 일련의 과정으로 다음과 같이 2가지 과정에 의해 정의된다.

(1) 지식의 발견 (knowledge discovery): 대용량 데이터로부터 숨겨진 패턴(hidden patterns)의 발견하는 과정이다. 주로 통계학과 머신러닝에서 제공하는 데이터 분석 알고리즘을 사용한다.

(2) 지식의 사용 (knowledge deployment): 지식의 발견 단계에서 발견된 지식을 실제 문제에 적용하여 최적의 의사결정을 수행하는 과정이다. 주로 도메인 지식을 활용해야 한다. 즉 고객 데이터 분석을 통한 지식의 발견을 통한 결과를 이용하기 위해서는 마케팅에 관한 도메인 지식이 필요하다.

따라서 좁은 의미의 데이터 마이닝은 지식의 발견 과정만을 의미한다. 대부분의 데이터 마이닝 교재에서는 이 좁은 의미의 데이터 마이닝을 사용한다. 그러나 실무 관점에서는 지식의 발견 못지 않게 중요하게 다루어지는 것이 발견된 지식의 전개(deployment)를 포함하는 넓은 의미의 데이터 마이닝을 의미한다.

결국 데이터 마이닝의 실제 적용을 위하여 의미가 있는 지식은 실무에 적용이 가능하고 (actionable) 가치가 있는 정보(novel information)이어야 한다. 또한 데이터 베이스 질의 언어(query language)인 SQL(structured query language)로는 해결할 수 없는 지식이다. 데이터 마이닝이 필요한 이유는 다음과 같다.

(1) 데이터의 폭발적 증가 (from terabytes to petabytes): 정보기술의 발달에 힘입어 저장되는 데이터의 크기는 폭발적으로 증가하고 있다. 따라서 데이터의 수집(collection)과 유용성(availability)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 자동화된 데이터 수집 도구, 데이터베이스 시스템, 웹, 컴퓨터화된 사회에 대한 다양한 고려사항이 제기되고 있다.

(2) 데이터 마이닝을 의미하는 다른 명칭: 데이터 마이닝은 대용량 데이터 속에서 숨겨져 있는 지식을 찾아내는 것이다. 즉 데이터를 채굴하는 것이 아니라 데이터 속에 묻혀있는 지식을 채굴하는 것이다. 따라서 데이터 마이닝이 잘못된 명칭이 아닌가? 라는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 데이터 마이닝이라는 용어 대신 Knowledge discovery in databases (KDD), Knowledge extraction, Data(pattern) analysis, Information harvesting, Business intelligence 등의 용어가 데이터 마이닝과 비슷한 의미로 사용되고 있다. 특히 KDD는 매년 관련 학회가 전 세계에서 순회하면서 개최되고 있다. KDD 학술대회는 매년 전 세계의 데이터 마이닝 학자, 연구원, 실무종사자들이 모여서 자신들이 연구 또는 사용하고 있는 데이터 마이닝 결과들을 발표하고 또한 데이터 마이닝 분야에 대한 학술토론의 장이 열린다.

5.1.5 빅데이터와 데이터 마이닝

데이터 마이닝과 빅데이터는 모두 대용량의 데이터를 분석하여 의미 있는 지식을 추출하고 실무에 적용하는 과정을 같다. 그러나 데이터 마이닝과 빅데이터의 가장 큰 차이는 데이터 원천에 대한 것이다. 주로 데이터 마이닝은 관계형 데이터베이스에 테이블(table) 형태로 저장된 정형화된 데이터(structured data)를 사용하지만 빅데이터는 관계형 데이터베이스를 포함하여 웹 문서, SNS 환경 속에서의 댓글, 동영상, 사진 등 다양한 데이터 원천을 사용하기 때문에 이와 같은 비정형 데이터(unstructured data)를 정형화된 데이터로 변형(transformation)하는 전처리 과정이

필요하다. 데이터 분석은 대부분 통계학과 머신러닝에서 제공하는 데이터 분석 기법들을 사용하게 되고 이들 기법들은 모두 입력 데이터로 관계형 데이터베이스의 테이블과 같은 정형화된 데이터 형태를 요구하기 때문이다. 데이터 마이닝에서는 레거시로부터 관계형 데이터베이스를 구축하고 다시 분석 전용으로 사용되는 정형화된 데이터인 데이터웨어 하우스(data warehouse)를 구축하여 사용하기 때문에 데이터 분석에 큰 어려움이 없다 이에 비하여 빅데이터는 레거시 데이터를 직접 수집하기 때문에 이에 대한 사용을 위하여 정형화된 데이터를 구축하는 별도의 데이터 전처리 과정이 필요하고 이에 대한 다양한 시도가 제안되었다. 대표적인 데이터 전처리 절차는 텍스트 마이닝(text mining) 기법에 의존한다. 또한 데이터 마이닝의 작업은 다음과 같다.

(1) 데이터 마이닝의 주제 선정: 데이터 마이닝 절차에서 가장 먼저 수행되어야 할 작업은 데이터 마이닝의 주제를 선정하는 것이다. 데이터 마이닝이 가장 많이 사용되는 분야 중 하나인 경영 마케팅 분야에서는 BQ(business questions)라는 용어를 사용하여 데이터 마이닝 주제를 선정한다. BQ를 결정하는 것이 바로 데이터 마이닝 주제를 선정하는 것이다. 일반적으로 BQ는 단순한 SQL을 통하여 알 수는 없다. 즉, SQL 쿼리로 해결할 수 없는 BQ를 해결하기 위하여 데이터 마이닝이 필요하게 된다. 다음은 실제 사용되는 BQ의 예를 나타낸다.

- 카드회사: 새로 나온 Gold Credit Card에 가장 반응을 크게 할 만한 고객은?
 - 통신회사: 경쟁사로 떠날 가능성이 큰 고객들은?
 - 유통회사: 가격 할인을 통하여 자사의 수익을 향상시킬 수 있는 제품구성은?
- (장바구니분석, Market Basket Analysis)

(2) 연관 규칙: 특히 장바구니분석은 통계학의 조건부 확률 이론을 사용하여 유통 분야의 마케팅 전략 수립에 많은 기여하고 있는 데이터 마이닝 분석기법이다. 이에 대한 추가적인 내용은 본 교재의 뒷 부분에서 연관규칙 마이닝(association rule mining) 기법에서 자세하게 다룬다.

- Association and Correlation Analysis: 빈도 패턴(Frequent patterns or frequent item sets), 편의점에서 함께 팔린 제품들은?
- A typical association rule: 마트에서 팔려나간 개별 상품들의 결과를 이용하여

마트의 상품 진열을 결정할 수 있다. 예를 들어 기저귀(diaper)와 맥주(beer)가 동시에 팔려나가는 패턴을 분석하여 두 제품을 함께 진열할지를 결정할 수 있다.

(3) 분류 (classification)

– 분류 기법: Decision trees, naïve Bayesian classification, support vector machines, neural networks, logistic regression, ...

– 적용 분야: 신용카드 부정사용 탐지(Credit card fraud detection), 고객 분류, 맞춤형 처방, 고객의 신용상태 판단, ...

(4) 군집화 (clustering)

– 군집화 기법: K-means clustering, 계층적 군집화, Fuzzy clustering, ...

– 적용 분야: 서로 유사한 개체들을 묶는 모든 작업

(5) 이상치 분석 (outlier analysis)

– 네트워크 침입 탐지, ...

5.1.6 빅데이터 분석

빅데이터 분석은 다음과 같은 데이터의 형태에 따라 다르게 된다.

(1) Relational Databases: 관계형 데이터베이스

(2) Data Warehouses: 데이터웨어 하우스

(3) Transactional databases: 거래 데이터베이스

(4) Advanced DB and information repositories: 확장된 데이터베이스

(5) Spatial databases: 공간 데이터베이스

(6) WWW: 웹 데이터

(7) SNS

Data analysis에서 좋은 결과를 제공하는 분석기법이 반드시 data mining에서도 좋은 결과를 제공하지는 않는다. 통계적 분석도구(statistical tools)와 인공지능(AI)은 다음과 같은 차이를 가진다.

(1) Statistical tools: 통계학과, 데이터의 수집 및 분석, 통계적 기법(회귀분석, 다변량분석, 군집분석, ...)

(2) Artificial Intelligence: 컴퓨터학과, 기계 학습(machine learning)(인공신경망, 의사결정나무, ...)

비즈니스 관점에서 빅데이터 분석은 다음과 같다. CRM은 고객에 초점을 맞춘 IT

기반의 마케팅 전략을 의미한다.

(1) CRM의 3가지 이슈

- Acquisition 고객 유치: 우수고객확보 (prospect)
- Retention 고객 유지: 고객이탈방지 (churn)
- Cross / Up Selling: 교차 및 추가 판매 (items, transactions)

(2) CRM의 예

- 사기 탐지 (fraud detection)
 - 데이터베이스 마케팅 (database marketing, target marketing)
 - 점수화 (scoring): 신용점수, 우수고객점수, 고객이탈 및 연체 점수, 활성화 점수
- 데이터 마이닝의 성능평가를 위하여 일반적으로 리프트 값(Lift value)을 사용한다. 다음은 마약 사범을 적발하는 데이터 마이닝 예제를 통하여 리프트 값을 구하는 절차를 나타낸다.

5.2. 빅데이터 분석

5.2.1 데이터 학습

데이터로부터의 학습(learning from data)은 데이터사이언스 분야에서 가장 중요한 부분이다. Ross 교수가 정의한 바에 의하면 통계학은 데이터로부터의 학습 기술이 된다.

(1) 데이터 마이닝 분석 도구 (analytical tool)

- 통계학 기반의 분석기법 + 머신러닝 알고리즘
- 요약(summary) → 시각화(visualization) → 모형화(modeling)

(2) 데이터 마이닝의 경험적 순환구조

- 데이터의 학습을 통한 개념의 갱신(update)
- 개념 - 최적화된 의사결정에 필요한 지식
- Notion → Data → Analysis → Interpretation → Notion → ...

(3) 통계적 학습이론(statistical learning theory)

- 분류(classification): SVM(support vector machine)
- 예측(regression & prediction): SVR(support vector regression)
- 군집화(clustering): SVC(support vector clustering)

(4) 딥 러닝 (deep learning)

- 신경망의 층(layer)을 확장 시킨 모형

– 예를 들어 붓꽃(Iris)의 분류학습에서 기존의 학습은 붓꽃의 종(species)의 특성을 미리 알고 학습하면서 최적의 분류규칙(판별식)을 찾지만 딥러닝 학습은 붓꽃의 사진(데이터)을 보고 스스로 학습하면서 스스로 종의 특성을 찾아내어 분류한다. 학습데이터와 테스트 데이터는 다음과 같다.

(1) 학습 데이터(training data)와 테스트 데이터(test data)

– Total data (전체 데이터) = Training data + Test data

– Training data: 학습 데이터, 모델을 구축할 때 사용됨

– Test data: 검증 데이터, 구축된 모델의 성능을 평가할 때 사용됨

(2) 일반적으로 전체 데이터의 2/3은 training data로 1/3은 test data로 사용한다.

(3) 지도학습 (supervised learning)과 자율학습 (unsupervised learning)

– 지도학습 (supervised learning): with teacher, 반응(목표)변수의 값을 알고 있음

– 자율학습 (unsupervised learning): without teacher, 반응(목표)변수의 값을 모름

– 지도학습 알고리즘을 쓸 것인가, 자율학습 알고리즘을 쓸 것 인가는 주어진 데이터에 의존

5.2.2 회귀 분석

데이터사이언스에서 예측모델(predictive model)은 크게 선형회귀와 로지스틱회귀로 나뉜다.

(1) 선형회귀 (linear regression): 반응변수가 연속형 (continuous)

(2) 로지스틱회귀 (logistic regression): 반응변수가 이진형 (binary)

또한, 산점도(scatter plot)에 기반한 데이터 시각화(visualization)를 통하여 변수들 간의 대략적인 관계를 파악한다. 회귀분석에서 가장 일반적으로 사용되는 회귀분석은 다음과 같은 선형회귀분석이다.

(1) 목표변수가 연속형인 지도학습 예측모델

(2) 데이터 마이닝의 관점에서 선형 회귀모델의 목표는 주어진 입력값에 대한 목표값을 예측할 수 있는 모델을 구축하는 것

(3) 데이터 마이닝에서 회귀분석은 매우 광범위하게 사용: 고객연봉예측, 고객신용평점(credit score), ...

(4) 주어진 데이터 집합을 설명할 수 있는 직선의 방정식은 매우 많이 존재하지만 최적의 회귀방정식은 오직 한 개만 존재함.

(5) 다중 선형회귀모델(multiple linear regression)

(6) 통계학에서의 회귀모델은 이론적 원리에 충실한 반면 데이터 마이닝에서 회귀

모형은 실제 적용에 관심이 있음.

다음으로 빅데이터에서 가장 활발히 사용되는 회귀분석 모형은 로지스틱 회귀모형이다.

로지스틱 회귀분석

로지스틱 회귀분석(logistic regression)은 고객의 신용상태 분류, 네트워크 침입탐지 여부 등 분류 작업에 사용되는 통계적 모형이다.

- (1) 반응변수가 이진(binary) 범주를 갖는 경우
- (2) 은행의 고객신용상태(양호/불량), 통신회사의 고객이탈(유/무), ...

로지스틱 회귀모형은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- (1) 고객 신용상태의 불량 가능성을 모형화
- (2) 신용상태(Good or Bad): 반응변수(y), $y=0$: 양호(good) / $y=1$: 불량(bad)
- (3) $y=1$ 인 확률 p에 영향을 주는 설명변수(x)에 대한 모형

로지스틱 회귀분석은 성공의 확률 p에 대한 다음의 로짓(logit)을 사용한다.

이와 같은 로짓함수는 다음과 같은 특성으로 로지스틱 회귀분석을 수행한다.

- (1) 로짓함수를 사용하는 이유는 0과 1사이의 확률값을 실수값을 $(-\infty, \infty)$ 로 나타내기 위함.
- (2) 왜냐하면, 회귀모형에서 입력변수들의 선형결합의 계산결과는 실수값을 갖기 때문임.

구체적으로 설명변수가 1개인 로지스틱 회귀모형은 다음과 같이 정의된다.

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x$$

위 식을 사용하게 되는 이유는 좌변과 우변은 모두 실수값을 갖게 되고 이를 통하여 정상적인 회귀분석이 가능하게 되기 때문이다. 위 식을 확률 p에 대하여 정리하면 다음과 같다.

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)}$$

위 식을 통하여 로지스틱 회귀분석에 의해 최종 관심 사건에 대한 성공 확률을 구할 수 있고 이 확률 값을 이용하여 분류 작업이 이루어진다.

<그림 2.1 로지스틱 회귀곡선>

로지스틱 회귀곡선의 특징은 다음과 같다.

- (1) 0과 1 사이에서 S자 형태로 증가하는 형태(성장곡선)

- (2) 시그모이드(sigmoid)함수라고도 함.
- (3) 경계값 근처에서 기울기가 급속하게 커져서 두 개의 범주에 대한 구분을 쉽게 해주는 장점이 있음. (Cut-off value (threshold) 의 결정이 필요함)

5.2.3 빅데이터 분석을 위한 데이터 프로그래밍

R이란?

R은 통계계산과 그래픽스를 수행하기 위한 프로그래밍 언어와 소프트웨어 환경의 통합된 플랫폼을 의미한다. R의 특징은 다음과 같다.

- (1) R은 Bell 연구소에서 개발한 S 언어에 기반하고 있으며 R의 웹 사이트(www.r-project.org)에서 무료로 다운로드하여 설치해서 사용할 수 있다.
- (2) 기존의 상용 통계소프트웨어(SAS, SPSS, ...)의 기능을 대부분 갖추고 있으며, 특히 새로운 알고리즘에 대한 빠른 업그레이드로 인하여 오히려 상업용 통계 소프트웨어에 비해 장점을 갖추고 있다.
- (3) GUI(graphic user interface)가 기존의 상업용 통계 소프트웨어에 비하여 떨어지기 때문에 처음 익숙해지는데 약간의 노력이 필요하지만 사용자에게 따라서는 R에 익숙해지면 다른 것들에 비해 오히려 더 편리하다고 느낄 수도 있다.
- (4) R 프로그램은 유닉스(Unix, Linux)와 윈도우(Window), Mac OS 등 대부분의 컴퓨터 환경에서도 수행이 가능하다.
- (5) 텍스트마이닝(text mining)의 전처리 과정을 포함한 데이터의 조작(manipulation), 계산(calculation), 시각화(visualization) 등의 데이터 분석이 가능하다.
- (6) R뿐만 아니라 S 언어를 사용하여 사용자가 만든 코드를 새로운 함수(function)로 정의하여 자신이 사용하는 R 개발 환경에 등록시켜 사용할 수 있다.
- (7) C, C++, Fortran 코드도 R환경에서 불러서 기존의 R코드와 연결하여 실행시킬 수 있기 때문에 계산 속도에도 문제가 없다.
- (8) R 홈페이지에서 매뉴얼, 기술보고서 등 다양한 문서들을 제공하고 있으며, 전 세계에서 많은 연구자들에 의해 다양한 패키지와 관련 문서들에 제공되고 있다.
- (9) R 홈페이지에서 R을 공부하고 R을 이용하여 시스템을 개발할 때 필요한 참고 문헌을 Documentations 또는 Manuals 형식으로 제공한다.
- (10) R의 홈페이지의 “Search” 기능은 구글 검색엔진(Google search engine)과 연

제하여 R과 관련된 다양한 자료들을 찾아 준다.

(11) 각자의 컴퓨터에 R을 인스톨하기 위하여 R 홈페이지에서 설치파일 다운로드 하면 된다. 주로 홈페이지의 CRAN 메뉴에서 CRAN Mirrors로 접속하여 Download and Install R: Download R for Linux / Download R for (Mac) OS X /에서 각자에게 맞는 운영체제를 선택한다. 가장 많이 사용되는 윈도우 컴퓨터에 R을 설치하기 위해서는 Download R for Windows를 선택하고 base로 접속하여 Download R 4.0.3 for Windows (85 megabytes, 32/64 bit)를 클릭하여 설치하면 된다. 항상 최신 버전을 확인하면 된다.

R 데이터 언어

데이터사이언스의 데이터분석에서 필요한 대부분의 계산함수는 R 개발환경(base R environment)에서 기본적으로 제공한다. 또한 최신 이론들에 의한 새로운 분석기법들은 패키지(package) 형태로 제공하며 간단히 추가 설치하여 사용할 수 있기 때문에 R은 데이터사이언스에서 필요로 하는 대부분의 컴퓨팅 작업을 지원한다.

R 시작하기

- (1) 주석문(comment)은 #을 기호를 이용한다.
- (2) 변수, 데이터셋, 함수 등은 대부분 객체(object)로 다루어 진다.
- (3) 객체와 관련된 함수는 다음과 같다.
 - ls() # 현재 작업환경의 객체의 리스트를 보여 줌
 - rm() # 지정한 객체를 작업환경에서 제거
- (4) 객체 명명(naming)을 위한 R의 규칙
 - 영문자 (대문자와 소문자를 구별함), 숫자, “.”, “_” 사용
 - 특히 “.”를 적절히 이용하면 해당 개체명이 의미를 효율적으로 표현할 수 있음
 - stat.m # 통계학과 남학생
 - stat.f # 통계학과 여학생
 - “_”와 숫자는 제일 앞에 사용할 수 없음, “.”은 가능
 - 5stat # 잘못된 명명
 - .stat # 가능한 명명
- (5) R은 대문자와 소문자를 전혀 다른 객체명으로 인식, 즉, 대문자 “X”와 소문자 “x”는 전혀 다른 객체명이 된다.

(6) R의 예약어(reserved word)는 객체명으로 사용할 수 없다.

```
> if=c(1,2,3) # if 는 조건문에 사용되는 R의 예약어
```

에러:unexpected '=' in "if="

(7) R은 기본적인 계산기 기능이 있다.

```
> 3+4 # 더하기
```

```
[1] 7
```

(8) 기본적인 R의 사용은 다음과 같다.

```
> x=c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) # c( ) 함수를 이용한 데이터입력
```

```
> x
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
> mean(x) # x 객체(변수)에 저장된 데이터의 평균 계산
```

```
[1] 5.5
```

```
> y=mean(x) # x에 저장된 데이터의 평균을 계산하여 y에 저장
```

```
> y # y에 저장된 데이터값을 출력
```

```
[1] 5.5
```

5.2.4 R의 데이터 객체

R에서 기본적으로 제공하는 데이터 객체는 벡터(vector), 행렬(matrix), 데이터 프레임(data frame), 리스트(list) 등이 있으며 이들 데이터 객체를 이용하여 R에서 다루는 다양한 데이터를 처리하고 분석할 수 있다.

벡터

(1) 벡터의 정의

벡터는 한 개 이상의 원소로 구성된 자료구조(data structure)로 정의되며 R의 가장 기본적인 데이터 객체이다.

(2) 벡터를 정의하는 3가지 속성(attribute)

벡터를 정의하는 속성은 형(mode), 길이(length), 원소이름(names)이 있다.

– (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) : 길이가 10인 수치형 벡터

– (“A”, “b”, “F”, “s”) : 길이가 4인 문자형 벡터

– 1개의 숫자 : 길이가 1인 수치형 벡터

(3) 벡터의 생성: c()함수

```
> x.obj=c(1,3,5,7,9) # 5개의 숫자 1,3,5,7,9를 갖는 벡터 x.obj를 생성
> x.obj
[1] 1 3 5 7 9
```

행렬

- (1) 동일한 형으로 구성된 2차원 데이터 구조
- (2) R에서는 문자형이나 논리형도 행렬의 원소로 가능
- (3) 행렬의 원소는 한 가지 형의 자료만 허용
- (4) 행렬을 정의하는 속성(attributes)
 - 형(mode)
 - 길이(length)
 - 차원(dim)
 - 차원의 이름(dimnames)

리스트

- (1) 리스트: 서로 다른 유형의 데이터들로 구성된 객체
- (2) 리스트는 성분(component)으로 서로 다른 형의 원소를 가질 수 있고, 길이도 다를 수 있음
- (3) list 함수를 사용하여 리스트 생성
- (4) 리스트의 속성 - 형(mode), 성분의 길이(length), 성분의 이름(names)
- (5) 리스트 예제

```
> Lst=list(name="Fred", wife="Mary", no.children=3, child.ages=c(4,7,9))
> Lst
$name
[1] "Fred"
$wife
[1] "Mary"
$no.children
[1] 3
$child.ages
[1] 4 7 9
```

데이터 프레임

- (1) DB의 테이블(table)과 유사한 구조
- (2) 데이터과학에서 다루어지는 가장 기본적인 자료객체
- (3) 각 변수(열)의 형은 리스트처럼 동일하지 않아도 됨
- (4) 각 변수에 대한 원소들의 개수는 동일해야 함

5.2.5 데이터 전처리

통계적 분석기법과 기계학습 알고리즘을 이용하여 분석을 수행하기 위해서 구조화된(structured) 데이터가 필요하다. 그러나 논문, 웹 문서, 사회네트워크 상의 데이터, 각종 보고서, 기사, 특허 등의 빅 데이터는 대부분 구조화된 데이터가 아니기 때문에 통계학과 머신러닝에서 제공하는 다양한 데이터 분석 기법들을 사용하기 위해서는 텍스트 데이터의 전처리를 통한 정형화한 데이터의 구축이 먼저 필요하다.

정형 데이터 생성

- (1) 구조화된 데이터는 다음과 같이 행과 열로 이루어진 테이블 구조를 갖는다.
 - 행(row): 관측값(observation), 문서(document), ...
 - 열(column): 변수(variable), 단어(term), ...
- (2) Text mining
 - 텍스트(text) 데이터로부터 의미 있는 정보를 추출하는 과정
 - 텍스트 데이터의 구조화(structuring)

5.2.6 빅데이터의 차원 축소

빅데이터를 그대로 분석하는데에는 많은 어려움이 있다. 그 중에서도 데이터의 차원이 크기 때문에 발생하는 차원의 저주(the curse of dimensionality)가 있다. 이에 대하여 처음 소개한 한 학자는 R. E. Bellman (Rand Corporation, 1957)의 책 “Dynamic programming - Princeton University Press”이 있다. 또한 J. H. Friedman 교수(Dept. of Statistics, Stanford University)는 자신의 논문 “On Bias, Variance, 0/1-loss, and the Curse of Dimensionality”에서 이에 대하여 설명하였다.

- (1) 높은 차원(high-dimensional spaces, often with hundreds or thousands of

dimensions)에서의 데이터의 분석에서는 낮은 차원(low-dimensional settings such as the three-dimensional space)에서 발생하지 않던 어려움이 발생한다.

(2) 수치해석(numerical analysis), 샘플링(sampling), 통계학(statistics), 기계학습(machine learning), 데이터마이닝(data mining) 등의 분야에서 특히 문제가 된다.

(3) 차원이 증가함에 따라 데이터의 희소성(sparsity)은 빠르게 증가한다. 또는 높은 차원의 데이터는 희소성 문제를 갖는다.

(4) 높은 차원에서의 모형은 낮은 차원에서의 모형에 비해 복잡하고(complex)하고 모형 해석에 어려움이 발생한다.

(5) 특히, 통계적 유의성(statistical significance)이 요구되는 분석에서 희소성 문제는 해결해야 할 과제이다. (추정량의 분산이 커진다)

(6) 희소성 문제의 해결을 위한 하나의 방법으로 변수선택(variable selection), 차원 축소(dimension reduction), 등이 사용될 수 있다.

(7) 구조화된 데이터 구축 과정에서 희소성 문제를 해결할 수 있는 방법도 고려될 수 있다. (제한된 차원(restricted dimension): column(term)의 수를 제한)

주성분 분석

빅데이터 차원축소를 위한 가장 대표적인 통계적 기법은 주성분분석(principal component analysis, PCA)이다. 주성분분석은 변수들 간의 연관성을 이용하여 전체 데이터의 변동을 기존 변수들의 선형결합으로 생성된 몇 개의 새로운 변수(주성분)로 설명한다.

1901년 피어슨(Karl Pearson), 1933년 호텔링(Herold Hotelling)에 의해 각각 독립적으로 PCA의 개념이 소개되었지만 두 연구결과는 수리적으로 동일함이 밝혀졌다. PCA의 목적은 데이터의 축소와 해석이다. 원래 데이터에 p 개의 변수가 있을 때 p 보다 작은 r 개의 ($r < p$)의 주성분으로 전체변동의 상당부분을 설명할 수 있다면 매우 효과적인 분석이 된다. 주성분을 통하여 데이터를 해석하고 원래 데이터(p 개의 변수)에 나타나지 않은 관계들을 찾아냄으로써 원래 데이터에서 파악할 수 없었던 새로운 사실을 찾아낼 수 있다. 이와 같은 것을 잠재변수(latent variable)라고 한다. PCA의 기본개념은 다변량 자료의 변동(분산)을 가장 많이 설명해 주는 선형결합(주성분)을 찾는 것이다. 가급적 2~3개의 주성분으로 전체 자료의 변동을 설명하려는 것이 PCA 차원축소의 개념이다. 최종 결정된 주성분은 이후 추가분석(회귀분석, 군집분석, ...)에 사용된다.

6. XR과 네트워크

6.1 네트워크 개요

6.2 네트워크 모델

6.1 네트워크 개요

6.1.1 데이터 통신

6.1.1.1 구성요소

데이터 통신 시스템은 다섯 가지 구성요소를 갖는다(그림 1.1 참조).

- 메시지(message). 메시지는 통신의 대상이 되는 정보, 즉 데이터이다. 텍스트, 숫자, 그림, 소리, 화상, 또는 이들의 조합으로 만들어진다.
- 송신자(sender). 송신자는 메시지를 보내는 장치로서 컴퓨터, 전화기, 비디오 카메라 등이 될 수 있다.
- 수신자(receiver). 수신자는 메시지를 받는 장치로서 컴퓨터, 전화기, TV 등이 될 수 있다.
- 전송 매체(medium). 전송 매체는 메시지가 송신자에서 수신자까지 이동하는 물리적인 경로이다. 전송 매체에는 꼬임쌍선, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 공기(무선 전송) 등이 있다.
- 프로토콜(protocol). 프로토콜은 데이터 통신을 통제하는 규칙의 집합이다. 프로토콜은 통신하고 있는 장치들 간의 합의된 규칙이다. 프로토콜이 없다면 마치 중국어로 얘기하는 것을 한국 사람이 알아듣지 못하는 것처럼, 통신 장치가 서로 연결되어 있어도 통신이 제대로 이루어지지 않는다.



그림 1.1 데이터 통신 시스템의 5가지 구성요소

6.1.1.2 데이터 표현

오늘날 정보는 문자, 숫자, 화상, 오디오 및 비디오와 같이 다양한 형태로 전달된다.

문자. 데이터 통신에 있어서 문자(character)는 비트 패턴, 즉 0과 1로 된 비트들의 순서인 비트 패턴으로 표현된다. 서로 다른 비트 패턴을 사용하여 문자 기호들을 표현하도록 설계되었다. 이와 같은 각 비트 패턴의 집합을 코드(code)라고 부르며 기호를 표현하는 과정을 부호화(coding, 코딩)라고 한다. 오늘날 널리 사용되고 있는 코드는 유니코드(Unicode)라고 하는데, 32개의 비트를 사용하여 전 세계의 모든 언어에서 사용되는 부호나 문자를 나타낸다. 미국에서 오래 전에 개발된 ASCII(American Standard Code for Information Interchange)는 현재 유니코드의 처음 127개의 문자에 해당하며, 기본 라틴(Basic Latin)이라고도 한다. 부록 A는 유니코드의 일부를 포함하고 있다.

숫자. 숫자(number) 또한 비트 패턴을 사용하여 나타낸다. 그러나 ASCII와 같은 코드는 숫자를 나타내는데 사용되지 않는다. 숫자는 곧바로 2진수로 변환될 수 있기 때문이다. 그렇게 하는 이유는 수학적 연산을 간단하게 하기 위해서이다. 부록 B는 여러 가지 서로 다른 수의 체계를 설명하고 있다.

영상. 영상(image, 이미지, 화상이라고도 함) 역시 비트 패턴에 의해 표현된다. 가장 간단한 형태의 영상은 화소(pixel, 픽셀)라는 작은 점들의 행렬로 구성된다. 화소의 크기는 해상도(resolution)에 따라 다르다. 예를 들면, 영상을 1,000개의 화소로 나누거나 10,000개의 화소로 나눌 수 있다. 두 번째 경우가 더 좋은 영상을 표현하지만, 영상을 저장하기 위해 더 많은 메모리가 필요하다. 영상을 화소로 나눈

뒤에, 각 화소에 비트 패턴을 지정한다. 패턴의 크기와 값은 영상에 따라 다르다. 단순히 흑백으로만 구성된 영상이라면 화소 하나를 나타내는 데에는 1비트 패턴이면 충분하다.

만일 단순 흑백 화소가 아니라면, 회색을 나타내기 위해 비트 패턴의 크기가 커져야 한다. 예를 들면, 4단계의 회색을 나타내기 위해서는 2비트 패턴을 사용할 수 있다. 흑색 픽셀은 00, 짙은 회색은 01, 옅은 회색은 10, 흰색은 11로 나타낼 수 있다.

컬러 영상을 나타내는 방법에는 몇 가지가 있다. 한 가지 방법은 RGB(red, green, blue)라고 하는데, 그 이유는 각 컬러는 3가지 기본 색상인 빨간색(red), 녹색(green) 및 파란색(blue)의 조합으로 만들어지기 때문이다. 여기에 각 기본 색의 강도를 측정하여 보통 8비트를 사용하여 각 색상별 비트 패턴을 지정한다. 다른 방법으로는 YCM이라는 것이 있는데, 이 경우에는 위와는 다른 3가지 색깔인 노란색(yellow), 청록색(cyan), 자홍색(magenta)을 기본 색으로 사용한다.

오디오. 오디오(audio)는 소리나 음악을 기록하거나 방송하는 것을 말한다. 음성은 기본적으로 문자, 숫자 또는 화상과 다르다. 오디오는 연속적이지 이산적이지 않다. 목소리나 음악을 마이크로폰을 사용하여 전기 신호로 바꿀 때에도 연속 신호를 사용한다.

비디오. 비디오(video, 또는 동영상)는 그림이나 영화 같은 것을 기록하거나 방송하는 것을 말한다. 동영상은 연속적인 개체(예: TV 카메라에 의해서)로 만들 수도 있

고, 각각은 이산적인 개체이지만 여러 화상을 합해서 움직이는 느낌을 갖도록 만들 수 있다.

6.1.1.3 데이터 전송 방식

데이터 전송 방식(transmission mode)은 연결된 두 장치 간에 데이터를 전송할 때에 신호가 전달되는 방향을 기준으로 구분된다. 전송 방향에 따라 구분하면 단방향과 양방향으로 나뉘고, 양방향 전송 방식은 다시 반이중과 전이중으로 나뉜다(그림 1.2 참조).

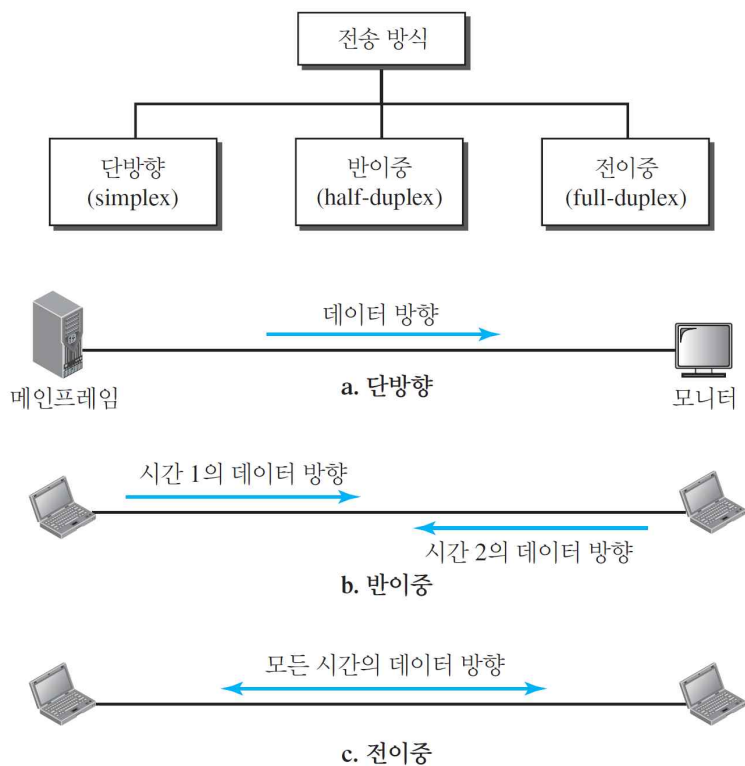


그림 1.2 데이터 전송 방식

단방향. 단방향 방식(simplex mode)에서 통신은 일방통행로처럼 한 방향으로만 일어난다. 하나의 링크에 연결되어 있는 두 장치 간에 한쪽은 전송만 할 수 있고, 다른 쪽은 수신만 할 수 있다(그림 1.3a 참조). 우리가 흔히 접하는 자판과 모니터는 단방향 장치의 예이다. 즉, 자판은 입력만, 모니터는 출력만 할 수 있다. 단방향 방식은 데이터를 한 방향으로 전송하는 데 채널의 전체 용량을 사용할 수 있다.

반이중. 반이중 방식(half-duplex mode)에서 각 지국은 송신과 수신이 가능하지만, 동시에는 할 수 없다. 한 장치가 송신하면 다른 장치는 수신만 할 수 있고, 그 역도 마찬가지이다(그림 1.3b 참조). 반이중 방식은 양방향으로 통행이 가능한 외길과 같다. 차들이 한쪽 방향으로 이동하면 다른 방향의 차들은 기다려야 한다. 반이중 전송방식에서 채널의 전체 용량은 전송하는 장치가 전부 사용한다. 위키토키와 생활 무전기(citizens band, 시민 밴드)는 반이중 시스템의 예이다.

반이중 방식은 동시에 양방향으로 통신이 필요하지 않은 경우에 사용된다. 채널의 전체 용량은 각 방향에 대해 전부 사용될 수 있다.

전이중. 전이중 방식(full-duplex mode)에서는 양쪽 지국이 동시에 송신과 수신을 할 수 있다(그림 1.3c 참조). 전이중 방식은 동시에 양방향으로 통행이 가능한 2차선 도로와 같다. 전이중 방식에서 신호는 링크의 용량을 공유해서 양방향으로 전달된다. 이러한 공유는 각 링크가 물리적으로 분리된 서로 다른 2개의 전송 통로(하나는 송신용이고 다른 하나는 수신용)를 갖게 하거나, 채널의 전송 용량을 반으로 나누어 서로 반대 방향으로 통신하는 방법으로 이루어질 수 있다.

전이중 방식의 대표적인 예는 전화망이다. 두 사람이 전화를 이용하여 통화할 때, 동시에 말하고 들을 수 있다. 전이중 방식은 통신이 항상 양방향으로 이루어질

때 사용된다. 그러나 채널의 용량은 양방향으로 나누어서 사용해야 한다.

6.1.2 네트워크

네트워크(network, 또는 망)는 통신이 가능한 서로 연결된 장치의 모임이다. 이 정의에서 장치는 대형 컴퓨터, 데스크톱, 랩톱, 휴대폰, 보안 시스템과 같은 호스트[host, 종단 시스템(end system)]이라 고도 함]가 될 수 있다. 이 정의에서 장치는 서로 다른 네트워크를 연결하는 라우터, 장치를 서로 연결하는 교환기, 데이터의 형태를 변환하는 모뎀(변복조기) 등과 같은 연결 장치(connecting device)가 될 수 있다. 이러한 장치를 연결하는 링크를 통신 채널(channel)이라고도 한다. 네트워크에서 이 장치들은 케이블과 공기와 같은 유선 또는 무선 통신 매체를 통하여 연결된다.

6.1.2.1 연결 유형

네트워크는 링크를 통하여 2개 이상의 장치가 연결된 것이다. 링크는 한 장치에서 다른 장치로 데이터를 전달하는 통신 통로이다. 시각적인 이해를 위해 두 지점을 잇는 하나의 선을 상상하면 된다. 통신을 하려면 두 장치는 동시에 같은 링크에 연결되어 있어야 한다. 연결 유형(type of connection)에는 점-대-점과 다중점 방식이 있다(그림 1.3 참조).

점-대-점. 점-대-점 연결(point-to-point connection)은 두 장치 간의 전용 링크를 제공한다. 채널의 전체 용량은 두 장치 간의 전송을 위해서만 사용된다. 대부분 점-대-점 연결은 양쪽 끝에 연결된 케이블이나 전선을 사용한다. 그러나 마이크로웨이브나 인공위성 연결과 같은 방식도 가능하다(그림 1.6a 참조). 적외선 리모컨으로 텔레비전 채널을 바꿀 때, 텔레비전 제어 시스템과 리모컨 간에는 점-대-

점 연결이 이루어진다.

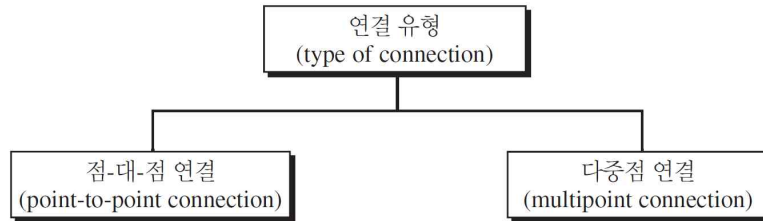


그림 1.3 연결 유형

다중점. 다중점 연결[multipoint connection, 멀티드롭(multidrop)이라고도 한다]은 3개 이상의 특정 장치 가 하나의 링크를 공유하는 방식이다(그림 1.6b 참조). 다중 점 환경에서 채널의 용량은 공간적, 혹은 시간적으로 공유된다. 여러 장치가 동시에 링크를 사용한다면, 이는 회선의 공간적 공유이다. 만일 사용자가 순서에 따라 링크를 사용한다면, 이는 회선의 시간적 공유이다.

6.1.2.2 물리적인 접속형태

물리적인 접속형태(physical topology, 토폴로지라고도 함)라는 용어는 네트워크에서 컴퓨터의 위치 나 컴퓨터의 케이블 연결 등의 물리적인, 혹은 논리적인 배치 방식을 말한다. 2개 이상의 장치가 하 나의 링크에 연결되며, 2개 이상의 링크로 하나의 접속형태를 이룬다. 네트워크의 접속형태는 링크 와 연결된 장치[항상 노드(node)라고 함] 간의 관계에 대한 기하학적 표현이다. 기본적인 접속형태 에는 그물형(mesh), 성형(star, 스타형이라고도 함), 버스형(bus), 링형(ring)이라는 네 가지가 있다 (그림 1.4 참조).

이 기본적인 접속형태는 네트워크상의 장치에 대한 물리적인 배열보다는 상호 연결 방법을 나 타낸다. 접속형태를 선택할 때 고려해야 할 점은 연결된 장치간의 상대적인 관계이다. 두 가지 관계 가 있을 수 있는데, 장치들이 동등하

게 링크를 공유하는 대등-대-대등(peer-to-peer) 관계이고, 한 장치는 전송을 제어하고 다른 장치는 제어 장치를 통해 전송하는 주-종(primary-secondary) 관계이다. 링형과 그물형 접속형태는 대등-대-대등 전송에 적합하고, 성형은 주-종 전송에 적합하다. 버스형 접속형태는 두 가지 모두 적합하다

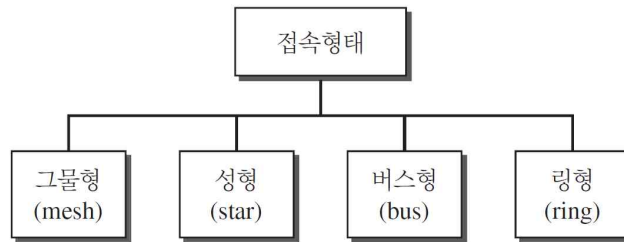


그림 1.4 접속형태 분류

그물형 접속형태. 그물형 접속형태(mesh topology)에서 모든 장치는 다른 장치에 대해 전용의 점-대-점 링크를 갖는다. 전용이라는 것은 연결되어 있는 두 장치 간의 통신만 담당하는 링크가 있음을 의미한다. n 개의 노드로 이루어진 완전히 연결된 그물형 네트워크에서 물리 링크의 수를 알기 위해 먼저 각 노드는 다른 모든 노드와 연결되어야 한다. 노드 1은 $(n - 1)$ 개의 노드와 연결되어야 하고, 노드 2는 $(n - 2)$ 개의 노드에 연결되어야 하고, 마지막으로 노드 n 도 $(n - 1)$ 개의 노드에 연결되어야 한다. 따라서 $n(n - 1)/2$ 개의 물리 링크가 필요하다. 그렇지만 각 링크가 양방향 통신(전이중 모드)을 허용한다면 링크의 수를 2로 나눌 수 있다. 다시 말하면 그물형 네트워크에서 $n(n - 1)/2$ 개의 전이중 모드 링크가 필요하다고 말할 수 있다. 이와 같이 많은 링크를 수용하기 위해서는 네트워크상의 모든 장치는 $(n - 1)$ 개의 입출력(I/O) 포트를 가지고 있어야 한다(그림 1.5 참조).

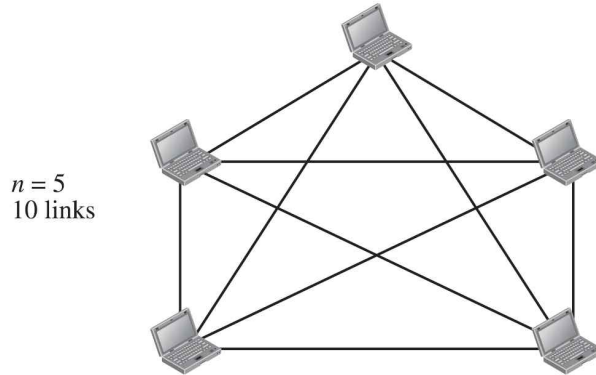


그림 1.5 완전히 연결된 그물형 접속형태(5개의 장치)

그물형은 다른 접속형태에 비해 몇 가지 장점을 가지고 있다. 첫째로, 전용 링크의 사용은 각 연결 회선이 원하는 자료의 전송을 보장해주기 때문에 많은 장치가 공유하는 링크에서 발생할 수 있는 통신량 문제를 없애준다. 둘째로, 그물형 접속형태는 안전성이 높다. 한 링크가 고장이 나더라도 전체 시스템에는 큰 문제가 되지 않는다. 또 하나의 장점은 프라이버시와 보안이다. 모든 메시지는 전용선으로 보내지기 때문에 원하는 수신자만 받을 수 있다. 물리적인 경계선 자체가 다른 사용자가 메시지에 접근하는 것을 막아준다. 끝으로, 점-대-점 연결은 결함의 식별과 분리가 비교적 쉽고 전송 시 문제가 있다고 생각되는 링크를 피해 경로를 설정할 수 있다. 이 접속형태에서 네트워크 관리자는 결함이 발생한 정확한 위치를 발견하고 그 원인과 해결책을 쉽게 찾을 수 있다.

반면, 그물형의 주요 단점은 케이블의 양과 요구되는 I/O 포트 수이다. 첫째로, 모든 장치가 다른 모든 장치와 연결하기 때문에 설치와 재구성이 어렵다. 둘째로, 실제 필요한 전선의 용적이 벽 속이나 천장, 바닥 아래 등 전선을 수용할 수 있는 공간보다도 더 커질 수 있다. 끝으로, 각 링크와 연결되는 하드웨어(I/O 포트와 전선)에 엄청난 비용이 들 수 있다. 그래서 그물형 접속형태는 대개 제한적으로

구현된다. 예를 들면, 여러 가지 접속형태를 포함할 수 있는 혼합형 네트워크의 중앙 컴퓨터들을 연결하는 중추 네트워크에서 그물형 접속형태를 찾아볼 수 있다. 그물형을 사용하는 실제 예로는 전화국들 사이의 연결인데, 각 지역국은 다른 모든 지역국과 연결되어 있어야 한다.

성형(스타형) 접속형태. 성형 접속형태(star topology, 또는 스타형)에서 각 장치는 일반적으로 허브(hub)라 불리는 중앙 제어장치(central controller)와 전용 점-대-점 링크를 갖는다. 각 장치는 서로 직접 연결되어 있지 않다. 그물형 접속형태와는 달리 성형 접속형태에서는 각 장치 간의 직접적인 통신을 할 수 없으며, 제어장치가 교환 역할을 한다. 만약 어떤 장치가 다른 장치에 데이터를 보내려면 그 데이터를 먼저 제어장치에 보내고, 제어장치는 그 데이터를 연결되어 있는 다른 장치로 중계해준다(그림 1.6 참조).

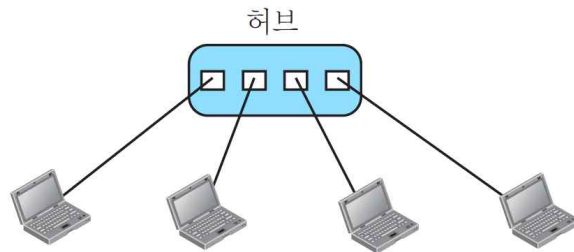


그림 1.6 4개의 지국을 연결한 성형 접속형태

성형 접속형태는 그물형 접속형태보다 비용이 적게 든다. 성형에서 각 장치는 다른 장치와 연결 하기 위해 1개의 링크와 1개의 I/O 포트만 필요하다. 따라서 설치와 재구성도 쉽다. 설치에 필요한 케이블의 양이 적으며, 이동과 삭제의 경우에도 오직 해당 장치와 허브 간의 연결 한 가지에만 영향을 미친다.

다른 장점으로서는 안전성을 들 수 있다. 만약 한 링크가 끊어져서 작동하지 않으

면 오직 해당 링크만 영향을 받고, 다른 링크들은 아무런 영향을 받지 않는다. 이러한 점은 결함의 식별과 분리를 쉽게 해준다. 동작하고 있는 한, 허브는 링크에 발생한 문제들을 점검하고 결함이 발견된 링크를 우회하는 역할을 한다. 성형의 큰 단점은 전체 접속형태가 허브라는 단일 장치에 좌우된다는 것이다. 허브가 망가지면 전체 시스템이 고장난다.

이렇듯 성형이 그물형보다 적은 케이블을 필요로 함에도 불구하고, 각 노드가 중앙 허브와 연결되어 있어야 한다는 이유로 인해 일부 다른 접속형태(링형, 버스형과 같은)보다 많은 케이블 연결이 필요하다. 성형은 근거리 통신망(LAN)에서 사용된다. 고속 LAN은 흔히 중앙 허브에 연결된 성형 접속형태를 사용한다.

버스형 접속형태. 앞에서 설명한 접속형태는 모두 점-대-점 연결을 갖는다. 반면 버스형 접속형태(bus topology)는 다 중점 형태로서, 하나의 긴 케이블이 네트워크 상의 모든 장치를 연결하는 백본(backbone, 또는 중추) 네트워크 역할을 한다(그림 1.7 참조).



그림 1.7 3개의 지국이 연결된 버스형 접속형태

노드는 탭(tap)과 유도선(drop line)에 의해 버스에 연결된다. 유도선은 주 케이블과 장치를 연결하는 선이며, 탭은 주 케이블의 연결 장치나 회선의 금속심에 연결하기 위해 케이블의 피복에 구멍을 낸 것이다. 신호가 중추 네트워크를 따라 이동할 때 그 에너지의 일부는 열로 변환되므로, 신호는 멀리 이동할수록 점점 약해진다. 이러한 이유로 인해 버스가 수용할 수 있는 탭의 수와 탭 간의 거리는 제한

된다.

버스형 접속형태의 장점은 설치하기 쉽다는 것이다. 중추 케이블은 가장 효과적으로 설치될 수 있고, 다양한 길이의 유도선에 의해 노드에 연결된다. 그래서 버스형은 그물형, 성형, 트리형 접속형태보다 적은 양의 케이블을 사용한다. 예를 들면, 성형에서는 같은 공간에 있는 4개의 네트워크 장치가 각 허브까지 도달하기 위해 각각의 케이블을 필요로 하지만 버스형에서는 이러한 중복이 필요 없다. 중추 케이블이 전체적으로 설치되어 있으므로 각 유도선은 가장 가까운 중추 케이블과 연결되기만 하면 된다.

이 접속형태의 단점은 재구성이나 결함분리가 어렵다는 데 있다. 버스형은 보통 설치시점에 최고의 효율성을 갖도록 설계되므로 새로운 장치를 추가하는 것이 어려워질 수 있다. 탭에서 일어나는 신호의 반사는 신호의 질을 저하시키는 원인이 될 수 있다. 이러한 저하는 주어진 길이의 케이블에 연결되는 장치 간의 간격과 수를 제한함으로써 조절될 수 있다. 그러므로 새로운 장치를 추가하기 위해서는 중추 케이블의 교체나 변경이 필요하다. 또한 버스 케이블의 결함이나 파손은 모든 전송을 중단하게 한다. 끊어진 쪽에 있는 장치 간의 전송도 할 수 없는데, 이는 손상된 지역이 신호를 반사시켜 발생된 곳으로 돌아가게 함으로써 양방 향으로 잡음이 일어나기 때문이다.

버스형은 초기 근거리 통신망의 설계에 사용된 최초의 접속형태 중 하나이다. 전형적인 이더넷 LAN은 버스형을 사용할 수 있지만, 지금은 많이 사용되고 있지 않다.

링형 접속형태. 링형 접속형태(ring topology)에서 각 장치는 단지 자신의 양쪽에 있는 장치와 전용으로 점-대-점 연결을 이룬다. 신호는 링을 따라 한 방향으로만 목적지에 도달할 때까지 전송된다. 링형 네트워크에 있는 각 장치는 중계기

(repeater)를 포함한다. 다른 기기가 보낸 신호를 받으면 중계기는 이를 재생 하여 전달한다(그림 1.8 참조).

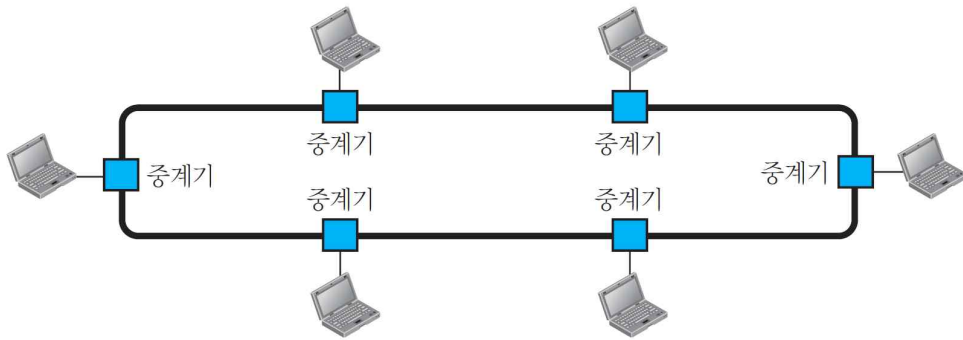


그림 1.8 6개의 지국이 연결된 링형 접속형태

링형은 비교적 설치와 재구성이 쉽다. 각 장치는 바로 이웃하는 장치에만 (물리 적이나 논리적으로) 연결되어 있다. 장치를 추가하거나 삭제하기 위해서는 단지 2 개의 연결선만 움직이면 되는데, 이 때 유일한 제약은 전송매체와 통신량에 대한 고려(링의 최대 길이와 장치의 수)이다. 링형 접속형태에서 결함분리는 매우 간단 하다. 링형에서는 일반적으로 신호가 항상 순환되므로, 만약 한 장치가 특정한 시 간 내에 신호를 받지 못하면 경보를 보낼 수 있다. 경보는 네트워크 운영자에게 문 제점과 발 생위치를 알려준다. 하지만 단방향 전송은 단점이 될 수 있다. 단순 링 형에서 링의 결함(네트워크 내 한 장치가 사용 불가능한 경우)은 전체 네트워크를 사용할 수 없게 한다. 이러한 약점은 이중 링을 사용하거나 결함이 있는 지점을 단 절시킬 수 있는 교환기를 사용하여 해결할 수 있다.

링형 접속형태는 IBM이 근거리 통신망인 토큰 링을 소개했을 때는 널리 사용되었 었다. 오늘날은 고속 LAN에 대한 요구로 인해 이 접속형태가 많이 사용되고 있지 않다.

혼합형 접속형태. 네트워크는 혼합형 접속형태(hybrid topology 또는 하이브리드형)가 될 수 있다. 예를 들면, 그림 1.9에서 보는 것처럼 중앙 허브를 사용하여 성형을 만들고 각 가지는 여러 개의 지국이 연결되는 버스형으로 할 수 있다.

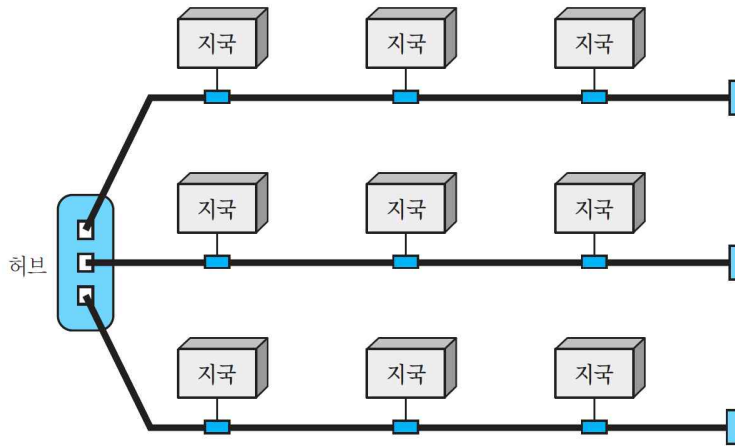


그림 1.9 혼합형 접속형태: 3개의 버스형 네트워크를 갖는 성형 백본

6.1.3 인터넷 역사

지금까지 인터넷과 인터넷 프로토콜의 개요를 살펴보았으니, 이제 간략한 인터넷의 역사를 소개하도록 한다. 이 간략한 역사는 어떻게 인터넷이 40년도 채 되지 않아 사설 네트워크에서 전 세계적인 네트워크로 발전될 수 있었는지를 잘 이해할 수 있게 해줄 것이다.

6.1.3.1 초기의 역사

1960년도 이전에 전신(telegraph)과 전화망 같은 몇몇 통신망이 있었다. 이들 네트워크들은 그 당시에 고정 전송률 통신에 적합하였다. 이것은 두 사용자 사이에 연결이 생성된 후에 부호화된 메시지(telegraphy) 또는 음성(telephony)이 교환될

수 있다는 것을 의미한다. 반면에 컴퓨터 네트워크는 버스트 데이터(burst data)를 처리할 수 있어야 한다. 이것은 서로 다른 시간에 다양한 전송률로 수신된 데이터를 의미한다. 전 세계는 패킷 교환 방식이 발명되기까지 기다려야 했다.

패킷-교환망의 탄생. 버스트 트래픽을 위한 패킷 교환 이론은 1961년 MIT의 클라인락(Leonard Kleinrock)에 의해 처음 발표되었다. 같은 시기에, 랜드(Rand) 연구소의 배런(Paul Baran)과 영국 국립물리연구소의 데이비스(Donald Davies)는 패킷-교환망에 대한 몇 개의 논문을 발표하였다.

ARPANET. 1960년대 중반에 연구 기관들의 대형 컴퓨터들은 독립 실행형 장비였다. 제조업자가 서로 다른 컴퓨터와는 통신을 할 수 없었다. 미 국방성(DOD, Department of Defense)의 ARPA(Advanced Research Project Agency)는 연구원들이 비용도 줄이고, 중복 연구가 이루어지지 않도록 연구 내용을 공유할 수 있도록 하기 위하여 컴퓨터를 서로 연결하는 방법을 연구하는 데 관심을 갖게 되었다.

1967년 ACM(Association for Computing Machinery) 모임에서 ARPA는 컴퓨터를 연결한 소형 네트워크인 ARPANET에 대한 아이디어를 제안하였다. 이 아이디어는 각 호스트 컴퓨터(반드시 같은 제조업자가 아닌)를 IMP(Interface Message Processor)라는 특정 컴퓨터에 연결하는 것이었다. 그런 다음 IMP들을 서로 연결하였다. 각 IMP는 연결된 호스트뿐만 아니라 다른 IMP와 통신할 수 있는 기능을 가지고 있었다.

1969년에 ARPANET은 IMP를 통하여 4개의 노드인 LA에 있는 캘리포니아 주립대학(UCLA)과 산타바바라에 있는 캘리포니아 주립대학(UCSB), 스탠포드연구소(SRI), 그리고 유타대학(University of Utah)을 연결하여 네트워크를 구성하였다. NCP(Network Control Protocol)라는 소프트웨어가 호스트들 간 통신을 제공하였

다.

6.1.3.2 인터넷의 탄생

1972년에 ARPANET 그룹의 일원인 빈 서프(Vint Cerf)와 밥 칸(Bob Kahn)은 네트워크 상호연결 프로젝트(Internetting Project)에 일을 하고 있었다. 이들은 어떤 네트워크에 있는 모든 호스트가 다른 네트워크에 있는 호스트들과 통신할 수 있도록 하기 위해서 서로 다른 네트워크를 연결하고자 하였는데, 이는 다양한 패킷 길이와 인터페이스, 그리고 다양한 전송 속도뿐만 아니라 서로 다른 신뢰성 요구 등 해결해야 할 많은 문제점들이 있었다. 서프와 칸은 하나의 네트워크에서 다른 네트워크로 패킷을 전송하는 중계 하드웨어 역할을 하는 게이트웨이(gateway)라는 장비를 고안하였다.

TCP/IP. 1973년 서프와 칸은 논문에서 종단-대-종단 패킷 전달을 위한 프로토콜을 제안하였다. 이것은 NCP의 새로운 버전이었다. 이 논문에는 TCP 캡슐화, 게이트웨이 기능, 데이터그램과 같은 개념이 포함되었다. 가장 급진적인 아이디어는 오류 정정 임무를 IMP에서 호스트로 옮기는 것이었다. 이러한 ARPA 인터넷은 ARPANET에 대한 책임이 DCA(Defense Communication Agency)로 넘어간 이후부터 주요 통신 수단이 되었다.

1977년 10월에 3개의 서로 다른 네트워크(ARPANET, 패킷 라디오, 패킷 위성)로 구성된 인터넷이 성공적으로 시연되었다. 이때부터 네트워크 간 통신이 가능하게 되었다. 그리고, 관계자들은 TCP를 2개의 프로토콜인 TCP(Transmission Control Protocol)와 IP(Internet Protocol)로 나누기로 결정하였다. TCP는 세그먼트, 재조립, 오류 검출 등과 같은 상위 수준의 기능에 대한 책임을 맡고, IP는 데이터그램 라우팅을 처리하도록 하였다. 이때부터 네트워크 간 연결 프로토콜은

TCP/IP로 알려지게 되었다.

1981년에 DARPA 계약에 따라서 UC 버클리 대학은 TCP/IP를 포함시키기 위해서 유닉스 운영체제를 수정하였다. 많은 사람들이 사용하는 운영체제에 네트워크 소프트웨어를 포함시키자 네트워킹에 대한 인기가 높아지게 되었다. 버클리 유닉스의 개방형 구현(특정 제조업자에 한정되지 않은)은 모든 제조업자에게 기본적인 작업 코드를 제공하였다.

1983년에 관계자들은 원래의 ARPANET 프로토콜을 폐지하였고, TCP/IP가 ARPANET에 대한 공식적인 프로토콜이 되었다. 다른 네트워크상에 있는 컴퓨터에 접속하기 위하여 인터넷을 사용하는 사람은 반드시 TCP/IP를 실행시켜야 하였다.

MILNET. 1983년에 ARPANET은 군사용을 위한 MILNET(Military Network)과 군사용이 아닌 ARPANET이라는 2개의 네트워크로 나누어졌다.

CSNET. 인터넷 역사에서 또 하나의 이정표는 1981년에 탄생한 CSNET이다. CSNET(Computer Science Network)은 NSF(National Science Foundation)에 의해서 지원된 네트워크로서 네트워크 통신에 관심이 있지만 DARPA에 동참하지 않아서 ARPANET에 접속할 수 없는 대학들에 의해서 제안되었다. CSNET은 비교적 저렴한 네트워크여서 여분의 링크가 거의 없고 전송 속도가 느렸다.

1980년대 중반에 대부분의 전산학과가 있는 미국 대학들은 CSNET에 속해 있었다. 그 밖의 여러 연구소와 회사들도 자체적인 네트워크를 구성하였고, 상호 연결을 위해 TCP/IP를 사용하였다. 인터넷(Internet)이란 용어는 정부 지원으로 연결된 네트워크로 생각하였으나 이제는 TCP/IP 프로토콜을 사용하여 연결된 네트워크를 의미한다.

NSFNET. CSNET의 성공에 힘입어 1986년 NSF는 NSFNET을 지원하였는데, 이는 미국에 산재된 5개의 슈퍼 컴퓨터를 1.544 Mbps 통신 속도를 갖는 T1 라인으로 연결하는 백본(backbone)으로 미국 전역에 대한 연결을 제공하였다. 1990년 ARPANET은 공식적으로 없어지고 NSFNET으로 대체되었다. 1995년에 NSFNET은 원래 의도였던 연구용 네트워크로 바뀌었다.

ANSNET. 1991년에 미국 정부는 NSFNET이 인터넷 트래픽의 급격한 증가를 지원할 수 없다고 판단하였다. 3개의 회사인 IBM, Merit 그리고 MCI사는 ANSNET(Advanced Networks and Services Network)이라는 새로운 고속 인터넷 백본을 구축하기 위해 ANS(Advanced Network & Service)라는 비영리 기관을 구성하여 부족한 부분을 보완하였다.

6.1.3.3 오늘의 인터넷

오늘날 우리는 기반구조(infrastructure)와 새로운 응용들의 빠른 성장을 목격하고 있다. 오늘날의 인터넷은 전 세계에 서비스를 제공하는 기반 네트워크이다. 인터넷을 이렇게 유명하게 만든 것은 바로 새로운 응용들의 발명이다.

월드 와이드 웹. 1990년대에 월드 와이드 웹(WWW, World Wide Web)이 나타남으로써 인터넷 응용의 새로운 변화를 가져왔다. 웹은 유럽입자물리연구소(CERN)에 있는 팀 버너스리(Tim Berners-Lee)에 의해 개발되었다. 이 발명으로 인터넷에 상업적인 응용이 더해지게 되었다.

멀티미디어. Voice over IP(telephony), Video over IP(Skype), View sharing(YouTube), 그리고 Television over IP(PPLive)와 같은 멀티미디어 응용의

최근 발전들은 사용자의 수와 각 사용자들이 네트워크를 사용하는 시간을 증가시켰다.

대등-대-대등 응용. 대등-대-대등(peer-to-peer) 네트워킹 또한 많은 잠재성을 가진 새로운 통신 분야이다.

6.1.4 프로토콜과 표준

이 절에서는 널리 사용되는 두 가지 용어인 프로토콜과 표준에 대해 알아본다. 인터넷에 대한 논의에서 우리는 종종 프로토콜과 표준의 인용 또는 관리 단체 등을 볼 수 있다. 이 절에서 프로토콜과 표준, 그리고 관리 조직에 친숙하지 않은 독자들을 위해 소개한다. 먼저, 규칙(rule)과 유사한 뜻으로 사용되는 프로토콜(protocol)을 정의한다. 그 후에 합의된 규칙인 표준(standard)에 대해 논의한다.

6.1.4.1 프로토콜

컴퓨터 네트워크에서 통신은 서로 다른 시스템에 있는 개체(entity) 간에 이루어진다. 개체는 정보를 송신하거나 수신하는 기능을 담당하는 실제적인 주체이다. 그 예로는 응용 프로그램, 파일 전송 패키지, 브라우저(browser), 데이터베이스 관리 시스템(DBMS), 전자우편 소프트웨어 등이 있다. 시스템은 한 개 이상의 개체를 포함하고 있는 물리적인 객체를 말한다. 예로는 컴퓨터, 서버, 교환기, 라우터 등이 있다.

그러나, 통신을 수행하는 개체는 비트 스트림을 보내기만 하면 상대방이 알아들을 수 있는 것은 아니다. 통신을 하기 위해서 개체들은 프로토콜에 합의해야 한다. 프로토콜은 통신을 제어하는 규칙들의 집합이다. 프로토콜은 무엇을, 어떻게, 언제 통신할 것인지를 정해야 한다. 프로토콜의 주요 요소는 구문과 의미, 그리고 타이

밍이다(그림 1.10 참조).

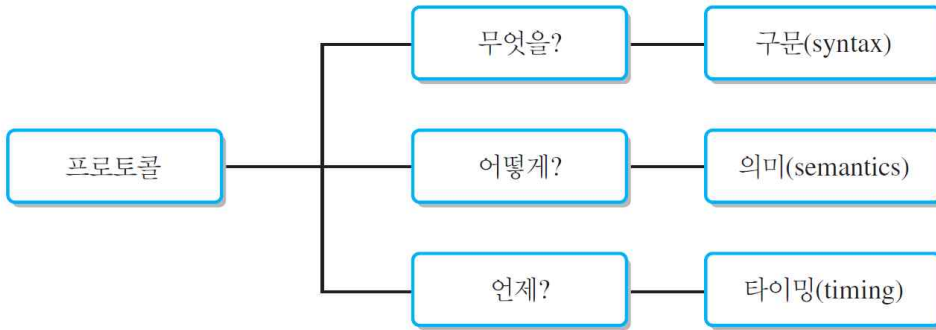


그림 1.10 프로토콜의 주요 요소

- 구문(syntax). 구문은 ‘무엇을(what)’에 해당하는 것으로 구문 요소에는 데이터 구조나 형식, 부호화, 크기 등을 포함하여 데이터가 어떤 순서로 표현되는가에 관한 내용이다. 간단한 예를 들면, 어떤 프로토콜에서 데이터의 처음 8비트는 송신자 주소, 두 번째 8비트는 수신자 주소를 의미하고, 나머지는 메시지를 의미한다.
- 의미(semantics). 의미는 ‘어떻게(How)’에 해당하는 것으로 데이터의 특정 형태를 어떻게 해석하고, 그 해석에 따라 어떤 동작을 취할 것인가 등 전송 제어 및 오류 처리를 위한 제어 정보 등을 포함한다. 예를 들면, 주소는 선택할 경로 또는 메시지의 최종 목적지를 지정한다.
- 타이밍(timing). 타이밍은 ‘언제(when)’에 해당하는 요소로 언제 데이터를 전송해야 할 것인가와 얼마나 빠른 속도로 전송할 것인가와 같은 내용을 포함한다. 예를 들면, 송신자가 100 Mbps의 속도로 데이터를 전송하는 데 비해 수신자는 단지 1 Mbps의 속도로 처리한다면 수신자가 감당할 수 없을 정도로 데이터가 전송되어 대부분의 데이터를 잃어버리게 될 것이다.

6.1.4.2 표준

국제 표준화 기구인 ISO에서는 표준(standard)이란 ‘사회 이익 증진을 목적으로 과학기술 및 경험의 종합적인 결론이나 이해 관계자의 협력과 모든 의견, 대다수의 승인에 의해서 작성된 기술 규격서(technical specification) 또는 그 외의 문서로서 국가, 지역 또는 국제 레벨에서 인정된 단체에 의해서 승인된 것이다’라고 정의하고 있다. 오늘날과 같이 개방적이고 경쟁적인 시장과 국제 통신에 있어서 제조업자, 판매업자, 정부기관, 그 밖의 서비스 제공자에게 상호 연동성을 보장하는 것은 매우 중요한 일이다. 따라서 이러한 표준에 준해서 만들어진 제품들은 비록 제조업체가 서로 다를지라도 다른 부가적인 장비 없이 서로 통신이 가능할 뿐만 아니라 제품에 대해 자유 경쟁 시장을 형성함으로써 생산성 향상에도 영향을 끼칠 것이다. 또한 정확하고 효율적인 통신을 위해서는 여러 가지 동기화해야 할 요인이 많기 때문에 네트워크의 노드 간에 여러 가지 조정이 필요하다. 따라서 데이터 통신에는 다양한 표준이 존재하며, 이러한 표준은 국내 및 국제 데이터 및 전기통신 기술의 상호 연동성을 보장하기 위해서 필수적이다.

데이터 통신 표준은 사실(De facto, by fact라는 의미) 표준과 법률(De jure, by law라는 의미)표준으로 구분된다(그림 1.11 참조). 법률 표준은 공식적인 권위를 인정받은 단체 혹은 기관에서 제정된 표준이다. 사실 표준은 권위를 인정받은 단체 혹은 기관에 의해서 승인되지는 않았지만 일반에 널리 사용되는 표준이다. 사실 표준은 신제품이나 신기술의 기능을 규정하는 제조업체에 의해 만들어진다.

사실 표준은 다시 두 가지 종류로 나눌 수 있는데, 이는 특허(proprietary) 표준과 비특허(non-proprietary) 표준이다. 특허 표준은 원래 자기 제품의 기본 원리를 영리 기관이 창안한 것이다. 창안한 회사가 독점적으로 권리를 소유하고 있기 때문에 특허 표준이라고 한다. 이러한 표준을 폐쇄(closed) 표준이라고도 하는데, 이는 다른 회사의 제품과 호환이 되지 않기 때문이다. 비특허 표

준은 원래 집단이나 위원회에서 개발하여 공개 영역(public domain)에 공개한 표준으로, 서로 다른시스템과의 통신을 개방하므로 개방(open) 표준이라고도 한다.

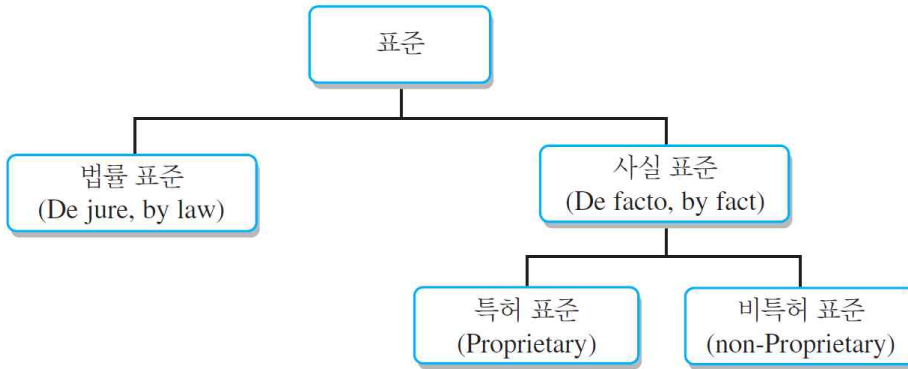


그림 1.11 표준의 분류

6.1.4.3 표준화 기구

이 절에서는 데이터 통신 및 네트워크와 관련된 권위 있는 표준화 기구와 단체를 살펴본다. 국제적으로 표준을 제정하는 기관과 표준안을 살펴보면 다음과 같다.

국제 표준화 기구. 국제 표준화 기구(ISO, Organization for Standardization)는 1946년 10월에 25명의 국제표준단체 대표자들이 참석한 런던 회의에서 논의된 결과로 1947년에 창설되었다. 현재 전 세계 각국의 표준 제정 위원회에서 선정된 위원들로 구성된 다국적 기구이며, 범세계적인 국제 표준 협의를 위한 임의 기구이다. 현재 전 세계 165개국의 국가표준단체로 구성되어 있으며, 이들 중 정회원 117개국과 준회원 48개국, 간행물구독회원 9개국 등이 있으며, 상호 호환성, 품질 개선, 생산성 향상, 가격 저하를 위한 모델을 제공함으로써 국가간 상품과 서비스 교환을 촉진하는 것을 목표로 하고 있다. ISO는 과학, 기술, 경제 분야의 협력 증진을 위한 적극적인 활동을 하고 있다. 특히, 정보 기술 분야에 있어서는

ISO/IEC JTC 1(International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission Joint Technical Commission 1)에서 관련된 모든 업무를 담당하고 있다. 이 책에서는 ISO의 정보 기술 분야의 노력이 주 관심 대상이 되며, ISO의 노력의 결과로 네트워크 통신의 개방 시스템 상호 연결(OSI, Open Systems Interconnection) 모델이 만들어졌다(참조: www.iso.ch). 우리나라는 1963년 정회원으로 가입되어 활동하고 있다.

국제 전기통신 연합. 국제 전기통신 연합(ITU, International Telecommunication Union, 국제 전기통신 연합)은 1947년 UN 산하기관으로 창설되어 1953년부터 1993년까지는 CCITT(Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony)라는 이름으로 표준화 활동을 해왔다. CCITT는 전기 통신 일반 및 전화와 데이터 통신 시스템의 표준 제정에 헌신하였다. 1993년에 국제 전기 통신 연합-전기 통신 표준 영역(ITU-T, Telecommunication Standard Sector)으로 이름을 바꾸었다. 2011년 1월 현재 192개 회원국이 참여하고 있으며, 우리나라는 1952년 ITU에 가입하였다.

ITU는 3개의 중요한 섹터[(Radiocommunication(ITU-R), Standardization(ITU-T), Development(ITU-D)]로 구성되어 표준화 활동을 하고 있다. 이 중 ITU-T는 전화 전송, 전화 교환, 신호방법 등에 관한 여러 표준을 권고하고 있다. 4년마다 총회를 개최하여 권고집을 발간하고 있는데, 그때마다 표지색을 다르게 발행하여 표지색에 따라 발행 연도를 알 수 있게 되어있다.

ITU-T 표준 중 데이터 통신과 관련된 것으로는 전화선을 이용한 데이터 전송을 규정한 V 시리즈(V.32, V.33, V.42 등)와 공중 디지털망을 통한 전송을 규정한 X 시리즈(X.25, X.400, X.500 등), 전자 우편과 디렉토리 서비스(directory service), 국제 디지털 망을 규정한 디지털 종합 정보 통신망(ISDN, Integrated Services

Digital Network), ISDN을 확장한 광대역 ISDN 등이 있다.

미국 국립 표준원. 미국 국립 표준원(ANSI, American National Standards Institute)은 미국의 표준안을 제정하는 사단법인으로서 ISO의 미국 대표단체이다. ANSI의 모든 활동은 미국 및 미국 시민의 복리증진을 위해서 수행된다. ANSI는 미국 내 임의 표준의 국가 조정 기구로서 역할을 하며, 나아가 미국의 경제 증진 방안으로 표준을 채택하고, 공공의 이익에 참여하여 보호할 것을 기구의 목표로 명시하고 있다.

ANSI의 구성원은 전문 학회, 산업 협회, 정부 및 규제 기관, 소비자 단체 등을 포함하고 있다. ANSI는 ITU-T에 제안서를 제출하며, ISO에서 미국을 대표하는 투표권을 가진 단체이다. 주요 규격 작성기관이 제정한 규격 중 미국 전체에 중요하다고 생각되는 것에 ANSI의 규격번호를 부여되며 ANSI 표준으로 제정하고 있다. 대표적인 표준으로는 ASCII(American Standard Code for Information Interchange)가 있다.

전기 전자 공학자 협회. IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)는 1984년에 설립된 미국 전기학회(AIEE, American Institute of Electrical Engineers)와 1912년에 설립된 무선학회(IRE, Institute of Radio Engineers)가 1963년에 현재의 명칭과 조직으로 합병하여 설립된 미국 최대의 학회로서 미국뿐만 아니라 전 세계 각국의 학자들과 전문기술자들로 구성된 세계 최대 규모의 전기, 전자, 전기 통신, 컴퓨터 분야의 전문 공학 학회이다. 국제적인 규모로서 IEEE는 전기 공학, 전자 공학, 무선 공학, 컴퓨터공학 및 공학의 제반 관련 분야의 학술 증진, 창안, 제품 품질의 제고를 목표로 하고 있다. IEEE 설립 목표의 하나는 컴퓨터와 통신의 국제 표준을 개발하고 채택하는 것을 감시하는 것이다. IEEE에는 근거리 통신망

(LAN, Local Area Network) 특별 위원회가 있으며, 위원회에서 만든 802 프로젝트(즉, 802.1부터 802.17까지)가 있다. IEEE 표준은 ANSI/IEEE 표준이 되고, 이는 그대로 ISO 표준 등 국제 표준으로 채택되기도 한다.

미국 전자 산업 협회. ANSI와 함께 전자 산업 협회(EIA, Electronic Industries Association)는 미국의 전자기기 제조업체를 대표하는 단체로서 1924년에 RMA(Radio Manufacture Association)으로 창설되어, 1957년에 EIA로 개칭되어 전자기기 관련 산업을 촉진하기 위해 설립된 비영리 기관이다. EIA는 여러 분야의 표준화와 표준화 보급 활동을 전개하고 있는데, 정보 통신 분야에서는 데이터 통신의 물리적인 연결 인터페이스와 신호 체계 규격을 규정하는 등의 중요한 일을 해왔다. 특히, 단말장치와 모뎀간의 인터페이스를 규정한 RS-232-C 등이 유명하다. RS-232-C는 현재 ANSI/EIA 232-D로 개정되었고, 이외에도 EIA-449, EIA-530 등이 있다.

미국 국립 표준 기술원. 미국 국립 표준 기술원(NIST, National Institute Standards and Technology)는 미국 상무부에서 1901년에 창설된 미국 표준기관으로서 경제 분야의 보안을 강화하고 삶의 질을 개선하는 방법으로 측정 과학, 표준 및 기술을 발전하여 미국의 혁신과 산업경쟁력을 촉진하는 것을 목표로 하고 있다. 여기서는 미연방정부에서 구입하는 장비에 대해 FIPS(Federal Information Processing Standards)라는 정보처리 표준안을 발간하고 있다. 데이터 암호 표준으로 가장 널리 사용되고 있는 DES(Data Encryption Standard)도 여기서 제정된 표준 규격이다.

인터넷 협회와 인터넷 공학 전문팀. 인터넷 협회(Internet Society)와 인터넷 공학

전문팀(Internet Engineering Task Force)의 주 업무는 인터넷 통신의 성장과 진화를 촉진시키는 것이다. 인터넷 협회는 TCP/IP 프로토콜을 개선하는 것을 포함하여 사용자 문제들을 집중적으로 다룬다. 특히, IETF는 인터넷 표준안을 제정하는 기술 위원회로서 여러 개의 영역(area)으로 구성되며, 각 영역은 한 명 이상의 영역 의장에 의해 운영되고 있다. 각 영역은 여러 개의 작업반(working group)으로 구성되어 작업반 단위로 표준 및 절차에 관한 협의가 이루어진다. IETF는 매년 3회의 회의를 통해 인터넷 관련 기술을 논의하며, 일반적으로 전자우편을 통하여 의견교환 및 수렴이 이루어지므로 표준화 절차가 매우 빠른 장점을 가지고 있다.

6.1.4.4 인터넷 표준

인터넷 표준(Internet Standard)은 인터넷을 이용하여 작업하는 사람들에 의해 완전한 시험을 거쳐서 사용되는 규격이다. 이것은 반드시 지켜야 하는 협약된 규약이다. 이러한 규격은 인터넷 표준 상태에 따라 완성되는 처리 절차가 있다. 이는 인터넷 초안(Internet Draft)으로 시작된다. 인터넷 초안은 공식적이 아닌 상태에서 6개월 정도의 유효기간을 갖는 작업 문서이다. 인터넷 관련 기관들로부터 받은 권고안에 따라서 초안은 RFC(Request For Comment)로 발간된다. 각 RFC는 편집되어 문서번호가 지정되고, 관심 있는 모든 사람이 이용할 수 있도록 만들어진다. RFC는 완성 단계를 거친 후 요구 수준에 따라 분류된다.

완성 단계

RFC는 유효기간 동안 6개의 완성 단계(maturity levels)를 거치게 되는데, 이는 제안 표준, 드래프트 표준, 인터넷 표준, 기록 단계, 실험 단계, 정보 제공 중의 하나로 지정된다(그림 1.12 참조).

- 제안 표준. 제안 표준(proposed standard)은 인터넷 공동체를 통하여 많은 노력과 충분한 논의를 거친 안정된 규격이다. 이 단계에서 규격은 여러 그룹들에 의해 시험을 거쳐서 구현된다.
- 드래프트 표준. 제안 표준은 적어도 2번의 독자적인 성공과 상호 운용성이 이루어져야만 드래프트 표준(draft standard) 상태로 넘어간다. 드래프트 표준 단계에서 문제점이 발생하면 수정이 되고, 문제점이 없으면 통상적으로 인터넷 표준으로 넘어간다.
- 인터넷 표준. 드래프트 표준에서 구현이 완전하게 이루어지면 인터넷 표준(internet standard)이 된다.
- 기록 단계. 기록 단계(historic) RFC는 역사적인 면에서 중요한 의미를 갖는다. 이 RFC는 최종 규격에 의해 대체되었거나, 인터넷 표준이 되기 위해 필요한 단계를 통과하지 못한 것이다.
- 실험 단계. 실험 단계(experimental)로 분류된 RFC에는 인터넷 운영에는 영향을 주지 않고 실험적인 상황과 관련된 작업을 나타낸다. 이러한 RFC는 인터넷 서비스 기능으로 구현되지 않을 수 있다.
- 정보 제공. 정보 제공(informational)으로 분류되는 RFC는 인터넷과 관련된 일반적이면서 역사적인 튜토리얼 정보가 들어 있다. 이것은 항상 인터넷 관련 기관이 아닌 제조업체 같은 곳에서 작성한다.

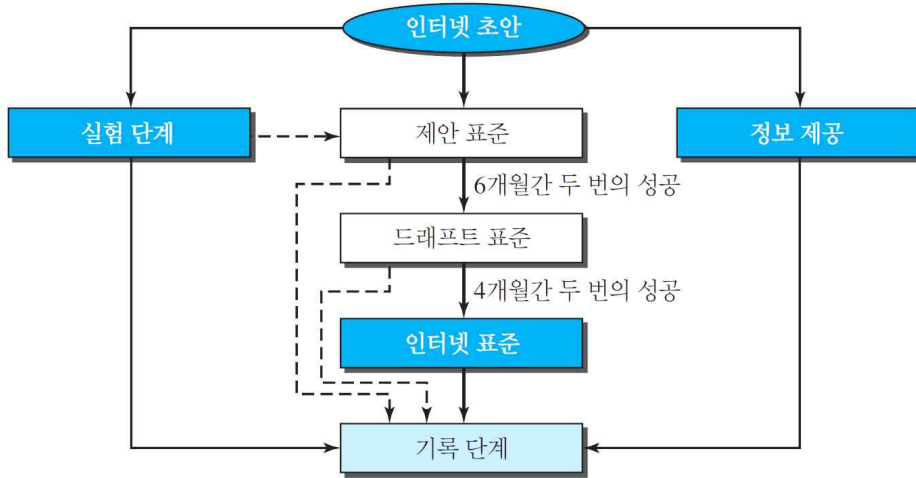


그림 1.12 RFC 완성 단계

요구 수준

RFC는 5개의 요구 수준(requirement levels), 즉 요구, 권고, 선택, 사용 제한, 미권고로 분류된다.

- **요구.** 모든 인터넷 시스템에서 최소한의 적합성이 구현되면 요구(required) RFC가 된다. 예를 들면 IP와 ICMP이 요구 프로토콜들이다.
- **권고.** 권고(recommended) 등급의 RFC는 최소한의 적합성이 요구되지 않으며, 유용성이 있기 때문에 권고된 것이다. 예를 들면 FTP와 TELNET이 권고 프로토콜이다.
- **선택.** 선택(elective) 등급의 RFC는 요구되지 않고 권고되지도 않은 것이다. 그러나 시스템에 유익할 경우에는 사용할 수 있다.
- **사용 제한.** 사용 제한(limited use) 등급의 RFC는 제한된 상황에서만 사용될 수 있다. 대부분의 실험적인 RFC가 이 분류에 속한다.
- **미권고.** 미권고(not recommended) 등급의 RFC는 일반적인 용도에 적합하지 않은 것이다. 보통 기록 RFC가 이 분류에 속한다.

6.1.4.5 인터넷 관리

초기 연구 영역에서 주로 이용되던 인터넷은 발전을 거듭하여 상업적인 분야에 활용되면서 많은 사용자가 생기게 되었다. 인터넷에 필요한 주요 사항을 조정하는 여러 그룹들이 인터넷 성장과 발전을 유도해 가고 있다. 부록 G에는 이들 그룹의 주소와 전자우편 주소, 전화번호가 있다. 그림 1.13는 인터넷 관리를 담당하는 일반적인 조직을 나타낸다.

ISOC. ISOC(Internet Society)는 1992년에 국제적인 비영리단체로 인터넷 표준 제정을 지원하기 위해 결성되었다. 이를 위하여 ISOC는 IAB, IETF, IRTF, 그리고 IANA(다음 절 참조)와 같은 행정상의 다른 인터넷 단체에 대한 관리와 지원을 계속하고 있다. 또 ISOC는 인터넷과 관련된 학술적인 활동과 연구를 담당하고 있다.

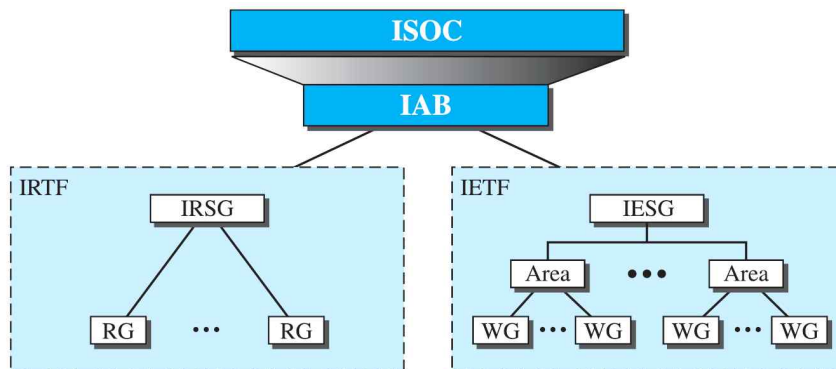


그림 1.13 인터넷 관리 조직

IAB. IAB(Internet Architecture Board)는 ISOC를 위한 기술적인 자문위원회이다. IAB의 주요 목적은 TCP/IP 프로토콜 그룹의 지속적인 개발을 감독하는 것과 인터넷 공동체의 연구원에게 기술적인 조언을 제공하는 것이다. 이를 위하여 IAB는

IETF(Internet Engineering Task Force)와 IRTF(Internet Research Task Force)라는 조직을 통하여 이러한 작업을 수행한다. IAB의 또 다른 역할은 RFC에 대한 편집 관리이다. 또한 IAB는 인터넷과 다른 표준 기관 및 포럼 사이의 대외적인 접촉을 담당한다.

IETF. IETF(Internet Engineering Task Force)는 IESG(Internet Engineering Steering Group)에 의해 관리되는 작업 그룹의 포럼이다. IETF는 운영상의 문제점을 파악하고, 이러한 문제점에 대한 해결책을 제공하는 책임을 맡고 있다. 또한, IETF는 인터넷 표준과 같은 계획한 규격을 개발하고 검토한다. 작업 그룹은 영역(area)별로 나누어져 있고, 각 영역은 특정 주제를 맡아서 작업한다. 현재는 7개의 영역으로 나누어져 있는데, 각 영역은 응용과 실시간(application and real-time), 일반(general), 인터넷(internet), 라우팅(routing), 운영과 관리(operations and management), 전송(transport), 보안(security)이다.

IRTF. IRTF(Internet Research Task Force)는 IRSG(Internet Research Steering Group)에 의해서 관리되는 작업 그룹의 포럼이다. IRTF는 인터넷 프로토콜과 응용, 구조, 기술과 관련된 장기 연구주제를 중점적으로 다루고 있다.

6.2 네트워크 모델

이 절에서는 먼저 일반적인 네트워크 모델에 대한 개념과 특별한 TCP/IP 프로토콜 그룹을 살펴본다. 두 가지 모델인 TCP/IP 프로토콜 그룹과 OSI 모델은 컴퓨터 네트워크 운영을 규정하기 위해 개발하였다. 일반적인 주제인 두 모델에서 사용한 프로토콜 계층화에 대해서 살펴본다. 그런 다음 TCP/IP 프로토콜 그룹에 대해 집중적으로 살펴본다. 그리고 OSI 모델은 TCP/IP 프로토콜 그룹과 비교를 위해 간

단하게 살펴본다.

6.2.1 프로토콜의 계층화

네트워킹에서 프로토콜은 송신자와 수신자, 그리고 모든 중간 장치들이 효과적으로 통신하기 위하여 따라야 하는 규칙이라고 정의 하였다. 통신이 간단할 때는 단지 간단하게 하나의 프로토콜이 필요할 수 있다. 통신이 복잡할 때는 각 계층마다 프로토콜이 필요한 경우처럼, 또는 프로토콜 계층화(protocol layering)로 서로 다른 계층 간에 임무를 나눌 수 있다.

6.2.1.1 시나리오

프로토콜 계층화가 필요하다는 것을 더 잘 이해하기 위하여 두 가지 간단한 시나리오를 살펴보자.

첫 번째 시나리오

첫 번째 시나리오에서 통신은 한 계층에서만 일어날 수 있는 간단한 것이다. 마리아(Maria)와 앤(Ann)은 서로 공통적인 생각을 가진 이웃이다. 마리아와 앤 간의 통신은 그림 1.14에 나타난 것처럼 면-대-면(face-to-face)으로 한 계층에서만 일어난다. 이 간단한 시나리오에서도 따라야 하는 규칙이 있음을 볼 수 있다. 첫 번째, 마리아와 앤은 서로 만날 때 인사해야 한다는 것을 알고 있다. 두 번째, 이들은 친구 간에 사용하는 단어를 제한해야 하는 것을 알고 있다. 세 번째, 각 당사자는 상대방이 말할 때는 자신이 말하는 것을 자제해야 한다는 것을 알고 있다. 네 번째, 각 당사자는 서로 간의 대화가 독백이 아니라 대화식이 되어야 한다는 것을 알고 있다. 즉, 양쪽 모두 주제에 대해 이야기할 기회를 가져야 한다. 다섯 번째, 그들은 서로 헤어질 때 기분 좋은 단어를 교환해야 한다.



그림 1.14 단일 계층 프로토콜

우리는 마리아와 앤 사이에 사용된 프로토콜이 강의실에서 교수와 학생들 사이의 통신과는 다르다는 것을 알 수 있다. 강의실에서 통신은 거의 독백에 가깝다. 교수는 학생이 질문하기 전까지 대부분의 시간을 혼자 이야기하는데, 학생이 질문할 경우에 프로토콜은 학생이 손을 들어 질문을 해도 좋다는 허락을 받을 때까지 기다리도록 지시한다. 이 경우에 통신은 보통 형식적이고 교육에 관한 주제로 제한된다.

두 번째 시나리오

두 번째 시나리오에서, 앤은 회사에서 더 높은 직책을 맡게 되어, 마리아로부터 멀리 떨어진 도시의 지부로 옮기게 되었다고 가정하자. 두 친구는 그들이 퇴직했을 때 새롭게 사업을 시작하기 위한 새로운 프로젝트를 구상하기 위해 계속해서 서로 통신하고 아이디어를 교환하기로 했다. 그들은 우체국을 통해 편지를 이용하여 대화를 계속하기로 결정하였다. 하지만 그들은 편지가 중간에 가로채어 다른 사람이 그들의 아이디어를 도용하지 않기를 원했다. 그들은 암호/복호화(encrypt/decrypt) 기술을 사용하기로 동의하였다. 편지의 송신자는 중간에 편지를 가로챈 사람이 편지의 내용을 이해하지 못하도록 편지 내용을 암호화한다. 편지의 수신자는 원래의 내용을 얻기 위해 복호화한다. 암호/복호화 방법에 대해서는 지금은 마리아와 앤이 사용하는 기법은 복호화하기 위한 키(key)가 없을 경우 복호화하기 어렵다고 가정한다. 이제 우리는 마리아와 앤 사이의 통신은 그림 1.15와 같이 세 계층에서 발생한다고 말할 수 있다. 앤과 마리아는 각 계층에서 작업을 처리하기 위한 기계(또는

로봇)를 가지고 있다고 가정한다.

마리아가 첫 번째 문자를 앤에게 전송한다고 가정하자. 마리아는 마치 그녀의 얘기를 듣고 있는 앤에게 얘기하는 것처럼 세 번째 계층의 기계에게 얘기를 한다. 그 세 번째 계층의 기계는 마리아가 하는 말을 듣고 두 번째 계층의 기계에게 보내질 평문(영어로 작성된 편지)을 생성한다. 두 번째 계층의 기계는 그 평문(plaintext)을 받아 암호화하여, 첫 번째 계층의 기계에게 보낼 암호문(ciphertext)을 만든다. 로봇으로 추측되는 첫 번째 계층의 기계는 암호문을 받아, 봉투에 담아 송신자와 수신자의 주소를 추가하여 편지를 보낸다.

앤이 있는 곳에서, 첫 번째 계층의 기계는 앤의 편지함에서 편지를 꺼내, 송신 주소로부터 마리아가 보낸 편지임을 알게 된다. 기계는 봉투에서 암호문을 꺼내어 두 번째 계층의 기계에게 전달한다. 두 번째 계층의 기계는 메시지를 복호화하여 평문을 만들고, 그 평문을 세 번째 계층의 기계에게 전달한다. 세 번째 계층의 기계는 평문을 받아 마치 마리아가 말하는 것처럼 읽는다.

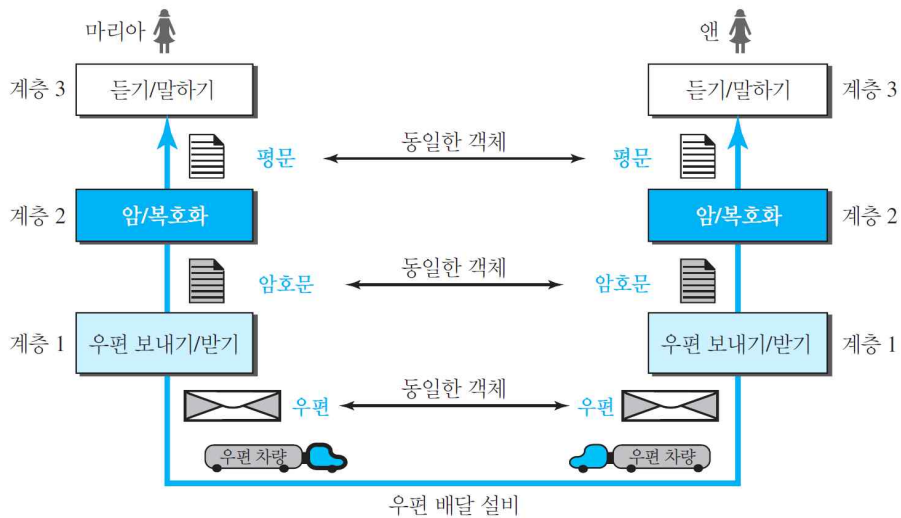


그림 1.15 세-계층 프로토콜

프로토콜 계층화는 복잡한 작업을 여러 개의 작고 단순한 작업으로 나눌 수 있

게 해준다. 예를 들어 그림 2.2에서, 3개의 기계가 하는 일을 모두 할 수 있는 하나의 기계만을 이용할 수도 있다. 하지만, 만약 마리아와 앤이 그 기계에 의해서 이루어지는 암호/복호화가 그들의 비밀을 보호하는 데에 충분치 못하다고 생각되면, 그들은 그 기계 전체를 바꾸어야 한다. 하지만 현재의 상황에서는 단지 두 번째 계층의 기계만 바꾸면 된다. 나머지 두 기계는 똑같이 유지된다. 이것을 모듈성(modularity)이라고 한다. 이 경우의 모듈성은 독립된 계층들을 의미한다. 하나의 계층(모듈)은 입력과 출력을 갖고, 어떻게 입력이 출력으로 바뀌는지 신경 쓸 필요 없는 블랙박스로 정의된다. 만약 두 기계가 같은 입력에 대하여 같은 출력을 제공한다면, 서로가 서로를 대체할 수 있다. 예를 들어, 앤과 마리아가 두 번째 계층의 기계를 서로 다른 제조업자에게 살 수 있다. 두 기계가 같은 평문에 대해 같은 암호문을 만들고, 같은 암호문에 대해 같은 평문을 만든다면, 그 기계들은 사용할 수 있다.

프로토콜 계층화의 장점 중 하나는 우리가 서비스 구현에 대해 분리할 수 있게 해 준다는 점이다. 어느 한 계층은 하위 계층으로부터 서비스를 받아서, 상위 계층에게 서비스를 제공해야 한다. 우리는 그 계층이 어떻게 구현되는지에 대해서는 신경 쓸 필요가 없다. 예를 들어, 마리아는 첫 번째 계층의 기계(또는 로봇)를 사지 않을 수도 있다. 그녀 스스로가 그 일을 할 수도 있다. 마리아가 첫 번째 계층에서 양방향으로 제공하는 작업을 스스로 처리할 수 있다면, 통신 시스템은 정상적으로 동작한다.

인터넷에서 프로토콜 계층화에 대해 논의할 때 드러나는 프로토콜 계층화의 또 다른 장점은, 통신은 두 종단 시스템에서만 일어나지 않는다는 점이다. 전체 계층이 아닌 단 몇 개의 계층만을 갖는 중간 시스템도 있다. 만약 우리가 프로토콜 계층화를 사용하지 않는다면, 각각의 중간 시스템을 종단 시스템만큼이나 복잡하게 만들어야 할 것이고, 이는 전체 시스템 비용을 증가시킬 것이다.

프로토콜 계층화의 단점은 있을까? 일부 사람들은 하나의 단순한 계층을 사용하는 것이 일을 쉽게 만든다고 주장할 수 있다. 이는 각 계층이 상위 계층과 하위 계층에게 서비스를 제공할 필요가 없다. 예를 들어, 앤과 마리아는 세 가지 작업을 모두 처리하는 하나의 기계를 찾거나 만들 수 있다. 하지만 앞에서 얘기했듯이, 만약 어느 날 그들이 암호가 깨진 것을 발견한다면, 그들은 두 번째 계층의 기계만을 교체하는 것이 아니라, 기계 전체를 모두 교체해야 할 것이다.

6.2.2 TCP/IP 프로토콜 그룹

두 번째 시나리오에서 프로토콜 계층화의 개념과 계층 간의 논리적인 통신에 대해 알게 되어, TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 시작할 수 있다. TCP/IP는 현재의 인터넷에서 사용하는 프로토콜 그룹(여러 계층에서 조직된 프로토콜 집합)이다. 그것은 상호 작용하는 모듈로 이루어진 계층적 프로토콜인데, 각 모듈은 특정한 기능을 제공한다. 계층적(hierarchical)이라는 말은 각 상위 계층 프로토콜은 1개 이상의 하위 계층 프로토콜로부터 제공되는 서비스를 지원받는다는 의미이다. 원래 TCP/IP 프로토콜 그룹은 하드웨어에 설치된 4개의 소프트웨어 계층으로 정의되었다. 하지만 현재 TCP/IP는 5계층 모델로 간주된다. 그림 1.16는 이 두 가지 형태를 보여준다.

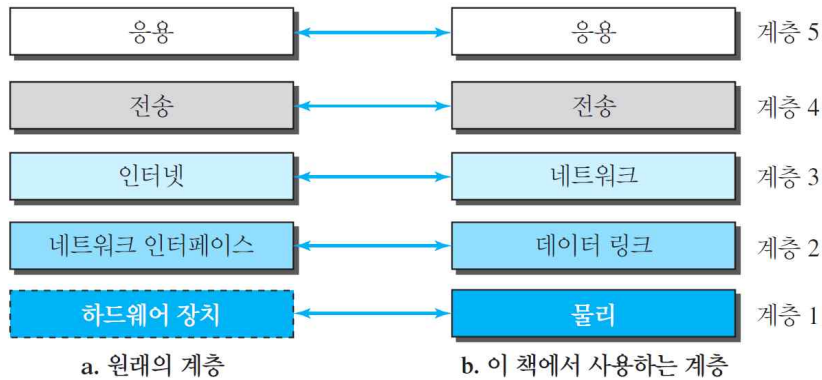


그림 1.16 TCP/IP 프로토콜 그룹의 계층들

6.2.2.1 계층 구조

TCP/IP 프로토콜 그룹의 계층들이 어떻게 두 호스트 간의 통신에 관련되어 있는지 보여주기 위해 링크층 교환기를 갖는 3개의 LAN(링크)으로 이루어진 작은 인터넷을 사용한다고 가정한다. 또한 이 링크들은 그림 1.17에 나타난 것처럼 하나의 라우터에 연결되어 있다고 가정한다.

컴퓨터 A는 컴퓨터 B와 통신을 한다고 가정하자. 그림에서 보듯이, 이 통신은 5개의 통신 장치, 즉 발신지 호스트(컴퓨터 A), 링크 1의 링크층 교환기, 라우터, 링크 2의 링크층 교환기, 그리고 목적지 호스트(컴퓨터 B)를 갖는다. 각 장치는 인터넷에서 역할에 따라 계층들과 관련된다. 두 호스트는 5개 계층과 모두 관련이 있다. 발신지 호스트는 응용층에서 메시지를 생성하고 그것을 하위 계층으로 보냄으로써 메시지가 물리적으로 목적지 호스트로 보내진다. 목적지 호스트는 물리층에서 수신하여 그것을 여러 계층을 거쳐 응용층으로 전달한다.

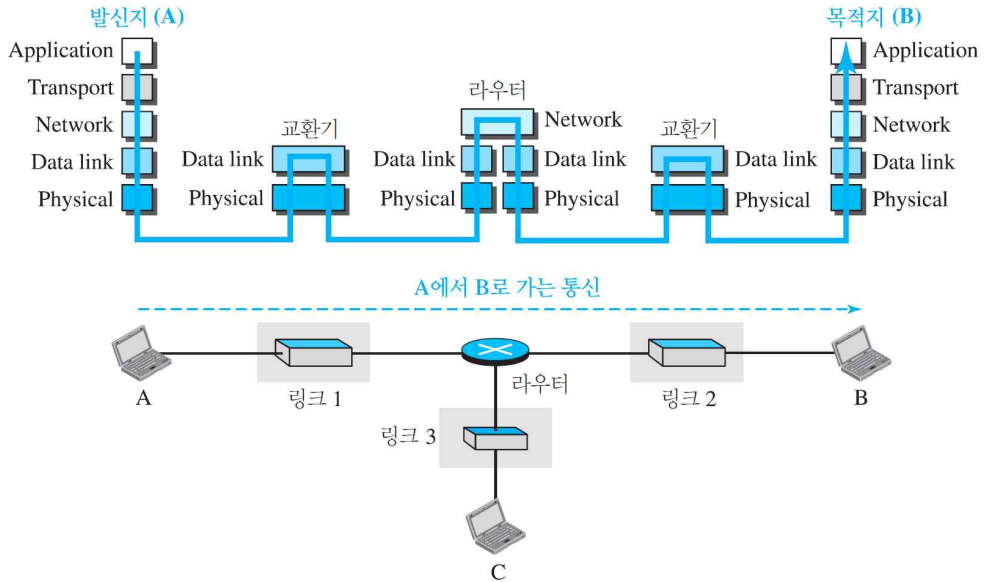


그림 1.17 인터넷을 통한 통신

라우터는 단 3개의 계층과 관련이 있다. 라우터가 오직 라우팅을 위해서만 이용된다면, 전송층과 응용층을 갖지 않는다. 비록 라우터가 항상 하나의 네트워크층과 관련되지만, 라우터가 n 개의 링크와 연결되어 있다면, n 개의 링크층, 물리층과 관련된다. 그 이유는 각 링크는 자신의 데이터 링크 또는 물리 프로토콜을 사용할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 그림 1.17에서 라우터는 3개의 링크와 연결되어 있지만, 발신지 A에서 목적지 B로 전달되는 메시지는 2개의 링크와 연관되어 있다. 각 링크는 서로 다른 링크층과 물리층 프로토콜을 사용할 수 있다; 라우터는 한 프로토콜 쌍 기반의 링크 1로부터 패킷을 받아서, 다른 프로토콜 쌍을 사용하는 링크 2에게 패킷을 전해야 한다.

하지만 링크 내의 링크층 교환기는 단 2개의 계층인 데이터 링크층과 물리층과 관련된다. 아래의 그림에 있는 각 교환기는 2개의 서로 다른 연결을 갖지만, 이 연결들은 같은 링크 안에서 하나의 프로토콜 집합만 사용한다. 링크층 교환기는 라우

터와는 달리 오직 하나의 데이터 링크층과 하나의 물리층과 관련된다는 것을 의미한다.

6.2.2.2 TCP/IP 프로토콜 그룹의 계층

각 계층의 역할에 대해 더 잘 이해하기 위해서, 계층 간의 논리적인 연결에 대해서 생각해야 한다. 그림 1.18은 단순한 인터넷에서 논리적인 연결의 모습을 보여준다. 논리적인 연결을 사용하는 것은 우리가 각 계층의 임무에 대해 생각하는 것을 쉽게 해준다. 그림에서 보여주듯이 응용층, 전송층, 네트워크층의 임무는 종단-대-종단(end-to-end)이다. 하지만 데이터 링크층과 물리층의 임무는 홉-대-홉(hop-to-hop)이며, 여기서 홉은 호스트 또는 라우터를 말한다. 다시 말해서, 최상위 세 계층의 임무를 갖는 영역은 인터넷이고, 그 아래 두 계층의 임무를 갖는 영역은 링크이다.

논리적인 연결에 대해 생각해 보기 위한 다른 방법은 각 계층에서 만들어지는 데이터 단위에 대해 생각해 보는 것이다. 최상위 세 계층에서는 데이터 단위(패킷)가 라우터나 링크층 교환기에 의해 변하지 않아야 한다. 그 아래 두 계층에서는 호스트에 의해 생성된 패킷이 링크층 교환기가 아닌 오직 라우터에서만 변한다.

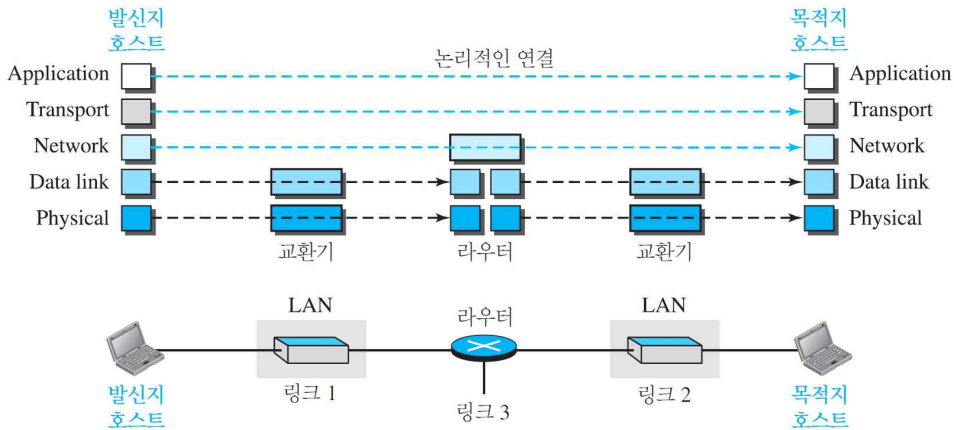


그림 1.18 TCP/IP 프로토콜 그룹 계층 간의 논리적인 연결

그림 1.19는 프로토콜 계층화에 대해 이전에 논의한 두 번째 원칙을 보여준다. 각 장치의 각 계층 아래에 있는 동일한 객체(objects)들을 보여준다. 비록 네트워크층에서 논리적인 연결이 두 호스트 사이에 이루어지지만, 우리가 이 상황에서 말할 수 있는 오직 한 가지는 두 홉 사이에 동일한 객체가 존재한다는 것이다.

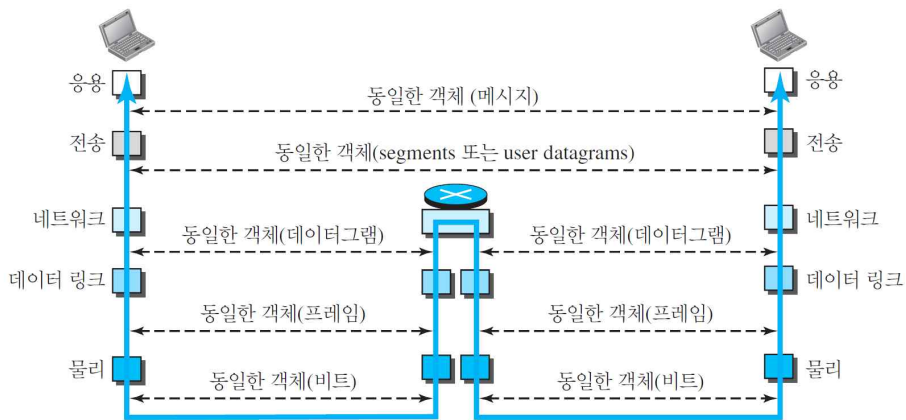


그림 1.19 TCP/IP 프로토콜 그룹 내의 동일한 객체들

왜냐하면 라우터는 네트워크층으로부터 받은 패킷을 단편화(fragmentation)한 후

받은 양보다 더 많은 패킷을 전송할 수도 있기 때문이다. 또한 두 홉 사이의 링크가 그 객체를 변화시키지 않는다는 것에 주목해야 한다.

6.2.2.3 각 계층에 대한 설명

논리적 통신의 개념을 이해했다면 각 계층의 역할에 대해 간략하게 논의할 준비가 된 것이다. 이 절에서 각 계층에 대해 간략하게 살펴볼 것이다.

물리층. 물리층은 프레임의 각 비트들을 해당 링크로 전달할 책임이 있다고 말할 수 있다. 비록 물리층이 TCP/IP 프로토콜 그룹에서 가장 낮은 계층이긴 하지만, 또 다른 숨겨진 계층인 전송 매체가 물리층 아래에 존재하기 때문에 물리층에서 두 장치 사이의 통신은 여전히 논리적인 통신이다. 두 장치는 전송 매체(케이블 또는 공기)에 의해 연결된다. 여기서 전송 매체가 비트를 전송하는 것이 아니라 전기 또는 광학 신호를 전송한다는 것을 알아야 한다. 데이터 링크층으로부터 받은 프레임의 비트들은 변환되어 전송 매체를 통해 전송되지만, 두 장치에서 물리층 사이의 논리적인 단위가 하나의 비트라는 것을 생각할 수 있다. 비트를 신호로 변환하는 여러 가지 프로토콜이 존재한다.

데이터 링크층. 지금까지 인터넷이 라우터들에 의해 연결된 여러 개의 링크(LAN들과 WAN들)로 구성되어 있다는 것을 살펴보았다. 데이터그램(datagram)이 호스트로부터 목적지까지 전달될 수 있는 중첩되는 여러 개의 링크 쌍이 존재할 수 있으며, 라우터들은 최상의 링크를 선택할 책임이 있다. 그러나 일단 전송할 다음 링크가 라우터에 의해 결정되면 데이터 링크층은 데이터그램을 받아 해당 링크로 전송할 책임이 있다. 그 링크는 링크층 교환기를 가진 유선 LAN, 무선 LAN, 유선 WAN, 또는 무선 WAN이 될 수 있다. 또한 링크 유형마다 서로 다른 프로토콜을

가질 수 있다. 각 상황에서 데이터 링크층은
그 링크를 통해 패킷을 전달하는 책임이 있다.

TCP/IP는 데이터 링크층을 위해 어떤 특정 프로토콜을 정의하지는 않는다. TCP/IP는 모든 표준과 적절한 프로토콜을 지원한다. 데이터그램을 받을 수 있고 그것을 링크를 통해 전달할 수 있다면 어떤 프로토콜이라도 네트워크층을 위해서는 충분하다. 데이터 링크층은 데이터그램을 받아서 프레임(frame)이라는 패킷으로 캡슐화한다. 각 링크층 프로토콜은 각각 서로 다른 서비스를 제공할 수도 있다. 어떤 링크층 프로토콜은 완벽한 오류 검출과 정정을 제공하고, 또 어떤 프로토콜은 오직 오류 정정만을 제공한다.

네트워크층. 네트워크층은 발신지 컴퓨터와 목적지 컴퓨터 사이의 연결을 생성하기 위한 책임을 가진다. 네트워크층의 통신은 호스트-대-호스트(host-to-host)이다. 그러나 발신지로부터 목적지까지 여러 라우터가 존재할 수 있기 때문에 경로상의 라우터들은 각 패킷을 위한 최적의 경로를 선택할 책임을 가진다. 네트워크층은 호스트-대-호스트 통신과 가능한 경로를 통해 패킷을 라우팅하기 위한 책임을 가지고 있다. 우리는 왜 네트워크층이 필요한지 다시 생각해 볼 필요가 있다. 라우팅 책임을 전송층에 추가하고 이 계층을 없앨 수도 있었다. 이전에 언급한 것과 같이, 한 가지 이유는 서로 다른 계층 사이의 작업 분리이며, 두 번째 이유는 라우터는 응용층과 전송층을 필요로 하지 않는다는 것이다. 작업의 분리는 우리가 라우터 상에서 더 적은 프로토콜을 사용할 수 있게 해준다.

인터넷에서 네트워크층은 주요 프로토콜로서 네트워크층에서 데이터그램이라는 패킷의 형식을 정의하는 인터넷 프로토콜(IP, Internet Protocol)을 포함한다. IP는 또한 이 계층에서 사용되는 주소의 구조와 형식을 정의한다. IP는 또한 패킷을 발신지로부터 목적지까지 라우팅(경로지정)할 책임이 있으며, 이는 해당 경로에 있는

다음 라우터에 데이터그램을 포워딩(forwarding)하는 각 라우터에 의해 수행된다.

IP는 흐름 제어, 오류 제어, 혼잡 제어 서비스를 제공하지 않는 비연결형(connectionless) 프로토콜이다. 이것이 의미하는 것은 하나의 응용이 이들 서비스를 필요로 한다면 그 응용은 오직 전송층 프로토콜을 통해 중계해야 한다는 것이다. 네트워크층은 또한 일-대-일(unicast, one-to-one)과 일-대-다(multicast, one-to-many) 라우팅 프로토콜을 포함한다. 비록 라우팅 프로토콜이 라우팅에 참여하는 것은 아니지만 (라우팅 프로토콜은 IP의 책임이다) 라우팅 프로세스를 수행하는 라우터를 돕기 위해 포워딩 테이블을 생성한다.

네트워크층은 또한 IP의 전달과 라우팅 작업을 도와주는 보조 프로토콜을 가지고 있다. 인터넷 제어 메시지 프로토콜(ICMP, Internet Control Message Protocol)은 IP가 패킷을 라우팅할 때 생길 수 있는 몇몇 문제들을 보고하도록 도와준다. 인터넷 그룹 관리 프로토콜(IGMP, Internet Group Management Protocol)은 IP가 멀티캐스팅(multicasting)을 수행하도록 도와주는 또 다른 프로토콜이다. 동적 호스트 설정 프로토콜(DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol)은 IP가 호스트를 위한 네트워크층 주소를 획득할 수 있게 해준다. 주소 변환 프로토콜(ARP, Address Resolution Protocol)은 IP를 도와 네트워크층 주소가 주어졌을 때 호스트나 라우터의 링크층 주소를 찾아주는 프로토콜이다.

전송층. 전송층의 논리적인 연결 또한 종단-대-종단(end-to-end)이다. 발신지 호스트의 전송층은 응용층으로부터 메시지를 받아 전송층 패킷으로 캡슐화한 후(다른 프로토콜에서는 세그먼트(segment) 또는 데이터그램(datagram)이라 부른다), 목적지 호스트의 전송층에 논리적인 연결(가상의)을 통해 전송한다. 다시 말해서 전송층은 발신지 호스트에서 동작하는 응용으로부터 메시지를 받는 것과 그것을 목적지 호스트의 대응하는 응용에 전송하는 일을 하는, 즉 응용층에 서비스를 제공하기 위

한 책임이 있는 것이다. 이미 종단-대-종단의 응용층을 가지고 있음에도 불구하고 왜 종단-대-종단 전송층을 필요로 하는지에 대해 질문하는 사람도 있을 것이다. 그 이유는 이전에 언급한 것과 같이, 작업과 역할의 분리이다. 전송층은 반드시 응용층으로부터 독립적이어야 한다. 또한, 우리는 전송층이 하나 이상의 프로토콜을 가지고 있다는 것을 알게 될 것이다. 이것은 각 응용의 요구사항에 가장 부합하는 프로토콜을 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

이와 같이 인터넷에는 여러 개의 전송층 프로토콜들이 존재하며, 각각은 구체적인 작업을 위해 설계되어 있다. 주로 사용되는 프로토콜인 전송 제어 프로토콜(TCP, Transmission Control Protocol)은 데이터를 전송하기 전에 먼저 두 호스트의 전송층 사이에 논리적인 연결을 설정하는 연결형(connection-oriented) 프로토콜이다. 이 프로토콜은 바이트들의 스트림 전송을 위해 두 TCP 사이에서 논리적인 파이프를 생성한다. TCP는 흐름 제어(목적지가 전송되는 데이터의 양을 감당할 수 없는 경우를 방지하기 위해 발신지 호스트의 데이터 송신율과 목적지 호스트의 데이터 수신율을 맞춤), 오류 제어(오류 없이 목적지에 세그먼트들이 도달하고 훼손된 세그먼트들의 재전송을 보장하기 위해), 그리고 네트워크의 혼잡으로 인한 세그먼트들의 손실을 줄이기 위해 혼잡 제어를 제공한다.

또 다른 일반적인 프로토콜 중 하나인 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP, User Datagram Protocol)은 처음에 논리적인 연결을 설정하지 않고 사용자 데이터그램을 전송하는 비연결형(connectionless)프로토콜이다. UDP에서 각 사용자 데이터그램은 이전이나 다음 데이터그램과는 관련이 없는 독립적인 하나의 개체이다(이 용어의 의미는 비연결형임을 뜻한다). UDP는 흐름 제어, 오류 제어, 또는 혼잡 제어를 제공하지 않는 간단한 프로토콜이다. 이러한 단순성은 적은 양의 오버헤드를 의미하며, 패킷이 훼손되거나 손실되었을 때 짧은 메시지의 전송을 필요로 하고 TCP

와 관련된 패킷의 재전송을 감당할 수 없는 응용에 적합하다. 새로운 프로토콜인 스트림 제어 전송 프로토콜(SCTP, Stream Control Transport Protocol)은 하루가 다르게 증가하는 멀티미디어를 위한 새로운 응용들을 위해 설계되었다.

응용층. 그림 1.18에서 보는 바와 같이, 두 계층 사이의 논리적인 연결은 종단-대-종단이다. 두 응용층은 두 계층 사이에 마치 다리가 있는 것처럼 서로 메시지(message)를 교환한다. 그러나 우리는 그 통신이 모든 계층을 통과해서 이루어진다는 사실을 알아야 한다.

응용층의 통신은 두 프로세스 사이에 이루어진다(이 계층에서 동작하는 2개의 프로그램). 통신을 위해 하나의 프로세스는 다른 프로세스에 요청 메시지를 전송하고 응답 메시지를 수신한다. 프로세스 간 통신(process-to-process communication)은 응용층의 역할이다. 인터넷의 응용층은 미리 정의된 많은 프로토콜을 포함한다. 그러나 사용자 또한 두 호스트에서 동작하는 한 쌍의 프로세스를 만드는 것이 가능하다.

하이퍼텍스트 전송 프로토콜(HTTP, Hypertext Transfer Protocol)은 월드 와이드 웹(WWW, Word Wide Web)에 접속하기 위한 수단이다. 단순 우편 전달 프로토콜(SMTP, Simple Mail Transfer Protocol)은 전자우편(e-mail, electronic mail) 서비스에 주로 사용되는 프로토콜이다. 파일 전송 프로토콜(FTP, File Transfer Protocol)은 하나의 호스트에서 또 다른 호스트로 파일을 전송하기 위해 사용된다. 텔넷(TELNET, Terminal Network)과 보안 셸(SSH, Secure Shell)은 사이트에 원격으로 접속하기 위해 사용된다. 단순 망 관리 프로토콜(SNMP, Simple Network Management Protocol)은 전역 또는 지역 레벨의 인터넷을 관리하기 위해 사용된다. 도메인 이름 시스템(DNS, Domain Name System)은 컴퓨터의 네트워크 주소 찾기 위해 다른 프로토콜들에 의해 사용된다. 인터넷 그룹 관리 프

로토콜(IGMP, Internet Group Management Protocol)은 그룹 멤버를 수집하기 위해 사용된다.

6.2.2.4 캡슐화와 역캡슐화

인터넷에서 프로토콜 계층화를 할 때 중요한 개념 중 하나가 바로 캡슐화(encapsulation)/역캡슐화(decapsulation)이다. 그림 1.20은 그림 1.17의 작은 인터넷에 대한 이 개념을 보여준다.

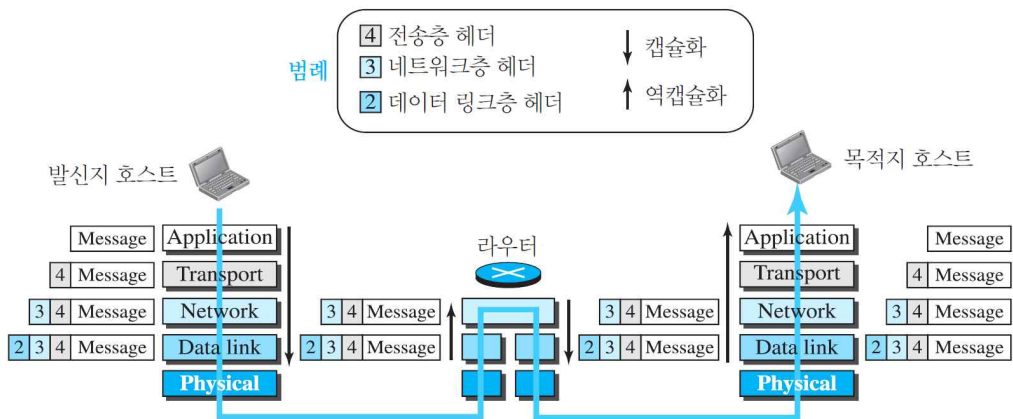


그림 1.20 캡슐화/역캡슐화

링크층 교환기들에서는 캡슐화/역캡슐화가 일어나지 않기 때문에 이들 장치를 위한 계층들을 나타내지 않았다. 그림 2.8은 발신지 호스트에서 캡슐화, 목적지 호스트에서 역캡슐화, 그리고 라우터에서 캡슐화와 역캡슐화를 보여준다.

발신지 호스트에서 캡슐화

발신지에서는 오직 캡슐화만을 수행한다.

1. 응용층에서 교환되는 데이터는 메시지로 불린다. 메시지(message)는 주로 어떤

헤더(header)나 트레일러(trailer)를 포함하지는 않지만, 만약 포함되더라도 이 전체를 메시지라고 부른다. 이 메시지는 전송층에 전송된다.

2. 전송층은 메시지를 전송층이 반드시 처리해야 하는 페이로드(payload)로 받는다. 전송층은 전송층 헤더를 페이로드에 붙이는데, 이것은 통신을 원하는 발신지와 목적지의 응용 식별자와 흐름 제어, 오류 제어, 또는 혼잡 제어에 필요한 정보를 포함해서 메시지의 종단-대-종단 전송을 위해 필요한 추가적인 정보들을 포함한다. 이러한 과정의 결과물은 세그먼트(segment, TCP에서) 또는 사용자 데이터그램(user datagram, UDP에서)이라 불리는 전송층 패킷(transport-layer packet)이다. 그런 다음에 전송층은 이 패킷을 네트워크층에 보낸다.
3. 네트워크층은 전송층 패킷을 데이터 또는 페이로드로 받아 자신의 헤더를 페이로드에 추가한다. 헤더는 발신지와 목적지 주소와 헤더의 오류검사, 단편화 정보 등을 위해 사용되는 추가적인 정보들을 포함한다. 이 과정의 결과물은 데이터그램(datagram)이라는 네트워크층 패킷(network layer packet)이다. 그런 다음 네트워크층은 패킷을 데이터 링크층에 보낸다.
4. 데이터 링크층은 네트워크층 패킷을 데이터 또는 페이로드로 받아서 호스트 또는 다음 홉(router)의 링크층 주소를 포함하는 자신의 헤더를 추가한다. 이 과정의 결과물은 프레임(frame)이라 불리는 링크층 패킷(link-layer packet)이다. 프레임은 전송을 위해 물리층에 보내진다.

라우터에서 역캡슐화와 캡슐화

라우터의 경우 라우터가 2개 또는 그 이상의 링크들과 연결되어 있기 때문에 역캡슐화와 캡슐화가 모두 일어난다.

1. 데이터 링크층에 일련의 비트들이 전송된 후에 이 계층은 프레임으로부터 데이터그램을 역캡슐화하고 그것을 네트워크층에 보낸다.

2. 네트워크층은 오직 데이터그램 헤더에서 발신지와 목적지 주소를 조사하고 데이터그램이 전송될 다음 홉을 찾기 위해 포워딩 테이블을 조사한다. 데이터그램의 내용은 만약 길이가 다음 홉을 통과하기에 너무 커서 단편화할 필요가 생기지 않는 이상 라우터의 네트워크층에 의해 변경되어서는 안 된다. 후에 그 데이터그램은 다음 링크의 데이터 링크층에 보내어진다.
3. 다음 링크의 데이터 링크층은 프레임에서 그 데이터그램을 캡슐화하고 전송을 위해 그것을 물리층에 보낸다.

목적지 호스트에서 역캡슐화

목적지 호스트에서 각 계층은 메시지가 응용층에 도달할 때까지 수신된 패킷을 역캡슐화하고, 페이로드를 떼어내어 그것을 한 단계 높은 프로토콜 계층에 전송하는 역할만을 수행한다. 호스트에서 역캡슐화가 오류 검사를 포함하는 것은 반드시 필요하다고 말할 수 있다.

6.2.2.5 주소지정

인터넷에서 프로토콜 계층화와 관련된 또 다른 개념인 주소지정(addressing)에 대해 아는 것은 매우 중요한 일이다. 이전에 언급한 것과 같이, 우리는 이 모델에서 양 계층 간에 논리적인 연결을 갖는다.

2개의 당사자를 포함하는 모든 통신은 발신지 주소와 목적지 주소라는 2개의 주소를 필요로 한다. 비록 우리가 보기엔 필요한 주소 쌍의 개수가 한 계층에 한 쌍씩 5쌍인 것처럼 보이지만 사실 물리층은 주소를 필요로 하지 않기 때문에 주로 4쌍의 주소만을 가진다. 물리층에서 데이터 교환 단위는 비트이므로 이것은 절대로 주소를 가질 수 없다. 그림 1.20는 각 계층의 주소지정을 나타내고 있다.



그림 1.20 TCP/IP 프로토콜 그룹에서 주소지정

그림 1.20에서 볼 수 있는 바와 같이, “계층”, “그 계층의 주소”, “그 계층의 패킷 이름” 사이에는 관계가 존재한다. 응용층에서 우리는 someorg.com과 같은 서비스를 제공하는 사이트 이름, 또는 somebody@coldmail.com과 같은 전자우편 주소를 이용한다. 전송층에서 사용하는 주소는 포트 번호(port number)라고 하는데, 이 번호는 발신지와 목적지의 응용을 나타낸다. 포트 번호는 동시에 동작하는 여러 개의 프로그램을 구분하기 위한 주소이다. 네트워크층에서 주소는 전역적으로 전체 인터넷을 범위로 갖는다. 하나의 네트워크 주소는 인터넷에 접속하는 장치를 유일하게 정의하는 주소이다. 때때로 MAC 주소로 불리는 링크층 주소는 지역적으로 정의된 주소이며, 이 주소는 네트워크에서(LAN 또는 WAN) 특정 호스트 또는 라우터를 정의한다.

6.2.2.6 다중화와 역다중화

TCP/IP 프로토콜 그룹은 몇몇 계층에서 여러 개의 프로토콜을 사용하기 때문에 발신지에서는 다중화(multiplexing), 목적지에서는 역다중화(demultiplexing)를 가진다고 말할 수 있다. 이 경우에 다중화가 의미하는 것은 상위 계층 프로토콜로부터 오는 여러 개의 패킷을 한 계층에서 하나의 프로토

콜로 캡슐화할 수 있다는 것이다(한 번에 하나씩). 역다중화가 의미하는 것은 하나의 프로토콜은 역캡슐화를 할 수 있고 패킷을 여러 개의 다음 상위 계층 프로토콜로 전송할 수 있다는 것이다(한 번에 하나씩). 그림 1.21은 3개의 상위 계층에서 다중화와 역다중화의 개념을 보인다.

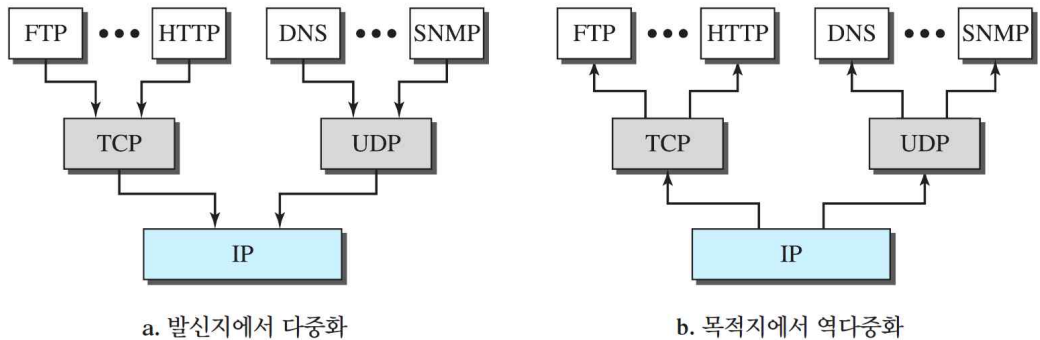


그림 1.21 다중화와 역다중화

다중화와 역다중화를 가능하게 하기 위해 프로토콜은 캡슐화된 패킷이 어느 프로토콜에 속하는 지 식별하기 위한 필드를 헤더에 포함해야 한다. 전송층의 경우 UDP 또는 TCP 중 어느 하나는 여러 개의 응용층 프로토콜로부터 하나의 메시지를 받을 수 있다. 네트워크층에서 IP는 TCP로부터 세그먼트 또는 UDP로부터 사용자 데이터그램을 받을 수 있다. IP는 또한 ICMP, IGMP, 그리고 그 외의 프로토콜로부터 패킷을 받을 수 있다. 데이터 링크층의 경우 프레임은 IP 또는 ARP와 같은 다른 프로토콜로부터 오는 페이로드를 전송할 것이다.

6.2.3 OSI 모델

인터넷에 대한 이야기를 할 때면 TCP/IP 프로토콜 그룹에 대해 이야기하지만 이 그룹이 유일하게 정의된 프로토콜 그룹은 아니다.

1947년에 설립된 국제표준화기구(ISO, International Organization for

Standardization)는 세계적으로 인정받는 국제 표준을 제정하는 다국적 기관이다. 세계의 거의 3/4의 국가들이 ISO에 속해 있다. 네트워크 통신을 전체적으로 다루고 있는 ISO 표준은 개방 시스템 상호연결(OSI, Open System Interconnection) 모델이다. OSI 모델은 1970년 후반에 처음 소개되었다.

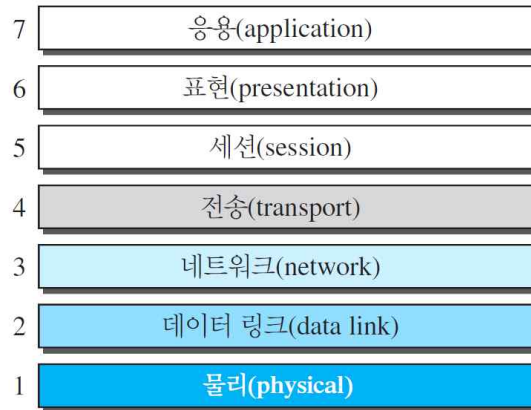


그림 1.21 OSI 모델

개방 시스템(open system)은 기반 구조와 관계없이 서로 다른 시스템 간의 통신을 제공하는 프로토콜의 집합이다. OSI 모델은 하드웨어나 소프트웨어 기반의 논리적인 변화에 대한 요구 없이 서로 다른 시스템 간의 통신을 원활하게 하는 데 그 목적이 있다. OSI 모델은 프로토콜이 아니다. 유연하고 안전하며, 상호 연동이 가능한 네트워크 구조를 이해하고 설계하기 위한 모델이다. OSI 모델은 OSI 스택(Stack)에 있는 프로토콜의 생성에 기초가 된다.

OSI 모델은 모든 종류의 컴퓨터 시스템 간 통신을 가능하게 하는 네트워크 시스템 설계를 위한 계층 구조이다. 이 모델은 서로 연관된 7개의 계층으로 구성되어 있고, 각 계층에는 네트워크를 통해 정보를 전송하는 일련의 과정이 규정되어 있다 (그림 1.21 참조).

2.3.1 OSI 대 TCP/IP

두 모델을 비교할 때 2개의 계층인 세션(session)과 표현(presentation)층이 TCP/IP 프로토콜 그룹에는 없다는 것을 알 수 있다. 이들 두 계층은 OSI 모델의 발표 후 TCP/IP 프로토콜 그룹에 추가되지 않았다. 그림 1.22와 같이 TCP/IP 그룹의 응용층은 OSI 모델의 3개 계층의 결합으로 여겨진다.

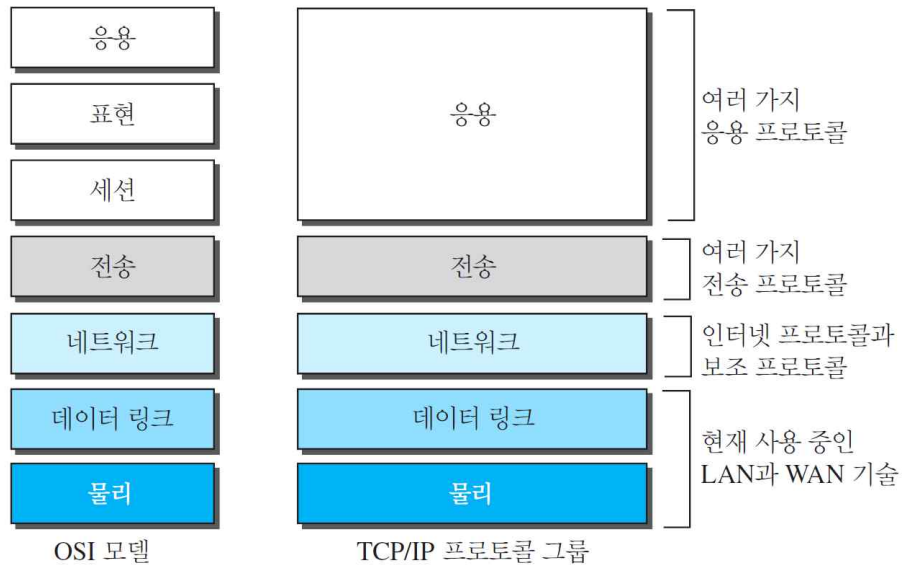


그림 1.22 TCP/IP와 OSI 모델

이 결정에 대한 두 가지 이유가 거론되었다. 첫 번째, TCP/IP는 하나 이상의 전송층 프로토콜을 가지고 있다. 세션층의 일부 기능은 몇몇 전송층 프로토콜에서 가능하다. 두 번째, 응용층이 단순히 소프트웨어의 한 부분만은 아니다. 많은 응용이 이 계층에서 개발될 수 있다. 만약 세션 그리고 표현층에서 언급된 기능 중 몇 개가 특정 응용에서 필요로 한다면, 그것은 소프트웨어의 한 부분으로 개발될 수 있다.

6.2.3.2 OSI 모델의 실패

OSI 모델은 TCP/IP 프로토콜 그룹 이후에 나타났다. 대부분의 전문가는 처음에는 흥분했고 OSI 모델에 의해 TCP/IP 모델은 모두 대체될 것이라 생각했다. 이러한 일이 일어나지 않은 몇 가지 이유가 있지만 우리는 이 분야의 모든 전문가에 의해 동의된 세 가지 이유만 설명한다. 첫 번째, OSI는 TCP/IP가 완전히 자리 잡고, 많은 돈과 시간이 TCP/IP 그룹을 위해 투자되고 난 후에 완성되었다.

다른 모델로 변경하는 것은 많은 비용이 든다. 두 번째, OSI 모델의 일부 계층은 완전히 정의되지 않았다. 예를 들어 표현층과 세션층에 의해 제공된 서비스들이 문서에 기술되었다 하더라도 이들 두 계층에 대한 실제 프로토콜은 완전히 정의되거나 기술되지 않았다. 그리고 대응하는 소프트웨어가 완전히 개발되지도 않았다. 세 번째, OSI가 다른 응용의 협회에 의해 구현되었을 때 그것은 TCP/IP 프로토콜에서 OSI 모델로 전환하기 위해 인터넷 당국을 끌어들이기 위한 충분히 높은 수준의 성능을 보여주지 못했다.

7. XR 적용 가능 보안기술

7.1 실감콘텐츠 보안모델

7.2 시큐어 코딩

7.1 실감콘텐츠 보안모델

실감콘텐츠 기술과 산업의 발전과 더불어 다양한 보안 위협(security threats)이 발생한다. 안전한 실감콘텐츠 서비스 환경을 위해 실감콘텐츠 개발사, 플랫폼 제공사가 보안취약점(vulnerabilities)과 보안 위협의 심각성을 인지하고 사용자를 위한 보안대책을 마련하여야 한다. 이에 따라 한국인터넷진흥원(KISA)은 실감콘텐츠 보안 위협을 식별하고 보안요구사항을 도출하여 실감콘텐츠 개발사, 플랫폼 제공사가 갖추어야 할 보안모델인 “실감콘텐츠 보안모델”을 제시하였다.

7.1.1 실감콘텐츠 보호 대상

다음 표는 “실감콘텐츠 보안모델” 요약본에서 제시한 실감콘텐츠 보호 대상이다. 실감콘텐츠 서비스에서 제작·송출·이용 환경을 기준으로 각 환경을 구성하는 구성요소를 식별하고, 구성 요소 내 보호 대상을 구체화함으로써 식별하였다.

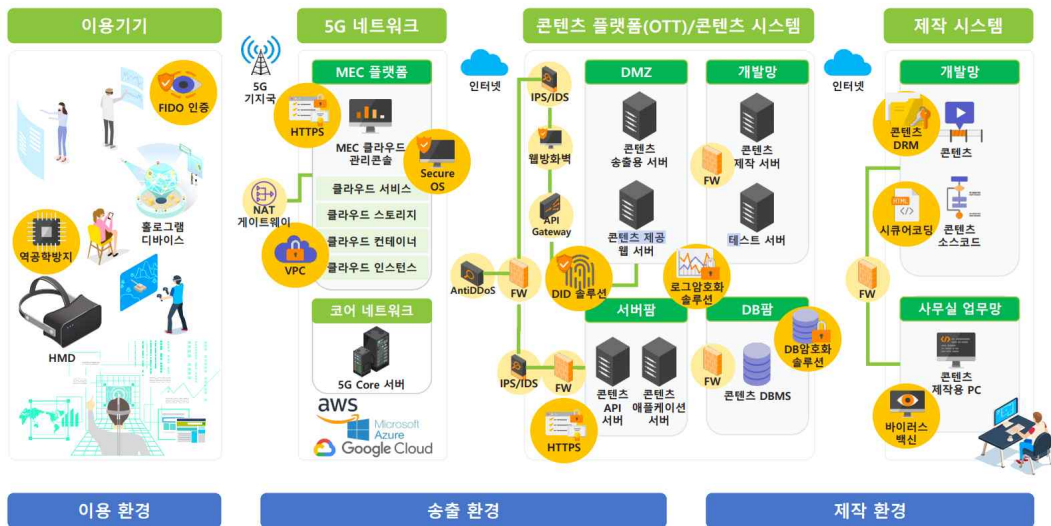
구분	구성 요소	보호 대상
제작 환경	콘텐츠 제작 시스템	● 콘텐츠 제작 서버 ● 형상 관리 서버 ● 테스트 서버 ● NAS 서버 ● 콘텐츠 DBMS ● 콘텐츠 제작 도구(Unity, Unreal, MultiGen 등) ● 네트워크 장비 ● 정보보호시스템 ● 콘텐츠 제작용 PC 등

구분	구성 요소	보호 대상
	콘텐츠	● 소스 코드 ● 영상 콘텐츠 등
송출 환경	송출 시스템 (MEC 플랫폼, 콘텐츠 시스템)	● 5G MEC 클라우드 관리 콘솔 ● 클라우드 인스턴스(서버) ● 클라우드 컨테이너 ● 클라우드 스토리지 ● 클라우드 DBMS ● 콘텐츠 송출 서버 ● 콘텐츠 애플리케이션 서버 ● 콘텐츠 API ● 콘텐츠 DBMS ● 콘텐츠 제작 도구(Unity, Unreal, MultiGen 등) ● 네트워크 장비 ● 정보보호시스템 ● 운영자 PC 등
	콘텐츠 플랫폼 (OTT)	● 콘텐츠 송출 서버 ● 콘텐츠 애플리케이션 서버 ● 콘텐츠 API ● 클라우드 관리 콘솔 ● 콘텐츠 DBMS ● 네트워크 장비 ● 정보보호시스템 ● 운영자 PC

구분	구성 요소	보호 대상
		● 콘텐츠 제공 애플리케이션 등
이용 환경	이용 기기	● HMD ● AR 글라스 ● 스마트폰 ● 홀로그램 디바이스 등 콘텐츠 플레이어

7.1.2 실감콘텐츠 보안모델

다음은 KISA의 “실감콘텐츠 보안모델” 요약본에서 제시한 안전한 실감콘텐츠 서비스 환경에 따른 구체적인 보안기술 및 솔루션 도입방안이다.



다음 표는 “실감콘텐츠 보안모델” 요약본에서 제시한 실감콘텐츠 보안 위협 별 대응기술이다.

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
제작 환경	제작 시스템	안전하지 않은 인증수단 사용으로 인한 콘텐츠 이 용자 계정 도용의 위협	● 통합계정관리(IAM) 솔루션 ● 블록체인 기반의 DID 생체 인증 솔루션 ● MFA 인증
		콘텐츠 제작 시스템의 취 약한 접근통제로 인한 소 스 코드 노출	● 서버 및 네트워크 접근통제 솔루션 ● API게이트웨이
		콘텐츠 제작 시스템에 대 한 스니핑 공격으로 콘텐 츠 제작 정보 유출	● 통신 구간 암호화 적용 ● VPN 사용
		콘텐츠 제작 시스템 또는 송출 시스템의 로그 변조 또는 삭제로 인한 데이터 수신 부인의 위협	● 통합로그관리 솔루션
		시스템에 대한 자동화 공 격으로 인한 자원 과부하	● 방화벽 및 IDS/IPS ● 보안관계 자원 과부하 모니 터링
		취약한 오픈 API 취약점에 의한 관리자 권한 탈취의 위협	● 최신버전의 개발 도구 및 SDK 버전 사용
		콘텐츠 제작 서버에 대한 원격 액세스 통제 미흡으로 서버 관리자 권한 탈취	● 서버 및 네트워크 접근통제 솔루션

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
	콘텐츠	관리되지 않는 개방형 포트를 공격 벡터로 사용할 수 있는 위협	● 취약점 점검 솔루션
		콘텐츠의 입력값 검증 미흡을 이용한 공격과 그로 인한 데이터 변조의 위협	● 소스 코드 보안 약점 점검 도구 ● 시큐어 코딩 적용
		안전하지 않은 프로토콜 사용으로 인한 정보 유출의 위협	● 콘텐츠 시큐어 코딩 적용 ● 콘텐츠 암호화 및 워터마크 (DRM) 솔루션 ● 포렌식 워터마킹
		콘텐츠의 이용자 입력값 검증 미흡을 이용한 시스템 중요정보 유출	● 사용자 인증 시 관리형 토큰 (예: OAuth 등) 사용 ● 소스 코드 보안 약점 점검 도구 ● 시큐어 코딩 적용
		취약한 오픈 API 취약점에 의한 관리자 권한 탈취의 위협	● 시큐어 코딩 적용
		콘텐츠 제작자의 실수 또는 논리적 오류 등의 콘텐츠 보안 약점	● 소스 코드 보안 약점 점검 도구 ● 시큐어 코딩 적용

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
	콘텐츠 플랫폼 (OTT)	실감콘텐츠 서비스 이용 시 이용자 인증 불충분으로 인한 계정 침해사고 발생	● 사용자 인증 시 관리형 토큰 (예: OAuth 등) 사용 ● 블록체인 기반의 DID 생체 인증 솔루션 ● 시큐어 코딩 적용
		콘텐츠 제공 애플리케이션의 이용자 입력값 검증 미흡으로 인한 고객 데이터 변조의 위협	● 소스 코드 보안 약점 점검 도구 ● 시큐어 코딩 적용
		콘텐츠 송출 시스템 또는 콘텐츠 플랫폼에 대한 스 니핑 공격으로 고객 정보 유출	● 통신 구간 암호화 적용 ● VPN 사용
		관리자 페이지의 취약한 접근통제로 인한 정보 유 출의 위협	● MFA 인증 도입 ● 방화벽 등 소스 IP 기반의 접 근통제
		콘텐츠 제공 애플리케이션의 입력값 검증 미흡으로 인 한 유료 콘텐츠 무단 사용	● 사용자 인증 시 관리형 토큰 (예: OAuth 등) 사용 ● 애플리케이션 보안취약점 점 검 ● 시큐어 코딩 적용
		콘텐츠 제작 시스템 또는 송출 시스템의 로그 변조	● 통합로그관리 솔루션

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
		또는 삭제로 인한 데이터 수신 부인의 위협	
		콘텐츠 플랫폼에 대한 과 도한 연결 요청으로 인한 DoS 위협	● 방화벽 및 IDS/IPS ● 보안관계 자원 과부하 모니터링 ● DDoS 방지 솔루션
		시스템에 대한 자동화 공 격으로 인한 자원 과부하	● 보안관계 자원 과부하 모니터링 ● DDoS 방지 솔루션
		악성파일 업로드로 인한 관리자 권한 탈취	● IDS/IPS를 이용한 데이터 모 니터링 및 악성파일 업로드 감 지 및 억제
		콘텐츠 제공 애플리케이션의 보안 약점을 이용한 관리자 권한 탈취	● 애플리케이션 보안취약점 점 검 ● 시큐어 코딩 적용
	송출 시스템	안전하지 않은 인증수단 사용으로 인한 콘텐츠 이 용자 계정 도용의 위협	● 통합계정관리(IAM) 솔루션 ● 블록체인 기반의 DID 생체 인증 솔루션 ● MFA 인증
		콘텐츠 제공 애플리케이션의 이용자 입력값 검증 미흡으로 인한 고객 데이터 변조의 위협	● 소스 코드 보안 약점 점검 도구 ● 시큐어 코딩 적용
		콘텐츠 송출 시스템의 취	● 서버 및 네트워크 접근통제

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
		악한 접근통제로 인한 고객 정보 유출	솔루션 ● API 게이트웨이
		콘텐츠 송출 시스템 또는 콘텐츠 플랫폼에 대한 스니핑 공격으로 고객 정보 유출	● 통신 구간 암호화 적용 ● VPN 사용
		로그 변조 또는 삭제로 인한 데이터 수신 부인의 위협	● 통합로그관리 솔루션
		대규모 단말의 과도한 접속 요청으로 인한 5G RAN DDoS 위협	● 방화벽 및 IDS/IPS ● 보안관계 자원 과부하 모니터링 ● DDoS 방지 솔루션
		시스템에 대한 자동화 공격으로 인한 자원 과부하	● 방화벽 및 IDS/IPS ● 보안관계 자원 과부하 모니터링
		취약한 오픈 API 취약점에 의한 관리자 권한 탈취의 위협	● 최신 버전의 개발 도구 및 SDK 버전 사용
		MEC 클라우드 관리 콘솔에 대한 원격 액세스 통제 미흡으로 MEC 클라우드 관리자 권한 탈취	● 서버 및 네트워크 접근통제 솔루션
		관리되지 않는 개방형 포	● 취약점 점검 솔루션

서비스 환경	구성 요소	보안 위협	대응기술
		트를 공격 벡터로 사용할 수 있는 위협	
이용 환경	이용 기기	이용 기기의 안전하지 않은 펌웨어 업데이트 방식으로 인한 변조된 펌웨어 업데이트 위협	● 업데이트 파일 무결성 검증
		이용 기기 리버스 엔지니어링으로 인한 위협	● 소스 코드 난독화
		이용기기에 대한 스니핑 공격으로 고객 인증정보 및 결제 정보 유출	● FIDO 기반 생체인증 ● 통신 구간 암호화 적용
		신뢰할 수 없는 콘텐츠 사용으로 인한 악성코드 삽입의 위협	● 모바일 백신
		이용 기기의 불필요한 입출력 포트를 이용한 관리자 권한 획득	● 물리적 장비 입출력 포트 비활성화
		3rd party application를 통한 악성코드가 삽입되는 위협	● 3rd party 애플리케이션의 권한 제한

7.1.3 실감콘텐츠 보안요구사항

실감콘텐츠의 제작부터 송출 및 이용에 이르기까지 전반적인 서비스 환경에서 보안 위협을 예방하고 지속해서 대응하기 위해서는 보안요구사항을 정의하고 적용할 필요가 있다. KISA는 “실감콘텐츠 보안모델”에서 실감콘텐츠 서비스 환경에서 적용되어야 하는 총 146개의 보안요구사항을 정의했으며, 다음과 같이 관리적 보안요구사항과 정보시스템, 콘텐츠 애플리케이션, 콘텐츠 API, MEC 클라우드 관리 콘솔, 이용 기기, 소스 코드 등 기술적 보안요구사항으로 구분했다.

구분	요소	내용	항목
관리적 보안		실감콘텐츠 제작·송출의 서비스 환경에서 필요한 보안 수준을 달성하고 해당 수준을 지속하여 관리하는 데 필요한 보안요구사항	정책 및 조직 관리
			물리 보안
			인증 및 권한
			접근통제
			시스템 보안
			개발 보안
기술적 보안	정보시스템	실감콘텐츠 제작 환경과 송출 환경의 정보시스템에 적용될 수 있는 보안요구사항	인증 및 권한
			접근통제
			데이터 보안
			시스템 보안
			개발 보안
	콘텐츠 애플리케이션	실감콘텐츠 송출 환경의 콘텐츠 제공 애플리케이션 적용될 수 있는 보안요구사항	서비스 보안
			이용자 인증
			데이터 보안
			단말 보안
	콘텐츠 API	실감콘텐츠 제작 및 송출 환경에 적용될 수 있는 보안요구사항	API 보안

구분	요소	내용	항목
	MEC 클라우드 관리 콘솔	실감콘텐츠 송출 환경의 5G MEC 플랫폼에 적용하는 데 필요한 보안요구사항	스토리지
			IAM
			로그 설정
			VPC
	이용 기기	실감콘텐츠 이용 환경에서 이용자가 사용하는 장비인 HMD, AR 글라스, 스마트폰, 홀로그램 디바이스 등 콘텐츠 플레이어 자산에 적용될 수 있는 보안요구사항	물리 보안
			소프트웨어 보안
			플랫폼 보안
			암호화
			데이터 보안
	소스 코드	실감콘텐츠 제작 환경의 콘텐츠 자체에 적용될 수 있는 보안요구사항	입력 데이터 검증 및 표현
			보안 기능
			시간 및 상태
			에러 처리
			코드 오류
			캡슐화
			API 오용

7.2 시큐어 코딩

실감콘텐츠 보안 위협 대응기술 중 콘텐츠, 콘텐츠 플랫폼(OTT), 송출 시스템에 공통으로 필요한 기술 중 하나가 시큐어 코딩이다. 콘텐츠에서 콘텐츠의 입력값 검증 미흡을 이용한 공격과 그로 인한 데이터 변조의 위협, 콘텐츠의 이용자 입력값 검증 미흡을 이용한 시스템 중요정보 유출, 취약한 오픈 API 취약점에 의한 관리자 권한 탈취의 위협, 콘텐츠 제작자의 실수 또는 논리적 오류 등의 콘텐츠 보안 약점에, OTT에서 실감콘텐츠 서비스 이용 시 이용자 인증 불충분으로 인한 계정 침해 사고 발생, 콘텐츠 제공 애플리케이션의 이용자 입력값 검증 미흡으로 인한 고객 데이터 변조의 위협, 콘텐츠 제공 애플리케이션의 입력값 검증 미흡으로 인한 유료 콘텐츠 무단 사용, 콘텐츠 제공 애플리케이션의 보안 약점을 이용한 관리자 권한 탈취에, 송출 시스템에서 콘텐츠 제공 애플리케이션의 이용자 입력값 검증 미흡으로 인한 고객 데이터 변조의 위협에 대응하는 데 활용할 수 있다.

시큐어 코딩은 소프트웨어개발과정에서 개발자의 실수, 논리적 오류 등으로 인해 발생할 수 있는 보안취약점, 보안 약점들을 최소화하여 사이버 보안 위협에 대응할 수 있는 안전한 SW를 개발하기 위한 일련의 보안 활동이다. 즉, 소프트웨어 개발 생명주기(Software Development Life Cycle)의 단계별로 요구되는 보안 활동을 수행함으로써 안전한 소프트웨어를 만들 수 있도록 한다.

소프트웨어 보안취약점은 보안 요구사항이 정의되지 않았거나, 논리적인 오류를 가지는 설계를 수행하였거나, 기술취약점을 가지는 코딩 규칙을 적용하였거나, 소프트웨어 배치가 적절하지 않았거나, 발견된 취약점에 대해 적절한 관리 또는 패치를 하지 않았을 때 발견되며, 이러한 취약점으로 인해 시스템이 처리하는 중요정보

가 노출되거나 정상적인 서비스를 할 수 없는 상황이 발생하게 된다.

7.2.1 입력 데이터 검증 및 표현

프로그램 입력값에 대한 검증 누락 또는 부적절한 검증, 데이터의 잘못된 형식 지정, 일관되지 않은 언어 셋 사용 등으로 인해 발생하는 보안 약점으로 SQL 삽입, 크로스 사이트 스크립트(XSS) 등의 공격을 유발할 수 있다.

다음은 잘 알려진 취약점인 SQL 삽입이 발생할 수 있는 Java 코드 예제이다. 만약 사용자가 “username”에 “root”를 “password”에 “' or '1' = '1'”를 입력하면, sql은 “select * from user where username = 'root' and password = ' or '1' = '1' limit 1”이 된다. 해당 SQL 문을 실행하면 올바른 비밀번호를 입력하지 않았음에도 불구하고 “username”이 “root”인 튜플이 선택되어 로그인에 수행된다.

```
public boolean login(String username, String password) {  
    String sql = "select * from user where username = '" + username  
                + "' and password = '" + password + "' limit 1";  
  
    Connection conn = null;  
    PreparedStatement pstmt = null;  
    ResultSet rs = null;  
  
    try {  
        conn = getConnection();
```

```

    pstmt = conn.prepareStatement(sql);
    rs = pstmt.executeQuery();
    if(rs.next()) {
        return true;
    }
    return false;
} catch (Exception e) {
    throw new IllegalStateException(e);
} finally {
    close(conn, pstmt, rs);
}
}

```

SQL 삽입 취약점은 다음과 같이 “PreparedStatement”을 사용하여 대응할 수 있다.

```

public boolean login(String username, String password) {
    String sql = "select password from user where username = ? and
password = ? limit 1";

    Connection conn = null;
    PreparedStatement pstmt = null;
    ResultSet rs = null;

```

```

try {
    conn = getConnection();
    pstmt = conn.prepareStatement(sql);
    pstmt.setString(1, username);
    pstmt.setString(2, password);
    rs = pstmt.executeQuery();
    if(rs.next()) {
        return true;
    }
    return false;
} catch (Exception e) {
    throw new IllegalStateException(e);
} finally {
    close(conn, pstmt, rs);
}
}

```

7.2.2 보안 기능

보안 기능(인증, 접근제어, 기밀성, 암호화, 권한관리 등)을 부적절하게 구현 시 발생할 수 있는 보안 약점으로 적절한 인증 없는 중요기능 허용, 부적절한 인가 등이 포함된다.

예를 들어, 앞의 Java 코드 예제는 비밀번호가 DBMS에 평문으로 저장되는 문제를 가지고 있다. 이는 다음과 같이 비밀번호와 솔트를 결합한 문자열의 해시값을

저장하고 비교하는 형태로 수정하여 대응할 수 있다.

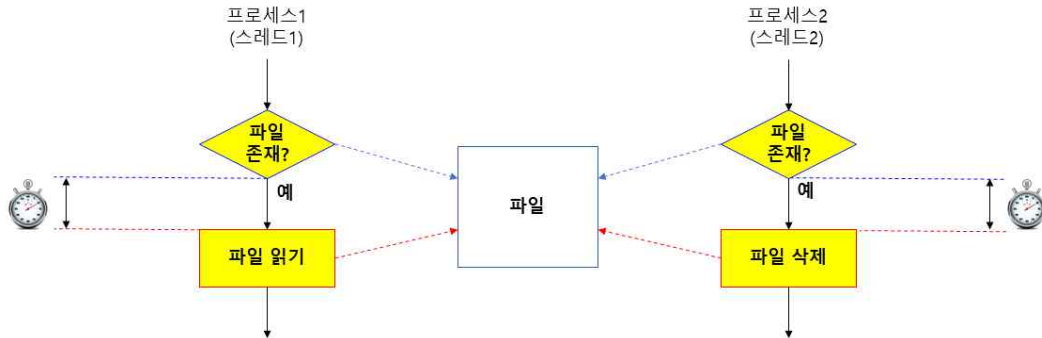
```
public boolean login(String username, String password) {  
    String sql = "select password from user where username = ? limit 1";  
  
    Connection conn = null;  
    PreparedStatement pstmt = null;  
    ResultSet rs = null;  
  
    try {  
        conn = getConnection();  
        pstmt = conn.prepareStatement(sql);  
        pstmt.setString(1, username);  
        rs = pstmt.executeQuery();  
        BCryptPasswordEncoder encoder = new BCryptPasswordEncoder();  
        if(rs.next() && encoder.matches(password, rs.getString(1))) {  
            return true;  
        }  
        return false;  
    } catch (Exception e) {  
        throw new IllegalStateException(e);  
    } finally {  
        close(conn, pstmt, rs);  
    }  
}
```

```
}
```

7.2.3 시간 및 상태

동시 또는 거의 동시수행을 지원하는 병렬 시스템이나 하나 이상의 프로세스가 동작하는 환경에서 시간 및 상태를 부적절하게 관리하여 발생할 수 있는 보안 약점이다.

대표적인 보안 약점은 검사 시점과 사용 시점(TOCTOU, Time-of-Check to Time-of-Use)이다. 다음 그림과 같이 특정 파일에 서로 다른 프로세스가 접근한다고 가정하자. 각 프로세스는 사용 전에 대상 파일을 사용할 수 있는지를 확인한다. 해당 파일을 사용할 수 있으면 파일을 열어 원하는 작업을 수행할 것이다. 문제는 “대상 파일을 사용할 수 있는지를 확인”하는 시점과 “파일을 열어 원하는 작업을 수행”하는 시점 간에 자원의 상태가 변할 수 있다는 점이다. 이런 보안 약점은 동기화 오류뿐만 아니라 교착 상태 등과 같은 문제를 발생시킬 수 있다. 또한, 공격자가 해당 약점을 이용하여 권한 상승을 시도할 가능성도 있다. TOCTOU 보안대책으로 동기화 구문(Java의 경우, “synchronized” 구문 등)을 사용할 수 있다. 코드 상 특정 영역에 한 번에 하나의 프로세스만 접근할 수 있도록 만드는 것이다.



7.2.4 에러 처리

에러를 처리하지 않거나, 불충분하게 처리하여 에러 정보에 중요정보(시스템 내부정보 등)가 포함될 때, 발생할 수 있는 취약점으로 에러를 부적절하게 처리하여 발생하는 보안 약점이다.

예를 들어, 다음 그림처럼 오류가 발생했을 때 시스템 내부정보 등 중요정보가 노출되면 공격자는 이를 활용하여 침입에 활용할 가능성이 있다. Java 개발자의 경우, 예외 발생 시 “printStackTrace” 등의 메소드로 오류 내용을 (보통 표준 출력으로) 출력하는 사례가 많다. 예외 발생 시 시스템 내부의 로그 등에만 기록하고 사용자에게는 오류 발생 사실 정도만 알리는 형태가 좋다.

← → ↺ localhost:8080

HTTP Status 500 - java.lang.ClassNotFoundException: org.apache.jsp.index_jsp

type Exception report

message java.lang.ClassNotFoundException: org.apache.jsp.index_jsp

description The server encountered an internal error that prevented it from fulfilling this request.

exception

```
org.apache.jasper.JasperException: java.lang.ClassNotFoundException: org.apache.jsp.index_jsp
    org.apache.jasper.servlet.JspServletWrapper.getServlet(JspServletWrapper.java:177)
    org.apache.jasper.servlet.JspServletWrapper.service(JspServletWrapper.java:369)
    org.apache.jasper.servlet.JspServlet.serviceJspFile(JspServlet.java:403)
    org.apache.jasper.servlet.JspServlet.service(JspServlet.java:347)
    javax.servlet.http.HttpServlet.service(HttpServlet.java:725)
    org.apache.tomcat.websocket.server.WsFilter.doFilter(WsFilter.java:52)
```

root cause

```
java.lang.ClassNotFoundException: org.apache.jsp.index_jsp
    java.net.URLClassLoader$1.run(Unknown Source)
    java.net.URLClassLoader$1.run(Unknown Source)
    java.security.AccessController.doPrivileged(Native Method)
    java.net.URLClassLoader.findClass(Unknown Source)
    org.apache.jasper.servlet.JasperLoader.loadClass(JasperLoader.java:131)
    org.apache.jasper.servlet.JasperLoader.loadClass(JasperLoader.java:62)
    org.apache.jasper.servlet.JspServletWrapper.getServlet(JspServletWrapper.java:172)
    org.apache.jasper.servlet.JspServletWrapper.service(JspServletWrapper.java:369)
    org.apache.jasper.servlet.JspServlet.serviceJspFile(JspServlet.java:403)
    org.apache.jasper.servlet.JspServlet.service(JspServlet.java:347)
    javax.servlet.http.HttpServlet.service(HttpServlet.java:725)
    org.apache.tomcat.websocket.server.WsFilter.doFilter(WsFilter.java:52)
```

note The full stack trace of the root cause is available in the Apache Tomcat/8.0.3 logs.

Apache Tomcat/8.0.3

7.2.5 기타

코드 오류는 타입 변환 오류, 자원(메모리 등)의 부적절한 반환 등과 같이 개발자가 범할 수 있는 코딩오류로 인해 유발되는 보안 약점이다. 캡슐화는 중요한 데이터 또는 기능을 불충분하게 캡슐화하거나 잘못 사용함으로써 발생하는 보안 약점으로 정보 노출, 권한 문제 등이 발생할 수 있다. 마지막으로 API 오용은 의도된 사용에 반하는 방법으로 API를 사용하거나, 보안에 취약한 API를 사용하여 발생할 수 있는 보안 약점이다.

