

다인용 VR 콘텐츠 제작을 위한 교환 모델 가시화 방안에 관한 연구 : VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터의 사례를 중심으로

박 선 회¹ · 김 보 선² · 배 종 환^{3*}¹(주)유토비즈 연구소장 ²(주)유토비즈 대리 ^{3*}(주)유토비즈 대표이사

Visualization Method of Exchange Model for Multi-Person VR(Virtual Reality) Content Production : Focusing on the case of VR Towing Tanker Driving Simulator

Seon-Hui Bak¹ · Bo-Sun Kim² · Jong-Hwan Bae^{3*}¹Research Director, Utobiz Co. Research Institute, Daejeon 34013, Korea²Associate Manager, Utobiz Co., Ltd., Daejeon 34013, Korea^{3*}Chief Executive Officer, Utobiz Co., Ltd., Daejeon 34013, Korea

[요 약]

VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터는 VR HMD를 통해 실제 환경과 유사한 환경에서 견인차 및 급유차 운전 모의를 통해 훈련생들의 견인차 및 급유차 실습을 사고 위험 없이 자유롭게 훈련할 수 있도록 한다. 제약사항이 많은 실제 상황에서 훈련하기가 어려우므로 이를 가상현실 내에서 간접 체험을 통해 시각 및 촉각을 모두 이용하여 훈련 효과를 높여 실전에서 견인 및 급유를 능숙하게 할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 이러한 다인용 3차원 VR 콘텐츠 제작에 필요한 여러 가지 방안 중, 서버-클라이언트간 교환 모델을 설계하고 네트워크의 부하가 최대한 적은 상태로 연결된 클라이언트들이 서버로부터 필요한 데이터를 확보할 수 있도록 하는 방안에 대하여 설명하고, 얻은 데이터를 바탕으로 모델을 제어하기 위해 필요한 내용을 VTTDS 개발 사업에 적용함으로써 효율적인 모델 가시화 방안을 제시하고자 한다.

[Abstract]

VR (Virtual Reality) Towing Tanker Driving Simulator allows trainees to freely train on towing and refueling vehicle practices without the risk of accidents through towing tanker vehicle driving simulation in an environment similar to the actual environment using VR HMD (Head Mounted Display). Since it is difficult to train in real-world situations due to many restrictions, it aims to increase the training effect by using both visual and tactile experience through indirect experiences within virtual reality so that you can be skilled in towing and refueling in practice. Among the various methods necessary for producing multi-person 3D VR content, we propose a server-client exchange model, explain how to secure the data needed by connected clients with as little network load as possible, and propose an efficient model visualization method by applying the necessary contents to the VTTDS (VR Towing/Tanktruck Driving Simulator) development project.

색인어 : 가상현실, 시뮬레이터, 교육훈련, 실 장비 대체, 다중 훈련 제어**Keyword** : Virtual Reality, Simulator, Education Training, Alternative Equipment, Multiple Training Control<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.8.1649>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 18 June 2023; Revised 06 July 2023

Accepted 10 July 2023

***Corresponding Author; Jong-Hwan Bae**Tel: E-mail: utobiz@utobiz.co.kr

1. 서론

1-1 VR 콘텐츠의 필요성

VR기반의 콘텐츠들은 생산하는 데에 시간이 비교적 오래 걸려 사용자들이 경험할 수 있는 콘텐츠가 매우 적은 상황이지만, 몰입감, 시각적 실재감, 상호작용을 통한 유용한 학습 도구로 많은 주목을 받는다[1]-[5]. 가상현실 교육 콘텐츠의 사용자 경험은 콘텐츠를 사용하는 사용자가 본인의 의지에 따라 콘텐츠를 제어하고 주체적인 학습이 가능하여 실제 상황과 유사한 체험으로 숙련자가 될 수 있다[6],[7].

1-2 VR 콘텐츠 개발 사례

교육콘텐츠 개발에 대한 선행연구는 표 1과 같다 [8]-[12]. 표 1의 1번 연구는 1인용 VR 시스템을 통해 상호 작용 인터랙션 기능의 중요성을 말하며, 2번 연구는 여러 가지 VR 콘텐츠의 현황을 요약하여 팀 단위로 상호작용하는 시스템의 필요성을 설명하였다. 3번 연구에서는 메타데이터를 통해 실시간으로 따라 사용자가 팀 단위로 상호작용하는 기반을 설명하였으며, 4번 연구에서는 팀 단위로서 하는 시스템의 교육 효과를 확인할 수 있었다. 5번 연구에서는 동시에 여러 팀이 훈련할 수 있도록 하는 플랫폼을 구축하여 제어하는 방안에 대하여 설명하였다. 이러한 선행연구들을 통하여 더욱 효과적인 VR 콘텐츠를 제작하기 위해 교환 모델을 사용하여 개발에서의 복잡성을 줄이고 개발 기간을 단축시키기 위한 효과적인 모델 제어 방안에 대하여 설명하고자한다.

1-3 다인용 VR 콘텐츠

대다수의 VR 콘텐츠는 싱글플레이를 기반으로 두고 제작이 되는 경우가 많다. 하지만 VR을 통해 교육 효과를 얻기 위해 일부 콘텐츠들은 팀 단위로 교육이 이루어져야 하는 부분이 존재한다. 통신을 통해 다인용 3차원 VR 환경을 만드는 부분에서 서버-클라이언트간 교환 모델 설계 및 모델 제어를 체계화하여 서버와 클라이언트가 모델 정보가 동기화되도록 유지해주고, 각 클라이언트에서 모델에 대한 상호작용을 통해 교육 시스템이 적용되게 하는 방안을 제안한다.

1-4 논문 구성

본 논문의 2장에서는 항공기 견인차 및 급유차에 대한 개략적인 소개를 하고, 3장에서는 VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터 시스템의 구현 방법에 대하여, 4장에서는 교환 모델에 대한 설명 및 이를 통한 효율적인 모델 제어 방안에 대한 내용을 설명하고, 5장에서는 모델 제어 방안 적용에 따른 결론을 서술하였다.

표 1. VR 교육 콘텐츠 개발 사례 선행연구

Table 1. A study on the development case of educational contents in VR

No	References	content
1	Scenario Planning for Fire Disaster Response Virtual Training System Reflecting Trainee behavior Cases (2019)	VR Scenario Planning
2	A Study on VR/XR-based Disaster Safety Training Technology in the Fourth Industrial Revolution - Fire Training based on VR/XR (2020)	Study of Effective VR/XR
3	A Study on the Preventive Maintenance Daily (PMD) Training Method of XR-based Rotary Wing Aircraft (2021)	Multipay with XR
4	An Analysis of the Operating Effects of Metaverse-based Field Clearing Station Opening Training System (2022)	Effects of using XR Content
5	A Study on the Development of Extended Reality (XR)-based "Surface Search Radar" Education & Training System (2023)	Multipay with XR

II. 항공기 견인차/급유차 소개

2-1 항공기 견인차

항공기 견인차는 항공기를 토우바를 통해 견인할 수 있는 차량을 말한다. 현실에서는 견인을 직접 하기 위해서는 견인차뿐만이 아니라, 견인차와 연결되는 토우바, 그리고 그 토우바와 연결되는 항공기가 함께 묶여 훈련을 진행하여야 한다. 하지만 견인 조작이 어려워 사고가 날 확률도 높으며 사고 발생 시 어마어마한 비용적 대가가 따르게 된다. 특히, 각도에 따라 어떻게 움직일지 처음 운전할 때에는 예상하기 어렵기 때문에 사고 위험 없이 자유롭게 연습할 수 있는 환경은 매우 중요하다고 할 수 있다.

항공기 견인차 시뮬레이터의 시나리오는 항공기를 격납고 안에 이동시키기 위한 항공기 주기 절차와 항공기의 위치를 정비고로 옮기기 위한 항공기 견인절차로 구성되었다.

2-2 항공기 급유차

항공기 급유차는 항공기용 연료를 채워 항공기에 급유 할 수 있는 차량을 말한다. 현실에서 대형차를 운전할 경험이 많지 않기 때문에 운전이 어려우며, 특히 항공기용 연료를 싣고 다니는 차량이기 때문에, 사고 발생 시 2차 사고가 유발될 수 있어 인명피해가 발생 될 우려가 크다.

항공기 급유차 시뮬레이터의 시나리오는 급유차 내의 연료 탱크에 항공기 연료를 수령하는 유류 수령 절차와 항공기에 연료를 보급하는 항공기 급유 절차로 이루어져 있다. 특히, 이때 운전병이 수행하여야 하는 연료 제어 등을 학습하기 위해 급유차 작동실에 대한 작동 절차 및 드레인 절차를 수행할 수 있도록 구성되었다.

III. VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터 시스템 개발

VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터(VTTDS; VR Towing Tanker Driving Simulator)는 실제 환경에서 연습하기 어려운 견인차와 급유차에 대한 운전 및 비상상황 시 임무 내용을 훈련한다. 본 시스템에서는 그림 1과 같이 다양한 훈련환경을 관리자가 부여하고 훈련이 통제될 수 있도록 시스템을 구성하였으며, 훈련자는 그림 2와 같이 부여받은 시나리오를 절차에 따라 수행하도록 하였다. 훈련 종료 후 그림 3과 같이 교육을 수행한 내용에 대하여 훈련자를 평가한 기록을 확인하고, 통계자료를 표현해줄 수 있도록 하는 훈련 평가 기능을 구현하였다. 훈련을 전반적으로 관리할 수 있는 훈련 시스템을 통해 견인차 및 급유차 운전병에 대한 임무 숙달이 가능하도록 그림 4와 같이 시스템을 설계하였다.

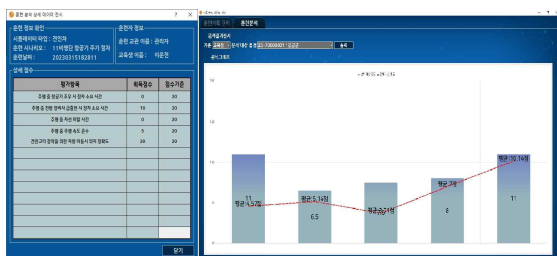


*Implementation software development screen

그림 1. VTTDS 시스템 통제기
Fig. 1. VTTDS system control program



그림 2. VTTDS 시스템 훈련기
Fig. 2. VTTDS system control program



*Implementation software development screen

그림 3. VTTDS 시스템 훈련평가
Fig. 3. VTTDS system training analysis program

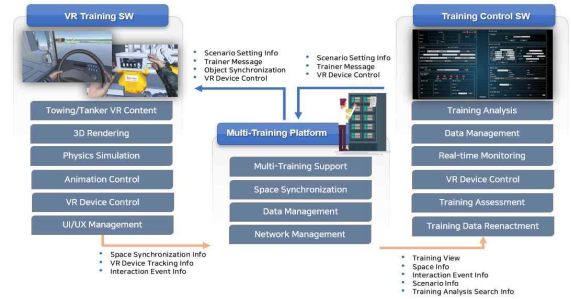


그림 4. VTTDS 시스템 설계
Fig. 4. VTTDS system design

3-1 시스템 구성

그림 4와 같은 시스템 설계 내용에 따라 VTTDS의 하드웨어 구성도를 그림 5와 같이 교육 통제 PC를 중심으로, 각 PC를 연동하여 하드웨어가 작동할 수 있도록 구성하였으며, 소프트웨어 구성도를 소프트웨어의 기능별로 분류하여 그림 6과 같이 크게 5가지의 기능으로 분류하여 구성하였다.

먼저 교육 통제 소프트웨어에서는 연결된 시뮬레이터들을 관리하고 시나리오를 제어해주며, 현재 진행중인 내용을 모니터링할 수 있도록 구성하였으며, VR 훈련기 소프트웨어는 여러 가지 실제 차량과 유사한 형상을 갖고, 움직임 원리를 모의 가능하도록 하였다. 훈련 분석 소프트웨어는 훈련 결과들을 토대로 통계자료를 나타낼 수 있게 하였으며 실제 VR 시뮬레이터 장비들을 연결 가능하도록 구성하고, 모델링된 VR 콘텐츠들을 이용하여 VTTDS의 소프트웨어 시스템을 구축하였다.

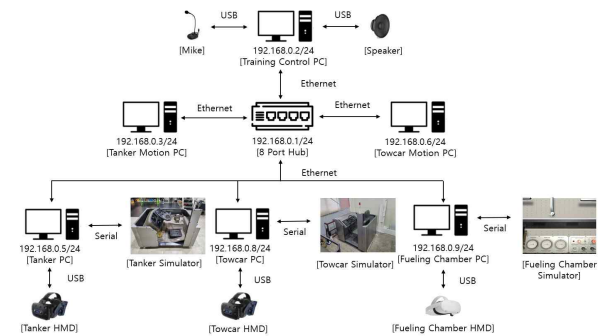


그림 5. VTTDS 시스템 하드웨어 구성도
Fig. 5. VTTDS system hardware configuration diagram

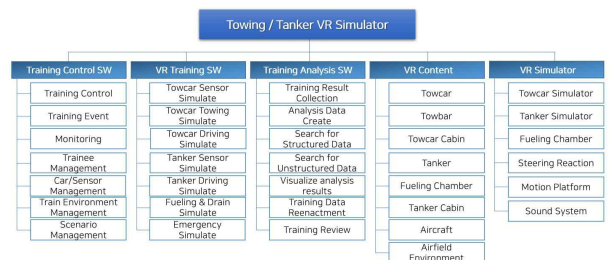


그림 6. VTTDS 시스템 소프트웨어 구성도
Fig. 6. VTTDS system software configuration diagram

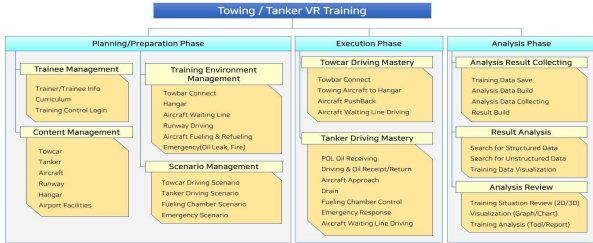


그림 7. VTTDS 운용 절차
Fig. 7. VTTDS operation procedure

3-2 운용 구성

VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터 시스템을 운용하기 위해 각 단계별 운용 절차에 대하여 그림 7과 같이 3가지 단계에 맞추어 운용방식을 적용하였다.

운용절차는 크게 계획/준비단계, 실행단계, 분석단계로 진행된다. 계획/준비단계는 세부적으로는 콘텐츠 관리, 훈련생 관리, 훈련환경 관리, 시나리오 관리 등으로 구성되며, 실행단계는 견인차량 운전/조작 숙달, 급유차량 운전/조작 숙달로 구성된다. 그리고 분석단계는 훈련결과 수집, 결과 분석/평가, 강평 등의 내용으로 구성된다.

이러한 운용 절차에 따라서 훈련자가 견인차 및 급유차를 직접 운전하여 운전 및 임무 숙달 교육이 가능하도록 하였다.

3-3 시뮬레이터 하드웨어

견인차 및 급유차 시뮬레이터 제작에 있어서 가장 중요한 점을 실제와 유사하게 동작할 수 있도록 하는 부분에 유의하여 하드웨어 및 소프트웨어 시스템을 구현하였다.

최대한 실제 운전 시의 환경과 유사하도록 각 차량의 모델 데이터와 시뮬레이터 하드웨어의 크기를 일치하도록 제작하였으며, 각 하드웨어는 PLC에서 물리엔진으로 시리얼 데이터를 전송하여 VR 환경 내에서 차량의 움직임을 모의하고, 모의된 차량의 움직임에 따라 시뮬레이터에서의 6축모션을 동작하도록 설계되었다.

IV. 효율적인 모델 가시화 방안

L1	L2	L3	L4	L5	적용번호	
급유차량	2	급유차 견인 내부	01	운용 필수	03	2010300
			디퍼렌셜 스티어링	01		2010301
			운용 작동 스티어링	02		2010302
			방향전환 방향	03		2010303
			방향전환 방향	04		2010304
			디퍼렌셜 스티어링	05		2010305
			1 비동	06		2010306
			1 비동	07		2010307
			ENTER 버튼	08		2010308
			ESC 버튼	09		2010309
			T/RP 버튼	10		2010310
			속도계 버튼	11		2010311
			향상계 버튼	12		2010312
			엔진전 스티어링	13		2010313
			방향전	14		2010314
			S&T 버튼	15		2010315
			S&T Down 버튼	16		2010316
			RESUME 버튼	17		2010317
			MIRROR VIEW 버튼	18		2010318
			CRUISE MODE 스위치	19		2010319

*Implementation software development screen

그림 8. VTTDS 교환 모델 설계
Fig. 8. VTTDS operation configuration

급유차 조종 콘솔	INTERACTION_2010300			
XCOM_TYPE		3		
MSG_NUM		2010300		
\$!HEAD(3 2010300 1 0 2 0 13 0 14 0 15 0 16 0 17 0 18 0 19 0 25 0 27 0 37 0)@REAR				
토른 값		1 0	2 0	13 0
값		0	0	0
명칭		디퍼렌셜 스티어링 버튼 값	후방작업 버튼 값	에어컨 버튼 값
등록		1	2	13
연스명		m_bDifferentialLockButton	m_bRearWorkLightButton	m_bAirConButton
타입		bool	bool	bool
기능권		선택	선택	선택
제어사항		0 = OFF 1 = ON	0 = OFF 1 = ON	0 = OFF 1 = ON

*Implementation software development screen

그림 9. VTTDS 인터페이스 제어 문서
Fig. 9. VTTDS interface control document

4-1 교환 모델 설계

그림 8과 같이 VR기반 항공기 견인차/급유차 시뮬레이터 시스템을 운용하기 위해 서버와 클라이언트간에 공유되는 모델에 대한 정의를 하고, 모델 내의 정보를 통해 물리엔진이 각종 상황을 모의할 수 있도록 모델에 대한 속성들을 정의하였다. 이러한 속성값들 및 모델 제어에 필요한 명령에 대한 송/수신 규칙을 작성하여 이를 그림 9과 같이 인터페이스 제어 문서(ICD; Interface Control Document)로 작성하였다.

자료구조 설계 시 실제 모델 데이터의 모델 번호에 따라 모델을 제어할 수 있도록 추상화된 클래스에서도 모델이 고유하게 가지고 있는 번호를 이용하여 모델을 검색하고 정보값을 변경하여 서버에서 보내주는 값에 따라 실시간으로 모델을 제어 가능한 교환 모델을 설계하였다.

4-2 모의 엔진 서버 정보 동기화

모의 엔진 서버에서는 견인차 및 급유차를 모의하는 데에 필요한 모든 정보를 수집하고, 클라이언트의 요청에 따라 정보를 수정하면서 수정된 결과값을 전체 클라이언트에 송신함으로써 서버-클라이언트간의 정보 동기화가 일어날 수 있도록 한다. 이때 교환 모델을 통해 각각의 클래스에서 자기 자신의 변화를 감지하여 변화된 값만을 전송하기 때문에 네트워크에 가는 부하가 최대한 적도록 클라이언트와 동기화 된다. 이 때 그림 10과 같이 동기화된 모델들은 각 클래스별 함수를 이용하여 값을 가져오거나 저장할 수 있는데, 네트워크를 통해 값을 받아 각 모델에 저장하고, 모델에 저장된 데이터를 호출하여 현재의 동기화된 값을 가져온다.

```

class CTowbar : public CEquipment
{
public:
    enum class TowbarType {
        tow_towbar = 1, // 토우바 비어 있음
        tow_heightHandle = 2, // 높이조절 핸들
        tow_headDistance = 3, // 앞머리 헤드 거리
        tow_headConnectState = 4, // 앞머리 헤드 연결 상태
        tow_rearWorkLight = 5, // 후방작업 조명
        tow_barRotation = 6, // 토우바 회전각
        tow_barPosition = 7, // 토우바 위치
        tow_barHeight = 8, // 토우바 높이
        tow_barWidth = 9, // 토우바 폭
        tow_barDepth = 10, // 토우바 깊이
        tow_barVolume = 11, // 토우바 부피
        tow_barWeight = 12, // 토우바 무게
        tow_barMaterial = 13, // 토우바 재료
        tow_barColor = 14, // 토우바 색상
        tow_barTexture = 15, // 토우바 텍스처
        tow_barSound = 16, // 토우바 소리
        tow_barVibration = 17, // 토우바 진동
        tow_barTemperature = 18, // 토우바 온도
        tow_barHumidity = 19, // 토우바 습도
        tow_barPressure = 20, // 토우바 압력
        tow_barAcceleration = 21, // 토우바 가속도
        tow_barDeceleration = 22, // 토우바 감속도
        tow_barAngularVelocity = 23, // 토우바 각속도
        tow_barAngularAcceleration = 24, // 토우바 각가속도
        tow_barLinearVelocity = 25, // 토우바 선속도
        tow_barLinearAcceleration = 26, // 토우바 선가속도
        tow_barTorsion = 27, // 토우바 비틀림
        tow_barBending = 28, // 토우바 굽힘
        tow_barTwisting = 29, // 토우바 비틀림
        tow_barStretching = 30, // 토우바 늘어남
        tow_barCompression = 31, // 토우바 수축
        tow_barShearing = 32, // 토우바 전단
        tow_barBuckling = 33, // 토우바 좌굴
        tow_barBulging = 34, // 토우바 볼록해짐
        tow_barContraction = 35, // 토우바 수축
        tow_barExpansion = 36, // 토우바 팽창
        tow_barDistortion = 37, // 토우바 왜곡
        tow_barDeformation = 38, // 토우바 변형
        tow_barFracture = 39, // 토우바 파손
        tow_barCrack = 40, // 토우바 균열
        tow_barCorrosion = 41, // 토우바 부식
        tow_barOxidation = 42, // 토우바 산화
        tow_barReduction = 43, // 토우바 축소
        tow_barIncrease = 44, // 토우바 확대
        tow_barStabilization = 45, // 토우바 안정화
        tow_barDestabilization = 46, // 토우바 불안정화
        tow_barSynchronization = 47, // 토우바 동기화
        tow_barDesynchronization = 48, // 토우바 동기화 해제
        tow_barCalibration = 49, // 토우바 보정
        tow_barRecalibration = 50, // 토우바 재보정
        tow_barReset = 51, // 토우바 초기화
        tow_barReinitialize = 52, // 토우바 재초기화
        tow_barRestart = 53, // 토우바 재시작
        tow_barReboot = 54, // 토우바 재부팅
        tow_barReconnect = 55, // 토우바 재연결
        tow_barReconnectState = 56, // 토우바 재연결 상태
        tow_barReconnectTime = 57, // 토우바 재연결 시간
        tow_barReconnectDelay = 58, // 토우바 재연결 지연
        tow_barReconnectError = 59, // 토우바 재연결 오류
        tow_barReconnectWarning = 60, // 토우바 재연결 경고
        tow_barReconnectMessage = 61, // 토우바 재연결 메시지
        tow_barReconnectSound = 62, // 토우바 재연결 소리
        tow_barReconnectVibration = 63, // 토우바 재연결 진동
        tow_barReconnectTemperature = 64, // 토우바 재연결 온도
        tow_barReconnectHumidity = 65, // 토우바 재연결 습도
        tow_barReconnectPressure = 66, // 토우바 재연결 압력
        tow_barReconnectAcceleration = 67, // 토우바 재연결 가속도
        tow_barReconnectDeceleration = 68, // 토우바 재연결 감속도
        tow_barReconnectAngularVelocity = 69, // 토우바 재연결 각속도
        tow_barReconnectAngularAcceleration = 70, // 토우바 재연결 각가속도
        tow_barReconnectLinearVelocity = 71, // 토우바 재연결 선속도
        tow_barReconnectLinearAcceleration = 72, // 토우바 재연결 선가속도
        tow_barReconnectTorsion = 73, // 토우바 재연결 비틀림
        tow_barReconnectBending = 74, // 토우바 재연결 굽힘
        tow_barReconnectTwisting = 75, // 토우바 재연결 비틀림
        tow_barReconnectStretching = 76, // 토우바 재연결 늘어남
        tow_barReconnectCompression = 77, // 토우바 재연결 수축
        tow_barReconnectShearing = 78, // 토우바 재연결 전단
        tow_barReconnectBuckling = 79, // 토우바 재연결 좌굴
        tow_barReconnectBulging = 80, // 토우바 재연결 볼록해짐
        tow_barReconnectContraction = 81, // 토우바 재연결 수축
        tow_barReconnectExpansion = 82, // 토우바 재연결 팽창
        tow_barReconnectDistortion = 83, // 토우바 재연결 왜곡
        tow_barReconnectDeformation = 84, // 토우바 재연결 변형
        tow_barReconnectFracture = 85, // 토우바 재연결 파손
        tow_barReconnectCrack = 86, // 토우바 재연결 균열
        tow_barReconnectCorrosion = 87, // 토우바 재연결 부식
        tow_barReconnectOxidation = 88, // 토우바 재연결 산화
        tow_barReconnectReduction = 89, // 토우바 재연결 축소
        tow_barReconnectIncrease = 90, // 토우바 재연결 확대
        tow_barReconnectStabilization = 91, // 토우바 재연결 안정화
        tow_barReconnectDestabilization = 92, // 토우바 재연결 불안정화
        tow_barReconnectSynchronization = 93, // 토우바 재연결 동기화
        tow_barReconnectDesynchronization = 94, // 토우바 재연결 동기화 해제
        tow_barReconnectCalibration = 95, // 토우바 재연결 보정
        tow_barReconnectRecalibration = 96, // 토우바 재연결 재보정
        tow_barReconnectReset = 97, // 토우바 재연결 초기화
        tow_barReconnectReinitialize = 98, // 토우바 재연결 재초기화
        tow_barReconnectRestart = 99, // 토우바 재연결 재시작
        tow_barReconnectReboot = 100, // 토우바 재연결 재부팅
        tow_barReconnectReconnect = 101, // 토우바 재연결 재연결
        tow_barReconnectReconnectState = 102, // 토우바 재연결 재연결 상태
        tow_barReconnectReconnectTime = 103, // 토우바 재연결 재연결 시간
        tow_barReconnectReconnectDelay = 104, // 토우바 재연결 재연결 지연
        tow_barReconnectReconnectError = 105, // 토우바 재연결 재연결 오류
        tow_barReconnectReconnectWarning = 106, // 토우바 재연결 재연결 경고
        tow_barReconnectReconnectMessage = 107, // 토우바 재연결 재연결 메시지
        tow_barReconnectReconnectSound = 108, // 토우바 재연결 재연결 소리
        tow_barReconnectReconnectVibration = 109, // 토우바 재연결 재연결 진동
        tow_barReconnectReconnectTemperature = 110, // 토우바 재연결 재연결 온도
        tow_barReconnectReconnectHumidity = 111, // 토우바 재연결 재연결 습도
        tow_barReconnectReconnectPressure = 112, // 토우바 재연결 재연결 압력
        tow_barReconnectReconnectAcceleration = 113, // 토우바 재연결 재연결 가속도
        tow_barReconnectReconnectDeceleration = 114, // 토우바 재연결 재연결 감속도
        tow_barReconnectReconnectAngularVelocity = 115, // 토우바 재연결 재연결 각속도
        tow_barReconnectReconnectAngularAcceleration = 116, // 토우바 재연결 재연결 각가속도
        tow_barReconnectReconnectLinearVelocity = 117, // 토우바 재연결 재연결 선속도
        tow_barReconnectReconnectLinearAcceleration = 118, // 토우바 재연결 재연결 선가속도
        tow_barReconnectReconnectTorsion = 119, // 토우바 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectBending = 120, // 토우바 재연결 재연결 굽힘
        tow_barReconnectReconnectTwisting = 121, // 토우바 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectStretching = 122, // 토우바 재연결 재연결 늘어남
        tow_barReconnectReconnectCompression = 123, // 토우바 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectShearing = 124, // 토우바 재연결 재연결 전단
        tow_barReconnectReconnectBuckling = 125, // 토우바 재연결 재연결 좌굴
        tow_barReconnectReconnectBulging = 126, // 토우바 재연결 재연결 볼록해짐
        tow_barReconnectReconnectContraction = 127, // 토우바 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectExpansion = 128, // 토우바 재연결 재연결 팽창
        tow_barReconnectReconnectDistortion = 129, // 토우바 재연결 재연결 왜곡
        tow_barReconnectReconnectDeformation = 130, // 토우바 재연결 재연결 변형
        tow_barReconnectReconnectFracture = 131, // 토우바 재연결 재연결 파손
        tow_barReconnectReconnectCrack = 132, // 토우바 재연결 재연결 균열
        tow_barReconnectReconnectCorrosion = 133, // 토우바 재연결 재연결 부식
        tow_barReconnectReconnectOxidation = 134, // 토우바 재연결 재연결 산화
        tow_barReconnectReconnectReduction = 135, // 토우바 재연결 재연결 축소
        tow_barReconnectReconnectIncrease = 136, // 토우바 재연결 재연결 확대
        tow_barReconnectReconnectStabilization = 137, // 토우바 재연결 재연결 안정화
        tow_barReconnectReconnectDestabilization = 138, // 토우바 재연결 재연결 불안정화
        tow_barReconnectReconnectSynchronization = 139, // 토우바 재연결 재연결 동기화
        tow_barReconnectReconnectDesynchronization = 140, // 토우바 재연결 재연결 동기화 해제
        tow_barReconnectReconnectCalibration = 141, // 토우바 재연결 재연결 보정
        tow_barReconnectReconnectRecalibration = 142, // 토우바 재연결 재연결 재보정
        tow_barReconnectReconnectReset = 143, // 토우바 재연결 재연결 초기화
        tow_barReconnectReconnectReinitialize = 144, // 토우바 재연결 재연결 재초기화
        tow_barReconnectReconnectRestart = 145, // 토우바 재연결 재연결 재시작
        tow_barReconnectReconnectReboot = 146, // 토우바 재연결 재연결 재부팅
        tow_barReconnectReconnectReconnect = 147, // 토우바 재연결 재연결 재연결
        tow_barReconnectReconnectReconnectState = 148, // 토우바 재연결 재연결 재연결 상태
        tow_barReconnectReconnectReconnectTime = 149, // 토우바 재연결 재연결 재연결 시간
        tow_barReconnectReconnectReconnectDelay = 150, // 토우바 재연결 재연결 재연결 지연
        tow_barReconnectReconnectReconnectError = 151, // 토우바 재연결 재연결 재연결 오류
        tow_barReconnectReconnectReconnectWarning = 152, // 토우바 재연결 재연결 재연결 경고
        tow_barReconnectReconnectReconnectMessage = 153, // 토우바 재연결 재연결 재연결 메시지
        tow_barReconnectReconnectReconnectSound = 154, // 토우바 재연결 재연결 재연결 소리
        tow_barReconnectReconnectReconnectVibration = 155, // 토우바 재연결 재연결 재연결 진동
        tow_barReconnectReconnectReconnectTemperature = 156, // 토우바 재연결 재연결 재연결 온도
        tow_barReconnectReconnectReconnectHumidity = 157, // 토우바 재연결 재연결 재연결 습도
        tow_barReconnectReconnectReconnectPressure = 158, // 토우바 재연결 재연결 재연결 압력
        tow_barReconnectReconnectReconnectAcceleration = 159, // 토우바 재연결 재연결 재연결 가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectDeceleration = 160, // 토우바 재연결 재연결 재연결 감속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectAngularVelocity = 161, // 토우바 재연결 재연결 재연결 각속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectAngularAcceleration = 162, // 토우바 재연결 재연결 재연결 각가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectLinearVelocity = 163, // 토우바 재연결 재연결 재연결 선속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectLinearAcceleration = 164, // 토우바 재연결 재연결 재연결 선가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectTorsion = 165, // 토우바 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectBending = 166, // 토우바 재연결 재연결 재연결 굽힘
        tow_barReconnectReconnectReconnectTwisting = 167, // 토우바 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectStretching = 168, // 토우바 재연결 재연결 재연결 늘어남
        tow_barReconnectReconnectReconnectCompression = 169, // 토우바 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectShearing = 170, // 토우바 재연결 재연결 재연결 전단
        tow_barReconnectReconnectReconnectBuckling = 171, // 토우바 재연결 재연결 재연결 좌굴
        tow_barReconnectReconnectReconnectBulging = 172, // 토우바 재연결 재연결 재연결 볼록해짐
        tow_barReconnectReconnectReconnectContraction = 173, // 토우바 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectExpansion = 174, // 토우바 재연결 재연결 재연결 팽창
        tow_barReconnectReconnectReconnectDistortion = 175, // 토우바 재연결 재연결 재연결 왜곡
        tow_barReconnectReconnectReconnectDeformation = 176, // 토우바 재연결 재연결 재연결 변형
        tow_barReconnectReconnectReconnectFracture = 177, // 토우바 재연결 재연결 재연결 파손
        tow_barReconnectReconnectReconnectCrack = 178, // 토우바 재연결 재연결 재연결 균열
        tow_barReconnectReconnectReconnectCorrosion = 179, // 토우바 재연결 재연결 재연결 부식
        tow_barReconnectReconnectReconnectOxidation = 180, // 토우바 재연결 재연결 재연결 산화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReduction = 181, // 토우바 재연결 재연결 재연결 축소
        tow_barReconnectReconnectReconnectIncrease = 182, // 토우바 재연결 재연결 재연결 확대
        tow_barReconnectReconnectReconnectStabilization = 183, // 토우바 재연결 재연결 재연결 안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectDestabilization = 184, // 토우바 재연결 재연결 재연결 불안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectSynchronization = 185, // 토우바 재연결 재연결 재연결 동기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectDesynchronization = 186, // 토우바 재연결 재연결 재연결 동기화 해제
        tow_barReconnectReconnectReconnectCalibration = 187, // 토우바 재연결 재연결 재연결 보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectRecalibration = 188, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectReset = 189, // 토우바 재연결 재연결 재연결 초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReinitialize = 190, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectRestart = 191, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재시작
        tow_barReconnectReconnectReconnectReboot = 192, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재부팅
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnect = 193, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectState = 194, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 상태
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectTime = 195, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 시간
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDelay = 196, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 지연
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectError = 197, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 오류
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectWarning = 198, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 경고
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectMessage = 199, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 메시지
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectSound = 200, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 소리
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectVibration = 201, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 진동
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectTemperature = 202, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 온도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectHumidity = 203, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 습도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectPressure = 204, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 압력
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectAcceleration = 205, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDeceleration = 206, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 감속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectAngularVelocity = 207, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 각속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectAngularAcceleration = 208, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 각가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectLinearVelocity = 209, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 선속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectLinearAcceleration = 210, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 선가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectTorsion = 211, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectBending = 212, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 굽힘
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectTwisting = 213, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectStretching = 214, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 늘어남
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectCompression = 215, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectShearing = 216, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 전단
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectBuckling = 217, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 좌굴
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectBulging = 218, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 볼록해짐
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectContraction = 219, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectExpansion = 220, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 팽창
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDistortion = 221, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 왜곡
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDeformation = 222, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 변형
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectFracture = 223, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 파손
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectCrack = 224, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 균열
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectCorrosion = 225, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 부식
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectOxidation = 226, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 산화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReduction = 227, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 축소
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectIncrease = 228, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 확대
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectStabilization = 229, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDestabilization = 230, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 불안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectSynchronization = 231, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 동기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectDesynchronization = 232, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 동기화 해제
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectCalibration = 233, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectRecalibration = 234, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReset = 235, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReinitialize = 236, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectRestart = 237, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재시작
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReboot = 238, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재부팅
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnect = 239, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectState = 240, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 상태
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectTime = 241, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 시간
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDelay = 242, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 지연
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectError = 243, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 오류
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectWarning = 244, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 경고
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectMessage = 245, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 메시지
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectSound = 246, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 소리
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectVibration = 247, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 진동
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectTemperature = 248, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 온도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectHumidity = 249, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 습도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectPressure = 250, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 압력
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectAcceleration = 251, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDeceleration = 252, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 감속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectAngularVelocity = 253, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 각속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectAngularAcceleration = 254, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 각가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectLinearVelocity = 255, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 선속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectLinearAcceleration = 256, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 선가속도
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectTorsion = 257, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectBending = 258, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 굽힘
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectTwisting = 259, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 비틀림
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectStretching = 260, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 늘어남
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectCompression = 261, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectShearing = 262, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 전단
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectBuckling = 263, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 좌굴
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectBulging = 264, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 볼록해짐
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectContraction = 265, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 수축
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectExpansion = 266, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 팽창
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDistortion = 267, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 왜곡
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDeformation = 268, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 변형
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectFracture = 269, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 파손
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectCrack = 270, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 균열
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectCorrosion = 271, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 부식
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectOxidation = 272, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 산화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReduction = 273, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 축소
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectIncrease = 274, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 확대
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectStabilization = 275, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDestabilization = 276, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 불안정화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectSynchronization = 277, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 동기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDesynchronization = 278, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 동기화 해제
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectCalibration = 279, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectRecalibration = 280, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재보정
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReset = 281, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReinitialize = 282, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재초기화
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectRestart = 283, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재시작
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReboot = 284, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재부팅
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnect = 285, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectState = 286, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 상태
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectTime = 287, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 시간
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectDelay = 288, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 지연
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectError = 289, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 오류
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectWarning = 290, // 토우바 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 재연결 경고
        tow_barReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectReconnectMessage = 291, // 토
```

```

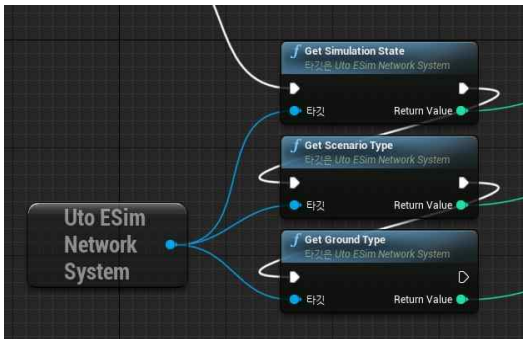
25 UCLASS()
26 class VTTDS_API UUtoESimNetworkSystem : public UGameInstanceSubsystem
27 {
28     GENERATED_BODY()
29
30 protected:
31     // 리커넥트 타이머 핸들
32     FTimerHandle m_ConnectHandle;
33
34     // Rx 타이머 핸들
35     FTimerHandle m_RxTimerHandle;
36
37     // TCP 클라이언트 소켓
38     uto_tcp_client* m_Rx;
39
40     // 네트워크 소켓 연결 여부
41     bool m_RxOn;
42

```

*Implementation software development screen

그림 11. 서브시스템의 생성

Fig. 11. Create subsystem



*Implementation software development screen

그림 12. 서브시스템의 호출

Fig. 12. Call subsystem

4-3 서브시스템의 활용

모의엔진에서는 레벨로 구분되는 여러 가지 장면 변환이 나타날 수 있다. 따라서, 레벨 변경이 일어나도 휘발되지 않는 시스템을 함께 적용할 필요가 있다. 언리얼 엔진에서는 서브 시스템이라는 수명주기 제어 컴포넌트가 있는데, 이러한 수명 주기가 제어되는 컴포넌트를 통해 보다 쉽게 정보를 제어할 수 있다. 따라서 네트워크로부터 정보를 받는 부분을 그림 11 과 같이 서브시스템을 이용하여 생성하고, 서브시스템 내에 정보 데이터를 넣은 후 각 레벨에서는 그림 12와 같이 서브시스템을 호출하여 데이터를 얻어와 사용할 수 있도록 하였다.

```

130 UFUNCTION(BlueprintCallable, Category = "UtoES")
131 void setSimulationState(int SimulationState);
132
133 UFUNCTION(BlueprintCallable, Category = "UtoES")
134 void setGroundType(int GroundType);
135
136 UFUNCTION(BlueprintCallable, Category = "UtoES")
137 void setScenarioType(int ScenarioType);
138
139 UFUNCTION(BlueprintCallable, Category = "UtoES")
140 void setTrainMode(int TrainMode);
141

```

그림 13. 블루프린트에서 사용 가능한 함수의 생성

Fig. 13. Create function for blueprint

4-4 언리얼 엔진의 블루프린트와 C++ 개발 협업

블루프린트를 사용하게 되면 개발에서의 속도가 크게 향상될 수 있고, 이러한 블루프린트의 사용은 전문 개발자가 아니더라도 행위와 그 행위로 나타나는 결과를 연결하여 프로그램을 동작시킬 수 있다. 그림 13과 같이 블루프린트를 위한 기반 소스를 C++ 개발자가 작성하고, 보다 경력이 낮거나, 디자이너 영역의 인원이 설계된 내용에 따라 확장하며 이용함으로써 비교적 전문인력으로 보다 빠른 결과를 내는 것이 가능하다. 이렇게 블루프린트에서 함수를 사용하기 위해서는 UFUNCTION (Blueprint Callable)라는 키워드가 필요하며, 블루프린트 사용자가 쉽게 함수를 찾을 수 있도록 하기 위한 카테고리를 설정할 수 있다. 그러므로 프로그래밍에서 각 클래스별 입력값에 따라 클래스 내의 값을 조정해주는 함수들을 C++ 개발자가 작성 시 전체 설계 내용을 고려하지 않아도, 주어진 클래스의 내용에 따라 개별적으로 작성하여 협업에 있어서 설계 후 업무 분장에 있어서 자유로운 업무 분장이 가능하다.

V. 결 론

이번에 개발된 VTTDS는 개발자와 디자이너의 협업을 통해 다인용 3차원 VR 콘텐츠를 비교적 빠른 시간 내에 제작할 수 있었으며, 모델 정보 데이터를 쉽게 불러오는 방법을 통해 각 레벨에서 객체를 제어할 수 있었다.

기존 매우 큰 위험요소 때문에 훈련 단계에서 진행하기 어려웠던 교육생의 임무 숙달을 이러한 VR 교육훈련 콘텐츠로 대체하여 현실감있는 능동적인 훈련으로 숙달이 가능해졌으며, 교육 현장에서 일어나는 사고를 VR 콘텐츠 내에서 체험함으로써 여러 가지 상황에 대한 대처능력을 기를 수 있을 것으로 기대된다.

이번에 개발된 교육 훈련체계가 성공적으로 적용되어 교육생들의 임무 수행 능력 향상에 기여하고, 유사한 훈련체계 개발을 통해 우리 군의 임무능력 향상을 기대해본다.

감사의 글

이 논문은 중소기업벤처부 과제로 추진되었습니다. 관계기관에 감사드립니다(S3174295).

참고문헌

[1] D. H. Shin, "The Role of Affordance in the Experience of Virtual Reality Learning: Technological and Affective Affordances in Virtual Reality," *Telematics and Informatics*, Vol. 34, No. 8, pp. 1826-1836, December 2017. <https://doi.org/>

g/10.1016/j.tele.2017.05.013

[2] S.-B. An, K.-M. Lim, H.-E. Go, G.-Y. Jung, and B.-C. Ma, "A Study on Development of Multi-user Training Contents for Response to Chemical Accidents based on Virtual Reality," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 21, No. 1, pp. 1-10, January 2020. <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.1.1>

[3] S.-H. Bak, H.-B. You, and T.-J. Choi, "Electroshock Weapon Training System Using VR Technology," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 4, pp. 605-610, April 2021. <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.4.605>

[4] H.-S. Lee and S.-Y. Kim, "Career-Related Reaction Evaluation on a Virtual Training System for Automobile Maintenance Vocational Training," *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 26, No. 3, pp. 625-645, September 2020. <https://dx.doi.org/10.15833/KAF EIAM.26.3.625>

[5] M. L. Bink, V. J. Injurgio, D. R. James, and J. T. Miller II, Training Capability Data for Dismounted Soldier Training System, Defense Technical Information Center, Fort Belvoir: VA, June 2015.

[6] S.-H. Bak, H. You, and J.-H. Bae, "VR based Multi-Collaborative Education System by Combat Situation," in *Proceedings of KIIT Conference*, Daejeon, pp. 504-506, June 2019.

[7] J. Chae, "Study on Firefighting Education and Training Applying Virtual Reality," *Fire Science and Engineering*, Vol. 32, No. 1, pp. 108-115, February 2018. <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2018.32.1.108>

[8] E.-J. Song, "Scenario Planning for Fire Disaster Response Virtual Training System Reflecting Trainee Behavior Cases," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 12, pp. 2565-2571, December 2019. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2565>

[9] S. Jeong, "A Study on VR/XR-based Disaster Safety Training Technology in the Fourth Industrial Revolution - Fire Training based on VR/XR," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 21, No. 6, pp. 1153-1158, June 2020. <https://doi.org/10.9728/dcs.2020.21.6.1153>

[10] S.-H. Bak, T.-J. Choi, and H.-B. You, "An Analysis of the Operating Effects of "Metaverse-Based Field Clearing Station Opening Training System," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 1, pp. 41-47, January 2022. <https://doi.org/10.9728/dcs.2022.23.1.41>

[11] S.-H. Bak and J.-H. Bae, "A Study on the Preventive Maintenance Daily (PMD) Training Method of XR-Based Rotary Wing Aircraft," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 7, pp. 1025-1030, July 2021. <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.7.1025>

9728/dcs.2021.22.7.1025

[12] S.-H. Bak, J.-H. Bae, and H.-B. You, "A Study on the Development of Extended Reality (XR)-based "Surface Search Radar" Education & Training System," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 24, No. 4, pp. 861-868, April 2023. <https://doi.org/10.9728/dcs.2023.24.4.861>



박선희(Seon-Hui Bak)

2007년 : 공주대학교 영상예술대학원 (공학석사)

2016년 : 부산외국어대학교 대학원 (ICT창의융합 공학박사)

2012년~2017년: 아이에이치테크 이사

2017년~현 재: (주)유토비즈 연구소장

※관심분야: HCI, 빅데이터(Bigdata), ICT, 가상현실, 증강현실, 인터랙티브 등



김보선(Bo-Sun Kim)

2018년 : 세종대학교 (이학학사-화학)

2022년 : 대전대학교 (공학학사-IT소프트웨어공학)

2019년~현 재: (주)유토비즈

※관심분야: 가상현실, 증강현실, ICT, 빅데이터 등



배종환(Jong-Hwan Bae)

2013년 : 한남대학교 국방전략대학원 (공학석사)

2018년 : 공주대학교 대학원 군사과학 정보학과 (공학박사)

1998년~2002년: 군인공제회 C&C 선임연구원

2003년~2017년: M&D정보기술/ARES 개발부 이사

2017년~현 재: (주)유토비즈 대표이사

※관심분야: 국방M&S, 테이터연동, 위-게임, 가상현실, 증강현실 등