

제 작 사 양 서

품명 및 규격 Description	단위 Unit	수량 Quantity
메타버스 환경 구현을 위한 시각 및 공간 음장 제어 시스템 제작	set	1

I. 개요

- 기존 HMD(Head mounted display)를 활용한 VR(시각, 청각 구현) 콘텐츠의 경우 낮은 음질 및 서라운드 시스템 미비, 좁은 시야각, 멀미 이슈 등으로 인해 몰입도가 낮음.
- 몰입형 메타버스를 구현하기 위해서는 넓은 시야각의 디스플레이와 함께 다채널의 스피커를 활용하여 입체감을 선사할 수 있는 공간 음향 기술 적용 환경이 필요함.
- 본 제작을 통해 공간 음향을 구현할 수 있는 인터페이스 환경을 구현하고, 몰입형 VR(시각, 청각)을 구현할 수 있는 시작품을 확보하고자 함.
- 본 시제품은 크게 몰입형 VR 구현 장치 (청각), 몰입형 VR 구현 장치 (시각), 가상 감각 환경 인터페이스 제작으로 구분됨.

II. 제작 범위

(1) 몰입형 VR 구현 장치 (청각) 제작

- 몰입형 메타버스 구현을 위한 다채널 오디오 시스템 제작 (192 채널 이상)
- 공간 음향 구현을 위한 다채널 스피커 제어 시스템 (DAW, Digital Audio Workstation) 제작
- 음향 환경 특성 관리 도구 제작

(2) 몰입형 VR 구현 장치 (시각) 제작

- 몰입형 (3면 이상) 음향투과용 천공 스크린 및 프레임 제작
- 몰입형 (3면 이상) 영상 투사기 및 투사 콘텐츠 제어 시스템
- 현장 조립 및 구현

(3) 가상 감각 환경 인터페이스 제작 및 구현

- 시각, 청각 등 가상 감각을 구현할 수 있는 환경 인터페이스 제작
- 시각 및 공간 음장 연계 제어 시스템

III. 상세 제작 범위 및 사양

(1) 몰입형 VR 구현 장치 (청각) 제작

- 몰입형 메타버스 구현을 위한 다채널 오디오 시스템 제작 (192 채널 이상)
 - 공간 음향 구현에 필요한 192 채널 이상의 다채널 오디오 시스템
 - 모든 채널에 독립 음향 신호 입력 가능
 - 다채널 오디오 시스템

: Loud speaker, array speaker, D/A converter, audio Amplifier, audio interface 등을 통칭하는 시스템

① Loud speaker

- 인터페이스 환경을 고려한 북셀프 타입의 스피커
 - : 25 cm × 17 cm × 15 cm (H×W×D) 혹은 이와 유사한 크기
 - : 스피커 설치용 치구(가상 감각 환경 인터페이스 파트 상세 기술)에 고정할 수 있는 설치 브라켓 포함
 - : Low frequency(110 mm 이상), High frequency Driver(19 mm 이상)로 별도 구성
- 100 Hz ~ 17 kHz (+/- 3 dB) 혹은 표기된 기준 이상의 주파수 대역 재생 가능
- Sensitivity : 88 ± 3 dB (1W/1m)
- Normal impedance : 8 Ohms
- Recommended amplifier Power : 75 W @ 8 Ohms
- Power rating : 75 W급

② Array speaker (하기 사양의 제품 제공 예정)

- 음장 제어를 위한 line array 타입의 스피커
- 스피커 설치용 치구(가상 감각 환경 인터페이스 파트 상세 기술)에 고정할 수 있는 설치 브라켓 포함
- 200 Hz ~ 12 kHz (+/- 6 dB) 혹은 표기된 기준 이상의 주파수 대역 재생 가능
- Power rating : 200 W급 @ 16 Ohms (채널당 25W @ 8 Ohms)

③ D/A converter

- 계측된 공간 음향 디지털 신호를 스피커로 재생하기 위해 필요한 Digital-to-Analog converter
- 효율적인 배선 및 장비 관리를 위해 컨버터 한 대당 최소 32 채널 신호 변환이 가능해야하며, 전체 시스템은 최소 192 채널의 신호 변환이 가능해야 함
- Analog out의 경우 MADI(multi-channel audio digital interface) 포트를 활용하며, 24 bit / 192 kHz의 오디오 대응 가능

④ Audio amplifier

- 효율적인 장비 관리를 위해 audio amplifier 한 대당 최소 8 채널 이상의 I/O(input, output) 포트 존재
- 채널 당 출력 : 75 W / 8 Ohms 혹은 표기된 기준 이상의 출력
- Signal to Noise ratio : 110 dB(A) (20Hz to 20kHz) 혹은 표기된 기준 이상의 성능
- THD(total harmonic distortion) : 0.05% 이하 (20Hz to 20kHz) 혹은 이에 준하는 성능
- IMD(intermodulation distortion) : 0.05% 이하 (0 dB to -30 dB) 혹은 이에 준하는 성능

⑤ Audio interface (하기 사양의 제품 제공 예정)

- USB3 인터페이스를 활용하여 제품 한 대당 최소 192 채널 대응 가능
- Audio interface를 통해 분배된 신호는 직접 D/A converter와 연결, 두 장비 간 호환성 확인 필요
- D/A converter 와의 연결은 MADI 인터페이스를 활용하며, audio interface output 채널수는 D/A converter 수량 이상이어야 함

- 다채널 오디오 시스템 구성 장비들은 랙을 활용하여 관리 가능
- 스피커 배치 간격, 설치 높이 등 다양한 설계 변수에 대한 분석(유사 사례 혹은 시뮬레이션 등) 수행 및 관련 자료 제출

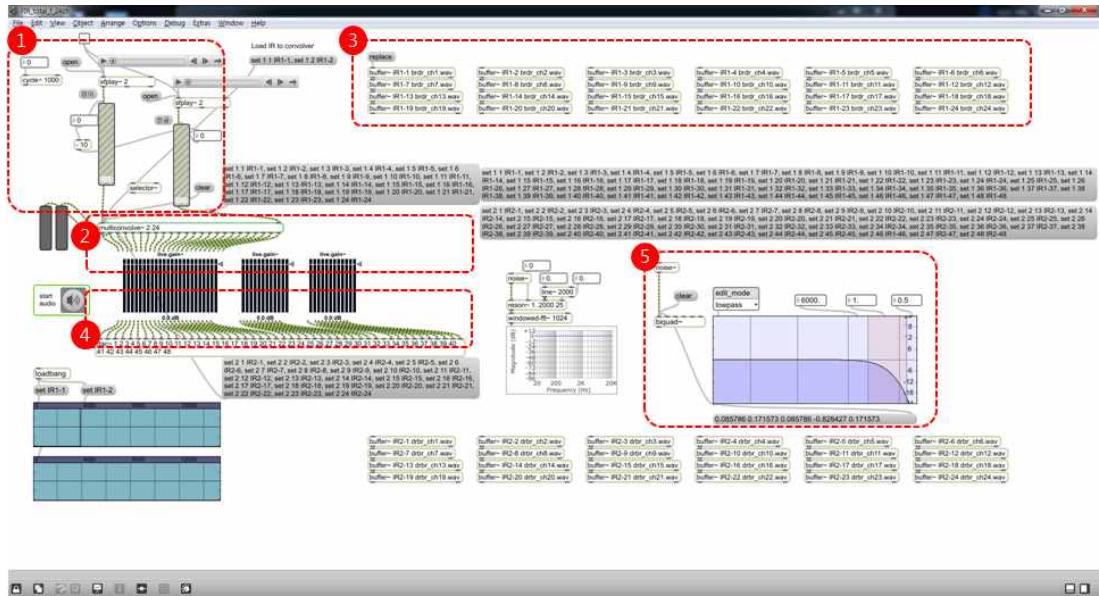
- 공간 음향 구현을 위한 영상 및 다채널 스피커 제어 시스템 (DAW, Digital Audio Workstation) 제작

- 최소 192채널 스피커 독립 제어가 가능하며, 구축한 다채널 오디오 시스템에 대응 가능한 시스템 제작
- 시청각 연계를 위한 영상-음성 동기화 제어 시스템
- 재생 음향 신호 편집 SW (최대 24채널 독립 음향 신호 편집)

- 취득한 공간 음향 정보를 재생할 수 있는 공간 음향 제어 환경 구현
- 상세 기능 및 SW 구조
 - VIDEO FORMAT : wmv, avi, mp4 지원 (3*4K 해상도 지원)
 - SOUND FORMAT : wav, mp3 지원 (최대 24채널)
 - VIDEO THRU OUT 기능
 - 음장 제어 필터 데이터 베이스 연동
 - 채널 별 제어 필터 multi-convolution 연산 수행: 최소 192채널
 - 채널 별 Equalizing 기능
 - 시각-청각 연계 제어 기능
 - 영상 및 음성 신호 동기화 기능 : latency 60ms 이하
 - 각 오디오 채널 별 movement (좌표, 시간 등) 편집 기능
 - 지정된 movement에 따른 스피커 채널 별 출력 및 위상 제어 기능
 - 채널 별 실시간 movement 제어를 위한 별도 UI
 - 독립 음향 구현 및 제어 도구
 - 구역별 독립음장 구현 알고리즘 구현
 - 음향 전달 함수 기반 최소의 독립 음장 구현 기능
 - 구역 별 음압차: 1kHz 이하 15 dB 이상 / 1kHz 이상 10dB 이상

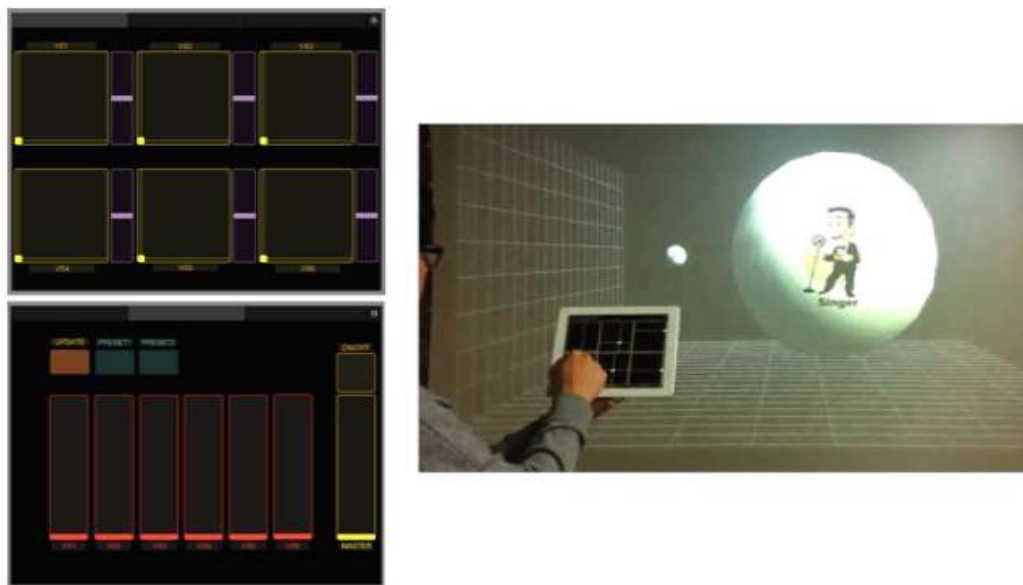


<DAW LAYOUT 예시>



- ① 입력신호 지정 및 크기(gain) 조정
- ② 다중 convolution 필터
- ③ 독립 음장 제어 FIR 필터
- ④ 음향신호 mixing
- ⑤ 개별 신호 주파수 제어 필터

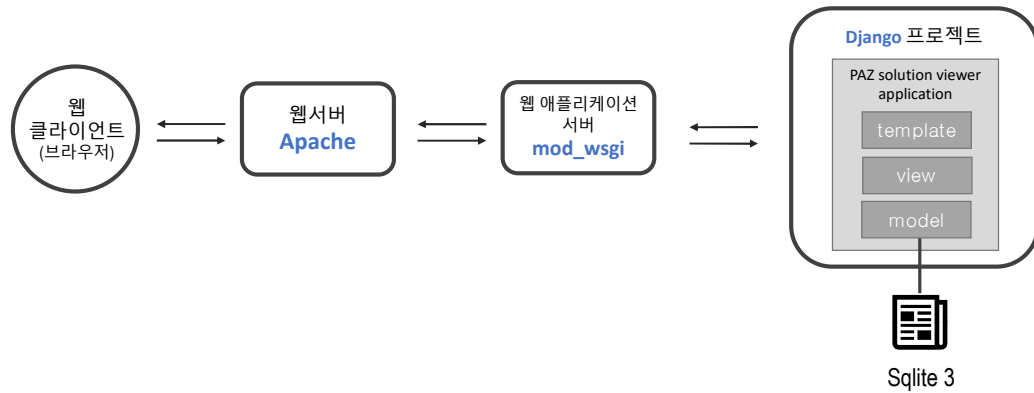
<다채널 스피커 제어 소프트웨어 구성 예시>



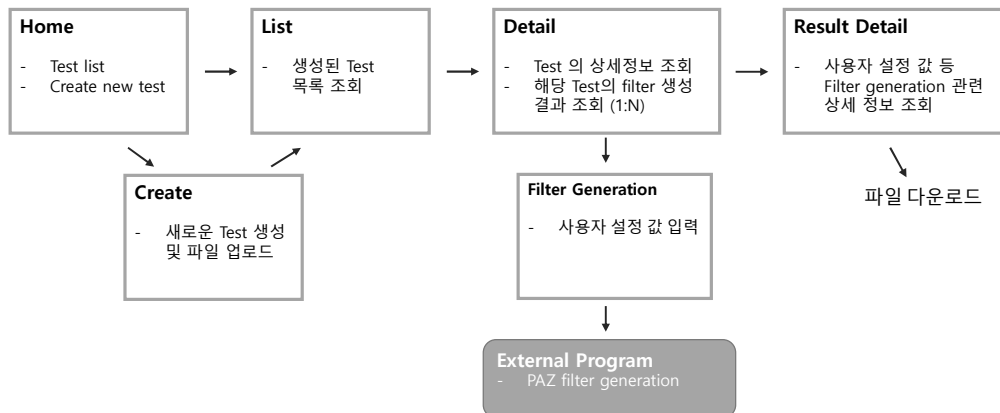
<오디오 movement 제어 예시>

- 음향 환경 특성 관리 도구 제작
 - 가상 감각 환경 인터페이스 실내 공간의 음향 환경 특성 정보 관리 도구
 - : 전달 함수 기반 음향 특성 분석 및 DB 관리 SW

- : 최소 691,000개 이상의 음향 특성 계측 결과 관리 기능
- : 기본 구조 (Python 및 Django 사용 권장)



<어플리케이션 구성 및 동작방식 예시>



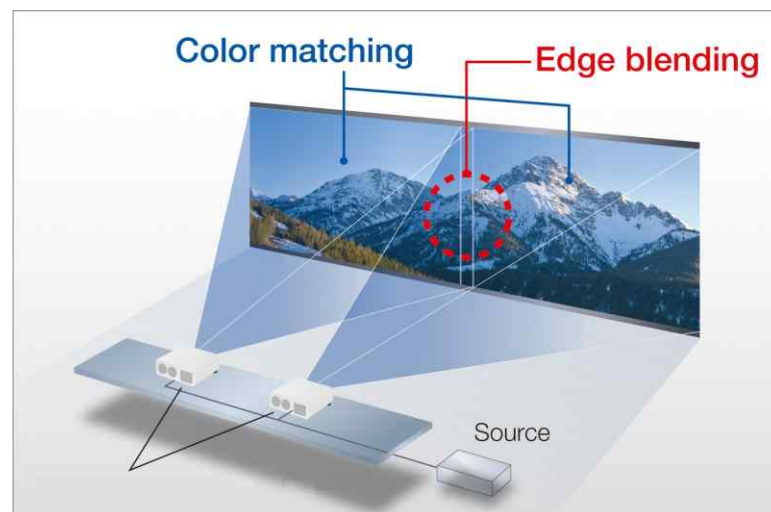
<웹 어플리케이션 구성 예시>

- 가상 감각 환경 인터페이스 구축 완료 시 실내 음향 환경 특성 정보 계측 및 DB 제공
- : 잔향시간, 위치 별 충격응답함수 등 계측 정보 DB 제공

(2) 몰입형 VR 구현 장치 (시각) 제작

- 몰입형 (3면) 음향투과용 천공 스크린 및 프레임 제작
 - 영상 투사 스크린 면적: 6,000mm × 3,375mm × 3면 (ㄷ자형으로 프레임 조립)
 - 음향투과용 천공
 - : 개인값 및 시야각 - 2.0 및 25 degree 이상
 - : 천공률 4%이상

- 재질: PVC(방염) 연질 + 광학블랙코팅
 - 고정방식: 천정-바닥 고정을 위한 스틸프레임 가공/제작
 - 유지보수 편의를 고려하여 스틸프레임은 고정 및 이동 가능
- 몰입형 (3면 이상) 영상 투사기 및 투사 콘텐츠 제어 시스템
- 몰입형 영상 투사기(프로젝터) 상세 성능 (3면, 총 3대)
 - : 단초점 렌즈 적용 (short-throw lens, 투사면과의 거리 2.5 m 이하)
 - : 밝기 10,000 Ansi-Lumen 이상
 - : 해상도 WUXGA (1920×1200) 이상
 - : 명암비 2,500,000 : 1 이상
 - 개별 영상 프로젝터 Edge Blending 제어 SW (3면, 총 3대 제어)
 - : 1면 영상 해상도 FHD (1920×1080) 기준 3면 영상(해상도 5760×1080) 제어 가능



<다중 프로젝터 Edge Blending 기능 개념도>

- 현장 조립 및 구현
- 스크린 및 프로젝터 치구 조립
 - 3면 투사 시연 및 조정

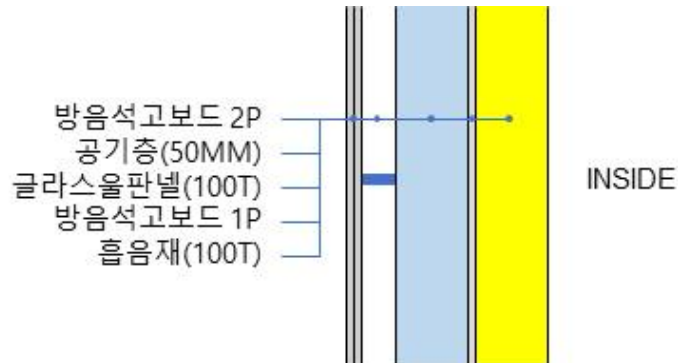
(3) 가상 감각 환경 인터페이스 제작 및 구현

- 기 시설 및 장치 해체 정리 (배관 및 소형 크레인 등 계약 후 협의)
- 환경 인터페이스 관련 설비 제작
 - 적용 규격: IEC 268-13
 - 환경 인터페이스 구현 공간 정보
 - : 가로×세로×높이 = 7.65 m × 9.73 m × 4.9 m

■ 설비 구성

1. 기본 벽체

: 배경소음 35dB(A) 이하가 되도록 벽체 설계



<벽체 구성 예시>

2. 흡음재 (바닥, 벽체 및 천정)

: 잔향시간 0.3~0.6 초 만족 (1/3 octave, 200~4000 Hz, IEC 268-13)

3. 스피커 설치용 치구

: 최대 500 채널 설치 가능한 확장형 치구 (레일 형태로 구성)

: 스피커-볼 브라켓-레일 치구 형태로 스피커 고정, 자유로운 위치 및 각도 조정 가능

: 추후 스피커 및 관련 장비 추가를 고려하여 사전에 충분한 양의 오디오 케이블, 전원 케이블 등 각종 배선 매립

4. 기타 설비 설치용 천장 치구

: 온·습도 조절 장비, 조명, 프로젝터 등 설치 가능한 치구

5. 조명, 전기, 온·습도 조절 장비

• 온·습도 조절 장비

: 냉방기 최소 2대 설치

• 조명 시설

: 실내 조명(LED 조명) 최소 6개 지점 설치

: 편 조명 최소 3개 지점 이상 설치

: 환경 인터페이스 외부에서 스위치를 활용한 조명 제어

• 프로젝터 설치 치구

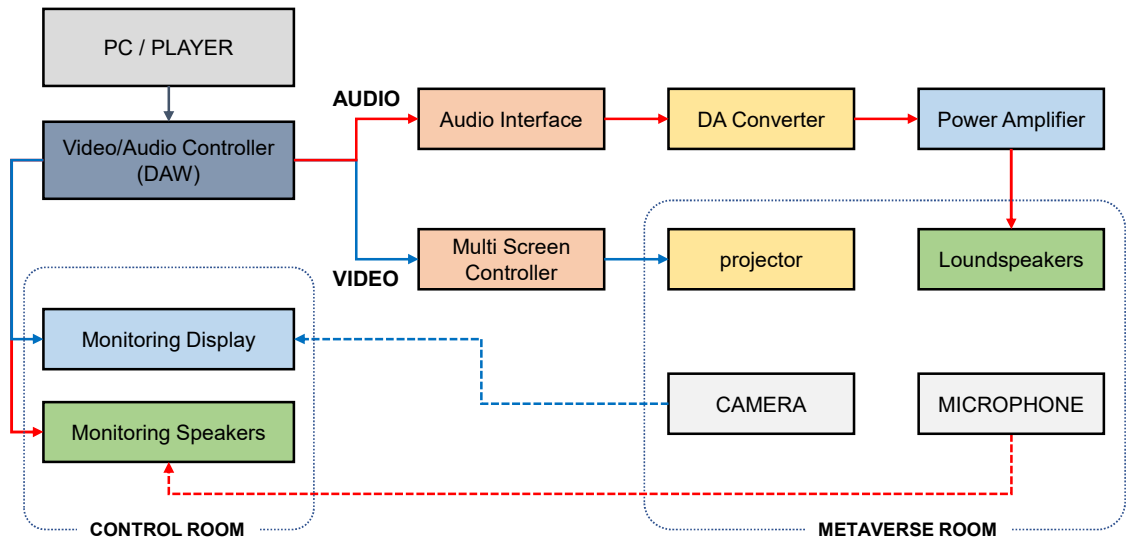
: 스피커와의 간섭 회피, 3면 영상 투사기 고정 및 배선

6. 설비 내 모니터링을 위한 카메라 및 수음 시스템

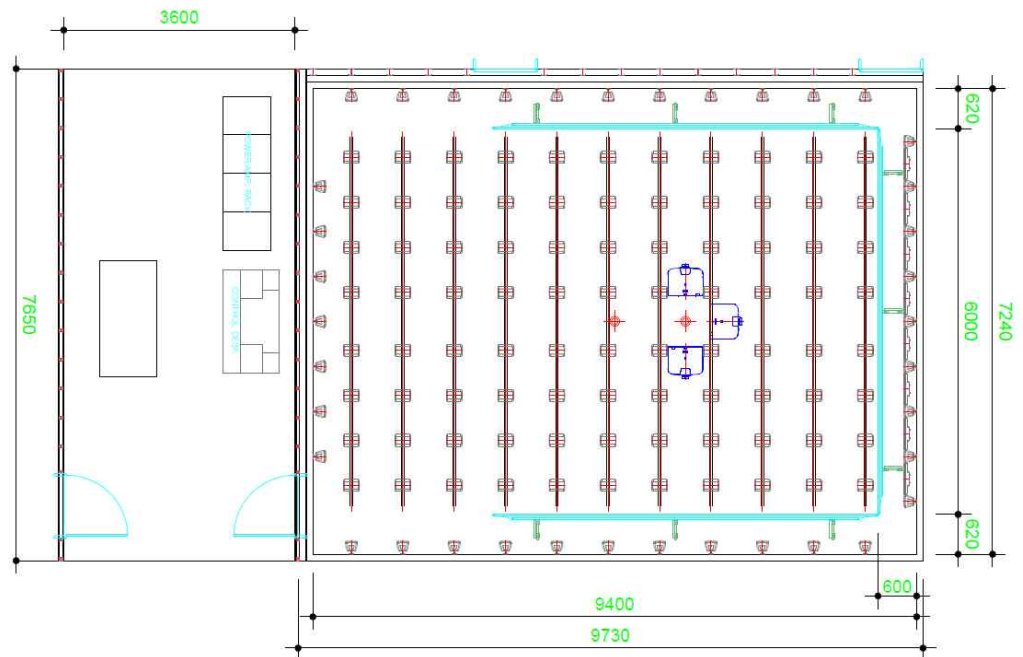
: 최소 1개 지점 카메라 설치

: 최소 4개 지점 마이크로폰 설치

: 외부에서 모니터링 할 수 있는 시스템 제작



<시각 및 공간 음장 제어 시스템 장비 구성도>



<시각 및 공간 음장 제어 시스템 배치 개념도>

IV. 검수 항목

(1) 음향 성능 검수

- IEC 268-13 기반 내부 잔향시간 계측 및 검수
- 배경소음도 측정 및 검수 : 35dB(A) 이하
- 음향명료도 (C-80) 6dB 이상
- 음성전달명료도 (RASTI) 75% 이상
- 음향 전달 함수 기반 구역 별 독립음장 구현 및 결과
: 최소 4개 구역에서 독립 음장 구현 (유효공간 내 2x2 구역)
: 구역 별 음압차 - 1kHz 이하 15 dB 이상 / 1kHz 이상 10dB 이상

(2) 몰입형 콘텐츠 구현 및 시연

- 성능 검수 및 시연을 위한 데모 콘텐츠 제공
: 3면 영상과 192채널 이상의 오디오 신호로 구성된 콘텐츠
: 콘텐츠 내용 협의 가능
- 시연 및 검수
- 사용자 매뉴얼

V. 제작 일정 및 사후관리

(1) 납기 : 계약 후 70일

- 실 공사기간 : 계약 후 60일
- 성능평가 : 계약 후 10일
- 상세 일정 협의 가능

(2) 제작 완료 후 1년간 사후 지원