

모듈형 그리드 시작품 제작

제작사양서

2024. 7

한국기계연구원
가상공학연구센터
김 동 준

I. 개요

- 대다수의 대형 디스플레이 플랫폼(ex. 코엑스 LED 전광판)들은 시각적 정보밖에 전달하지 못하며, 영상 정보와 무관한 위치에 스피커를 설치하여 발생하는 음장 불일치(영상 내 음원의 위치와 실제 소리가 구현되는 위치가 불일치하는 현상)로 인해 오히려 시청자의 몰입감을 저하하는 현상 발생함.
- 단순 시각적 정보의 전달매체가 아닌, 시·청각 융합 초실감을 전달할 수 있는 플랫폼 개발이 필요하며, 디스플레이와 스피커를 일체화하는 동시에 영상 내 음원 위치와 소리 발생 위치를 일치시키는 기술 개발 필요함.
- 본 연구에서는 모듈형 그리드라는 신개념의 기술을 도입하여 진동장 제어를 통해 몰입형 시·청각 경험 제공, 영상 내 음원의 이동 묘사, 스피커 가변화 및 우퍼효과 구현 등 도전적인 기술들을 구현하고자 함.
- 상기 효과들의 효과를 확인하기 위해 시·청각 효과 구현이 가능한 모듈형 그리드 시작품을 제작하고자 함.

II. 제작 범위

(1) 모듈형 그리드 시작품 HW 제작

- 42인치 TV 3×3 배열 크기를 고려한 투명 LED 필름 디스플레이 제작
- 전면 LED 필름, 후면 가진기가 부착된 모사 디스플레이 제작
- 다채널 오디오 시스템 제작
- 모사 디스플레이 고정용 기구부(외함) 제작

(2) 모듈형 그리드 시작품 SW 제작

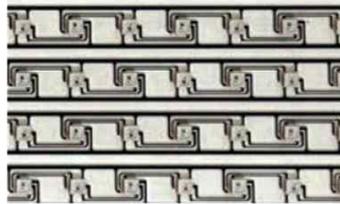
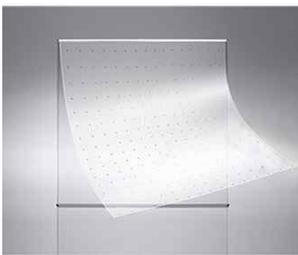
- MAX 언어 기반 음원, 영상 재생 인터페이스 제작
- 국부 진동장 제어 SW 제작

III. 상세 제작 범위 및 사양

(1) 모듈형 그리드 시작품 HW 제작

① 42인치 TV 3×3 배열 크기를 고려한 투명 LED 필름 디스플레이 및 영상 제어기 제작

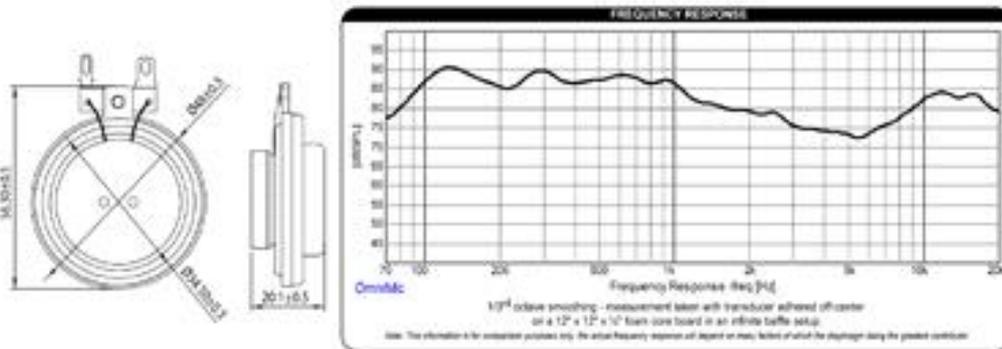
- 디스플레이 모사 패널(ex. 아크릴, 유리, 알루미늄 판 등 판형 구조물)에 시각 효과 구현이 가능하게끔 필름을 부착하는 형태의 디스플레이 제작
- 투명 LED 필름 디스플레이 제작
 - ✓ 제작사양: 1 set 가로 933 mm × 세로 1,575 mm, 총 3 set (42인치 TV 크기의 모사 디스플레이를 1×3 형태로 배치한 면적)
 - ※ 단위 필름의 크기로 인해 제작사양을 만족할 수 없는 경우, 제시된 디스플레이 면적의 90% 이상 설치 가능해야 함
 - ✓ 투명 필름 위 LED 소자가 부착된 광학용 투명 레진 공법 형태의 디스플레이
 - ✓ 16 bit 이상의 색상 표현
 - ✓ Pitch(소자 간 간격) 6 mm
 - ✓ 평방 미터당 2kg 이하 무게
 - ✓ 방수등급 IPX7 이상
 - ✓ 난연등급 V0 이상
 - ✓ 자유로운 필름 조합을 통한 대면적 디스플레이 구현 가능



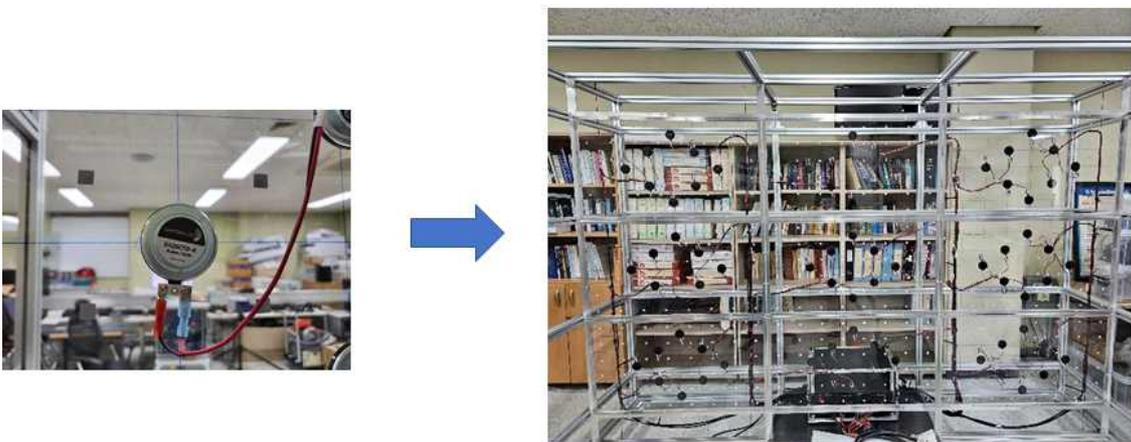
< 투명 LED 필름/소자 및 설치사례 >

- 개별 디스플레이로의 영상 제어기 제작
 - ✓ 제작한 투명 LED 필름 3 set로 영상을 분배해주는 제어기 제작
 - ✓ 영상 분배 관련 전용 S/W 제공
 - ✓ Mac OS 대응 가능
 - ✓ PC-제어기 영상 전송 방식: hdmi, wifi, 이더넷 등

- 영상 및 음향 신호 제어용 PC
 - ✓ 원활한 음향 제어 장비 활용을 위한 Mac OS 기반 PC 탑재
 - ✓ MacBook Pro 14(M3 Max - 14core cpu, 30core gpu, 36GB memory, 1TB SSD) 혹은 동급 이상의 성능을 갖는 제품
- ② 전면 LED 필름, 후면 가진기가 부착된 모사 디스플레이 제작
 - 모사 패널 전면에는 상기 투명 LED 필름을, 후면에는 표면 진동장 생성을 위한 가진기를 부착한 시·청각 융합 디스플레이 제작
 - 후면 가진기
 - ✓ EX25CT-2 Coin type 가진기 혹은 이에 준하는 성능을 갖는 20W 급 VCM 72개 설치
 - ✓ 42인치 TV 크기의 모사 디스플레이를 1×3 형태로 배치한 한 개의 모듈에는 총 24개의 VCM 설치, 총 3 세트 제작
 - ✓ 설치 위치는 추후 담당자와의 협의를 통해 선정 예정



< EX25CT-2 Coin type 가진기 >



< EX25CT-2 Coin type VCM 활용 예시 >

③ 다채널 오디오 시스템 제작

- 진동장 제어를 위해 72 채널 이상의 다채널 오디오 신호를 제어할 수 있는 시스템 제작
- 모든 채널에 독립 음향 신호 입력 가능
- 다채널 오디오 시스템
 - ✓ 네트워크 오디오 전송 규격 AVB 기반 시스템 구축
: RME Digiface AVB -> AVB Swtich -> RME M-32 DA pro II -> Sonance 16-50 Amp. -> VCM
: 담당자와의 협의를 통해 상세 사양 및 시스템 사양은 변경 가능
 - ✓ 시스템 모듈은 제공할 예정이며, 제공된 모듈들의 설치 및 모듈형 그리드 SW와의 연동 작업 필요

④ 모사 디스플레이 고정용 기구부(외함) 제작

- 모듈형 그리드 디스플레이의 고정이 가능하며, 영상 재생 관련 모듈 탑재가 가능한 기구부 제작
- 고정용 기구부 사양
 - ✓ 알루미늄 재질
 - ✓ 개별 디스플레이 간의 진동이 전파되어 대형 진동장을 형성할 수 있도록 디스플레이 경계 부분의 강성을 모듈의 외곽부보다는 낮게 제작 필요(그림 참고)
 - ✓ 디스플레이에 전시되는 영상의 연속성을 위해 디스플레이 사이의 margin을 최소화 해야함(그림 참고)
 - ✓ 모듈 하단부에 영상 분배기, 앰프 등의 영상 재생 관련 모듈이 탑재 가능한 공간 확보 필요
 - ✓ 유지보수 및 배선 관리의 용이성을 위해 하단 모듈부에 후면 커버 장착 필요(그림 참고)
 - ✓ 모듈 간 결합을 위한 결합부 설계 및 결합 시 간극으로 인한 잡음(ex. 프레임 간의 충돌로 인한 소리) 발생 방지 대책 필요

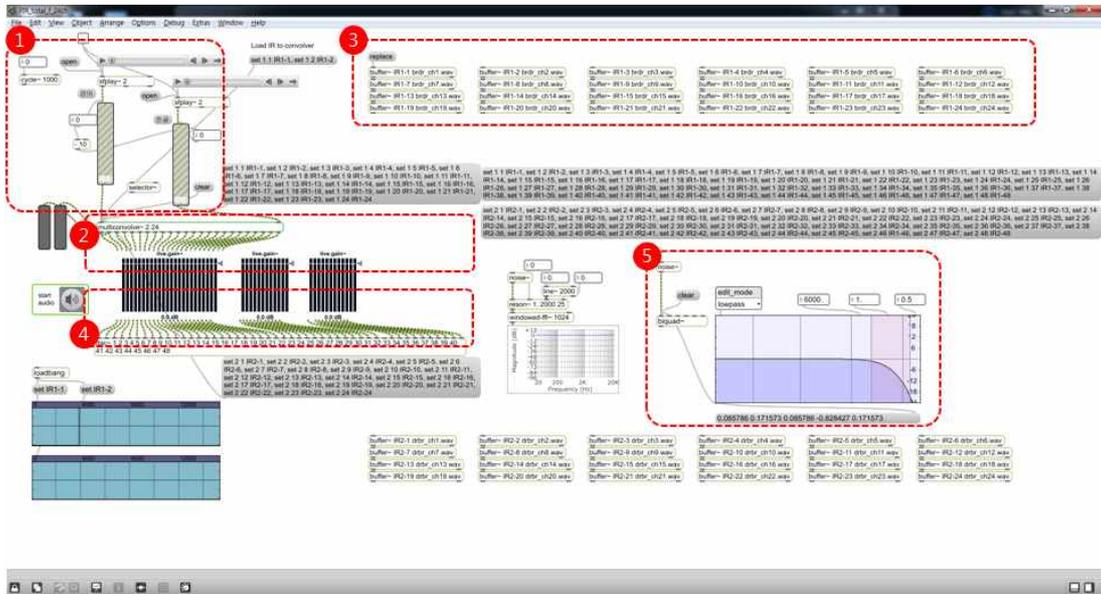
(2) 모듈형 그리드 시작품 SW 제작

① MAX 언어 기반 음원, 영상 재생 인터페이스 제작

- 72채널 이상의 스피커 독립 제어가 가능하며, 구축한 다채널 오디오 시스템에 대응 가능한 인터페이스 제작
- 시청각 연계를 위한 영상-음성 동기화 제어 시스템
- 재생 음향 신호 편집 SW (최대 24채널 독립 음향 신호 편집)
- 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 72채널
 - 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

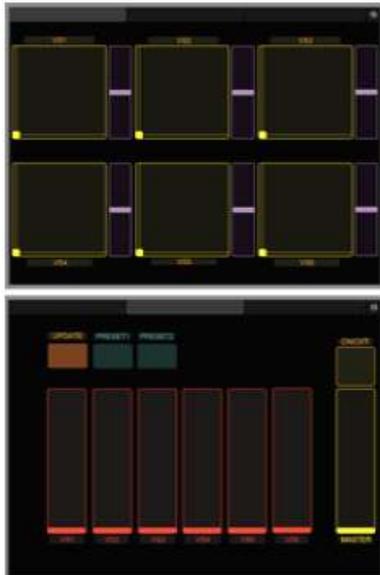


<DAW LAYOUT 예시>



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

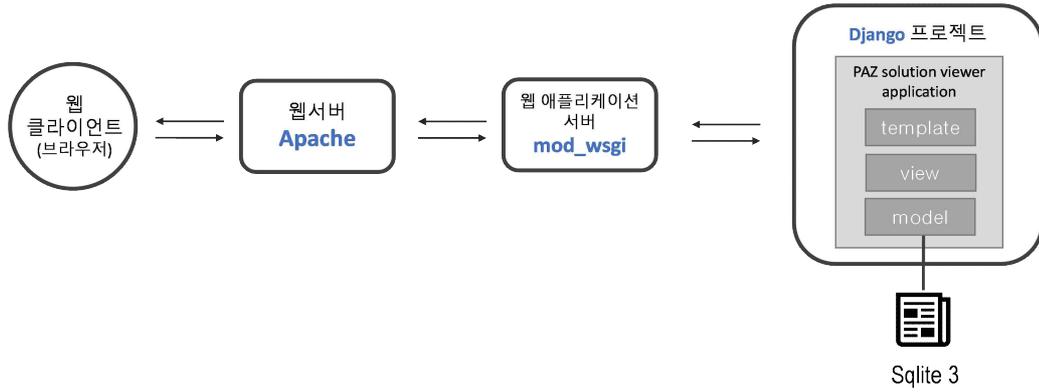
<다채널 스피커 제어 소프트웨어 구성 예시>



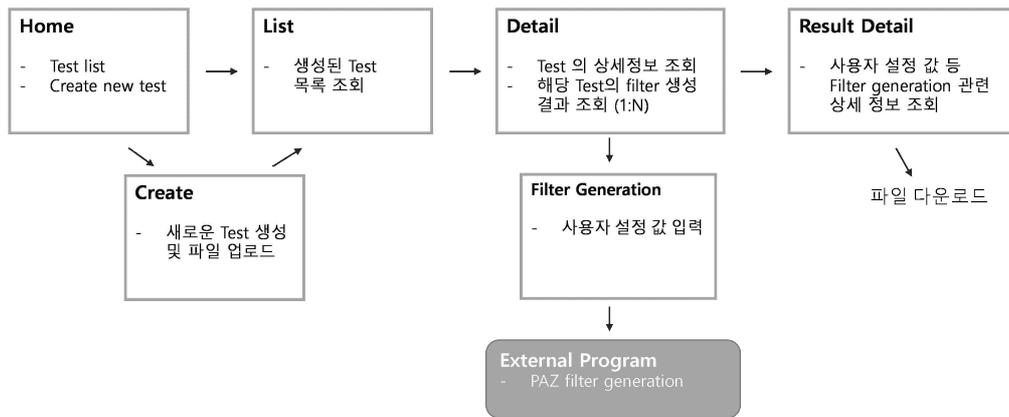
<오디오 movement 제어 예시>

- 음향 환경 특성 관리 도구 제작

- 모듈형 그리드 음향 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)
 - : 담당자와의 협의를 통해 정보 관리 방식 변경 가능



<어플리케이션 구성 및 동작방식 예시>

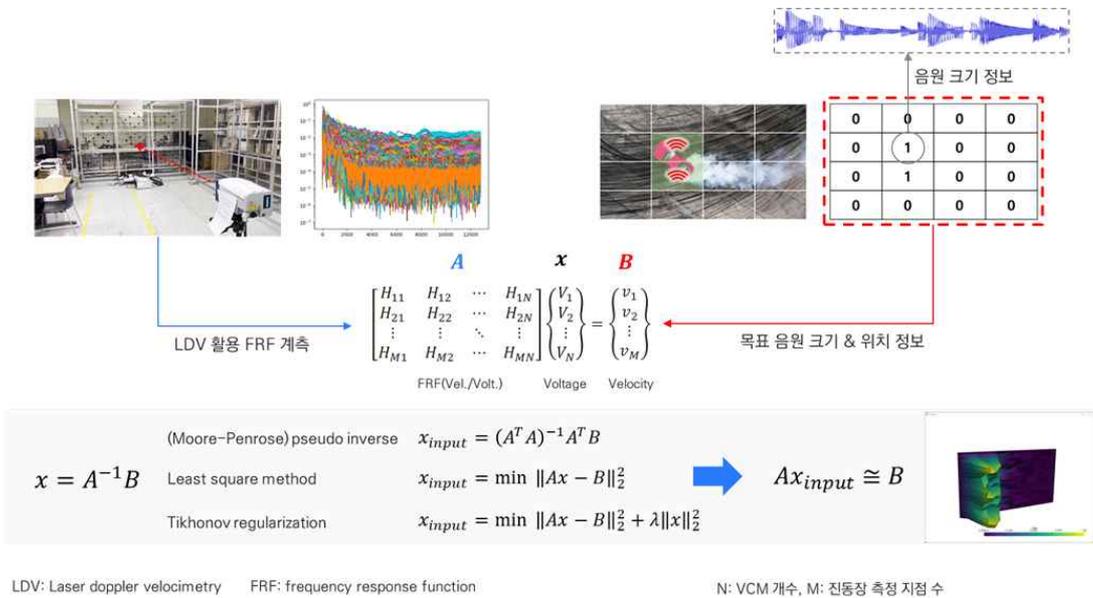


<웹 어플리케이션 구성 예시>

- 인터페이스 구축 완료 시 디스플레이 표면 진동 특성 계측 및 DB 제공
 - : 가진기 위치 별 주파수응답함수 등 계측 정보 DB 제공

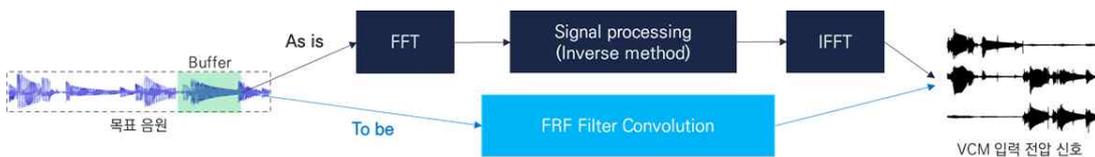
② 국부 진동장 제어 SW 제작

- 대면적 디스플레이 국부 지역에서의 음원 재생을 위한 가진기 입력 신호 연산 SW 제작 필요
- 주파수 영역으로의 변환 과정을 거치는 역문제적 기법과 Filter convolution 기반으로 시간 영역에서의 연산만으로 입력 전압 신호를 산정하는 SW 제작
- 역문제적 기법 기반 제어 SW
 - ✓ LDV를 활용하여 측정된 디스플레이 진동 특성(FRF)과 목표 음원과의 관계를 활용한 역문제적 기법을 MAX 기반의 인터페이스에서 구현
 - : 국부 진동장 지정 시 목표 음원 재생을 위한 72채널 가진기의 입력 신호 산정(그림 참고)



< 역문제적 기법 적용 예시 >

- Filter convolution 기반 제어 SW
 - ✓ 주파수 영역으로의 변환 과정에서 발생하는 시간 지연을 최소화하기 위한 SW 제작
 - ✓ 디스플레이 진동 특성이 반영된 FIR Filter를 기반으로 목표 음원 입력 시 72채널 가진기의 입력 신호 산정(그림 참고)



✓ AI 기반 source localization 수행 결과 반영

: Python 기반 source localization SW 실행 시 발생하는 source 위치(영상 내 좌표) 및 해당 source의 음원 정보를 MAX 인터페이스로 받아와 이를 반영하여 음원을 재생하는 알고리즘 반영 필요

IV. 검수 항목

(1) 디스플레이 성능

- 방수 및 난연등급: 성적서
 - ✓ 방수등급 IPX7 이상
 - ✓ 난연등급 V0 이상
- Pitch: 사양서 또는 계측

(2) 모듈형 그리드 시작품 SW 성능

- 영상 및 음성 동기화 latency: 검토보고서
- 데모 콘텐츠 시연 및 검수
 - ✓ 제안서 제출 시 구체적 검수 항목 및 절차 제시
 - ✓ 담당자와의 협의를 통한 검수 항목 확정
- 사용자 매뉴얼

V. 제작 일정 및 사후관리

(1) 납기 : 계약 후 80일

- 실 제작기간 : 계약 후 70일
- 성능개선/평가 및 검수 : 제작완료 후 10일
- 상세 일정 협의 가능

(2) 제작 완료 후 1년간 사후 지원

(3) 제품 설계 및 기능은 한국기계연구원 사용자의 검증을 받고 추진