

저시력자 투자자를 위한 주식 정보 제공 시스템

Hear Stock



문제 정의

Problem Definition



HTS/MTS의 시각 중심 UI

시각장애인은 차트, 호가, 수익률 정보 접근이 어려움



스크린 리더는 선형 전달

비선형 그래프의 흐름을 이해하기 어려움



차트 음성화 부족

Toss, Apple 주식 앱의 그래프 청각화에 단점이 명확함

사전 조사

Preliminary Research

부산 시각 장애인 복지관에서
인터뷰를 진행했습니다.



김○○ 주식 4년 차
가격 변동을 잘 느끼지 못해서
어려움을 겪고 있어요.



이○○ 주식 20년 차
흐름을 파악하기 어렵고,
정보가 너무 많아서 불편해요.

청각 인터페이스 기능

THX Spatial Audio:
Immersive Audio Platform

공식 블로그

그래프 정보 전달

Individualized HRTF
Processing

논문

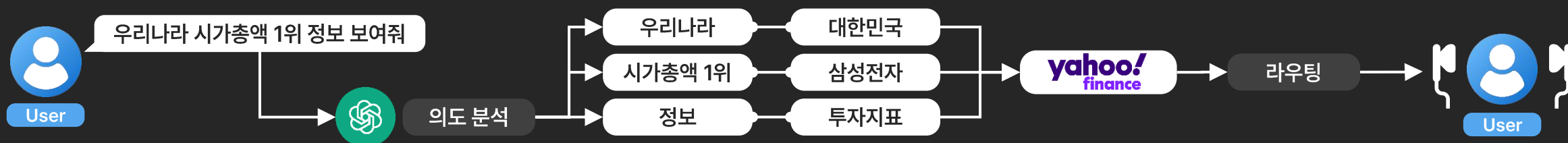
데이터 해석 기능

다차수 HRTF를 통한
사운드 재생

특허

Hear Stock 저시력 투자자를 위한 주식 정보 제공 시스템

전체 플로우

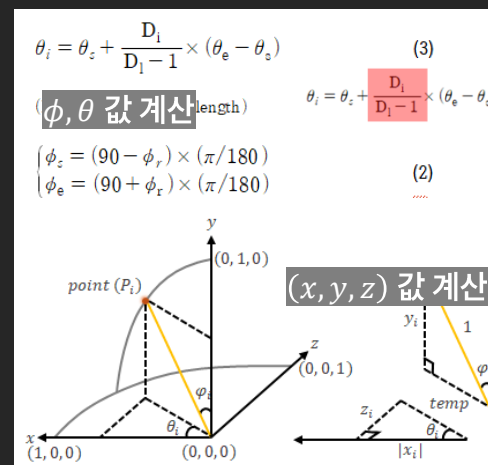


비선형 데이터의 청각화



주식 데이터 가져옴

가격/시간 정규화



3차원 공간 좌표 변환



HRTF/외재화 적용

구현 상황 Status

아이디어

서론

아이디어

- 상단바 스크롤로 접근성이 좋은 마이크
- 사용자 음성의 의도를 파악하여 원하는 페이지로 라우팅
- HRTF를 사용하여 그래프를 3차원 공간에서 소리로 표현
- 사용자가 설정한 테마/크기로 앱 커스터마이징

사전조사

실제 시각장애인 대상 인터뷰 및 THX, 논문, 특허 등

음성 처리

AI 기반 명령 처리 시스템

의도 처리 OpenAI를 활용한 의도 파악 및 JSON 형식 변환 처리

우리나라 시가총액 1위 기업의 차트를 보고싶어

name	삼성전자
code	005930
market	KR
intent	chart
period	3mo
path	/api/stock/chart?code=...

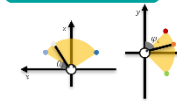


사운드 처리

가격/시간을 3D 공간 좌표로 매핑

정규화

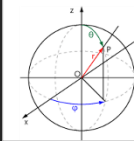
사람의 최소가청각도(MAA)를 고려한 값, 날짜 정규화



```
const theta =
  thetaStart + (1 / (data.length - 1)) * (thetaEnd - thetaStart);
const normalized = (d.price - minPrice) / (maxPrice - minPrice);
const phi = phiStart + (1 - normalized) * (phiEnd - phiStart);
```

데카르트

설정된 각도(θ, ϕ)를 기준으로 3차원 좌표 생성

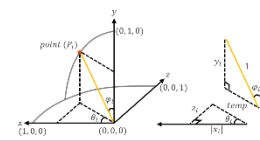


$$y_n = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)$$

$$temp = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)$$

$$|x_n| = \cos \theta * temp$$

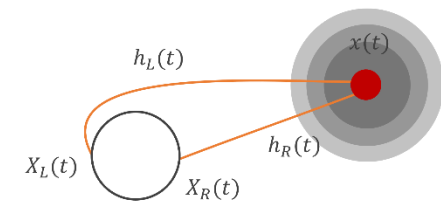
$$z_n = \sin \theta * temp$$



HRTF 적용

HRTF

머리, 귀 이도 등의 구조가 소리를 어떻게 변화시키는지 나타내는 함수 Head Related Transfer Function



1학기 이후 활동/성과

Table

요약

성과

개선

설문

사진

문제

계획

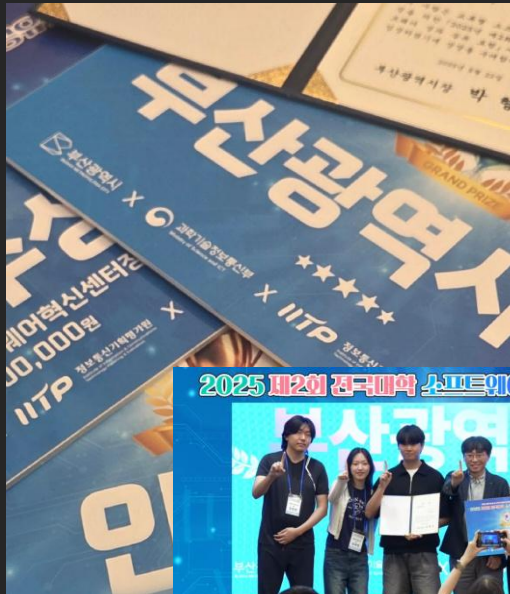
대회 Forum

전국 대학 성과 공유 포럼

부산광역시장상 [대상, 1위]

최우수상

인기상



논문 Thesis

한국 방송/미디어 추계학술대회

추계 학술 대회에 제출 완료
대회 진행 중 (11/13 ~ 11/14)

▼ HRTF 기반 시계열 데이터 청각화 시스템

HRTF 기반 시계열 데이터 청각화 시스템

김하진, 김형준, 장채원, 황서나, 유주한, 서정일
동아대학교 컴퓨터·AI공학부 컴퓨터공학과

khajin@donga.ac.kr, khj029956@gmail.com, jcw2551@naver.com,
2126327@donga.ac.kr, cain981116@gmail.com

HRTF-Based Time Series Data Auditorization System

Hajin Kim, Hyeongjun Kim, Chaewon Jang, Seona Hwang, Junhyun Kim, Juhan Yoo,
Jeongil Seo

Department of Computer Science and Engineering, Dong-A University

요 약

본 논문에서는 HRTF(Head-Related Transfer Function) 기반 청각화 기법을 활용하여 시계열 데이터의 변화를 직관적으로 인식할 수 있는 방법을 제안한다. 제안 기법은 시계열 데이터의 시간 값을 x축(방위각), 수치값을 y축(고도각)에 매핑하여 3차원 공간상의 청각적 정보로 변환한다. 이를 통해 사용자는 데이터 증가 방향과 상대적 크기를 공간적으로 체감할 수 있으며, 시각적 정보 해석이 어려운 상황에서도 데이터 패턴을 효과적으로 파악할 수 있다. 본 연구에서는 주식 데이터를 활용한 Hear Stock 시스템 구현을 통해 가능성을 확인하였으며, 제안 방법은 주식 데이터뿐만 아니라 의료 신호, 기상 자료, 교통 흐름 등 다양한 시계열 데이터 해석을 위한 보편적 도구로 활용될 수 있음을 보여준다.

특허 Patent

심의 발표 통과

비선형 데이터의 청각화에 대한 주제로
특허 진행 중

▼ 직무발명 신고 절차

직무발명 신고 절차

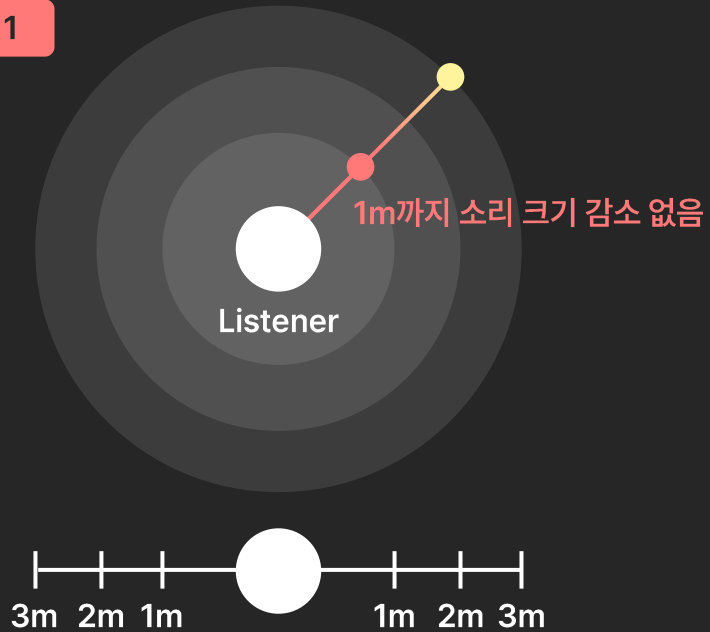


음상 외재화 Feature

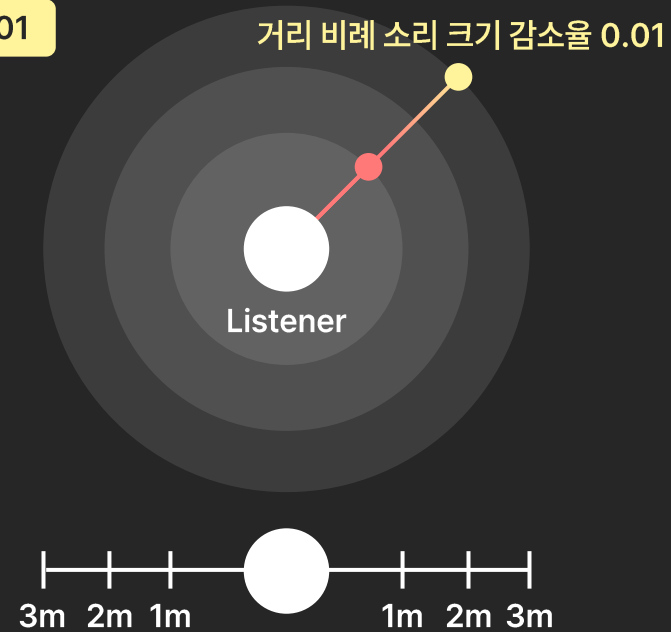
공간적 분리감, 피치 기반 구분성 향상시키기 위해 음향적 변수를 조정함

공간 좌표, 거리 감쇠 모델(refDistance, rolloffFactor) 조정

refDistance = 1



rolloffFactor = 0.01

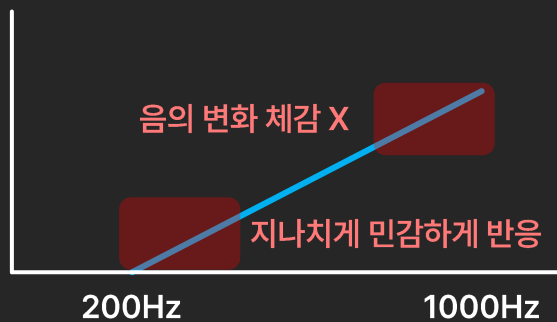


주파수 범위 확대 Feature

기존 대비 피치 스펙트럼 폭을 확장

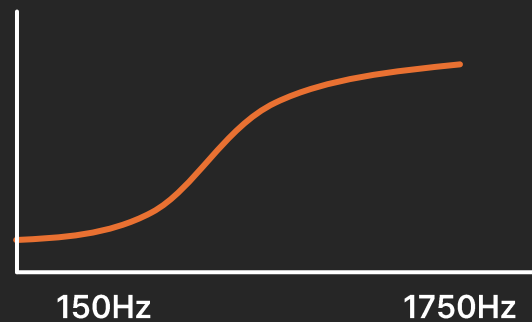
Before

선형 매핑



After

Log Scale



개선점

저주파/고주파에서 변화율 감소

데이터 변화의 청각적 인식 균형 향상

인식 정확도 및 청각적 구분력 상승

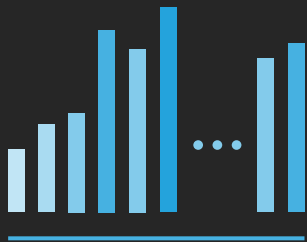
사용자 피드백 中

“낮은 음과 높은 음 이해가 어렵다”

재생 속도 조절 Feature

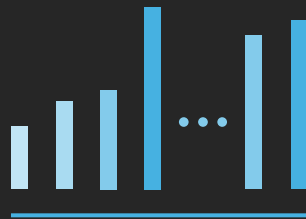
지나치게 빠르게 변하던 소리를 완화하여, 명확한 데이터 인식이 가능하도록 개선

Before



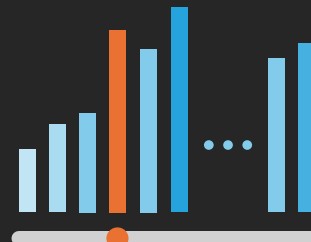
200ms

After



300~400ms

+



사용자 선택

개선점

청취 피로도 감소

청각적 집중력 향상

데이터 간의 인지 가능한 시간 확보

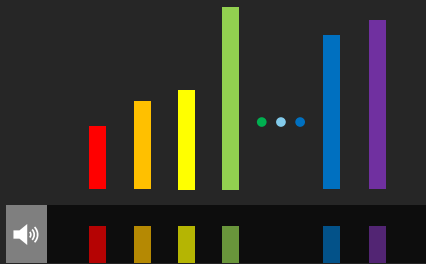
사용자 피드백 中

"속도가 빠르다", "속도 조절 기능이 있었으면 좋겠다.", ...

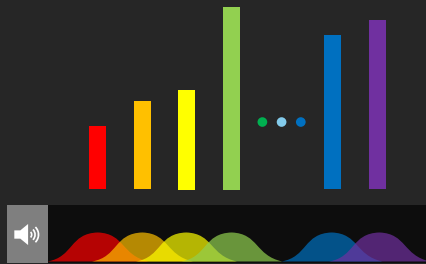
잔향 부여 Feature

소리의 공간감을 강조하기 위해 개별 음마다 잔향을 제공하여, 울리는 느낌을 주도록 개선

Before



After



개선점

공간적 인지성 강화

건조한 소리 피드백 완화

단일 음의 실재감 및 몰입감 향상

공간적 인식 단서 제공

사용자 피드백 中

“소리가 짧다”, “음이 이어져서 구분하기 어렵다”, 공간각 인식을 낮음

설문조사 결과 - 일반인

목적

HRTF 및 외재화 기반 청각 그래프의 인식도 및 이해도 평가

실험 대상

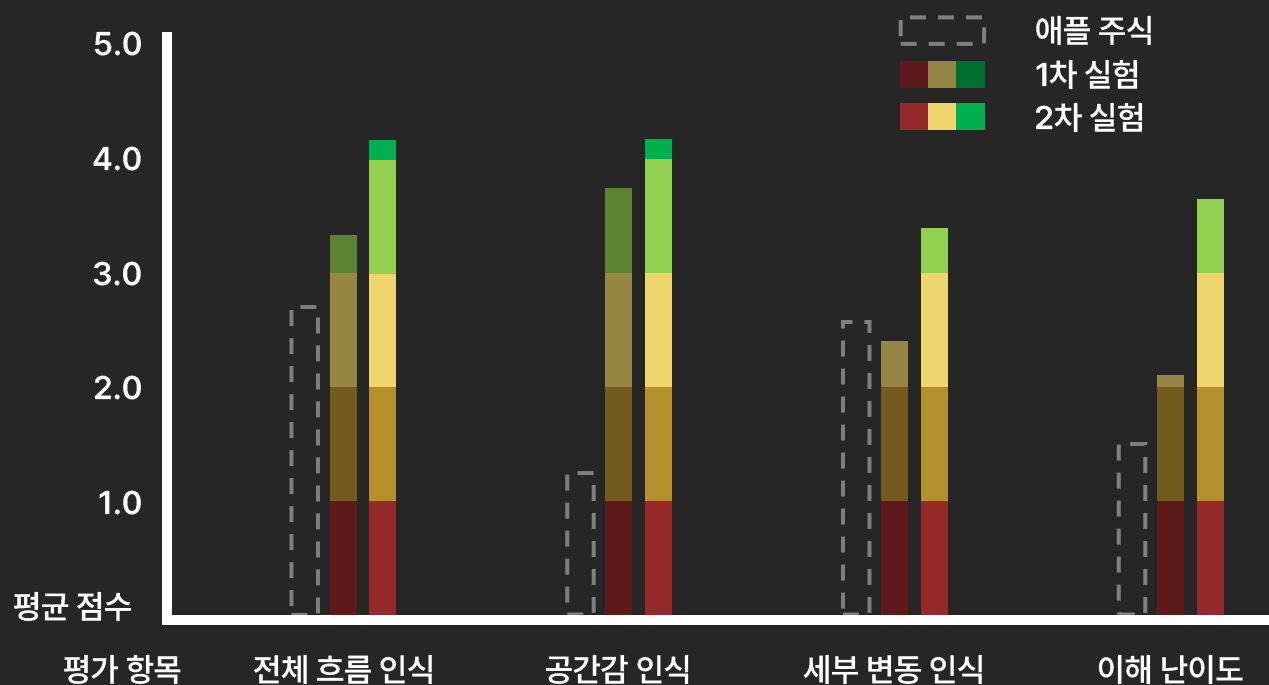
20~50대 비장애인 20명

1차 실험

HRTF 기본 라이브러리 적용 사운드 평가

2차 실험

외재화 추가 적용 후 사운드 및 흐름, 공간감 등 종합 평가



피드백

1차

속도가 빨라 조절 필요

변동 이해에 어려움

2차

청각적 그래프 표현 신선

흐름 이해에 도움

요약

속도 조정 효과 -> 청취자의 이해도 및 인식 정확도 향상

개선 방향

주파수 조정 및 다중 버전 실험

주파수 변화에 따른 인식도 차이와 최적 청취 범위 도출

	전체 흐름 인식	공간감 인식	세부 변동 인식	이해 난이도
애플 주식	2.8	1.2	2.7	1.5
1차 실험	3.2	3.8	2.4	2.1
2차 실험	4.1	4.1	3.2	3.6

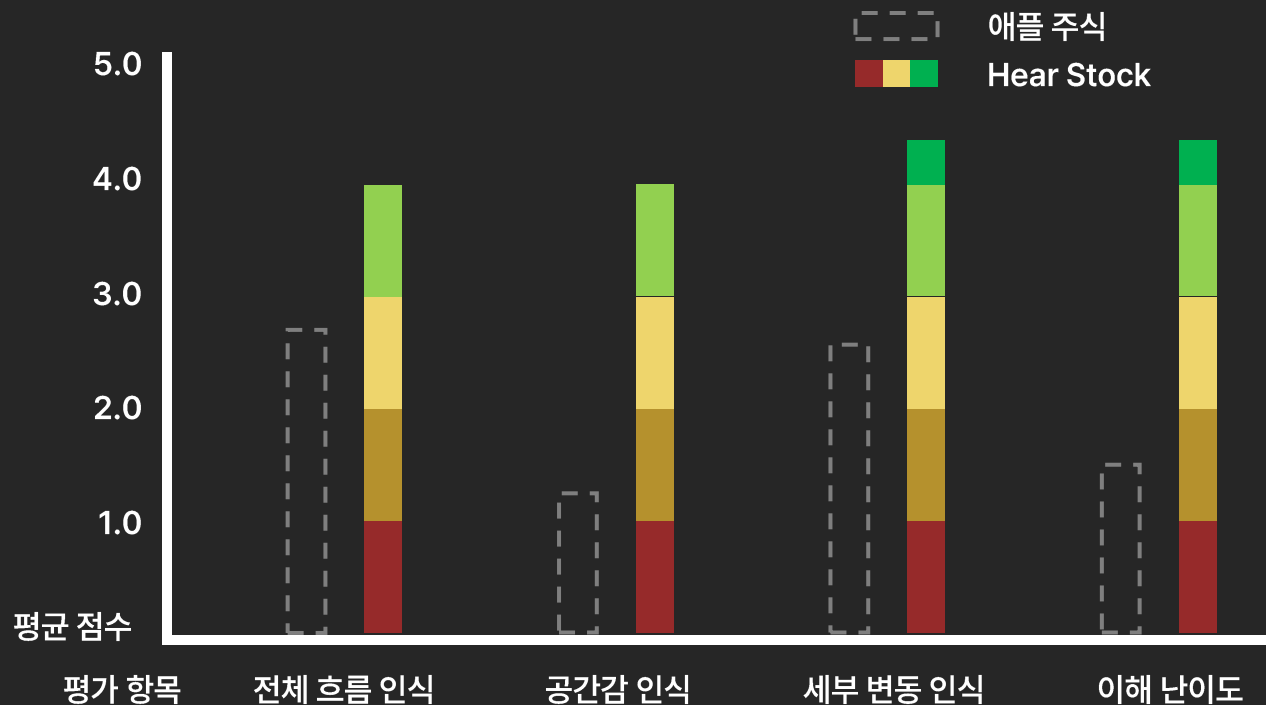
설문조사 결과 - 시각장애인

목적

HRTF 및 외재화 기반 청각 그래프의 인식도 및 이해도 평가

실험 대상

시각장애인 (저시력, 전맹, 약시)

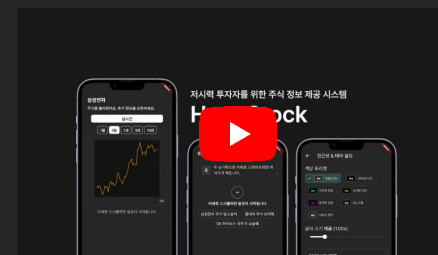


피드백

개선된 사운드

전체 흐름의 인식이 매우 유용

기존 주식 앱에서 볼 수 없던 새로운 접근성 기능


<https://youtu.be/2aX9ofm55pQ>

요약

HRTF와 외재화 적용 이후 만족도 높은 사운드 완성

개선 방향

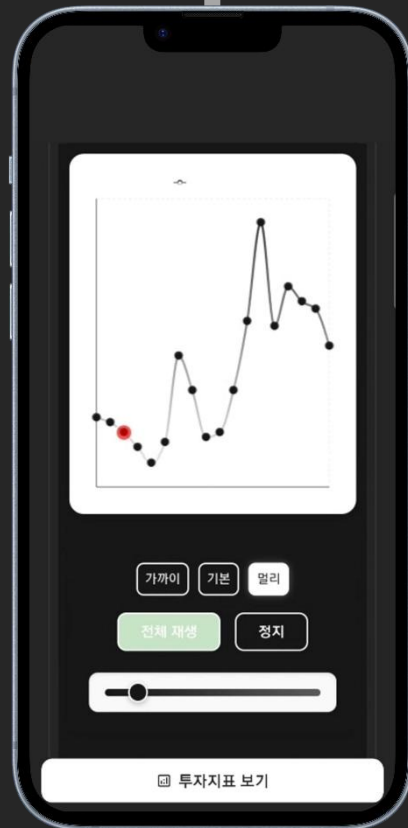
텍스트 정보 병행 출력

시간 정보 제공, 특정 시점 근처 뉴스 확인

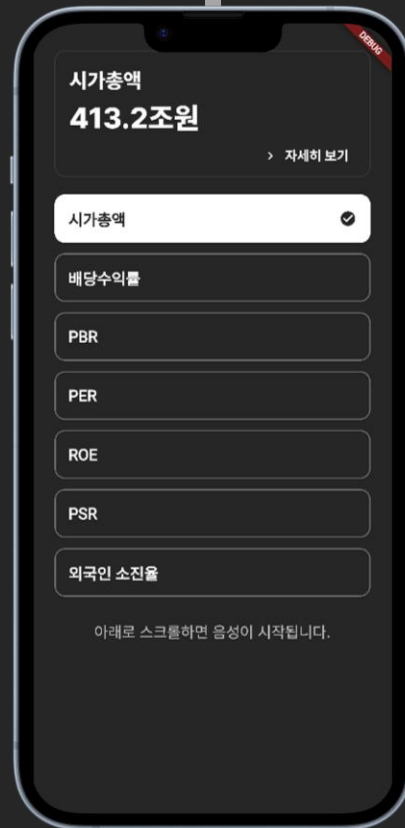
	전체 흐름 인식	공간감 인식	세부 변동 인식	이해 난이도
애플 주식	2.8	1.2	2.7	1.5
Hear Stock	4.0 ▲ 1.2	4.0 ▲ 2.8	4.3 ▲ 1.6	4.3 ▲ 2.8



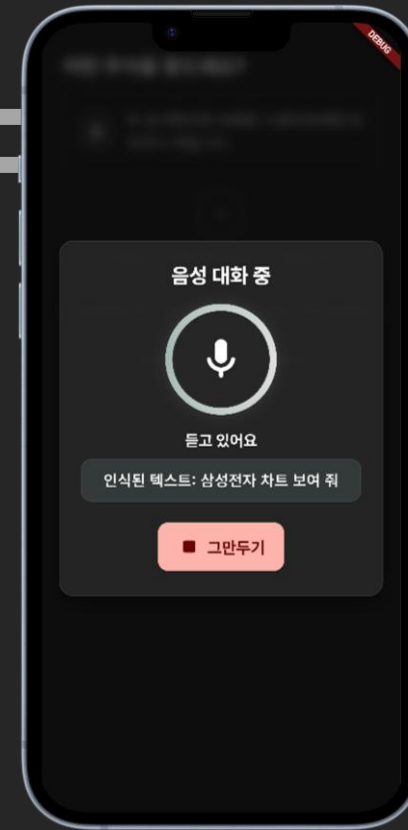
홈 화면



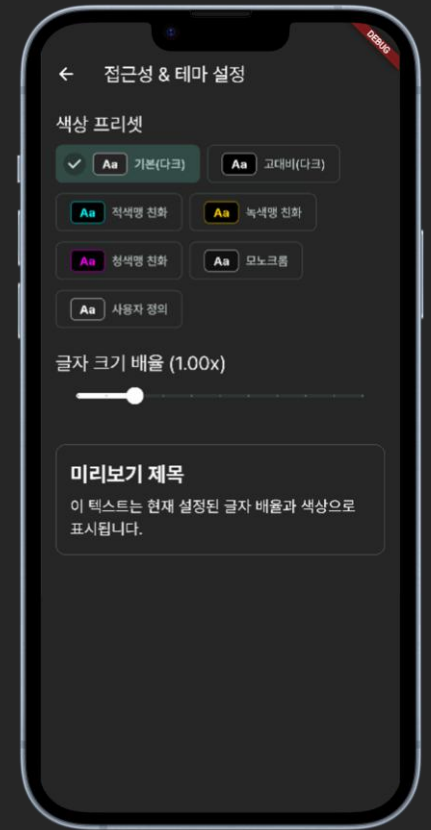
주식 차트 화면



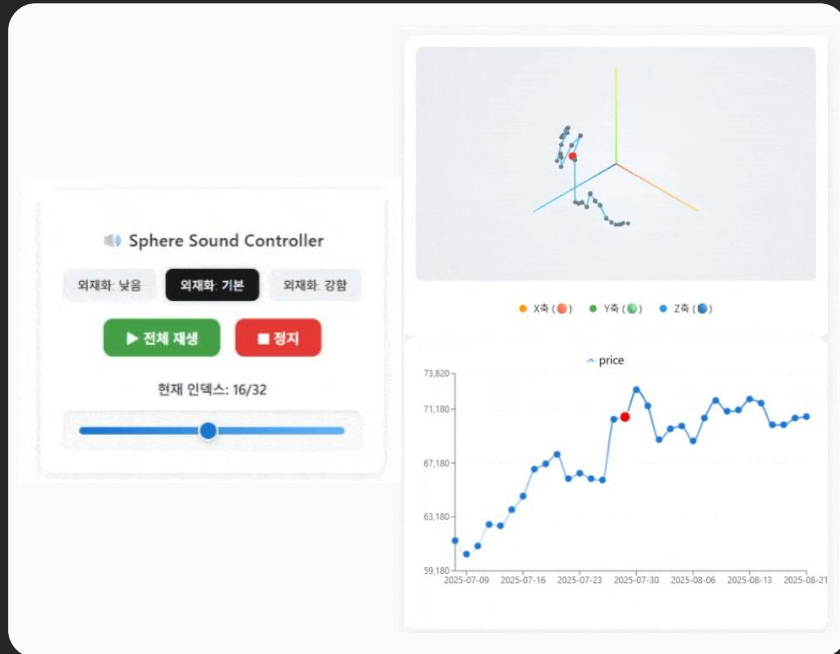
주식 정보 화면



마이크 동작 화면



테마 설정 화면

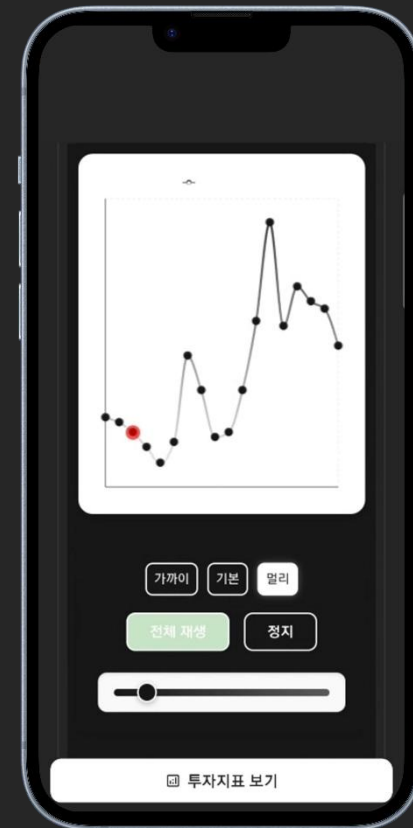


HRTF 적용

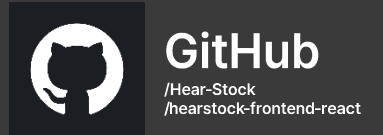
음상 외재화 적용

사운드 속도 조절 기능 (슬라이드 바)

Date	Price	x	y	z	θ (theta)	ϕ (phi)
2025-07-08	61400	0.646	-0.667	0.373	0.524	2.300
2025-07-09	60400	0.534	-0.766	0.358	0.591	2.443
2025-07-10	61000	0.558	-0.708	0.432	0.659	2.358
2025-07-11	62600	0.634	-0.529	0.563	0.726	2.129
2025-07-14	62500	0.589	-0.541	0.600	0.794	2.143
2025-07-15	63700	0.600	-0.390	0.699	0.861	1.971
2025-07-16	64700	0.579	-0.255	0.775	0.929	1.828
2025-07-17	66700	0.543	0.029	0.839	0.997	1.542
2025-07-18	67100	0.483	0.086	0.871	1.064	1.485
2025-07-21	67800	0.418	0.185	0.889	1.132	1.385
2025-07-22	66000	0.362	-0.071	0.929	1.199	1.642
2025-07-23	66400	0.299	-0.014	0.954	1.267	1.585
2025-07-24	66000	0.234	-0.071	0.970	1.334	1.642
2025-07-25	65900	0.168	-0.086	0.982	1.402	1.657
2025-07-28	70400	0.086	0.529	0.844	1.470	1.013
2025-07-29	70600	0.028	0.553	0.832	1.537	0.984
2025-07-30	72600	-0.022	0.766	0.642	1.605	0.698
2025-07-31	71400	-0.077	0.645	0.760	1.672	0.870
2025-08-01	68900	-0.158	0.337	0.928	1.740	1.228



주식 차트 화면 (New)



▲ 상세 구현 코드 확인

Path: /hearstock-frontend
 /src
 /components
 /SphereSoundPlayer.jsx

문제 해결 및 개선 방향

기술적 Technical

문제 상황

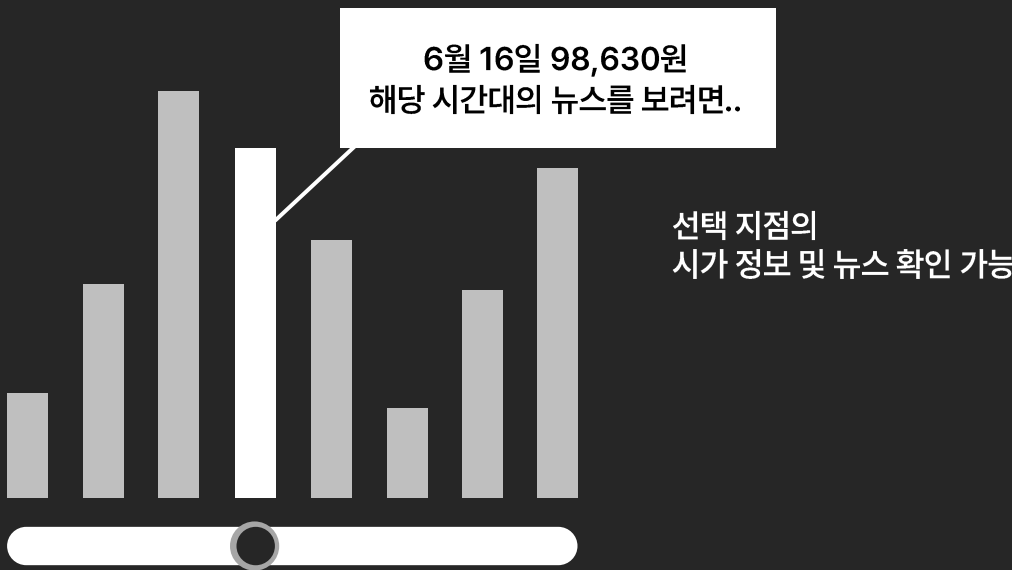
개인 최적화 설정의 편차



최적 청각화 설정 도출

문제 상황

텍스트 출력이 없어 정확한 가격 이해에 어려움



시각장애인 참여자 피드백 반영

향후 계획 (10/23 기준)

10월

진행중

소리의 Hz를 여러 범위로 버전 분리 (4가지 버전)

진행중

부산 시각 장애인 복지관 2차 인터뷰 및 시각 장애인 대상 재실험

12월

예정됨

최적 청각화 설정 도출 후 어플리케이션 배포

11월

진행중

React에 표현된 HRTF 그래프 Flutter Web-View 사용하여 표시

진행중

특히 명세서 작성 및 출원 진행

예정됨

인터뷰와 설문을 통한 청각화 체감도 및 이해도 분석

예정됨

음높이 매핑, 감식 모델, 재생 속도, z축 위치 등 다양한 조합 실험

예정됨

한국 방송/미디어 공학회 논문 경진대회 (11/13-11/14)

향후 계획 (11/05 기준)

10월

완료

소리의 Hz를 여러 범위로 버전 분라 (4가지 버전)

완료

부산 시각 장애인 복지관 2차 인터뷰 및 시각 장애인 대상 재실험

12월

예정됨

텍스트 및 시간 정보 병행 출력

예정됨

최적 청각화 설정 도출 후 어플리케이션 배포

11월

완료

React에 표현된 HRTF 그래프 Flutter Web View 사용하여 표시

진행중

특히 명세서 작성 및 출원 진행

완료

인터뷰와 설문을 통한 청각화 체감도 및 이해도 분석

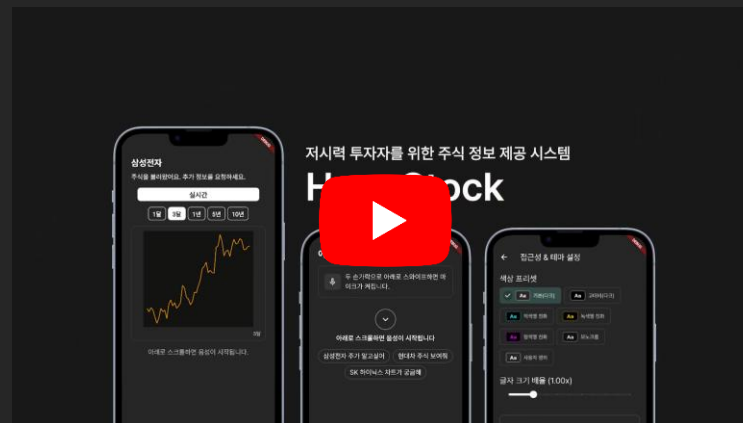
진행중

음높이 매핑, 감쇠 모델, 재생 속도, z축 위치 등 다양한 조합 실험

진행중

한국 방송/미디어 공학회 논문 경진대회 (11/13-11/14)

Youtube 영상


<https://youtu.be/2aX9ofm55pQ>

저시력자 투자자를 위한 주식 정보 제공 시스템

Hear Stock

