

MBTI기반 맞춤형 공기 정화 반려식물 추천 및 관리 애플리케이션 개발

Development of a personalized air-purifying companion plant recommendation and management application based on MBTI

강유준¹, 허원희^{2*}

Yu-Jun Kang¹, WonWhoi Huh^{2*}

요약

삶의 질 향상으로 건강한 실내 환경에 대한 관심이 높아지면서, 공기 정화 능력이 있는 반려식물에 대한 수요도 증가하고 있다. 반려식물은 정서적 안정감과 공기 정화 효과를 제공하지만, 식물에 대한 사전 지식이 부족한 경우 적절한 식물 선택과 관리가 어려울 수 있다. 연구자의 선행연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 MBTI 성향에 기반한 식물 추천 시스템을 도입하여 사용자에게 적합한 식물을 추천하는 애플리케이션을 연구한 바 있다. 후속 연구인 본 연구에서는 기존 연구의 성과를 바탕으로, OpenWeatherAPI를 활용한 실시간 날씨 데이터 기반의 관리 기능을 추가하여 애플리케이션을 고도화하였다. 그뿐만 아니라 학습된 AI 데이터 세트를 바탕으로 사용자가 찍은 식물의 상태를 분석하여 실시간으로 결과를 제공하는 기능도 추가하였다. 이를 통해 사용자들이 자신의 MBTI 성향에 맞는 식물을 쉽게 선택하고, 실시간으로 제공되는 관리 지침에 따라 지속해서 식물을 잘 키울 수 있을 것으로 기대한다.

핵심어 : MBTI, 공기정화 식물, 식물 추천, AI 기반 식물 케어, 실시간 날씨 통합

Abstract

As interest in a healthy indoor environment increases with the improvement of quality of life, the demand for air-purifying companion plants is also growing. While companion plants offer emotional stability and air purification benefits, selecting and managing the appropriate plants can be challenging without prior knowledge. In the researcher's previous study, a plant recommendation system based on MBTI personality types was introduced to help users choose suitable plants. Building on the achievements of that study, this research further enhances the application by adding a management feature that utilizes real-time weather data through OpenWeatherAPI. Not only that a new function that analyzes the condition of a plant based on a trained AI dataset and provides real-time feedback on the plant's status has been added. Through these improvements, it is expected that users will be able to easily select plants that match their MBTI personality and continuously care for them with the guidance provided in real time.

1 Department of Media Software, SungKyun University, Anyang, Gyeonggi Korea [Undergraduate student]
e-mail: dbwns2035@naver.com

2 Department of Media Software, SungKyun University, Anyang, Gyeonggi Korea [Professor]
e-mail: wonwhoi@sungkyul.ac.kr (Corresponding author)

Received(September 3, 2024), Review Result(1st: September 20, 2024, 2nd: October 24, 2024), Accepted(December 11, 2024), Published(December 31, 2024)



© 2024 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Keyword : MBTI, an air-purifying plant, Plant recommendation, AI-based Plant Care, Real-time Weather Integration

1. 서론

삶의 질이 높아질수록 건강한 실내 환경요소에 많은 관심이 집중되고 있으며, 그중에서도 거주자가 장시간 머무는 주택이나 사무실에서의 실내 공기 질의 중요성에 관한 관심이 높아지고 있다. 부유 분진중 입자 크기가 작아 사람들이 직접 보거나 느끼기 어려운 초미세먼지의 위험성과 관련된 다양한 연구가 진행되어왔다 [1]. 식물은 광합성이나 호흡과 같은 생리 작용에서 일어나는 가스 교환 시 잎의 기공을 통해 오염물질을 흡수함으로써 대기 환경을 정화 시킬 수 있는 잠재적 효과가 보고됨에 따라, 실내에서 발생할 수 있는 다양한 종류의 오염물질을 식물을 이용하여 제거할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 또한, 실내 공간에 식물을 도입함으로써, 쾌적한 공간의 연출을 통한 심리적 안정과 스트레스 경감효과를 얻을 수 있으며, 광합성 작용과 증산작용을 통한 실내 공기의 온습도 조절 효과와 음이온 발생 효과 등을 얻을 수 있다 [2]. 식물을 이용한 실내공기오염물질의 제거에 관한 연구 결과에 따르면, 식물에서 잎의 기공은 증산작용 과정에서 이산화탄소와 실내 공기 오염물질을 흡수하여 실내 환경에서 오염물질을 제거하는 데 중요한 역할을 한다 [3]. 농촌진흥청에서 조사한 반려식물을 키우는 목적에 관한 통계 자료에 따르면 소비자들은 정서적 교감 및 안정과 공기 정화에 가장 큰 비중이 있다 [4]. 고려대학교에서 실시한 설문 결과에서는 실내식물을 기르지 않는 응답자 중 '경험이 없다'와 '재배 지식이 없다'가 가장 큰 비중을 차지하였다 [5]. 이처럼 반려식물은 실내 공기를 정화하고, 심리적인 안정감을 제공하는 효과가 있지만, 식물에 대한 지식이 부족한 사람들에게는 적절한 식물을 선택하고 관리하기가 쉽지 않은 과제이다.

연구자의 선행연구에서는 MBTI 성향을 기반으로 사용자에게 적합한 반려식물을 추천하고, 이를 통해 식물 선택의 진입장벽을 낮추는 애플리케이션 연구를 목표로 하였다. 후속 연구인 본 연구에서는 애플리케이션에 MBTI 성향에 맞춘 식물 추천 시스템을 도입하고, 사용자에게 식물 관리에 필요한 정보를 제공하는 기능을 포함하였다. 기존 연구의 성과를 바탕으로, OpenWeatherAPI를 활용한 실시간 날씨 데이터 기반의 관리 지침을 제공하고 사용자가 카메라를 통해 자신의 식물을 촬영하면, AI가 학습된 데이터 세트를 바탕으로 식물의 상태를 분석하여 실시간으로 결과를 제공하는 기능을 추가하였다. 이를 통해 사용자들이 자신의 MBTI 성향에 맞는 식물을 쉽게 선택하고, 실시간으로 제공되는 관리 지침에 따라 지속하여 식물을 잘 키울 수 있을 것으로 기대한다.

2. 연구 목표

본 연구의 목표는 세 가지이다. 첫째, MBTI 테스트 알고리즘을 활용하여 사용자의 성향에 맞는

식물을 추천해 주고자 한다. 사용자는 테스트를 진행하고 그 결과에 따라 적합한 식물을 추천받아, 자신의 성향과 맞는 반려식물을 선택할 수 있도록 한다. 둘째, OpenWeatherAPI를 활용하여 사용자의 위치에 따른 날씨 정보를 적용하여 식물 관리를 돕는 기능을 제공한다. 사용자는 자신의 식물을 등록하고 물주기의 주기를 설정할 수 있으며, 알림을 통해 적절한 시기에 식물 관리를 할 수 있도록 지원한다. 또한, 커뮤니티 기능을 통해 사용자들 간의 식물 관련 정보를 공유할 수 있도록 한다. 셋째, OCR 기술을 활용하여 식물 상태를 진단해 준다. 사용자가 카메라로 식물을 촬영하면 인공지능이 식물의 상태를 분석하여 사용자가 식물이 시들지 않도록 적절한 관리를 할 수 있도록 한다. 이를 통해 사용자는 자신에게 적합한 식물을 쉽게 선택할 수 있고 식물의 상태를 지속해서 관리할 수 있을 것이다.

3. 연구 내용 및 주요기능

본 연구에서는 기존 연구기반으로 애플리케이션의 기능과 기술을 구체적으로 구현하였다.

3.1 기술적 구현의 구체화

기존 연구에서는 MBTI 성향에 따른 식물 추천 시스템에 중점을 두었으나, 후속연구에서는 이를 구현하기 위한 기술적 세부 사항을 보다 명확하게 다루었다. React Native와 Express.js를 활용한 애플리케이션 개발 환경, MySQL 데이터베이스를 이용한 사용자 정보와 식물 데이터 관리 방안을 상세히 기술하고 이를 통해 애플리케이션의 실질적인 구현 가능성을 높였다.

3.2 사용자 경험 개선과 게시판 기능

본 연구에서는 사용자 인터페이스(UI)와 사용자 경험(UX)을 개선하여 사용자가 애플리케이션을 더 직관적이고 쉽게 사용할 수 있도록 설계하였다. 사용자가 처음 애플리케이션을 사용할 때 안내하는 초기 설정 과정과 주요기능을 시각적으로 설명하는 화면 흐름을 추가하여 사용자 경험을 향상하였다. 키우는 식물의 이미지, 키우기 시작한 날, 식물 별명, 키우는 장소 및 마지막으로 물 준 날을 작성하여 사용자가 키우는 식물을 애플리케이션에 등록할 수 있도록 하였다. 등록이 완료된 식물을 데이터베이스에 저장되고, 메인 화면에서 해당 식물을 확인할 수 있는 기능을 제공한다.

게시판 기능을 통해 사용자들 간에 소통을 촉진하고 유익한 정보를 공유할 수 있는 공간을 제공하여 식물 재배 팁, 자유 게시판, 질문 게시판에서 사용자가 서로 도움을 주고받을 수 있도록 하였다. 이러한 게시판 기능은 사용자들 간의 유대감을 형성하고, 식물 재배와 관련된 지식을 공유할 수 있는 유익한 공간을 제공하는 것을 목표로 한다.

3.3 인공지능 활용을 통한 식물 상태 확인 기능

이 기능은 사용자가 키우는 식물을 카메라로 촬영하면 인공지능이 식물의 상태를 파악하여 정보를 제공한다. 이를 위해 식물별로 건강한 상태와 질병 상태의 데이터셋을 확보하여 인공지능 모델을 학습시켰다. 사용자가 촬영한 식물 이미지를 인공지능 모델에 입력하면 모델이 식물의 상태를 실시간으로 분석하여 그 결과를 사용자에게 제공함으로써 다양한 식물의 병해충 진단, 자동 물 주기 조정 등 사용자 맞춤형 관리가 가능하므로 식물 관리의 정확성과 효율성을 높였다.

3.4 식물 추천을 위한 MBTI 테스트

MBTI 테스트를 통해 질문을 진행하고, 사용자의 답변 결과를 통해 얻은 MBTI 성향을 통해 사용자에게 해당 성향과 일치하는 식물의 정보를 랜덤으로 제공한다. 제공하는 정보는 식물의 이름, 성향, 종류, 특징, 물 주기 및 습도와 관련된 정보와 꽃말을 제공한다. 그 외에도 해당 식물과 같은 성향을 보인 식물들을 추가로 추천하여 사용자가 식물을 선택하는 폭을 넓게 가질 수 있도록 정보를 제공한다.

3.5 날씨 데이터 기반의 식물 관리 기능

OpenWeatherAPI를 활용하여 현재 날씨와 현재 온도, 최고 기온 및 최저기온, 습도 정보를 제공하고 그에 따른 관리 방법을 제공하는 기능이다. 사용자가 위치 권한을 허가한 뒤 위치 정보를 활성화하면 해당 좌표가 데이터베이스에 저장되고, 좌표에 맞는 장소와 날씨 정보를 제공한다. 날씨에 따른 관리 방법은 현재 날씨 및 현재 온도, 습도를 기준으로 정하였으며, 그에 따라 물을 주거나 식물에 햇빛을 비추는 등에 대한 간단한 관리 방법을 제공한다.

4. 서비스 설계

4.1. Figma를 통한 UI설계 및 플로우 차트

[그림 1]은 애플리케이션의 UI설계 및 플로우 차트이다. 애플리케이션의 UI는 Figma를 활용하여 설계하였다. 사용자가 앱을 실행하면 로그인 페이지로 이동한다. 회원가입은 회원 정보가 없을 때 진행하고, 해당 정보는 데이터베이스에 저장한다. 회원가입을 마치고 로그인을 하면 메인페이지로 이동한다. 메인페이지에서는 자신이 등록한 식물, 날씨 정보, 알림 정보, 식물 상태 확인과 같은 기능을 사용할 수 있다. 하단에 있는 내비게이션 바를 통해 게시판, 검색, 즐겨찾기, 마이 페이지 등

과 같은 카테고리로 이동할 수 있다.



[그림 1] 애플리케이션 UI설계 및 플로우 차트

[Fig 1] Application UI design and Flow Chart

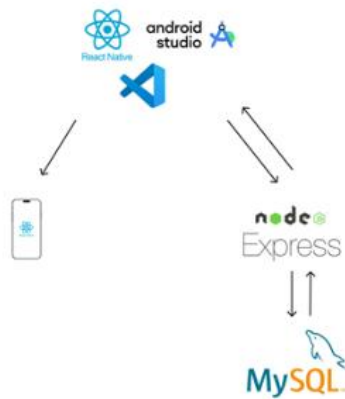
4.2 개발 환경 및 아키텍처 설계

본 연구에서는 공기 정화 반려식물 추천 애플리케이션의 개발을 위해 최신 웹 기술과 오픈소스 도구들을 활용하였다. Meta에서 개발한 JavaScript 기반의 오픈소스 웹 프레임워크인 React Native를 사용하여 애플리케이션의 프론트엔드를 구현하였다. React Native는 크로스플랫폼 개발을 지원하여 iOS와 Android 환경 모두에서 일관된 사용자 경험을 보장할 수 있다.

서버 측면에서는 Express.js를 사용하여 Node.js 기반의 웹 서버를 구축하였다. Express.js는 간결하면서도 유연한 아키텍처를 제공함으로써, 사용자 정보와 같은 중요한 데이터를 안전하게 처리하고, 애플리케이션의 확장성을 높인다. 본 연구에서는 MySQL을 관계형 데이터베이스 관리 시스템으로 채택하여, 사용자 정보, 식물 데이터 등 다양한 데이터를 효율적으로 관리하고자 하였다.

4.3 아키텍처 구성도

본 연구에서 개발한 애플리케이션의 아키텍처는 Express.js와 MySQL을 기반으로 사용자 데이터의 안전한 저장 및 관리를 실현하고, 이를 통해 사용자 맞춤형 추천 및 실시간 관리 기능을 제공하도록 설계하였다. 프론트엔드 개발은 React Native를 통해 이루어졌으며, 이를 위해 Visual Studio Code를 주요 개발 도구로 사용하였다. 또한, Android Studio에서 제공하는 Virtual Device Module을 활용하여 개발 과정 중 실시간으로 애플리케이션의 동작을 확인하고, 서버와 클라이언트 간의 통신이 원활하게 이루어지는지 검증하였다. [그림 2]는 아키텍처 구성도이다.



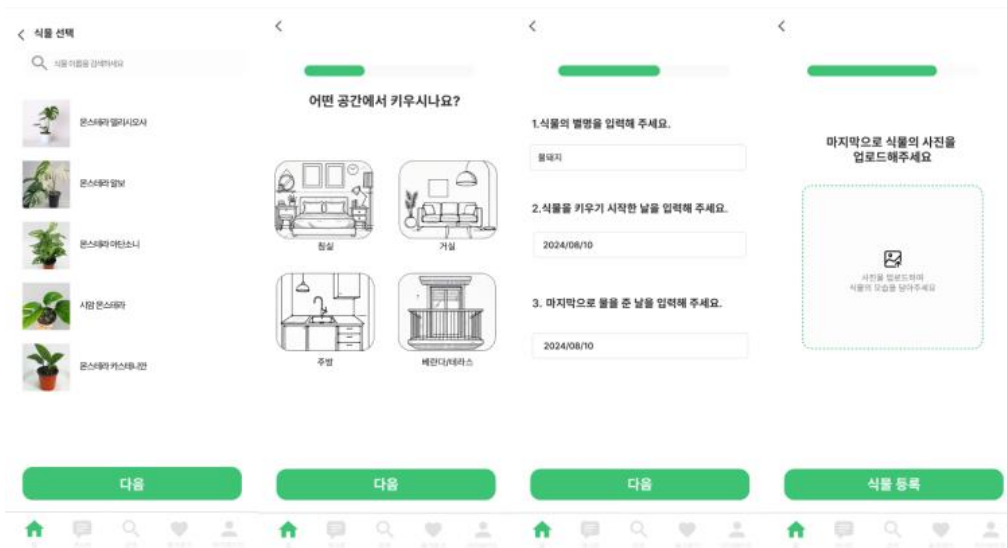
[그림 2] 아키텍처 구성도 [6]

[Fig 2] Architectural schematic diagram [6]

4.4 애플리케이션 기능 인터페이스

4.4.1 식물 등록 화면

본 애플리케이션은 사용자가 자신의 반려식물을 체계적으로 관리할 수 있도록 다양한 기능을 제공한다. 먼저, 사용자는 식물 등록하기 버튼을 클릭하여 [그림 3]과 같이 식물 등록 화면으로 이동할 수 있다. 이 화면에서는 plant db 테이블에 저장된 전체 식물 목록이 표시되며, 사용자는 이 목록에서 자신이 키우는 식물을 선택할 수 있다. 선택된 식물에 대한 세부 정보를 입력하기 위해 사용자는 [그림 3]의 식물 등록 화면 2로 이동하게 된다. 이 화면에서 사용자는 식물의 사진, 키우기 시작한 날짜, 식물의 별명, 식물을 키우는 위치, 마지막으로 물을 준 날짜 등의 정보를 입력할 수 있다. 모든 정보가 입력되면 데이터는 각 칼럼에 맞게 [그림 4]와 같이 식물 등록 테이블에 저장되며, 사용자는 이를 기반으로 식물을 관리할 수 있다.



[그림 3] 식물 등록 페이지

[Fig. 3] Plant Registration Page

No	Id	Pname	PIname	Plant_Date	Last_Watered	Place
17	test1	금호 선인장	테스트	2024-05-15	2024-05-22	책상

[그림 4] 식물 등록 테이블

[Fig. 4] Plant Registration Table

4.4.2 메인페이지

[그림 5]는 사용자가 로그인한 뒤 접속할 수 있는 애플리케이션의 메인페이지이다. 메인페이지에서는 다음과 같은 기능들을 제공한다.



[그림 5] 메인 페이지

[Fig. 5] Main Page



[그림 6] MBTI 테스트 결과 페이지

[Fig. 6] MBTI Test Results Page

- 실시간 날씨 정보 확인: 메인 페이지는 OpenWeatherAPI를 활용하여 사용자의 위치 좌표를 확인하고, 해당 위치에 맞는 실시간 날씨 정보를 제공한다. 이러한 날씨 정보는 사용자에게 간단한 관리 지침과 함께 표시되어, 현재 날씨에 적합한 식물 관리 방법을 쉽게 파악할 수 있도록 한다.
- MBTI 기반 식물 추천: 사용자는 테스트 하기 버튼을 통해 자신의 MBTI를 파악하고, [그림 6]과 같이 그 결과에 따라 맞춤형 식물 추천을 받을 수 있다.
- 랜덤 식물 추천: 사용자가 식물을 등록하지 않은 경우, 데이터베이스에 저장된 식물 중 10개의 식물이 10분마다 랜덤으로 변경되어 메인 페이지에 표시된다. 사용자가 관심 있는 식물을 클릭하면 해당 식물의 상세 정보를 확인할 수 있다.

4.4.3 날씨 데이터 연동

[그림 7]은 서버에서 날씨 데이터를 서버에서 가져오기 위한 코드이다. 이 코드는 사용자의 위치 좌표를 데이터베이스에서 가져온 뒤, OpenWeatherAPI에 해당 좌푯값을 전달하여 현재 위치의 날씨 정보를 요청한다. 응답받은 정보에는 현재 날씨, 도시 이름, 최고 기온, 최저기온, 습도, 날씨 상태 등이 포함되며, 이 데이터는 메인 화면에 실시간으로 표시된다. 사용자의 위치가 변경될 경우, 시스템은 자동으로 새로운 좌푯값을 API에 요청하여 최신 날씨 정보를 반영하도록 설계되었다.

```
const WeatherInfo = async (latitude, longitude) => {
  try {
    const response = await axios.get(`${SERVER_ADDRESS}/weather/weatherInfo`, {
      params: {
        lat: latitude,
        lon: longitude,
      },
    });
    const data = response.data;
    setWeatherData({
      name: data?.name,
      local_name: data?.local_name,
      temp: data?.main?.temp,
      temp_max: data?.main?.temp_max,
      temp_min: data?.main?.temp_min,
      humidity: data?.main?.humidity,
      desc: data?.weather[0]?.description,
      icon: data?.weather[0]?.icon,
    });
  } catch (error) {
    console.error(error);
  } finally {
    setIsLoading(false);
  }
};

const userLocationInfo = async () => {
  try {
    const response = await axios.post(`${SERVER_ADDRESS}/user/locationdb/select`, {
      id: user.id,
    });
    const data = response.data;
    if (data.length > 0) {
      setUserLocation({ lat: data[0]?.lat, lon: data[0]?.lon });
      WeatherInfo(data[0]?.lat, data[0]?.lon);
    } else {
      const defaultLat = '37.5683';
      const defaultLon = '126.9778';
      setUserLocation({ lat: defaultLat, lon: defaultLon });
      WeatherInfo(defaultLat, defaultLon);
    }
    setLocationChange(true);
  } catch (error) {
    console.error(error);
  }
};

const weatherImg = `https://openweathermap.com/img/w/${weatherData.icon}.png`;

const handleLocationChange = ({ lat, lon }) => {
  setUserLocation({ lat, lon });
  WeatherInfo(lat, lon);
};

useEffect(() => {
  userLocationInfo();
}, []);

useEffect(() => {
  if (locationChange) {
    WeatherInfo(userLocation.lat, userLocation.lon);
  }
}, [userLocation]);
```

[그림 7] 날씨 데이터 코드
[Fig. 7] Weather Data Code

4.4.4 식물 상태 확인

본 애플리케이션의 핵심 기능 중 하나인 식물 상태 확인 기능은 인공지능(AI)을 활용하여 사용자의 식물을 모니터링하고, 실시간으로 상태를 분석한다. 이 기능은 사전에 학습된 식물 데이터셋을 기반으로 사용자가 카메라로 식물을 촬영하면 AI가 해당 식물의 상태를 분석하고 결과를 제공한다. [그림 8]은 이 기능이 구현된 식물 상태 확인 페이지이다. 사용자가 자신의 반려식물을 카메라에 비추면, AI 모델이 실시간으로 식물의 상태를 분석한다. 분석 결과는 확률 형태로 사용자에게 제시되며, 이를 통해 사용자는 식물이 상태를 파악할 수 있다.



[그림 8] 식물 상태 확인 페이지

[Fig. 8] Check Plant Condition Page

이 기능은 식물 관리 경험이 부족한 사용자들에게 매우 유용하며, 식물의 건강 상태를 사전에 점검함으로써 식물이 시들거나 병해충에 노출되는 것을 예방할 수 있다. 따라서 사용자가 직접 식물의 상태를 판단하는 데 도움을 줌으로써 식물 관리의 편의성을 증진하였다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 연구자의 선행연구를 기반으로 하여 MBTI 성향 기반의 식물 추천 애플리케이션을 보다 구체적이고 실질적으로 발전시켰다. 기존 연구에서 제안된 개념을 바탕으로, 본 연구는 기술

적 구현, 사용자 경험(UX), 인공지능(AI) 활용 측면으로 확장하여, 사용자가 개인의 성향에 맞는 식물을 선택하고 관리하는데 실질적인 도움을 줄 수 있는 애플리케이션을 개발하였다.

특히, AI 기반 식물 상태 확인 기능의 도입은 식물 관리 경험이 부족한 사용자들에게도 접근성을 높였다는 점에서 주목할 만하다. 이는 카메라를 통해 식물의 상태를 간편하게 확인할 수 있게 함으로써, 사용자의 식물 관리 부담을 크게 경감시켰다.

그러나 본 연구에는 여전히 몇 가지 한계점이 존재한다. 현재 애플리케이션에서 제공하는 식물의 종류가 제한적이며, 사용자 성향 분석에 있어 MBTI외의 다양한 요소를 고려하지 못한 점은 향후 개선이 필요한 부분이다. 또한, AI 모델 훈련을 위한 충분한 데이터셋 확보의 어려움은 지속적인 과제로 남아있다.

따라서 후속 연구에서는 다음과 같은 방향성을 제안한다. 첫째, 더 다양한 식물 종류를 포함하고, 둘째, MBTI 외의 다양한 사용자 특성을 분석에 반영하며, 셋째, 더 풍부한 데이터셋을 구축하여 AI 모델의 정확도를 높이는 것이다. 이를 통해 식물에 대한 사전 지식이 없는 사용자도 쉽게 이용할 수 있는, 보다 포괄적이고 사용자 친화적인 솔루션으로 발전시켜 나가야 할 것이다.

본 연구는 기술과 원예의 융합을 통해 일상 속 식물 관리의 새로운 패러다임을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 향후 이러한 접근이 더욱 확장되어, 도시 환경에서의 식물 친화적 생활방식 확산에 기여할 수 있기를 기대한다.

References

- [1] S. I. Lee, J. K. Lee, "Visualization of the Comparison between Airborne Dust Concentration Data of Indoor Rooms on a Building Model", *Journal of the Korean Housing Association*, vol. 26, no. 4, August 2015, pp. 55-62, doi: 10.6107/JKHA.2015.26.4.055.
- [2] S. A. Park, M. G. Kim, M. H. Yoo, M. M. Oh, K. C. Son, "Photosynthetic Response of Foliage Plants Related to Light Intensity, CO₂ Concentration, and Growing Medium for the Improvement of Indoor Environment", *Journal of Bio-Environment Control*, vol. 19, no. 4, December 2010, pp. 203-209.
- [3] J. E. Song, S. K. Pang, Y. S. Kim, J. Y. Sohn, "The Reduction of Indoor Air Contaminants According to the Positions and Amount of Plants", *The Korean Society of Living Environmental System*, vol. 13, no. 2, April 2006, pp. 119-126.
- [4] Rural Development Daily, "The recognition of 'Puppy Plant' has increased from a year ago", rda.go.kr, https://rda.go.kr/board/boardfarminfo.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000784485&CONTENT1=#script, (accessed August 24, 2024).
- [5] Y. H. Kim, J. W. Hong, J. Y. Kim, "Life Satisfaction and the Perception of Plants Are Increased by Growing Indoor Plants", *Flower Research Journal*, vol. 27, no. 1, March 2019, pp. 42-50, doi: 10.11623/frj.2019.27.1.07.
- [6] Y. J. Kang, Y. S. Lee, H. A. Kim, H. S. Kim, W. W. Huh, "A Study on Recommendation of Companion Plant using MBTI", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 24, no. 3, June 2024, pp. 139-145, doi: 10.7236/JIIBC.2024.24.3.139.