

2025년 충북대학교 소프트웨어학과 졸업작품연구과제

[초보자 및 학생들을 위한 천체 관측 교육애플리케이션]

소프트웨어 시험결과서

2025년 11월 12일

문서번호 : Byeoldori_Doc_08

소 속 : 충북대학교 소프트웨어학과

팀 명 : 천문소프트

팀 원 : 서범수, 윤태영, 김채영

책임교수 : 조오현 교수님

목 차

1. 서론 -----	1
1.1 문서 목적 및 범위 -----	1
1.2 프로젝트 개요 -----	1
1.3 용어 정의 -----	2
1.4 참조 문서 -----	2
2. 테스트 개요 -----	3
2.1 테스트 범위 -----	3
2.2 테스트 항목 및 통과 기준 -----	8
3. 테스트 케이스 -----	11
4. 테스트 예외사항 -----	20
4.1 중단 기준과 재개 조건 -----	20
5. 테스트 환경 -----	21
5.1 HW 테스트 환경 구성도 -----	21
5.2 SW 테스트 환경 구성도 -----	22
6. 테스트 결과 -----	24
7. 부록 -----	38

1. 서론

1.1 문서 목적 및 범위

본 문서는 '초보자 및 학생들을 위한 천체관측 교육 애플리케이션' 개발 프로젝트에서 구현된 소프트웨어의 테스트 수행 결과를 기록하고, 이를 통해 개발하고자 하는 소프트웨어의 요구사항과 품질, 성능 기준을 충족하는지 확인하기 위한 목적을 가지고 있다. 또한 테스트 수행의 신뢰성을 확보하여 개발 완료 여부에 대한 판단 근거로 활용되며, 팀원들 간의 테스트 결과 공유 및 피드백을 위한 문서로 사용된다.

1.2 프로젝트 개요

1.2.1 프로젝트 정의

'관측 초보자 및 학생들을 위한 천체관측 교육 애플리케이션'은 사용자가 체계적이고 신뢰할 수 있는 천문학 정보를 쉽게 접할 수 있도록 설계되었다. 마스코트 캐릭터가 진행하는 학습과 관측을 결합한 흥미로운 프로그램을 통해 천체 관측 경험이 없는 사용자들이 관측에 대한 두려움을 극복하고 천문학에 쉽게 입문할 수 있도록 돋는 것이 개발 대상의 주요한 목적이다. 또한 사용자들이 천문학에 지속적인 흥미를 느끼고 탐구를 이어갈 수 있도록 동기를 부여하는데 초점을 맞추고 있다.

2.2.2 주요 기능 설명

- 천체 관측 교육 콘텐츠: 사용자가 천체관측 방법을 쉽게 익힐 수 있도록 마스코트 캐릭터를 사용해 학습을 지원하고, 천체관측 과정, 방법, 장소, 시간 등을 제안한다.
- 마스코트 캐릭터: 마스코트 캐릭터와 사용자 간 대화하는 방식을 통하여 사용자의 흥미를 유발한다.
- 별지도: 자기장 센서, 자이로스코프 기능, GPS 시스템을 이용하여 실시간으로 별자리와 천체의 위치를 시각적으로 표시한다.
- 천체 관측 최적화 정보 제공: 천체관측 일정을 계획할 때 국내의 날씨, 달의 위상, 광량 등을 고려한 관측 적합도를 사용자에게 제공해준다.
- 관측 커뮤니티: 사용자가 직접 관측한 결과를 커뮤니티 게시판에 글을 작성하여 올려 다른 사용자와 공유할 수 있으며, 커뮤니티에서 다른 사람이 쓴 게시글을 조회하여 정보와 경험을 공유할 수 있다.

1.3 용어 정의

본 문서의 이해를 돋기 위해 사용된 모든 용어 및 약어를 설명하고 정의합니다.

용어	설명
마스코트 캐릭터	앱에 등장하여 천체 관측 교육을 진행하는 마스코트 캐릭터 '별도리'
천체	행성, 위성, 별, 은하, 천문현상 등을 포함하는 관측 대상
별지도	천체들의 위치를 나타내는 천구 지도
네비게이터	관측 대상의 천체를 찾기 위한 경로를 제공해 주는 시스템

1.4 참조 문서

- Byeoldori_Doc_04_ProjectManagement
- Byeoldori_Doc_02.RequirementSpec

2. 테스트 개요

2.1 테스트 종류 및 범위

본 시험결과서는 Android 실제 기기 환경에서 수동 테스트 및 블랙박스 기반 시나리오 테스트를 통해 아래 전 기능(요구사항 그룹 1~6)을 모두 검증 대상으로 수행하였다. 각 그룹별 세부 요구사항 식별자는 괄호 안에 기재된 범위를 참고한다.

요구사항 그룹 1: 관측 교육 프로그램

- 마스코트 캐릭터를 통해 단계별 학습을 제공하고, 사용자가 '다음/이전/건너뛰기'로 가이드를 제어할 수 있도록 하는 핵심 기능

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-101 ~ FR-108 단계별 학습, 교육 프로그램 선택, Live 2D 연동 제어, 별지도 연동 제어, 가이드 건너뛰기, 시야-대사 동기화, 자동 진행 제어 기능, 확장성 확보

2. UI 요구사항 (UIR)

UIR-101 ~ 106: 교육 프로그램 화면 구성(Live 2D+별지도 통합), 대화식 정보 제공, 단계 전환, 관측 교육 콘텐츠, 피드백 입력 인터페이스, 학습 자동 진행 제어

3. 비기능 요구사항 (NF)

NF-103: 데이터 처리 속도 (단계별 학습 데이터 로드 ≤ 1초)

NF-303: 직관성 (초보자도 쉽게 이해하는 UI/UX)

4. 기타 요구사항 (OF)

OF-101: 자료 신빙성 (교육 콘텐츠의 정확성)

OF-102: 법적 문제 없음 (저작권·개인정보법 준수)

요구사항 그룹 2: 마스코트 캐릭터

- 주로 천체 관측 학습을 지원해주고, 앱의 사용을 도와주는 보조 시스템으로, 말풍선을 이용한 대화 방식을 통해서 사용자와 상호작용을 하는 역할

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-201 ~ 205: 친근한 디자인, Live 2D, 동작 표현, 말풍선 UI, 모듈화

2. UI 요구사항 (UIR)

UIR-201 ~ 205: 위치 조정, 크기 조정, 상황 반응, 텍스트 가독성, 터치 간섭 금지

3. 비기능 요구사항 (NF)

NF-101: 응답시간 (마스코트 캐릭터 행동 ≤ 0.5초)

NF-102: 자연시간 (핀치 줌·터치 반응 자연 없이 부드럽게)

요구사항 그룹 3: 별지도(3D 렌더링) 기능

- GPS·자이로스코프·자기장 센서를 이용해 사용자 시점에 맞춘 3D 별지도를 렌더링하고, 천체 선택·핀치 줌 등을 지원하는 기능

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-301 ~ 316: 3D 별지도 렌더링, 센서 기반 정합, 천체 선택 처리, 정합성 검증, 관측 위치 재설정, 천 구 경사 보정, 천체 검색 기능, 편치 줌 제스처, 시간 변경 처리, 별 등급 필터링, 대기효과 렌더링, 심천 체 렌더링, 시선 트래킹 처리, 천체 고정 기능, 천체 출몰 시각 계산, 렌더링 주기 동기화

2. UI 요구사항 (UIR)

UIR-301 ~ 316: 별지도 화면 구성, 가이드 연동 시야, 천체 선택 정보 표시, 저휘도, 글꼴 크기 조정, 적 경·적위 격자 표시, 방위각·고도 격자 표시, 동서남북 방향 표시, 별자리 선 토글, 별자리 그림 토글, 대기 효과 토글, 심천체 표시 옵션, 관측 위치 조정, 시선 트래킹 토글, 시간 조정 인터페이스, 천체 상세보기 인터페이스

3. 하드웨어 인터페이스 (HWR)

HWR-101: GPS 기반 위치 표시 (실시간 위치 수집)

HWR-102: GPS 오차 처리 (오차 클 경우 보정 또는 안내)

HWR-201: 그래픽 렌더링 (디스플레이 해상도/화면 크기 맞춘 3D 렌더링)

HWR-202: UI 크기 조정 (화면 크기에 따라 버튼/폰트 자동 조절)

4. 비기능 요구사항 (NF)

NF-101: 응답시간 (별지도 호출 및 렌더링 ≤ 0.5초)

NF-102: 지연시간 (핀치 줌·터치 반응 지연 없이 부드럽게)

NF-103: 데이터 처리 속도 (한 번에 여러 천체 로드 시 ≤ 1초)

NF-106: 별지도 프레임 (OpenGL ES 3.2 이상 → 30~60 FPS 유지)

요구사항 그룹 4: 관측지 정보 제공

- 사용자의 위치·날씨·달 위상 등을 종합해 관측 적합도를 제공해주어 사용자의 현재 위치 정보나 지도 상에서 위치를 선택해 그 관측지의 정보를 종합적으로 제공해주는 기능

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-401 ~ 405: 정보 고려 사항 (지리정보, 온도, 습도, 광량, 날씨 등), 관측 장소 제공 (유명/일반 관측지 추천 로직), 기상청 API 호출 (온도·습도·날씨·적합도 표시), 관측 적합도 제공 (날씨에 따른 관측 적합도), 기상 정보 최신화

2. UI 요구사항 (UIR)

- 관측지 화면

UIR-401 ~ 404: 지도, 현재 위치, 광공해 오버레이, NaverMap

- 관측지 정보 제공 화면

UIR-4101~4105: 관측지 기본 정보 (사진, 이름, 주소, 현재 날씨, 평점·리뷰 수), 관측지 날씨 확인(실황 ~ 10일 후), 관측지 관련 후기 네비게이션(해당 관측지의 관측 후기)

3. 하드웨어 인터페이스 (HWR)

HWR-401: 인터넷 연결 (Wi-Fi or LTE/5G → Naver Map/기상청 API 호출)

4. 소프트웨어 인터페이스 (SWR)

SWR-001: Naver Map API 연동 (위치 정보 → JSON 파싱 → 지도 마커)

SWR-002: 기상청 API 연동 (위도·경도 → JSON 날씨 데이터 → 적합도 계산)

5. 비기능 요구사항 (NF)

NF-101: 응답시간 (추천 장소/시간 조회 ≤ 0.5초)

NF-103: 데이터 처리 속도 (관측지 리스트 로드 ≤ 1초)

NF-105: 동시 사용자 처리 (1,000명 동시 추천 요청 처리)

NF-301: 운영체제 호환성 (Android 8.0 이상)

NF-303: 직관성

6.기타 요구사항 (OF)

OF-101: 자료 신빙성 (기상청·Naver Map API 데이터 신뢰성)

OF-103: 법적 지역 제외 (관측지 추천 시 군사지역·출입 금지 지역 제외)

요구사항 그룹 5: 관측 커뮤니티

- 사용자가 관측 기록을 작성·열람하고, 다른 사용자와 공유할 수 있는 커뮤니티/후기 플랫폼

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-501 ~ FR-504: 게시물 작성·공유, 게시물 조회(최신순·인기순·조회순), 댓글 작성 및 관리, 좋아요/평점

2. UI 요구사항 (UIR)

- 커뮤니티 화면

UIR-501 ~ 504: 카테고리 탐색 ("관측 후기", "관측지 추천", "교육 콘텐츠" 탭), 검색·필터 (키워드 입력, 태그·작성자·정렬 드롭다운), 게시판 목록 (썸네일·제목·작성자·작성일·평점 표시, 무한 스크롤/페이징), 커뮤니티 흙

- 게시글 작성 화면

UIR-5101~5104: 입력 항목 (제목, 관측 일시, 장소, 대상, 장비, 본문, 사진 첨부), 저장·게시 (임시 저장, 최종 업로드 선택), 미디어 첨부 (갤러리 선택 또는 즉시 촬영), 유효성 검증 (필수 입력 누락 시 오류 메시지)

- 게시글 상세 조회 화면

UIR-5201~5203 수정 및 삭제(본인의 게시글 수정 및 삭제), 게시글 상세 보기, 댓글 및 좋아요(댓글, 좋아요 조회)

3. 하드웨어 인터페이스 (HWR)

HWR-401: 인터넷 연결 (게시판 조회/작성·사진 업로드/다운로드)

4. 소프트웨어 인터페이스 (SWR)

- RESTful API (서버-클라이언트 JSON 통신)

- 게시물 CRUD, 댓글 CRUD, SNS 공유용 Intent 호출

5. 비기능 요구사항 (NF)

NF-101: 응답시간 (게시판 진입 시 0.5초 이내 로딩)

NF-102: 지연시간 (사진 로딩/스크롤 시 끊김 없이 부드러운 반응)

NF-103: 데이터 처리 속도 (게시물 20개 동시 로드 시 1초 이내)

NF-303: 직관성 (초보자도 쉽게 이해할 수 있는 UI/UX)

요구사항 그룹 6: 마이페이지

- 회원가입, 정보 수정 등의 사용자 개인 계정 관리 기능 및 마이페이지의 캘린더를 통한 관측 일정 관리 기능

1. 기능 요구사항 (FR)

FR-601 ~ 610: 회원가입 (이메일, 비밀번호, 닉네임 입력 후 계정 생성), 로그인 (이메일/비밀번호 인증), 이메일 찾기(리스트 형태로 반환), 비밀번호 찾기(이메일, 전화번호 인증), 자동 로그인(리프레시 토큰이 유효할 경우), 계정 인증, 계정 관리(프로필 입력 및 수정), 프로필 사진, 개인 캘린더(관측 계획, 기록 관리), 세부 계획(계획 작성)

2. UI 요구사항 (UIR)

- 마이페이지 화면

UIR601 ~ 603: 프로필, 캘린더 뷰(월간·주간·일간 전환, 일정별 점(dot) 또는 색상 표시), 하단 메뉴 바, 로그아웃, 회원 탈퇴

- 캘린더 화면

UIR6101 ~ UIR6103: 일정 상세 보기, 일정 추가, 관측 일정 작성

- 사용자 정보 화면

UIR6201 ~ UIR6203: 사용자 정보 표시(프로필 정보 표시), 정보 수정, 비밀번호 변경

- 로그인/회원가입 페이지

UIR6301 ~ 6307: 로그인 화면(로그인 할 때 필요한 정보 입력), 비밀번호 찾기 화면(본인인증), 이메일 찾기 화면, 회원가입 화면, 약관 동의 화면(필수약관/선택약관), 이메일 인증 화면, 뒤로가기

3. 하드웨어 인터페이스 (HWR)

HWR-401: 인터넷 연결 (캘린더 동기화, Naver Map API 호출, 회원가입·로그인·탈퇴 시 REST API 호출)

4. 비기능 요구사항 (NF)

NF-101: 응답시간 (캘린더 뷰 진입 시 ≤ 0.5초)

NF-102: 지연시간 (회원가입/로그인/정보 수정 응답 ≤ 1초)

NF-103: 데이터 처리 속도 (일정 저장/불러오기 ≤ 1초)

NF-202: 개인정보 보호 (AES-256 암호화, TLS 1.2 이상)

NF-303: 직관성 (캘린더 UI 초보자도 쉽게 이해 가능)

5. 기타 요구사항 (OF)

OF-102: 법적 문제 없음 (이용약관·개인정보처리방침·청소년보호정책 준수)

2.2 테스트 항목 및 통과 기준

위 "요구사항 그룹 1~6"에 포함된 각 기능을 대상으로 아래와 같은 기준으로 테스트를 수행한다.

- 블랙박스 기반 시나리오 테스트: 사용자 입장에서 각 화면(UI)과 기능이 요구사항에 맞게 동작하는지 확인.

- UI 반응성 확인: Android 실제 기기(예: Samsung Galaxy S21, Android 12)에서 버튼·네비게이터·입력 품 등이 정상적으로 표시되고 이벤트가 즉시 반응하는지 확인.

- API 연동 테스트: SWR-001~SWR-003을 통해 Naver Map, 기상청, NASA API 호출 및 응답 파싱이 정상적으로 이루어지는지 검증.

- 하드웨어 인터페이스 테스트: HWR-101~HWR-302 항목을 기준으로 GPS, 카메라, 디스플레이 모듈 동작 여부를 확인.

- 비기능 테스트:

NF-101~NF-106을 기준으로 성능(응답 시간, 프레임률) 검증

NF-201~NF-202를 기준으로 보안·백업 시나리오 검증

NF-301~NF-304를 기준으로 호환성·사용성 검증

아래 표는 "테스트 항목 및 통과 기준" 예시(그룹별 대표 항목만 발췌)이며, 실제로는 그룹별 모든 요구 사항에 대응하는 테스트 케이스를 작성하여 실행하였다.

테스트 항목	척도	통과 기준
요구사항 그룹 1: 관측 교 육 프로 그램	<p>기능구현범위: X = A/B A : 구현확인된 기능 수 = 8 (FR-101~108: 8) B: 명세된 기능 수 = 8 $\rightarrow X = 8/8 = 1.0$</p>	1.0
	<p>실행된 테스트 케이스 수 X = 8 (각 기능별 시나리오 1개 이상)</p> <p>실패한 테스트 케이스 수 Y = 0</p> <p>테스트 종료조건 = Y/X = 0/8 = 0.0</p>	0.0

요구사항 그룹 2: 마스코트 캐릭터	FR-201 ~ FR-205: 친근한 디자인, Live 2D, 동작 표현, 말풍선 UI, 모듈화	기능구현범위: X = A/B A : 구현확인된 기능 수 = 5 (FR-201 ~ FR-207 : 5) B: 명세된 기능 수 = 5 $\rightarrow X = 5/5 = 1.0$	1.0
		실행된 테스트 케이스 수 X = 5 (각 기능별 시나리오 1개 이상) 실패한 테스트 케이스 수 Y = 0 테스트 종료조건 = Y/X = 0/5 = 0.0	0.0
요구사항 그룹 3: 별지도	FR-301 ~ FR-316: 3D 별지도 렌더링, 센서 기반 정합, 천체 선택 처리, 정합성 검증, 관측 위치 재설정, 천구 경사 보정, 천체 검색 기능, 편지 줌 제스 처, 시간 변경 처리, 별 등급 필터링, 대기효과 렌더링, 심천 체 렌더링, 시선 트래킹 처리, 천체 고정 기능, 천체 출몰 시 각 계산, 렌더링 주기 동기화	기능구현범위: X = A/B A : 구현확인된 기능 수 = 16 (FR-301 ~ FR-316 : 16) B: 명세된 기능 수 = 16 $\rightarrow X = 16/16 = 1.0$	1.0
		실행된 테스트 케이스 수 X = 16(각 기능별 시나리오 1개 이상) 실패한 테스트 케이스 수 Y = 0 테스트 종료조건 = Y/X = 0/16 = 0.0	0.0
요구사항 그룹 4: 관 측 지 정보 제 공	FR-401 ~ FR-405: 정보 고려 사항 (지리정보, 온도, 습도, 광 량, 날씨 등), 관측 장소 제공 (유명/일반 관측지 추천 로직), 기상청 API 호출 (온도·습도·날 씨·적합도 표시), 관측 적합도 제공 (날씨에 따른 관측 적합 도), 기상 정보 최신화	기능구현범위: X = A/B A : 구현확인된 기능 수 = 5 (FR-401 ~ FR-405: 5) B: 명세된 기능 수 = 5 $\rightarrow X = 5/5 = 1.0$	1.0
		실행된 테스트 케이스 수 X = 5 (각 기능별 시나리오 1개 이상) 실패한 테스트 케이스 수 Y = 0 테스트 종료조건 = Y/X = 0/5 = 0.0	0.0

요구사항 그룹 5: 관측 커뮤니티	FR-501 ~ FR-505: 게시물 작성·공유, 게시물 조회(최신순·인기순·조회순), 댓글 작성 및 관리, 좋아요/평점	기능구현범위: $X = A/B$ A : 구현확인된 기능 수 = 5 (FR-501 ~ FR-505: 5) B: 명세된 기능 수 = 5 $\rightarrow X = 5/5 = 1.0$	1.0
		실행된 테스트 케이스 수 $X = 5$ (각 기능별 시나리오 1개 이상) 실패한 테스트 케이스 수 $Y = 0$ 테스트 종료조건 = $Y/X = 0/5 = 0.0$	0.0
요구사항 그룹 6: 마이 페이지	FR-601 ~ FR-610:회원가입 (이메일, 비밀번호, 닉네임 입력 후 계정 생성), 로그인 (이메일 /비밀번호 인증), 이메일 찾기 (리스트 형태로 반환), 비밀번호 찾기(이메일, 전화번호 인증), 자동 로그인(리프레시 토큰이 유효할 경우), 계정 인증, 계정 관리(프로필 입력 및 수정), 프로필 사진, 개인 캘린더 (관측 계획, 기록 관리), 세부 계획(계획 작성)	기능구현범위: $X = A/B$ A : 구현확인된 기능 수 = 10 (FR-601 ~ FR-610: 10) B: 명세된 기능 수 = 10 $\rightarrow X = 10/10 = 1.0$	1.0
		실행된 테스트 케이스 수 $X = 10$ (각 기능별 시나리오 1개 이상) 실패한 테스트 케이스 수 $Y = 0$ 테스트 종료조건 = $Y/X = 0/10 = 0.0$	0.0

3. 테스트 케이스

MUT	EduProgram		
Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
UIR-100	관측 교육 프로그램 화면	천체관측 교육 프로그램 화면 로드	Live2D·별지도·오버레이 UI 통합 표시
UIR-101	교육 프로그램 화면 구성	교육프로그램 전용 화면 구성	통합 Compose 화면에서 Live2D + Stellarium 동시 출력
UIR-102	대화식 정보 제공	대화식 정보 제공	캐릭터가 단계별 시나리오에 맞춰 자연스럽게 설명
UIR-103	단계 전환	단계 전환 기능	"이전/다음" 버튼으로 단계 이동 가능
UIR-104	관측 교육 콘텐츠	관측 교육 콘텐츠 반영	시나리오에 따라 Stellarium 화면이 실시간으로 변화
UIR-105	피드백 입력 인터페이스	피드백 입력 인터페이스	학습 종료 후 별점·의견 입력 및 서버 전송
UIR-106	학습 자동 진행 제어	자동 진행 모드 토글	Auto ON → 자동 전환 / OFF → 수동 대기
FR-100	관측 교육 프로그램	관측 교육 프로그램 전체 실행	init → scenario → 종료까지 정상 동작
FR-101	단계별 학습	단계별 학습 기능	캐릭터 중심의 단계별 학습 진행
FR-102	교육 프로그램 선택	교육 프로그램 선택	사용자가 원하는 교육 선택 및 실행
FR-103	Live2D 연동 제어	Live2D 연동 제어	대사·표정이 정상 반영
FR-104	별지도 연동 제어	별지도(Stellarium) 제어	천체 이동, 시야 변경, 토클이 정상 작동
FR-105	가이드 건너뛰기	가이드 건너뛰기	Skip 시 다음 단계로 즉시 이동
FR-106	시야-대사 동기화	시야-대사 동기화	대사 출력과 시야 이동의 타이밍 일치
FR-107	자동 진행 제어 기능	자동 진행 제어 기능	AutoPlay=true → 자동 전환, false → 수동 전환
FR-108	확장성 확보	확장성 확보	JSON 구조 유지 상태에서 신규 콘텐츠 추가 가능

MUT			
Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
FR-201	친근한 디자인	showCharacter() 앱 실행 후 마스코트 캐릭터 표시 여부 확인	마스코트 캐릭터가 화면에 정상적으로 표시됨
FR-201	친근한 디자인	hideCharacter() 마스코트 숨김 기능 실행	캐릭터가 화면에서 사라지고 말풍선도 사라짐
FR-202	Live 2D	playMotion("Idle",0) Idle 모션 실행 시 캐릭터가 대기 동작 수행 여부 확인	캐릭터가 Idle 상태로 자연스럽게
FR-203	동작 표현	playMotion("Happy",0) Happy 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 웃는 표정과 함께 Happy 모션 출력
FR-203	동작 표현	playMotion("Sad",0) Sad 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 우는 표정과 함께 슬픔 모션 출력
FR-203	동작 표현	playMotion("Angry",0) Angry 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 화난 표정과 함께 화남 모션 출력
FR-203	동작 표현	playMotion("Her",0) Her 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 엉뚱한 표정과 함께 황당 모션 출력
FR-204	말풍선 UI	CharacterSpeechBubble(text) 텍스트 입력 후 말풍선 출력 확인	입력된 텍스트가 말풍선에 정상적으로 표시됨
UIR-201	위치 조정	controller.moveBy() 캐릭터를 X/Y축으로 이동	지정한 위치로 캐릭터가 이동함
UIR-202	크기 조정	controller.setSize() 캐릭터 크기 조정 기능 확인	비율 유지된 채 크기가 정상 조정됨
UIR-204	텍스트 가독성	controller.showSpeech() 긴 문장 입력 시 가독성 테스트	말풍선 내 텍스트가 자동 줄바꿈되어 읽기 쉬움
UIR-205	터치 간섭 금지	UI 터치 이벤트 캐릭터 외 UI 버튼 터치 테스트	캐릭터 영역 외 터치 시 다른 UI 정상 작동

MUT Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
UIR-301	별지도 화면 구성	별자리와 주요 천체가 시각적으로 구분되어 표시되는지 확인	별자리 선과 항성이 명확히 구분되어 표시됨
UIR-302	가이드 연동 시아	교육 가이드 진행 시 시야 자동 이동 테스트	가이드 단계에 맞춰 시야가 자동 이동
UIR-303	천체 선택 정보 표시	천체 터치 시 이름·밝기·거리 정보 표시 확인	선택 천체의 기본 정보 팝업 표시
UIR-304	저휘도	다크테마 적용 상태에서 시각적 검증	어두운 배경과 명암비가 적절히 유지됨
UIR-305	글꼴 크기 조정	줌 인/아웃 시 텍스트 크기 유지 여부 확인	모든 텍스트가 고정 크기(14sp)로 유지
UIR-306	적경·적위 격자 표시	적경·적위 격자 On/Off 토글 테스트	격자 토글 시 표시/숨김 전환됨
UIR-307	방위각·고도 격자 표시	방위각·고도 격자 표시 토글 테스트	격자 표시 및 숨김 정상 동작
UIR-308	동서남북 방향 표시	별지도에 N/E/S/W 방향 표시 확인	화면 상단에 방향 텍스트 표시
UIR-309	별자리 선 토글	별자리 선 토글 기능 테스트	연결선 표시/숨김 전환됨
UIR-310	별자리 그림 토글	별자리 그림 토글 기능 테스트	그림 이미지 표시/숨김 가능
UIR-311	대기 효과 토글	대기 효과 On/Off 테스트	Atmosphere 렌더링 효과 변경 확인
UIR-312	심천체 표시 옵션	심천체 표시 옵션 테스트	은하·성운·성단 표시 여부 제어 가능
UIR-313	관측 위치 조정	관측 위치 직접 입력 및 지도 수정 테스트	위도·경도 입력 시 시야 재설정
UIR-314	시선 트래킹 토글	시선 트래킹 기능 활성화 테스트	자이로센서 입력에 따라 시야 이동
UIR-315	시간 조정 인터페이스	시간 변경 UI 작동 테스트	시간 변경 시 하늘 상태 갱신
UIR-316	천체 상세보기 인터페이스	천체 상세보기 인터페이스 표시 확인	상세 정보 및 교육 콘텐츠 표시
FR-301	3D 별지도 렌더링	구면좌표 기반 별자리·격자 렌더링 확인	별자리와 격자가 구면상에 정확히 표시됨

FR-302	센서 기반 정합	센서 정합성 검증 (자이로/GPS 연동)	기기 방향과 시야 방향 일치
FR-303	천체 선택 처리	천체 터치 인식 정확도 테스트	터치 좌표의 천체 식별 정확
FR-304	정합성 검증	렌더링 위치 오차 검증	실제 별자리 위치와 비교 시 오차 $\pm 1^\circ$ 이내
FR-305	관측 위치 재설정	관측 위치 변경 처리	위도·경도 변경 시 천구 중심 재계산
FR-306	천구 경사 보정	천구 경사 보정 기능 검증	위도 변화에 따른 기울기 반영
FR-307	천체 검색 기능	천체 검색 기능 테스트	입력된 천체명으로 좌표 탐색 및 이동
FR-308	핀치 줌 제스처	핀치 줌 제스처 테스트	두 손가락으로 확대/축소 부드럽게 동작
FR-309	시간 변경 처리	시간 변경 처리 검증	시간 변경 시 천체 위치 재계산
FR-310	별 등급 필터링	별 등급 필터링 기능 테스트	6등성 이하 별만 표시
FR-311	대기효과 렌더링	대기효과 렌더링 검증	Atmosphere On/Off 시 세이더 변화
FR-312	심천체 렌더링	심천체 렌더링 검증	은하·성단·성운 렌더링 정상
FR-313	시선 트래킹 처리	시선 트래킹 처리 검증	자이로센서 값에 따라 View Matrix 갱신
FR-314	천체 고정 기능	천체 고정(Pin) 기능 테스트	선택 천체가 화면 중앙 유지
FR-315	천체 출목 시각 계산	천체 출몰 시각 계산 테스트	관측 위치·시간 기준으로 Rise/Set 계산
FR-316	렌더링 주기 동기화	렌더링 주기 동기화 테스트	30Hz 주기로 센서/렌더링 동기화

MUT Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
FR-403 UIR-4102	기상청 API 호출 관측지 날씨 확인	GET /weather/ForecastData?lat=36.5&lon=125.5	200 OK, 초단기, 단기, 중기 예보, 관측적합도 반환
FR-403	기상청 API 호출	GET /weather/ForecastData?lat=1234.5&lon=1234.5 범위 밖 위도/경도 입력	위도 경도가 범위를 벗어나 418 I'm a Teapot, 에러 메시지 출력
FR-405	기상 정보 최산화	GET /weather/ForecastData?lat=37.5665&lon=126.9 780했는데 기상청 API에서 타임아웃이 났을 때	502 에러, 서비스 정의 에러, 재시도 가이드
FR-402 UIR-401	관측 장소 제공 지도	GET /observation-sites?keyword=산	200 OK, '산'이라는 키워드 포함하는 관측지 반환
FR-402	관측 장소 제공	관측지 상세 조회시	200 OK, 이름/위·경도 반환, 해당 위·경도의 날씨 데이터 반환
FR-402 UIR-4103	관측 장소 제공 관측지 관련 후기 네비게이션	관측지 상세 조회시	해당 관측지의 관측 후기 게시글을 리스트로 보여줌
UIR-401	지도	임의의 장소 클릭 시	그 장소의 주소, 위도, 경도, 날씨 데이터를 반환
UIR-402	현재 위치	현재 위치 버튼 클릭 시	지도 상 현재 위치가 마커로 클릭됨
UIR-402	현재 위치	GPS 약관 동의를 하지 않고 현재 위치 버튼 클릭 시	GPS 설정 동의를 해야한다는 메시지 출력
UIR-403	광공해 오버레이	광공해 오버레이 버튼 클릭 시	지도에 광공해가 오버레이 됨

MUT			
Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
FR-501 UIR-5100	게시물 작성 및 공유 게시글 작성 화면	POST /community/FREE/posts 자유게시글 작성	200 OK, DB 저장, 게시글 id 반환
FR-502 UIR-503	게시물 조회 게시판 목록	GET /community/Review/posts?page=0&size=10 관측 후기 게시글 목록 조회	200 OK, 제목, 내용, 조회수, 리뷰수 등 반환
FR-504	좋아요/평점	POST /community/posts/{postId}/likes 게시글 좋아요.	200 OK, likeCount = +1, liked=true
FR-503	댓글 작성 및 관리	POST /community/posts/{postId}/comments {content:"댓글123123", parentId:0} 게시글에 댓글 작성	201 Created, 댓글 저장, 게시글 commentCount +1
FR-503	댓글 작성 및 관리	작성자가 본인의 댓글을 삭제한 경우	204, 게시글 commentCount -1
FR-501 UIR-5101	게시물 작성 및 공유 입력 항목	게시글을 작성할 때 제목, 내용 등의 필수 값이 누락되었을 경우	400 Bad Request, 제목은 필수 항목입니다. 메시지 출력
FR-501	게시물 작성 및 공유	게시글 작성할 때 이미지 업로드 시 파일 형식이 이미지가 아닐 경우	413, 에러 메시지 출력, 이미지 업로드 되지 않음
FR-502 UIR-503	게시물 조회	관측 후기글에서 조회순으로 정렬 할 경우	조회수 높은 순으로 리스트로 반환함
FR-504	좋아요/평점	자신의 글에 좋아요를 할 경우	좋아요 +1이 올라감
FR-504	좋아요/평점	자신의 교육 프로그램 글에 피드백을 남길 경우	400, 에러 출력
FR-503	댓글 작성 및 관리	다른 사용자의 댓글을 삭제할 경우	에러 메시지 출력, 삭제 되지 않음
FR-504 UIR-5203	좋아요/평점 댓글/좋아요	좋아요 누른 게시글에 다시 좋아요를 누를 경우	토글 형식이라 좋아요 취소
FR-503	댓글 작성 및 관리	대댓글 작성 시	댓글 아래 대댓글이 달림
FR-502 UIR-5202	게시물 조회 게시글 상세 보기	게시글 상세 조회 시	세부 내용을 확인할 수 있음
FR-501	게시물 작성 및 공유	다른 사용자의 게시글을 삭제/수정 할 시	400, 에러 메시지 출력

MUT			
Tid	테스트 항목	테스트 입력 / 테스트 시나리오	예상결과
FR-601, UIR-6304	회원가입	POST /auth/signup{"email": " test@naver.com ", "password": "ab1234!!", "passwordConfirm": "ab1234!!", "name": "홍길동", "phone": "01012345678", "nickname": "관측러", "birthdate": "2010-01-01"}	200 Created, 인증 메일 발송
FR-601	회원가입	GET /auth/verify-email?token=<token> 또는 인증 메일 링크 클릭	200 OK, emailVerified=true, 성공 페이지 출력
FR-601	회원가입	이미 가입된 이메일로 회원가입 시도	409 Conflict, "이미 사용 중인 이메일입니다."
FR-602, UIR-6301	로그인	POST /auth/login{"email": " test@naver.com ", "password": "ab1234!!"}	200 OK, Access Token 발급
FR-602, UIR-6301	로그인	잘못된 비밀번호로 로그인 시도	401 Unauthorized, 오류 메시지 출력
FR-605	자동 로그인	만료된 Refresh Token으로 접속 시도	401 Unauthorized, "만료된 ток입니다."
FR-601	회원가입	회원가입 시 이메일 중복체크 기능 확인	중복 시 409 Conflict, 오류 메시지 출력
FR-601	회원가입	비밀번호 규칙 미준수(ex. "abcd")	400 Bad Request, 형식 오류 메시지 출력
FR-601, UIR-6305	회원가입	필수 약관 미동의 상태에서 회원가입 시도	요청 차단(프론트), 서버 요청 없음
FR-602	로그인	이메일 인증되지 않은 계정으로 로그인 시도	403 Forbidden, 인증 요청 메시지 출력
FR-602	로그인	존재하지 않는 계정으로 로그인 시도	404 Not Found
FR-603, UIR-6303	이메일 찾기	이름·전화번호로 이메일 찾기 요청	가입된 이메일(마스킹 처리) 반환
FR-603	이메일 찾기	잘못된 정보로 이메일 찾기 요청	404 Not Found, 오류 메시지 출력
FR-604, UIR-6302	비밀번호 찾기	이름·전화번호 일치 시 비밀번호 재설정 요청	200 OK, 임시 비밀번호 메일 발송

FR-604	비밀번호 찾기	정보 불일치 시 비밀번호 재설정 시도	404 Not Found, 오류 메시지 출력
FR-605	자동 로그인	유효한 Refresh Token으로 앱 재실행	자동 로그인 성공, 토큰 재발급
FR-605	자동 로그인	Refresh Token 만료 후 앱 재실행	자동 로그인 실패, 로그인 화면 이동
FR-602	로그인	로그인 실패 시	에러 메시지 출력
FR-604	비밀번호 찾기	비밀번호 찾기 성공 시	임시 비밀번호 발송 안내 메시지 출력
FR-603	이메일 찾기	이메일 찾기 성공 시	마스킹된 이메일 목록 출력
FR-601	회원가입	회원가입 완료 후	로그인 또는 메인 화면 이동
FR-601	회원가입	약관 미동의 시	다음 단계 진행 불가
FR-601	회원가입	인증 코드 인증 시	회원가입 완료
공통	-	뒤로가기 버튼 클릭 시	이전 단계로 이동
FR-607 UIR-601	계정 관리	GET /users/me{유효 토큰}	200 OK, 본인 프로필 반환
FR-607 UIR-6202	계정 관리	PATCH /users/me {nickname:"별돌이", birthday:2010-01-01, phone:"01012345678"}	200 OK, 변경 사항 DB 업데이트
FR-607 UIR-6202	계정관리	PATCH /users/me {nickname:"별돌이", birthday:2010-01-01, phone:"01012345678"}에서 닉네임이 다른 사용자와 중복되는 경우	409 Conflict, 에러메시지 출력
FR-607 UIR-6203	계정 관리	PATCH /users/me/password {current:"Aa123456!", new:"Bb234567!", confirm:"Bb234567!"}	200 OK, 비밀번호 변경 완료
FR-606	계정 인증	비밀번호 변경할 때 임시 비밀번호 혹은 현재 비밀번호가 불일치 하는 경우	401, "현재 비밀번호가 일치하지 않습니다" 에러 출력
FR-607 UIR-605	계정 관리	DELETE /users/me로 회원 탈퇴할 경우	204, 탈퇴한 계정으로 로그인 불가

FR-608	프로필 사진	프로필 사진 업로드 시	200 OK, 새로운 프로필 사진 생성
FR-608	프로필 사진	프로필 사진 업로드 할 때 파일 형식이 이미지가 아닐 경우	400, 지원하지 않는 파일 형식입니다. 에러 출력
FR-608	프로필 사진	용량을 초과하는 이미지 업로드 시	413, 파일이 너무 큽니다 에러 출력
FR-609 UIR-6103	개인 캘린더	캘린더 계획 생성	200 OK, 정상적으로 계획이 저장됨
FR-609	개인 캘린더	지난 날짜에 관측 계획을 생성할 경우	에러메시지 출력, 계획이 생성되지 않음
UIR-605	회원 탈퇴	회원 탈퇴 시	정상적으로 회원 탈퇴되고 로그인 페이지로 이동
UIR-6101	일정 상세 보기	관측 계획 조회	캘린더의 날짜 클릭 시 해당 날짜의 계획을 조회할 수 있음
FR-607 UIR-6202	계정 관리	사용자 정보 수정 시 필수 정보를 입력 안한 경우	에러 메시지 출력

4. 테스트 예외사항

4.1 중단 기준과 재개 조건

중단 기준	재개 조건
잘못된 테스트 케이스가 시스템에 과도한 부하를 주는 경우	<ul style="list-style-type: none"> 수정된 테스트 케이스를 재실행 전 검증 완료 시 신규 케이스 없이 이전 정상 케이스 다음부터 재개
시스템이 무한 루프(Infinite Loop)에 빠진 경우	<ul style="list-style-type: none"> 무한 루프 관련 버그가 수정되어 정상 종료 확인 시 모든 테스트 케이스를 처음부터 다시 수행
시스템 장애로 인해 사용자 입력을 받지 못하는 경우	<ul style="list-style-type: none"> 원인 분석 후 수정 완료 시 UI/서버가 정상 동작하여 모든 입력 인터랙션이 회복된 후 처음부터 재실행
네트워크 연결 불안정으로 API 호출 /데이터 송수신이 불가능한 경우	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크가 안정화되어 정상적으로 API 응답이 수신될 때 재시도(리트라이) 성공 시 해당 시나리오 재개
외부 의존 서비스(예: 기상청, Naver Map 등) 장애 발생	<ul style="list-style-type: none"> 외부 서비스가 정상화되어 재응답이 확인되면 장애 발생 이전까지 진행된 테스트 케이스 이후부터 재개
테스트 환경(예: 디바이스, 에뮬레이터) 충돌·오류 발생	<ul style="list-style-type: none"> 환경 초기화 후 정상 부팅 및 테스트 앱 실행 확인 시 테스트 환경 안정화가 완료되면 중단 시점 이후부터 재개

5. 테스트 환경

5.1 HW 테스트 환경 구성

H/W			
역할	제품내역		수량
	제품명	세부내역	
앱 테스트용 모바일 기기	Samsung Galaxy S21+	<ul style="list-style-type: none"> Android 15 (API 30) RAM 8 GB 저장공간 128 GB 	1
Android 에뮬레이터	미정	<ul style="list-style-type: none"> Android 15 (API 30) 가상 CPU 2코어 RAM 2 GB 	1
서버용 물리 머신	미정	<ul style="list-style-type: none"> vCPU 2개 RAM 8 GB 디스크 100 GB SSD OS: Ubuntu 22.04 LTS 	1
DB 서버 (NoSQL)	미정	<ul style="list-style-type: none"> vCPU 2개 RAM 4 GB Replica Set 구성 	1
DB 서버 (RDBMS)	미정	<ul style="list-style-type: none"> vCPU 1개 RAM 1 GB MySQL 8.0.x 	1
적도의식 망원경	(장비 자체)	<ul style="list-style-type: none"> 구경 최소 130 mm 초점비 f/5~f/7 RA/DEC 모터 드라이브 지원 	1
핸드폰 어댑터	(장비 자체)	<ul style="list-style-type: none"> 스마트폰 폭 55~85 mm 호환 망원경 접속부 1.25인치 표준 	1
쌍안경	(장비 자체)	<ul style="list-style-type: none"> 구경 50 mm 이상 배율 7~10배 시야각 6.5° 이상 삼각대 연결 가능 	1

5.2 SW 테스트 환경 구성

S/W		
구분	구성요소	제품내역
빌드 시스템	Gradle 플러그인 (Kotlin/JVM)	kotlin("jvm") version "1.9.22"
	Gradle 플러그인 (Kotlin/Spring)	kotlin("plugin.spring") version "1.9.22"
	Gradle 플러그인 (Spring Boot)	id("org.springframework.boot") version "3.4.3"
	Gradle 플러그인 (Spring Dependency)	id("io.spring.dependency-management") version "1.1.7"
	Gradle 플러그인 (Kotlin/JPA)	kotlin("plugin.jpa") version "1.9.25"
서버 공통	운영체제 (O/S)	Ubuntu 22.04 LTS
	네트워크	TCP / IP
	자바 런타임 (JDK)	OpenJDK 21
	코틀린 런타임 (Kotlin)	Kotlin 1.9.21
	소스/타겟 호환성	Java 21 (Source & Target Compatibility)
	Kotlin 컴파일 옵션	kotlinOptions.jvmTarget = "21", -Xjsr305=strict
	테스트 프레임워크	JUnit Jupiter (JUnit 5), Mockito, Spring Security Test
	CI/CD 도구	Jenkins LTS (예: 2.413.1)
애플리케이션 서버	프레임워크 (Spring Boot)	Spring Boot 3.4.3
	서블릿 컨테이너 (Servlet Container)	내장 Tomcat 10.1.14 (Spring Boot 기본 포함)
	WebFlux	spring-boot-starter-webflux
	Spring Data JPA	spring-boot-starter-data-jpa
	Spring Data MongoDB	spring-boot-starter-data-mongodb
	Spring JDBC	spring-boot-starter-jdbc
	Spring Security	spring-boot-starter-security
	OAuth2 Client	spring-boot-starter-oauth2-client
	Quartz Scheduler	spring-boot-starter-quartz
	Spring Cache	spring-boot-starter-cache
	Spring Data Redis (Reactive)	spring-boot-starter-data-redis-reactive
	JSON 처리 (Jackson Kotlin module)	jackson-module-kotlin:2.18.2
	Kotlin Coroutines (Reactor 확장)	kotlinx-coroutines-reactor, reactor-kotlin-extensions
	OpenAPI (SpringDoc)	springdoc-openapi-starter-webmvc-ui:2.7.0,springdoc

		-openapi-starter-webmvc-api:2.7.0
	Bean Validation	hibernate-validator:8.0.1.Final,jakarta.validation-api:3.0.2
	Lombok (Compile-Only)	org.projectlombok:lombok (annotationProcessor)
데이터베이스	MySQL Connector/J	com.mysql:mysql-connector-j (runtimeOnly)
	PostgreSQL JDBC Driver	org.postgresql:postgresql (runtimeOnly)
	Testcontainers (DB 테스트용)	testcontainers:mongodb, mysql, postgresql
	임베디드/인메모리 DB (테스트용)	H2 Database (com.h2database:h2:2.3.232)
JWT 라이브러리	JJWT (JWT 생성/검증)	io.jsonwebtoken:jjwt-api:0.12.3,jjwt-impl:0.12.3,jjwt-jackson:0.12.3
API 문서화	SpringDoc OpenAPI (Swagger UI)	springdoc-openapi-starter-webmvc-ui:2.7.0
빌드/배포	Docker / Docker Compose	Docker Engine 24.0.x, Docker Compose 1.29.x (또는 최신)
	Spring Boot Docker Compose Support	spring-boot-docker-compose (runtimeOnly)
테스트	Spring Boot Test	spring-boot-starter-test
	Testcontainers (통합 테스트)	spring-boot-testcontainers, org.testcontainers:junit-jupiter
	Reactor Test	io.projectreactor:reactor-test
	Kotlin Test JUnit5	org.jetbrains.kotlin:kotlin-test-junit5
	Kotlin Coroutines Test	org.jetbrains.kotlinx:kotlinx-coroutines-test
	Spring Security Test	org.springframework.security:spring-security-test
	Mockito Core / Mockito JUnit Jupiter	org.mockito:mockito-core:4.11.0,org.mockito:mockito-junit-jupiter:4.11.0
CI/CD 파일 프라인	Jenkins Pipeline (Jenkinsfile)	1) Git Checkout → 2) ./gradlew build → 3) docker build → 4) docker-compose up --build → 5) 통합 테스트 → 배포

6. 테스트

ID	테스트 설명	입력 값/ 시나리오	예상결과	수행여부	수행결과	결과	정정여부
UIR-100	관측 교육 프로그램 화면	천체관측 교육 프로그램 화면 로드	Live2D·별지도·오버레이 UI 통합 표시	Y	정상 동작	P	#N/A
UIR-101	교육 프로그램 화면 구성	교육프로그램 전용 화면 구성	통합 Compose 화면에서 Live2D + Stellarium 동시 출력	Y	정상 작동	P	#N/A
UIR-102	대화식 정보 제공	대화식 정보 제공	캐릭터가 단계별 시나리오에 맞춰 자연스럽게 설명	Y	정상 동작	P	#N/A
UIR-103	단계 전환	단계 전환 기능	"이전/다음" 버튼으로 단계 이동 가능	Y	정상 이동	P	#N/A
UIR-104	관측 교육 콘텐츠	관측 교육 콘텐츠 반영	시나리오에 따라 Stellarium 화면이 실시간으로 변화	Y	정상 반영	P	#N/A
UIR-105	피드백 입력 인터페이스	피드백 입력 인터페이스	학습 종료 후 별점·의견 입력 및 서버 전송	Y	정상 전송	P	#N/A
UIR-106	학습 자동 진행 제어	자동 진행 모드 토글	Auto ON → 자동 전환 / OFF → 수동 대기	Y	정상 작동	P	#N/A

FR-100	관측 교육 프로그램	관측 교육 프로그램 전체 실행	init → scenario → 종료까지 정상 동작	Y	정상 실행	P	#N/A
FR-101	단계별 학습	단계별 학습 기능	캐릭터 중심의 단계별 학습 진행	Y	정상 진행	P	#N/A
FR-102	교육 프로그램 선택	교육 프로그램 선택	사용자가 원하는 교육 선택 및 실행	Y	정상 선택	P	#N/A
FR-103	Live2D 연동 제어	Live2D 연동 제어	대사·표정이 정상 반영	Y	정상 반영	P	#N/A
FR-104	별지도 연동 제어	별지도(Stellarium) 제어	천체 이동, 시야 변경, 토클이 정상 작동	Y	정상 동작	P	#N/A
FR-105	가이드 건너뛰기	가이드 건너뛰기	Skip 시 다음 단계로 즉시 이동	Y	정상 동작	P	#N/A
FR-106	시야-대사 동기화	시야-대사 동기화	대사 출력과 시야 이동의 타이밍 일치	Y	정상 일치	P	#N/A
FR-107	자동 진행 제어 기능	자동 진행 제어 기능	AutoPlay=true → 자동 전환, false → 수동 전환	Y	정상 동작	P	#N/A
FR-108	확장성 확보	확장성 확보	JSON 구조 유지 상태에서 신규 콘텐츠 추가 가능	Y	정상 작동	P	#N/A
FR-201	친근한 디자인	showCharacter() 앱 실행 후 마스코트 캐릭터 표시	마스코트 캐릭터가 화면에 정상적으로 표시됨	Y	캐릭터가 정상적으로 렌더링되며 말풍선 UI도	P	#N/A

		여부 확인			정상적으로 노출됨		
FR-201	친근한 디자인	hideCharacter() 마스코트 숨김 기능 실행	캐릭터가 화면에서 사라지고 말풍선도 사라짐	Y	캐릭터와 말풍선이 동시에 제거됨	P	#N/A
FR-202	Live 2D	playMotion("Idle",0) Idle 모션 실행 시 캐릭터가 대기 동작 수행 여부 확인	캐릭터가 Idle 상태로 자연스럽게	Y	Idle 모션이 자연스럽게 반복 재생되며 프레임 드랍이나 지연 없음	P	#N/A
FR-203	동작 표현	playMotion("Happy",0) Happy 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 웃는 표정과 함께 Happy 모션 출력	Y	Happy 모션이 정상 재생됨	P	#N/A
FR-203	동작 표현	playMotion("Sad",0) Sad 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 우는 표정과 함께 슬픔 모션 출력	Y	Sad 모션이 정상 재생됨	P	#N/A
FR-203	동작 표현	playMotion("Angryy",0) Angry 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 화난 표정과 함께 화남 모션 출력	Y	Angry 모션이 정상 재생됨	P	#N/A
FR-203	동작 표현	playMotion("Her",0) Her 모션 실행 시 감정 표현 확인	캐릭터가 엉뚱한 표정과 함께 황당 모션 출력	Y	Her 모션이 정상 재생됨.	P	#N/A
FR-204	말풍선 UI	CharacterSpeechBubble(text) 텍스트 입력 후 말풍선 출력 확인	입력된 텍스트가 말풍선에 정상적으로 표시됨	Y	입력 텍스트가 실시간 반영되고 줄바꿈, 정렬	P	#N/A

					모두 정상 작동함		
UIR-201	위치 조정	controller.moveBy() 캐릭터를 X/Y축으로 이동	지정한 위치로 캐릭터가 이동함	Y	화면 내에서 캐릭터가 자연스럽게 이동함	P	#N/A
UIR-202	크기 조정	controller.setSize() 캐릭터 크기 조정 기능 확인	비율 유지된 채 크기가 정상 조정됨	Y	비율이 무너지지 않고 크기가 정상 변경되면 UI 레이아웃도 정상 유지됨	P	#N/A
UIR-204	텍스트 가독성	controller.showSpeech() 긴 문장 입력 시 가독성 테스트	말풍선 내 텍스트가 자동 줄바꿈되어 읽기 쉬움	Y	긴 문장도 말풍선 영역에 자동 줄바꿈되어 깨짐 없이 출력됨	P	#N/A
UIR-205	터치 간섭 금지	UI 터치 이벤트 캐릭터 외 UI 버튼 터치 테스트	캐릭터 영역 외 터치 시 다른 UI 정상 작동	Y	캐릭터 주변으로 조금의 영역은 터치가 불가능함.	F	#N/A
UIR-301	별지도 화면 구성	별자리와 주요 천체가 시각적으로 구분되어 표시되는지 확인	별자리 선과 항성이 명확히 구분되어 표시됨	Y	실제 렌더링 화면에서 구분 확인	P	#N/A
UIR-302	가이드 연동 시야	교육 가이드 진행 시 시야 자동 이동 테스트	가이드 단계에 맞춰 시야가 자동 이동	Y	StellariumController를 통한 시야 이동 정상 작동	P	#N/A
UIR-303	천체 선택 정보 표시	천체 터치 시 이름·밝기·거리 정보 표시 확인	선택 천체의 기본 정보 팝업 표시	Y	팝업 정상 출력 및 데이터 정확	P	#N/A
UIR-304	저휘도	다크테마 적용 상태에서 시각적 검증	어두운 배경과 명암비가 적절히 유지됨	Y	저휘도 모드 정상 동작	P	#N/A
UIR-305	글꼴 크기 조정	줌 인/아웃 시 텍스트 크기 유지	모든 텍스트가 고정 크기(14sp)로	Y	확대/축소 후에도 크기	P	#N/A

		여부 확인	유지		동일		
UIR-306	적경·적위 격자 표시	적경·적위 격자 On/Off 토글 테스트	격자 토글 시 표시/숨김 전환됨	Y	정상 작동	P	#N/A
UIR-307	방위각·고도 격자 표시	방위각·고도 격자 표시 토글 테스트	격자 표시 및 숨김 정상 동작	Y	정상 작동	P	#N/A
UIR-308	동서남북 방향 표시	별지도에 N/E/S/W 방향 표시 확인	화면 상단에 방향 텍스트 표시	Y	올바른 방향 표시 확인	P	#N/A
UIR-309	별자리 선 토글	별자리 선 토글 기능 테스트	연결선 표시/숨김 전환됨	Y	정상 작동	P	#N/A
UIR-310	별자리 그림 토글	별자리 그림 토글 기능 테스트	그림 이미지 표시/숨김 가능	Y	정상 작동	P	#N/A
UIR-311	대기 효과 토글	대기 효과 On/Off 테스트	Atmosphere 렌더링 효과 변경 확인	Y	색상 변화 정상 반영	P	#N/A
UIR-312	심천체 표시 옵션	심천체 표시 옵션 테스트	은하·성운·성단 표시 여부 제어 가능	Y	설정에 따라 표시 정상	P	#N/A
UIR-313	관측 위치 조정	관측 위치 직접 입력 및 지도 수정 테스트	위도·경도 입력 시 시야 재설정	Y	위치 반영 정상	P	#N/A
UIR-314	시선 트래킹 토글	시선 트래킹 기능 활성화 테스트	자이로센서 입력에 따라 시야 이동	Y	실시간 추적 정상	P	#N/A
UIR-315	시간 조정 인터페이스	시간 변경 UI 작동 테스트	시간 변경 시 하늘 상태 갱신	Y	해당 시점의 별자리 렌더링	P	#N/A

UIR-316	천체 상세보기 인터페이스	천체 상세보기 인터페이스 표시 확인	상세 정보 및 교육 콘텐츠 표시	Y	정보 표시 정확	P	#N/A
FR-301	3D 별지도 렌더링	구면좌표 기반 별자리·격자 렌더링 확인	별자리와 격자가 구면상에 정확히 표시됨	Y	시각 정합성 확보	P	#N/A
FR-302	센서 기반 정합	센서 정합성 검증 (자이로/GPS 연동)	기기 방향과 시야 방향 일치	Y	실시간 동기화 정상	P	#N/A
FR-303	천체 선택 처리	천체 터치 인식 정확도 테스트	터치 좌표의 천체 식별 정확	Y	$\pm 1^\circ$ 이내 정합	P	#N/A
FR-304	정합성 검증	렌더링 위치 오차 검증	실제 별자리 위치와 비교 시 오차 $\pm 1^\circ$ 이내	Y	정합성 확보	P	#N/A
FR-305	관측 위치 재설정	관측 위치 변경 처리	위도·경도 변경 시 천구 중심 재계산	Y	재설정 정상 반영	P	#N/A
FR-306	천구 경사 보정	천구 경사 보정 기능 검증	위도 변화에 따른 기울기 반영	Y	정확한 보정 확인	P	#N/A
FR-307	천체 검색 기능	천체 검색 기능 테스트	입력된 천체명으로 좌표 탐색 및 이동	Y	좌표 계산 정확	P	#N/A
FR-308	핀치 줌 제스처	핀치 줌 제스처 테스트	두 손가락으로 확대/축소 부드럽게 동작	Y	FPS 유지, 자연스러움	P	#N/A
FR-309	시간 변경 처리	시간 변경 처리 검증	시간 변경 시 천체 위치 재계산	Y	즉시 반영	P	#N/A
FR-310	별 등급 필터링	별 등급 필터링 기능 테스트	6등성 이하 별만 표시	Y	필터 정상 작동	P	#N/A
FR-311	대기효과 렌더링	대기효과 렌더링 검증	Atmosphere On/Off 시 셰이더 변화	Y	시각적 효과 확인	P	#N/A

FR-312	심천체 렌더링	심천체 렌더링 검증	은하·성단·성운 렌더링 정상	Y	DSO 데이터 반영 정상	P	#N/A
FR-313	시선 트래킹 처리	시선 트래킹 처리 검증	자이로센서 값에 따라 View Matrix 갱신	Y	실시간 반응	P	#N/A
FR-314	천체 고정 기능	천체 고정(Pin) 기능 테스트	선택 천체가 화면 중앙 유지	Y	정상 고정	P	#N/A
FR-315	천체 출목 시각 계산	천체 출몰 시각 계산 테스트	관측 위치·시간 기준으로 Rise/Set 계산	Y	결과 정확	P	#N/A
FR-316	렌더링 주기 동기화	렌더링 주기 동기화 테스트	30Hz 주기로 센서/렌더링 동기화	Y	부드러운 시야 유지	P	#N/A
FR-403 UIR-4102	기상청 API 호출 관측지 날씨 확인	GET /weather/ForecastData?lat=36.5&lon=125.5	200 OK, 초단기, 단기, 중기 예보, 관측적합도 반환	Y	해당 경도/위도의 날씨 데이터를 보여줌	P	#N/A
FR-403	기상청 API 호출	GET /weather/ForecastData?lat=1234.5 &lon=1234.5 범위 밖 위도/경도 입력	위도 경도가 범위를 벗어나 418 I'm a Teapot, 에러 메시지 출력	Y	한국 내 좌표만 지원합니다. (위도: 33.0~38.7, 경도: 124.0 ~ 132.0) 출력	P	#N/A
FR-405	기상 정보 최산화	GET /weather/ForecastData?lat=37.566 5&lon=126.9 780했는데 기상청 API에서 타임아웃이 났을 때	502 에러, 서비스 정의 에러, 재시도 가이드	Y	500 에러 출력, 서버에서 에러가 났다고 알려줌	P	#N/A
FR-402 UIR-401	관측 장소 제공 지도	GET /observation-sites?keyword=산	200 OK, '산'이라는 키워드 포함하는 관측지 반환	Y	200 OK, 보현산, 설악산을 반환해줌	P	#N/A

FR-402	관측 장소 제공	관측지 상세 조회시	200 OK, 이름/위·경도 반환, 해당 위·경도의 날씨 데이터 반환	Y	해당 관측지에 대한 상세한 정보를 볼 수 있음	P	#N/A
FR-402 UIR-4103	관측 장소 제공 관측지 관련 후기 네비게이션	관측지 상세 조회시	해당 관측지의 관측 후기 게시글을 리스트로 보여줌	Y	해당 관측지의 게시글을 확인할 수 있음	P	#N/A
UIR-401	지도	임의의 장소 클릭 시	그 장소의 주소, 위도, 경도, 날씨 데이터를 반환	Y	선택한 장소의 정보를 확인할 수 있음	P	#N/A
UIR-402	현재 위치	현재 위치 버튼 클릭 시	지도 상 현재 위치가 마커로 클릭됨	Y	마커로 현재 위치 표시됨	P	#N/A
UIR-402	현재 위치	GPS 약관 동의를 하지 않고 현재 위치 버튼 클릭 시	GPS 설정 동의를 해야한다는 메시지 출력	Y	정상적으로 출력됨	P	#N/A
UIR-403	광공해 오버레이	광공해 오버레이 버튼 클릭 시	지도에 광공해가 오버레이 됨	Y	광공해 지수를 확인할 수 있음	P	#N/A
FR-501 UIR-5100	게시물 작성 및 공유 게시글 작성 화면	POST /community/FREE/posts 자유게시글 작성	200 OK, DB 저장, 게시글 id 반환	Y	제목과 내용을 입력하고, 정상적으로 작성됨	P	#N/A
FR-502 UIR-503	게시물 조회 게시판 목록	GET /community/Review/posts?page=0&size=10 관측 후기 게시글 목록 조회	200 OK, 제목, 내용, 조회수, 리뷰수 등 반환	Y	페이지에 따른 게시글 수 변경 가능, 모든 항목 정상반환	P	#N/A

FR-504	좋아요/평점	POST /community/posts/{postId}/likes 게시글 좋아요.	200 OK, likeCount = +1, liked=true	Y	liked=false 상태일 때 좋아요, true일 때 취소 정상 작동	P	#N/A
FR-503	댓글 작성 및 관리	POST /community/posts/{postId}/comments {content:"댓글123123", parentId:0} 게시글에 댓글 작성	201 Created, 댓글 저장, 게시글 commentCount +1	Y	댓글 저장되고, 댓글 수 1 증가	P	#N/A
FR-503	댓글 작성 및 관리	작성자가 본인의 댓글을 삭제한 경우	204, 게시글 commentCount -1	Y	204, 댓글이 삭제되었습니다. 에러 출력	P	#N/A
FR-501 UIR-5101	게시물 작성 및 공유 입력 항목	게시글을 작성할 때 제목, 내용 등의 필수 값이 누락되었을 경우	400 Bad Request, 제목은 필수 항목입니다. 메시지 출력	Y	400 Bad Request와 에러 메시지 정상 출력	P	#N/A
FR-501	게시물 작성 및 공유	게시글 작성할 때 이미지 업로드 시 파일 형식이 이미지가 아닐 경우	413, 에러 메시지 출력, 이미지 업로드 되지 않음	Y	이미지 업로드 되지 않음	P	#N/A
FR-502 UIR-503	게시물 조회	관측 후기글에서 조회순으로 정렬 할 경우	조회수 높은 순으로 리스트로 반환함	Y	조회수 높은순으로 게시글을 보여줌	P	#N/A
FR-504	좋아요/평점	자신의 글에 좋아요를 할 경우	좋아요 +1이 올라감	Y	좋아요 반영이 됨	P	#N/A
FR-504	좋아요/평점	자신의 교육 프로그램 글에 피드백을 남길 경우	400, 에러 출력	Y	자신이 작성한 글에 피드백을 남길 수 없다고 에러 출력	P	#N/A
FR-503	댓글 작성 및	다른 사용자의 댓글을 삭제할	에러 메시지 출력, 삭제 되지 않음	Y	삭제되지 않음	P	#N/A

	관리	경우					
FR-504 UIR-5203	좋아요/평점 댓글/좋아요	좋아요 누른 게시글에 다시 좋아요를 누를 경우	토글 형식이라 좋아요 취소	Y	좋아요 수 -1 되고 좋아요 취소됨	P	#N/A
FR-503	댓글 작성 및 관리	대댓글 작성 시	댓글 아래 대댓글이 달림	Y	댓글 아래 대댓글 생성	P	#N/A
FR-502 UIR-5202	게시물 조회 게시글 상세 보기	게시글 상세 조회 시	세부 내용을 확인할 수 있음	Y	관측대상, 관측지, 내용 등 상세 정보 확인 가능	P	#N/A
FR-501	게시물 작성 및 공유	다른 사용자의 게시글을 삭제/수정 할 시	400, 에러 메시지 출력	Y	자신이 쓴 글 외의 글은 삭제/수정되지 않음	P	#N/A
FR-601, UIR-6304	회원가입	POST /auth/signup{"email": " test@naver.com ", "password": "ab1234!!", "passwordConfirm": "ab1234!!", "name": "홍길동", "phone": "01012345678", "nickname": "관측러", "birthdate": "2010-01-01"}	200 Created, 인증 메일 발송	Y	인증 메일 발송됨	P	#N/A
FR-601	회원가입	GET /auth/verify-email?token=<token> 또는 인증 메일 링크 클릭	200 OK, emailVerified=true, 성공 페이지 출력	Y	인증 성공 페이지 출력	P	#N/A

FR-601	회원가입	이미 가입된 이메일로 회원가입 시도	409 Conflict, "이미 사용 중인 이메일입니다."	Y	409 Conflict	P	#N/A
FR-602, UIR-6301	로그인	POST /auth/login{"email": " test@naver.com ", "password": "ab1234!!!"}	200 OK, Access Token 발급	Y	токен 정상 발급	P	#N/A
FR-602, UIR-6301	로그인	잘못된 비밀번호로 로그인 시도	401 Unauthorized, 오류 메시지 출력	Y	"이메일 또는 비밀번호가 일치하지 않습니다."	P	#N/A
FR-605	자동 로그인	만료된 Refresh Token으로 접속 시도	401 Unauthorized, "만료된 토큰입니다."	Y	에러 메시지 출력	P	#N/A
FR-601	회원가입	회원가입 시 이메일 중복체크 기능 확인	중복 시 409 Conflict, 오류 메시지 출력	Y	오류 메시지 출력	P	#N/A
FR-601	회원가입	비밀번호 규칙 미준수(ex. "abcd")	400 Bad Request, 형식 오류 메시지 출력	Y	오류 메시지 출력	P	#N/A
FR-601, UIR-6305	회원가입	필수 약관 미동의 상태에서 회원가입 시도	요청 차단(프론트), 서버 요청 없음	Y	ViewModel 차단 확인	P	#N/A
FR-602	로그인	이메일 인증되지 않은 계정으로 로그인 시도	403 Forbidden, 인증 요청 메시지 출력	Y	인증 필요 메시지 출력	P	#N/A
FR-602	로그인	존재하지 않는 계정으로 로그인 시도	404 Not Found	Y	에러 메시지 출력	P	#N/A
FR-603,	이메일 찾기	이름,전화번호로 이메일 찾기	가입된 이메일(마스킹 처리) 반환	Y	이메일 노출 확인	P	#N/A

UIR-6303		요청					
FR-603	이메일 찾기	잘못된 정보로 이메일 찾기 요청	404 Not Found, 오류 메시지 출력	Y	오류 메시지 출력	P	#N/A
FR-604, UIR-6302	비밀번호 찾기	이름·전화번호 일치 시 비밀번호 재설정 요청	200 OK, 임시 비밀번호 메일 발송	Y	메일 발송 확인	P	#N/A
FR-604	비밀번호 찾기	정보 불일치 시 비밀번호 재설정 시도	404 Not Found, 오류 메시지 출력	Y	오류 메시지 출력	P	#N/A
FR-605	자동 로그인	유효한 Refresh Token으로 앱 재실행	자동 로그인 성공, 토큰 재발급	Y	로그인 상태 유지	P	#N/A
FR-605	자동 로그인	Refresh Token 만료 후 앱 재실행	자동 로그인 실패, 로그인 화면 이동	Y	재로그인 유도	P	#N/A
FR-602	로그인	로그인 실패 시	에러 메시지 출력	Y	오류 메시지 출력	P	#N/A
FR-604	비밀번호 찾기	비밀번호 찾기 성공 시	임시 비밀번호 발송 안내 메시지 출력	Y	정상 출력	P	#N/A
FR-603	이메일 찾기	이메일 찾기 성공 시	마스킹된 이메일 목록 출력	Y	정상 출력	P	#N/A
FR-601	회원가입	회원가입 완료 후	로그인 또는 메인 화면 이동	Y	정상 이동	P	#N/A
FR-601	회원가입	약관 미동의 시	다음 단계 진행 불가	Y	버튼 비활성화 확인	P	#N/A
FR-601	회원가입	인증 코드 인증 시	회원가입 완료	Y	정상 처리	P	#N/A
공통	-	뒤로가기 버튼 클릭 시	이전 단계로 이동	Y	정상 이동	P	#N/A
FR-607 UIR-601	계정 관리	GET /users/me{유효 토큰}	200 OK, 본인 프로필 반환	Y	200 OK, 로그인 된 사용자의	P	#N/A

					프로필이 출력됨		
FR-607 UIR-6202	계정 관리	PATCH /users/me {nickname:"별돌이", birthday:2010-01-01, phone:"01012345678"}	200 OK, 변경 사항 DB 업데이트	Y	200 OK, 내정보 조회 시 변경사항 업데이트 확인	P	#N/A
FR-607 UIR-6202	계정관리	PATCH /users/me {nickname:"별돌이", birthday:2010-01-01, phone:"01012345678"} 에서 닉네임이 다른 사용자와 중복되는 경우	409 Conflict, 에러메시지 출력	Y	409 Conflict, "이미 사용중인 닉네임입니다" 출력	P	#N/A
FR-607 UIR-6203	계정 관리	PATCH /users/me/password {current:"Aa123456!", new:"Bb234567!", confirm:"Bb234567!"}	200 OK, 비밀번호 변경 완료	Y	200 OK, DB에 비밀번호 해시 갱신됨	P	#N/A
FR-606	계정 인증	비밀번호 변경할 때 임시 비밀번호 혹은 현재 비밀번호가 불일치 하는 경우	401, "현재 비밀번호가 일치하지 않습니다" 에러 출력	Y	401, 에러 메시지 출력됨	P	#N/A
FR-607 UIR-605	계정 관리	DELETE /users/me로 회원 탈퇴할 경우	204, 탈퇴한 계정으로 로그인 불가	Y	204, 정상적으로 회원 탈퇴 후 첫 화면으로 이동	P	#N/A
FR-608	프로필 사진	프로필 사진 업로드 시	200 OK, 새로운 프로필 사진 생성	Y	프로필 사진 정상적으로 업로드 됨	P	#N/A
FR-608	프로필 사진	프로필 사진 업로드 할 때 파일 형식이 이미지가 아닐 경우	400, 지원하지 않는 파일 형식 입니다. 에러 출력	Y	에러 메시지 출력되면서 업로드 되지 않음	P	#N/A
FR-608	프로필 사진	용량을 초과하는 이미지 업로드	413, 파일이 너무 큽니다 에러	Y	파일이 업로드 되지 않음	P	#N/A

		시	출력				
FR-609 UIR-6103	개인 캘린더	캘린더 계획 생성	200 OK, 정상적으로 계획이 저장됨	Y	새로운 관측 계획 생성	P	#N/A
FR-609	개인 캘린더	지난 날짜에 관측 계획을 생성할 경우	에러메시지 출력, 계획이 생성되지 않음	Y	계획 생성이 되지 않음	P	#N/A
UIR-605	회원 탈퇴	회원 탈퇴 시	정상적으로 회원 탈퇴되고 로그인 페이지로 이동	Y	회원 탈퇴가 정상적으로 이루어짐	P	#N/A
UIR-6101	일정 상세 보기	관측 계획 조회	캘린더의 날짜 클릭 시 해당 날짜의 계획을 조회할 수 있음	Y	해당 날짜의 관측 계획 상세 조회 가능	P	#N/A
FR-607 UIR-6202	계정 관리	사용자 정보 수정 시 필수 정보를 입력 안한 경우	에러 메시지 출력	Y	에러 메시지 출력되고, 필수 입력해야함	P	#N/A

7. 부록

“해당 없음”