



GenRoom AI

System Test Plan(STP)

과목명: 졸업 프로젝트
팀원 : 안재민, 김인교, 노을영
담당교수: 유준범
제출일: 2026.05.26
버전: 2.0

Contents

1. Test Plan Identifier
2. Introduction
3. Test Items
4. Features to be Tested
 - 4.1. (3.2.1 FR-1) Input Module
 - 4.2. (3.2.2 FR-2) Positioning Module
 - 4.3. (3.2.3 FR-3) 3D Modeling Module
 - 4.4. (3.2.4 FR-4) Generation Module
 - 4.5. (3.3 ~ 3.5) Non-Funtional Requirements, Design Constraints
5. Features not to be Tested
6. Approach
7. Item Pass/Fail Criteria
8. Suspension Criteria and Resumption Requirements
 - 8.1. 중단 기준
 - 8.2. 재개 요건
9. Test Deliverables
10. Testing Tasks
11. Environmental Needs
12. Responsibilities
13. Staffing and Training Needs
14. Schedule
15. Risks and Contingencies
16. Approvals
17. Appendix-A. Test Case Specification
18. Appendix-B. Traceability Matrix Table

1. Test Plan Identifier

본 문서의 고유 식별 번호는 **STP-GenRoomAI-V2.0**입니다. 본 계획서는 GenRoom AI의 Software Requirements Specification(SRS) v1.0의 아키텍처 및 제약 조건을 엄격히 준수하여 작성되었습니다.

2. Introduction

본 소프트웨어 테스트 계획서(STP)는 'GenRoom AI' 시스템의 검증 및 확인(V&V)을 위한 범위, 접근 방식, 리소스, 일정 및 품질 경계를 규정합니다. GenRoom AI는 사용자의 자연어 입력을 해석하여 방의 내부 배치를 자동으로 계산하고, 최적화된 3D Mesh를 생성하며, Unity 엔진 환경 내에 완전히 렌더링된 방을 생성하는 시스템입니다.

본 검증 계획의 핵심은 Input Module, Positioning Module, 3D Modeling Module, Generation Module 등 독립적인 4개 모듈이 정형화된 JSON 포맷을 통해 상호 간섭 없이 데이터를 원활하게 연동하는지 확인하고, 후처리 알고리즘이 AI가 산출한 좌표 이상치 및 Mesh 결함을 효과적으로 보정하는지 검증하는 데 있습니다.

- 참조 문서:
 - GenRoom AI Software Requirements Specification(SRS) v1.0
 - IEEE Std 829-1998 Standard for Software Test Documentation

3. Test Items

다음 구성 요소, 데이터 인터페이스 명세 및 통합 빌드가 대상 항목으로 지정되어 검증을 받게 됩니다.

항목 ID	Test Items	구현 환경 / 언어	세부 설명
TI-01	Input Module	Python	User의 자연어 입력을 받아오고 예외 처리 및 정형화된 JSON 형식을 전처리하는 모듈입니다.
TI-02	Positioning Module	Python	방 배치 AI가 제시한 가구 좌표의 이상치를 판단하고, Collision 처리 및 벽면 밀착 보정을 수행하는 모듈입니다.
TI-03	3D Modeling Module	Python	3D Mesh 생성 AI를 가동하여 모델을 산출하고, Bounding Box(BB) 스케일 및 방향 적합성을 검증·보정하는 모듈입니다.

항목 ID	Test Items	구현 환경 / 언어	세부 설명
TI-04	Generation Module	Unity / C#	각 Module 결과물을 통합하여 Unity 환경 내에 가구들을 오차 없이 배치하고 최종 방을 렌더링하여 사용자에게 출력하는 모듈입니다.
TI-05	Data 명세서 인터페이스 (SI-1, SI-2, SI-3)	Json 파일 (UTF-8)	각 Module 간 상호 간섭을 최소화하기 위해 데이터를 교환하는 정형화된 Json 포맷 파일 인터페이스입니다.

4. Features to be Tested

SRS 요구사항 정의서에 명시된 기능 요구사항(Functional Requirement)의 개별 넘버링 항목들을 모듈 단위로 완전히 분할된 독립 테이블 구조로 구성하여 가독성과 추적성을 확보합니다.

4.1 FR-1 Input Module

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-1.1	자연어 입력 수집	웹 UI(UI-1.2) 입력창을 통해 자연어 형태의 방 생성 요청이 정상적으로 수신되는지 확인합니다. Enter 또는 동등한 제출 동작으로 레이아웃 생성이 요청되며, 제출 시 입력창이 비활성화되는지 검증합니다.
FR-1.2	입력 유효성 검증	빈 문자열, 공백만으로 구성된 입력, LLM 처리 후에도 SI-1 필수 필드(room_type, room_size, atmosphere)를 유효한 JSON 값으로 정의할 수 없는 입력에 대해 시스템이 Crash되지 않고 입력창을 재활성화하여 재입력을 유도하는지 검증합니다.
FR-1.3	LLM 메타데이터 추출	사용자가 입력한 일반 텍스트를 LLM으로 전달하여 SI-1에 해당하는 JSON 데이터(room_type, room_size, atmosphere, furniture_number 등)로 변환되는지 확인합니다.

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-1.4	LLM API 통신·오류 처리	LLM API(Gemini API 등) 호출 시 네트워크 타임아웃, Quota 초과, 응답 파싱 실패가 발생해도 시스템이 중단되지 않고 오류 메시지를 UI에 출력하며 재입력을 유도하는지 검증합니다.
FR-1.5	SI-1 정합성 검증	LLM 출력으로 구성된 SI-1에 대해 room_type(비어 있지 않은 string), room_size(0보다 큰 number), atmosphere(비어 있지 않은 string) 타입·값 검증이 수행되며, 검증 실패 시 FR-1.2와 동일한 오류 처리가 이루어지는지 확인합니다.
FR-1.6	JSON 파일 저장	검증된 SI-1이 로컬 JSON 파일(genroom_si1.json)로 UTF-8 형식에 맞게 정상 저장되는지 확인합니다. 저장 성공 시 Positioning Module 처리가 트리거되는지 검증합니다.
FR-1.7	Positioning 및 Modeling 과정 UI 표시	Positioning Module 및 3D Modeling Module의 진행 과정이 웹 UI(UI-1.4, UI-1.5 등)에 표시되며, Positioning 완료 후 SI-2 형식의 레이아웃 JSON이 읽기 전용 영역에 pretty-print로 출력되는지 확인합니다.
FR-1.8	3D 생성 단계 전환	레이아웃 JSON 표시 완료 후 「3D 모델 생성」 버튼(UI-1.5) 클릭 시 Generation Stage(UI-S2)로 전환되고 3D Modeling Module 처리가 시작되는지 검증합니다.

4.2 FR-2 Positioning Module

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-2.1	배치 JSON 생성	SI-1과 사용자 프롬프트를 바탕으로 가구 objects[] 초안 JSON이 생성되는지 확인합니다. ReSpace 등 Positioning 엔진을 통해 SI-2 스키마를 만족하는 출력이 생성되며, 외부 좌표 JSON 입력 시에도 FR-2.2~2.6 보정 파이프라인이 동일하게 적용되는지 검증합니다.

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-2.2	벽면 밀착 (Wall Attachment)	모든 가구의 Bounding Box 한 면이 방 벽에 밀착되도록 position 이 조정되는지 확인합니다. 가구가 바닥·벽면을 관통하는 이상치가 없으며, X·Y·Z 축 4개 벽면 중 가장 가까운 벽면에 스냅 정착되는지 검증합니다.
FR-2.3	Collision 검출 및 위치 재조정	두 가구 Bounding Box 의 부피적 겹침(overlap > 0)이 감지되면 위치 재조정이 수행되는지 확인합니다. Edge Contact (면만 접촉, overlap = 0)는 허용되며, 재조정 후에도 FR-2.2 벽면 밀착이 유지되는지 검증합니다.
FR-2.4	Collision 반복 제한	Collision 해소 시도가 object 당 또는 전역 기준 최대 5회로 제한되는지 확인합니다. 5회 초과 시 배치 가능한 object 만 SI-2 에 포함되고, 미배치 항목에 대한 오류 메시지가 출력되며 무한 루프(Freeze)에 빠지지 않는지 검증합니다.
FR-2.5	방 크기 대비 과대 가구 처리	object Bounding Box 가 room_size 내에 들어오지 않을 때 FR-2.3 재배치 로직이 수행되는지 확인합니다. 재배치 5회 후에도 배치 불가 시 오류 메시지 출력 후 프로세스가 중단되고 Input Module 로 복귀하여 재입력이 가능한지 검증합니다.
FR-2.6	가구 수 확정 및 미배치 로그	Positioning Module 이 최종 furniture_number 와 objects[] 를 확정하는지 확인합니다. furniture_number (목표 가구 수)와 objects.length (실제 가구 수) 차이가 있을 때 미배치 로그가 출력되는지 검증합니다.
FR-2.7	SI-2 스키마 필드 생성	SI-2 필수 필드가 규칙에 맞게 생성되는지 확인합니다. objects[].id(obj_1, obj_2, ...) , name , category , position (BB 중심), rotation (Euler degree, Y-up), scale (BB 크기, m), bounding_box.size(=scale) 규칙 준수 여부를 검증합니다.
FR-2.8	SI-2 JSON 파일 저장	SI-1 필드를 유지한 채 FR-2.7 에 따라 생성된 스키마 필드를 추가·갱신하여 genroom_si2.json 에 정상 저장(덮어쓰기)되는지 확인합니다. 기존 JSON 구조가 파괴되지 않고 UTF-8 인코딩이 유지되는지 검증합니다.

4.3 FR-3 3D Modeling Module

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-3.1	3D Mesh 생성 프롬프트 작성	SI-2의 atmosphere, objects.name, objects.category를 바탕으로 object별 Text-to-3D 프롬프트가 LLM을 통해 작성되는지 확인합니다. 모든 가구에 대해 atmosphere 기반 일관성이 보장되도록 명시되는지 검증합니다.
FR-3.2	Mesh AI 호출 및 병렬 생성	3D Mesh AI API(Tripo API 등)를 통해 object별 Mesh가 생성되는지 확인합니다. object별 요청이 순차가 아닌 병렬로 제출되며, GLB 형식으로 {GENROOM_DATA_DIR}/meshes/{id}_{name}.glb 경로에 저장되는지 검증합니다.
FR-3.3	Mesh 생성 실패 시 재요청	Mesh 생성 실패 시 1회 재요청이 수행되는지 확인합니다. 재실패 시 단순 큐브 Mesh(placeholder)로 대체되며, 사용자에게 placeholder로 대체되었음을 오류 메시지로 알리는지 검증합니다. 전체 파이프라인이 중단(Crash)되지 않는지 확인합니다.
FR-3.4	Mesh 방향 검증	Python Trimesh 라이브러리를 통해 생성된 3D 모델의 방향이 category별 자세 규칙과 일치하도록 rotation이 수정되는지 확인합니다. L자형(좌판 +Y), 상판형(상면 +Y), 박스형(밀도 최고 평면=바닥·뒷면), generic(up-axis $\pm 15^\circ$ 이내) 규칙 준수 여부를 검증합니다.
FR-3.5	SI-3 JSON 파일 저장	SI-2를 유지하고 mesh_file 필드(path, format, is_default)를 추가하여 genroom_si3.json에 정상 저장되는지 확인합니다. mesh_file.path, format(glb), is_default 값이 올바르게 기록되는지 검증합니다.
FR-3.6	3D 생성 진행 UI 갱신	Generation Stage(UI-S2)에서 3D Modeling 진행 상황이 표시되는지 확인합니다. 수평 progress bar(0~100%), 「N / M 모델 생성 완료」 텍스트, UI-2.1 진행 제목이 완료된 가구 수 기준으로 갱신되는지 검증합니다.

4.4 FR-4 Generation Module

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
FR-4.1	Modeling 완료 후 Unity 자동 실행	3D Modeling Module 완료 시 웹 UI에 「Modeling module에서 생성이 완료되면 씬을 실행합니다」 (또는 동등 문구)가 출력되고, Unity Engine이 자동 실행되는지 확인합니다. {GENROOM_DATA_DIR}/genroom_si3.json 및 meshes/를 읽어 후속 처리가 시작되는지 검증합니다.
FR-4.2	SI-3 로드 및 씬 구성	genroom_si3.json을 파싱하여 Unity 씬 구성이 시작되는지 확인합니다. JSON 내부 변수 수치가 유실 없이 로드되며 씬 구성 파이프라인이 정상 트리거되는지 검증합니다.
FR-4.3	방 셸 생성	room_size 기준으로 방 구조물이 생성되는지 확인합니다. 바닥 + 4면 벽이 생성되고 천장은 생성되지 않으며(DC-10.4), room_size 축 정의(x=width, y=height, z=depth)에 맞게 구성되는지 검증합니다.
FR-4.4	가구 Mesh 배치	SI-3 각 object의 Mesh가 position, rotation, scale 수치에 맞게 Unity 씬에 배치되는지 확인합니다. JSON 좌표와 Mesh가 1:1 매칭되어 오차 없이 배치되는지 검증합니다.
FR-4.5	Mesh import 재시도 및 placeholder	최종 배치 단계에서 Mesh import 실패 시 최대 3회 재시도가 수행되는지 확인합니다. 3회 실패 시 cube placeholder로 대체되며, 시스템이 Crash 없이 복구되는지 검증합니다.
FR-4.6	최종 3D 방 표시	완성된 3D 방이 Unity Scene View 또는 Game View에서 즉시 확인 가능한지 확인합니다. 방 셸·가구가 표시되며, 가구 간 물리적 간섭(메쉬 뚫림, 공중 부양 등)이 없는 상태로 안정 출력되는지 검증합니다. 카메라·조명은 기본 씬 설정을 사용하는지 확인합니다.

4.5 비기능 임계 성능 및 시스템 제약 조건

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
PR-1	Input Module 응답 시간	프롬프트 제출부터 genroom_si1.json 저장 완료까지 SI-1 생성이 30초 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-2	Positioning Module 응답 시간	SI-1 로드부터 genroom_si2.json 저장 완료까지 SI-2 생성(Collision 반복 FR-2.4 포함)이 5분 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-3	3D Mesh 개별 생성 시간	Tripo API 1 object당 API task 생성부터 GLB 저장 완료까지 3분 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-4	3D Mesh 전체 병렬 생성 시간	첫 API 병렬 요청부터 마지막 object SI-3 반영까지 전체 object set이 5분 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-5	Trimesh 방향 검증 시간	object당 GLB 로드부터 rotation 보정값 확정까지 5초 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-6	Generation Module 응답 시간	SI-3 로드부터 Unity 자동 실행 및 Scene/Game View 표시까지 1분 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-7	End-to-End 전체 소요 시간	UI 프롬프트 제출부터 FR-4.6 완료(최종 3D 방 표시)까지 10분 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
PR-8	웹 UI 진행률 갱신 주기	Generation Stage progress bar 및 완료 수 텍스트가 5초 이내 주기로 갱신되는지 확인합니다.
PR-9	웹 UI 첫 페인트 시간	Input Stage 화면이 로컬 Backend 기준 2초

요구사항 ID	기능 명칭 (Features)	테스트 세부 검증 범위 및 목적
		이내에 첫 페인트되는지 확인합니다.
PR-10	SI JSON 파일 read/write 시간	object 20개 이하 기준 SI JSON 파일 read/write가 500ms 이내에 완료되는지 프로파일링합니다.
QA-1	API Key 보안	외부 API(Gemini API 등) 인증 키·토큰이 소스 코드에 하드코딩되지 않고 환경 변수를 통해 안전하게 참조되는지 정적 코드 감사를 시행합니다.
QA-3	결함 허용 (Fault Tolerance)	3D 모델 생성 실패 등 특정 레이어 오류 발생 시 전체 시스템이 Crash되지 않고 placeholder(Default) 모델 대체 등 예외 처리를 통해 파이프라인이 지속되는지 확인합니다.
QA-8	모듈별 독립 예외 처리	각 주요 Module(Input, Positioning, 3D Modeling, Generation)에서 오류 발생 시 한 Module의 오류가 다른 Module에 직접 전파되어 전체 Crash로 이어지지 않는지 검증합니다.

5. Features not to be Tested

- 상용 오픈소스 AI 및 외부 LLM 자체의 내부 추론 알고리즘: DiffuScene, Gemini API 등의 내부에 구현된 블랙박스 인공지능 신경망 가중치 연산 자체는 테스트하지 않으며, 시스템은 오직 인터페이스 데이터 입출력 및 수치 후처리 후값의 유효성만을 검증합니다.
- 외부 클라우드 서비스 플랫폼 자체의 인프라 서버 다운타운: 구글 클라우드 등 외부 API 인프라 자체의 완전한 물리적 셧다운 현상은 테스트 비상 계획 예외로 둡니다.

6. Approach

- 단위 테스트: Python 환경에서 작성되는 Positioning Module 및 3D Modeling Module의 핵심 후처리 수학 함수 및 알고리즘 루프 작동을 검증하는 전용 체크 스크립트를 작성합니다. C#으로 작성되는 Input Module과 Generation Module은 Unity 내에서 작동을 검증하는 방식으로 유닛 테스트를 시행합니다.
- 인터페이스 통합 테스트: 각 Module이 산출하는 Json 파일(SI-1, SI-2, SI-3)이 UTF-8 인코딩 형식을 완벽히 준수하는지, 약속된 포맷의 데이터 구조를 유지하며 유실 없이 전달 및 덮어쓰기가 이루어지는지 검증합니다.
- 엔드투엔드 시스템 테스트: 인디 게임 개발자 시나리오를 상정하여 자연어 입력 메인 화면에서 텍스트를 입력했을 때, 전체 4개의 Module 파이프라인을 완전 자동화 구조로 통과하여 최종 3D 씬이 시각적 결함 없이 완벽히 빌드되는지 전체 프로세스를

검증합니다.

- 비정상 입력 주입 테스트: 의도적으로 공백이나 특수문자, 처리 불가능한 범위의 가구 수나 방 크기를 주입하여 시스템 크래시(Crash) 여부를 모니터링하고 예외 처리 로직이 올바르게 디폴트 모델로 대체하거나 에러 창을 반환하는지 한계점을 테스트합니다.

7. Item Pass/Fail Criteria

평가 지표 항목	합격 기준 (Pass Threshold)	검증 및 판정 방법
기능 작동 성공률	세부 항목으로 완전 기술된 요구사항(FR-1.1 ~ FR-4.6)에 매핑된 테스트 케이스의 성공률 100%.	시나리오별 전수 실행 및 테스트 로그 확인.
Json 데이터 규격	인코딩 깨짐이나 스키마 타입 에러(Type Check 실패) 발생 건수 0건.	자동화된 구조 유효성 검사 데이터 로그 수집.
물리적 충돌 배제율	후처리 및 출력 단계에서 가구 간 Bounding Box(BB)의 비정상적 중첩 교차 건수 0건.	Unity 런타임 Bounds 교차 판정 수치 및 물리 간섭 로그 추적.
임계 성능 준수도	Mesh 생성 1분 이내, 좌표 생성 5분 이내, 시각화 출력 1분 이내 완료 도달율 95% 이상.	실행 타이머 프로파일링 수치 데이터 분석.

8. Suspension Criteria and Resumption Requirements

8.1 중단 기준 (Suspension Criteria): 통신망 두절/외부 API 에러로 프롬프트 변환 및 AI 호출 차단 시, Json 파일 쓰기/읽어쓰기 권한 에러로 파이프라인 단절 시, Collision 해결 루프 내부 한계 조건 예외로 인한 프로그램 무한 응답 없음(Freeze) 상태 진입 시 테스트를 일시 중단합니다.

8.2 재개 요건 (Resumption Requirements): 중단 결함 디버깅 및 코드 수정 완료 후, 격리 모듈 단위 테스트에서 Json 입출력 무결성이 검증되면 연동 테스트를 즉시 재개합니다.

9. Test Deliverables

1. **STP-GenRoomAI-2026-V2.0:** 본 소프트웨어 테스트 계획서
2. **Test Case Specification:** 각 핵심 Module 요구기능에 맞춤 설계된 1대1 대응 세부

시나리오 검증서 (본 문서 Appendix에 통합 포함)

3. 테스트 결과 로그: 차수별 실행 성공/실패 여부 및 성능 타이밍 로그 파일
4. 결함 추적 보고서: 버그 발견 시 재현 스텝, 심각도 및 담당 개발 파트를 지정한 리포트
5. 최종 테스트 요약 보고서: 졸업 프로젝트 마감 직전 전체 버그 픽률과 품질 완성도를 수치화하여 도출한 최종 종합 분석 문서

10. Testing Tasks

1. 테스트 환경 인프라 셋업: Python 연산 체크용 환경 및 Unity Test Framework 모듈 러너 세팅
2. 테스트 시나리오 기획 및 매핑: SRS 기능 명세서를 기반으로 합격 수치와 예외 처리 한계 데이터 범위 설계
3. 격리 모듈 단위 검증: Input Module, Positioning Module, 3D Modeling Module, Generation Module 개별 소스 코드 단위 유닛 테스트 진행
4. 인터페이스 통합 검증: 데이터 전달 체계인 Json 파일 구조의 유효성과 순차적 덮어쓰기 기능 안정성 체크
5. 전체 파이프라인 E2E 검증: 사용자의 자연어 입력 메인 화면 진입부터 최종 Unity 공간 빌드 시각화 렌더링까지 전체 흐름 실행 및 결함 수집
6. 회귀 테스트: 결함 픽스 버전 배포 시 기존 정상 기능 아키텍처에 사이드 이펙트가 발생하지 않았는지 전체 수트 재실행

11. Environmental Needs

- 소프트웨어 시스템: Unity 엔진 에디터 런타임 환경, Python 3.9 이상의 환경, Json 포맷 검사용 파싱/linter 도구 세트.
- 네트워크 회선: 외부 생성형 AI 및 Gemini API 엔드포인트와 단절 없이 대용량 REST 호출 및 통신을 유지할 수 있는 HTTPS 인터넷 인프라.
- 테스트 데이터 구성: SRS 예제 명세 세트(예: horror 테마 및 방 크기 수치)를 포함하여 알고리즘 예외를 강제 유도하기 위해 사전에 셋업된 결함 주입 전용 비정상 문자열 및 좌표 한계 수치 딕셔너리 데이터 풀.
- 보안 장치 세팅: 모든 테스트 PC 시스템에는 API 키 소스 코드 원시 유출을 방지하기 위한 OS 레벨 환경 변수 보안 셋업 완료 상태 요구.

12. Responsibilities

팀원 성명	주요 QA 담당 파트	수행 역할 및 세부 검증 직무
안재민	Input Module 통합 검증 파트장	FR-1.1 ~ FR-1.8 세부 요구사항 전수 확인, 입력 예외 문자열 차단 로직 검증, 변수 추출 정수형 정합성 판정 및 SI-1 Json 인코딩 규격 테스트 수행.

팀원 성명	주요 QA 담당 파트	수행 역할 및 세부 검증 직무
김인교	Positioning Module 검증 파트장	FR-2.1 ~ FR-2.7 세부 요구사항 검증, 수치 배치의 이상치 후처리 필터 기능 검증, 벽면 흡착 정착 로직 작동성 추적, 가구 중첩 시 Bounding Box(BB)의 Collision 반복 연산 루프 및 무한 루프 차단 예외 제약 조건 검증 전담.
노을영	3D Modeling 및 Generation Module 검증 파트장	FR-3.1 ~ FR-3.6 및 FR-4.1 ~ FR-4.6 전 파트 검증. 생성 Mesh 모델 파일(.glb, .obj)의 Bounding Box 스케일 매칭 및 방향 보정 기능 확인, 생성 결함 발생 시 Default 가구 모델 대체 로직 작동성 체크 및 Unity 런타임 내 1:1 무오차 실시간 배치 시각화 최종 검증.

13. Staffing and Training Needs

개발 세부 스태프 3명이 직접 테스트 엔지니어를 병행하여 전담합니다. 체계적인 검증 활동 진행을 위해 유닛 테스트 도구 활용 스킬이 기본적으로 요구되며, 각 파트원은 상호간 연동 무결성을 체크하기 위해 다중 언어 파이프라인 데이터 전달용 Json 스키마 파일 타입 체크 라이브러리 핸들링 기법에 대한 사전 크로스 교육을 수강 및 숙지해야 합니다.

14. Schedule

- 1단계 (테스트 시나리오 및 설계 완성): 2026년 6월 중순 — SRS 분석 및 요구 기능 매핑 케이스 대장 작성 마감
- 2단계 (개별 Module 격리 컴포넌트 유닛 테스트): 2026년 7월 초 — Python 및 C# 소스 코드 독립 로직 체크 완료 및 무결성 확보
- 3단계 (파이프라인 통합 및 E2E 테스트 가동): 2026년 7월 중순 — Json 데이터 파일 교환 테스트 및 Unity 런타임 최종 씬 렌더링 풀 자동화 연동 테스트 수행
- 4단계 (결함 수정 완료 및 최종 사후 사인오프): 2026년 8월 초 — 회귀 테스트 픽스을 점검, 최종 테스트 요약 보고서 문서화 완성 및 최종 배포 전 승인 단계를 통과

15. Risks and Contingencies

- 리스크 1: 외부 대형 생성형 AI 서비스 API 응답의 불규칙한 비정상화 오류
 - 외부 인공지능 엔드포인트의 리턴 텍스트 형식이 깨지거나 예상 밖의 필드 구조를 반환하여 Json 전처리 레이어에서 파싱 예외가 유발될 위험이 존재합니다.
 - 비상 계획: 전처리 모듈에 유연한 정규식(Regex) 필터를 보강하여 텍스트 원본에서 유효 JSON 블록만을 강력하게 강제 추출하도록 고도화하고, 복구가 완전 불가능한 포맷인 경우 프로세스 강제 종료 대신 명확한 형식 오류 안내창을 UI에 반환하는 안전장치를 구현합니다.
- 리스크 2: 한정된 공간 면적 대비 과도한 가구 수 배치 인풋 인젝션에 따른 계산 루프 무한 교착 리스크
 - Positioning Module 연산 중 밀집 구역의 Collision을 풀기 위한 가구 위치 재산출 루프가 수학적으로 수렴하지 못해 시스템 리소스가 정지할 위험이

- 있습니다.-
- 비상 계획: 후처리 알고리즘 내부에 엄격한 최대 반복 실행 제한 횟수(Iteration Limit Loop Cap) 제약 장치를 강제 설정하여, 임계치 도달 즉시 연산을 차단하고 연산이 완료된 부분 가구 좌표 결과셋만 다음 레이어로 넘기며 공간 배치 한계 문구를 UI 창에 출력 피드백 처리합니다.

16. Approvals

결재자 권한 직책	성명	최종 검토 및 승인 서명 상태
팀원	안재민	
	김인교	
	노을영	

17. Appendix-A. Test Case Specification

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
TC-FR-1.1	FR-1.1	웹 UI 입력창(UI-1.2)에 「6x5 침실, 호러 분위기, 가구 7개」 등 정상 자연어 문자열을 입력하고 Enter(또는 제출)한다.	자연어 문자열이 누락·인코딩 손실 없이 수신되며, 제출 시 입력창이 비활성화된다.

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
TC-FR-1.2	FR-1.2	① 빈 문자열 ② 공백만 ③ LLM 처리 후 SI-1 필수 필드 추출 불가 문장을 각각 입력·제출한다.	시스템 Crash 없이 오류 메시지 출력 및 입력창 재활성화, 재입력 유도.
TC-FR-1.3	FR-1.3	정상 자연어 입력 후 LLM 메타데이터 추출 파이프라인을 실행한다.	room_type, room_size, atmosphere, furniture_number 등 SI-1 필드가 JSON 형태로 추출된다.
TC-FR-1.4	FR-1.4	① 네트워크 차단 ② API Quota 초과 ③ 비정형 응답(파싱 실패) 상황을 각각 모사하여 LLM API를 호출한다.	타임아웃·Quota·파싱 실패 시 Crash 없이 UI에 오류 메시지 출력, 재입력 유도.
TC-FR-1.5	FR-1.5	LLM 출력으로 구성된 SI-1에 대해 정합성 검증을 수행한다. (정상 케이스 + room_type 공백 + room_size 0/음수 + atmosphere 공백)	room_type(비어있지 않은 string), room_size(>0 number), atmosphere(비어있지 않은 string) 검증 통과/실패가 올바르게 판정되며, 실패 시 FR-1.2와 동일한 오류 처리.
TC-FR-1.6	FR-1.6	검증 통과한 SI-1 데이터의 저장 모듈을 실행한다.	{GENROOM_DATA_DIR}/genroom_si1.json에 UTF-8 JSON으로 저장되며, 저장 성공 시 Positioning Module이 트리거된다.
TC-FR-1.7	FR-1.7	Positioning 및 3D Modeling 처리 단계별 플래그 수신에 따른 UI 상태를 관찰한다.	Positioning 완료 후 SI-2 형식 레이아웃 JSON이 UI-1.4 읽기 전용 영역에 pretty-print로 표시되고, 처리 중 안내 메시지(UI-1.3)가 조건에 맞게 표시된다.
TC-FR-1.8	FR-1.8	레이아웃 JSON 표시 완료 후 「3D 모델 생성」 버튼(UI-1.5)을 클릭한다.	Generation Stage(UI-S2)로 화면 전환되며 3D Modeling Module 처리가 시작된다.
TC-FR-2.1	FR-2.1	유효한 genroom_si1.json(SI-1)과 사용자 프롬프트를 Positioning	SI-2 스키마를 만족하는 objects[] 초안 JSON이

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
		Module에 입력한다.	생성된다.
TC-FR-2.2	FR-2.2	벽·바닥 관통이 발생할 수 있는 초기 좌표 데이터로 Positioning 보정 파이프라인을 실행한다.	모든 가구 BB 한 면이 방 벽에 밀착되며, 바닥·벽면 관통 이상치가 제거된다.
TC-FR-2.3	FR-2.3	두 가구 BB가 부피적으로 겹치도록(overlap > 0) 초기 배치를 구성한다.	Collision 감지 후 위치 재조정이 수행되고, Edge Contact(overlap = 0)는 허용된다. 재조정 후 FR-2.2 벽면 밀착이 유지된다.
TC-FR-2.4	FR-2.4	Collision이 반복 발생하도록 좁은 방에 다수 가구를 배치하여 해소 루프를 유도한다.	object당 또는 전역 Collision 해소 시도가 최대 5회로 제한되며, 초과 시 배치 가능 object만 SI-2에 포함되고 미배치 오류 메시지가 출력된다. 무한 루프(Freeze) 없음.
TC-FR-2.5	FR-2.5	room_size보다 큰 단일 가구 object를 포함한 SI-1/초안 배치를 입력한다.	FR-2.3 재배치 5회 후에도 배치 불가 시 오류 메시지 출력, 프로세스 중단 후 Input Module로 복귀하여 재입력 가능.
TC-FR-2.6	FR-2.6	furniture_number와 실제 배치 가능 object 수가 다른 시나리오를 실행한다. (예: 목표 7개, 실제 5개 배치)	furniture_number와 objects.length가 확정되며, 차이가 있을 때 미배치 로그가 출력된다.
TC-FR-2.7	FR-2.7	Positioning 완료 후 생성된 SI-2 데이터의 필드를 검사한다.	objects[].id(obj_N), name, category, position(BB 중심), rotation(Euler°), scale(m), bounding_box.size(=scale) 규칙 준수.
TC-FR-2.8	FR-2.8	FR-2.7 완료 데이터를 genroom_si2.json 저장 모듈에 전달한다.	SI-1 필드가 유지된 채 FR-2.7 필드가 추가·갱신되어 genroom_si2.json에 UTF-8로 덮어쓰기 저장된다.

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
TC-FR-3.1	FR-3.1	SI-2(atmosphere, objects.name, objects.category 포함)를 프롬프트 생성 모듈에 입력한다.	object별 Text-to-3D 프롬프트가 생성되며, atmosphere 기반 일관성이 반영된다.
TC-FR-3.2	FR-3.2	생성된 프롬프트로 Mesh AI(Tripo API 등)를 object별 병렬 호출한다.	GLB 파일이 {GENROOM_DATA_DIR}/meshes/{id}_{name}.glb 경로에 저장된다.
TC-FR-3.3	FR-3.3	Mesh AI 호출 실패를 모사한다. (1차 실패 → 재요청 → 2차 실패)	1회 재요청 후 재실패 시 cube placeholder로 대체되며, 사용자에게 placeholder 대체 안내 메시지가 출력된다. 파이프라인 Crash 없음.
TC-FR-3.4	FR-3.4	category별(의자/책상/옷장/generic) Mesh를 Trimesh 방향 검증 모듈에 입력한다.	category별 자세 규칙(L자형 +Y, 상판형 +Y, 박스형 바닥·뒷면, generic ±15°)에 맞게 rotation이 보정된다.
TC-FR-3.5	FR-3.5	Mesh 생성·보정 완료 데이터를 SI-3 에 포함한 뒤 저장 로직에 전달한다.	SI-2 필드 유지 + mesh_file(path, format, is_default) 추가 후 genroom_si3.json에 저장된다.
TC-FR-3.6	FR-3.6	3D Modeling 처리 중 Generation Stage(UI-S2) 화면을 관찰한다.	progress bar(0~100%), 「N / M 모델 생성 완료」 텍스트, UI-2.1 진행 제목이 완료 가구 수 기준으로 갱신된다.
TC-FR-4.1	FR-4.1	3D Modeling Module 완료 이벤트를 발생시킨다.	웹 UI에 「Modeling module에서 생성이 완료되면 씬을 실행합니다」 안내 출력 → Unity Engine 자동 실행 → genroom_si3.json 및 meshes/ 로드 시작.
TC-FR-4.2	FR-4.2	genroom_si3.json을 Unity 로더에 입력한다.	JSON 파싱 성공, 씬 구성 파이프라인이 시작된다.

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
TC-FR-4.3	FR-4.3	SI-3의 room_size를 기준으로 방 셀 생성을 실행한다.	바닥 + 4면 벽이 생성되고 천장은 생성되지 않는다(DC-10.4).
TC-FR-4.4	FR-4.4	SI-3 각 object의 Mesh 파일을 씬에 배치한다.	position, rotation, scale 수치에 맞게 Mesh가 1:1 배치된다.
TC-FR-4.5	FR-4.5	Mesh import 실패를 모사한다. (파일 손상·경로 오류 등)	최대 3회 재시도 후 cube placeholder로 대체, Crash 없이 복구.
TC-FR-4.6	FR-4.6	E2E 완료 후 Unity Scene View 또는 Game View에서 최종 씬을 확인한다.	방 셀·가구가 즉시 확인 가능하며, 가구 간 물리적 간섭(뚫림·공중 부양) 없이 안정 출력된다.
TC-PR-1	PR-1	자연어 입력 제출 → genroom_si1.json 저장까지 타이머 측정	30초 이내
TC-PR-2	PR-2	SI-1 로드 → genroom_si2.json 저장까지 측정 (Collision 포함)	5분 이내
TC-PR-3	PR-3	1 object Mesh API task → GLB 저장까지 측정	3분 이내
TC-PR-4	PR-4	첫 병렬 API 요청 → 마지막 object SI-3 반영까지 측정	5분 이내
TC-PR-5	PR-5	object 1개 GLB 로드 → rotation 보정 완료까지 측정	5초 이내
TC-PR-6	PR-6	SI-3 로드 → Scene/Game View 표시까지 측정	1분 이내
TC-PR-7	PR-7	UI 제출 → FR-4.6 완료까지 E2E 측정	10분 이내

Test Case ID	대응 요구사항 ID	입력 값 및 테스트 절차 (Inputs / Procedures)	기대 결과 (Expected Result)
TC-PR-8	PR-8	Modeling 진행 중 progress bar 갱신 간격 측정	5초 이내 주기
TC-PR-9	PR-9	브라우저 Input Stage 로드 → 첫 페인트까지 측정	2초 이내
TC-PR-10	PR-10	SI JSON read/write (object ≤ 20) 측정	500ms 이내

18. Appendix-B. Traceability Matrix Table

SRS 요구사항 ID	기능 명칭 및 요구사항 정의 (Feature Name)	담당 컴포넌트 (Module)	대응 Test Case ID	테스트 결과 (Result)
FR-1.1	사용자 자연어 입력 수집	Input Module	TC-FR-1.1	[Pass / Fail]
FR-1.2	입력 유효성 검증	Input Module	TC-FR-1.2	[Pass / Fail]
FR-1.3	LLM 기반 메타데이터 추출	Input Module	TC-FR-1.3	[Pass / Fail]
FR-1.4	LLM API 통신 및 오류 처리	Input Module	TC-FR-1.4	[Pass / Fail]
FR-1.5	SI-1 데이터 정합성 검증	Input Module	TC-FR-1.5	[Pass / Fail]
FR-1.6	JSON 파일 저장 (SI-1)	Input Module	TC-FR-1.6	[Pass / Fail]
FR-1.7	Positioning 및 Modeling	Input Module	TC-FR-1.7	[Pass /

SRS 요구사항 ID	기능 명칭 및 요구사항 정의 (Feature Name)	담당 컴포넌트 (Module)	대응 Test Case ID	테스트 결과 (Result)
	과정 UI 표시			Fail]
FR-1.8	3D 생성 단계 전환	Input Module	TC-FR-1.8	[Pass / Fail]
FR-2.1	배치 JSON 생성	Positioning Module	TC-FR-2.1	[Pass / Fail]
FR-2.2	벽면 밀착 (Wall Attachment)	Positioning Module	TC-FR-2.2	[Pass / Fail]
FR-2.3	Collision 검출 및 위치 재조정	Positioning Module	TC-FR-2.3	[Pass / Fail]
FR-2.4	Collision 반복 제한	Positioning Module	TC-FR-2.4	[Pass / Fail]
FR-2.5	방 크기 대비 과대 가구 처리	Positioning Module	TC-FR-2.5	[Pass / Fail]
FR-2.6	가구 수 확정 및 미배치 로그	Positioning Module	TC-FR-2.6	[Pass / Fail]
FR-2.7	SI-2 스키마 필드 생성	Positioning Module	TC-FR-2.7	[Pass / Fail]
FR-2.8	SI-2 JSON 파일 저장	Positioning Module	TC-FR-2.8	[Pass / Fail]
FR-3.1	3D Mesh 생성 프롬프트 작성	3D Modeling Module	TC-FR-3.1	[Pass / Fail]
FR-3.2	Mesh AI 호출 및 병렬 생성	3D Modeling Module	TC-FR-3.2	[Pass / Fail]
FR-3.3	Mesh 생성 실패 시 재요청	3D Modeling Module	TC-FR-3.3	[Pass / Fail]

SRS 요구사항 ID	기능 명칭 및 요구사항 정의 (Feature Name)	담당 컴포넌트 (Module)	대응 Test Case ID	테스트 결과 (Result)
FR-3.4	Mesh 방향 검증	3D Modeling Module	TC-FR-3.4	[Pass / Fail]
FR-3.5	SI-3 JSON 파일 저장	3D Modeling Module	TC-FR-3.5	[Pass / Fail]
FR-3.6	3D 생성 진행 UI 갱신	3D Modeling Module	TC-FR-3.6	[Pass / Fail]
FR-4.1	Modeling 완료 후 Unity 자동 실행	Generation Module	TC-FR-4.1	[Pass / Fail]
FR-4.2	SI-3 로드 및 씬 구성	Generation Module	TC-FR-4.2	[Pass / Fail]
FR-4.3	방 쉐 생성	Generation Module	TC-FR-4.3	[Pass / Fail]
FR-4.4	가구 Mesh 배치	Generation Module	TC-FR-4.4	[Pass / Fail]
FR-4.5	Mesh import 재시도 및 placeholder	Generation Module	TC-FR-4.5	[Pass / Fail]
FR-4.6	최종 3D 방 표시	Generation Module	TC-FR-4.6	[Pass / Fail]
PR-1	Input Module SI-1 생성 ≤ 30초	Input Module	TC-PR-1	PR-1
PR-2	Positioning SI-2 생성 ≤ 5분	Positioning Module	TC-PR-2	PR-2
PR-3	Mesh 1 object 생성 ≤ 3분	3D Modeling Module	TC-PR-3	PR-3
PR-4	Mesh 전체 병렬 생성 ≤	3D Modeling Module	TC-PR-4	PR-4

SRS 요구사항 ID	기능 명칭 및 요구사항 정의 (Feature Name)	담당 컴포넌트 (Module)	대응 Test Case ID	테스트 결과 (Result)
	5분			
PR-5	Trimesh 방향 검증 ≤ 5초	3D Modeling Module	TC-PR-5	PR-5
PR-6	Unity 씬 배치·표시 ≤ 1분	Generation Module	TC-PR-6	PR-6
PR-7	End-to-End ≤ 10분	전 모듈	TC-PR-7	PR-7
PR-8	UI 진행률 갱신 ≤ 5초	Input Module (UI)	TC-PR-8	PR-8
PR-9	UI 첫 페인트 ≤ 2초	Input Module (UI)	TC-PR-9	PR-9
PR-10	SI JSON read/write ≤ 500ms	전 모듈	TC-PR-10	PR-10
QA-01	인증 토큰 보안 은닉성	전체 공통 의존 모듈	TC-SEC-1.1	[Pass / Fail]