DEFENSE SPACE OPERATIONS & TACTICAL SIMULATION

# PROJECT LIFE FIELD
# 마스터 레퍼런스 매뉴얼

대한민국 독자 군정찰위성 편대(425사업) 및 복합 ISR 수집 데이터 융합 관리, 3D 디지털트윈 궤도 시뮬레이션, 위성운영 관제사 양성과정(SATOPS-101) 통합 운영 레퍼런스 가이드

**문서 번호**
SCU-LFM-2026-V1

**최종 개정일**
2026년 10월 12일

**보안 구분**
전술 연구·운영 레퍼런스

**배포 시스템**
https://lifefield.vercel.app

📖


01. 체계 총론 및 통합 비전
02. 전략 종합 포털 시스템
03. 3D ISR 수집데이터 관리체계
04. 우주관제 교육·훈련체계 (LMS)
05. 인프라 및 네트워크 아키텍처
06. 운영자 및 개발자 실전 가이드


CHAPTER 01

# 체계 총론 및 통합 비전 (System Overview & Vision)

라이프필드(LifeField)는 국방우주 시뮬레이션 및 다차원 정찰위성 수집 자산의 통합 지휘관제를 실현하는 차세대 국방우주 소프트웨어 플랫폼입니다.

## 1.1 체계 개발 배경 및 전략적 의의

대한민국 국방부는 425 사업을 통해 고해상도 전자광학/적외선(EO/IR) 위성 1기와 고성능 영상레이더(SAR) 위성 4기 등 총 5기의 독자 군정찰위성 편대를 성공적으로 궤도에 전력화하고 있습니다. 그러나 우주 자산의 수가 급증하고 한반도 및 주변 안보 위협이 다변화됨에 따라, 복합 위성군의 궤도 추적, 지상국 통신 링크, 탑재체 촬영 스케줄링, 그리고 긴급 상황에 대응할 수 있는 전문 관제 인력의 양성이 국가적 과제로 대두되었습니다.

라이프필드는 이러한 국방우주 작전 요구도를 충족하기 위해 전략 포털, 3D 수집데이터 관리체계(ISR-CDMS), 그리고 8단계 정규 우주관제사 양성과정(SATOPS-101)을 하나의 유기적인 사이버네틱 아키텍처로 통합하였습니다.

> 💡 **SCU (Satellite Control Unit) 핵심 미션**
>
> 모든 우주 궤도 자산(군정찰위성, 공군 전투기, 무인정찰기, 다목적위성)의 3D 공간 비행 궤적을 1초 단위로 정밀 동기화하고, 수집 계획 수립부터 지상국 다운링크, 그리고 전술 교육까지 무중단(Continuous)으로 연동 지원합니다.

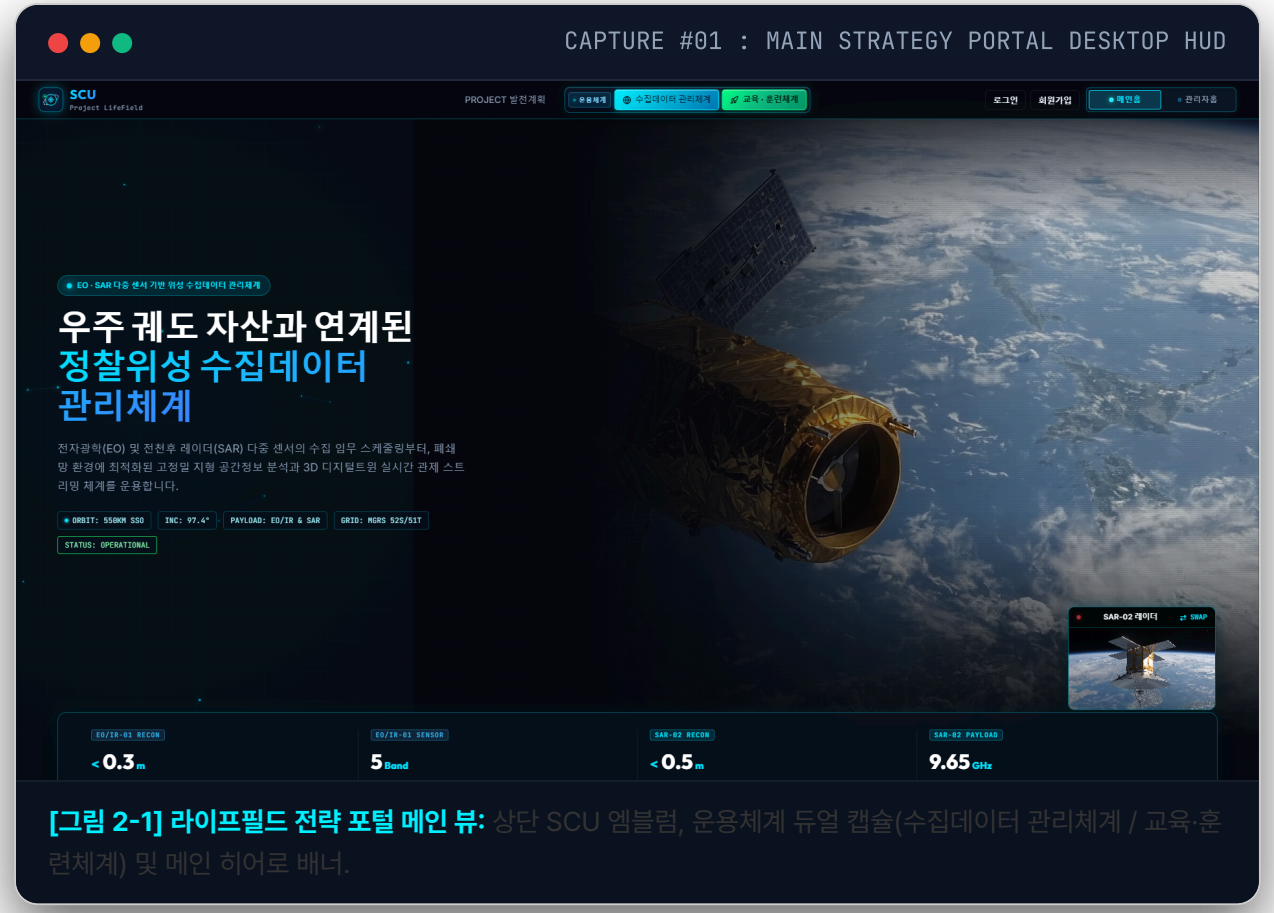
CHAPTER 02

# 전략 종합 포털 시스템 (Main Strategy Portal)

사용자가 시스템에 최초 접속하는 게이트웨이로, 사이버네틱 전술 HUD 인터페이스와 3대 전술 모듈, 그리고 핵심 관제 콘솔 직행 허브를 제공합니다.

## 2.1 포털 메인 인터페이스 및 듀얼 운용체계 허브

전략 포털(/)의 상단 네비게이션 헤더에는 동적 SCU 로고와 함께 **[PROJECT 발전계획]** 바로가기, 그리고 **[운용체계 듀얼 캡슐]**이 장착되어 있습니다. 사용자는 페이지 이동 없이 캡슐 내에서 수집데이터 관리체계 (/isr)와 교육·훈련체계 (/training)를 상시 1클릭으로 전환할 수 있습니다.

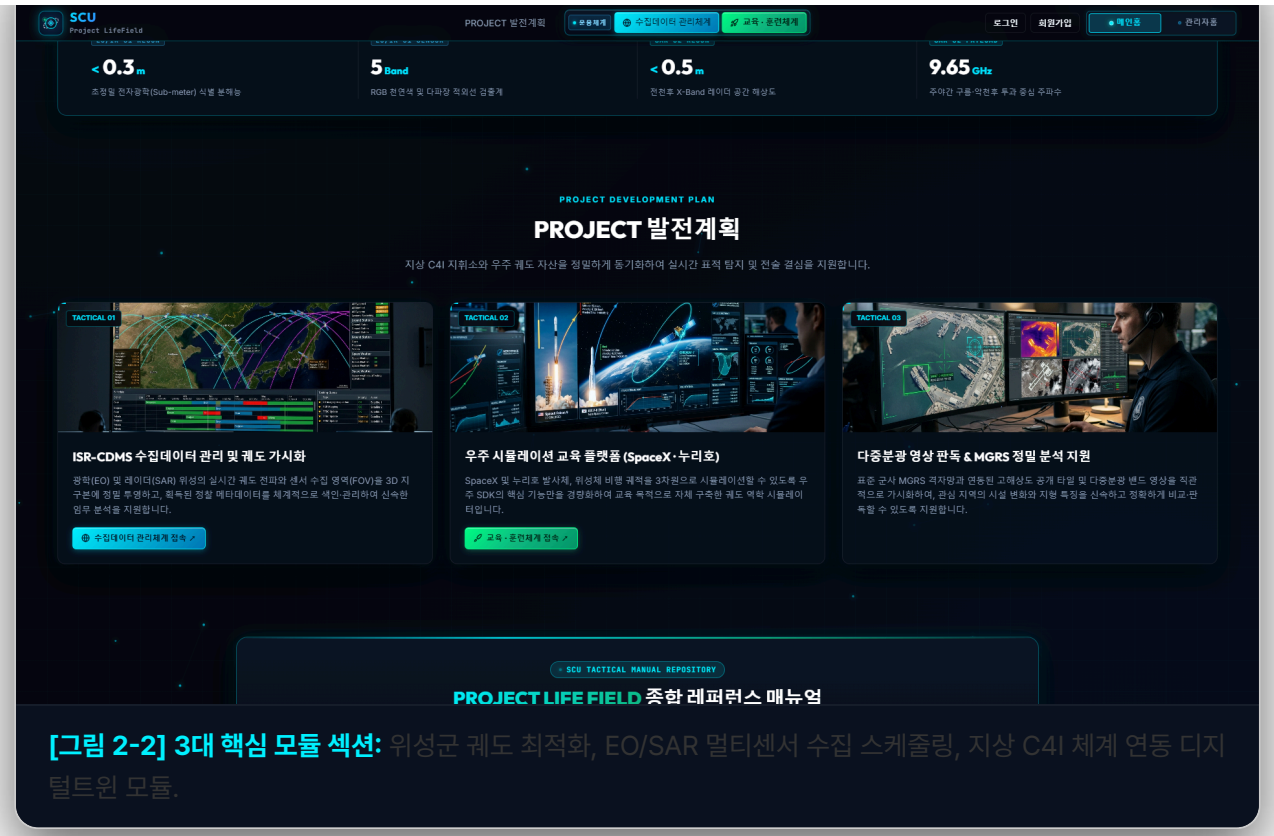



**[그림 2-1] 라이프필드 전략 포털 메인 뷰:** 상단 SCU 엠블럼, 운용체계 듀얼 캡슐(수집데이터 관리체계 / 교육·훈련체계) 및 메인 히어로 배너.

## 2.2 PROJECT 발전계획: 3대 핵심 전술 모듈

포털 중앙의 **Dark Modules** 섹션은 라이프필드의 3대 핵심 전술 추진 영역을 시각화합니다. 각 모듈은 마우스 호버 시 네온 시안/에메랄드 글로우 효과와 함께 상세 스펙을 표출합니다.

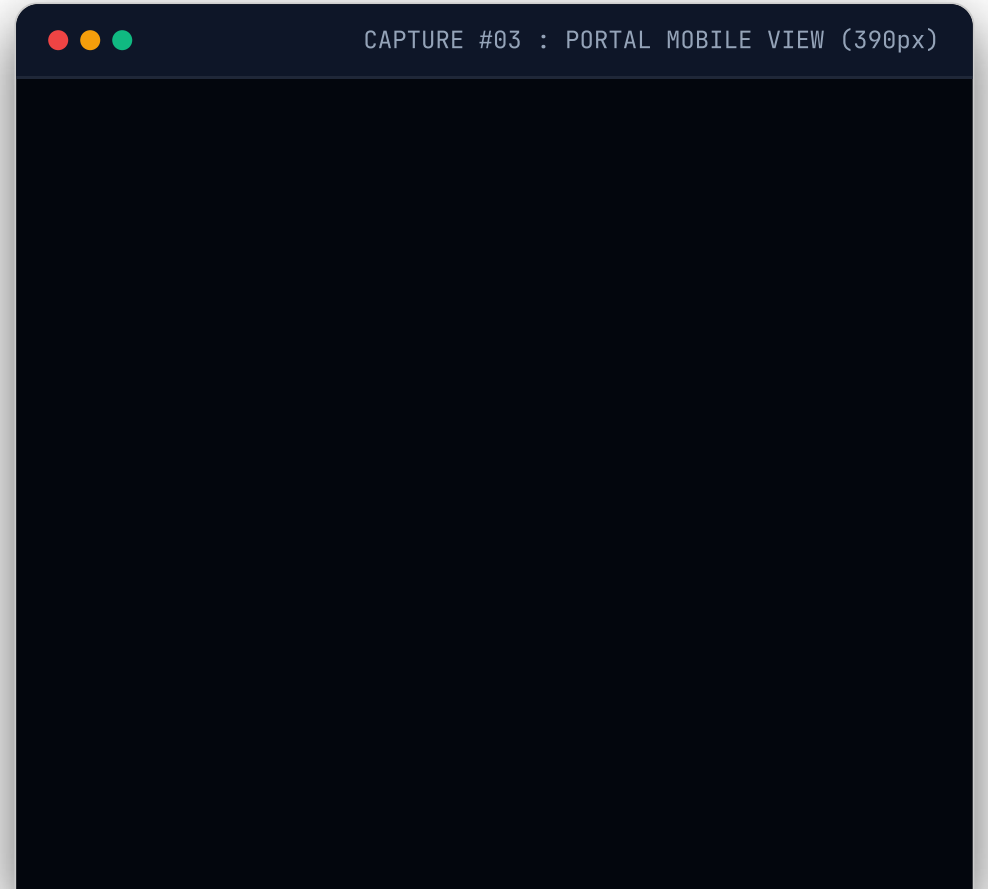





**[그림 2-2] 3대 핵심 모듈 섹션:** 위성군 궤도 최적화, EO/SAR 멀티센서 수집 스케줄링, 지상 C4I 체계 연동 디지털트윈 모듈.

## 2.3 모바일 반응형 뷰포트 지원

모바일 기기 접속 시 불필요한 부가 요소를 최소화하고, 단어 단위 줄바꿈(`word-break: keep-all`)을 적용하여 화면 너비 360px 기기에서도 글자가 세로로 쪼개지지 않고 깔끔한 카드 형태로 가독성을 극대화합니다.



SCU
Project LifeField

로그인 회원가입 • 메인홈 • 관리자홈

PROJECT 발전계획 | 수집데이터 관리체계 | 교육 · 훈련체계

• EO · SAR 다중 센서 기반 위성 수집데이터 관리체계

# 우주 궤도 자산과 연계된
# 정찰위성 수집데이터 관리체계

전자광학(EO) 및 전천후 레이더(SAR) 다중 센서의 수집 임무 스케줄링부터, 폐쇄망 환경에 최적화된 고정밀 지형 공간정보 분석과 3D 디지털트윈 실시간 관제 스트리밍 체계를 운용합니다.

• ORBIT: 550KM SSO | INC: 97.4° | PAYLOAD: EO/IR & SAR

GRID: MGRS 52S/51T | STATUS: OPERATIONAL

SAR-02 ... ⇄ SWAP



EO/IR-01 RECON

**< 0.3 m**

초정밀 전자광학(Sub-meter) 식별 분해능

EO/IR-01 SENSOR

**5 Band**

RGB 천연색 및 다파장 적외선 검출계

SAR-02 RECON

**< 0.5 m**

전천후 X-Band 레이더 공간 해상도

SAR-02 PAYLOAD

**9.65 GHz**

주야간 구름·악천후 투과 중심 주파수

**[그림 2-3] 스마트폰 모바일 뷰포트:** 수직 스택 카드 레이아웃과 터치 친화적 네비게이션 적용 화면.

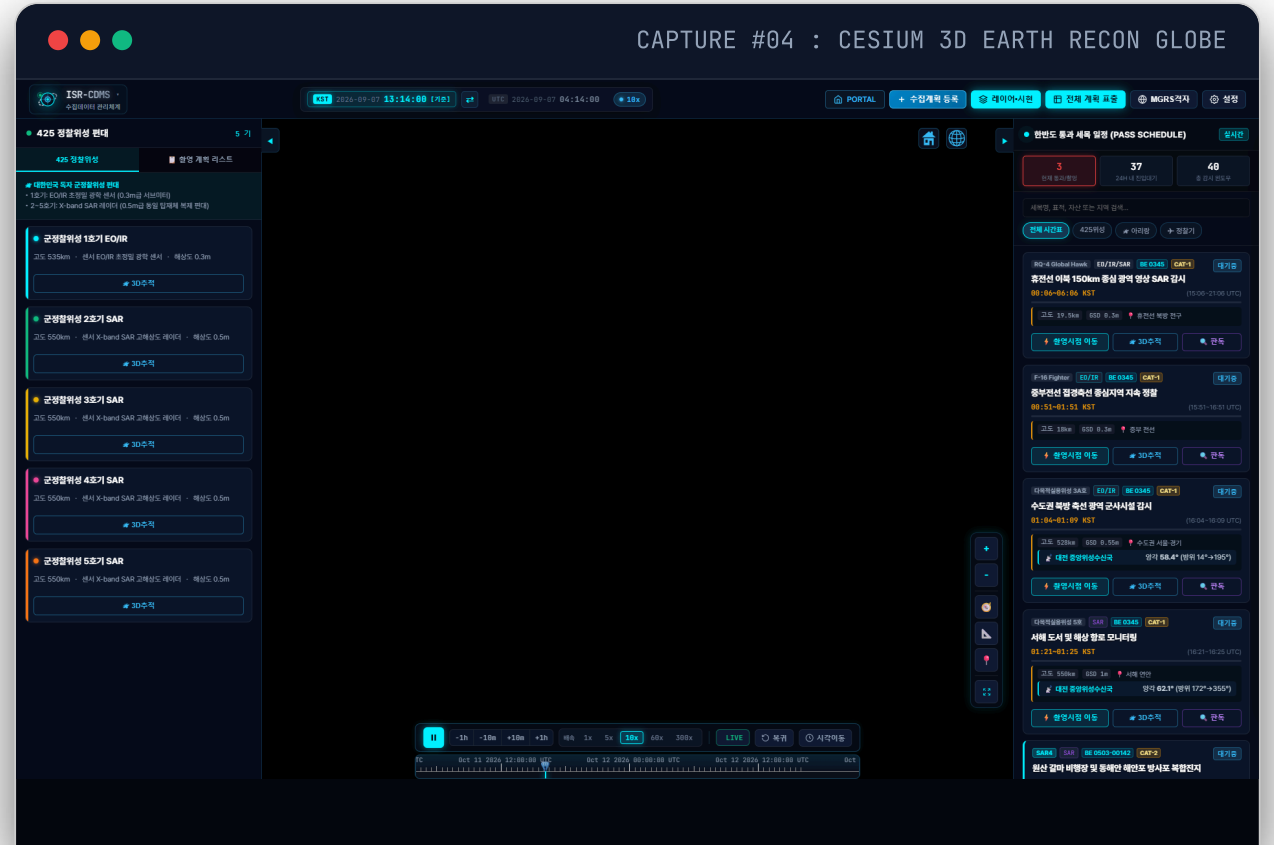
CHAPTER 03

# 3D ISR-CDMS 수집데이터 관리체계 (`/isr`)

Cesium 3D 지형 렌더링 엔진을 기반으로 정찰위성, 전투기, 무인기 등 다차원 수집 자산의 실시간 비행 궤적 및 센서 지상 투영 빔을 관제하는 종합 지휘통제 시스템입니다.

## 3.1 3D 디지털트윈 지구 환경 및 궤도 전파

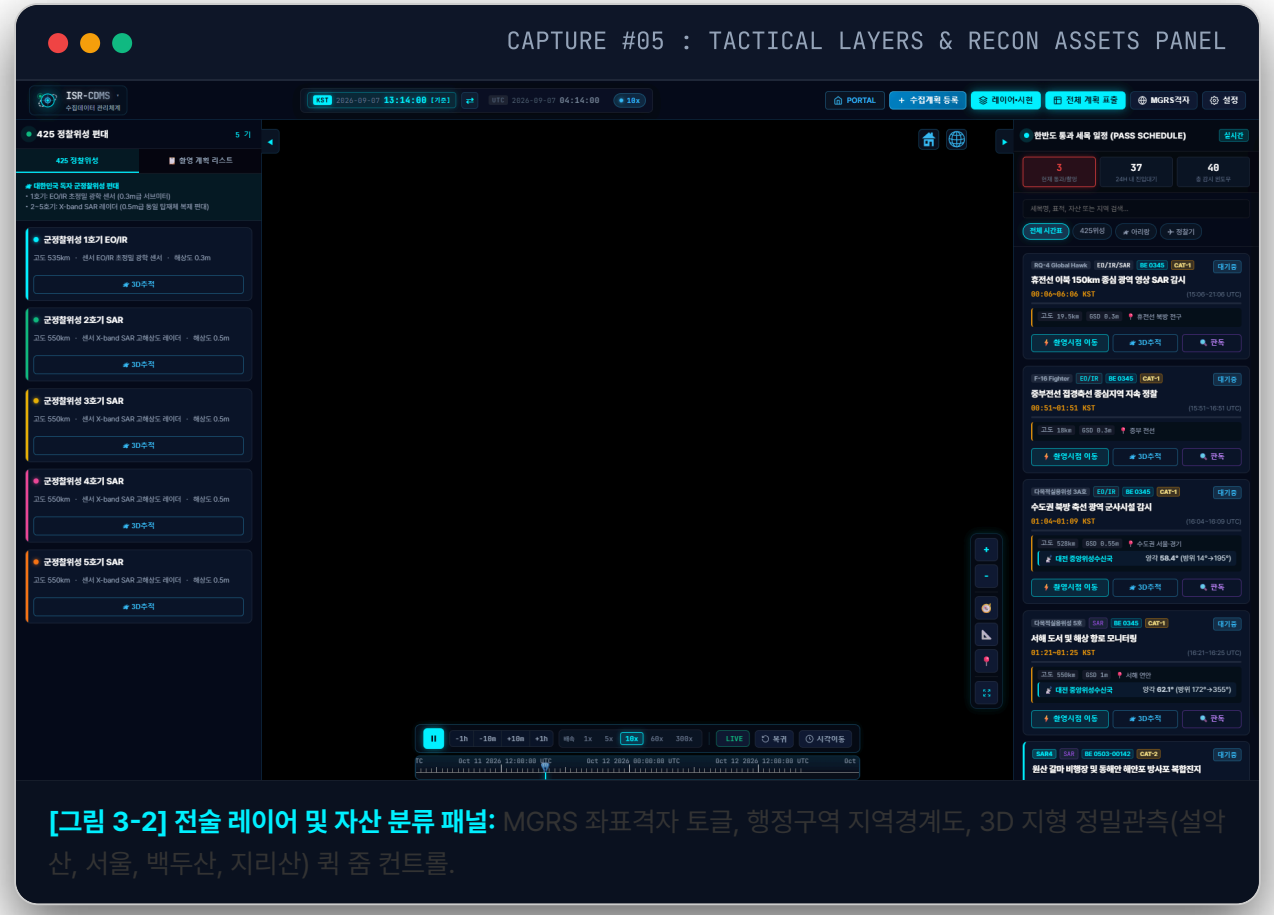
ISR-CDMS는 WGS84 타원체 및 실제 지형 고도(Terrain) 데이터를 기반으로 425 군정찰위성 편대(1~5호기)의 SGP4/SDP4 궤도 역학을 실시간 계산합니다. 각 위성의 3D 모델과 비행 궤적(Orbit Trail), 센서 지상 투영 빔(Conical / Frustum Sensor Beam), 그리고 지상 스팟(Footprint)이 사실적으로 시현됩니다.



**[그림 3-1] 3D 정찰위성 수집데이터 관리 콘솔:** 425 정찰위성 편대의 한반도 상공 통과 궤적, 촬영 센서 빔, 그리고 실시간 전술 타임라인 HUD.

## 3.2 전술 레이어 제어 및 MGRS 군사 격자망

상단 툴바의 레이어 제어 패널(`#btnToggleMapLayers`)을 통해 지도 베이스(위성영상, 야간모드, 전술지도), MGRS 군사 표준 전술 좌표격자망(GZD 6°x8° 및 100km 단위 격자), 행정구역 경계선(시·도 광역 / 시·군 상세), 그리고 자산별(425위성, F-16, UAV, 다목적위성) 표출 여부를 개별 필터링할 수 있습니다.




**[그림 3-2] 전술 레이어 및 자산 분류 패널:** MGRS 좌표격자 토글, 행정구역 지역경계도, 3D 지형 정밀관측(설악산, 서울, 백두산, 지리산) 쿼 줌 컨트롤.

> **군사 전술 좌표계 (MGRS) 지원 스펙**
>
> 한반도 작전구역인 52S 구역을 기준으로 실시간 마우스 커서 지점의 MGRS 10자리 좌표, WGS84 위경도, 해발 고도를 실시간 직사각형 HUD로 표출하여 정밀 좌표 획득을 지원합니다.

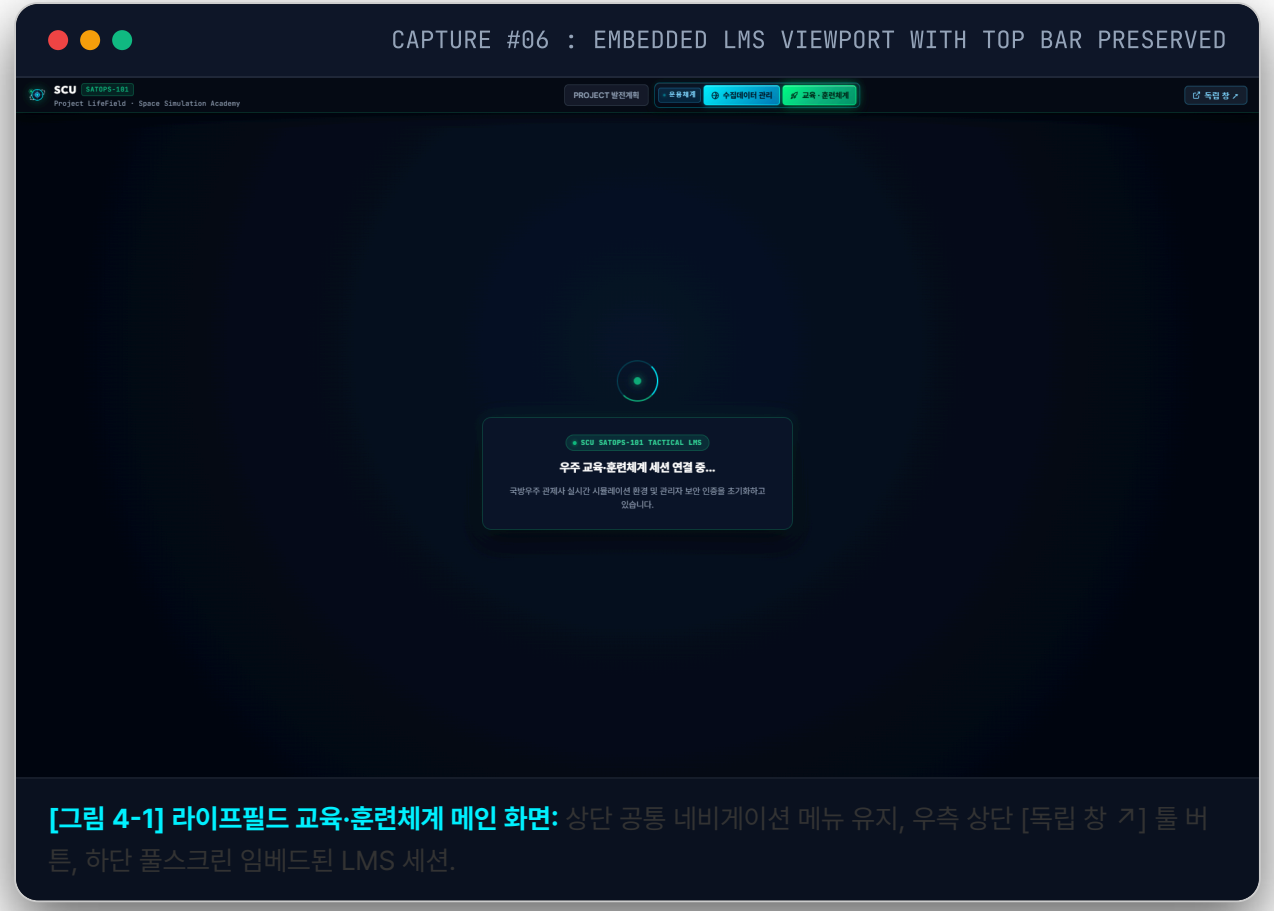
CHAPTER 04

# 우주관제 교육·훈련체계 (SATOPS-101)

상단 메뉴를 유지한 채 하단에 완벽한 무인지 관리자 인증으로 Moodle LMS를 임베드하여 8개 정규 전술 파트와 1080p 마스터 다큐멘터리 강의를 제공합니다.

## 4.1 상단 메뉴 유지 및 무인지 관리자 자동 인증 아키텍처

`/training` 페이지는 사이트 상단 메뉴줄을 그대로 유지하면서, 하단 iframe을 통해 백그라운드에서 `autologin.php`를 호출합니다. 화면에 어떠한 관리자 계정 정보나 로그인 버튼도 노출하지 않고 내부적으로 즉시 `admin` 무인지 세션을 수립한 뒤, LMS 강좌 코스(Course ID: 2)로 진입합니다. 브라우저 주소줄은 `https://lifefield.vercel.app/training`으로 온전히 보존됩니다.

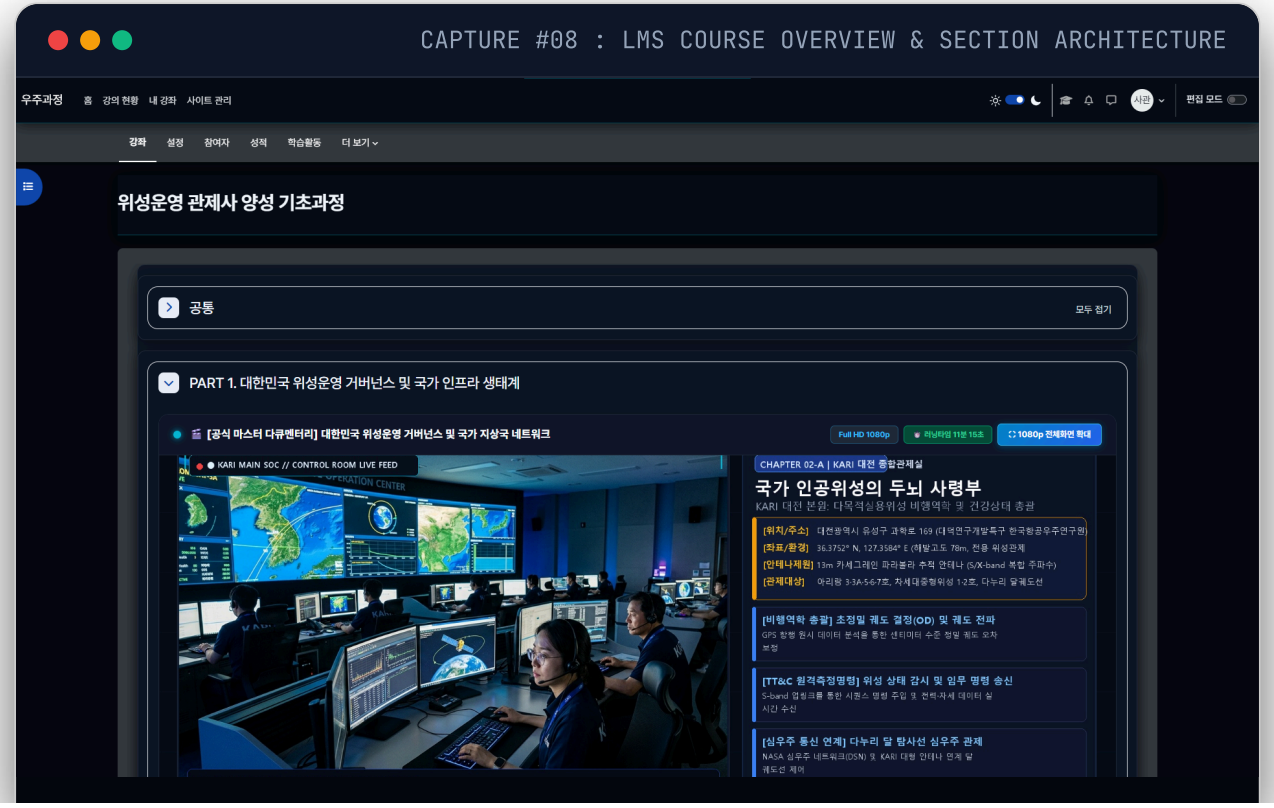



**[그림 4-1] 라이프필드 교육·훈련체계 메인 화면:** 상단 공통 네비게이션 메뉴 유지, 우측 상단 [독립 창 ↗] 툴 버튼, 하단 풀스크린 임베드된 LMS 세션.

## 4.2 SATOPS-101 정규 8대 전술 커리큘럼 분석

Moodle 기반 교육체계에는 총 8개의 군사우주 전술 파트가 체계적으로 수록되어 있으며, 각 파트마다 1080p 고해상도 마스터 영상 강의와 기술 브리핑 자료가 포함되어 있습니다.

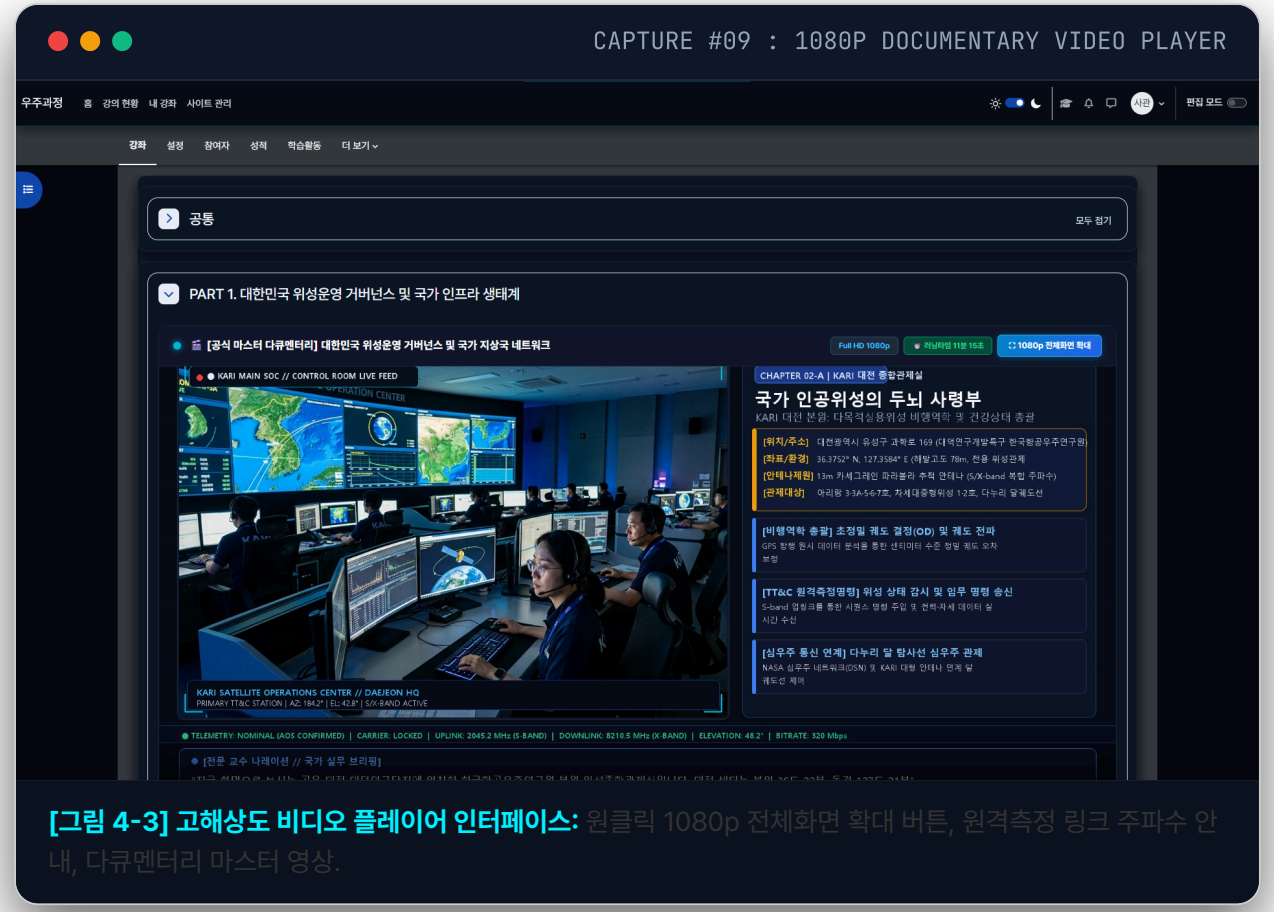
| 파트 | 전술 과정명 | 주요 교육 내용 | 실기/연동 |
| --- | --- | --- | --- |
| **PART 01** | 궤도 역학 시뮬레이션 및 우주 비행 궤적 | Keplerian 6원소 3D 전파, SpaceX 팰컨9/누리호 발사 궤적 분석 | 3D 궤도 시뮬레이션 |
| **PART 02** | 지상국 원격측정·명령(TT&C) 통신 제어 | S/X-Band 링크 버짓 산출, 가시영역(AOS/LOS) 패스 예측 및 안테나 추적 | TT&C 통신 콘솔 |
| **PART 03** | 425 정찰위성 편대 자세제어(AOCS) | 반작용 휠 및 자기 토커 3축 지향, 슬루 기동 및 태양 지향 모드 | 3축 자세 시뮬레이터 |
| **PART 04** | 전력/열제어(EPS & TCS) 전술 관리 | 일식 구간 배터리 충·방전 심도(DOD) 계산, 태양광 패널 전력 최적화 | 전력/열평형 HUD |
| **PART 05** | 탑재체(Payload) 운용 관제 및 초정밀 영상 수집 | EO/IR 광학 카메라 및 SAR 레이더 지상 스팟 스케줄링, 다운링크 | 3D ISR-CDMS 연동 |
| **PART 06** | 비상 고장(Anomaly) 진단 및 자율 복구(FDIR) | 세이프홀드 모드 천이, 통신 두절 비상 프로토콜, OBC 원격 재부팅 | FDIR 비상 절차 |
| **PART 07** | 우주 감시 및 궤도 충돌 회피 기동(CAM) | 우주 파편(Debris) 근접 분석, 충돌 확률(Pc) 산출 및 긴급 회피 분사 | CAM 기동 시뮬레이션 |
| **PART 08** | C4I 연계 지상 전술 데이터 융합 및 디지털트윈 | MGRS 격자 기반 영상 판독, 3D 디지털 트윈 동기화, 종합 보고서 | 3D 종합 실기 |



**[그림 4-2] Moodle SATOPS-101 강좌 메인 뷰:** SCU 다크 HUD 테마가 적용된 8개 전술 파트 목록 및 주차별 세부 강의 모듈.

## 4.3 1080p 마스터 다큐멘터리 영상 플레이어

각 파트에는 30MB급 Full HD 공식 마스터 다큐멘터리 영상이 내장되어 있습니다. 네이티브 HTML5 비디오 플레이어를 통해 1080p 전체화면 확대, 키보드 단축키, 그리고 다운로드 기능을 안정적으로 지원합니다.




**[그림 4-3] 고해상도 비디오 플레이어 인터페이스:** 원클릭 1080p 전체화면 확대 버튼, 원격측정 링크 주파수 안내, 다큐멘터리 마스터 영상.

## 4.4 모바일 레이아웃 최적화 (글자 가로 정렬 및 들여쓰기 짤림 방지)

모바일 기기에서 Moodle 강좌를 시청할 때 발생하던 문제점을 완벽히 해결했습니다:

- **좌측 목차 서랍 자동 숨김:** 모바일 뷰포트에서 285px 목차 서랍을 기본 비활성화하여 본문 폭이 70px로 좁아지던 현상을 제거하고 100% 폭을 확보했습니다.
- **단어 단위 가로 정렬:** `word-break: keep-all; white-space: normal;`을 적용하여 한글 단어가 글자 단위로 쪼개져 세로줄로 내려앉는 현상을 방지했습니다.
- **들여쓰기 짤림 정규화:** Moodle의 다중 중첩 들여쓰기(`.indent-1~5`) 좌측 패딩/마진을 모바일 규격에 맞춰 정규화하여 우측 텍스트 짤림을 차단했습니다.


HOST MOBILE HEADER

SCU SATOPS-101

수집데이터 관리 교육 · 훈련체계



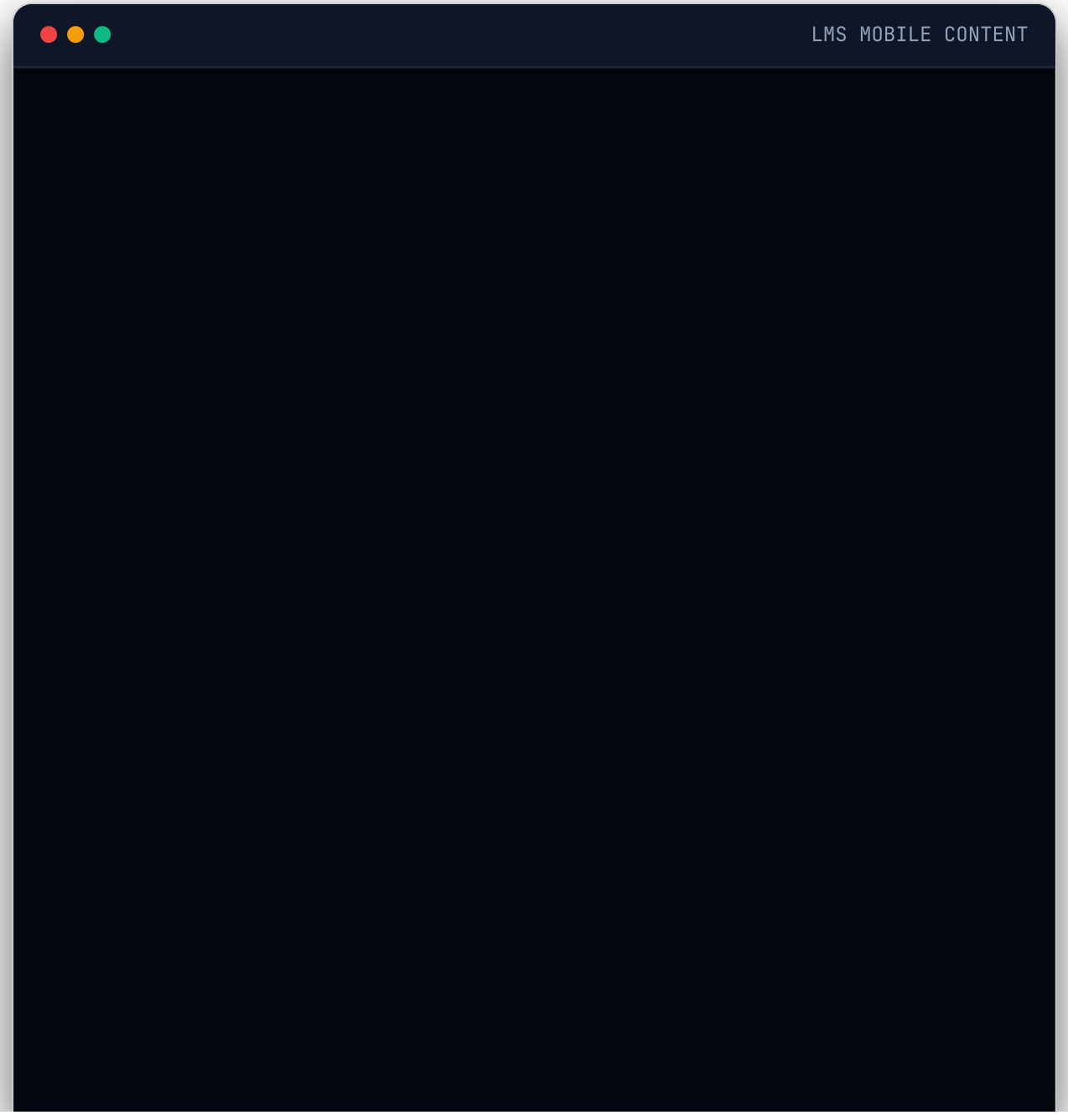
SCU SATOPS-101 TACTICAL LMS

## 우주 교육·훈련체계 세션 연결 중...

국방우주 관제사 실시간 시뮬레이션 환경 및 관리자 보안 인증을 초기화하고 있습니다.



**[그림 4-4a] 호스트 모바일 헤더:** 수평 유지 콤팩트 브랜드 및 듀얼 캡슐 네비게이션.



사관

# 위성운영 관제사 양성 기초과정

공통 모두 접기

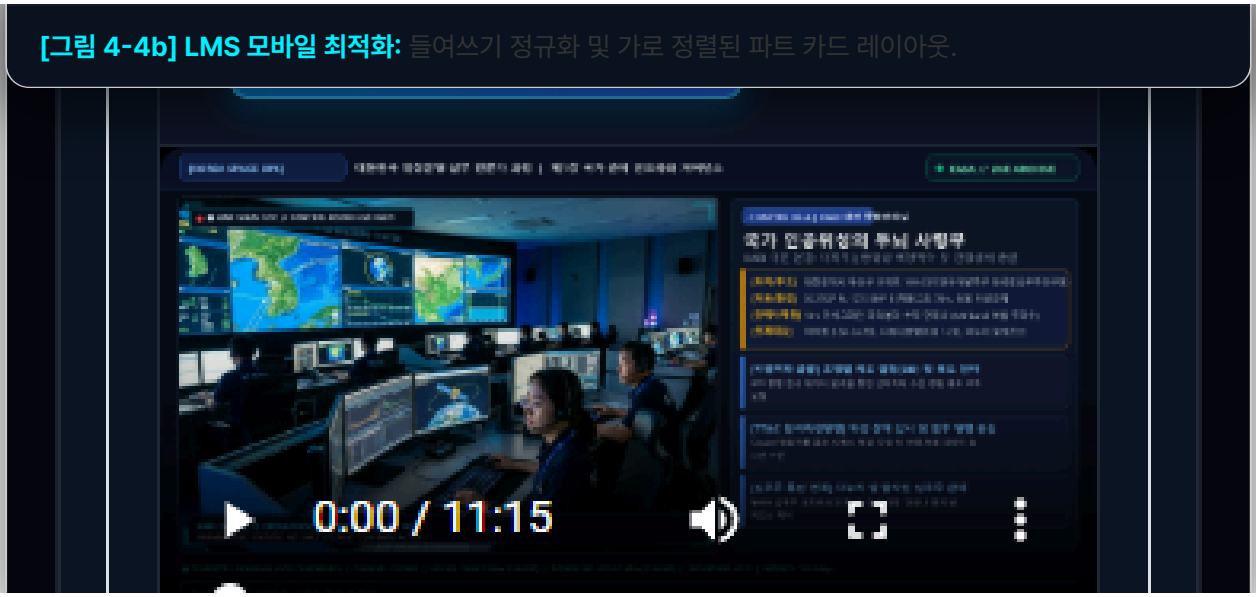
## PART 1. 대한민국 위성운영 거버넌스 및 국가 인프라 생태계

### [공식 마스터 다큐멘터리] 대한민국 위성운영 거버넌스 및 국가 지상국 네트워크

Full HD 1080p

러닝타임 11분 15초

**[그림 4-4b] LMS 모바일 최적화:** 들여쓰기 정규화 및 가로 정렬된 파트 카드 레이아웃.




CHAPTER 05

# 인프라 및 네트워크 아키텍처 (Infrastructure & Ops)

Docker 컨테이너, iptime DDNS 포트포워딩, Windows 방화벽, 그리고 Vercel 클라우드 배포가 결합된 하이브리드 인프라 아키텍처 명세입니다.

## 5.1 하이브리드 배포 아키텍처 구성도

라이프필드는 프론트엔드 포털과 3D ISR 체계는 전 세계 초고속 글로벌 CDN인 **Vercel Edge Network**에 배포하고, 대용량 MP4 영상 및 MariaDB 데이터베이스를 보유한 Moodle LMS는 **로컬 Docker Desktop(WSL2)** 환경에서 운영하는 하이브리드 분산 구조를 채택하고 있습니다.

```
[Client Web Browser (PC / Mobile)]
   |
   ├── (HTTPS:443) ──> https://lifefield.vercel.app (Portal & ISR 3D Earth)
   |                       |
   |                       └── (Embedded iframe src: autologin.php?embed=1)
   |                                |
   └── (HTTP:8085) ─────────────────┼──> [iptime Router DDNS: lifefield.iptime.or
```

```
                                    |       | (Port Forwarding 8085 → 172.26.18
                                    |       ▼
                                    └──> [Host PC Windows 방화벽 8085 인바운드 허용
                                            |
                                            ▼
                                        [WSL2 / Docker Desktop Engine]
                                            ├─ Apache Web Server (Port 8085)
                                            ├─ PHP 8.2 + Moodle 4.x (LMS_Data)
                                            └─ MariaDB Container (Bitnami Moodle
```

### 5.2 방화벽 및 포트포워딩 설정 명세

외부(인터넷 및 모바일 LTE/5G)에서 로컬 LMS에 접속할 수 있도록 포트 8085 인바운드 방화벽 규칙을 배치 스크립트로 자동화하여 관리합니다.

```
REM [포트8085방화벽열기.bat 핵심 명령]
netsh advfirewall firewall add rule name="Moodle LMS Port 8085" dir=in actior
```

CHAPTER 06

# 운영자 및 개발자 실전 가이드 (Ops & Troubleshooting)

시스템 유지보수, 신규 강좌 업데이트, 궤도 데이터 동기화 및 장애 조치를 위한 실무 지침서입니다.

### 6.1 강좌 및 비디오 업데이트 절차

강좌 내용이나 비디오 파일을 수정할 때는 다음 순서로 작업을 수행합니다:

1. `c:/Users\sjyeh\Desktop\LMS/update_section[N].php` 스크립트에서 HTML 내용 수정

2. WSL Moodle 볼륨(/mnt/docker-desktop-disk/data/docker/volumes/lms_moodle_data/_data/)으로 파일 복사
3. curl.exe http://localhost:8085/update_section[N].php를 호출하여 Moodle DB에 즉시 반영
4. apply_mobile_scu_theme.php를 실행하여 Moodle 캐시 일괄 퍼지(Purge all caches)

## 6.2 비상 복구 및 트러블슈팅 FAQ

| 증상 (Symptom) | 원인 (Cause) | 해결 방법 (Solution) |
| --- | --- | --- |
| 모바일에서 LMS 화면이 흰색 빈 화면으로 표시됨 | HTTPS 사이트에서 비보안 HTTP iframe 차단 (Mixed Content) | 상단 우측 [독립 창 ↗] 툴 버튼을 누르거나 레이더 HUD의 [전용 창으로 즉시 입장] 버튼 클릭 |
| 외부망(LTE/5G)에서 LMS 접속 불가 | 공유기 외부 IP 변동 또는 포트포워딩 누락 | iptime DDNS(lifefield.iptime.org) 갱신 확인 및 8085 포트포워딩 내부 IP(172.26.180.221) 점검 |
| 관리자 로그인 화면이 다시 뜸 | Moodle 세션 만료 또는 브라우저 서드파티 쿠키 차단 | autologin.php를 재호출하면 무인지 세션이 즉시 재수립됨 |
| 모바일에서 글자가 세로줄로 쪼개짐 | Moodle 목차 서랍이 강제 열림 | config.php 내 scu-comprehensive-theme CSS 재적용 및 브라우저 캐시 새로고침 |


Copyright © 2026 LifeField All Rights Reserved. Defense Space Operations Academy.