

# 철도 스테이션 기반 주행영상 플레이어 — 개발 내용 및 핵심 기술

## 철도 스테이션(측점) 기반 주행영상 웹플레이어 — 개발 내용 및 핵심기술

기술개발센터 · 작성일 2026-06-29 · (작성자/팀 기입)

### □ 개요

- 드론으로 촬영한 철도 주행영상을 시간이 아닌 **측점(체이니지)** 위치 기준으로 색인·탐색하고, 프레임별 카메라 자세를 이용해 **측점·POI·선로중심선**을 영상 위에 실시간 정합(**AR 오버레이**) 하여 표출하는 **웹 기반 주행영상 분석 플레이어** 개발
- 입력 데이터 : 드론 주행영상 + 프레임별 비행로그(SRT) + 노선 측점/POI/구조물 데이터(폴더 일괄적재)

| 항목      | 내용               | 포맷         | 비고                                |
|---------|------------------|------------|-----------------------------------|
| 드론 주행영상 | 점검 구간 촬영 영상      | MP4        | 2GB+ 대용량                          |
| 비행로그    | 프레임별 위치·자세·초점    | SRT/CSV    | lat/lon/고도, yaw/pitch/roll, focal |
| 측점      | 노선 측점 좌표·표고      | CSV(01측점)  | <b>정표고(Z좌표_한국)</b> 사용             |
| POI/구조물 | 교량·터널·역사·지장물·출입문 | CSV/KMZ    | 03교량·04터널·06구조·02지장물              |
| 노선 보정   | 진행방향·종점·이정 보정    | route.json | 폴더별(선택)                           |

- 처리 알고리즘 흐름도



그림 1. 데이터 입력 → 파싱 → 좌표·측점 계산 → (오버레이/스테이션바/재생) 처리 흐름

- 출력 / 주요 기능

| 항목       | 내용                                  | 비고       |
|----------|-------------------------------------|----------|
| 영상 오버레이  | 측점·교량·터널·역사·POI·중심선·드론궤적을 영상에 정합 표시 | 60fps    |
| 측점 스테이션바 | 측점 위치 기반 탐색바(거리/측점축), 구조물 마커, 방향색   | 시간축 대체   |
| 측점 검색    | 측점값 입력 → 해당 위치로 이동(여러 곳이면 순환)       | —        |
| 위치 보정    | 화면 드래그로 POI 위치/표고 보정·저장             | 데이터셋별 영속 |
| 대용량 재생   | 2GB+ 영상 Range/HLS 스트리밍              | 로컬·서버    |

## □ 핵심 기술

| # | 기술                    | 핵심 내용                                       | 효과                      |
|---|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 측점(체이닝) 색인·탐색         | 영상 매 시점을 노선 측점값으로 환산, 위치 기준 탐색              | 시간축 대비 점검 적합            |
| 2 | 실시간 영상 정합(투영)         | 드론 위치·자세·초점 → 핀홀 투영으로 GIS점을 화면 픽셀에 정렬       | 서버 없이 클라이언트 60fps       |
| 3 | 측점 표고 기반 DEM-free 정합  | 측점 실측 정표고를 지면고도로 사용 + 지오이드 datum 정합         | DEM 불필요, 부각오차 42.7°→11° |
| 4 | 단일 드래그 역투영 보정         | 화면 드래그 1회로 가로·세로·거리 동시 복원(깊이맵 불요)           | 지오코딩 오차 손쉬운 교정          |
| 5 | 화각(FOV) 1점 보정         | 라벨 1개를 끌면 세로 화각(sensorH) 역산(가로 정합 보존)       | 영상별 화각 자동 정합            |
| 6 | 에지보존 적응형 평활           | 직선=강하게/회전=즉시추종, 속도적응 EMA                    | 떨림 억제 + 무지연             |
| 7 | 위치(거리/측점)축 진행바        | 누적 이동거리·측점 비례 축, 방향은 색으로 분리                 | 호버·왕복 정확 표현             |
| 8 | 좌표/측점 이중탐지 + kmExists | 측점·좌표 두 기준 합집합 탐지, 실제 측점 유무 판정              | 재진입 마커 누락 해소            |
| 9 | 대용량 스트리밍 (Range/HLS)  | 10MB 청크 Range + HLS 분할(backBufferLength 30) | 2GB+ 안정 재생              |

세부 알고리즘·수식·소스 위치는 별첨 「기술명세\_GhiVideo\_종합기술문서」 참조.

## □ 개발 결과 및 이슈사항

- 영상 정합 정확도 : 표고 datum 정합으로 **부각오차 42.7°→11.0°**, 측점 기반 지면고도가 구글 DEM 대비 **약 0.2m(2160p에서 ~6px) 일치**
- 위치 보정 : 역투영 **왕복오차 ≈ 0**(z=42→화면→42.000), 보정값은 데이터셋별 자동 저장·복원
- 렌더 성능 : 사전계산(가시성) + RAF(좌표 재투영) 분리로 4K·대용량에서도 **60fps 유지**
- 측점 탐색 : 좌표/측점 이중탐지 + 합집합 보강으로 **조차장·중점 재진입 마커 누락 해소**, 실제 측점 없는 위치는 측점값 라벨 숨김

- 운영 : 사내망 외부접속 지원(포트 55000), 보고서 자동생성(md→HTML/PDF) 도구 구축
- 이슈 : 지오키오딩 **수평오차는 데이터 한계**(드래그 수동보정) · 지오이드고는 **지역상수**(대전 25.8m, 타 지역 재튜닝) · VFR/GPS 노이즈 잔존 · **특허 KIPRIS 전문검색 미수행**

▷ 측점 표고 정합 vs 외부 DEM 활용 (비교)

| 항목 | 측점 표고 정합(본 방식)                                           | 외부 DEM 활용                                | 비고                 |
|----|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| 장점 | 1. 별도 DEM 취득 불필요<br>2. 노선 기록 자동 반영<br>3. 측량값이라 정밀(~0.2m) | 1. 측점 데이터 없는 구간도 커버                      | 본 방식은 보유 측점 활용     |
| 단점 | 측점 사이 구간은 보간 의존                                          | 1. 취득비용/해상도 한계(30~90m)<br>2. 다운로드·전처리 시간 | DEM은 선로 인접·절벽서 부정확 |

☞ 정합 정확도가 핵심인 점검·분석 용도에서는 **측점 표고 정합 방식이 비용·정밀도 모두 유리**. 측점 미보유 구간 보강이 필요할 때만 외부 DEM 보조 활용 권장.

☞ 향후 : ① 발명 B(측점 표고 정합) + C(단일 드래그 역투영) 중심 **특허 출원**(KIPRIS 전문검색 선행) ② 렌즈왜곡·자동 캘리브레이션 ③ 측점 미보유 구간 DEM 자동조회.