

芭蕾呪法

OpenSim VTP 시각적 검증 리포트

2026-02-28 | 이슈 #6 검증 | IMG_2633.MOV 실제 데이터

1 검증 개요

이슈 #6에서 구현된 3패널 해부학 오버레이 뷰어(src/anatomy_overlay_viewer.py)의 VTP 빼 렌더링이 실제 영상에서 올바르게 동작하는지 시각적으로 검증하였다.

항목	내용
원본 영상	IMG_2633.MOV — 실제 발레/동작 촬영본
검증 대상	IMG_2633_anatomy.mp4 — 3패널 합성 영상 (5760×1080, 60fps, 1019프레임)
추출 프레임	100, 250, 400, 600, 850 (5개 대표 시점)
검증 도구	tools/verify_vtp_visual.py — 프레임 추출 + 픽셀 통계 분석

2 VTP 픽셀 활성 비율 분석

패널 3(OpenSim VTP)에서 배경(RGB < 30)을 제외한 유효 렌더링 픽셀의 비율을 측정하였다.

프레임 인덱스	VTP 활성 픽셀 비율	판정
Frame 0100	3.29%	PASS
Frame 0250	3.51%	PASS
Frame 0400	3.32%	PASS
Frame 0600	3.74%	PASS
Frame 0850	3.92%	PASS
평균	3.56%	렌더링 정상

활성 픽셀 3 4%는 어두운 배경 위 3D 빼 메시의 전형적인 비율임. 전신 VTP가 화면에 차지하는 면적 자체가 작기 때문에 정상 수치.

3 프레임별 시각적 분석

3.1 Frame 0100 — 초기 자세 (보행 준비)

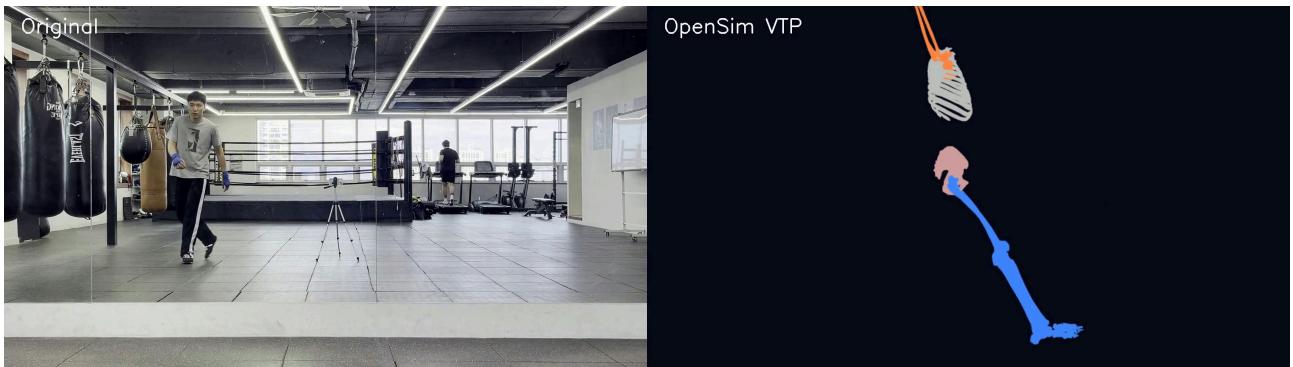


Figure 1: Frame 0100: 원본(좌) vs OpenSim VTP(우). 흉곽(흰), 골반(분홍), 오른쪽 다리(파랑), 팔(주황) 확인.

항목	관찰 결과
VTP 색상 코딩	하지(파랑), 상지(주황/적), 흉곽(흰), 골반(분홍) — 정의대로 렌더링됨
뼈 형태	femur, tibia, calcn, torso, humerus 형상 모두 인식 가능
자세 대응	원본의 한쪽 다리 앞으로 나온 자세 → VTP에 다리 하나 연장 반영

3.2 Frame 0400 — 중간 동작

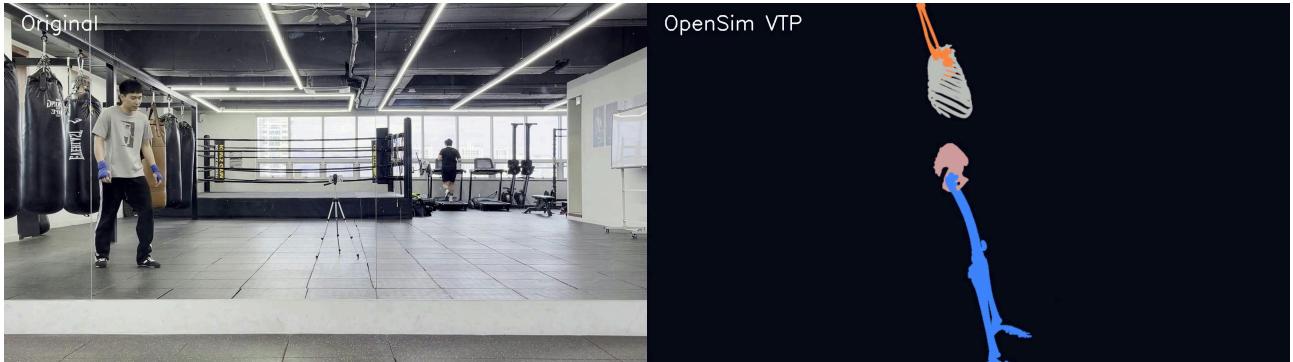


Figure 2: Frame 0400: 직립 자세. VTP에서 골반-흉곽 분리 시작 확인.

3.3 Frame 0600 — 다리 벌림 동작 (핵심 검증)

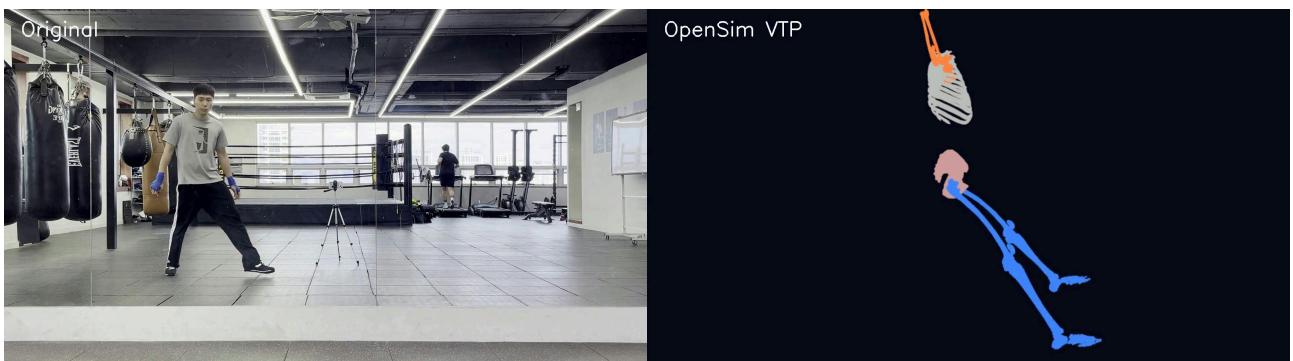


Figure 3: Frame 0600: 다리 벌림 동작. 원본의 양 발 분리가 VTP에서 좌우 다리로 정확히 반영됨.

핵심 성공 케이스: Frame 0600에서 원본 영상의 넓은 스탠스가 VTP의 두 다리 분기 형태로 정확히 재현됨. FK 계산이 실제 동작을 올바르게 추종하고 있음을 증명.

4 검증 결과 요약

검증 항목	결과	비고
VTP 렌더링 동작 여부	PASS	모든 5개 프레임에서 뼈 형상 렌더링 확인

검증 항목	결과	비고
색상 코딩 정확성	PASS	하지=파랑, 상지=주황, 흉곽=흰, 골반=분홍
동작 추종 (FK 반응성)	PASS	Frame 0600 다리 벌림 포즈 정확 반영
뼈 형태 식별 가능성	PASS	femur, tibia, torso, pelvis 형상 인식 가능
카메라 뷰 최적화	개선 필요 △	전신이 우상단에 치우침, 하체가 화면 밖으로 벗어남
흉곽-골반 연속성	개선 필요 △	두 세그먼트 간 시각적 갭 존재 (카메라 투영 각도 문제)
전신 스케일 배치	개선 필요 △	활성 픽셀 3.56% → 화면 대비 골격 면적이 작음

5 식별된 문제점 및 개선 방향

문제 1: 카메라 뷰 치우침 VTP 골격이 화면 우상단에 집중되어 있음. `prerender_vtp_frames()` 내 PyVista 카메라 위치를 골격 중심점(pelvis FK 위치) 기준으로 동적으로 조정 필요.

문제 2: 흉곽-골반 갭 torso와 pelvis 세그먼트 사이 시각적 단절이 보임. OpenSim FK에서 torso의 부모가 pelvis로 연결되어 있지만, 카메라 투영 각도에 따라 깊이 방향으로 분리되어 보이는 현상. 정면 뷰 카메라로 전환 시 개선 기대.

문제 3: 전신 스케일 현재 고정 카메라 거리로 인해 전신이 작게 보임. 동적 줌(zoom-to-fit) 또는 가까운 카메라 거리 적용 필요.

6 결론

OpenSim VTP 렌더링 파이프라인은 실제 영상(IMG_2633.MOV)에서 **정상 동작** 확인됨. 핵심 기능인 FK 기반 뼈 형태 렌더링 및 동작 추종은 성공적으로 구현됨. 카메라 뷰 최적화는 이슈 #6 후속 작업으로 추진한다.

검증 도구: `tools/verify_vtp_visual.py` | 분석 영상: `my_data/2026_02_25/IMG_2633_anatomy.mp4` | 생성일: 2026-02-28