

의료 코어 · 연구 프로토타입

SMCNav · HoloLens 수술내비게이션

추적·정합·캘리브레이션을 SMCNav에 통합하고, 그 결과를 HoloLens 공간 인터페이스까지 연결했습니다.

기간 2023.07 - present | 근거 상태 프로토타입 · 진행 중 | 포트폴리오 구분 의료 코어

DIGITRACK이 삼성서울병원과 연구 협력으로 개발한 맞춤형 3D Slicer 수술내비게이션 플랫폼과 별도 HoloLens 공간 인터페이스 확장입니다.

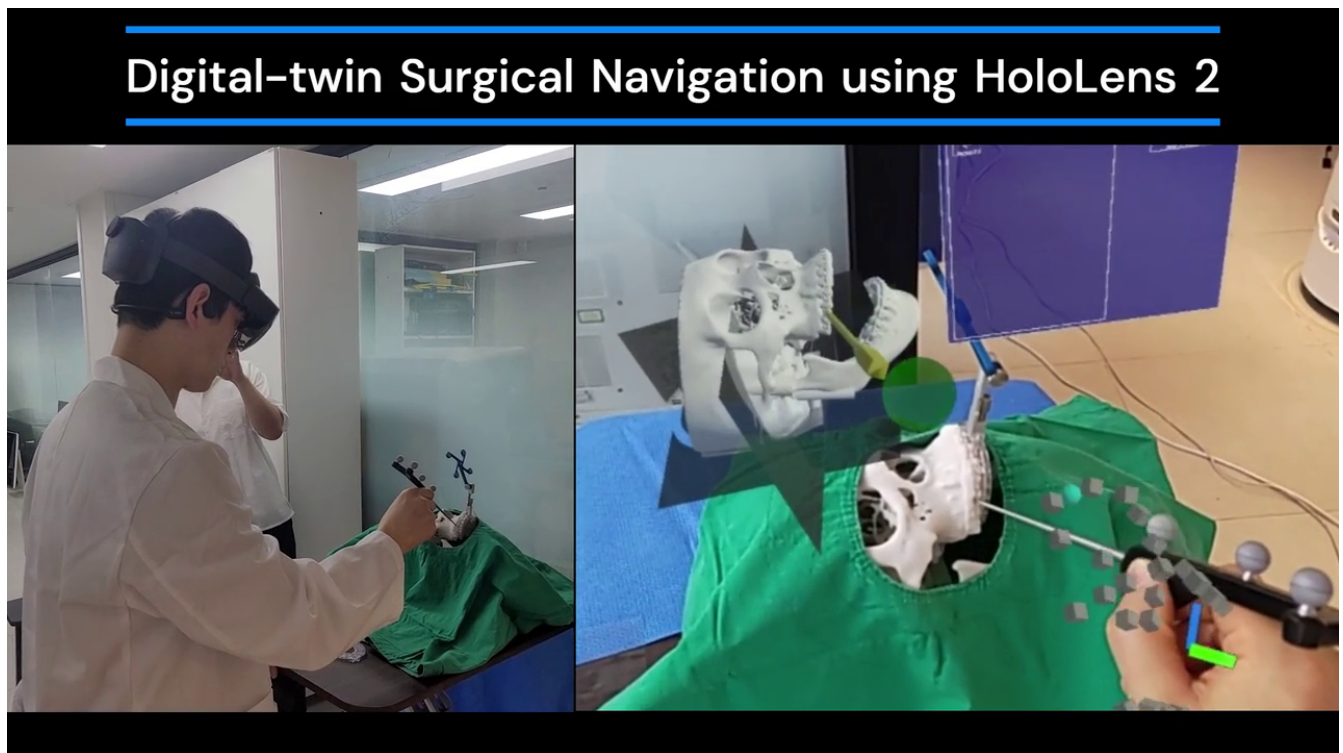


그림 1. HoloLens 2 디지털 트윈과 추적 기구·영상 표시를 연결한 전체 길이 연구 프로토타입 시연입니다. 비식별 연구 영상이며 임상 결과 근거가 아닙니다.

문제와 시스템 경계

구강악안면 내비게이션은 의료영상, 환자와 기구 좌표, 수술별 도구, 공간 표시가 한 흐름으로 맞아야 하지만 기능이 분절되면 정합 상태와 데이터 흐름을 검토하기 어렵습니다.

소유한 결정과 구현

개인 역할

3D 의료영상·수술내비게이션 개발자

전체 소프트웨어 아키텍처를 설계하고 DICOM·3D 모델 로딩, MPR·3D 시각화, 광학 추적 SDK와 데이터 파이프라인, 영상·환자·마커·기구 좌표 변환, 환자 정합과 피드백, 마커·비표준·장기구 캘리브레이션, 6개 워크플로와 미러링, HoloLens-PC 통신·공간 표시·상호작용, 팬텀 통합 시험과 검증 도구의 주 구현을 맡았습니다.

SMCNavì 플랫폼 개요

SMCNavì는 DICOM·3D 모델 로딩, MPR·3D 시각화, 광학 추적, 환자 정합, 기구 캘리브레이션, 수술별 UI를 하나의 맞춤형 3D Slicer 데스크톱 플랫폼에 통합합니다. HoloLens 기능은 SMCNavì와 연결되는 별도 PC 확장으로 구현했습니다.

6개 구강악안면 워크플로

아래 기능은 소프트웨어로 구현·시연한 워크플로이며 임상 효능을 뜻하지 않습니다.

- 상악종양 제거술 내비게이션
- 하악종양 제거술 내비게이션
- 양악수술 내비게이션
- 하악운동 트래킹
- 골이식 위치설정
- 광대·안와 골절 미러링

추적·정합·캘리브레이션

환자·기구와 영상 모델 사이의 변환 경로를 명시적으로 구성하고 각 단계의 입력과 피드백을 검토할 수 있게 했습니다.

- 광학 추적 SDK 연결과 실시간 도구·마커 데이터 파이프라인
- 영상·환자·마커·기구 좌표계 사이의 변환 체인
- 환자 정합과 정합 상태 피드백
- 환자·기구 마커 캘리브레이션
- 비표준 기구와 장기구 캘리브레이션

HoloLens 공간 인터페이스

SMCNavì가 소유한 정합·워크플로 상태를 별도 PC 확장에서 렌더링하고 HoloLens 2의 공간 표시와 상호작용으로 연결했습니다.

- OpenIGTLink를 통한 변환과 승인된 영상·모델 데이터 교환
- Unity·MRTK 기반 PC 렌더링과 공간 배치
- Holographic Remoting을 통한 HoloLens 2 표시
- HoloLens 상호작용 입력의 PC 확장 반환
- 광학 추적·SMCNavì·HoloLens 팬텀 통합 시험

추적 관측에서 HoloLens 상호작용까지

설명용 시스템 관계 다이어그램이며 사진·실험·임상 결과 근거가 아닙니다.



SMCNavi-HoloLens 경로 · 연구 프로토타입

설명용 시스템 관계 다이어그램이며 사진 또는 실험 근거가 아닙니다.

검증 및 근거 원장

두 전체 길이 영상과 승인된 화면·좌표계·기구·팬텀 파생본은 위치, 모델, 영상, 상호작용 데이터가 SMCNavi에서 HoloLens 경로까지 연결된 연구 프로토타입을 보여줍니다.

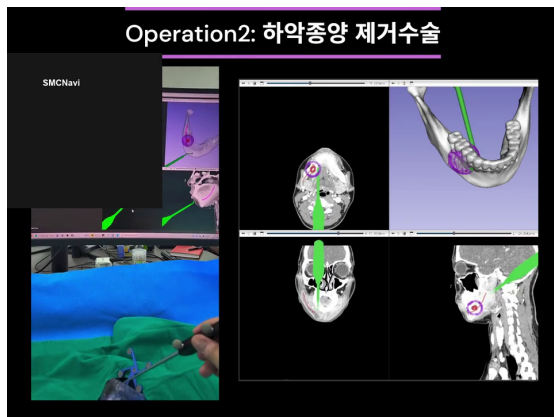


그림 2. SMCNavi에서 6개 구강악안면 워크플로가 전환·시연되는 전체 기능 소개 영상입니다. 비식별 연구 영상이며 임상 결과 근거가 아닙니다.

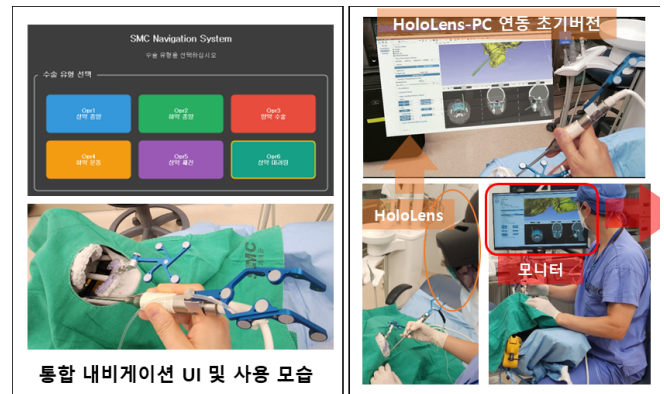


그림 3. SMCNavi 통합 UI와 HoloLens-PC 연결 화면. 비식별 연구 영상 파생본이며 임상 결과 근거가 아닙니다.



그림 4. 6개 구강악안면 소프트웨어 워크플로. 비식별 연구 영상 파생본이며 임상 효능을 뜻하지 않습니다.

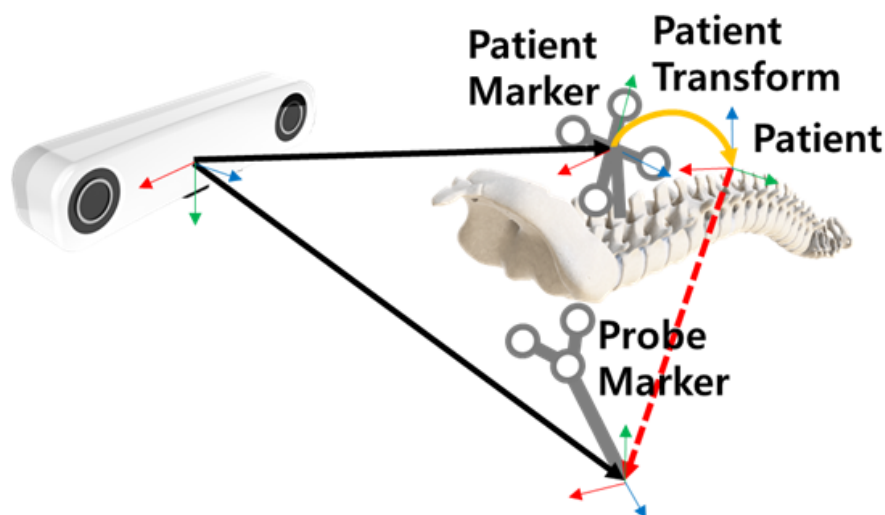


그림 5. 좌표계 관계 - 광학 추적 장치 기준의 환자 마커·프로브 마커 변환.

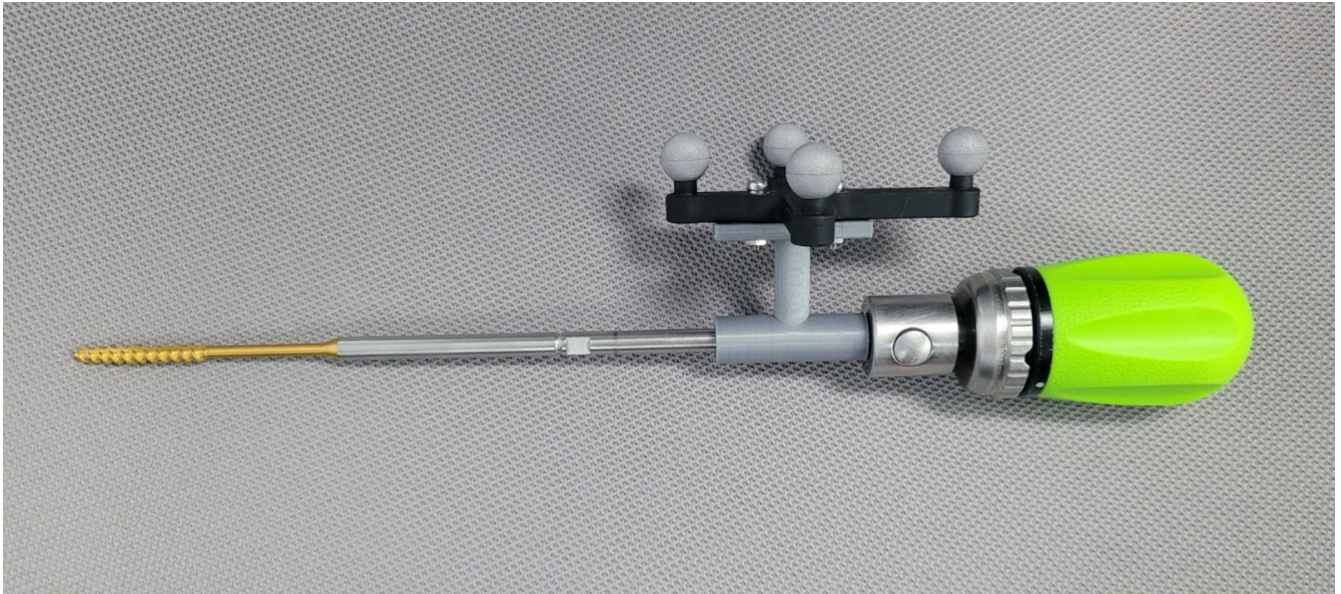


그림 6. 비표준-장기구 캘리브레이션에 사용한 패시브 마커 어댑터 장착 기구.



그림 7. HoloLens 공간 표시와 손-시선 상호작용 토글.

역할, 팀 결과, 한계

팀 결과

DIGITRACK과 삼성서울병원 연구팀은 임상 워크플로와 요구사항 맥락, 수용 검토 기준, 통합 시연을 공동으로 검토했습니다.

한계

장시간 안정성, 성능 최적화, 배포 설정, 패키징은 제품화 수준으로 마무리되지 않았습니다. 이 사례는 생산 배포, 실제 수술 사용, 임상 효능·안전성·정확도를 주장하지 않습니다.

협업 경계

의료진의 워크플로·수용 기준과 개발팀의 추적·영상·XR 통합 검토를 분리해 기록합니다.

구현 기술

HoloLens 2 · Optical tracking · 3D Slicer · Unity · MRTK · OpenIGTLink · Holographic Remoting

핵심 역량

3D 기하 및 정합 · 의료 내비게이션 및 시각화 · XR 애플리케이션 엔지니어링

등록된 공개 근거

현재 등록된 외부 공개 링크가 없습니다.

함께 정의할 내용

문제, 데이터 또는 센서, 목표 검증, 일정을 알려주시면 좌표계와 근거 경계부터 함께 정의합니다.

uiop3847@naver.com

rafaam11.github.io