

의료 코어 · 임상 워크플로우 통합

# 구강악안면 디지털 교합 워크플로우

분리된 특징점·교합·평가 기능을 연구진이 한 앱에서 직접 다룰 수 있는 사용자 친화적 end-to-end 워크플로우로 재설계했습니다.

기간 2026.03 - 현재 | 근거 상태 진행 중 · 연구진 검증 | 포트폴리오 구분 의료 코어

8개 3D 모델 준비, 치아·악안면 특징점, 해부학적 좌표계, 자동 교합·6-DOF 조정·접촉 분석, RMSE-Gap-FRE 평가와 내보내기를 하나의 Custom App으로 연결했습니다.

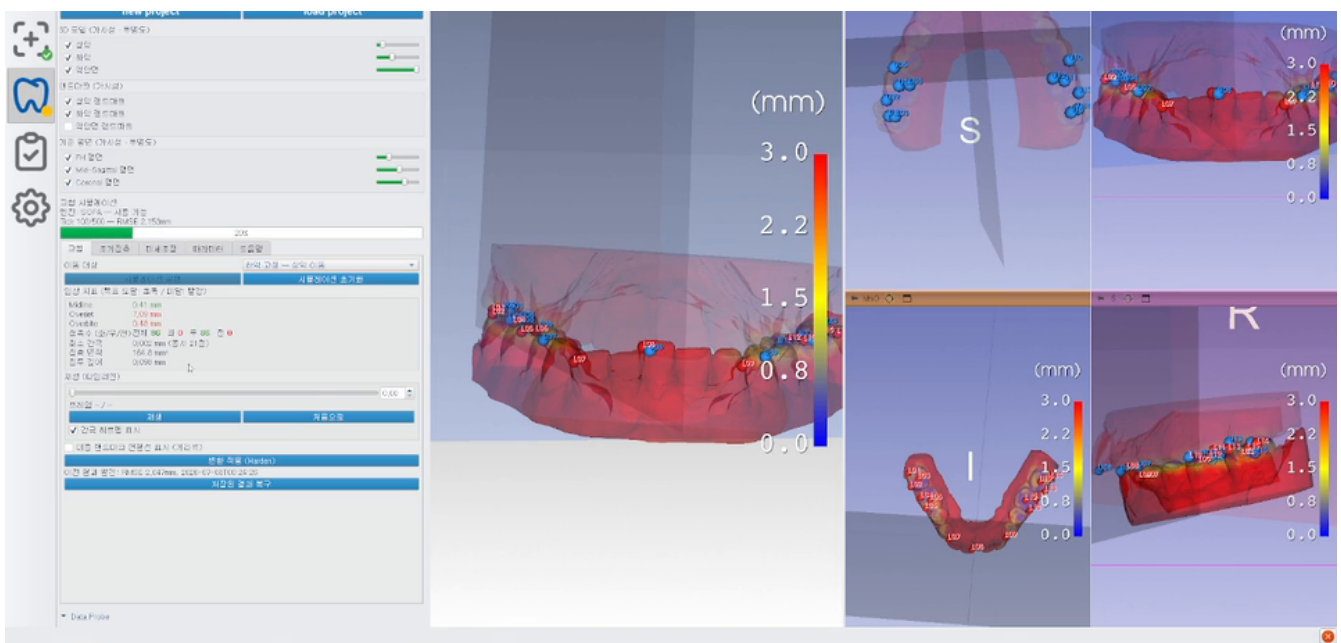


그림 1. 합성 테스트 데이터로 특징점 입력, 다중 시점 교합, 평가 흐름을 시연한 개발 빌드입니다.

## 문제와 시스템 경계

이전 흐름은 특징점 앱이 분리되어 참고 이미지 대조와 확대·이동이 불편했고, 교합의 다중 시점, 저장·불러오기, 악안면 특징점, 평가 화면이 충분히 통합되지 않았습니다.

## 소유한 결정과 구현

### 개인 역할

#### 기술 리드 · 메인 개발자

기술 리드·메인 개발자로 C++/Qt 셸, Python 모듈, 공통 라이브러리의 전체 Custom App 아키텍처를 설계하고

end-to-end UI/UX, 알고리즘·엔진 통합, 평가·내보내기, CMake/SuperBuild·테스트·패키징을 주도했습니다.

## 한 앱으로 연결한 7단계 워크플로우

데이터 준비부터 평가와 내보내기까지 프로젝트 상태가 한 흐름 안에서 이어집니다.

- 8개 3D 모델 준비
- 치아 특징점 30개(상악 15개·하악 15개)와 악안면 특징점 30개 입력·가시화
- 특징점 기반 해부학적 좌표계 구성
- 자동 교합, 6-DOF 미세 조정, 피봇 회전
- 접촉 상태와 거리 가시화
- RMSE·Gap·FRE 평가
- 프로젝트 저장과 결과 내보내기

## 연구진이 직접 쓰는 화면으로

기능 수를 늘리는 것보다 연구진이 반복 작업을 끊임 없이 수행하고 결과를 비교할 수 있게 하는 데 우선순위를 두었습니다.

- 확대·축소 가능한 특징점 입력 화면 옆에 참고 이미지 배치
- 교합 상태를 동시에 비교하는 다중 시점 화면
- 프로젝트 저장·불러오기 흐름 통합과 단순화
- 교합 과정을 확인하는 시뮬레이션 재생바
- 미세 조정을 위한 피봇 회전 핸들
- 모델 투명도와 특징점 가시성 제어

## Custom App 아키텍처와 소유권

3D Slicer Custom App의 C++/Qt 셸, Python 워크플로우 모듈, 공통 상태·라이브러리를 한 구조로 설계했습니다. 협업 알고리즘과 엔진은 개인 구현으로 재귀속하지 않고, 이를 상태 흐름·UI·가시화·평가로 통합한 범위를 구분합니다.

## 현재 검증 상태와 한계

기능 동작과 임상 활용 가능성을 같은 주장으로 섞지 않습니다.

- 구현됨: 8개 모델 준비, 치아·악안면 특징점, 해부학 좌표계, 자동 교합·6-DOF·접촉 분석, 평가·내보내기
- 검증 중: 연구진이 개발·시연 빌드를 직접 사용하며 워크플로우 사용성과 교합 결과를 검토
- 주장하지 않음: 병원 설치, 실제 수술 사용, 의료기기 상태, 임상 효능·정확도·안전성, 화면 예시값의 성능 해석

## 데이터 준비에서 평가까지

현재 구현된 7단계 디지털 교합 작업 흐름입니다.



현재 구현 · 연구진 검증 중

## Custom App 통합 구조

협업 알고리즘·엔진과 개인이 소유한 아키텍처·통합 범위를 분리한 구조입니다.



### 개인 소유와 팀 결과 분리

설명용 시스템 관계 다이어그램이며 사진 또는 실험 근거가 아닙니다.

## 검증 및 근거 원장

특징점 입력, 다중 시점 교합, 접촉 가시화, RMSE·Gap·FRE 평가와 내보내기가 동작하는 개발 빌드 영상·화면과 연구진 직접 사용 피드백이 근거입니다.

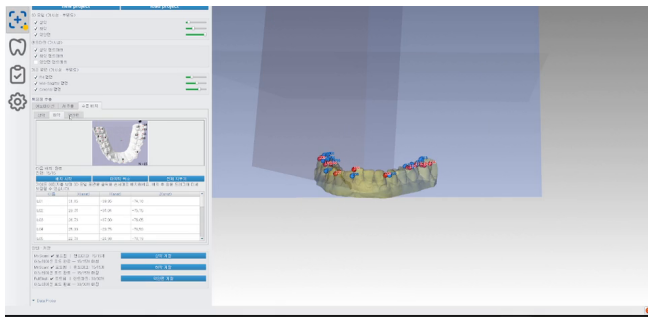


그림 2. 참고 이미지와 확대·축소 가능한 3D 뷰를 한 화면에서 확인하며 특징점을 입력합니다. 합성 테스트 데이터 화면입니다.

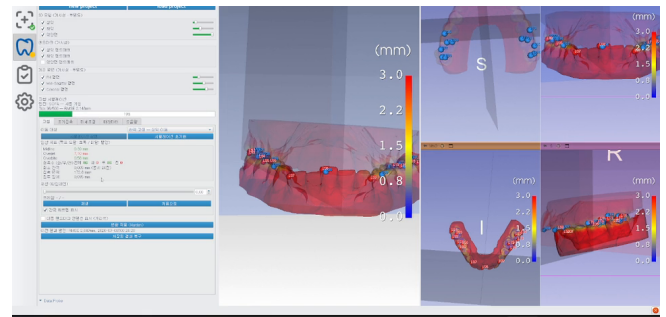


그림 3. 교합 상태와 접촉 거리 맵을 여러 시점에서 동시에 비교하는 작업 화면입니다. 합성 테스트 데이터 화면입니다.

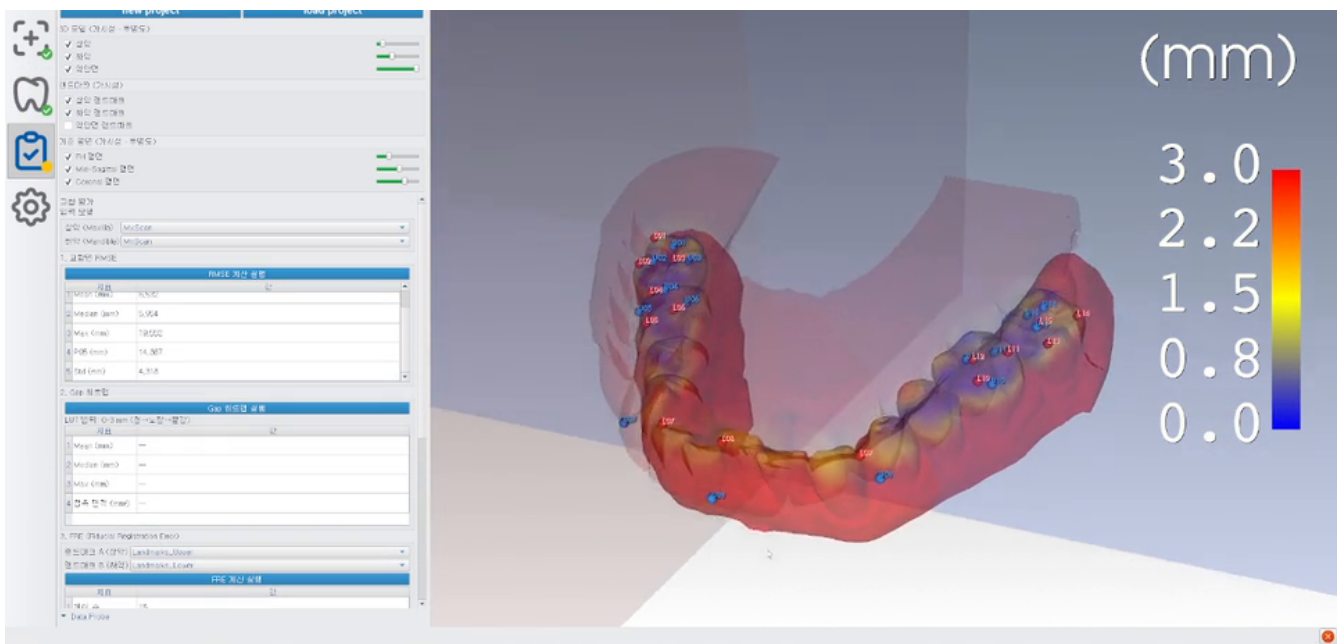


그림 4. RMSE·Gap·FRE 계산과 결과 내보내기를 한 흐름으로 묶은 평가 화면입니다. 표시값은 UI 예시이며 성능 결과가 아닙니다.

## 역할, 팀 결과, 한계

### 팀 결과

삼성서울병원 연구진은 임상 워크플로우·특징점·평가 지표를 함께 정의하고 개발 빌드를 직접 검토합니다. DIGITRACK 협업 팀은 특징점 알고리즘과 교합 엔진 구현·연구를 지원했습니다.

### 한계

현재는 개발·시연 빌드의 연구진 검증 단계입니다. 병원 설치, 실제 수술 사용, 의료기기 상태, 임상 효능·정확도·안전성을 주장하지 않으며 화면 값도 성능 결과로 인용하지 않습니다.

### 협업 경계

삼성서울병원과 DIGITRACK의 장기 R&D로 디지털 교합에서 정상 교합 기반 하악 운동과 전체 구강악안면

수술계획으로 확장하는 방향을 검토하고 있습니다.

---

## 구현 기술

3D Slicer · C++ · Qt · Python · VTK · PyBullet · SOFA

## 핵심 역량

의료 내비게이션 및 시각화 · 3D 기하 및 정합

---

## 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](mailto:uiop3847@naver.com)

[rafaam11.github.io](https://rafaam11.github.io)