기술 소개서

화소 정확 벡터 복원 및 이음 환원불가 인증 기술
특허출원 제10-2026-0208000호 · 발명의 명칭: 양자화 래스터 영상을 정확히 재현하는 벡터 경로의 국소 환원불가성 인증 방법 및 시스템

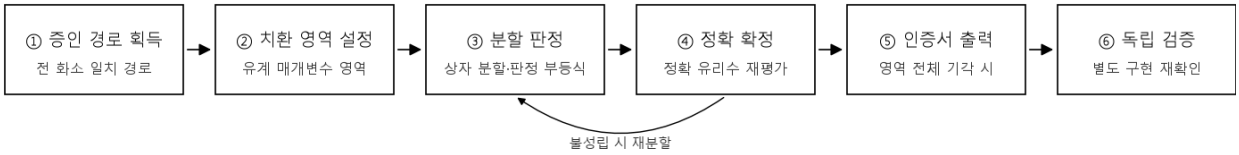
1. 개요

양자화 래스터 영상으로부터 3차 베지어 곡선 경로를 복원한다. 복원 경로는 주어진 렌더링 모델로 렌더링·양자화했을 때 입력 영상과 모든 화소 값이 일치한다. 경로의 각 이음에 대하여, 인접한 두 조각을 하나의 3차 곡선으로 치환하는 유계 범위의 모든 후보가 입력 영상을 재현하지 못함을 계산으로 확정하고 인증서로 출력한다. 인증서는 생성 과정과 별개의 구현으로 재확인 가능하다.

2. 입력과 출력

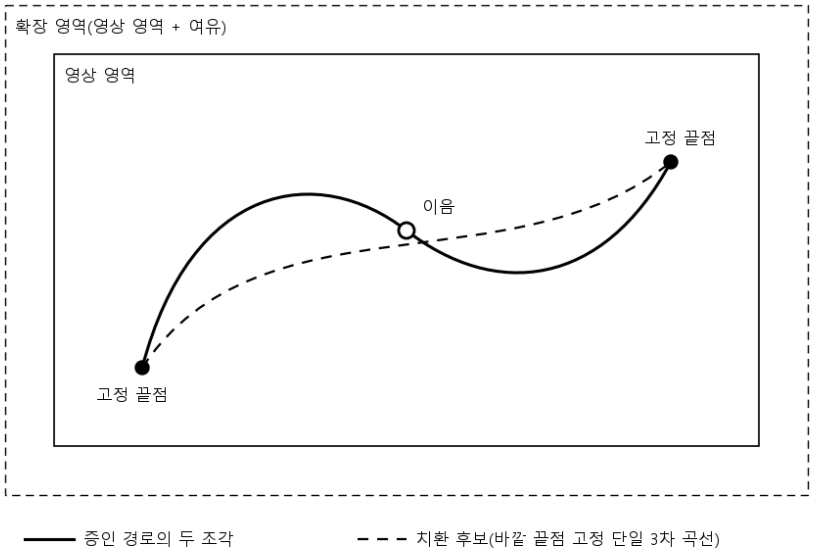
구분	항목	내용
입력	양자화 래스터 영상	8비트 화소 영상. 무손실 저장.
입력	렌더링 모델	곡선 경로의 화소별 덮임 면적 계산 규칙과 양자화 규칙.
출력	증인 경로	이음으로 연결된 3차 베지어 곡선 조각열. 재렌더링 시 전 화소 일치.
출력	이음별 인증서	치환 후보 매개변수 영역의 분할 내역과 분할 단위별 기각 근거.
출력	검증 기록	재렌더링 대조 결과, 인증서 재확인 결과.

3. 처리 절차



도 1. 처리 절차

1. 증인 경로 획득. 렌더링·양자화 결과가 입력 영상과 모든 화소에서 일치하는 3차 곡선 경로.
2. 치환 영역 설정. 이음마다 인접 두 조각을 바깥 끝점이 고정된 단일 3차 곡선으로 치환하는 후보의 매개변수 영역. 궤적이 영상 영역을 소정 여유만큼 확장한 영역 안에 있다는 조건으로 유계화(도 2).
3. 분할 판정. 매개변수 영역을 상자로 재귀 분할. 상자 안의 모든 치환 곡선이 적어도 한 화소에서 관측 값을 재현할 수 없으면 해당 상자 기각.
4. 정확 확정. 부동소수점 계산은 기각 후보 선별에 한정. 기각은 정확 유리수 연산 재평가로만 확정. 불성립 시 재분할.
5. 인증서 출력. 매개변수 영역 전체가 기각 상자로 덮이면 해당 이음의 환원불가 인증서 출력.
6. 독립 검증. 경로의 재렌더링 일치, 상자 분할의 완전성(겹침·누락 없음), 상자별 기각 근거를 정확 유리수 연산으로 재확인.



도 2. 이음 치환 개념

4. 판정 기준

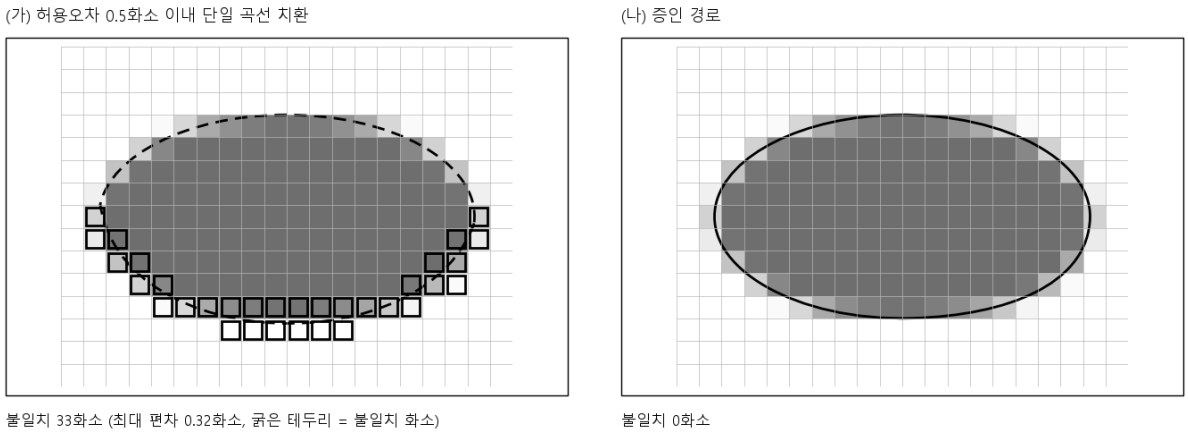
항목	기준
화소 일치	렌더링·양자화 후 모든 화소 값 동일. 허용오차 없음.
이음 환원불가	이음 양측 두 조각을 바깥 끝점 고정 단일 3차 곡선으로 치환한 어떤 후보도 화소 일치 불충족. 유계 매개변수 영역 기준.
인증 단위	이음별(국소).
연산	기각 확정은 정확 유리수 연산. 부동소수점은 후보 선별에 한정.

5. 적용 조건

- 렌더링 규칙이 정해진 영상. 대상 프로그램의 덮임 면적·양자화 규칙을 렌더링 모델에 반영 후 적용.
- 무손실 저장 영상. 손실 압축 영상은 압축 과정 반영 필요.
- 스캔·촬영 영상은 흐림·잡음 관측 모델 추가 후 적용.
- 2차원 영상과 곡선 경로 대상. 3차원 형상 제외.

6. 시험 결과(내부 평가)

항목	결과
화소 일치 기준 민감도	시험 영상에서 제어점 1개를 0.5화소 이동 시 15~36개 화소 변화.
허용오차 단순화 대비	1화소 허용오차 단순화가 제거하는 이음의 대부분에서 환원불가 인증. 제거 시 원본 화소 변화.
인증서 재확인	생성 인증서 전체를 별도 구현으로 재확인. 불일치 0건.
재렌더링 대조 예시	도 3 참조.



도 3. 허용오차 0.5화소 이내 단일 곡선 치환(가)과 증인 경로(나)의 재렌더링 대조 예시

7. 기존 방식과의 비교

항목	허용오차 기반 벡터화·단순화	본 기술
판정 기준	기하 거리·손실값 허용오차	렌더링·양자화 후 전 화소 일치
결과 확인	오차 수치, 육안 비교	재렌더링 화소 대조
단순화 한계 근거	없음	이음별 환원불가 인증서
연산 확정	부동소수점	정확 유리수 연산
제3자 검증	동일 프로그램 재실행	인증서 기반 별도 구현 재확인

8. 적용 분야

분야	적용 내용
고고학·문화유산 복원	유물·유구 실측도면, 토기 단면도·문양 전개도의 벡터 복원과 원본 일치 검증. 3D·사진측량 출력 도면, 디지털 탁본, 가상복원 결과 도면의 벡터 기록. 탁본·금석문의 글자·문양 윤곽 기록.
기록물·고문헌 복원	고지도·고서·고문서 디지털화 자료의 도형·글자 윤곽 복원. 옛 글꼴·활자 복원 결과의 원본 대조.
과학수사·디지털 감정	전자문서 내 직인·로고·도형·글자 이미지와 기준 원본의 화소 단위 대조. 인영 대조용 기준 자료 작성.
글꼴	글리프 윤곽 복원, 렌더링 결과 대조, 경량화(점 감소) 후 렌더링 동일성 검증.
디지털 기록	3D·CAD 출력 도면, 이미지 보존포맷 기록의 벡터 복원과 일치 검증.
벡터화 소프트웨어	변환 결과 검증, 조각 수 최소성 확인.
스캔·촬영 자료	탁본, 실측도면, 고지도, 종이 인영. 관측 모델 확장 후 적용.

9. 권리 및 문의

권리	특허출원 제10-2026-0208000호
시험 적용	본격 적용·거래 전 실제 성능 확인용 프로토타입 검증 가능.
문의	전화번호: 010-8499-2397 / 메일: khj243@primarysystem.kr / 홈페이지: primarysystem.kr