

대한기계학회 주최

제13회 전국학생설계경진대회(2023년)

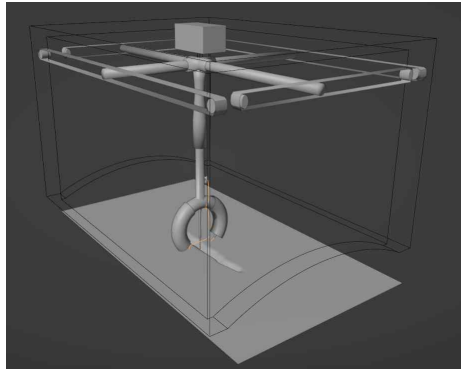
설계 최종 보고서

참가부	고등부 (<input checked="" type="checkbox"/>)				
참가분야	공모주제 (<input checked="" type="checkbox"/>) / 자유주제 (<input type="checkbox"/>)				
참가팀명	큐피드의 화살				
설계제목	알고리즘을 활용한 자동 지혈 및 봉합 시스템 설계				
지도교수/교사	(소속) 하나고등학교 (성명) 정형식 (연락처) (이메일)				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	신민석	하나고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	신민석	하나고등학교 / 2학년	
2	정시형	하나고등학교 / 2학년	
3	김지한	하나고등학교 / 1학년	
4	유승주	하나고등학교 / 1학년	
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (<input checked="" type="checkbox"/>) / 자유주제 (<input type="checkbox"/>)
참가팀명	큐피드의 화살
설계제목	알고리즘을 활용한 자동 지혈 및 봉합 시스템 설계
대표자명	신민석
요약문	<p>본 설계는 센서를 사용하여 상처를 감지하고 알고리즘을 통해 자동으로 지혈과 봉합을 수행하여 상처를 치유하는 장치이다. 자연재해로 인한 상처의 감염과 과다출혈을 즉각적으로 처리하여 2차 피해를 줄이는 데 도움을 주는 것이 목표이며 휴대하기 편한 크기로 제작되었으며 간단한 작동 원리를 따른다. 알고리즘은 센서에서 얻은 정보를 기반으로 상처에 대한 처리 방법을 결정하고 인간 개입을 최소화하여 자동으로 처리한다.</p> <p>이를 실현하기 위해서는 휴대성과 재료 크기의 균형을 유지, 센서의 정확성을 보장, 센서 데이터를 활용하여 봉합을 수행하는 알고리즘의 실행 가능성을 고려해야 했다.</p>
	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">그림 1. blender로 제작한 모형</p> </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>휴대성; 장치 크기 최소화, 가벼운 재료 사용하여 무게 최소화</p> <p>센서 인식; 삼각측량 센서를 사용하여 상처를 인식하고, 상처의 깊이를 측정하여 모양 측정. Laplace Operator를 통해 상처를 특정 지점에 봉합하기 위한 경로 설정</p> <p>봉합; 생체 흡수성 봉합실을 사용하며 Laplace Operator 분석값을 따라 봉합 진행</p> <p>마취; 마취제를 통해 환자가 봉합 과정에서 고통을 느끼지 않도록 함</p> </div> </div> <p>장치 크기와 무게를 축소하고 마취 부분에 대한 의료적 자문을 고려하며, 개인정보 보호와 관련된 법률적 측면을 고려하여 상용화 가능성을 고려했다.</p>
설계프로젝트의 입상 이력	

1. 설계의 필요성 및 목적

재난(災難), 뜻밖에 일어난 재앙과 고난을 뜻한다. 인류의 기술은 발전하고, 그들의 발자취가 지구를 떠나 우주로 향해 가고 있다. 인류의 끝 없는 발전과 진보는 그들의 앞에 서 있는 벽들을 무용지물로 만들었다. 하지만, 인류가 극복하지 못한 한가지가 바로 자연에서 비롯된 재난이다. 예측할 수 있지만 저항할 수 없는, 그저 인류가 극복해야 하는 것이 바로 자연이고 재난이다. 인류에게 자연이라는 벽은 너무나도 크고 단단하게 보이기 마련이었다. 고대의 인류는 그런 자연을 신격화하고 자연의 변화에 하나하나 의미를 부여해 왔다. 하지만 현대 인류가 들어서면서, 인류는 재난에서부터 살아남기 위해 발버둥 치기 시작했다. 재난에 대응하고, 재난을 예측하며, 재난을 방지했다. 이러한 과정을 통해 기술은 발전했고 재난이라는 벽에 조금은 대응할 수 있게 되었다. 이런 지렁이의 꿈틀대는 조금씩 많은 사람을 살려 나갔고, 그들의 생명과 가능성은 더욱 연장되었다.

하지만 재난은 그러한 상황을 쉽게 용납하지 않으며, 환자를 의료진에게 옮기는 것 자체가 무리인 경우가 존재할 수 있다. 이러한 극단적인 상황을 대비하기 위해 상처를 빠른 속도로 안전하게 봉합하여 과다출혈을 줄이고 이후 의료진에게 환자의 상태와 가해진 조치를 전달할 수 있는 의료용 자동 봉합기를 개발하고자 한다.

외상 상태에 대한 빠른 대처가 될 수 있도록, 즉석에서 상처를 소독 및 지혈하고 임시 봉합해 바이러스의 감염 가능성을 낮추며, 출혈을 최소화하여 병원에서 의료진이 더욱 수월하게 처치할 수 있도록 설계하였다. 본 설계의 총체적 목적은 인간의 의료적 요구에 대한 자동화된 효과적인 솔루션을 제공하는 것이다. 자동 지혈 및 봉합 시스템은 응급 상황에서 빠른 대처와 정확한 처치를 가능하게 하며 의료진의 부담을 줄여 환자 치료에 집중할 수 있도록 하여 효과적인 치료를 위한 기반이 되는 것이다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제 정의

본 설계는 센서로 인식한 상처를 알고리즘을 통해 자동 지혈 및 봉합으로 상처를 치유하는 장치이다. 자연재해 발생 시 자연재해에 의한 상처의 감염, 과다출혈을 즉각적 봉합과 지혈하여 자연재해로 인해 나타나는 2차 피해 사상자를 줄여주는 장치이다. 휴대하기 적절한 크기로 기체를 만들고 손쉬운 작동 원리로 장치에서 표시하는 process를 따라가면 간단하게 상처를 봉합할 수 있게 하여 비상시에 빠른 봉합을 진행할 수 있는 장치이다. 알고리즘의 이동된 정보를 기반으로 상처에 따른 대처를 판단하고, 판단에 맞는 대처 방식을 인간의 개입을 최소화하여 실현하는 것을 목표로 한다.

- 휴대성과 재료의 크기를 잘 타협하여 휴대하기 적절한 크기로 설계할 수 있을까?
- 상처의 봉합을 위한 센서의 기능은 상처의 인식에 어려움이 없을까?
- 센서를 통해 얻은 데이터를 활용해 알고리즘으로 봉합을 수행할 수 있을까?

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

휴대하기 적절한 크기로 기체를 제작해 상처를 삼각측량법을 이용한 센서로 상처를 인식하고, 인식한 상처의 깊이에 따라 가상의 중심을 잡고 상처의 사진을 찍어 Laplace Operator 값을 분석하여 상처의 모양에 따라 점을 찍어 바늘이 들어갈 곳과 바늘을 내장하고 있는 claw의 진행경로를 설정한다. 기체가 봉합이 필요한 외상에 사용됨에 있어 상처를 삼각측량법을 이용한 센서로 인식하고, 그 센서로 인식한 상처를 봉합하기 위해 내재한 알고리즘을 통해 봉합실을 내장한 claw를 이동시키는 방식을 이용하였다. 이후, 한 개의 claw는 상처 전체를 봉합하며 분석된 Laplace Operator 결과값에 의해 지정된 경로를 따라 움직인다.

2) 설계의 독창성

등록 특허 10-1790268, 장치명, 자동 봉합 장치는 생체 흡수성 봉합사를 사용하는 자동 봉합 장치이다. 이는 의료용 스테이플러와 비슷하게 생겨, 상처를 집고 상처의 양쪽 두 피부를 겹쳐 이를 꿰매 스티치를 만드는 형식이다. 이는 쉬운 자동화와 경량화라는 조건을 만족시켰으며 저렴한 가격 또한 기대할 수 있는 설계이다. 하지만, 이는 마취와 정확한 사용 방법을 사전에 익히고 있어야 하며, 상처가 겹쳐져야만 사용될 수 있다는 점에서 한계가 존재한다. 이와 대비되어, 본 설계에서는 스크린을 통한 시각자료를 이용한 사용 방법 설명, 자동화된 마취, 겹쳐지지 않는 설계에서도 사용될 수 있다. 또한, 프로그래밍된 코드를 통해 상처의 모양에 수동적으로 봉합 기체가 움직이며 봉합될 수 있어 다양한 모양의 상처에 사용될 수 있다는 점에서 독창적이다.

여러 가지 기능이 탑재된 시스템일수록 규모가 커지기 마련이다. 본 설계에서 중요하게 여기는 특성은 휴대용으로 최소한의 기능으로만 하여 적절한 크기로 설계할 것이다. 삼각측량 센서의 규격, 마취용 주사기의 크기, 기타 부품들이 포함될 공간을 효율적으로 계산해서 최적의 배치를 찾을 것이다. 또한, 다양한 환경에서 많은 정보를 오차 없이 인식해야 할 센서를 선정하는 과정도 매우 중요하다. 본 설계는 최소한의 크기로 최대의 상처 인식 효율을 낼 수 있는 센서 탐색 과정을 포함하였다. 마지막으로, 센서를 통해 얻은 데이터를 분석하는 알고리즘 제작도 매우 중요한 과정이다. 본 설계에서는 오차율 감소를 위한 방안으로 일상에서 발생할 수 있는 여러 상처의 이미지를 학습시키는 방안도 구상하고 있음을 밝힌다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

본 설계에서 발생할 수 있는 제약조건은 다음과 같다. 첫 번째로 가장 중요한 것은 다양한 상처 유형과 복잡성을 고려해야 한다는 것이다. 상처는 매우 다양한 형태로 나타나는데, 이 미세한 부분을 인식하고 처리할 수 있도록 알고리즘을 구현해야 한다. 사용할 수 있는 컴퓨터와 프로그램에 한계가 있기에 완전한 인식 및 처리는 불가능할 것이다. 하지만 경계 감지 및 구분의 기본 알고리즘인 canny edge detection과 Laplace Operator, 여기에 RGB 값을 기준으로 추가하면 조금 더 세부적인 부분까지 다룰 수 있을 것으로 예측한다. 두 번째로 의료 규정 및 안전성이다. 본 시스템은 실제 의료 규정과 안전성에 따라야 한다. 따라서 의료 기기로서의 인증 및 규정 준수, 환자 안전을 고려한 기술 개발 및 사용이 필요하다. 실제 의료 규정을 모두 인지하고 있는 상태는

아니기에 추후 전문가를 통한 조급의 보완은 필요할 것 같다. 세 번째로 휴대성이다. 휴대성 및 편리성은 본 설계에서 추구하는 궁극적인 특징 중 하나로 누구나 쉽게 재난 시에 사용할 수 있도록 설계했다. 부품을 선택할 때 부품의 크기 및 중량을 고려했으며 접이식 부품, 효율적인 평면 및 공간 설계를 통해 부품 배치를 최적화했다.

본 설계물 제작 시 필요한 주요 부품은 다음과 같다. (캡션 생략)

				
버클 스트랩 2개	ODSL 8	디스플레이 터치 스크린	봉합 바늘 3.1mm	봉합용 실

고리 모양의 봉합 장치와 xy슬라이드 봉은 필라멘트를 재료로 3D 프린팅을 할 것이며 마취제는 아마이드 (amide)형 국소 마취제를 이용할 것이다.

(3) 설계 내용

휴대하기 적절한 크기로 기체를 제작해 삼각측량법을 이용한 센서로 상처를 인식하고, 인식한 상처의 깊이에 따라 가상의 중심점을 잡는다. 그리고 상처의 사진을 찍어 OpenCV로 사진을 받는다. 이후 Laplace Operator 결과를 통해 상처 경계에 점을 찍어 바늘이 들어갈 곳을 표시하고, 바늘을 내장하고 있는 claw의 진행경로를 설정한다. 한 개의 claw는 상처 전체를 봉합하며 분석된 Laplace Operator 결과에 따라 지정된 경로를 움직인다.

1. 삼각측량 센서 원리

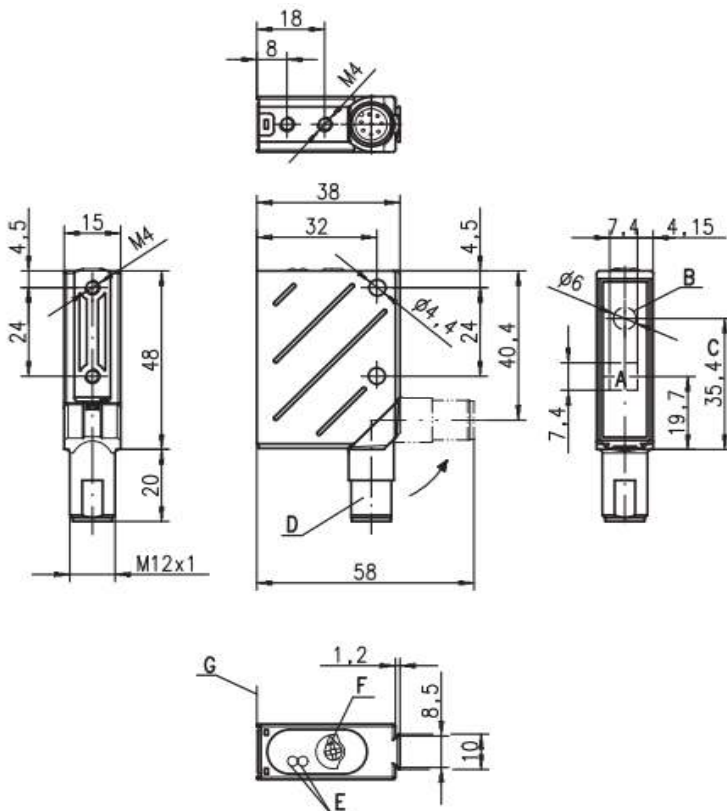
레이저 삼각측량 센서는 solid-state laser light source와 CCD 검출기를 포함한다. 우선, 레이저를 이용하여 대상물(상해)에 빛을 발사한다. 이 빛은 대상물의 표면에 반사되어 센서의 수광부로 돌아온다. 돌아온 빛은 삼각측량 센서에 내장된 렌즈를 통과하여 CCD 검출기로 집중된다. CCD는 여러 개의 photosite로 구성된 빛을 전기 신호로 변환하는 이미지 센서이다. photosite는 빛의 에너지를 전기 신호로 변환하고, 빛이 도달하는 위치에 따라서 다른 전압을 생성한다. 따라서 도달 위치에 대한 정보를 얻을 수 있다. 상해의 표면을 조금씩 이동하며 photosite의 출력값을 측정하여 표면의 형태를 삼각측량 기법으로 계산할 수 있고 이를 통해 상해의 크기, 깊이, 형태를 파악할 수 있다.

사용할 삼각측량 센서: ODSL 8

재현성	0.2 ~ 0.5mm
분해능	0.03mm, 0.1mm
사이즈	15 × 38 × 38mm
특징	다양한 작동 거리 / 다양한 light spot으로 여러종류의 물체 감지



그림 7. 삼각측량 센서 외형



- A Receiver
- B Transmitter
- C Optical axis
- D 90° turning connector
- E LED yellow, green
- F Operational control (rotary switch)
- G Reference edge for the measurement (cover glass)

그림 8. ODSL 8 치수도면

2. canny edge detection

Canny edge 검출은 이미지 처리 기술 중 하나로 이미지에서 edge(경계)를 감지하는 데 사용된다. edge는 이미지에서 밝기 또는 색상의 급격한 변화를 나타내며 주로 물체의 경계 또는 특징을 나타낸다. Canny edge 검출은 경계를 정확히 감지하고 노이즈를 제거하여 edge map을 생성한다.

1단계; 노이즈 제거(Gaussian Smoothing)

입력 이미지에 가우시안 필터를 적용하여 고주파 노이즈를 제거한다. 가우시안 필터(Gaussian filter)란 가우시안 분포 함수를 근사하여 생성한 필터 마스크를 사용하는 필터링 기법이다. 가우시안 분포는 정규 분포라 할 수 있으며 평균을 중심으로 좌우 대칭의 종 모양을 갖는 확률 분포를 말한다. 가우시안 분포는 평균과 표준편차에 따라 분포 모양이 결정된다. 다만 주로 평균이 0인 가우시안 분포 함수를 사용한다. 이것은 이미지의 부드러운 버전을 생성하며 노이즈를 크게 줄일 수 있다.

2단계: Edge detection(Gradient Calculation)

이미지의 각 픽셀에서 밝기 값의 변화를 계산하기 위해 기울기를 계산한다. 이를 위해 Sobel 필터 혹은 다른 커널을 사용하여 각 픽셀의 변화율을 구할 수 있다. 이를 통해 이미지에서 경사의 크기와 방향을 나타내는 Gradient Map을 생성한다.

3단계: Edge 추적

각 픽셀에서의 Edge의 강도와 방향을 계산하면 이후 이미지를 훑어가면서 Edge 픽셀을 감지하고 Edge 픽셀이 감지된 방향에서만 최대 Edge 강도를 가진 픽셀을 선택한다. 이로써 Edge가 얇고 정확하게 추출된다. 추출된 Edge를 강함과 약함에 따라 분류할 수 있다. 강한 Edge 픽셀은 실제 Edge로 간주하며 약한 Edge 픽셀 중에서 강한 Edge와 연결된 픽셀은 역시 실제 Edge로 간주한다.

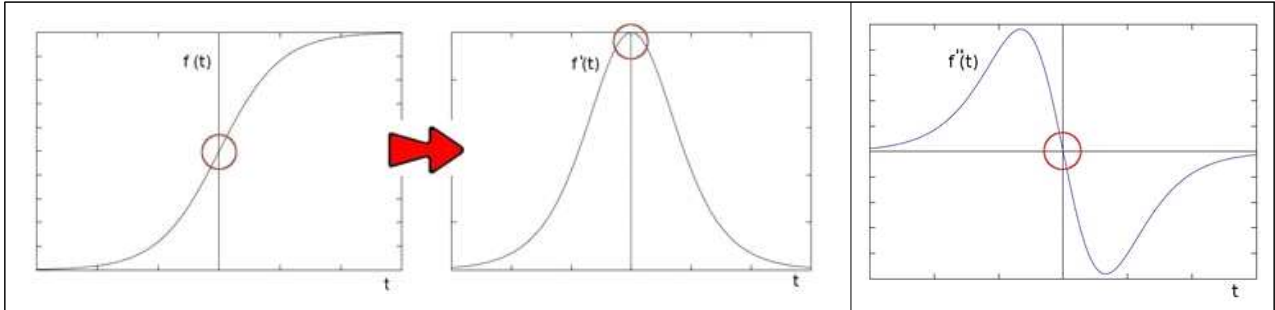
4단계: 위와 같은 과정을 거쳐 감지된 실제 Edge로 최종 Edge Map을 제작할 수 있다.



그림 9. 원본과 Canny Edge Map

3. Laplace Operator

라플라스 또는 라플라시안 연산자는 2차 미분 연산자의 일종으로, 기울기의 발산이다.



2차 미분은 말 그대로 1차 미분 값을 다시 한 번 미분하는 방법이다. 2차 미분을 하면 Edge의 중심 부분을 찾을 수 있다. 위 2차 미분한 그래프를 보면 Edge 부분이 0으로 부호가 바뀌게 되는 것을 확인할 수 있다. 이를 변곡점이라 한다. 이 기준을 사용하여 이미지의 Edge를 검출할 수 있다. 라플라시안 함수는 미분의 차수가 필요하지 않다는 점을 제외하고는 Sobel 함수와 동일한 파라미터를 취한다.

라플라시안 방정식

$$Laplace(f) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Canny Edge detection은 뚜렷하고 노이즈가 적은 Edge를 검출하는 데 사용되며 연속적인 정보를 포함한다. 반면 Laplace Operator는 미세한 세부사항과 곡률을 검출하는 데 사용되며 노이즈에 민감하다는 특징이 있다. 본 설계에서는 이 둘을 부분적으로 사용했음을 밝힌다.

4. 마취 및 봉합

센서를 이용하여 상처의 크기, 깊이 등 파악을 마치면, 마취를 진행한다. 본 설계에서는 사용할 국소 마취제는 아마이드형(amide)으로 물론 환자에 따라 상황에 따라 부작용이 클 수 있기에 전문의료가진인 판단할 수 있는 경로도 열어두는 것이 안전할 것이다.

이용할 봉합 방식에는 두 가지가 존재한다. 본 설계에서는 위 방법을 부분적으로 혼합해 새로운 방식을 제공하고자 한다.

1) simple interrupted stitch

봉합실을 사용하여 상처를 여러 개의 독립적인 점으로 닫는 수술적 기술이다. 각각의 봉합은 상처의 한 지점에서 다른 지점까지 단독으로 이루어진다. 또한, 이는 각각의 봉합이 독립적으로 유지되기 때문에 하나의 결함이 전체 봉합을 풀어지지 않게 한다. 필요에 따라 개별 봉합을 조절하여 상처 가장자리를 정확하게 정렬하고 피부 조직을 잘 맞출 수 있다. 이러한 이점으로 인해 작은 상처부터 큰 상처까지 다양한 종류에 이용된다.

2) mattress sutures

봉합실을 사용하여 상처를 닫을 때 상처 가장자리에 교차하는 패턴을 형성하는 수술적 기술이다. 이 기술은 상처 가장자리를 더 견고하게 유지하고 상처 표면의 잘 맞춤을 제공하기 위해 사용된다. mattress sutures는 봉합실이 교차하는 패턴을 형성하여 상처 가장자리에 힘을 고르게 분산시키고, 상처 표면을 피부 조직으로 단단하게 닫을 수 있다는 장점이 있다. 특히 피부 접합의 어려움이 있는 부위, 이동성이 높은 부위에서의 상처 치료에 유용하다.

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
아이디어 선정 및 구체화	■					
설계 시스템 시각화(설계도)			■			
상해 감지 원리 조사 및 설계		■				
국소 마취 원리 조사 및 설계		■				
봉합 원리 조사 및 설계		■				
소프트웨어 제작			■			
최종보고서 작성					■	

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동 원리

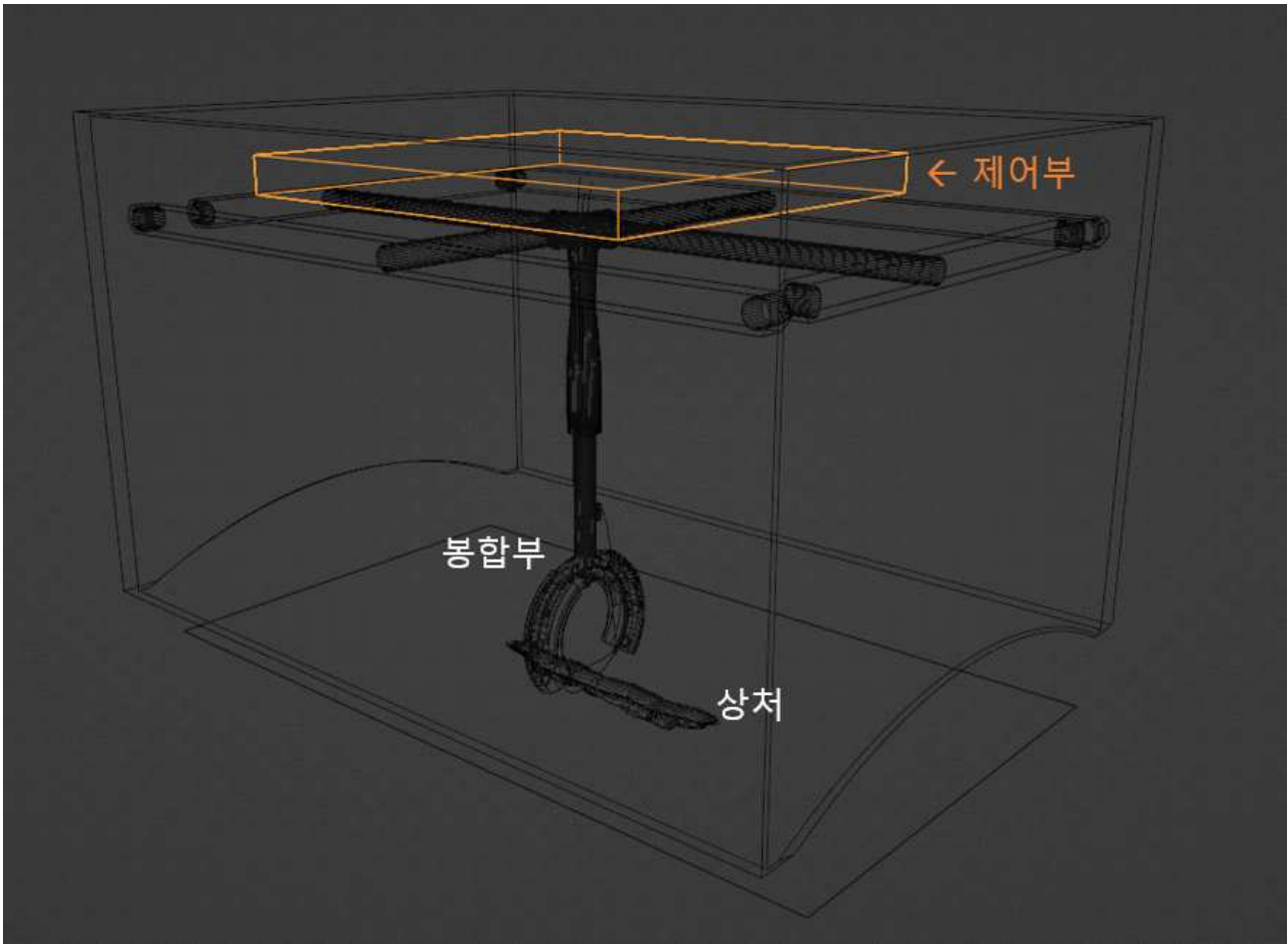
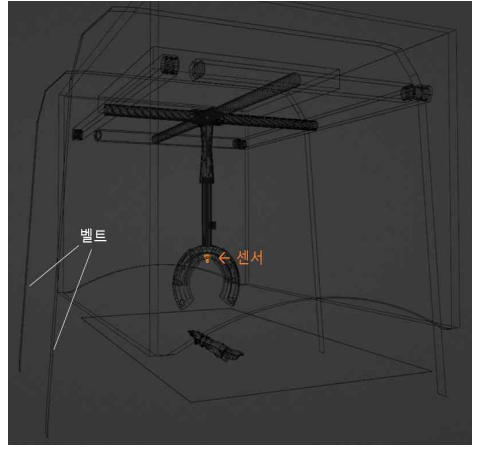
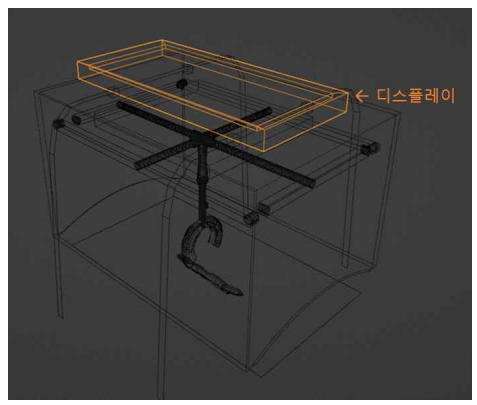
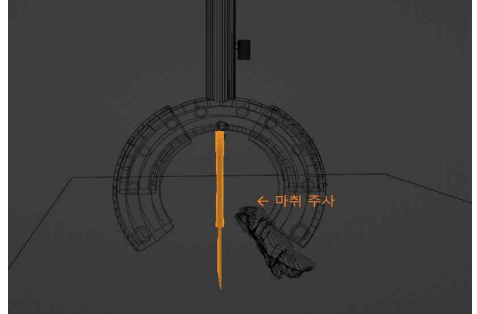
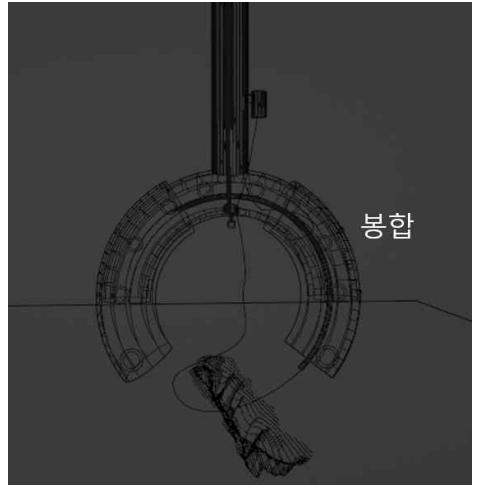


그림 13. blender를 통해 제작한 최종 결과물의 외형

<p>[1단계] 지혈 및 봉합이 필요한 상처 스캔</p>	<p>자동 지혈 및 봉합 장치를 상처 부위에 정확히 지지, 및 벨트로 고정한다.</p> <p>삼각측량 센서가 움직이면서 상처를 특정 간격을 두며 상처의 깊이를 측정하고, 상처의 대략적인 크기와 상태를 파악한다.</p> <p>알고리즘이 특정 간격마다 삼각측량 센서로 측정된 높낮이에서, 각 간격마다 가장 깊은 부분을 중심으로 가장 깊은 부분과 Laplace Operator로 분석한 값의 세로 부분을 삼각측량 센서가 측정된 값과 겹치는 일정 간격으로 나누고, 일정 부분마다 생긴 부분에서 가로의 길이의 중심을 각각 측정한다.</p>	
<p>[2단계] 봉합 위치 선정</p>	<p>각각 나뉘진 부분에서 삼각측량 센서로 측정된 가장 낮은 부분과 Laplace Operator로 분석한 중심의 거리 평균을 구한다.</p> <p>상처 이미지에서 평균에서 좌우로 1cm씩 되는 부분에 점을 찍는다.</p> <p>봉합의 오차를 줄이기 위해 사용자에게 스캔한 값을 내장되어있는 디스플레이로 보여주고 검토를 맡긴다.</p> <p>검토를 맡긴 후 봉합을 원하는 사람이 진행을 누를 경우 봉합을 시작하고, 아닐 경우 문제가 있는 부분을 직접 조정할 수 있게 한다.</p>	
<p>[3단계] 마취</p>	<p>봉합을 실시하기 전 대상자가 고통을 느끼지 않도록 국소 마취제(amide)를 놓는다.</p>	
<p>[4단계] 봉합</p>	<p>평균값으로부터 좌우로 1cm씩 떨어진 곳에 찍힌 점이 고리 모양의 봉합 장치 양 구멍에 위치하도록 한다.</p> <p>장치를 xy 평면으로 놓았을 때 y축의 값이 가장 작은 지점부터 시작하여 움직이면서 봉합한다.</p> <p>봉합하고 매듭짓고 과정을 반복하는 것이 아닌 봉합하고 다음 부분에 다시 끼우는 식으로 진행하며 일체형 봉합을 한다.</p> <p>마지막 부분을 봉합한 후 장치를 떼어내어 마지막 매듭은 사용자가 직접 묶도록 한다.</p> <p>상처가 벌어지지 않도록 사용자는 내장되어있는 패치를 꺼내어 붙인다.</p>	

```

# 이미지 로드
image = cv2.imread('new_scar.jpg')

# 그레이스케일 이미지로 변환
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# 라플라시안 엣지 검출 수행
laplacian = cv2.Laplacian(gray, cv2.CV_64F)

# 결과를 절댓값으로 변환
laplacian = np.absolute(laplacian)

# 결과 이미지를 8비트 단일 채널로 변환
laplacian = np.uint8(laplacian)

# 라플라시안 결과 이진화
_, binary_image = cv2.threshold(laplacian, thresh: 30, maxval: 255, cv2.THRESH_BINARY)

# 이진화 이미지에서 경계 찾기
contours, _ = cv2.findContours(binary_image, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# 경계에 점 그리기
for contour in contours:

```

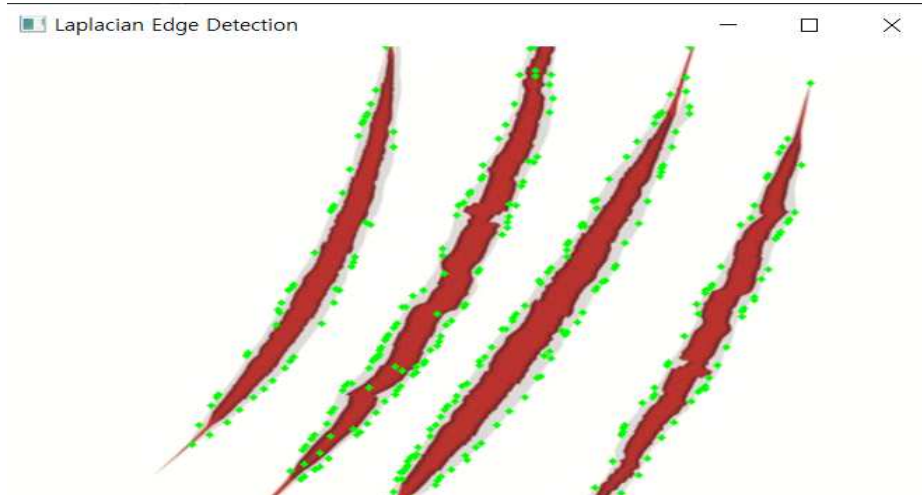


그림 18. Laplace Operator를 이용한 상처 경계에 포함 위치 정하는 코드의 일부

상처 이미지를 받아서 그레이스케일로 변환하고, Laplace Operator를 이용하여 Edge를 검출할 수 있다.



위 표는 본 기체 상단부에 부착된 Touch Screen에 띄워지는 창이다. 비전문가도 전문가의 도움 없이 재난 시에 쉽게 사용하도록 음성지원이 되는 안내 스크린을 제작했다. 우선, 본 기기를 사용하려면 빨간색 ‘시작’ 버튼을 누르면 된다. ‘시작’ 버튼을 누르면 연결된 다음 창이 띄워진다. 1단계는 상처를 소독 및 지혈하는 단계로, 본 기기를 상처 부위에 밀착시키라는 안내에 따라 사용자는 소독 및 지혈을 도움받을 수 있다. 1단계가 끝나면 자동으로 다음 단계로 넘어가며 사용자는 스크린을 통해 어렵지 않게 진행할 수 있다.

```

<script>
// 캔버스 요소 가져오기
var canvas = document.getElementById('myCanvas');
var context = canvas.getContext('2d');

// 이미지 객체 생성
var image1 = new Image();
// var image2 = new Image();

// 이미지 경로 설정
image1.src = 'cannnnnn.jpg';

// 이미지 위치 설정
var image1X = 100;
var image1Y = 200;

// 이미지 로딩 후 캔버스에 그리기
image1.onload = function() {
  context.drawImage(image1, image1X, image1Y, 600, 250);
};

document.addEventListener("DOMContentLoaded", function() {
  const newsuccess = document.getElementById("newsuccess");

  newsuccess.addEventListener("click", () => {

    window.location.href = "새로운_창_주소_입력";

  });

});

```

위 코드는 스크린 창을 실행하는 코드 중 일부를 가져온 것으로 html과 CSS, Javascript를 이용하였다. 캔버스에 이미지를 로드하고, 이미지를 클릭하면 다음 창으로 이동하는 기능을 가지고 있다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

가. 필요성

재난 상황에서 1차 피해, 즉 재난에 의해 생기는 사상자도 많지만 2차 피해, 재난 이후에 제대로 된 치료시설이 없거나, 전염병이 퍼지게 되어 피해로 인해 생기는 사상자도 상당히 많다. 그 상황에서 제대로 된 치료시설이 없을 때 상처를 치료를 받을 수 있도록 하는 우리의 자동 지혈 및 봉합 장치가, 사상자의 수를 감소시킬 것이다.

나. 차별성

현재까지의 의료용 자동 봉합 장치는 의료용 스테이플러를 이용한 자동 봉합 장치만 존재한다. 그러나 스테이플러를 이용해 봉합하는 경우에는 관절의 움직임에 대한 제약이 생기게 된다. 하지만, 실을 이용하는 자동 봉합 장치는 움직임에 대한 제약이 적어, 재난 상황 시 위험한 상황에서 비교적 안정적인 치료를 할 수 있다. 또한, 본 설계 결과물에는 마취제도 내장되어 대상자가 고통을 느껴 쇼크가 오는 것을 방지할 수 있다는 이점이 있다. 무엇보다 이 과정 전체가 자동으로 이루어진다는 점을 다시 한번 강조하는 바이다.

다. 상용화 가능성

제작된 기체의 예상 크기를 최대한 축소해 휴대성을 강조해야 한다. 그 무게 또한, 휴대성을 위해 최소한으로 줄여야 하며, 이는 사용되는 부품들을 가벼운 소재로 대체하는 등의 노력이 필요할 것으로 보인다. 또한, 마취제를 사용하는 부분에서 추가적인 의료학적 자문이 필요할 것을 보이며, 의료 약품과 관련된 법안의 기준에 맞춰 마취 방법 및 현실 구현을 구체화해야 할 것이다. 마지막으로, 환자의 개인정보를 의사 및 다른 의료인들에게 공개한다는 부분에서, 개인정보 보호법에 의거해 정보 공유 동의 여부 등의 부가적인 절차를 거쳐야 하며, 개인정보 및 수술 동의를 당사자가 직접 하지 못할 경우, 보호자의 동의가 효력이 존재하는지 등에 대한 추가적 법률적 해석이 필요할 것으로 보인다.

라. 한계점 및 일부 해결 제시

첫 번째로 굴곡 면에 상처가 생길 경우, 이를 봉합하기 까다롭다는 것이다. 인체는 여러 관절과 마디를 가지는 특징이 있어 굴곡 면에 상처가 생길 수 있는데, 본 설계장치로는 완전한 밀착이 어려울 수 있다. 물론 기존의 의료용 스테이플러를 이용하는 것보다는 봉합실을 사용하는 본 장치가 유리한 것은 맞지만, 굽힘 응력이 작아 잘 휘는 재료를 사용하고 추가로 다양한 구조에 고정할 수 있는 밀착 부위를 만들어 둘 필요가 있다.

두 번째로 환자의 피가 상처 주위에 남아 상처 인식 과정을 방해할 수 있다는 것이다. 삼각측량 센서를 기본으로 하여 canny edge detection과 Laplace Operator를 이용해 상처의 규모 등을 파악하게 되는데, 이때 상처주위에 피 자국이 남아있을 시에 그 부분까지 상처로 오인하여 상처의 범위를 잘못 파악하는 문제가 발생할 수 있다. 이에 대비하여 상처 인식 전, 소독 단계에서 상처 부위뿐만 아니라 주위의 피를 포함한 모든 이물질을 완전히 제거해야 할 필요가 있다.

세 번째로 신체 특성상 마취제의 부작용이 심하게 나타나는 환자가 있을 수 있다. 모든 약에는 부작용이 따를 수 있으며 이 경우에도 불가피하다. 마취 전, 스크린을 통해 환자에게 마취 경험이 있는지 묻고, 마취 경험이 있는 환자를 대상으로만 마취를 진행하는 것이 안전할 것 같다. 마취 경험이 없는 환자 대상으로는 steri strip (스테리 스트립)을 사용하는 대체방안이 존재한다. steri strip은 막 실밥을 뽑은 취약한 상처가 외부의 충격에 의해 벌어지는 것을 막고 상처의 양쪽에서 벌어지려 하는 장력을 줄여주어 추후 흉터를 최소화하기 위해 사용한다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 장치를 설계하게 된 주 목적은 위급상황에서 비전문가가 전문가의 도움 없이 혼자서 상처를 봉합 및 지혈을 하는 것과 재난 이후 상황에서 전문가에게 환자의 상태를 전하는 것이다. 재난 상황에서는 어떤 일이 일어날지 아무도 모르는 것이고, 재난 자체가 언제 들이닥칠지 모르는 것이다. 하지만 본 장치를 상시 휴대하며 재난 상황에서도 바이러스 혹은 박테리아 감염(파상풍 등)과 같이 외상에 의한 2차 감염에 대처할 수 있고, 위치추적, 혹은 GPS와 같은 기능들을 탑재했을 시에 더 빠른 구조를 가능하게 할 수 있다.

인간은 재난을 막을 순 없어도 대비할 수 있다. 본 장치를 이용해 재난 상황에서도 빠른 대처와 후 상황에 최대한의 조치를 할 수 있게 도와줄 수 있다. 또한, 실제 상처가 생겨 이에 대한 불안감을 조금이나마 줄여줄 수 있지 않을까 조심스럽게 예측해 본다.

<참고문헌>

1. 유규민, 송현우, 김동균, 박우태. (2023). 상처의 봉합과 회복을 위한 마이크로니들 봉합 패치. 대한기계학회 논문집 B권 ,47(1), 1-6.
2. C. Raviteja, N. Gayathri and N. Thiyaneswaran, "Analysing The Skin Wound Texture With Edge Detection Method Using Prewitt And Comparing Healing Rate With Canny Edge Detection," 2022 14th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS), Karachi, Pakistan, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/MACS56771.2022.10023125.
3. 강현영, 이세나, 강승영, 이예린, 오병호, 양세정. (2022). 심층 컨볼루션 신경망 모델을 이용한 상처 분할 및 면적 측정 방법 개발. 대한전자공학회 학술대회(), 1219-1220.
4. 김진성. 자동 봉합 장치{A automatic suturing device}. KR101790268B1. 2017-05-26
5. Leuze electronic. Optical laser distance sensors(ODSL 8)
6. 시에위잉, 강순국. (2022). 분해반응에 따른 생분해성 봉합사 고분자의 열적 및 물성변화. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. Vol.23. No.8. pp.36-43