(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0054698
(43) 공개일자 2019년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/16 (2006.01) *B64C 39/02* (2006.01)
B64D 47/08 (2006.01) *G01B 11/30* (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 7/60* (2017.01)
H04N 5/225 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/16 (2013.01)
B64C 39/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0151565
(22) 출원일자 2017년11월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
주영규
서울특별시 송파구 송이로17길 10, 103동 905호(가락동, 가락3차쌍용스윗닷홈)
이용재
서울특별시 광진구 아차산로26길 30 대구사 302호 (자양동)
정동민
서울특별시 서초구 효령로 84, 104동 403호(방배동 대우효령아파트)
(74) 대리인
특허법인남촌

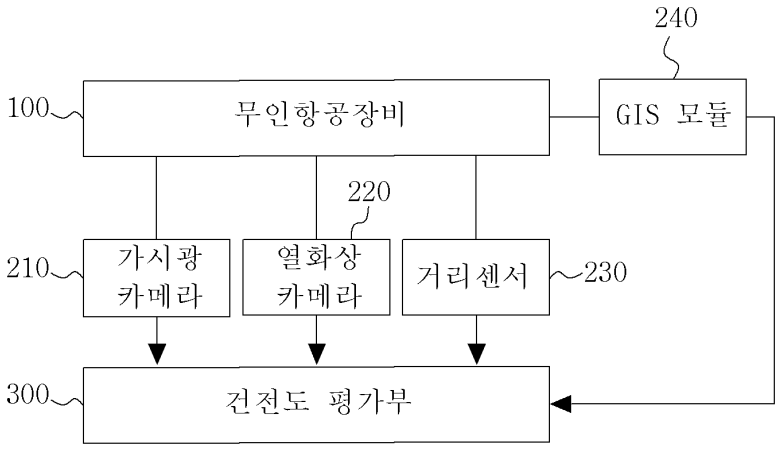
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **가시광 카메라와 열화상 카메라를 이용한 구조물의 건전도 평가 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 구조물의 건전도 평가 시스템에 관한 것으로, 무인항공장비와; 상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 가시광 영상을 촬영하는 가시광 카메라와; 상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 열화상 영상을 촬영하는 열화상 카메라와; 상기 가시광 카메라에 의해 촬영된 가시광 영상으로부터 구조물에 균열이 발생한 균열부를 판단하고, 상기 균열부에 대해 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상에 기초하여 상기 균열부의 균열 특성을 분석하는 건전도 평가부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 가시광 카메라와 열화상 카메라가 장착된 무인항공장비를 이용하여 촬영된 가시광 영상 및 열화상 영상을 이용하여 고층 건물이나 다리 등과 같은 구조물에 대한 건전도의 평가가 가능하게 된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B64D 47/08 (2013.01)
G01B 11/30 (2013.01)
G06T 7/0004 (2013.01)
G06T 7/60 (2013.01)
H04N 5/225 (2018.08)
H04N 5/33 (2013.01)
B64C 2201/12 (2013.01)
G06T 2207/10032 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 17CTAPC12978801000000
부처명 국토교통과학기술진흥원
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 국토교통기술촉진연구사업
연구과제명 15층 이상 고층 건물의 깊이 50㎜급 구조체 손상 평가를 위한 UAV 및열화상 모듈 기반 SMART SKY EYE 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교산학협력단
연구기간 2017.04.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

구조물의 건전도 평가 시스템에 있어서,

무인항공장비와;

상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 가시광 영상을 촬영하는 가시광 카메라와;

상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 열화상 영상을 촬영하는 열화상 카메라와;

상기 가시광 카메라에 의해 촬영된 가시광 영상으로부터 구조물에 균열이 발생한 균열부를 판단하고, 상기 균열부에 대해 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상에 기초하여 상기 균열부의 균열 특성을 분석하는 건전도 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 무인항공장비에 설치되어 상기 무인항공장비와 구조물 간의 거리를 측정하는 거리 센서를 더 포함하며;

상기 건전도 평가부는 상기 거리 센서에 의해 측정된 구조물과의 거리와 가시광 영상에 기초하여 상기 균열부에서 발생한 균열의 길이를 측정하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 건전도 평가부는 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 기초하여 상기 균열부에서 발생한 균열의 깊이와 폭 중 적어도 하나를 측정하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

균열의 깊이와 폭 중 적어도 하나와, 열화상 영상의 온도차에 대한 관계가 정의된 데이터 저장부를 더 포함하며;

상기 건전도 평가부는 상기 데이터 저장부를 참조하여 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 대응하는 균열의 깊이 또는 폭을 분석하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 무인항공장비에 설치되어 상기 무인항공장비의 위치 정보를 수신하는 GIS 모듈을 더 포함하며;

상기 건전도 평가부는 상기 GIS 모듈에 의해 수신된 위치 정보에 기초하여 평가 대상인 구조물을 인식하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가시광 카메라와 열화상 카메라를 이용한 구조물의 건전도 평가 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 가시광 카메라와 열화상 카메라가 장착된 무인항공장비를 이용하여 촬영된 가시광 영상 및 열화상 영상을 이용하여 고층 건물이나 다리 등과 같은 구조물에 대한 건전도의 평가가 가능한 가시광 카메라와 열화상 카메라를 이용한 구조물의 건전도 평가 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 구조물의 안전검사에 적용되는 균열 검사는 육안 검사와 비파괴 검사 2가지로 나눌 수 있다. 육안 검사의 경우 버니어캘리퍼스, 열화상 측정장비 등 휴대용 측정기를 사용하여 구조물 외부의 균열을 측정하는 방식이다. 비파괴 검사의 경우 초음파, 방사선, 자분 탐상, 침투탐상법, 반발 경도법 등을 사용하여 구조물 내부의 균열을 측정하는 방식이다.

[0003] 열화상 검사방법은 크게 두 가지 종류로 구분할 수 있는데, 하나는 수동적 검사 방법으로 모든 물체가 방사하고 있는 고유의 적외선 에너지를 검출하는 방법이고, 또 다른 하나는 능동적 검사 방법으로 대상체에 외부의 에너지를 입사하여 대상체의 내부 조건에 따라 달라지는 방사에너지의 검출을 이용하는 방법으로 나뉘게 된다.

[0004] 수동적 검사 방법 중 열화상 측정 장비를 통한 수동적 검사 방법은 구조물의 외부 균열 측정방법으로서 사물의 표면으로부터 방출되는 복사열을 감지 및 측정하고 이를 통하여 사물의 표면 온도를 수치화 할 수 있다. 이 때 건물의 균열부는 균열을 통하여 내부에서 열이 방출되어 주변온도보다 상대적으로 높게 측정된다. 이러한 원리를 통하여 균열 여부를 판단하는 측정방법이다.

[0005] 이와 같은 열화상 측정 장비는 사물에서 방출되는 복사열을 측정하기 때문에 열화상 장비와 측정대상 사이의 개방된 공간이 필요하다. 건물이나 다리와 같은 구조물을 대상으로 열화상 측정 장비를 통한 열 스캐닝을 실시할 경우, 구조물의 외관을 촬영할 수 있는 충분한 개방공간이 없어 열화상 장비를 통한 균열 검사가 어렵다는 단점이 존재한다.

[0006] 특히 고층 건물의 경우 건물과 건물 사이에 공간이 존재하더라도 지상으로부터 열 스캐닝을 할 경우 측정각도에 따른 오차가 발생할 뿐만 아니라, 정확한 균열위치를 측정하기 어려운 문제점이 있다. 열 스캐닝이란 건물의 외벽을 열화상 장비를 통하여 열 패턴화하는 기술을 지칭하며, 이 때 열 패턴은 고온일수록 적색으로 표현되며, 저온일수록 청색으로 표현된다.

[0007] 기존의 열화상 측정 장비를 통한 구조물의 균열 측정시 고층 건물에서는 고층부의 균열측정을 위하여 크레인을 사용하게 되는데, 이는 많은 비용과 시간, 인력을 소모하게 되는 점에서 바람직하지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0553124호

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2006-0029716호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 가시광 카메라와 열화상 카메라가 장착된 드론과 같은 무인항공장비를 이용하여 촬영된 가시광 영상 및 열화상 영상을 이용하여 고층 건물이나 다리 등과 같은 구조물에 대한 건전도의 평가가 가능한 가시광 카메라와 열화상 카메라를 이용한 구조물의 건전도 평가 시스템에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적은 본 발명에 따라, 구조물의 건전도 평가 시스템에 있어서, 무인항공장비와; 상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 가시광 영상을 촬영하는 가시광 카메라와; 상기 무인항공장비에 설치되어 구조물의 열화상 영상을 촬영하는 열화상 카메라와; 상기 가시광 카메라에 의해 촬영된 가시광 영상으로부터 구조물에 균열이 발생한 균열부를 판단하고, 상기 균열부에 대해 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상에 기초하여 상기 균열부의 균열 특성을 분석하는 건전도 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 구조물의 건전도 평가 시스템에 의해서 달성된다.

[0011] 여기서, 상기 무인항공장비에 설치되어 상기 무인항공장비와 구조물 간의 거리를 측정하는 거리 센서를 더 포함

하며; 상기 건전도 평가부는 상기 거리 센서에 의해 측정된 구조물과의 거리와 가시광 영상에 기초하여 상기 균열부에서 발생한 균열의 길이를 측정할 수 있다

[0012] 또한, 상기 건전도 평가부는 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 기초하여 상기 균열부에서 발생한 균열의 깊이와 폭 중 적어도 하나를 측정할 수 있다.

[0013] 그리고, 균열의 깊이와 폭 중 적어도 하나와, 열화상 영상의 온도차에 대한 관계가 정의된 데이터 저장부를 더 포함하며; 상기 건전도 평가부는 상기 데이터 저장부를 참조하여 상기 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 대응하는 균열의 깊이 또는 폭을 분석할 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 무인항공장비에 설치되어 상기 무인항공장비의 위치 정보를 수신하는 GIS 모듈을 더 포함하며; 상기 건전도 평가부는 상기 GIS 모듈에 의해 수신된 위치 정보에 기초하여 평가 대상인 구조물을 인식할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 가시광 카메라와 열화상 카메라가 장착된 드론과 같은 무인항공장비를 이용하여 촬영된 가시광 영상 및 열화상 영상을 이용하여 고층 건물이나 다리 등과 같은 구조물에 대한 건전도의 평가함으로써, 소요되는 시간, 인력 그리고, 비용을 현저히 감소시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이고,

도 2는 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템에서 무인항공장비에 열화상 카메라가 설치된 예를 나타낸 도면이고,

도 3의 (a)는 실제 구조물의 예를 나타낸 도면이고,

도 3의 (b)는 열화상 카메라에 의해 촬영된 열화상 영상의 예를 나타낸 도면이고,

도 4는 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템에서 균열의 길이를 측정하는 원리를 설명하기 위한 도면이고,

도 5는 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템의 촬영 방법의 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템은 무인항공장비(100), 가시광 카메라(210), 열화상 카메라(220) 및 건전도 평가부(300)를 포함한다.

[0019] 무인항공장비(100)는 통상적인 드론과 같이 사람의 원격 조정에 의해 비행이 가능한 형태를 갖는다. 도 2에서는 무인항공장비(100)에 열화상 카메라(220)를 설치한 예를 나타낸 도면이다.

[0020] 가시광 카메라(210)는 무인항공장비(100)에 설치되고, 구조물을 촬영하여 가시광 영상을 획득한다. 본 발명에 따른 가시광 카메라(210)는 드론과 같은 무인항공장비(100)에 기 설치된 카메라를 이용할 수 있으며, 해상도 등을 고려하여 별도의 가시광 카메라(210)를 설치할 수 있음은 물론이다.

[0021] 열화상 카메라(220)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 무인항공장비(100)에 설치된다. 그리고, 열화상 카메라(220)는 구조물을 촬영하여 열화상 영상을 취득하게 된다. 열화상 카메라(220)에 의해 촬영된 열화상은 구조물의 표면에서 표출되는 온도에 대한 정보를 포함하게 되는데, 이 때 구조물의 표면에 균열이 발생한 경우 내부에서 발출되는 온도에 의해 비 균열 표면의 온도보다 균열부의 온도가 상대적으로 높게 측정된다. 도 3의 (a)는 실제 구조물의 예를 나타낸 도면이고, 도 3의 (b)는 열화상 카메라(220)에 의해 촬영된 열화상 영상의 예를 나타낸 도면이다.

[0022] 한편, 건전도 평가부(300)는 가시광 카메라(210)와 열화상 카메라(220)에 의해 각각 촬영된 가시광 영상과 열화상 영상을 전송받는다. 본 발명에서는 무인항공장비(100)에 설치된 무선 통신부(미도시), 예컨대, 블루투스나 와이파이와 같은 무선 통신을 통해 실시간으로 전송받는 것을 예로 하나, 무인항공장비(100)에 설치된 USB 메모리나 SD 카드와 같은 저장매체에 저장된 후 건전도 평가부(300)로 데이터를 ??기는 형태로 구성될 수 있음은 물

론이다.

[0023] 그리고, 건전도 평가부(300)는 가시광 카메라(210)에 의해 촬영된 가시광 영상으로부터 구조물에 균열이 발생한 균열부를 판단한다. 일반적으로 균열이 발생한 부분은 그 균열에 의해 주면의 색상과 상이한 색상, 예컨대, 검은색의 균열이 발생하게 되는데, 이를 통해 영상 내에서 균열이 발생하였는지 여부를 이미지 분석을 통해 확인할 수 있다.

[0024] 또한, 건전도 평가부(300)는 가시광 영상에 기초하여 균열부에서 발생한 균열의 길이를 측정할 수 있다. 이를 위해, 본 발명에 따른 구조물의 건전도 평가 시스템은 무인항공장치에 설치되는 거리 센서(230)를 포함할 수 있다. 거리 센서(230)는 무인항공장비(100)와 구조물 간의 거리를 측정하게 되는데, 레이저 거리 센서(230)가 적용되는 것을 예로 한다.

[0025] 도 4를 참조하여 설명하면, 레이저 거리 센서(230)에 의해 측정된 측정거리 L과 가시광 카메라(210)의 촬영각, 즉 화각을 알게 되면, 가시광 영상의 전체 길이 즉, 도 4의 2x를 산출 가능하게 되는 바, 이를 통해 가시광 영상 내에서 검출된 균열의 길이를 측정할 수 있게 된다.

[0026] 한편, 건전도 평가부(300)는 열화상 카메라(220)에 의해 촬영된 열화상 영상에 기초하여 균열부의 균열 특성을 분석한다. 본 발명에서는 도 5에 도시된 바와 같이, 구조물 전체를 다수의 촬영 영역으로 구분하고 각각의 촬영 영역에 대해 가시광 영상이 촬영되는 것을 예로 하며, 이에 동기되어 열화상 카메라(220)가 촬영 영역 단위로 열화상 영상을 취득하는 것을 예로 한다.

[0027] 그리고, 건전도 평가부(300)는 각각의 촬영 영역에 대한 가시광 영상에서 균열부가 존재하는지 여부를 판단하고, 상술한 바와 같이 균열의 길이를 측정한 후 균열부에 해당하는 촬영 영역의 열화상 영상을 분석하는 것을 예로 한다.

[0028] 여기서, 건전도 평가부(300)는 열화상 카메라(220)에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 기초하여 균열부에서 발생한 균열의 깊이와 폭 중 적어도 하나를 측정할 수 있다. 이를 위해, 본 발명에서는 균열의 깊이와 폭 중 어느 하나와, 열화상 영상의 온도차에 대한 관계가 정의된 데이터 저장부가 마련되는 것을 예로 한다.

[0029] 그리고, 건전도 평가부(300)는 데이터 저장부를 참조하여 열화상 카메라(220)에 의해 촬영된 열화상 영상의 온도차에 대응하는 균열의 깊이 또는 폭을 데이터 저장부로부터 추출하여 해당 균열의 균열 특성을 분석하게 된다.

[0030] 상기와 같이, 각각의 촬영 영역에 대한 분석이 모두 완료된 후, 각각의 촬영 영역에 대한 분석 결과가 구조물의 BIM 모듈에 반영되면, 구조물의 건전도를 관리할 수 있는 통합 시스템의 구축이 가능하게 된다.

[0031] 또한, 무인항공장비(100)에 설치되는 GIS 모듈(240)을 통해 무인항공장비(100)의 위치 정보가 건전도 평가부(300)로 전송되면, 건전도 평가부(300)가 GIS 모듈(240)로부터 수신되는 위치 정보에 기초하여 현재 평가 대상인 구조물의 위치를 인식하게 되는데, 이를 통해, 다수의 건물에 대한 건전도 평가시 해당 건물을 인식하거나, 다리와 같은 구조물에서 측정중인 다리의 현재 위치를 확인 가능하게 된다.

[0032] 상기와 같은 구성에 따라, 고층 건물과 같이 건전도 측정에 많은 인력과 장비, 시간, 그리고 시간이 소요되는 기존의 방식과 대비할 때, 드론과 같은 무인항공장비(100)를 이용함으로써 측정에 필요한 인력, 장비, 비용 그리고 시간을 현저히 감소시킬 수 있게 된다.

[0033] 또한, 열화상 카메라(220)와 가시광 카메라(210)를 함께 적용함으로써, 한번의 촬영으로 균열의 길이, 균열의 폭, 깊이 등을 보다 정확하게 측정 가능하게 되며, 이러한 데이터를 BIM 프로그램에 연동함으로써 건축물에 대한 3D 안전관리가 가능하게 된다.

[0034] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

부호의 설명

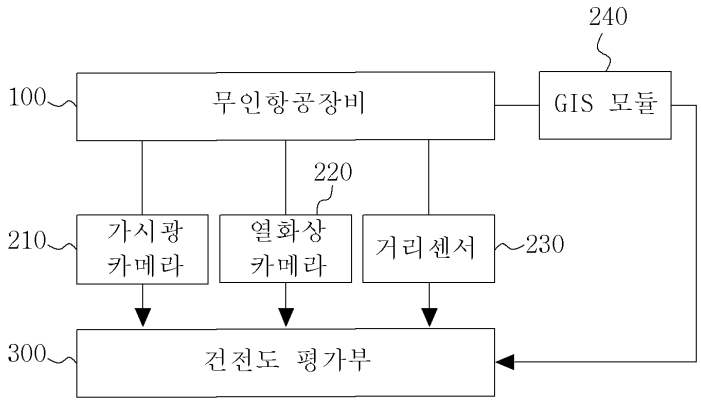
[0035] 100 : 무인항공장비 210 : 가시광 카메라

220 : 열화상 카메라 230 : 거리 센서

240 : GIS 모듈 300 : 건전도 평가부

도면

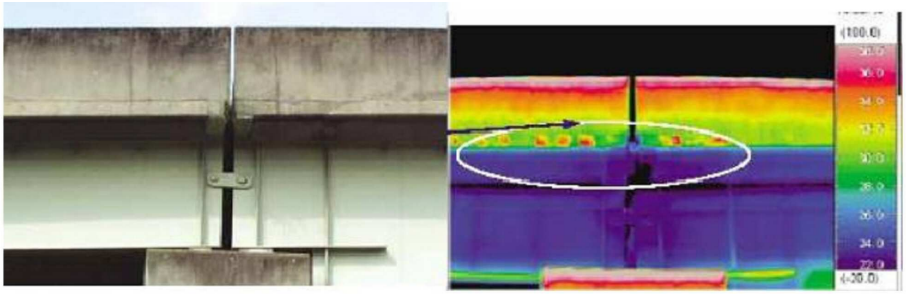
도면1



도면2

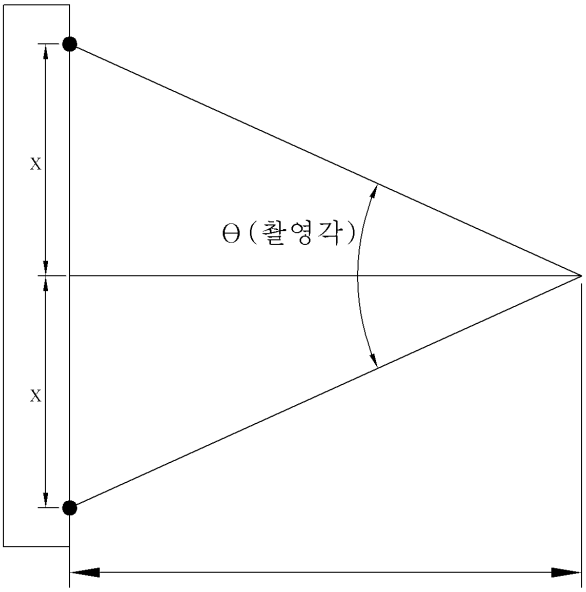


도면3



(a) (b)

도면4



레이저 거리 측정기를 이용

도면5

