(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0052630
(43) 공개일자 2020년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) *G01N 21/17* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8851 (2013.01)
G01M 11/081 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0135812
(22) 출원일자 2018년11월07일
심사청구일자 2018년11월07일

(71) 출원인
투아이시스(주)
경기도 군포시 고산로 148번길 17 , 에이동 1501호,1508호(당정동, 군포아이티밸리)
한국철도공사
대전광역시 동구 중앙로 240 (소제동)
(72) 발명자
박종국
경기도 용인시 수지구 수지로 17, 107동 303호(상현동,광교상현 꿈에그린)
장순만
경기도 수원시 팔달구 화산로 57, 145동 1503호(화서동,꽃뫼버들마을 진흥아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이은철

전체 청구항 수 : 총 4 항

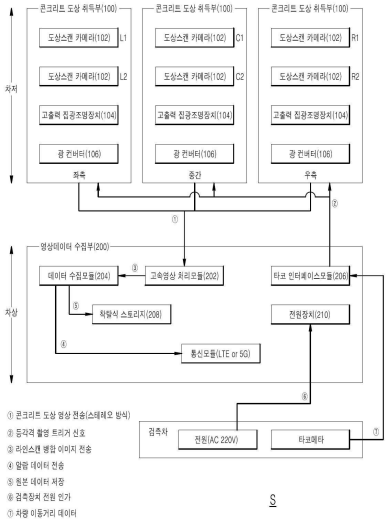
(54) 발명의 명칭 **라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템 및 그 방법을 개시한다. 보다 구체적으로 본 발명은, 도상스캔 카메라를 통해 콘크리트 도상 영상을 취득하는 콘크리트 도상 취득부; 및 고속영상처리모듈로부터 병합된 콘크리트 도상영상을 수신하여 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터 포함 영상)로 분석 및 저장하는 영상데이터 수집부를 포함한다.

이에 본 발명에 따르면, 라인스캔 카메라를 이용한 영상 수집후 2D 및 3D 데이터를 추출함으로써, 2대의 카메라로 3D 데이터 추출 및 균열 이미지의 육안 확인을 위한 2D 이미지 저장을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 검출의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01M 5/0033 (2013.01)
H04N 13/239 (2018.05)
G01N 2021/177 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G01N 2201/102 (2013.01)

(72) 발명자
최영길
대전광역시 중구 오류로 31, 102동 2402호(오류동)
박성백
세종특별자치시 새롬남로 18, 105동 1201호(새롬동,새뜸마을1단지)
전일식
세종특별자치시 마음로 322, 2205동 1701호(고운동,가락마을22단지)
김인철
대전광역시 서구 도안동로 123, 1703동 2602(도안동,도안리슈빌)
전규남
충청북도 청주시 서원구 청남로2005번길 45 우성아파트 203동 511호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 18RTRP-B137854-03
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 철도기술연구사업
연구과제명 선제적 장애예방 및 유지보수 효율화를 위한 궤도 상태평가 시스템 및 유지보수 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국철도공사
연구기간 2016.05.24 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

도상스캔 카메라를 통해 기 설정된 등간격 마다 콘크리트 도상 영상을 취득하는 콘크리트 도상 취득부; 및

상기 콘크리트 도상영상을 인가받아 스테레오 방식(3D)의 깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석하는 영상데이터 수집부를

포함하는 것을 특징으로 하는 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영상데이터 수집부는,

두 대의 도상스캔 카메라로 구성된 스테레오 비전 방식의 상기 콘크리트 도상 취득부로부터 수집되는 고속/대용량의 콘크리트 도상영상을 FPGA 모듈을 통해 실시간 병합 및 분석하는 고속영상 처리모듈;

상기 고속영상 처리모듈로부터 병합된 콘크리트 도상영상을 수신하여 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터 포함 영상)로 분석 및 저장하는 데이터 수집모듈;

상기 데이터 수집모듈로부터 색인한 이상 개소에 대한 일부 콘크리트 도상영상(결함 데이터) 또는 알람 데이터를 무선 통신망을 통해 관리자 단말기 또는 지상서버로 전송하는 통신모듈; 및

검측차에 구비된 타코메타(tachometer)를 통해 차량의 이동거리 정보를 분석하고, 기설정된 등간격 펄스를 생성하여 도상스캔 카메라의 촬영신호로 제공하는 타코 인터페이스모듈을

포함하는 것을 특징으로 하는 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템.

청구항 3

콘크리트 도상 취득부가 도상스캔 카메라를 통해 기 설정된 등간격 마다 콘크리트 도상 영상을 취득하는 단계; 및

영상데이터 수집부가 고속영상 처리모듈로부터 병합된 콘크리트 도상영상을 수신하여 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터 포함 영상)로 분석 및 저장하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 2D 및 3D로 분석 및 저장 단계는,

(1) 영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 취득부로부터 콘크리트 도상 영상을 수신하는 단계;

(2) 영상데이터 수집부가 두 대의 도상스캔 카메라에 의해 촬영된 콘크리트 도상 영상으로부터 특징점(left, right)을 추출하는 단계;

(3) 영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 영상 각각의 특징점(left, right)에 대한 차이(disparity)를 검출하는 단계;

(4) 영상데이터 수집부가 검출한 차이(disparity)로부터 거리정보를 추출하는 단계;

(5) 콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상을 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터)로 분류하는 단계; 및

(6) 콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상으로부터 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 실시간으로 검출하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 특히 콘크리트궤도 도상 결함 검출을 기존의 2D 영상분석에서 3D(스테레오 비젼 방식)으로 깊이 정보를 활용하여 균열 분석의 정확도를 향상하며 실시간 균열 분석을 통해 사전 예방적 유지보수로 철도안전 확보 및 콘크리트궤도의 도상상태를 실시간으로 모니터링하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 철도가 다른 교통수단과 다른 점은 선로 위를 열차가 주행한다는 점이며, 사람이나 화물 등을 운반하기 위한 열차는 지상 또는 지하에 설치되는 철로를 따라 이동되며, 가장 흔하게 접할 수 있는 철로 선로는 전철이나 지하철의 철로가 있다.

[0003] 이러한 철도 선로는 연속 형성되는 레일과, 그 레일의 하부를 지지하고 있는 다수의 침목 및 이러한 침목을 지지하고 있는 자갈층 또는 콘크리트층으로 구성되며, 이때, 종래에는 침목은 고가의 오크목이나 저가의 소나무 등을 사용하였으나 가격대비 사용 수명이 상대적으로 짧아 근래에 들어서는 콘크리트재로 된 침목을 주로 사용하고 있다.

[0004] 기차나 지하철 등의 운반체와 궤도 검사 및 레일고정부재 파손 검사, 선로의 적합성 여부의 평가는 오랜 경험을 갖고 있는 검진도공의 검사에 의존하고 있는 실정이다. 이처럼 지금까지는 사람이 직접 궤도 및 레일 고정부재의 결함과 파손을 검사하기 때문에 시간, 인력의 낭비는 물론 경제적인 낭비를 초래하고 있는 것이 현실이고, 무엇보다도 사람이 하는 일이기 때문에 완전한 검측이 불가능하다는 문제점이 있었다.

[0005] 이러한 문제점을 개선하기 위해 제10-1027910호에 따른 철도 침목 검사시스템의 경우, 고속으로 주행하는 열차에 탑재되어 고속 촬영이 가능한 카메라를 사용하여 영상을 획득하는 기술이 개시된바 있다.

[0006] 그러나, 선행특허의 경우 철도침목의 균열 위치를 파악하기 어려울 뿐만 아니라 고속 카메라의 경우 고가이고, 철도침목의 경우, 그 개수가 너무 많아서 이를 전수 검사하기는 불가능한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1027910호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은, 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 비전 방식으로 깊이 정보를 이용한 콘크리트궤도의 도상 균열을 검출함으로써, 2D 이미지로 분석 시 도상면의 이물질로 인한 오인식 및 오검출을 미연에 방지하는데 있다.

[0009] 본 발명의 목적은, 라인스캔 방식으로 고속의 영상 수집 및 분석이 가능함에 따라, 스테레오 비전을 영역 카메라가 아닌 라인스캔을 통해 고속으로 스캔하고, FPGA 모듈을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 실시

간 분석이 가능하게 하는데 있다.

[0010] 본 발명의 목적은 2대의 라인스캔 카메라를 이용하여 스테레오 비전 방식으로 영상 수집 후 취득 데이터에 대하여 2D 및 3D 데이터를 추출함으로써, 균열 정보에 대해 3D 데이터를 이용한 깊이, 폭 정보 및 2D 영상을 이용한 균열 이미지의 가시적인 육안 확인을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 검출의 신뢰성을 향상시키는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템은, 등간격 마다 발생되는 외부트리거에 의해 콘크리트 도상 영상을 취득하는 콘크리트 도상 취득부; 및 콘크리트 도상영상을 수집하여 스테레오 방식(3D)의 깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석하는 영상데이터 수집부를 포함한다.

[0012] 바람직하게는, 콘크리트 도상 취득부는, 2대의 라이스캔 카메라로 구성되어 스테레오 비전 방식으로 동일 영역을 촬영한 콘크리트 도상 영상을 생성하는 도상스캔 카메라; 주/야간 환경에서 균일한 콘크리트 도상 영상을 취득하기 위한 광원을 조사하는 고출력 집광조명장치; 및 콘크리트 도상 영상을 외부 노이즈 없이 고속 및 장거리로 전송하는 광 컨버터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 도상스캔 카메라는, 두 대로 구성되어 동일 촬영 영역에서 특정 포인트에 대해 서로 다른 픽셀에 상이 맺히는 것을 이용하여 거리(X,Y,Z)값을 추출하는 스테레오 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0014] 영상데이터 수집부는, 콘크리트 도상 취득부로부터 수집되는 고속/대용량의 콘크리트 도상영상을 FPGA 모듈을 통해 실시간 병합 및 분석하는 고속영상 처리모듈; 고속영상 처리모듈로부터 병합된 콘크리트 도상영상을 수신하여 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터)로 저장하는 데이터 수집모듈; 검측차에 구비된 타코메타(tachometer)를 통해 차량의 이동거리 정보를 분석하고, 기설정된 등간격 펄스를 생성하여 도상스캔 카메라의 촬영신호로 제공하는 타코 인터페이스모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 그리고, 전술한 시스템을 기반으로 하는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법은, 콘크리트 도상 취득부가 도상스캔 카메라를 통해 기 설정된 등간격 마다 콘크리트 도상 영상을 취득하는 (a) 단계; 및 영상데이터 수집부가 콘크리트 도상영상을 인가받아 스테레오 방식(3D)의 깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석하는 (b) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게 (a) 단계는, 콘크리트 도상 취득부가 두 대의 도상스캔 카메라를 통해 스테레오 비전 방식으로 동일 영역을 촬영하는 (a-1) 단계; 및 콘크리트 도상 취득부가 촬영한 콘크리트 도상 영상을 영상데이터 수집부로 전송하는 (a-2) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] (b) 단계는, 영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 취득부로부터 콘크리트 도상 영상을 수신하는 (b-1) 단계; 영상데이터 수집부가 두 대의 도상스캔 카메라에 의해 촬영된 콘크리트 도상 영상으로부터 특징점(left, right)을 추출하는 (b-2) 단계; 영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 영상 각각의 특징점(left, right)에 대한 차이(disparity)를 검출하는 (b-3) 단계; 영상데이터 수집부가 검출한 차이(disparity)로부터 거리정보를 추출하는 (b-4) 단계; 콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상을 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터)로 분류하는 (b-5) 단계; 및 콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상으로부터 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 실시간으로 검출하는 (b-6) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 그리고, (b) 단계 이후, 콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상영상에 도상 균열이 검출되었는지 여부를 판단하는 (c) 단계; 및 (c) 단계의 판단결과, 도상 균열이 검출된 경우, 콘크리트 도상 취득부가 기 설정된 알람 데이터를 정보통신망을 통해 접속된 관리자 단말기 또는 관리서버로 전송하는 (d) 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 라인스캔 방식으로 고속의 영상 수집 및 분석이 가능함에 따라, 스테레오 비전을 영역 카메라가 아닌 라인스캔을 통해 고속으로 스캔하고, FPGA 모듈을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 실시간 분석이 가능하다.

[0021] 본 발명에 따르면, 라인스캔 카메라를 이용하여 도상 영상을 수집 후 2D 및 3D 데이터를 추출함으로써, 스테레오 비전 방식으로 도상 균열에 대한 3D 데이터 분석 및 균열 이미지의 육안 확인을 위한 2D 이미지를 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 검출의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템을 도시한 구성도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 설치위치와 검사대상을 도시한 예시도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 콘크리트 도상 구조를 도시한 예시도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 도상 스캔 카메라의 개별 화각을 도시한 예시도.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 스테레오 비전 구성을 도시한 예시도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 스테레오 화각 구성을 도시한 예시도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 외함을 도시한 예시도.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템의 영상데이터 수집부의 스토리지 운용 구성을 도시한 예시도.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법을 도시한 순서도.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S100 단계를 도시한 순서도.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S200 단계를 도시한 순서도.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S200 단계 이후과정을 도시한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0024] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)을 도시한 구성도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예가 적용되는 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시

스템(S)은, 도상스캔 카메라를 통해 콘크리트 도상 영상을 기 설정된 등간격으로 취득하는 도상스캔 카메라(102), 고출력 집광조명장치(104) 및 광 컨버터(106)로 구성된 콘크리트 도상 취득부(100), 및 콘크리트 도상영상을 수신하여 스테레오 방식(3D)의 깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석하는 고속영상 처리모듈(202), 데이터 수집모듈(204), 타코 인터페이스모듈(206), 착탈식 스토리지(208) 및 전원장치(210)로 구성된 영상데이터 수집부(200)를 포함하여 구성된다.

[0027] 이때, 콘크리트 도상 취득부(100)는 검측차 차저의 좌측, 중간 및 우측에 3개가 한 세트로 구성될 수 있고, 이때, 좌측에 구비되는 도상스캔 카메라(102) 각각은 L1, L2로, 중간에 위치하는 도상스캔 카메라(102) 각각은 C1, C2로, 우측에 구비되는 도상스캔 카메라(102) 각각은 R1, R2로 설정되나, 본 발명의 일 실시예에 이에 국한되는 것은 아니다.

[0028] 이하에서는 그 구체적인 언급을 생략하겠으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)의 설치 위치는 도 2에 도시된 바와 같이 검측차 하부이고, 검사 대상은 콘크리트 도상이다.

[0029] 그리고, 도 3에 도시된 바와 같이 콘크리트 도상의 구조를 분석한 TCL층의 영역이 터널 및 교량구간에서는 2,800㎜, 토공구간에서는 3,200㎜로 콘크리트 도상의 범위는 최대 3,200㎜이다.

[0031] 구체적으로, 콘크리트 도상 취득부(100)의 도상스캔 카메라(102)는 2대의 라인스캔 카메라로 구성되어 스테레오 비전 방식으로 동일 영역을 촬영한 콘크리트 도상 영상을 영상데이터 수집부(200)로 전송한다.

[0032] 이때, 도상스캔 카메라(102)는 검측차 하부에 설치되어 콘크리트 도상 영상을 0.1㎜ 내지 0.5㎜ 등간격으로 취득하고, 바람직하게는 0.3㎜ 등간격으로 취득하도록 구성된다.

[0033] 고출력 집광조명장치(104)는 주/야간 환경에서 균일한 콘크리트 도상 영상을 취득하기 위한 광원을 조사하도록 고출력의 레이저 광원으로 구성된다.

[0034] 광 컨버터(106)는 콘크리트 도상 영상을 외부 노이즈 없이 고속 및 장거리로 전송하도록 구성된다. 이때, 광 컨버터(106)는 Camlink 방식으로 콘크리트 도상 영상을 전송하도록 구성될 수 있다.

[0036] 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 도상스캔 카메라(102)는 검측차 하부의 설치 공간과 화각을 고려하여 반사경을 이용하여 레일 상부 300㎜에 설치하도록 구성된다.

[0037] 이때, 도상스캔 카메라(102)는 차량의 설치제한 높이로 인해 광축의 높이를 낮추기 위해 화각을 굴절시키는 반사경(Mirror)을 포함하여 구성될 수 있고, 화각 굴절에 따라 보고자 하는 물체와 렌즈 사이의 촬영거리(Working Distance) 보정이 가능하도록 구성된다.

[0039] 이하, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)의 도상스캔 카메라(102)에 대한 스테레오 구성에 대해 살피면 아래와 같다.

[0040] 먼저, 도 5는 서로 다른 두 포인트(A,B)가 두 대의 도상스캔 카메라(102)에 상이 맺히는 것을 도시한 도면이다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 도상스캔 카메라(102)는 도 5에 도시된 바와 같이, 다수개로 구비될 수 있고, 바람직하게는 두 대(C1, C2)로 구성되어 동일 촬영 영역에서 특정 포인트에 대해 서로 다른 픽셀에 상이 맺히는 것을 이용하여 거리(X,Y,Z)값을 추출하는 스테레오 구성을 갖는다.

[0042] 또한, 도 6에 도시된 바와 같이, 도상스캔 카메라(102)의 개별 화각은 1,200㎜이며, 2대 카메라의 고정간격은 200㎜이고, 중첩영역은 1,000㎜로 구성될 수 있으며, 이 경우 스테레오 방식에서의 검측화각은 1,000㎜로 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 검출하게 된다.

[0043] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)의 도상스캔 카메라(102)의 스테레오 비전 알고리즘은 아래와 같다.

[0044] 먼저, 이미지를 취득(left, right)한다(step1).

[0045] 이어서, left, right 특징점을 추출한다(step2).

[0046] 뒤이어, 두 영상간 대응관계를 추출한다(step3).

[0047] 이어서, 특징점에 대한 Disparity 계산을 수행한다(step4).

[0048] 그리고, 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터) 이미지를 저장한다(step5).

[0049] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)의 도상스캔 카메라(102), 고출력 집광조명장치(104) 및 광 컨버터(106)의 세부 사양에 대해 살피면 아래와 같다.

[0050] 먼저, 도상스캔 카메라(102)는 검측차 최고속도 80km/h에서 0.3mm 등간격으로 촬영하며, 주/야간 균일한 영상을 취득하기 위해 레이저 조명은 투과하고 외부 광원은 차단하는 광학필터가 구비된다.

[0051] 또한, 고출력 집광조명장치(104)는 균일한 라인 조명을 생성하기 위해 레이저 광원을 광케이블을 이용하여 분산하고 라인 집광렌즈를 이용하여 집광된 라인 조명을 출력하는 것으로 구성된다.

[0052] 또한, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템(S)의 콘크리트 도상 취득부(100)에 대한 외함을 도시한 예시도이다.

[0053] 여기서, 도 7에 도시된 ①은 고출력 집광조명장치(104)이고, ②는 광 컨버터(106)이고, ③은 도상스캔 카메라(102)(#1, #2)이며, ④는 레이저 라인 렌즈이고, ⑤는 전원장치이며, ⑥은 반사경이고, ⑦은 외부 배선 홀이며, 이때, 콘크리트 도상 취득부(100)의 외함과 배치는 검측차의 구조에 따라 설계 변경될 수 있다.

[0055] 한편, 영상데이터 수집부(200)의 고속영상 처리모듈(202)은 영상을 고속으로 처리하기 위한 FPGA 모듈로 구성되어 콘크리트 도상 취득부(100)에 구비된 2대의 도상스캔 카메라(102)로부터 수집되는 고속/대용량의 데이터 즉, 콘크리트 도상영상을 라인스캔으로 고속 스캔 후 FPGA 모듈을 통해 실시간 병합 및 분석하여 데이터 수집모듈(204)로 전송한다.

[0056] 이때, 고속영상 처리모듈(202)은 도상스캔 카메라(102)로부터 수신한 콘크리트 도상영상으로부터 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 실시간으로 검출한다.

[0057] 데이터 수집모듈(204)은 고속영상 처리모듈(202)로부터 병합된 콘크리트 도상영상을 수신하여 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터 포함 영상)로 저장하고, 콘크리트 도상영상에 도상 균열이 검출된 경우 기 설정된 알람 데이터를 정보통신망을 통해 접속된 관리자 단말기 또는 관리서버로 전송한다. 즉, 2대의 도상스캔 카메라(102)를 통한 영상 수집 후 2D 및 3D 데이터를 추출 및 균열 이미지의 육안 확인을 위한 2D 이미지를 저장할 수 있다.

[0058] 따라서, 데이터 수집모듈(204)에 의하면 종래에 2D 이미지 만으로의 분석시 콘크리트 도상면의 이물질로 인해 균열 분석에 대한 오인식 및 오검출 문제를 해소하고, 스테레오(3D 방식) 비전 방식으로 깊이 정보를 이용한 균열 검출이 가능하다.

[0059] 또한, 데이터 수집모듈(204)과 관리자 단말기 또는 관리서버와의 접속은 LTE모듈 또는 5G를 지원하는 통신모듈을 통해 수행될 수 있으며, 알람 데이터 외에 이상 개소에 대한 일부 콘크리트 도상영상을 원격지에 위치한 관리자 단말기 또는 관리서버로 전송할 수 있다.

[0060] 이때, 통신모듈은 데이터 수집모듈(204)로부터 색인한 이상 개소에 대한 일부 콘크리트 도상영상(결함 데이터) 또는 알람 데이터를 무선 통신망을 통해 관리자 단말기 또는 지상서버로 전송하도록 구성된다.

[0061] 타코 인터페이스모듈(206)은 검측차에 구비된 타코메타(tachometer)를 통해 차량의 이동거리 정보를 분석하고, 기설정된 등간격 바람직하게는 0.3mm의 등간격 펄스를 생성하여 도상스캔 카메라(102)의 촬영신호로 제공한다.

[0062] 착탈식 스토리지(208)는 대용량의 데이터를 고속으로 저장하되, 착탈 가능하도록 구비되어 검측 종료 후 곧바로 지상장치에 접속될 수 있다.

[0063] 전원장치(210)는 검측차로부터 인가받은 전원을 콘크리트 도상 취득모듈(100) 및 영상데이터 수집부(200)로 공급한다.

[0065] 또한, 도 8는 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템

(S)의 영상데이터 수집부(200)에 대한 세부 사양을 도시한 예시도이다.

[0066] 데이터 수집모듈(202)의 CPU는 Intel Xeon 이상의 서버로 구성된다.

[0067] 착탈식 스토리지(208)는 데이터 수집모듈(202) 2대의 슬롯에 착탈 가능하도록 삽입되는 SSD로 운용되고, 데이터 수집모듈(202)과 고속영상 처리모듈(204)의 Case를 동일하게 구성하여 스토리지 운용이 편리하게 구성하였다.

[0068] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상데이터 수집부(200)는 다수의 데이터 수집모듈(202)에 대한 접속을 스위칭하는 KVM 스위치를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0070] 이하, 도 9를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법에 대해 살피면 아래와 같다.

[0071] 먼저, 콘크리트 도상 취득부(100)가 도상스캔 카메라를 통해 기 설정된 등간격 마다 콘크리트 도상 영상을 취득한다(S100).

[0072] 그리고, 영상데이터 수집부(200)가 콘크리트 도상영상을 수신하여 스테레오 방식(3D)의 깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석한다(S200).

[0074] 이하, 도 10을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S100단계의 세부과정에 대해 살피면 아래와 같다.

[0075] 먼저, 콘크리트 도상 취득부(100)가 두 대의 도상스캔 카메라(102)를 통해 스테레오 비전 방식으로 동일 영역을 촬영한다(S102).

[0076] 그리고, 콘크리트 도상 취득부(100)가 촬영한 콘크리트 도상 영상을 영상데이터 수집부(200)로 전송한다(S104).

[0078] 이하, 도 11을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S200단계의 세부과정에 대해 살피면 아래와 같다.

[0079] 제S100단계 이후, 영상데이터 수집부(200)가 콘크리트 도상 취득부(100)로부터 콘크리트 도상 영상을 수신한다(S202).

[0080] 이어서, 영상데이터 수집부(200)가 두 대의 도상스캔 카메라(102)에 의해 촬영된 콘크리트 도상 영상으로부터 특징점(left, right)을 추출한다(S204).

[0081] 뒤이어, 영상데이터 수집부(200)가 콘크리트 도상 영상 각각의 특징점(left, right)에 대한 차이(disparity)를 검출한다(S206).

[0082] 이어서, 영상데이터 수집부(200)가 검출한 차이(disparity)로부터 거리정보를 추출한다(S208).

[0083] 뒤이어, 콘크리트 도상 취득부(200)가 콘크리트 도상 영상을 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터)로 분류한다(S210).

[0084] 그리고, 콘크리트 도상 취득부(200)가 콘크리트 도상 영상으로부터 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 실시간으로 검출한다(S212).

[0086] 이하, 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법의 제S200단계의 이후과정에 대해 살피면 아래와 같다.

[0087] 제S200단계 이후, 콘크리트 도상 취득부(200)가 콘크리트 도상영상에 도상 균열이 검출되었는지 여부를 판단한다(S300).

[0088] 제S300단계의 판단결과, 도상 균열이 검출된 경우, 콘크리트 도상 취득부(200)가 기 설정된 알람 데이터를 정보통신망을 통해 접속된 관리자 단말기 또는 관리서버로 전송한다(S400).

[0089] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 라인스캔을 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 방법에 의하면, 라

인스캔 카메라를 이용한 영상 수집후 2D 및 3D 데이터를 추출함으로써, 2대의 카메라로 3D 데이터 추출 및 균열 이미지의 육안 확인을 위한 2D 이미지 저장을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부에 대한 검출의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0090] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0091] S: 라인스캔 카메라를 이용한 스테레오 방식의 도상 균열 검출 시스템

100: 콘크리트 도상 취득부

102: 도상스캔 카메라

104: 고출력 집광조명장치

106: 광 컨버터

200: 영상데이터 수집부

202: 데이터 수집모듈

204: 고속영상 처리모듈

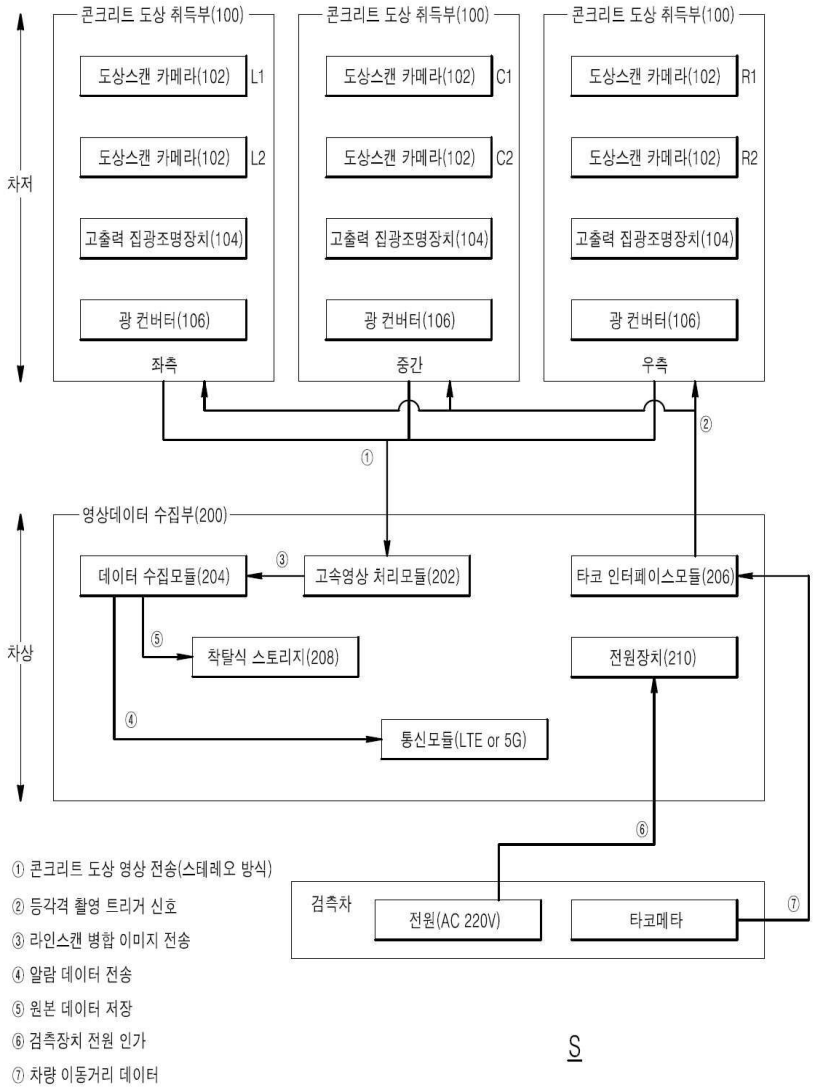
206: 타코 인터페이스모듈

208: 착탈식 스토리지

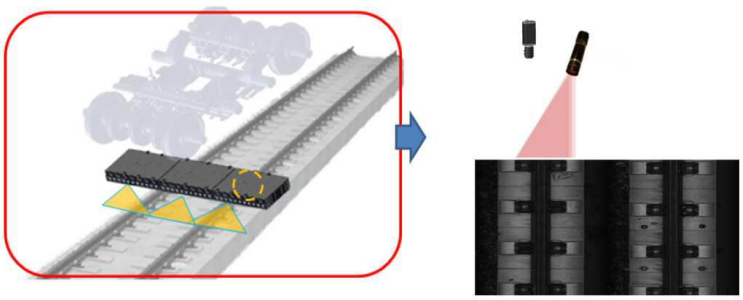
210: 전원장치

도면

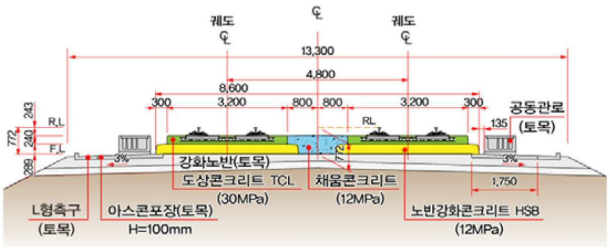
도면1


콘크리트 도상 취득부(100)
콘크리트 도상 취득부(100)
콘크리트 도상 취득부(100)
도상스캔 카메라(102) L1
도상스캔 카메라(102) L2
고출력 집광조명장치(104)
광 컨버터(106)
좌측
도상스캔 카메라(102) C1
도상스캔 카메라(102) C2
고출력 집광조명장치(104)
광 컨버터(106)
중간
도상스캔 카메라(102) R1
도상스캔 카메라(102) R2
고출력 집광조명장치(104)
광 컨버터(106)
우측
차저
①
②
영상데이터 수집부(200)
데이터 수집모듈(204)
③
고속영상 처리모듈(202)
타코 인터페이스모듈(206)
⑤
착탈식 스토리지(208)
전원장치(210)
④
통신모듈(LTE or 5G)
차상
⑥
검측차
전원(AC 220V)
타코메타
⑦
① 콘크리트 도상 영상 전송(스테레오 방식)
② 등각격 촬영 트리거 신호
③ 라인스캔 병합 이미지 전송
④ 알람 데이터 전송
⑤ 원본 데이터 저장
⑥ 검측장치 전원 인가
⑦ 차량 이동거리 데이터
S

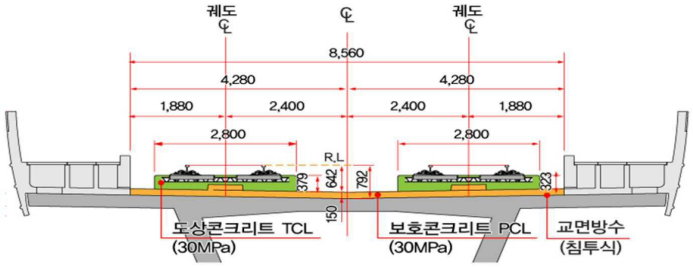
도면2



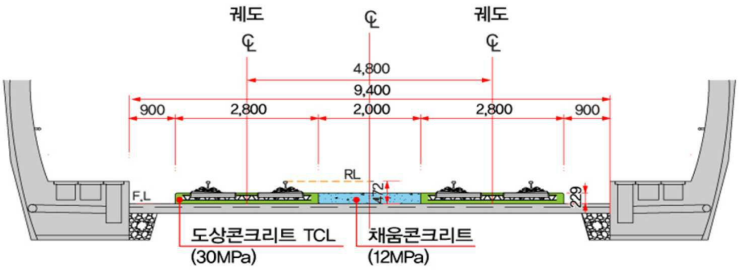
도면3



(a) 토공구간

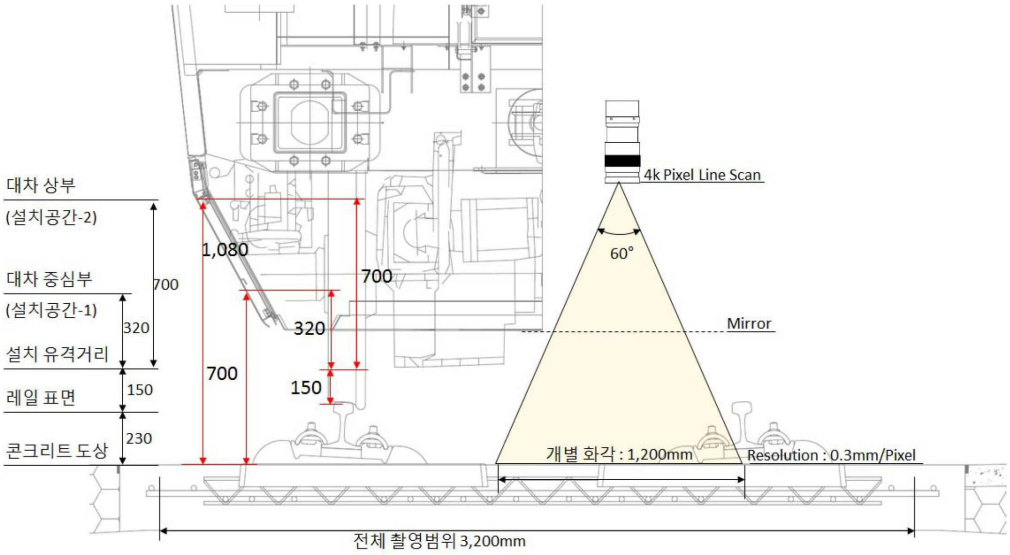


(b) 교량구간

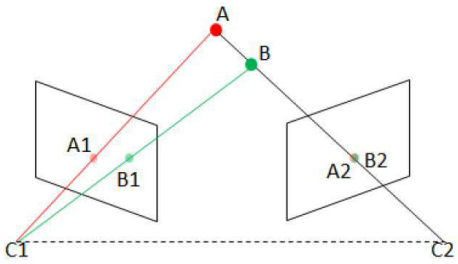


(c) 터널구간

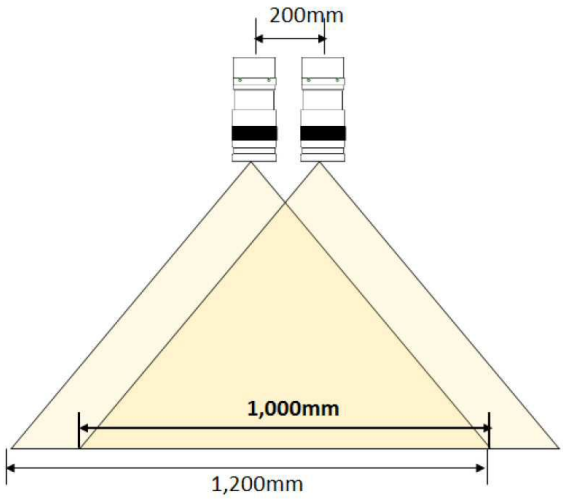
도면4



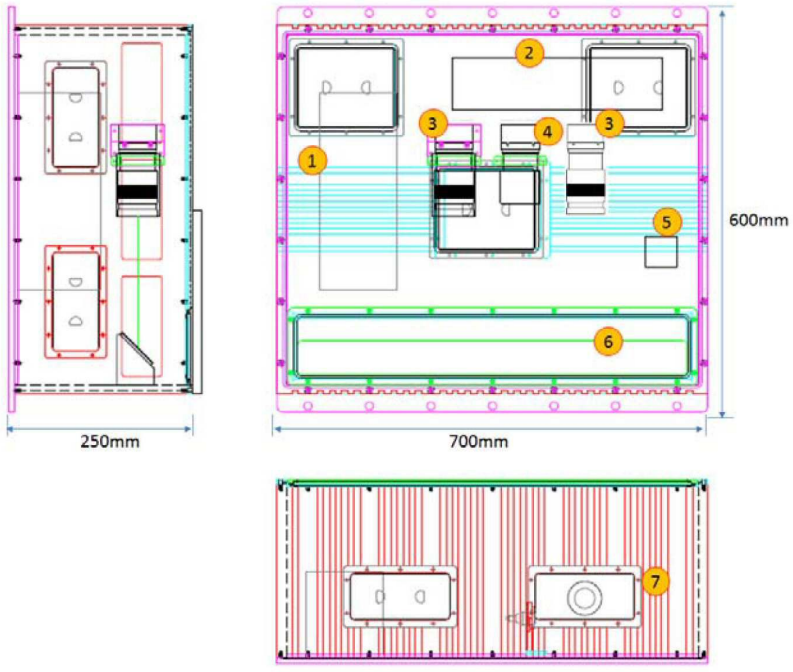
도면5


A
B
A1
B1
A2
B2
C1
C2

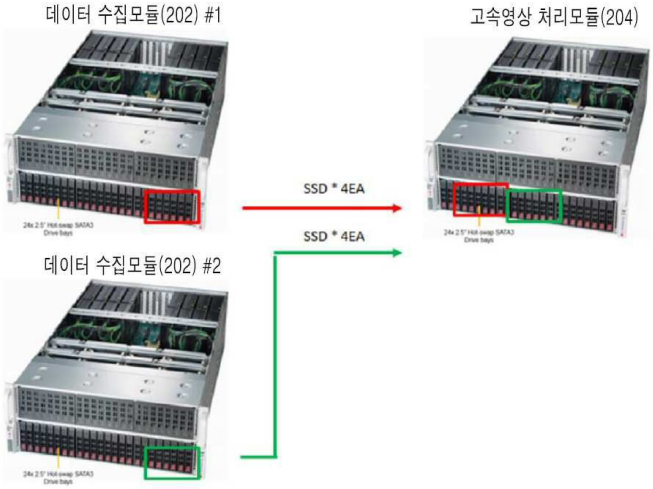
도면6


200mm
1,000mm
1,200mm

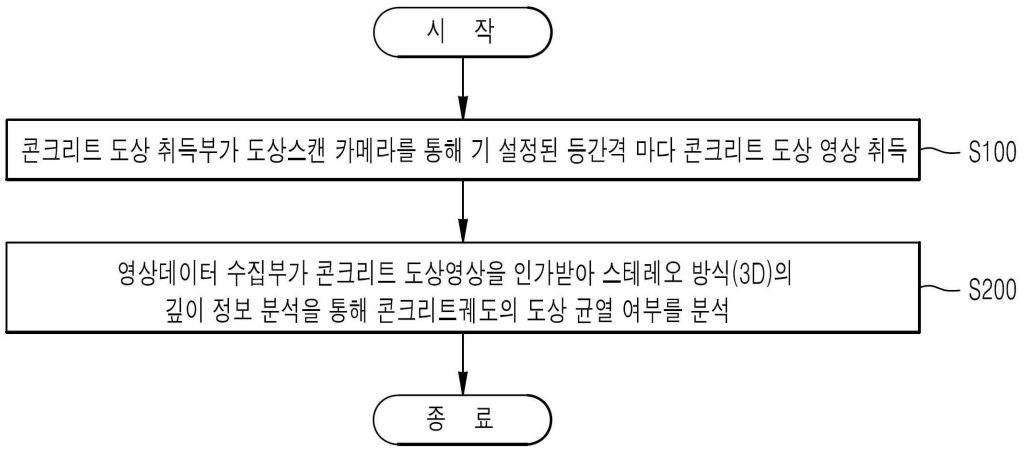
도면7


1
2
3
3
4
5
6
7
600mm
250mm
700mm

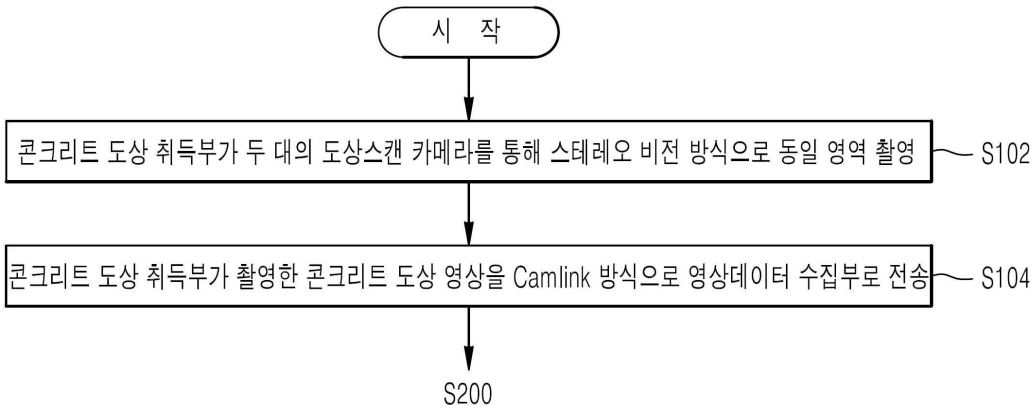
도면8


데이터 수집모듈(202) #1
고속영상 처리모듈(204)
SSD * 4EA
SSD * 4EA
데이터 수집모듈(202) #2

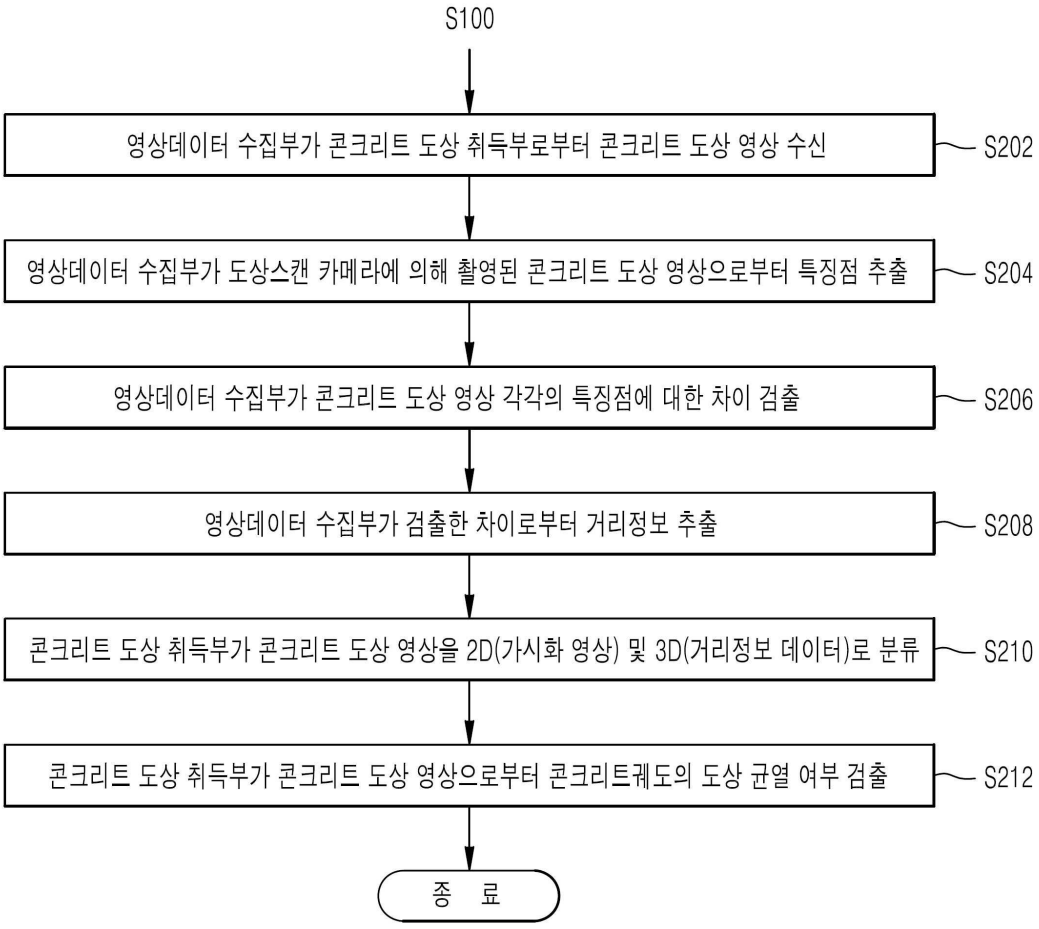
도면9


시 작
콘크리트 도상 취득부가 도상스캔 카메라를 통해 기 설정된 등간격 마다 콘크리트 도상 영상 취득
S100
영상데이터 수집부가 콘크리트 도상영상을 인가받아 스테레오 방식(3D)의
깊이 정보 분석을 통해 콘크리트궤도의 도상 균열 여부를 분석
S200
종 료

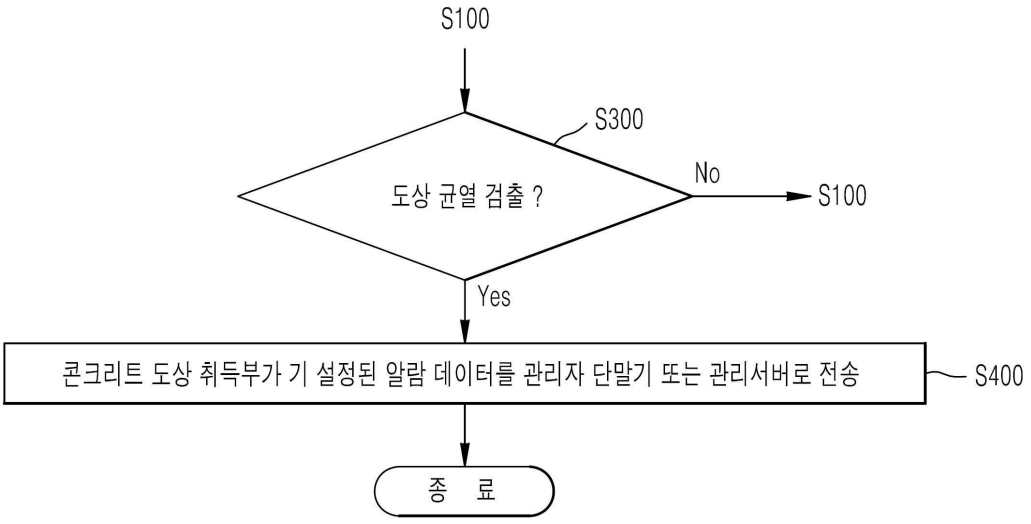
도면10


시 작
콘크리트 도상 취득부가 두 대의 도상스캔 카메라를 통해 스테레오 비전 방식으로 동일 영역 촬영
S102
콘크리트 도상 취득부가 촬영한 콘크리트 도상 영상을 Camlink 방식으로 영상데이터 수집부로 전송
S104
S200

도면11


S100
영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 취득부로부터 콘크리트 도상 영상 수신
S202
영상데이터 수집부가 도상스캔 카메라에 의해 촬영된 콘크리트 도상 영상으로부터 특징점 추출
S204
영상데이터 수집부가 콘크리트 도상 영상 각각의 특징점에 대한 차이 검출
S206
영상데이터 수집부가 검출한 차이로부터 거리정보 추출
S208
콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상을 2D(가시화 영상) 및 3D(거리정보 데이터)로 분류
S210
콘크리트 도상 취득부가 콘크리트 도상 영상으로부터 콘크리트궤도의 도상 균열 여부 검출
S212
종 료

도면12


S100
S300
도상 균열 검출 ?
No
S100
Yes
콘크리트 도상 취득부가 기 설정된 알람 데이터를 관리자 단말기 또는 관리서버로 전송
S400
종 료