



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0002896
(43) 공개일자 2010년01월07일

(51) Int. Cl.

G06T 17/00 (2006.01) H04N 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0062950

(22) 출원일자 2008년06월30일

심사청구일자 2008년06월30일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

한승우

인천광역시 남구 용현4동 인하대학교 공과대학 건축학부

김영석

서울특별시 강남구 대치2동 미도아파트 208동 304호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김순웅

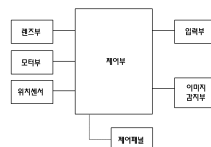
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지구현 시스템 및 이를 이용한 토공량 산출방법

(57) 요약

본 발명은 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 특정 위치에 설치되어 지반형상의 3차원 모델링을 가능하게 하는 스테레오 비전 카메라를 포함한 스테레오 비전 시스템과, 상기 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴착 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부가 구동모터부의 구동축을 매개로, 회전 가능하게 지지된 회전형 몸체에 구비된 측정거리보정기와, 상기 측정거리보정기를 회전하기 위한 회전모드 명령과 상기 대상물에 대한 영상신호 획득 명령을 입력하는 입력부와, 상기 입력부의 회전모드 명령에 따라 상기 측정거리보정기를 회전시키는 구동모터부와, 상기 측정거리보정기에서 배율 보정되어 획득된 대상물의 영상신호가 입력되는 이미지 감지부와, 상기 이미지 감지부에 입력된 대상물의 영상신호를 분석하여 상기 구동모터부의 구동축을 상기 측정거리보정기의 회전각도 만큼 회전하는 제어부를 포함하여, 토공작업 수행 중 변화되는 지반형상을 실시간 3차원 형상으로 모델링하고, 획득된 3차원 지반형상 이미지의 비교를 통하여 변화된 지형의 레벨 및 부피를 계산하여 실제 굴착된 토공량을 자동으로 산출함으로써 토공작업의 효율성을 향상시킬 수 있고, 토공작업 뿐만 아니라 건축물 시공시 활용 가능한 3차원 이미지구현을 위하여 유용하게 사용될 수 있도록 하였다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

유병인

서울특별시 금천구 시흥4동 835-1

안지성

서울특별시 용산구 도원동 도원삼성아파트 104동
901호

이정호

인천광역시 남구 학익1동 동아풍림아파트 114동
401호

유현석

인천광역시 남구 송의1동 159-1 과해리드빌 103동
1214호

이정훈

경기도 시흥시 거모동 아주아파트 501동 203호

이정석

서울특별시 강남구 삼성2동 홍실아파트 3동 1203호

특허청구의 범위

청구항 1

지반형상의 3차원 모델링을 가능하게 하는 스테레오 비전 카메라를 포함한 스테레오 비전 시스템과,

상기 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴착 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부가 구동모터부의 구동축을 매개로, 회전 가능하게 지지된 회전형 몸체를 구비하는 측정거리보정기와,

상기 측정거리보정기를 회전하기 위한 회전모드 명령과 상기 대상물에 대한 영상신호 획득 명령을 입력하는 입력부와,

상기 입력부의 회전모드 명령에 따라 상기 측정거리보정기를 회전시키는 구동모터부와,

상기 측정거리보정기에서 배울 보정되어 획득된 대상물의 영상신호가 입력되는 이미지 감지부와,

상기 이미지 감지부에 입력된 대상물의 영상신호를 분석하여 상기 구동모터부의 구동축을 상기 측정거리보정기의 회전각도 만큼 회전하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 다수의 다중 배울 렌즈가 개별로 방사상 배치된 배울조정기 및 상기 배울조정기가 전방 배치된 스테레오 비전 카메라 하부에 패닝/틸팅기구를 포함하는 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 측정거리보정기의 회전형 몸체는 외주 하측면을 가이드하는 가이드부재와 이 가이드부재에 결합된 회전롤러에 의해 지지되는 것을 특징으로 하는 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 렌즈부는 측정거리 1m에서 5m 까지의 영역에는 표준 렌즈를, 측정거리 5m에서 8m 까지는 중배울 렌즈를, 측정거리 8m에서 12m 까지는 고배울 렌즈를 채용하여, 굴삭기 절점에 설치된 위치인식센서로부터 전송되는 굴삭기 버킷 위치 정보에 의해 측정거리에 적합한 배울의 렌즈가 제어부의 명령에 의해 변경 배치되는 것을 특징으로 하는 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템.

청구항 5

회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 이용한 토공량 산출방법에 있어서, 굴삭기 각 절점에 부착된 위치인식센서에서 굴삭기 버킷의 실시간 위치 및 굴절각도에 대한 정보를 획득하고, 여기서 획득된 실시간 측정값을 토대로 버킷의 작업위치를 파악하는 단계와,

상기 굴삭기 절점에 배치된 위치인식센서에서 제공하는 굴삭기 위치값을 기준으로 적정 거리 렌즈를 선택하여 셋팅하는 단계와,

회전식 다중 배울 렌즈가 굴삭기 차실 상부에 회전 가능하게 지지되어 이루어지는 배울조정기가 전방 배치된 스테레오 비전 카메라를, 굴삭기 버킷의 위치에 맞춰 패닝/틸팅기구를 매개로 틸팅 작동하여 굴삭위치의 초점을 맞추는 단계와,

상기 굴삭기의 버킷이 지반의 흙을 파낼 때 마다 지정 위치에 설치된 스테레오 비전 카메라가 변화하는 지반형상을 매회 촬영하고, 촬영된 지반형상을 3차원 지반형상 이미지로 변환하는 단계와,

상기 획득된 실시간 3차원 지반형상 이미지 데이터의 비교를 통해 변화된 지형의 레벨 및 부피를 계산하여 실제 굴삭된 토공량을 자동으로 산출토록 하는 것을 특징으로 하는 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 이용한 토공량 산출방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 변화하는 비정형 지반을 주기적으로 매핑함에 있어 각 굴삭 거리 단계별 대응 배율 렌즈를 이용하여 지반형상을 인식하여 3차원 형상으로 모델링하고, 변화된 지반형상을 비교·검토함으로써 토공량을 산출하는 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 일반적으로, 건설공사의 토공작업에 있어 토량 배분 및 운반 계획은 일반적으로 설계자의 경험적인 판단에 의해서 수립되며, 이 계획에 근거하여 장비운전자가 토공작업을 수행하게 된다.
- <3> 또, 기존의 인력에만 의존한 기존의 토공방식은 장비의 움직임이나 최적경로 같은 지능화된 기능을 고려하지 않고 운전자의 직관적인 판단에 의해 임의대로 작업을 수행함으로써 실시간으로 변하는 지표면의 레벨에 대한 정확하고 신속한 대처가 미흡하게 된다.
- <4> 이는 토공 작업의 생산성을 저해하는 요인으로 작용하게 되며, 궁극적으로는 작업의 효율성을 감소시키게 된다.
- <5> 여기에서, 토공작업에 필요한 굴삭기, 그레이더 (Grader) 등의 건설장비들은 부품의 기능 및 크기 그리고 성토 능력 등 하드웨어 측면에서의 지속적인 발전은 이루어졌으나, 토공작업과 관련된 지형레벨 측량 및 토공량 산출 등 소프트웨어 측면에서의 기술발전은 전무한 실정이다.
- <6> 기존의 토공작업에서는 장비운전자의 작업수행을 위하여 측량기사가 각 지점에 필요한 측량말뚝들을 설치하는 등 부수적인 작업이 필요하게 되며, 장비운전자의 주관적 판단에 의존함으로써 이로 인한 많은 시간과 노력이 요구되는 노동집약적인 작업으로 분류되는 실정이다.
- <7> 기존 토공작업의 토공량 산출은 토사 운반 트럭의 일일 운반 횟수에 트럭의 용량을 단순히 곱하는 산술적 계산 방식이 현재 이용되고 있다. 하지만 트럭에 실리는 토사량은 항상 일정한 것이 아니며, 또한 굴삭기 운전자의 작업속도에도 따라 그 양이 변할 수 있는 문제점으로 인하여 기존 토공량 산출방식의 정확성 및 신뢰성이 검토되어야 하는 실정이다.
- <8> 이상과 같이 위에서 언급된 기존 토공작업의 근본적인 작업 효율성 제고를 위해서는 실시간 변화되는 지반형상을 획득 및 3차원 형상 모델링 아울러 이를 이용한 정확한 토공량 산출이 가능한 신기술의 도입이 필요하다.
- <9> 이러한 문제를 해결하기 위하여 실시간 지반형상 이미지 획득 및 토공량 산출을 위한 스테레오 비전 방식이 제시되고 있다.
- <10> 일본 공개특허 제2004-247805호에서는 스테레오비전 등의 디바이스에 미리 결정된 규칙에 기초하여 원점에서 방사상으로 3차원 공간 내의 대상물의 거리와 각도를 측정하여 체적을 산출하는 굴삭작업장치가 개시되었으며, 미국 등록특허 제4,924, 506호는 스테레오 비전에 의하여 주위표면 형상의 면적과 체적을 측정하여 직접적으로 지표면의 위상을 결정하는 방법을 제시한다.
- <11> 그러나 공개기술에 나타난 스테레오 비전 기술은 실내의 상황에 적합하도록 개발되었으며, 특히 측정거리 5m 이상의 경우에는 3차원 이미지 구현을 위한 특정 기준점에 대한 각기 다른 카메라 두 곳과의 초점거리가 길어지는 문제로 인하여 3차원 이미지 형상 구현이 현실적으로 불가능한 것으로 판명되었다.
- <12> 따라서, 기존의 실내 짧은 측정거리 상에서의 대상체에 대한 3차원 이미지 구현에 널리 이용되고 있는 신기술의 하나인 스테레오 비전기술을 토공사에서의 지반형상 3차원 이미지 구현에 적용하기 위한 방안이 절실히 대두되게 되었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <13> 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 회전식 측정거리보정기(렌즈 체인저) 방식의 스테레오 비전을 이용하여, 실시간으로 지반형상을 인식하고 토공량을 산출

하는 시스템을 제공하는 것이다.

<14> 본 발명의 또 다른 목적은 건설공사에서의 굴삭기(Excavator)에 의한 굴삭작업 중 작업 영역에 있어 시공 상황에 따라 지속적으로 변화되는 비정형(amorphous) 지반형상을 주기적으로 맵핑하여 계획도면 및 실시간으로 획득되어지는 각 변화된 3차원 지반형상 이미지들을 비교, 검토함으로써 토공 작업량을 산출하고, 이렇게 얻은 실시간 3차원 지반형상 이미지를 바탕으로 최적의 토공 작업 계획을 수립할 수 있는 지능형 Task Planning System을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<15> 상기의 목적을 달성하기 위하여 스테레오 비전 시스템을 굴삭기 상부에 장착하여 굴삭영역에 대한 3차원 이미지를 실시간으로 획득하는 것을 기반으로 하고, 대상체가 5m 이상이 되더라도, 획득 이미지의 해상도에 심각한 문제가 발생하지 않도록, 각 거리 단계별 해당 렌즈 여러 개를 설치하여 굴삭영역과 비전 시스템과의 거리에 따라 적절한 배율의 렌즈가 교체, 설치되어 배율을 조정함으로써 대상체의 거리에 따라 보다 정확하고 효율적인 3차원 지반 형상 이미지 획득이 가능하도록 하는 시스템을 제공한다.

<16> 본 발명에 따른 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템은, 특정 위치에 설치되어 지반형상의 3차원 모델링을 가능하게 하는 스테레오 비전 카메라(120)를 포함한 스테레오 비전 시스템과,

<17> 상기 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴착 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부가 구동모터부(130)의 구동축(131)을 매개로, 회전 가능하게 지지된 회전형 몸체(110)에 구비된 측정거리보정기(100)와,

<18> 상기 측정거리보정기(100)를 회전하기 위한 회전모드 명령과 상기 대상물에 대한 영상신호 획득 명령을 입력하는 입력부와,

<19> 상기 입력부의 회전모드 명령에 따라 상기 측정거리보정기(100)를 회전시키는 구동모터부(130)와,

<20> 상기 측정거리보정기(100)에서 배율 보정되어 획득된 대상물의 영상신호가 입력되는 이미지 감지부와,

<21> 상기 이미지 감지부에 입력된 대상물의 영상신호를 분석하여 상기 구동모터부의 구동축을 상기 측정거리보정기(100)의 회전각도 만큼 회전하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<22> 또한, 본 발명의 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템은, 회전식 다중 배율 렌즈를 구비한 배율조정기 및 상기 배율조정기가전방 배치된 스테레오 비전 카메라 하부에 패닝/틸팅기구를 구비하여 카메라가 굴삭기 버킷위치에 따라 조절가능 것을 특징으로 하며, 이를 위하여, 굴삭기 각 절점에 부착되어 굴삭기 버킷의 실시간 위치 및 굴절각도에 대한 정보를 획득하는 위치인식센서를 포함한다. 상기 위치인식센서에서 제공하는 정보를 토대로 버킷의 작업위치를 파악하여, 굴삭기 버킷의 위치에 맞춰 패닝/틸팅기구가 틸팅 작동(Tilting)하여 굴삭위치의 초점을 맞추고 위치인식센서로부터 전송되는 버킷 위치 정보에 의해 측정거리에 적합한 배율의 렌즈가 제어부에 의하여 배치된다.

<23> 또한, 본 발명의 또 다른 특징은, 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템에 있어서, 굴삭기 각 절점에 부착된 위치인식센서에서 굴삭기 버킷의 실시간 위치 및 굴절각도에 대한 정보를 획득하고, 여기서 획득된 실시간 측정값을 토대로 버킷의 작업위치를 파악하는 단계와, 상기 굴삭기 절점에 배치된 위치인식센서에서 제공하는 굴삭기 위치값을 기준으로 적정 거리 렌즈를 선택하여 셋팅하는 단계와, 회전식 다중 배율 렌즈가 굴삭기 차실 상부에 회전 가능하게 지지되어 이루어지는 배율조정기가 전방 배치된 스테레오 비전 카메라를, 굴삭기 버킷의 위치에 맞춰 패닝/틸팅기구를 매개로 틸팅 작동(Tilting)하여 굴삭위치의 초점을 맞추는 단계와, 상기 굴삭기의 버킷이 지반의 흙을 퍼낼 때 마다 굴삭기의 조정식 위에 설치된 스테레오 비전 카메라가 변화하는 지반형상을 매회 촬영하고, 촬영된 지반형상을 3차원 지반형상 이미지로 변환하는 단계와, 상기 획득된 실시간 3차원 지반형상 이미지 데이터의 비교를 통해 변화된 지형의 레벨 및 부피를 계산하여 실제 굴삭된 토공량을 자동으로 산출토록 하는 것을 특징으로 하는 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 이용한 토공량 산출방법을 제공함에 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<24> 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 실시예에 의해 본

발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

<25> 본 발명은 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템으로서, 굴착기 차실 전방 상부의 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴착 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부가 구비된 측정거리보정기를 이용한 굴착기의 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 구성한 일례로서, 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템은, 굴착기 차실 전방 상부에 설치된 스테레오 비전 카메라(120)를 포함한 스테레오 비전 시스템과, 상기 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴착 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부(L1, L2, L3)가 구동모터부(130)의 구동축(131)을 매개로, 회전 가능하게 지지된 회전형 몸체(110)에 구비된 측정거리보정기(100)와, 상기 측정거리보정기를 회전하기 위한 회전모드 명령과 상기 대상물에 대한 영상신호 획득 명령을 입력하는 입력부(10)와, 상기 입력부의 회전모드 명령에 따라 상기 측정거리보정기(100)를 정역 회전하는 구동모터부(130)와, 상기 측정거리보정기(100)에서 배율 보정되어 획득된 대상물의 영상신호가 입력되는 이미지 감지부(20)와, 상기 이미지 감지부에 입력된 대상물의 영상신호를 분석하여 상기 구동모터부의 구동축을 상기 측정거리보정기(100)의 회전각도 만큼 회전하는 제어부(30)를 포함하여 이루어진다. 또한 본 발명은 여기에 회전식 다중 배율 렌즈를 구비한 배율조정기 및 상기 배율조정기가 전방 배치된 스테레오 비전 카메라 하부에 패닝/틸팅기구를 구비한다.

<26> 또, 상기 측정거리보정기(100)의 회전형 몸체(110)는 외주 하측면을 가이드하는 가이드부재와 이 가이드부재에 결합된 회전롤러(R, R)에 의해 지지되어 있다.

<27> 또한, 상기 렌즈부는 측정거리 1m에서 5m 까지의 영역에는 표준 렌즈(L1)를, 측정거리 5m에서 8m 까지는 중배율 렌즈(L2)를, 측정거리 8m에서 12m 까지는 고배율 렌즈(L3)를 채용하여, 굴착기 절점에 설치된 위치인식센서로부터 전송되는 굴착기 버킷 위치 정보에 의해 측정거리에 적합한 배율의 렌즈가 제어부의 명령에 의해 변경 배치 되도록 구성되어 있다.

<28> 본원 발명은 지반 굴착 변형 형태에 따라 맞게 배율을 보정을 할 수 있기 때문에 시간을 절약하고 신뢰도 높은 형상 정보를 획득할 수 있는 등 효율성이 향상되는 효과가 발생하는 등의 이점이 있다.

<29> 먼저, 토공작업 중 변화하는 지반형상의 실시간 인식을 위해, Stereo Vision 기술을 사용하는 바, 스테레오 비전(Stereo Vision) 기술은 2차원 영상으로부터 3차원 정보를 추출하는 과정으로 2대의 카메라(120)를 이용하는 방법으로서, 입체영상은 최소 좌우로 구성된 2장 이상의 평면영상이 필요하며, 일반적으로 2대 이상의 영상센서를 이용하여 동시에 촬영하여 얻는다.

<30> 스테레오의 원리는 한 쪽 카메라(120)의 영상상의 임의의 패턴을 삼차원 공간상의 같은 지점으로 맵핑(Mapping) 되는 다른 카메라(120) 영상 상에서 찾아내는 것으로서, 이러한 패턴의 대응관계와 삼각기법을 사용하여 역으로 삼차원 공간상의 위치를 알아낼 수 있고, 여기서 패턴은 픽셀, 윈도우블록, 피쳐 (Feature: (edge, 궤적) 등 여러 가지를 사용한 방법들이 시도된다.

<31> 두 대의 카메라(120, 120)를 이용한 스테레오 매칭 기법의 원리는 도 1에 예시된 바와 같이 간략히 설명될 수 있다. 임의의 base(b)의 거리를 두고 배치된 두 대의 카메라(120, 120)를 통해 촬영된 두 개 영상에서의 피사체 간 거리차 (변위, disparity)를 구하고 렌즈의 초점거리(f)를 알면 카메라(120)로부터 피사체 사이의 거리(도 1)의 기하학적 구조를 통해 다음 [수학식1]을 이용하여 추출할 수 있다.

수학식 1

<32>
$$r = f \frac{b}{d}$$

<33> 여기서, r은 피사체와 카메라(120)와의 거리, b는 두 대 카메라(120) 사이의 base line 거리, f는 카메라(120) 렌즈의 초점 거리이고, d는 두 개 영상에 맺힌 동일 피사체 사이의 거리차로서 $d = d_1 - d_2$ 이다.

<34> 또한, 도 2에 예시된 바와 같이, 토공사의 굴삭작업 시 변화하는 실시간 지반형상을 획득하기 위한 기술 구현의 전제조건으로는 1회의 굴삭작업이 이루어지는 평균 15초 이내에 신속한 3차원 형상 구현이 이루어져야 한다. 사진촬영으로 영상을 얻고 그 영상을 분석하여 3차원 형상 이미지를 구현하는 스테레오 비전 방식은 형상이미지 구현 시간이 현재 최대 3초 미만이며, 이는 1회의 굴삭작업 시 평균 10~15초 소요되는 굴삭작업의 특성상 실시간 변화형상으로 충분히 인식될 수 있다.

<35> 또, 스테레오 비전 기법은 스테레오 비전 카메라(120) 촬영을 기반으로 한 기술로서 셔터스피드가 millisecond

단위이므로 굴삭기의 작업이나 이동 중 발생하는 진동에 영향을 받지 않는다.

- <36> 여기에서, 굴삭기의 굴삭작업은 최대반경 약 12m 이내의 범위에서 다양하게 이루어질 수 있다.
- <37> 이때, 굴삭기의 최대 굴삭작업 영역까지의 확대를 위하여 대상체와 스테레오 비전 카메라(120)까지의 측정거리를 12m 까지는 고려되어야 하는 바, 스테레오 비전 카메라의 전면부에 설치되어 굴삭 대상물의 거리 단계별 영상신호를 획득하는 다수의 렌즈부가 구비된 본원 발명의 회전식 측정거리보정기를 구비한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템은, 실외, 특히 5m 이상의 거리에서도 정확한 3차원영상 획득이 가능하게 되는 것으로, 측정거리 5m~12m 측정영역구간의 지반형상을 정확하게 3차원 이미지로 획득할 수 있게 되는 것이다.
- <38> 본 발명의 스테레오 비전 카메라(120)는, 굴삭기 버켓 위치에 따른 회전식 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)를 적용함과 동시에, 패닝/틸팅(Pan/Tilt) 구동 장치(140, Pan/Tilt Stage는 500mm/sec의 Speed 사용)를 채용하고 있기 때문에, 카메라(120)를 적절한 방향으로 조정이 가능하다.
- <39> 또한, 굴삭기의 각 절점에 설치된 위치인식센서에서 제공하는 정보를 이용하여 굴삭기 버켓의 위치 추적이 가능하다.
- <40> 또, 굴삭기의 굴삭위치로 카메라(120)를 틸팅하고 스테레오 비전 카메라(120)에서 굴삭영역까지의 거리에 맞춰, 회전식 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)로 세팅(표준, 8m, 12m중 선택) 한 후 촬영하여 3차원영상을 획득한다.
- <41> 이때, 카메라(120)의 셔터스피드는 1/60~1/10,000초이므로 설정에 따라 60Hz~10KHz의 진동에 영향을 받지 않고 영상 획득이 가능하다.
- <42> 또한, 굴삭 후 흙을 운반트럭에 상차시키는 동작시간 안에 틸트/렌즈 체인저 동작을 완료하고, 굴삭 직후 변화된 지반형상의 촬영을 완료한다.
- <43> 도 3에 도시된 바와 같이, 스테레오 비전 카메라(120)를 굴삭기의 차실 상부에 설치한 후 변화하는 지반 형상을 실시간으로 인식 및 획득함에 있어, 본 발명은, 굴삭 거리 단계별로 배율이 설정된 다수개의 렌즈를 회전시키는 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저) 방식으로 스테레오 비전 카메라(120) 전면부에 배치함으로써, 토공 작업 특성상 수시로 변화되는 굴삭영역과 카메라(120)와의 측정거리에 따른 기술적 한계를 보완하고자, 측정거리 1m에서 최대 12m 까지의 영역을 크게 3부분으로 나누어 이에 적합한 세 개의 단계별 배율 렌즈를 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)에 설치하였다.
- <44> 다시 말해서, 도 3에 도시된 바와 같이, 측정거리 1m에서 5m 까지의 영역에는 표준 렌즈를, 측정거리 5m에서 8m 까지는 중배율 렌즈, 측정거리 8m에서 12m 까지는 고배율 렌즈를 설치하여, 굴삭기 절점에 설치된 위치인식센서로부터 전송되는 버켓 위치 정보에 의해 측정거리에 적합한 배율의 렌즈가 제어부의 명령에 의해 변경 배치되는 것이다.
- <45> 또한, 본 발명에 따른 회전식 다중 배율 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 이용한 토공량 산출방법은, 굴삭기 각 절점에 부착된 위치인식센서에서 굴삭기 버켓의 실시간 위치 및 굴절각도에 대한 정보를 획득하고, 여기서 획득된 실시간 측정값을 토대로 버켓의 작업위치를 파악하는 단계와, 상기 굴삭기 절점에 배치된 위치인식센서에서 제공하는 굴삭기 위치값을 기준으로 적정 거리 렌즈를 선택하여 셋팅하는 단계와, 회전식 다중 배율 렌즈가 굴삭기 차실 상부에 회전 가능하게 지지되어 이루어지는 배율조절기가 전방 배치된 스테레오 비전 카메라를 굴삭기 버켓의 위치에 맞춰 패닝/틸팅기구를 매개로 틸팅 작동(Tilting)하여 굴삭위치의 초점을 맞추는 단계와, 상기 굴삭기의 버켓이 지반의 흙을 파낼 때 마다 굴삭기의 조정식 위에 설치된 스테레오 비전 카메라가 변화하는 지반형상을 매회 촬영하고, 촬영된 지반형상을 3차원 지반형상 이미지로 변환하는 단계와, 상기 획득된 실시간 3차원 지반형상 이미지 데이터의 비교를 통해 변화된 지형의 레벨 및 부피를 계산하여 실제 굴삭된 토공량을 자동으로 산출토록 하는 단계를 포함한다.
- <46> 본 발명에 따른 시스템은, 토공작업 수행 중 변화되어가는 지반형상을 실시간 3차원 형상으로 모델링하고, 그 결과를 설계도면 및 실시간으로 획득되어지는 변화된 지반형상 이미지와 비교, 검토함으로써 토공작업량 및 진척도 등을 추론가능하게 함으로써, 토공작업의 효율성 향상과 시공관리 측면에서 활용도 및 응용성이 매우 높은 기술인 동시에 건설공사의 다양한 분야에 적용될 응용가능성이 높은 원천기술이다.
- <47> 또한, 본 발명을 상용화하기 위해 도입된 스테레오 비전 카메라(120) 기술의 측정거리에 따른 한계성을 극복하기 위하여 측정거리 변화에 따른 적정 배율의 렌즈를 자동으로 변경, 배치하는 배율조절기(렌즈 체인저)를 제공함으로써, 스테레오 비전기술의 건설현장 특히 토공시의 지반형상에 대한 효과적인 3차원 모델을 구현가능하게

하였으며, 그동안 기술적 한계성으로 인해 적용이 제한되어 왔던 스테레오 비전을 건설기술로의 적용을 가능하게 하는 동시에 궁극적으로는 첨단 건설 기술의 개발 및 첨단기술의 융합을 선도하게 될 수 있음은 물론이다.

- <48> 따라서, 기존의 작업자의 주관적인 판단에 수행된 토공작업, 즉, 공사현장에 투입된 측량기사가 측량말뚝을 박아 작업범위를 지정한 후 장비 운전자가 이를 기준으로 굴삭작업을 진행하는 노동인력에 전적으로 의존하는 토공작업에 따른 생산성 및 효율성의 저하, 토공작업의 진척도 및 공사비용 산정의 중요한 잣대가 되는, 토사 운반 트럭의 운반횟수에 트럭의 1회 운반 시 상차되는 토사량을 곱하는 산술적 토공량 계산법에 따른 자료에 의거한 부정확한 작업관리의 단점을 일거에 해소할 수 있다는 매우 뛰어난 효과가 있는 것이다.
- <49> 이를 해소하기 위한 본 발명에 따른 시스템 및 방법에서는, 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)가 장착된 스테레오 비전 카메라(120) 시스템을 도입함으로써 건설현장 토공사의 실시간으로 변화되는 지반형상을 측정하고 이를 계획도면 및 실시간 변화 형상 이미지와 비교하여 장비운전자에게 작업영역 및 작업진도에 대한 정확한 정보를 제공함으로써 작업 중 발생 가능한 오차를 최소화시킬 수 있고 비숙련자도 쉽게 작업을 할 수 있는 등 토공작업의 작업효율 향상에 큰 효과가 발생하는 등의 매우 뛰어난 장점을 구할 수 있게 되는 것이다.
- <50> 본 발명에 따른 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템은, 건설교통기술개발사업의 일환인 지능형 굴삭시스템 개발을 위해 진행되고 있으며 궁극적 목표인 무인자동화 시스템과의 연계를 통해 그 파급효과가 크며, 실시간 지반형상 모델링 기술을 원격제어기술과 융합함으로써 토질특성을 고려한 작업지시 및 자율주행을 통한 굴삭로봇의 자동제어, 비탈면 각도 및 운전 방향에 따른 주행 속도 제어 등이 가능할 것이며, 현재 3차원업종으로 전락한 토공작업에 원격조정 시스템을 이용함으로써 다종의 굴삭로봇을 소수의 작업자가 작업수행을 함으로서 작업의 효율성을 극대화시키고 쓰레기 매립지, 비무장 지대 등 위험지역에서의 안전사고를 방지함으로써 이에 대한 경제적 효과도 클 것이다.
- <51> 또한 이 기술을 토공현장 뿐 아니라 향후 연구를 통해 중장비 중심의 지반 맵핑 또는 건축물 시공 시 활용 가능한 3차원 공간 맵핑 기술의 원천기술로서 적용될 경우 작업자의 안전 확보 및 생산성 증대에 기여효과가 클 것이다.
- <52> 본 발명은 건설공사에서의 굴삭기(Excavator)에 의한 굴삭작업 중 작업 영역에 있어 시공 상황에 따라 지속적으로 변화되는 비정형(amorphous) 지반형상을 주기적으로 맵핑하여 그 결과를 계획도면 및 획득된 실시간 변화하는 지반형상 이미지와 비교·검토함으로써 토공 작업량을 추출하고, 이렇게 얻은 지반형상을 굴삭기의 최적의 토공작업계획을 수립할 수 있는 지능형 Task Planning System을 개발하는데 활용할 수 있다.
- <53> 본 발명은, 이러한 계획 설계도면 상의 지반 형상정보와 작업수행 중 변형된 지반형상을 3차원으로 모델링하여 맵핑하기 위하여 전자산업 분야의 대상체 3차원 모델링에 널리 사용되고 있는 스테레오 비전 기술의 도입을 제안한 것으로서, 측정거리 1m에서 최대 12m에 이르는 측정거리 범위내에서 실시간 수시로 변화하는 측정거리에 효과적으로 대응하고자, 회전식 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)를 스테레오 비전 카메라(120) 전면부에 설치하여, 측정거리 1m에서 최대 12m 까지의 영역을 크게 3부분으로 나누어 이에 적합한 세 개의 배울 렌즈로 이루어진 렌즈부(L)를 이용하되, 측정거리 1m에서 5m 까지의 영역에는 표준 렌즈(L1)를, 측정거리 5m에서 8m 까지는 중배울 렌즈(L2), 측정거리 8m에서 12m 까지는 고배울 렌즈(L3)를 설치하여, 굴삭기 절점에 설치된 위치인식센서로부터 전송되는 버켓 위치 정보에 의해 측정거리에 적합한 배울의 렌즈가 제어부의 제어 명령에 의해 변경, 배치되도록 함으로써, 기존 건설현장에서의 짧은 측정거리의 기술적 한계성 때문에 적용이 제한되었던 스테레오 비전 기술의 사용을 용이화 할 수 있게 되는 것이다.
- <54> 본 발명에 따른 회전식 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저) 장착의 스테레오 비전 기술의 적용은 본 기술과 원격제어기술과 융합함으로써 토질특성을 고려한 작업지시 및 자율주행을 통한 굴삭로봇의 자동제어, 비탈면 각도 및 운전 방향에 따른 주행 속도 제어 등이 가능할 것이며, 개발 기술은 안전한 작업환경 조성 및 건설산업의 이미지 제고, 토공 작업 시 측량 과정을 대체, 시공관리 업무의 효율성 제고 등 다양한 목적에 활용 가능할 것이다.
- <55> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 한정하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 따라서 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 응용할 수 있고, 이러한 응용도 하기 청구범위에 기재된 기술적 사상을 바탕으로 하는 한 본 발명의 권리범위에 속하게 됨은 당연하다 할 것이다.

산업이용 가능성

<56> 본 발명에 따른 시스템은, 토공작업 수행 중 변화되어가는 지반형상을 실시간 3차원 형상으로 모델링하고, 그 결과를 설계도면 및 실시간으로 획득되어지는 변화된 지반형상 이미지와 비교, 검토함으로써 토공작업량 및 진척도 등을 추론가능하게 함으로써, 토공작업의 효율성 향상과 시공관리 측면에서 활용도 및 응용성이 매우 높은 기술인 동시에 건설공사의 다양한 분야에 적용될 수 있다.

<57> 향후 궁극적 목표인 무인자동화 시스템과의 연계를 통해 실시간 지반형상 모델링 기술을 원격제어기술과 융합함으로써 토질특성을 고려한 작업지시 및 자율주행을 통한 굴삭로봇의 자동제어, 비탈면 각도 및 운전 방향에 따른 주행 속도 제어 등이 가능할 것이며, 현재 3차원업종으로 전락한 토공작업에 원격조정 시스템을 이용함으로써 다중의 굴삭로봇을 소수의 작업자가 작업수행을 함으로서 작업의 효율성을 극대화시키고 쓰레기 매립지, 비무장 지대 등 위험지역에서의 안전사고를 방지함으로써 이에 대한 경제적 효과도 클 것이다.

<58> 또한 이 기술을 토공현장 뿐 아니라 향후 연구를 통해 중장비 중심의 지반 맵핑 또는 건축물 시공 시 활용 가능한 3차원 공간 맵핑 기술의 원천기술로서 적용될 경우 작업자의 안전 확보 및 생산성 증대에 기여효과가 클 것이다.

<59> 본 발명은 건설공사에서의 굴삭기(Excavator)에 의한 굴삭작업 중 작업 영역에 있어 시공 상황에 따라 지속적으로 변화되는 비정형(amorphous) 지반형상을 주기적으로 맵핑하여 그 결과를 계획도면 및 획득된 실시간 변화하는 지반형상 이미지와 비교·검토함으로써 토공 작업량을 추출하고, 이렇게 얻은 지반형상을 굴삭기의 최적의 토공작업계획을 수립할 수 있는 지능형 Task Planning System을 개발하는데 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<60> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 스테레오 비전 측정원리를 설명한 개념도,

<61> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저) 방식의 스테레오 비전 촬영 주기를 설명한 순서도,

<62> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템이 채용된 굴삭기의 굴삭영역에 따른 3차원 영상획득 방식을 설명한 개념도,

<63> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 개략 구성도,

<64> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저), 스테레오 비전 카메라 및 PAN/TILTING 장비를 탑재한 굴삭기를 예시한 도면,

<65> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저) 및 가이드의 정면 구조도,

<66> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템의 측정거리보정기(100, 렌즈 체인저)의 측면 구조도, 및

<67> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전식 다중 배울 렌즈를 이용한 3차원 지반형상 이미지 구현 시스템을 이용한 굴삭작업을 예시한 순서도.

<68> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

<69> 100 : 측정거리보정기

<70> 110 : 회전몸체

<71> 120 : 스테레오 비전 카메라

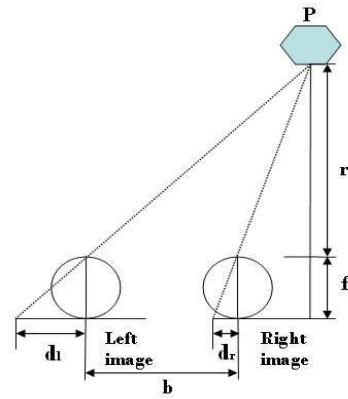
<72> 130 : 구동모터부

<73> 131 : 구동축

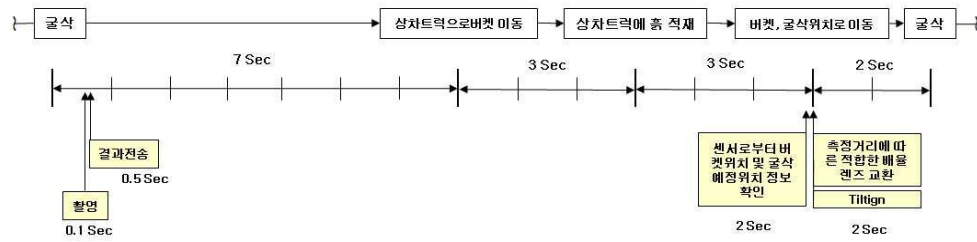
<74> 140 : 패닝/틸팅 기구

도면

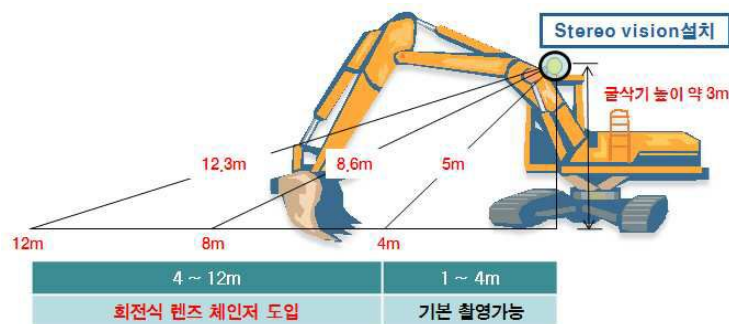
도면1



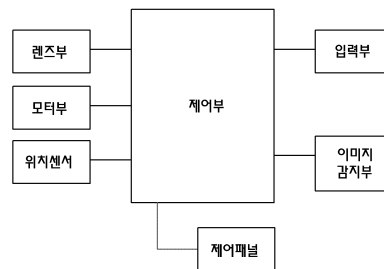
도면2



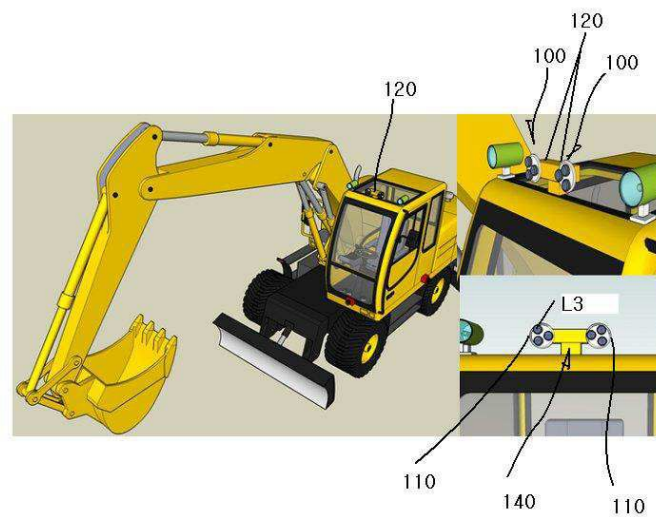
도면3



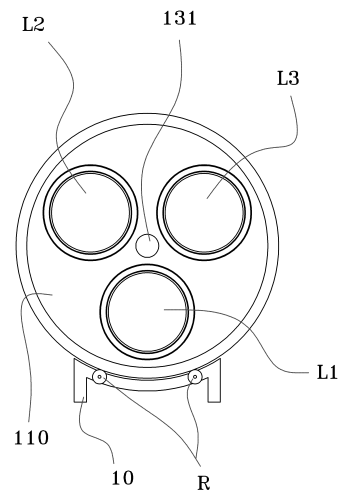
도면4



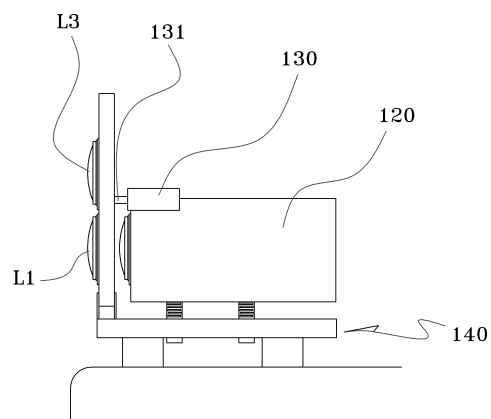
도면5



도면6



도면7



도면8

