



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월12일
(11) 등록번호 10-1439907
(24) 등록일자 2014년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 19/02 (2006.01) G01M 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0024801
(22) 출원일자 2014년03월03일
심사청구일자 2014년03월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040102243 A
JP2012173001 A

(73) 특허권자
건양대학교산학협력단
충청남도 논산시 대학로 121 (내동)
(72) 발명자
허광희
대전광역시 서구 관저북로 52 대자연마을아파트
108-103
김충길
대전광역시 서구 관저북로 14 원앙마을4단지아파트
402동 304호
(74) 대리인
김종관, 권오식, 박창희

전체 청구항 수 : 총 3 항

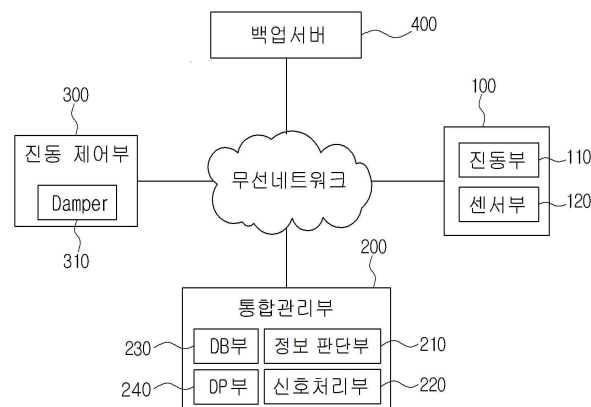
심사관 : 노용완

(54) 발명의 명칭 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 상세하게는 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300) 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행하는 통합 무선 제어 시스템에 있어서, 구조물에 진동을 가하는 진동 수단으로 이루어져 구조물에 부착되어, 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 구조물에 진동을 가하는 진동부(110)와, 이종의 다수 개의 센서로 이루어져 구조물에 부착되어, 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하여 상기 통합 관리부(200)로 전달하는 센서부(120)를 포함하는 계측부(100), 상기 계측부(100)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여, 구조물의 상태를 분석하여 진동 제어 필요 여부를 판단하는 통합 관리부(200) 및 적어도 하나의 댐퍼(Damper)(310)를 포함하며, 상기 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 상기 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어하는 진동 제어부(300)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2013R1A2A1A01016192

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업->중견연구자지원사업->도약연구->도전

연구과제명 대형재난 예방을 위한 생체센싱 및 생체구조시스템에 관한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 건양대학교 산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300) 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행하는 통합 무선 제어 시스템에 있어서,

구조물에 진동을 가하는 진동 수단으로 이루어져 구조물에 부착되어, 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 구조물에 진동을 가하는 진동부(110)와,

이중의 다수 개의 센서로 이루어져 구조물에 부착되어, 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하여 상기 통합 관리부(200)로 전달하는 센서부(120)를 포함하는 계측부(100);

상기 계측부(100)의 진동부(110)로부터 전달받은 구조물의 실제 응답 계측 데이터와, FE(Finite Element, 유한 요소) 해석을 통한 응답 계측 데이터를 이용하여 구조물의 상태를 분석하고, 이에 따른 구조물의 특성치를 구하고 구조물의 특성치를 기설정된 진동 제어 알고리즘에 적용하여 구조물의 진동 제어 필요 여부를 판단하는 정보 판단부(210)와,

관리자로부터 입력받은 진동 요청 신호를 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 전달하거나, 상기 정보 판단부(210)에서 판단한 진동 제어 신호를 상기 진동 제어부(300)로 전달하는 신호 처리부(220)와,

상기 신호 처리부(220)의 진동 요청 신호, 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터 및 상기 신호 처리부(220)의 진동 제어 신호를 데이터베이스화하여 저장 및 관리하는 데이터베이스부(230)와,

상기 진동 요청 신호에 따라 구조물에 제공되는 진동 정도와, 진동에 따른 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터와, 상기 응답 계측 데이터에 따른 진동 제어 여부를 관리자가 실시간으로 확인하도록 보여주는 디스플레이부(240)를 포함하는 통합 관리부(200); 및

적어도 하나의 댐퍼(Damper)(310)를 포함하며, 상기 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 상기 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어하는 진동 제어부(300);

를 포함하여 구성되며,

상기 통합 관리부(200)는

구조물의 상태에 따른 진동 제어 필요 여부에 따라,

진동 제어가 필요할 경우, 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전달하여 구조물의 진동을 제어하고,

진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 기전달된 진동 요청 신호의 진동 정도와 상이한 진동 정도를 갖는 진동 요청 신호를 전달하여 구조물에 상이한 진동 정도의 진동을 가하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은

무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며,

미리 설정된 주기 또는, 외부의 요청에 따라 상기 통합 관리부(200)에서 저장 및 관리하고 있는 데이터들을 백업하여 저장 및 관리하는 백업 서버(400);

를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템.

청구항 5

계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행하는 통합 무선 제어 방법에 있어서,

통합 관리부에서 관리자의 요청에 따라, 구조물에 부착되어 있는 계측부의 진동 수단에서 구조물에 진동을 가하는 진동 발생 단계(S100);

구조물에 부착되어 있는 상기 계측부의 이종의 다수 개의 센서를 이용하여, 상기 진동 발생 단계(S100)에 의한 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하며, FE(Finite Element, 유한요소) 해석을 통한 구조물의 응답 계측 데이터를 상기 통합 관리부로 전달하는 응답 계측 단계(S200);

상기 통합 관리부에서 상기 응답 계측 단계(S200)로부터 전달받은 구조물의 실제 응답 계측 데이터와 FE 해석을 통한 응답 계측 데이터를 이용하여 구조물의 상태를 분석하고, 이에 따른 구조물의 특성치를 산출하는 데이터 분석 단계(S300); 및

상기 통합 관리부에서 상기 데이터 분석 단계(S300)에서 분석한 구조물의 상태에 따라, 구조물의 특성치를 기설정된 진동 제어 알고리즘에 적용하여 구조물의 진동 제어 필요 여부를 판단하는 진동 제어 필요 판단 단계(S400);

로 이루어지는 것을 특징으로 하며,

상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해 구조물의 진동 제어가 필요할 경우,

상기 통합 관리부에서 구조물에 부착되어 있는 진동 제어부의 댐퍼(Damper)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어하는 진동 제어 단계(S500);

를 더 수행하고,

상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해 구조물의 진동 제어가 필요하지 않을 경우,

상기 진동 발생 단계(S100) 내지 진동 제어 필요 판단 단계(S400)를 반복 수행하는 것을 특징으로 하며,

반복 수행에 의한 진동 요청 신호의 진동 정보는 서로 상이한 것을 특징으로 하는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법.

청구항 6

삭제

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 무선 네트워크를 통하여 연결되어 있는 각각의 계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부를 이용하여, 구조물의 진동을 계측, 계측 데이터 처리, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 실시간으로 진행함으로써, 유선 진동 제어 시스템 구축으로 인한 복잡성, 비용 문제를 해결하고, 무선 진동 제어 시스템의 데이터 전송 및 손실 문제를 해결할 수 있는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 건설기술의 발전과 사회적인 요구에 따라 최근 건설 구조물은 날로 장, 대형화되고 있다. 장대형 교량 구조물의 경우, 큰 지간을 지지할 수 있도록 대부분 케이블을 사용하고 있다.
- [0003] 이와 같이, 케이블을 사용한 장대형 교량 구조물은 구조적으로 유연한 특성을 가지고 있으므로, 외부의 반복적이며 불특정한 하중으로 인하여 피로가 누적되거나, 지진과 같은 갑작스러운 과다 하중으로 인하여, 상부 구조가 낙교하거나, 교각에 심각한 손상이 초래될 수 있다.
- [0004] 이에 따라, 교량 구조물의 진동을 최소화하기 위한 진동 제어에 관한 다양한 연구가 진행되고 있는 실정이다.
- [0005] 교량 구조물의 진동을 제어하는 기술은 크게 계측 모니터링 기술과, 구조물에 상태에 따라 피드백 제어하는 기술로 분류할 수 있다.
- [0006] 먼저, 계측 모니터링 기술은 구조물에 부착된 계측 장치로부터 외부 하중의 변화로 인한 구조물의 거동을 실시간으로 측정하여 모니터링하는 기술이다.
- [0007] 최근 계측 모니터링 시스템의 과다한 초기 설치 비용과 유지관리의 어려움 및 주변 환경에 의한 잡음과 같은 문제점을 개선하고자 무선 계측을 제안하여, 현재까지 많은 연구자들이 다양한 무선 계측에 관한 연구를 진행하고 있다.
- [0008] 또한, 구조물 피드백 제어 기술은 계측 시스템으로부터 획득한 구조물의 응답을 분석하여 실시간으로 진동을 제어하는 기술이다.
- [0009] 이 기술은 사회기반시설의 동적 하중을 감소시키기 위하여 피드백 제어 시스템의 적용을 제안하면서 많은 연구가 진행되고 있으나, 초기의 피드백 제어 시스템은 구조물의 진동을 제어하기 위하여 큰 제어력을 구조물에 직접 전달하고자 하였기 때문에, 대형의 장치와 많은 전력을 필요로 하는 단점이 있다.
- [0010] 허나 기존의 진동 제어 기술은 교량과 같은 구조물로 한정되어 있으며, 교량과 같은 구조물은 보다 장대형이며 긴 거리의 현장에 위치하고 있으므로, 데이터의 전송 속도, 전송 거리, 데이터 손실로 인한 신호 복원 문제로 인해 구조물을 실시간으로 진동 제어하는 것이 어려운 문제점이 있다.
- [0011] 이에 따라, 본 발명의 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법은, 기존의 유선 계측 모니터링 시스템이 지니고 있는 설계 및 설치의 복잡성과, 비용 문제를 해결하고, 무선 계측 모니터링 시스템을 적용하였을 때, 발생할 수 있는 데이터의 손실 문제 등을 해결하고, 실시간으로 구조물의 진동을 통합 제어할 수 있는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법이다.
- [0012] 국내 등록 특허 제10-0587821호("시설물의 안전성 확보를 위한 자동 측정 및 제어 시스템")에서는 안전성이 요구되며 지속적인 모니터링이 필요한 교량이나 터널에 대하여, 그 안전 상태를 계속하여 측정하며, 감리회사, 안전 진단 회사와 같은 민간관리주체 및 국가, 지방자치단체 등과 같은 공공관리주체에서 필요시 모니터링이 가능할 뿐만 아니라, 안전 진단 회사에서 원거리에 있는 시설물에 설치된 측정장비를 제어할 수 있는 기능을 구비한 시설물의 안전성 확보를 위해 사용되는 자동 측정 및 제어 시스템을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 국내등록특허 제10-0587821호(등록일자 2006.06.01.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 무선 네트워크를 통하여 연결되어 있는 각각의 계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부를 이용하여, 불특정 하중 또는 인공 하중으로 인한 구조물의 진동을 계측, 계측 데이터 처리, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 실시간으로 진행함으로써, 유선 진동 제어 시스템 구축으로 인한 복잡성, 비용 문제를 해결하고, 무선 진동 제어 시스템의 데이터 전송 및 손실 문제를 해결할 수 있는 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은, 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300) 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행하는 통합 무선 제어 시스템에 있어서, 구조물에 진동을 가하는 진동 수단으로 이루어져 구조물에 부착되어, 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 구조물에 진동을 가하는 진동부(110)와, 이종의 다수 개의 센서로 이루어져 구조물에 부착되어, 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하여 상기 통합 관리부(200)로 전달하는 센서부(120)를 포함하는 계측부(100), 상기 계측부(100)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여, 구조물의 상태를 분석하여 진동 제어 필요 여부를 판단하는 통합 관리부(200) 및 적어도 하나의 댐퍼(Damper)(310)를 포함하며, 상기 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 상기 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어하는 진동 제어부(300)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 여기서, 상기 통합 관리부(200)는 상기 계측부(100)의 진동부(110)로부터 전달받은 구조물의 실제 응답 계측 데이터와, FE(Finite Element, 유한요소) 해석을 통한 응답 계측 데이터를 기설정된 진동 제어 알고리즘에 적용하여, 구조물의 특성치를 구하고 이에 따른 구조물의 상태를 분석하고, 구조물의 진동 제어 필요 여부를 판단하는 정보 판단부(210), 관리자로부터 입력받은 진동 요청 신호를 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 전달하거나, 상기 정보 판단부(210)에서 판단한 진동 제어 신호를 상기 진동 제어부(300)로 전달하는 신호 처리부(220), 상기 신호 처리부(220)의 진동 요청 신호, 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터 및 상기 신호 처리부(220)의 진동 제어 신호를 데이터베이스화하여 저장 및 관리하는 데이터베이스부(230) 및 상기 진동 요청 신호에 따라 구조물에 제공되는 진동 정도와, 진동에 따른 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터와, 상기 응답 계측 데이터에 따른 진동 제어 여부를 관리자가 실시간으로 확인하도록 보여주는 디스플레이부(240)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 통합 관리부(200)는 구조물의 상태에 따른 진동 제어 필요 여부에 따라, 진동 제어가 필요할 경우, 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전달하여 구조물의 진동을 제어하고, 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 기전달된 진동 요청 신호의 진동 정도와 상이한 진동 정도를 갖는 진동 요청 신호를 전달하여 구조물에 상이한 진동 정도의 진동을 가하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 더불어, 상기 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 미리 설정된 주기 또는, 외부의 요청에 따라 상기 통합 관리부(200)에서 저장 및 관리하고 있는 데이터들을 백업하여 저장 및 관리하는 백업 서버(400)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법은, 계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하며, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행하는 통합 무선 제어 방법에 있어서, 통합 관리부에서 관리자의 요청에 따라, 구조물에 부착되어 있는 계측부의 진동 수단에서 구조물에 진동을 가하는 진동 발생 단계(S100), 구조물에 부착되어 있는 상기 계측부의 이종의 다수 개의 센서를 이용하여, 상기 진동 발생 단계(S100)에 의한 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하며, 구조물의 응답 계측 데이터를 상기 통합 관리부로 전달하는 응답 계측 단계(S200), 상기 통합 관리부에서 상기 응답 계측 단계(S200)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여 구조물의 상태를 분석하는 데이터 분석 단계(S300), 상기 통합 관리부에서 상기 데이터 분석 단계(S300)에서 분석한 구조

물의 상태에 따라, 진동 제어 필요 여부를 판단하는 진동 제어 필요 판단 단계(S400) 및 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해, 구조물의 진동 제어가 필요할 경우, 상기 통합 관리부에서 구조물에 부착되어 있는 진동 제어부의 댐퍼(Damper)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어하는 진동 제어 단계(S500)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법은 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)를 수행한 후, 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해, 구조물의 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 진동 발생 단계(S100) 내지 진동 제어 필요 판단 단계(S400)를 반복 수행하는 것을 특징으로 하며, 반복 수행에 의한 진동 요청 신호의 진동 정도는 서로 상이한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법은 무선 네트워크를 통하여 연결되어 있는 각각의 계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부를 이용하여, 불특정 하중 또는 인공 하중으로 인한 구조물의 진동을 계측, 계측 데이터 처리, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 실시간으로 진행함으로써, 기존의 무선 진동 제어 시스템의 문제점인 데이터의 손실 문제를 가장의 저장 공간인 큐(Queue)를 이용하여 해결하였으며, 장거리 통신 문제를 RFLink-500M을 적용하여 해결하였다.

[0022] 또한, 연결 케이블의 길이를 최소화하여 기존의 유선 진동 제어 시스템에서 문제점으로 지적되었던 계측거리에 비례한 설치비용 문제와, 시스템의 설계 및 설치의 복잡성 문제를 해결하였다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템을 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법을 나타낸 타이밍도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0025] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0026] 더불어, 시스템은 필요한 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 장치, 기구 및 수단 등을 포함하는 구성 요소들의 집합을 의미한다.

[0027] 본 발명의 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법은 무선 네트워크를 통하여 연결되어 있는 각각의 계측부, 통합 관리부 및 진동 제어부를 이용하여, 불특정 하중 또는 인공 하중으로 인한 구조물의 진동을 계측, 계측 데이터 처리, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 실시간으로 진행함으로써, 유선 진동 제어 시스템 구축으로 인한 복잡성, 비용 문제를 해결하고, 무선 진동 제어 시스템의 데이터 전송 및 손실 문제를 해결할 수 있는 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법이다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 제어부(300)를 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 계측부(100), 통합 관리부

(200) 및 진동 제어부(300) 간의 무선 네트워크를 이용하여 무선 통신을 수행하여, 실시간으로 구조물의 진동을 계측, 구조물의 상태 판단 및 진동 제어를 수행할 수 있다.

[0029] 이 때, 무선 통신을 수행하기 위하여, 상기 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300)는 각각 네트워크 관리부(미도시)를 더 포함하여 구성될 수 있으며,

[0030] 상기 네트워크 관리부는 무선랜(WLAN, Lireless LAN), 와이파이(Wi-Fi, Wireless Fidelity), 와이브로(Wireless Broadband Internet), 와이맥스(World Interoperability for Microwave Access), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra-WideBand), IrDA(Infrared Data Association), 초광대역(Ultra Wild Band), SWAP(Shared Wireless Access Protocol), LTE(Long Term Evolution) 등을 이용하여 무선 통신을 수행할 수 있다.

[0031] 또는, cRIO-9014와, cRIO-9104를 이용하여, TCP/IP 통신을 이용할 수도 있으며, RFLink-500M(RF Vision)의 무선 Bridge를 이용할 수도 있으며, 더 나아가, 데이터의 전송 및 전송 과정에서의 데이터 손실 문제를 해결하기 위하여, 가상의 저장 공간인 큐(Queue)를 이용할 수 있는 함수를 사용할 수도 있다.

[0032] 상기 계측부(100)는 도 1에 도시된 바와 같이, 진동부(110)와, 센서부(120)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 상기 진동부(110)는 구조물에 부착되어, 구조물에 진동을 가하는 진동 수단을 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 상기 진동 수단의 동작을 제어하여 구조물에 진동을 가할 수 있다.

[0034] 이 때, 상기 구조물의 진동을 가하는 수단으로 가진기 등을 예로 들 수 있으며, 진동 수단을 통해서 인위적으로 생성한 진동 뿐만 아니라, 일상 생활에서 불특정 자연을 통해서, 또는, 인공 하중에 의해서 구조물로 가해지는 진동을 포함한다.

[0035] 상기 센서부(120)는 구조물에 부착되어 있는 다양한 종류, 즉, 이종의 다수 개의 센서로 이루어질 수 있으며, 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하여 상기 통합 관리부(200)로 전달할 수 있다.

[0036] 구조물의 응답 계측 데이터를 상기 통합 관리부(200)로 전달하기 위해서, 상술한 바와 같이, 상기 계측부(100)는 별도의 네트워크 관리부(미도시)를 포함하여 구성될 수 있으며, 특히, 데이터 로거(Data Logger) 장치인 cRIO-9014와 cRIO-9104를 사용할 경우, 안정화된 Real-Time OS가 탑재되어 있기 때문에 고속 데이터 처리가 가능하기 때문에, 실시간 계측 및 이에 따른 실시간 전송이 용이한 자릿口이 있다.

[0037] 더불어, 상기 센서부(120)의 이종의 다수 개의 센서로는 NI 9233모듈과 NI9237모듈을 사용할 수 있으며, NI9233 모듈은 각 모듈별 4 Channel(Ch)로 구성되어 있는 24비트 아날로그 입력 모듈로써 구조물에 부착된 IEPE 표준에 따른 Piozometer Type의 가속도 센서와 Force 센서로부터 데이터를 획득할 수 있다.

[0038] 또한, NI9237모듈은 각 모듈 별 4 Ch로 구성되어 있는 24비트 반/완전 브리지(bridge) 아날로그 입력 모듈로써, 구조물에 부착된 Wheatstone Bridge Type의 Strain 및 LVDT 등과 같은 센서로부터 데이터를 획득할 수 있다.

[0039] 상기 통합 관리부(200)는 상기 계측부(100)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여, 구조물의 상태를 분석하여 진동 제어 필요 여부를 판단할 수 있다.

[0040] 자세히 알아보자면, 도 1에 도시된 바와 같이, 정보 판단부(210), 신호 처리부(220), 데이터베이스부(230) 및 디스플레이부(240)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0041] 상기 정보 판단부(210)는 상기 계측부(100)의 진동부(110)로부터 전달받은 구조물의 실제 응답 계측 데이터와, FE(유한요소, Finite Element) 해석을 통한 예측 응답 계측 데이터를 미리 설정된 진동 제어 알고리즘에 적용한다.

[0042] 이를 통해서 구조물의 특성치를 구할 수 있으며, 특성치에 따른 구조물의 상태를 분석하여 구조물의 진동 제어 필요 여부를 판단할 수 있다.

[0043] 상세하게는, 구조물에 가해지는 진동으로 인해 계측되는 응답 데이터와, FE 해석을 통한 예측 응답 데이터를 상호 비교하고, 구조물의 특성값을 유추할 수 있으며, 구조물의 특성값을 검증된 진동 제어 알고리즘에 적용하여

최소의 에너지로 최대의 효과를 기대할 수 있다.

- [0044] 여기서, 상기 진동 제어 알고리즘은 공지된 진동 제어 알고리즘을 의미한다.
- [0045] 상기 신호 처리부(220)는 관리자로부터 입력받은 진동 요청 신호를 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 전달될 수 있도록 상기 진동 요청 신호를 관리할 수 있으며, 상기 정보 판단부(210)에서 구조물의 진동 제어 필요 여부에 따라 생성되는 진동 제어 신호가 상기 진동 제어부(300)로 전달될 수 있도록 관리할 수 있다.
- [0046] 이 때, 상기 진동 제어 신호는 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용한 구조물의 진동 제어 필요 여부에 따라 생성될 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 데이터베이스부(230)는 상기 신호 처리부(220)로 입력된 상기 진동 요청 신호, 상기 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터 및 상기 진동 제어 신호를 데이터베이스화하여 저장 및 관리할 수 있으며, 관리자의 요청에 따라 상기 디스플레이부(240)로 전달하여 실시간 확인하도록 할 수 있다.
- [0048] 상기 디스플레이부(240)는 관리자로부터 입력받은 상기 진동 요청 신호와, 이에 따라서 구조물에 제공되는 진동 정도와, 구조물의 응답 계측 데이터와, 이에 따른 진동 제어 여부를 관리자가 실시간으로 확인할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 이용하여 보여준다.
- [0049] 상기 통합 관리부(200)는 상술한 바와 같이, 상기 계측부(100)의 센서부(120)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여 구조물의 상태를 분석하여 진동 제어 필요 여부를 판단할 수 있으며,
- [0050] 구조물의 상태에 따른 진동 제어 필요 여부에 따라,
- [0051] 진동 제어가 필요할 경우, 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전달하여 구조물의 진동을 제어할 수 있으며,
- [0052] 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 미리 전달된 상기 진동 요청 신호의 진동 정도와 상이한 진동 정도를 갖는 새로운 진동 요청 신호를 전달하여 구조물에 새로운 진동을 가하도록 제어할 수 있다.
- [0053] 다시 말하자면, 상기 진동 제어부(300)는 적어도 하나의 댐퍼(310)를 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 통합 관리부(200)의 요청에 따라, 상기 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어할 수 있다.
- [0054] 상기 댐퍼(310)는 전류를 전달받아 자기장을 형성하고, 형성된 자기장의 영향으로 구조물의 진동을 감쇠시킬 수 있다.
- [0055] 즉, 상기 통합 관리부(200)의 진동 제어 필요 여부 판단에 따라, 진동 제어가 필요할 경우, 상기 통합 관리부(200)는 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전달하며, 이에 따라 상기 진동 제어부(300)는 상기 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어할 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 통합 관리부(200)는 진동 제어 필요 여부 판단에 따라, 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 기존에 전달된 진동과 상이한 진동 정도를 갖는 새로운 진동 요청 신호를 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 전달하여, 구조물에 진동을 가하도록 제어할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 백업 서버(400)를 더 포함하여 구성될 수 있으며,
- [0058] 상기 백업 서버(400)는 상기 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300)와 마찬가지로, 무선 네트워크

를 이용하여 무선 통신을 수행하여 상기 계측부(100), 통합 관리부(200) 및 진동 제어부(300)와 연결된다.

[0059] 상기 백업 서버(400)는 미리 설정된 주기 또는, 외부, 즉, 관리자의 요청에 따라, 상기 통합 관리부(200)에서 저장 및 관리하고 있는 데이터들을 백업함으로써, 만약의 사고에 대비할 수 있다.

[0060] 즉, 다시 말하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템은 상기 통합 관리부(200)에서 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 구조물로의 진동 요청 신호를 전달하고, 상기 계측부(100)의 센서부(120)에서 구조물로부터 획득한 응답 계측 데이터를 상기 통합 관리부(200)로 전달하며, 상기 통합 관리부(200)는 응답 계측 데이터를 분석하여 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전송할지, 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 새로운 진동 요청 신호를 전송할지 판단하여 판단 결과에 따라 신호를 전송하게 된다.

[0061] 이를 통해서, 기존의 유선 진동 제어 시스템과 무선 진동 제어 시스템이 가지고 있는 문제점을 해결하며, 통합 무선 제어 시스템의 프로그램 및 구성의 방향에 따라 다양한 유지 관리 시스템에 활용 가능할 것으로 판단된다.

[0062] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법을 나타낸 순서도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법을 나타낸 타이밍도이다.

[0063] 도 2 및 도 3을 참조로 하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법을 상세히 설명한다.

[0064] 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법은 도 2에 도시된 바와 같이, 진동 발생 단계(S100), 응답 계측 단계(S200), 데이터 분석 단계(S300), 진동 제어 필요 판단 단계(S400) 및 진동 제어 단계(S500)로 이루어질 수 있다.

[0065] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,

[0066] 상기 진동 발생 단계(S100)는 상기 통합 관리부(200)에서 관리자의 요청에 따라, 구조물에 부착되어 있는 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 진동 요청 신호를 전달하여 상기 진동부(110)에서 상기 진동 수단의 동작을 제어하여 구조물에 진동을 가할 수 있다.

[0067] 상기 응답 계측 단계(S200)는 상기 계측부(100)의 센서부(120)를 이용하여, 즉, 구조물에 부착되어 있는 이종의 다수 개의 센서를 이용하여, 상기 진동 발생 단계(S100)에 의한 진동에 따른 구조물의 응답을 계측하고, 구조물의 응답 계측 데이터를 상기 통합 관리부(200)로 전달할 수 있다.

[0068] 상기 데이터 분석 단계(S300)는 상기 통합 관리부(200)에서 상기 응답 계측 단계(S200)로부터 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 이용하여 구조물의 상태를 분석할 수 있으며,

[0069] 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)는 상기 통합 관리부(200)에서 상기 데이터 분석 단계(S300)에서 분석한 구조물의 상태에 따라, 진동 제어 필요 여부를 판단할 수 있다.

[0070] 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해, 구조물의 진동 제어가 필요할 경우, 상기 진동 제어 단계(S500)를 수행할 수 있다.

[0071] 상기 진동 제어 단계(S500)는 상기 통합 관리부(200)에서 구조물에 부착되어 있는 상기 진동 제어부(300)로 진동 제어 신호를 전달하여, 상기 진동 제어부(300)의 댐퍼(310)의 동작을 제어하여 구조물의 진동을 제어할 수 있다.

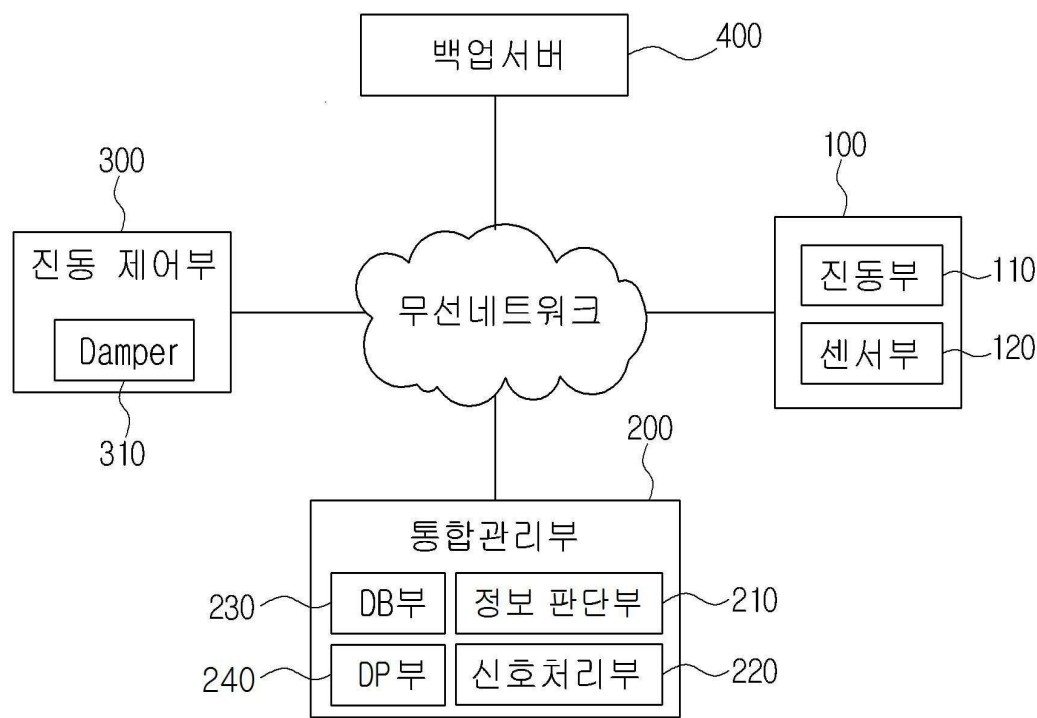
- [0072] 더 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 방법은 상기 진동 제어 필요 판단 단계(S400)의 판단에 의해, 구조물의 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 진동 발생 단계(S100) 내지 진동 제어 필요 판단 단계(S400)를 반복 수행할 수 있다.
- [0073] 다시 말하자면, 기존에 제공된 상기 진동 요청 신호의 진동 정도와 상이한 진동 정도를 갖는 진동 요청 신호를 지속적으로 상기 계측부(100)의 진동부(110)로 전달함으로써, 다양한 진동 정도에 대한 즉, 불특정한 하중을 갖는 자연 진동 또는, 갑작스러운 인공 과다 하중으로 인한, 구조물의 응답 계측 데이터를 획득하여 이에 따른 진동 제어를 수행할 수 있다.
- [0074] 본 발명의 구조물의 진동 제어를 위한 통합 무선 제어 시스템 및 그 제어 방법은 도 3에 도시된 바와 같이, 무선 네트워크를 이용한 무선 통신이 가능한 상기 통합 관리부(200), 계측부(100) 및 진동 제어부(300)를 포함하여 구성될 수 있으며,
- [0075] 상기 통합 관리부(200)에서 관리자의 요청에 따라, 상기 계측부(100)로 진동 요청 신호를 전달하게 된다.
- [0076] 상기 계측부(100)의 진동부(110)는 상기 진동 요청 신호에 따라, 진동 수단의 동작을 제어하여 구조물에 진동을 가하게 되며, 상기 계측부(100)의 센서부(120)를 이용하여 진동에 따른 구조물의 응답 계측 데이터를 획득하여 상기 통합 관리부(200)로 전송하게 된다.
- [0077] 상기 통합 관리부(200)는 전달받은 구조물의 응답 계측 데이터를 기반으로 구조물의 상태를 분석하고, 진동 제어 필요 여부를 판단하여, 진동 제어가 필요할 경우, 진동 제어 신호를 상기 진동 제어부(300)로 전달하여 댐퍼의 동작에 따른 구조물의 진동을 제어할 수 있다.
- [0078] 이와 반대로, 진동 제어가 필요하지 않을 경우, 상기 통합 관리부(200)는 상기 계측부(100)로 기존에 전달했던 진동 요청 신호의 진동 정도와 상이한 진동 정보를 갖는 새로운 진동 요청 신호를 전달하여 구조물의 응답 계측 데이터를 지속적으로 획득하여 진동에 따른 구조물의 상태를 판단할 수 있다.
- [0079] 아울러, 상기 계측부(100)는 상기 진동 제어부(300)의 진동 제어에 따른 구조물의 응답 계측 데이터를 획득하여 상기 통합 관리부(200)로 전달함으로써, 실시간 구조물의 진동 제어 상태를 확인할 수 있다.
- [0080] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0081] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술되는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

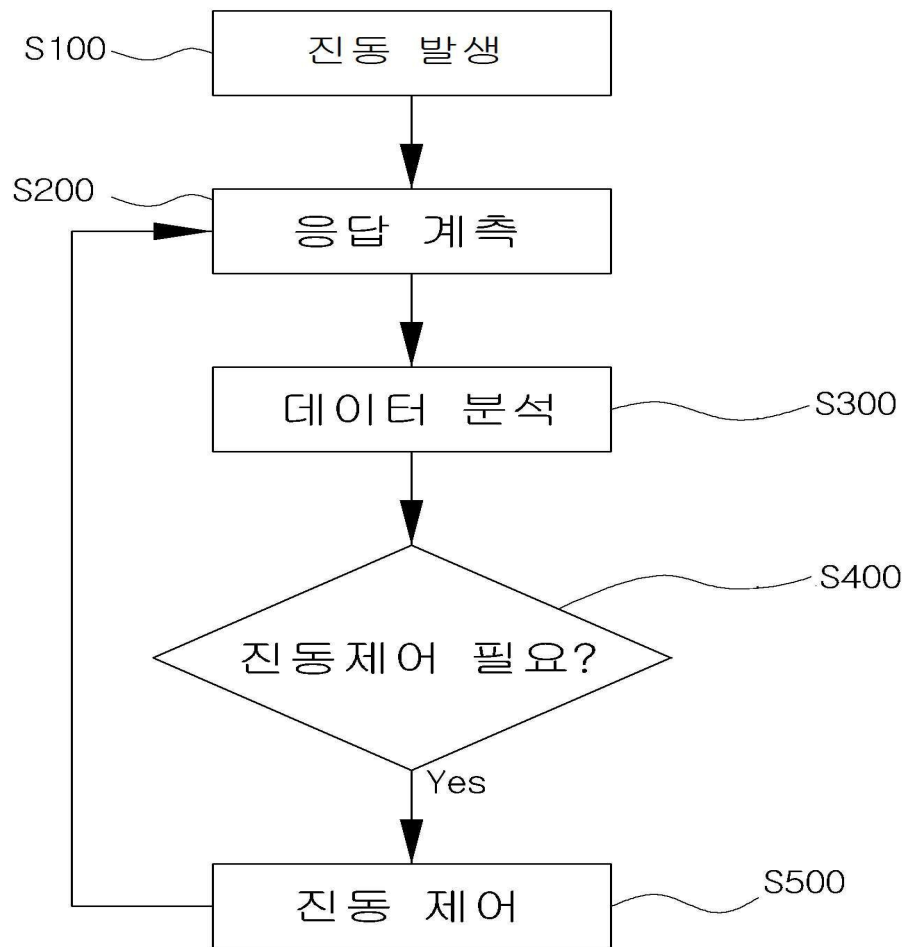
- [0082] 100 : 계측부
 110 : 진동부
 120 : 센서부
 200 : 통합 관리부
 210 : 정보 판단부
 220 : 신호 처리부
 230 : 데이터베이스부
 240 : 디스플레이부
 300 : 진동 제어부
 310 : 댐퍼(Damper)
 400 : 백업 서버

도면

도면1



도면2



도면3

