



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0098862
(43) 공개일자 2024년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01M 9/04 (2006.01) G01M 9/08 (2006.01)
G01P 5/00 (2006.01) G06N 3/04 (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01) G06T 17/00 (2006.01)
G06T 7/10 (2021.01)

(52) CPC특허분류

G01M 9/04 (2013.01)
G01M 9/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0181013

(22) 출원일자 2022년12월21일

심사청구일자 2022년12월21일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)

(72) 발명자

정성훈

광주광역시 동구 남문로753번길 20, 무등산아이파크 108동 2201호

김신형

경기도 파주시 미래로 535, 해솔마을3단지운정현대아파트 113동 1102호

(74) 대리인

특허법인지원

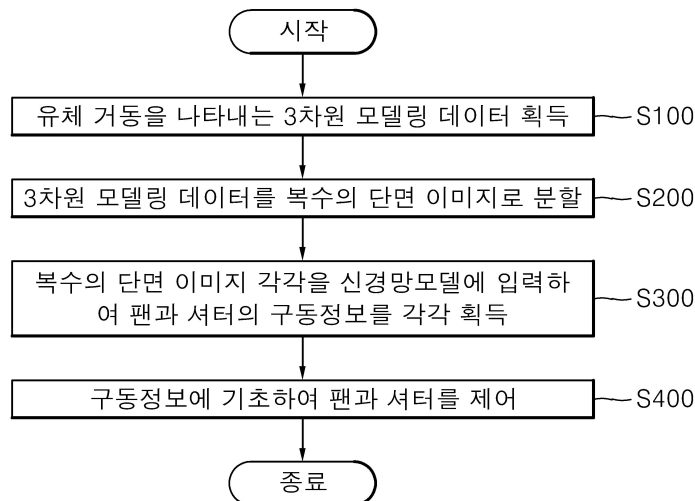
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 풍동 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 유체 거동을 나타내는 이미지를 기학습된 신경망모델에 입력하여 유체 거동을 모사할 수 있는 풍동 제어 방법에 관한 것이다. 본 실시예에 따른 풍동 제어 방법은 격자 형태로 배열된 복수의 팬과 서터를 포함하는 풍동의 제어 방법에 있어서, 유체 거동을 나타내는 3차원 모델링 데이터를 획득하는 단계, 상기 3차원 모델링 데이터를 복수의 단면 이미지로 분할하는 단계, 상기 복수의 단면 이미지 각각을 신경망모델에 입력하여 팬과 서터의 구동정보를 각각 획득하는 단계 및 상기 구동정보에 기초하여 상기 팬과 서터를 제어하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01P 5/001 (2013.01)

G06N 3/04 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

G06T 17/00 (2013.01)

G06T 7/10 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 0020220362

과제번호 2022-0362

부처명 환경부

과제관리(전문)기관명 광주녹색환경지원센터

연구사업명 광주녹색환경지원센터 2022년도 연구사업

연구과제명 자율 무인항공시스템을 통해 습득된 대기환경 데이터를 이용한 구글 API와 QCG 기반
의 3차원 대기환경 데이터 가시화 GUI 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 조선대학교 산학협력단

연구기간 2022.04.01 ~ 2022.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

격자 형태로 배열된 복수의 팬과 서터를 포함하는 풍동의 제어 방법에 있어서,
유체 거동을 나타내는 3차원 모델링 데이터를 획득하는 단계;
상기 3차원 모델링 데이터를 복수의 단면 이미지로 분할하는 단계;
상기 복수의 단면 이미지 각각을 신경망모델에 입력하여 상기 팬과 서터의 구동정보를 각각 획득하는 단계; 및
상기 구동정보에 기초하여 상기 팬과 서터를 제어하는 단계를 포함하는
풍동 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 풍동은 상기 풍동 내부에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향을 센싱하는 센서를 더 포함하고,
상기 센싱된 풍속 및 풍향과 상기 3차원 모델링 데이터에 포함된 풍속 및 풍향 간의 차이값을 산출하는 단계;
상기 차이값이 기설정된 기준값 이상이면 상기 신경망모델을 재학습시키는 단계를 더 포함하는
풍동 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 풍동은 상기 풍동 내부에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향을 센싱하는 센서를 더 포함하고,
상기 센서의 센싱값에 기초하여 2차원 모사 이미지를 생성하는 단계;
상기 모사 이미지와 상기 단면 이미지 간의 유사도를 산출하는 단계;
상기 유사도가 기설정된 기준값 미만이면 상기 신경망모델을 재학습시키는 단계를 더 포함하는
풍동 제어 방법.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,
상기 센서는 상기 서터에 서터가 배열된 격자별로 구비되거나, 상기 풍동의 출구에 구비되는
풍동 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 신경망모델은, 상기 단면 이미지를 입력받고 격자 형태로 배열된 상기 팬과 서터의 위치별 구동정보를 각

각 출력하는
풍동 제어 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 신경망모델은, 학습용 단면 이미지와 상기 학습용 단면 이미지에 대응하여 라벨링된 상기 팬과 셔터의 구동정보에 의해 미리 지도학습되는
풍동 제어 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 단면 이미지로 분할하는 단계는
상기 3차원 모델링 데이터를 상기 유체의 이동 방향에 수직으로 분할하는 단계를 포함하는
풍동 제어 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 구동정보를 각각 획득하는 단계는
상기 각 팬의 회전속도, 회전방향, 각 셔터의 개폐비율, 개폐각도 중 어느 하나를 획득하는 단계를 포함하는
풍동 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유체 거동을 나타내는 이미지를 기학습된 신경망모델에 입력하여 유체 거동을 모사할 수 있는 풍동 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 무인 비행 장치(UAV)는 건물이 높은 도심지대나 인적이 드문 시골과 같이 다양한 환경에서 활용되고 있다. 그러나 무인 비행 장치가 비행할 때 예상치 못한 바람의 영향을 받아 무인 비행 장치가 낙하할 수 있으며, 이에 따른 재산, 인명 사고가 빈번하게 발생하고 있는 실정이다.

[0004] 이러한 문제를 극복하기 위해 종래에는 복수의 팬을 이용하여 균일하지 않은 바람의 환경을 모사함으로써 무인 비행 장치의 제어 성능을 향상시키는 기술이 있다. 그러나 종래 기술은 단순히 바람의 세기만 조절이 가능하므로 갑작스러운 바람 환경(예컨대, 돌풍, 난류, 와류, 층류)을 모사할 수 없다는 문제점이 있다.

[0005] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 다양한 바람 환경을 모사할 수 있는 풍동이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 유체 거동을 나타내는 이미지를 기학습된 신경망모델에 입력하여 다양한 바람 환경을 모사하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동 제어 방법은 격자 형태로 배열된 복수의 팬과 셔터를 포함하는 풍동의 제어 방법에 있어서, 유체 거동을 나타내는 3차원 모델링 데이터를 획득하는 단계, 상기 3차원 모델링 데이터를 복수의 단면 이미지로 분할하는 단계, 상기 복수의 단면 이미지 각각을 신경망모델에 입력하여 상기 팬과 셔터의 구동정보를 각각 획득하는 단계 및 상기 구동정보에 기초하여 상기 팬과 셔터를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 풍동은 상기 풍동 내부에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향을 센싱하는 센서를 더 포함하고, 상기 센싱된 풍속 및 풍향과 상기 3차원 모델링 데이터에 포함된 풍속 및 풍향 간의 차이값을 산출하는 단계, 상기 차이값이 기설정된 기준값 이상이면 상기 신경망모델을 재학습시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 풍동은 상기 풍동 내부에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향을 센싱하는 센서를 더 포함하고, 상기 센서의 센싱값에 기초하여 2차원 모사 이미지를 생성하는 단계, 상기 모사 이미지와 상기 단면 이미지 간의 유사도를 산출하는 단계, 상기 유사도가 기설정된 기준값 미만이면 상기 신경망모델을 재학습시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 센서는 상기 셔터에 셔터가 배열된 격자별로 구비되거나, 상기 풍동의 출구에 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 신경망모델은, 상기 단면 이미지를 입력받고 격자 형태로 배열된 상기 팬과 셔터의 위치별 구동정보를 각각 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 신경망모델은, 학습용 단면 이미지와 상기 학습용 단면 이미지에 대응하여 라벨링된 상기 팬과 셔터의 구동정보에 의해 미리 지도학습되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 단면 이미지로 분할하는 단계는 상기 3차원 모델링 데이터를 상기 유체의 이동 방향에 수직으로 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 구동정보를 각각 획득하는 단계는 상기 각 팬의 회전속도, 회전방향, 각 셔터의 개폐비율, 개폐각도 중 어느 하나를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면 풍동이 다양한 바람 환경을 모사하도록 제어함으로써, 무인 비행 장치에게 다양한 바람 환경을 제공할 수 있다.

[0020] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동을 도시한 사시도.

도 2는 도 1에 도시된 풍동에서 팬과 셔터를 분리 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동 제어 방법을 도시한 순서도.

도 4는 3차원 모델링 데이터가 복수의 단면 이미지로 분할된 모습을 예시적으로 도시한 도면.

도 5는 단면 이미지를 신경망모델에 입력함으로써 출력되는 팬과 셔터의 구동정보를 개념적으로 도시한 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 진술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.
- [0024] 본 명세서에서 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것으로, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 제1 구성요소는 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0025] 또한, 본 명세서에서 "상부 (또는 하부)" 또는 구성요소의 "상 (또는 하)"에 임의의 구성이 배치된다는 것은, 임의의 구성이 상기 구성요소의 상면 (또는 하면)에 접하여 배치되는 것뿐만 아니라, 상기 구성요소와 상기 구성요소 상에 (또는 하에) 배치된 임의의 구성 사이에 다른 구성이 개재될 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 명세서에서 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 상기 구성요소들은 서로 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 다른 구성요소가 "개재"되거나, 각 구성요소가 다른 구성요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0027] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0028] 또한, 본 명세서에서, "A 및/또는 B" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, A, B 또는 A 및 B 를 의미하며, "C 내지 D" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, C 이상이고 D 이하인 것을 의미한다.
- [0029] 본 발명은 유체 거동을 나타내는 이미지를 기학습된 신경망모델에 입력하여 유체 거동을 모사할 수 있는 풍동 제어 방법에 관한 것이다.
- [0030] 이하 도 1 내지 도 5를 참조하여 일 실시예에 따른 풍동 및 풍동 제어 방법을 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동을 도시한 사시도이다.
- [0032] 도 2는 도 1에 도시된 풍동에서 팬과 셔터를 분리 도시한 도면이다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동 제어 방법을 도시한 순서도이다.
- [0034] 도 4는 3차원 모델링 데이터가 복수의 단면 이미지로 분할된 모습을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [0035] 도 5는 단면 이미지를 신경망모델에 입력함으로써 출력되는 팬과 셔터의 구동정보를 개념적으로 도시한 개념도이다.
- [0036] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 풍동(10)이 도시되어 있으나 이는 일 실시예에 따른 것이고, 그 구성요소들이 도 1 및 도 2에 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니며 필요에 따라 일부 추가 및 삭제될 수 있다.
- [0037] 풍동(10)은 인공으로 바람을 일으켜 기류가 물체에 미치는 작용이나 영향을 실험할 수 있는 터널형의 장치로써 팬(100), 셔터(200), 노즐(300), 챔버(400), 센서(500), 디스플레이(600), 바퀴(700) 및 프로세서(800)를 포함할 수 있다. 자세히 말하자면 풍동(10)은 격자 형태로 배열된 복수의 팬(100)과 셔터(200)를 포함할 수 있으며, 팬(100)과 셔터(200)는 사용자에 의해 다양한 형태, 크기 및 개수로 구비될 수 있다.
- [0038] 한편, 팬(100)은 복수개가 소켓에 의해 연결되어 격자 형태를 이룰 수 있으며, 후술하는 구동정보(v)에 기초하여 바람을 출력할 수 있다. 셔터(200)는 팬(100)에서 출력되는 바람의 세기를 순간적으로 조절할 수 있도록 구

동정보(d)에 기초하여 복수개가 다양한 각도로 개폐될 수 있다.

- [0039] 노즐(300)은 팬(100)에서 생성된 바람이 챔버(400)로 이동하는 통로이며, 모듈식으로 복수개의 판넬이 조립됨으로써 형성될 수 있다. 또한, 챔버(400)는 내부에서 바람이 유동할 수 있도록 터널 형태인 것이 바람직하다.
- [0040] 센서(500)는 챔버(400) 내부에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향을 센싱할 수 있고, 예컨대, 로빈슨 풍속계, 다인스 풍압계, 초음파 풍속 풍향계로 구현될 수 있다.
- [0041] 디스플레이(600)는 풍동(10)의 일측에 구비되며, 센서(500)의 센싱값을 시각적으로 가공하여 출력할 수 있다.
- [0042] 바퀴(700)는 풍동(10)의 이동이 용이하도록 구비될 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 풍동(10)은 장소의 구애없이 사용자가 원하는 위치에 설치될 수 있다는 장점이 있다.
- [0043] 또한, 앞서 설명한 것과 같이 본 발명의 풍동(10)의 팬(100), 셔터(200), 노즐(300)은 모듈식 형태이므로, 사용자의 필요에 따라 쉽게 조립 및 분리될 수 있다는 장점이 있다.
- [0044] 프로세서(800)는 후술하는 동작의 주체가 될 수 있으며, 이를 위해 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 제어기(controller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컨트롤러(micro-controllers) 중 적어도 하나의 물리적인 요소를 포함할 수 있다.
- [0045] 이하, 도 3를 참조하여 도시된 각 단계를 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 풍동 제어 방법은 유체 거동을 나타내는 3차원 모델링 데이터를 획득하는 단계(S100), 3차원 모델링 데이터를 복수의 단면 이미지로 분할하는 단계(S200), 복수의 단면 이미지 각각을 신경망모델에 입력하여 팬과 셔터의 구동정보를 각각 획득하는 단계(S300) 및 구동정보에 기초하여 팬과 셔터를 제어하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 다만, 도 3에 도시된 풍동 제어 방법은 일 실시예에 따른 것이고, 발명을 이루는 단계들이 도 3에 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 일부 단계가 부가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0047] 프로세서(800)는 유체 거동을 나타내는 3차원 모델링 데이터(D)를 획득할 수 있다(S100).
- [0048] 3차원 모델링 데이터(D)는 다양한 바람(난류, 와류, 돌풍)의 형태를 모델링한 데이터로 컴퓨터 유체 역학 시스템에 의해서 생성된 CFD(Computational Fluid Dynamics) 시뮬레이션 데이터일 수 있다. 이때 3차원 모델링 데이터(D)는 챔버(400) 내부 형태와 동일하게 정규화된 형태인 것이 바람직하다.
- [0049] 프로세서(800)는 3차원 모델링 데이터(D)를 복수의 단면 이미지(P)로 분할할 수 있다(S200).
- [0050] 도 4를 참조하면, 3차원 모델링 데이터(D)는 x-y 평면 상의 2차원 모델링 데이터와, x축 방향에 대한 y-z 평면 상의 2차원 모델링 데이터를 포함할 수 있다.
- [0051] 프로세서(800)는 3차원 모델링 데이터(D)를 유체의 이동 방향(x)에 수직으로 분할하여 단면 이미지(P)를 생성할 수 있다. 이에 따라, 단면 이미지(P)는 도 4에 예시적으로 도시된 y-z 평면 상의 2차원 모델링 데이터일 수 있다. 이에 따라 프로세서(800)는 단면 이미지(P)를 통해 풍속(velocity)을 식별할 수 있다.
- [0052] 또한 프로세서(800)는 미리 설정된 시간 간격 차로 3차원 모델링 데이터(D)를 복수의 단면 이미지(P)로 분할함으로써 시간의 흐름에 따른 유체의 풍향을 산출할 수 있다.
- [0053] 프로세서(800)는 복수의 단면 이미지(P) 각각을 신경망모델(20)에 입력하여 팬(100)과 셔터(200)의 구동정보(v, d)를 각각 획득할 수 있다(S300).
- [0054] 이때 신경망모델(20)은 프로세서(800)로부터 단면 이미지(P)를 입력받고 격자 형태로 배열된 팬(100)과 셔터(200)의 위치별 구동정보(v, d)를 각각 출력할 수 있다.
- [0055] 구체적으로, 팬(100) 및 셔터(200)가 n*m의 격자 형태로 배열된 경우 신경망모델(20)은 도 5에 도시된 것과 같이 구동정보를 격자 형태로 배열된 복수의 팬(100)과 셔터(200) 각각에 대응하도록 팬(100) 구동정보(v)와 셔터(200) 구동정보(d)로 각각 출력할 수 있다.
- [0056] 프로세서(800)는 팬(100) 구동정보(v)에 기초하여 n*m으로 배열된 각 팬(100)의 회전속도, 회전방향을 제어할 수 있고, 셔터(200) 구동정보(d)에 기초하여 n*m으로 배열된 셔터(200)의 개폐비율, 개폐각도를 제어할 수

있다.

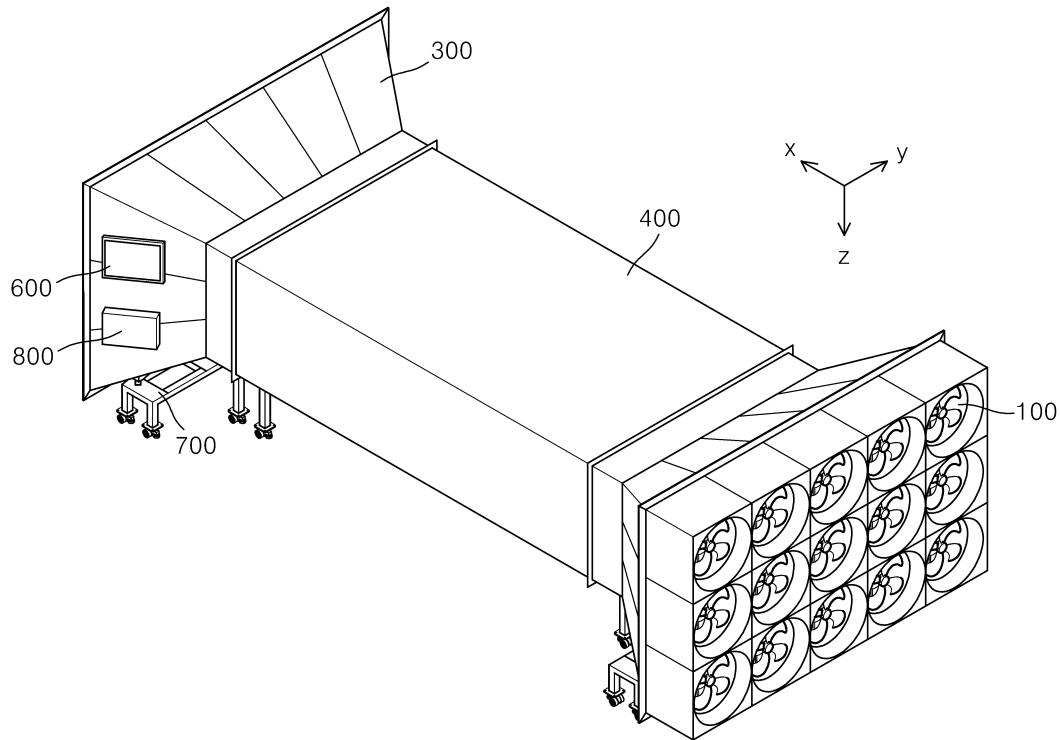
- [0057] 한편, 이와 같이 신경망모델(20)에서 구동정보(v, d)를 출력하는 과정을 수행하기 위해 신경망모델(20)은 학습용 단면 이미지와 학습용 단면 이미지에 대응하여 라벨링된 팬(100)과 셔터(200)의 구동정보(v, d)에 의해 미리 지도학습되어 있을 수 있다.
- [0058] 지도학습에 따라 신경망모델(20)은 유체의 단면 이미지와, 해당 유체를 발생시키는 팬(100)과 셔터(200)의 구동정보(v, d) 간의 상관관계를 학습할 수 있고, 학습이 완료된 이후 신경망모델(20)은 학습에 이용되지 않은 단면 이미지를 입력받더라도 단면 이미지에 대응하는 유체를 발생시키기 위한 구동정보(v, d)를 출력할 수 있다.
- [0059] 프로세서(800)는 구동정보(v, d)에 기초하여 팬(100)과 셔터(200)를 제어할 수 있다(S400). 다시 말해 프로세서(800)는 구동정보(v, d)에 기초하여 각각의 팬(100)과 셔터(200)를 제어하여 풍동(10)의 챔버(400) 내에서 유동하는 바람을 생성할 수 있다.
- [0060] 자세히 말하자면, 프로세서(800)는 팬(100) 구동정보(v)에 기초하여 팬(100)의 속도 및/또는 회전 방향을 조절할 수 있으며, 셔터(200) 구동정보(d)에 기초하여 셔터(200)의 개폐비율 및/또는 개폐각도를 조절할 수 있다. 이를 통해 풍동(10)은 돌풍, 난류, 와류, 층류 등 다양한 바람 환경을 생성할 수 있다.
- [0061] 프로세서(800)는 센서(500)로부터 풍동(10) 내에서 유동하는 바람의 풍속 및 풍향(이하 바람의 상태)을 센싱한 값을 수신받을 수 있다. 이때 센서(500)는 도 2와 같이 셔터(200)에 셔터(200)가 배열된 격자별로 구비되거나, 도면에 도시되지는 않았지만 풍동(10)의 출구에 구비될 수 있다.
- [0062] 자세히 말하자면 센서(500)는 격자별로 구비된 셔터(200)마다 구비되어 각 셔터(200)에서 출력되는 바람의 상태를 센싱하거나, 풍동(10)의 출구에 구비되어 전체적인 바람의 상태를 센싱할 수 있다.
- [0063] 다음으로 프로세서(800)는 3차원 모델링 데이터(D)와 모사된 바람을 센싱한 값을 비교하는 과정을 거칠 수 있다. 이 과정을 통해 프로세서(800)는 신경망모델(20)에서 획득한 구동정보(v, d)의 정확도를 판단할 수 있다.
- [0064] 일 예로, 프로세서(800)는 3차원 모델링 데이터(D)로부터 획득한 유체의 풍속 및 풍향과, 센서(500)에 의해 획득된 풍속 및 풍향 간의 차이값을 산출할 수 있다.
- [0065] 다른 예로, 프로세서(800)는 센싱된 풍속 및 풍향에 기초하여 모사 이미지를 생성하고, 생성된 모사 이미지와 앞서 3차원 모델링 데이터(D)로부터 분할된 단면 이미지(P) 간의 유사도를 산출할 수 있다.
- [0066] 먼저 프로세서(800)는 센서(500)의 센싱값에 기초하여 2차원 모사 이미지를 생성한 후 프로세서(800)는 모사 이미지와 단면 이미지(P) 간의 유사도를 산출할 수 있다. 이 때 도 3을 다시 참조하면 모사 이미지와 단면 이미지(P)는 동일한 x값에 대한 y-z 평면 상의 2차원 이미지이며, 프로세서(800)는 이 두 이미지 간의 유사도를 산출하는 것이 바람직하다.
- [0067] 프로세서(800)가 차이값 또는 유사도를 산출하는 방법으로는 유클리디안(euclidesan) 거리, 코사인(cosine) 거리, 자카드 거리, 맨해튼 거리와 같이 풍속 및 풍향을 나타낸 수치데이터 간의 물리적 거리를 산출할 수 있는 방법이 적용될 수 있다.
- [0068] 프로세서(800)는 유체의 거동과 풍동(10)에서 유동하는 바람 간의 풍속 및 풍향 차이값 또는 유사도를 산출한 결과값에 기초하여 신경망모델(20)의 재학습여부를 판단할 수 있다.
- [0069] 만약, 산출된 차이값 또는 유사도가 기설정된 기준값 이상이면 프로세서(800)는 신경망모델(20)을 재학습시킬 수 있다. 이 과정을 반복함에 따라 신경망모델(20)은 차이값을 감소시키거나 유사도를 향상시킬 수 있다.
- [0070] 프로세서(800)는 풍동(10)에서 생성되는 바람의 풍속 및 풍향이 시각적으로 가공된 데이터 및 풍동(10)에서 생성되는 바람과 입력된 3차원 모델링 데이터(D) 간의 유사도 등이 산출된 결과를 디스플레이(600) 또는 사용자단말로 송신할 수 있다.
- [0071] 본 발명에 따르면 풍동이 다양한 바람 환경을 모사하도록 제어함으로써, 무인 비행 장치에게 다양한 바람 환경을 제공할 수 있다.
- [0072] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당

연하다.

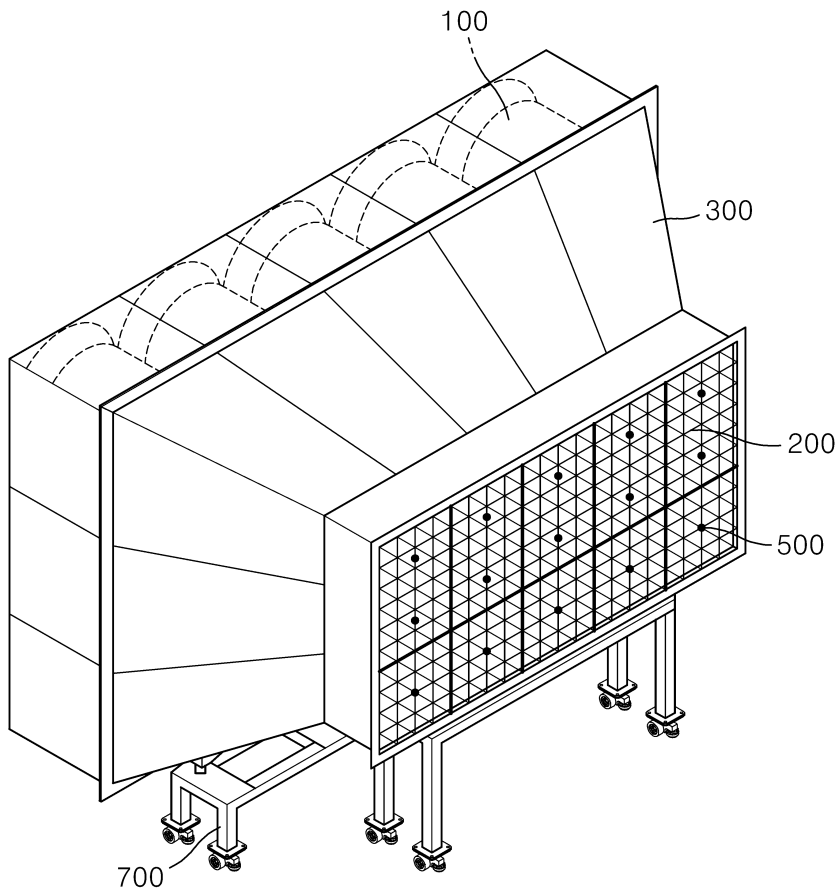
도면

도면1

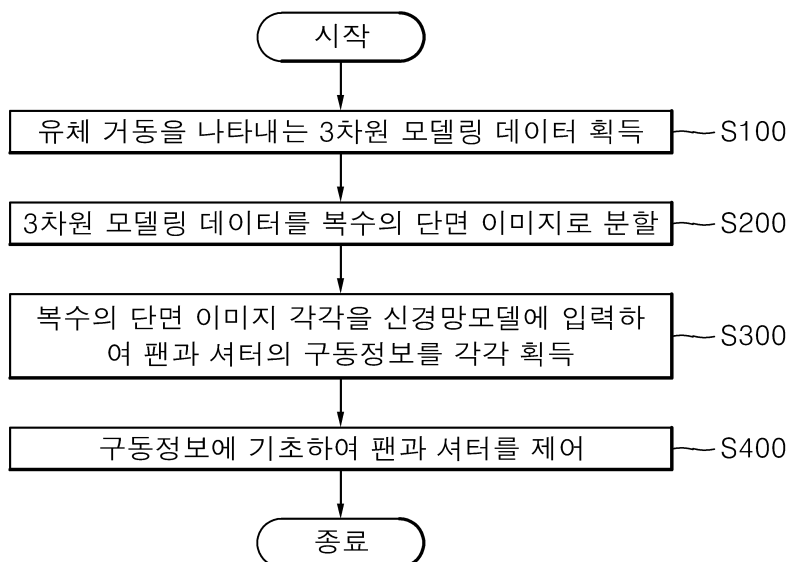
10



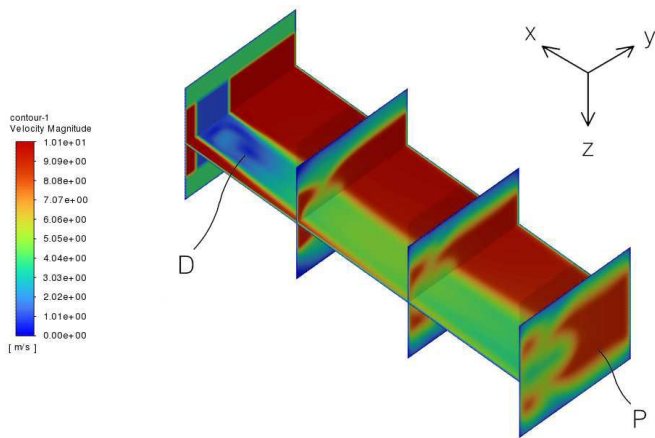
도면2



도면3



도면4



도면5

