



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월04일  
(11) 등록번호 10-2047850  
(24) 등록일자 2019년11월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 17/50 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7022352
- (22) 출원일자(국제) 2013년01월31일  
심사청구일자 2018년01월16일
- (85) 번역문제출일자 2014년08월11일
- (65) 공개번호 10-2014-0119111
- (43) 공개일자 2014년10월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/023984
- (87) 국제공개번호 WO 2013/116424  
국제공개일자 2013년08월08일
- (30) 우선권주장  
13/754,100 2013년01월30일 미국(US)  
61/592,633 2012년01월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
US20070038414 A1\*  
JP2011059740 A\*  
US20110213508 A1  
JP2010527491 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
팬듀트 코퍼레이션  
미국 일리노이주 60487 틸리 파크 팬듀트 드라이브 18900
- (72) 발명자  
두리 브렌든 에프.  
미국 일리노이 60559 웨스트몬트 팀버 럿지 코트 821  
차테지 삼보디  
미국 일리노이 60564 네이퍼빌 보당턴 레인 2724  
(룻면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 2 항

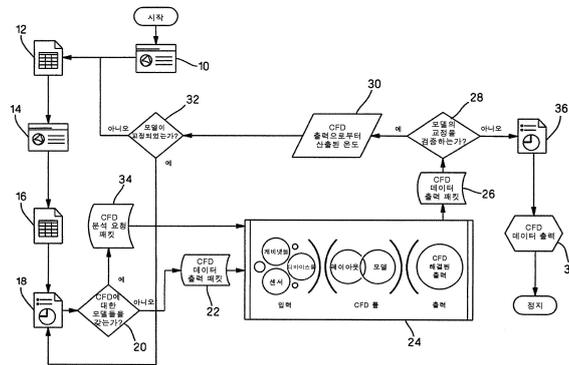
심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 컴퓨터의 유체 역학 시스템들 및 그것의 사용 방법들

(57) 요약

본 발명은 일반적으로 특정한 영역 내에서 열역학적 움직임을 평가 및/또는 예측하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이며, 보다 구체적으로, 적어도 몇몇 실시예들에서, 데이터 센터들 등의 열역학적 움직임을 계산 및/또는 예측하기 위해 컴퓨터의 유체 역학을 사용하는 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 본 발명의 실시예들은 출력 정확도를 개선하기 위해 컴퓨터 모델들의 교정을 검증하기 위한 능력을 포함한다.

대표도



(72) 발명자

**카이 제순**

미국 일리노이 60076 스키키 호워드 스트리트 4621

**페들 토마스 엠.**

미국 일리노이 60504 오로라 브레켄릿지 코트 2846

**쉬리바스타바 사우랍 케이.**

미국 일리노이 60439 레몬트 애쉬포드 드라이브  
14802

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 데이터 센터 오브젝트를 수용하는 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하는 방법으로서, 상기 방법은:

- (a) 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터 오브젝트 각각의 물리적 및 논리적 특성들이 획득되는 단계;
- (b) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 물리적 및 논리적 특성들이 획득되는 단계;
- (c) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터 오브젝트 및 미래의 데이터 센터 오브젝트의 추적에 관한 데이터가 획득되는 단계;
- (d) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 환경 상태 정보가 획득되는 단계;
- (e) 상기 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보에 기초하여, 상기 컴퓨터에 의해, 대응하는 제1 CFD 모델이 이용 가능한지 여부가 판단되는 단계;
- (f) 상기 제1 CFD 모델이 이용 가능하다면, 상기 컴퓨터에 의해, 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하도록 상기 제1 CFD 모델을 사용하기 위해 CFD 분석 요청 패킷을 CFD 해결 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 CFD 분석 요청 패킷은 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보를 포함하고, 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계;
- (g) 상기 제1 CFD 모델이 이용 가능하지 않다면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 CFD 해결 모듈이 제2 CFD 모델을 생성하고, 상기 제2 CFD 모델을 사용하여 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하도록 CFD 모델 요청 패킷을 상기 CFD 해결 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 CFD 모델 요청 패킷은 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보를 포함하고, 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계;
- (h) 상기 제1 또는 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하면, 상기 제1 또는 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위해, 상기 컴퓨터에 의해, 단계 (e)의 판단 결과에 관련된 옵션을 제시하는 단계;
- (i) 상기 제1 또는 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되지 않은 때, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 시각적으로 나타내는 단계;
- (j) 상기 제1 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 모듈은 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 이용하여 상기 제1 CFD 모델을 업데이트하는 것인 단계;
- (k) 상기 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 모듈은 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 제3 CFD 모델로서 저장하는 것인 단계;
- (l) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델로부터 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 또는 상기 제3 CFD 모델로부터 제3 CFD 데이터 출력 패킷을 출력하는 단계로서, 상기 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 및 상기 제3 CFD 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계;
- (m) 상기 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 또는 상기 제3 CFD 데이터 출력 패킷에 기초하여, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 상기 데이터 센터의 실제 열역학적 움직임과 비교하는 단계;
- (n) 상기 비교가 미리 정의된 임계치 범위내에 있는 경우, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델 또는 제3 CFD 모델이 교정되었다고 판단하고, 상기 컴퓨터에 의해 단계(d)로 복귀하는 단계;
- (o) 상기 비교가 상기 미리 정의된 임계치 범위의외인 경우, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델 또는 제3 CFD 모델이 교정되지 않았다고 판단하고, 상기 컴퓨터에 의해 단계 (a)로 복귀하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 데이터 센터 오브젝트를 수용하는 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하는 방법.

**청구항 2**

제1 항에 있어서, 상기 단계 (a) 내지 (d) 중 적어도 하나는,

상기 데이터 센터 및 상기 데이터 센터 오브젝트 각각의 물리적 및 논리적 특성;

상기 데이터 센터 오브젝트 및 미래의 데이터 센터 오브젝트의 추적에 관한 데이터; 및

상기 데이터 센터의 환경 상태 정보를 적어도 하나의 발견 장치를 통해 동적으로 획득하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 데이터 센터 오브젝트를 수용하는 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하는 방법.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원에 관한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2012년 1월 31일에 출원된, 미국 가 특허 출원 번호 제61/592,633호의 이득을 주장하고, 그것의 전체가 참조로서 본 출원에 통합된다.

[0003] 발명의 분야

[0004] 본 발명은 일반적으로 특정한 영역 내에서 열역학적 움직임을 평가 및/또는 예측하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이며, 보다 구체적으로, 적어도 몇몇 실시예들에서, 데이터 센터들 등의 열역학적 움직임을 계산 및/또는 예측하기 위해 컴퓨터의 유체 역학을 사용하는 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 컴퓨터의 유체 역학(CFD)은 20세기 초부터 존재해왔다. 그러나, 데이터 센터들에서 CFD 분석의 응용은 비교적 새로운 존재이다. 데이터 센터들에서, 온도 및 기류(air flow)는 가시적이지 않으며 비-선형적이어서, 열 성능을 가시화하기 위해 계산 시스템들에 대한 요구를 필요하게 만든다. CFD 모델링이 데이터 센터 기류 구성들을 최적화하기 위한 효과적인 방법일지라도, 이러한 모델링을 이용하는 이용 가능한 시스템들은 다수의 결함들을 가질 수 있다. 예를 들면, 이들 시스템들은 종종 초기 CFD 모델을 셋업하는 상당한 대가를 치루고 얻어진다. 부가적으로, 데이터 센터들의 동적 측량의 부족 및 효율적인 CFD 모델 검증의 부족은 CFD 출력 보고의 정확성에 상당한 영향을 줄 수 있다.

[0006] 따라서, 데이터 센터들과 같은 환경들에 구현될 수 있는 개선된 CFD 모델링 시스템들 및 방법들에 대한 요구가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0007] 따라서, 본 발명의 실시예들은 일반적으로 데이터 센터들과 같은 환경들에서 사용하기 위한 CFD 모델링 시스템들 및 그것의 사용의 방법들에 관한 것이다.

[0008] 일 실시예에서, 본 발명은 데이터 센터 변화들이 발생함에 따라 동적 열 분석 모델링 업데이트 메커니즘을 제공

함으로써 시간에 걸쳐 주어진 데이터 센터실에서 정확한 CFD 결과들을 유지하기 위한 시스템이다. 이러한 기술은 셋업 비용들을 감소시키고, CFD 정확도를 개선하며, 효율성을 증가시키며 데이터 센터 운영들의 비용들을 감소시킬 수 있는 지식을 갖춘 결정들을 하도록 돕는다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하기 위한 시스템이며, 상기 시스템은: 적어도 하나의 모듈을 실행하기 위한 전자 디바이스로서, 상기 적어도 하나의 모듈은 입력 정보를 획득 및 저장하기 위한 데이터 취득 모듈로서, 상기 입력 정보는 데이터 센터 자산 정보, 데이터 센터 물리적 특성들, 자산 추적 정보, 및 환경 상태 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 데이터 취득 모듈; 출력 데이터 패킷을 출력하기 위해 상기 입력 정보를 수용 및 분석하기 위한 데이터 해결 모듈로서, 상기 출력 데이터 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임을 포함하는, 상기 데이터 해결 모듈; 상기 데이터 센터의 실제 움직임에 대하여 상기 데이터 센터의 상기 예측된 열역학적 움직임 모델의 정확도를 검증하기 위한 데이터 모델 검증 모델; 및 상기 출력 데이터 패킷을 포맷팅 및 출력하기 위한 데이터 모델 출력 모듈을 포함한다.

[0010] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하는 방법이며, 상기 방법은: (a) 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터 오브젝트 각각의 물리적 및 논리적 특성들이 획득되는 단계; (b) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 물리적 및 논리적 특성들이 획득되는 단계; (c) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터 오브젝트 및 미래의 데이터 센터 오브젝트의 추적에 관한 데이터가 획득되는 단계; (d) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 환경 상태 정보가 획득되는 단계; (e) 상기 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보에 기초하여, 상기 컴퓨터에 의해, 대응하는 제1 CFD 모델이 이용 가능한지 여부가 판단되는 단계; (f) 상기 제1 CFD 모델이 이용 가능하다면, 상기 컴퓨터에 의해, 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하도록 상기 제1 CFD 모듈을 사용하기 위해 CFD 분석 요청 패킷을 CFD 해결 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 CFD 분석 요청 패킷은 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보를 포함하고, 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계; (g) 상기 제1 CFD 모델이 이용 가능하지 않다면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 CFD 해결 모듈이 제2 CFD 모델을 생성하고, 상기 제2 CFD 모듈을 사용하여 제2 데이터 출력 패킷을 생성하도록 CFD 모델 요청 패킷을 상기 CFD 해결 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 CFD 모델 요청 패킷은 단계 (a) 내지 (d) 에서 획득된 정보를 포함하고, 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계; (h) 상기 제1 또는 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하면, 상기 제1 또는 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위해, 상기 컴퓨터에 의해, 단계 (e)의 판단 결과에 관련된 옵션을 제시하는 단계; (i) 상기 제1 또는 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되지 않은 때, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 시각적으로 나타내는 단계; (j) 상기 제1 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 모듈은 상기 제1 CFD 데이터 출력 패킷을 이용하여 상기 제1 CFD 모델을 업데이트하는 것인 단계; (k) 상기 제2 CFD 모델의 교정을 검증하기 위한 상기 옵션이 선택되면, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 모듈로 전송하는 단계로서, 상기 모듈은 상기 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 제3 CFD 모델로서 저장하는 것인 단계; (l) 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델로부터 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 또는 상기 제3 CFD 모델로부터 제3 CFD 데이터 출력 패킷을 출력하는 단계로서, 상기 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 및 상기 제3 데이터 출력 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 포함하는 것인 단계; (m) 상기 업데이트된 제1 CFD 데이터 출력 패킷 또는 상기 제3 CFD 데이터 출력 패킷에 기초하여, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임 모델을 상기 데이터 센터의 실제 열역학적 움직임과 비교하는 단계; (n) 상기 비교가 미리 정의된 임계치 범위내에 있는 경우, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델 또는 제3 CFD 모델이 교정되었다고 판단하고, 상기 컴퓨터에 의해 단계(d)로 복귀하는 단계; (o) 상기 비교가 상기 미리 정의된 임계치 범위의인 경우, 상기 컴퓨터에 의해, 상기 업데이트된 제1 CFD 모델 또는 제3 CFD 모델이 교정되지 않았다고 판단하고, 상기 컴퓨터에 의해 단계 (a)로 복귀하는 단계를 포함한다.

[0011] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 데이터 센터 내에서 열역학적 움직임을 계산하기 위한 시스템이며, 상기 시스템은 전자 디바이스 상에서 컴퓨터 소프트웨어를 실행하기 위한 상기 전자 디바이스; 및 상기 전자 디바이스 상에서 실행된 인프라스트럭처 관리 소프트웨어를 포함한다. 상기 인프라스트럭처 관리 소프트웨어는: 입력 정보를 획득 및 저장하기 위한 데이터 취득 모듈로서, 상기 입력 정보는 데이터 센터 자산 정보, 데이터 센터 물리적 특성들, 자산 추적 정보, 및 환경 상태 정보 중 적어도 하나를 포함한, 상기 데이터 취득 모듈; 출력 데이터 패킷을 출력하기 위해 상기 입력 정보를 수용 및 분석하기 위한 데이터 해결 모듈로서, 상기 출력 데이터 패킷은 상기 데이터 센터의 예측된 열역학적 움직임을 포함하는, 상기 데이터 해결 모듈; 상기 데이터 센터의 실제 행동에 대하여 상기 데이터 센터의 상기 예측된 열역학적 움직임 모델의 정확도를 검증하기 위한 데이터 모

델 검증 모듈; 및 상기 출력 데이터 패킷을 포매팅 및 출력하기 위한 데이터 모델 출력 모듈을 포함한다.

[0012] 본 발명의 이들 및 다른 특징들, 양상들, 및 이점들은 이어지는 다음의 도면들, 설명, 및 임의의 청구항들을 참조하여 보다 양호하게 이해될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시스템 및/또는 방법들에 대한 프로세스 흐름을 예시한다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따라 생성된 CFD 출력 모델들의 예들을 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0014] 도 1은 초기 CFD 모델 생성, 모델 정확도의 검증, 및 사용자의 요구들을 적절히 충족시키는 장비 설치 대안들의 평가를 위한 상기 모델의 사용을 위한 시스템에 대한 프로세스 흐름의 대표적인 실시예를 묘사한다. 이러한 시스템은 독립형 시스템일 수 있거나, 또는 그것은 Panduit의 Physical Infrastructure Manager™ (PIM™)과 같은 인프라스트럭처 관리 소프트웨어(IMS)(도 1에 도시된 바와 같은)의 일 부분으로서 구현될 수 있다.

[0015] CFD 모델 분석을 개시하기 위해, 사용자는 IMS에 엔트리(10)를 생성함으로써 시작하며, 여기에서 캐비닛들, 네트워크 장비/디바이스들, 조절 유닛들 등과 같은, 데이터 센터 오브젝트들에 관한 물리적 및/또는 논리적 특성들 및 데이터 센터의 위치 또는 매핑 특성들이 저장될 수 있다. 이러한 정보는 하나 또는 다수의 IMS 파일(들)에 저장될 수 있거나, 또는 그것은 별개의 데이터베이스 파일의 서브세트일 수 있다.

[0016] 다음 단계(12) 동안, 특정 데이터 센터 오브젝트 정보가 IMS로 입력된다. 일 실시예에서, 이러한 정보는 사용자에게 의해 수동으로 입력될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 이러한 단계는 이러한 정보를 이미 포함하는 또 다른 파일로부터 오브젝트 정보를 가져옴으로써 수행될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 필요한 정보는 데이터 센터 오브젝트들의 다양한 특성들을 검출하며 상기 정보를 IMS에 (정적으로 또는 동적으로) 보고할 수 있는 센서들 또는 다른 발견 장치들/시스템들에 의해 수집될 수 있다.

[0017] 다음 단계(14)에서, 사용자는 그것의 물리적 레이아웃 및 기류 장애물들의 위치들과 같은 데이터 센터의 물리적 특성들을 입력한다. 다시, 실시예에 의존하여, 이러한 정보는 또 다른 파일(컴퓨터-보조 설계 애플리케이션에서 생성된 평면 계획과 같은), 센서 데이터, 발견 메커니즘들, 또는 다른 이용 가능한 수단으로부터의 유입(importation)에 의해 사용자에게 의해 수동으로 또는 자동으로 입력될 수 있다. 자동 유입은 정적이거나 또는 동적일 수 있다.

[0018] 단계(12)에서 입력된 데이터 센터 오브젝트 정보 및 단계(14)에서 입력된 물리적 특성들은: 데이터 센터에서의 장비의 위치의 맵; 데이터 센터실 크기들(dimensions); 상기 실에서의 공기 냉각 유닛 위치들, 공급 공기 온도들 및 기류들; 실에서의 랙/캐비닛 위치들 및 방향; 랙/캐비닛 유입구 및 유출구 온도들; 랙에서의 열-발생 장비 설치; 장비에 의해 소비된 전력 및 이러한 전력 소비에 의해 발생된 열; 열 발생 장비를 통한 기류 관독들; 블랭킹 패널들 및/또는 장애물들의 위치들, 언더플로우, 및 천장 장애물들; 및 바닥 타일 천공 세부사항들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 그러나, 다른 정보 및 특성들의 기록은 특정 애플리케이션에 의존하여 보다 바람직할 수 있다.

[0019] 통상적인 데이터센터에서, 냉각 유닛들, 바닥 그릴들, 및 PDU들과 같은 장비는 움직이지 않는 오브젝트들이다. 그러나, 서버들 및 스위치들과 같은, 열-발생 자산들은 캐비닛에서 캐비닛으로, 또는 심지어 데이터 센터 밖으로 빈번하게 이동할 수 있다. 몇몇 IMS들(PIM™과 같은)은 자산 추적 기능을 통해 열-발생 자산들 및 장애물들의 활동을 추적하는 능력을 가진다. PIM™ 자산 추적에 대한 추가적인 정보는 전체적으로 여기에 참조로서 통합되는, “데이터 센터 관리를 위한 통합된 자산 추적, 태스크 관리기, 및 가상 컨테이너” 라는 제목의, 2012년 8월 15일에 출원된, 출원 일련 번호 제13/586,569호에 제공된다. 몇몇 실시예들에서, 데이터 센터에서의 오브젝트들은 정적으로 설치되지 않을 수 있으며 현재 및 미래 데이터 센터 오브젝트들의 추적에 관한 정보는 단계(16)에 입력될 수 있다. 이것은 본 발명이 추적 가능한 환경 및 자산 속성들을 동적으로 모니터링하며, 실시간 또는 근 실시간으로 CFD 모델에 대한 입력 정보를 업데이트하도록 허용할 수 있다.

[0020] 다음으로, 단계(18)에서, IMS는 특정한 데이터 센터에 대한 환경 상태 정보를 제공받는다. 일 실시예에서, 이러한 정보는 데이터 센터에 위치한 하나 이상의 센서들에 의해 획득되며, 여기에서 이들 센서들은 필요한 데이터를 IMS에 전달할 수 있다. 일 실시예에서, 수집된 환경 상태 정보는 실 온도, 전력 소비, 및 실 습도 중 적어도 하나를 포함한다.

[0021] 일단 모든 요구된 정보가 단계들(12 내지 18)로부터 획득된다면, IMS는 대응하는 CFD 모델이 이미 이용가능한지 여부를 결정하도록 진행한다(20). 이러한 모델이 이용 가능하다면, CFD 분석 요청 패킷(34)이 기존의 CFD 모델을 호출하며 출력을 생성하기 위해 상기 모델을 사용하도록 CFD 해결 모듈(24)에 전송된다. 대응하는 CFD 모델이 이용 가능하지 않다면, CFD 모델 요청 패킷(22)은 새로운 CFD 모델을 발생시키고 그 후 출력을 발생시키기 위해 상기 모델을 사용하도록 상기 해결 모듈(24)에 지시하는 CFD 해결 모듈(24)에 전송된다. 단계들(22 및 34)에서의 패킷들 모두는 이전 단계들 동안 수집된 데이터를 포함한다.

[0022] 이전 수집된 데이터를 수신할 때, CFD 해결 모듈(24)은 데이터 센터 내에서 온도를 예측하고 패턴들을 리턴하기 위해 CFD 모델링 기술들을 사용한다. 이들 결과들은 CFD 데이터 출력 패킷(26)으로서 출력되며, 그 후 CFD 모델의 교정이 검증될 필요가 있는지를 결정하기 위해 사용된다(28). 일 실시예에서, 이러한 결정은 사용자에게 의해 이루어질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 교정의 자동 검증은 몇몇 조건이 충족된다면 요구될 수 있다(예를 들면, 어떤 대응하는 CFD 모델도 단계(20)에서 발견되지 않는다면). 교정 검증이 요구된다면, CFD 데이터 출력이, 어떤 CFD 모델도 이전에 존재하지 않는다면 이 데이터가 새롭게 생성된 CFD 모델로서 저장되는 모듈(30)로 공급되거나, 또는 이전 대응하는 모델이 존재하는 것으로 발견된다면 업데이트로서 상기 데이터는 기존의 CFD 모델로 통합된다. 그 후, 출력 데이터는 CFD 모델이 단계(32)에서 교정되는지 여부를 결정하기 위해 사용된다.

[0023] 일 실시예에서, 단계(32)에서 구현된 CFD 모델 교정 검증 모듈은 여러 값을 계산하기 위해 평균 제공된 여러 방법을 상기-주지된 CFD 데이터 출력 패킷(26)에 적용한다. 산출된 값이 정의된 임계치에 있거나 또는 그 미만이면, 모델은 교정되지 않을 것이다. 다른 한편으로, 산출된 여러 값이 정의된 임계치 이상이면, 시스템은 데이터 센터 및 자산 정보를 재수집하며, 가상 설비를 추가로 교정하기 위해 상기 정보에 기초하여 출력을 발생시킬 것이다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어(“가상 설비”)는 불연속 또는 연속적인 시간에서, 임의의 계산 모델을 나타낼 수 있으며, 이것은 데이터 센터실의 물리적 요소들 및 그것의 대응하는 관찰 가능한 및 예측 가능한 열역학적 움직임(온도, 기류, 기압, 열 에너지, 전력 등) 사이에서의 관계(또는 도메인 매핑)를 표현한다.

[0024] 일 실시예에서, 모델의 정확도는 측정된 및 산출된 센서 판독들 사이의 평균 제공된 차를 산출함으로써 검사된다. 평균 제공된 차는 두 세트들의 입력들을 요구한다: CFD 해결 모듈(24)로부터 발생된 산출된 센서 판독(들) 및 데이터 센터에 위치한 센서(들)로부터 획득된 실제 측정된 판독(들). 이러한 평균 제공된 차를 산출하는 이러한 방법은 다음과 같이 작동한다(이 예에서,  $n$ 개의 산출된 센서 판독들 및  $n$ 개의 측정된 판독들이 있다):

[0025] 각각의 대응하는 산출된 및 측정된 판독들의 차를 취하고:  $cal_1 - mea_1, cal_2 - mea_2, \dots, cal_n - mea_n$ ;

[0026] 각각의 차를 제곱하고:  $(cal_1 - mea_1)^2, (cal_2 - mea_2)^2, \dots, (cal_n - mea_n)^2$ ;

[0027] 값  $w$ 을 야기한 제공된 결과들의 모두를 합하고;

[0028] 값  $y$ 를 야기하는, 이 경우에  $n$ 인, 판독들의 수로  $w$ 를 나누며;

[0029]  $y$ 의 제공근을 취한다.

[0030] 수학적으로 서술되면, 공식은 다음과 같이 보인다:

$$\theta_1 = \begin{bmatrix} x_{1,1} \\ x_{1,2} \\ \vdots \\ x_{1,n} \end{bmatrix} \quad \text{및} \quad \theta_2 = \begin{bmatrix} x_{2,1} \\ x_{2,2} \\ \vdots \\ x_{2,n} \end{bmatrix}.$$

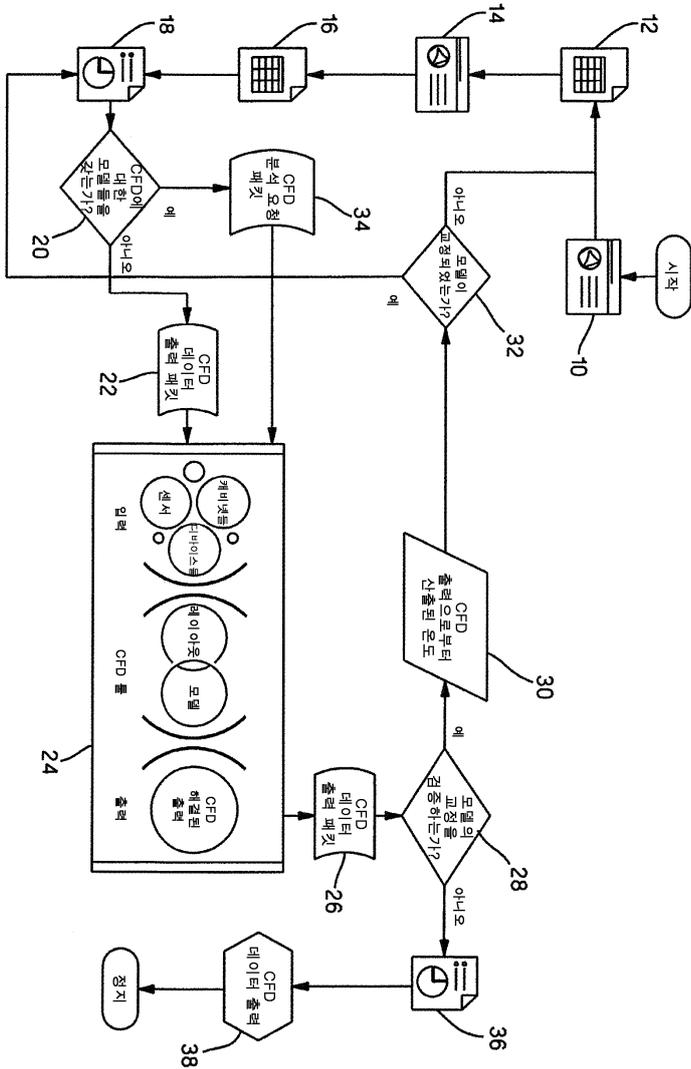
$$RMSD(\theta_1, \theta_2) = \sqrt{MSE(\theta_1, \theta_2)} = \sqrt{E((\theta_1 - \theta_2)^2)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{n}}.$$

[0031]

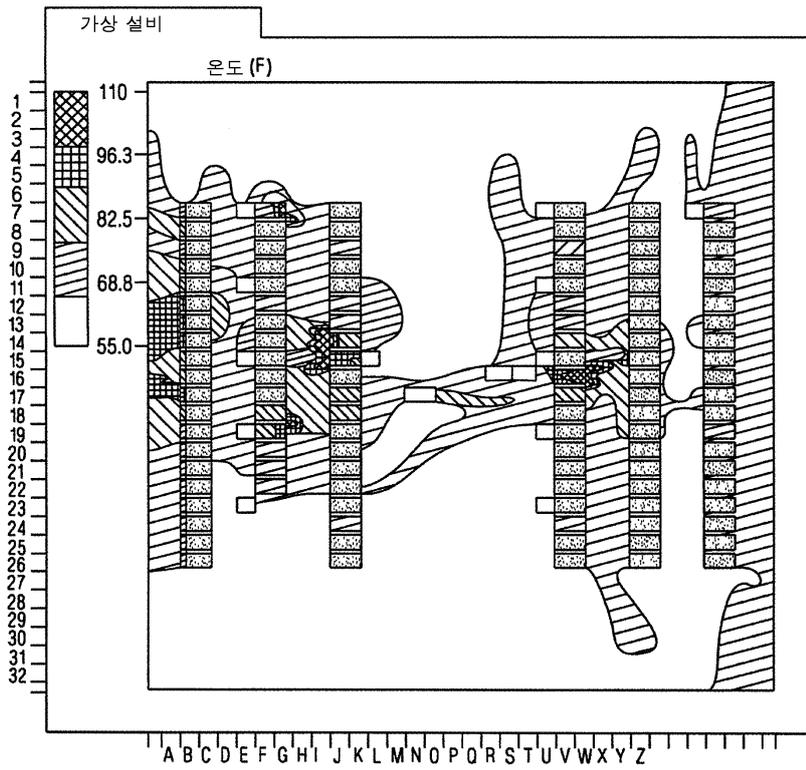
[0032] RMSD의 이상적인 값은 0이므로(산출된 센서 판독들이 측정된 센서 판독들과 같을 때 발생하는), RMSD의 로우 값이 요구된다. 허용 가능한 RMSD 값의 범위를 정의하는 메트릭 또는 임계치는 본 발명의 몇몇 실시예들에서 구현될 수 있다.

- [0033] 교정 검증의 결과들에 의존하여, IMS는 CFD 모델이 교정된 것으로 결정된다면 단계(18)로 직접 리턴하며 이전에 이용 가능한 입력 데이터를 계속할 수 있거나(또한 단계(18)에서 데이터 센터의 환경 상태를 업데이트하면서), 또는 그것은 CFD 모델이 교정되지 않은 것으로 결정된다면, 단계들(12 내지 18)에 상세히 설명된 바와 같이, 단계(12)로 리턴하고 데이터 센터 및 데이터 센터 오브젝트들의 물리적 및 논리적 특성들을 재수집할 수 있다.
- [0034] CFD 모델의 교정 및 후속 교정의 초기 검증은 결과적인 CFD 모델 출력의 정확도를 개선할 수 있으며, 이것은 데이터 센터 환경의 보다 정확한 예측들로 변환할 수 있다. 부가적으로, 데이터 센터 자산들 및 환경 변수들의 동적 추적을 이용하는 본 발명의 실시예들은 CFD 모델을 세우기 위해 요구된 변수들의 샘플링 및 그것의 교정의 후속 검증 사이에서의 시간을 단축시킬 수 있다. 이러한 시간에서의 감소는 CFD 모델의 출력에 영향을 줄 수 있는 데이터 센터 내에서의 변화들을 회피할 수 있으며, 따라서 보다 정확한 CFD 모델에 기여하여, 보다 양호하게-예측된 출력들을 야기한다.
- [0035] 일단 CFD 모델이 교정의 검증을 요구하지 않는다고 단계(28)에서 결정된다면, CFD 데이터는 사용자의 요구에 따라 포맷되며(36) 필요에 따라 출력된다(38). CFD 데이터는 사용자에게 가시적인 스크린 상에서의 시각적 표현을 포함한 임의의 수의 방식들로 및/또는 추가 태스크들/프로세싱을 위한 IMS에 의해 사용 가능한 데이터 세트로서 출력될 수 있다.
- [0036] CFD 모델이 데이터 센터의 물리적 요소들에 대해 교정된 후, 데이터 센터에 대한 제안된 변화들의 추가 모델들이 온도, 기류, 및 다른 열역학적 인자들에 관하여 결과들과 함께 예측될 수 있다. 다수의 시뮬레이션된 모델들(예를 들면, 상이한 위치들에서의 새로운 장비의 설치를 시뮬레이션하는 모델들)에 걸친 변화들의 비교는 유리한 결과들을 가진 모델들의 식별을 이끌 수 있다. 이러한 유리한 결과들은 이에 제한되지 않지만, 열 성능, 효율성, 비용 절감들 등을 포함한 임의의 수의 사용자- 또는 시스템-정의 기준들에 기초할 수 있다.
- [0037] 본 발명에 의해 발생된 CFD 모델들의 예들은 도 2a 및 도 2b에 예시된다. 일 실시예에서, 도 2a의 모델은 임의의 변화들 이전에 데이터 센터에서의 온도 및 기류를 보여주는 기본 모델일 수 있으며 도 2b는 제안된 변화들에 기초한 예측된 모델일 수 있다. 두 개의 모델들 사이에서의 차이들은 사용자로 하여금 그 후-존재하는 구성에 대한 임의의 이동들, 부가들, 및 변화들의 잠재적인 이득들 및/또는 단점들을 보다 쉽게 실현하도록 허용할 수 있다. 대안적으로, 도 2a 및 도 2b는 양쪽 모두 제안된 변화들에 기초한 모델들일 수 있다. 두 개의 잠재적인 결과들을 보는 것은 사용자로 하여금 또 다른 것에 비해 특정한 구성을 보다 양호하게 선택하도록 허용할 수 있다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 모델들은 IMS에 내장된 특정한 태스크 요청의 출력일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이들 모델들은 시각적 비교를 용이하게 하기 위해 나란히 디스플레이될 수 있다. 데이터센터의 특정한 부분들에 특정한 장비를 설치하기 위한 개선된 옵션들을 선택하는 프로세스는 주어진 데이터센터 인프라스트럭처의 개선된 이용 및 잠재적으로 연기한 확장 요구들을 이끌 수 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 실시예는 인프라스트럭처에서 모델 프레임워크(단계들(12 내지 18)에 입력된 정보 중 임의의 것을 포함할 수 있는) 및 제안된 변화들을 수신하는 단계, 및 주어진 공간 어딘가에 및 센서 위치 결정과 반드시 일치하지는 않는 예측된 열역학적 움직임(예로서, 온도, 기류, 기압, 열 에너지, 전력 등)의 형태로 CFD 출력을 발생시키는 단계를 포함하는 방법들을 포함할 수 있다.
- [0039] 현재 청구된 발명의 하나의 부가-가치 제안은 MAC(이동, 부가, 변화) 작업 순서들이 데이터 센터 요원에 의해 실행되는 바와 같이 데이터 센터 열적 모델들의 요구 시, 동적 업데이트를 허용하기 위해 프레임워크를 제공함으로써 생성된 시간- 및 비용-절감들일 수 있다. 도 1에 개괄된 프로세스는 비교적 짧은 시간 기간에서 및 불필요한 수동 개입 없이 각각의 및 모든 장비 변화를 갖고 데이터 센터실 모델의 검증된 개선을 야기할 수 있다. 데이터 센터의 규칙적으로 업데이트된 및 검증된 열적 모델을 유지하는 프레임워크는 비용-효과적인 방식으로 데이터 센터 시운전, 공급, 및 용량 계획 활동들을 강화하기 위해 CFD 및 다른 모델링 기술들의 사용을 허용할 수 있다.
- [0040] 본 발명은 하나 이상의 실시예(들)에 관하여 설명되었지만, 이들 실시예(들)는 비-제한적이며(그것들이 대표적인 것으로서 라벨링되는지 여부에 관계없이), 본 발명의 범위 내에 속하는, 변경들, 치환들, 및 등가물들이 있다는 것을 주의하자. 본 발명의 방법들 및 장치들을 구현하는 많은 대안적인 방식들이 있다는 것이 또한 주의되어야 한다. 그러므로, 이어질 수 있는 청구항들은 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 속하는 것으로서 모든 이러한 변경들, 치환들, 및 등가물들을 포함하는 것으로서 해석되는 것이 의도된다.

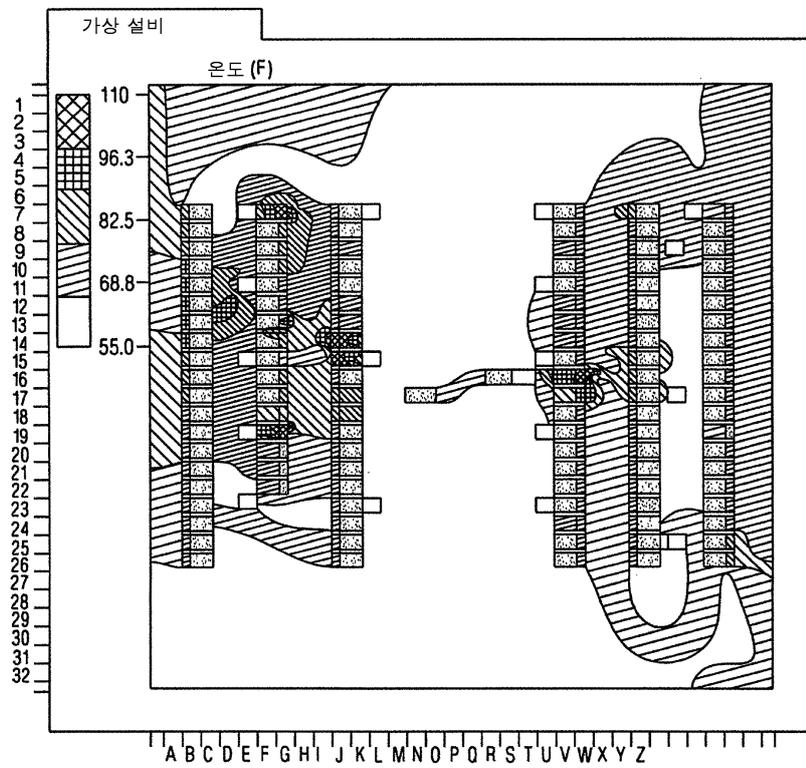
도면  
도면1



도면2a



도면2b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1의 줄 14

**【변경전】**

상기 제1 CFD 모듈을 사용하기 위해

**【변경후】**

상기 제1 CFD 모델을 사용하기 위해

**【직권보정 2】**

**【보정항목】** 청구범위

**【보정세부항목】** 청구항 1의 줄 39

**【변경전】**

제3 데이터 출력 패킷은

**【변경후】**

제3 CFD 데이터 출력 패킷은

**【직권보정 3】**

**【보정항목】** 청구범위

**【보정세부항목】** 청구항 1의 줄 19

**【변경전】**

상기 제2 CFD 모듈을 사용하여 제2 데이터 출력 패킷을 생성하도록

**【변경후】**

상기 제2 CFD 모델을 사용하여 제2 CFD 데이터 출력 패킷을 생성하도록