(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월16일
(11) 등록번호 10-2327694
(24) 등록일자 2021년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01) *G06F 17/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0095740
(22) 출원일자 2020년07월31일
심사청구일자 2020년07월31일
(56) 선행기술조사문헌
Minkwang Cho, 한반도 이산화탄소 관측의 자료동화가 아시아 지역 지표면 탄소 플럭스 추정에 미치는 영향 및 온실가스 인벤토리 자료와의 비교분석, 70p(2019.06.) 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김현미
서울특별시 서초구 반포대로 275, 111동 1702호(반포동, 래미안퍼스티지아파트)
조민광
서울특별시 동작구 상도로38나길 1, 203(상도1동, 강남하이츠빌라)
(74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 신상길

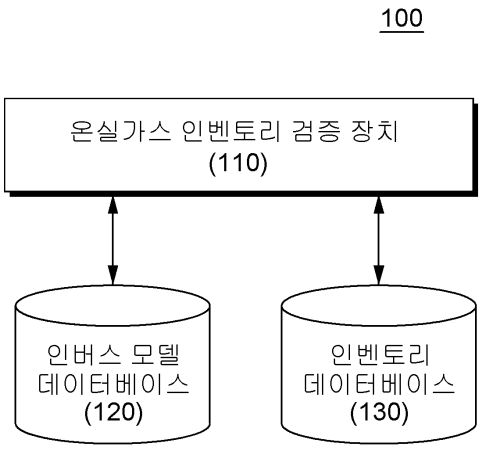
(54) 발명의 명칭 **인버스 모델링을 기반으로 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법 및 그를 위한 장치**

(57) 요 약

인버스 모델링을 기반으로 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법 및 그를 위한 장치를 개시한다.

본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증방법은, 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 데이터 획득 단계; 상기 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 인버스 모델링 처리단계; 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 변환 처리단계; 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교하는 비교 처리단계; 및 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 검증 처리단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1365003238
과제번호	KMI2018-03712
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	기상청
연구사업명	기상/지진See-At기술개발사업
연구과제명	[See-At/기상청/협동]Top-down 모델링 체계 기반의 동아시아 지표면 탄소플럭스 진단 연구(3/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

온실가스 인벤토리를 검증하는 방법에 있어서,

관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 데이터 획득 단계;

상기 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 인버스 모델링 처리단계;

상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 변환 처리단계;

상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교하는 비교 처리단계; 및

상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 검증 처리단계를 포함하되,

상기 비교 처리단계는, 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 상기 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야 각각에 대해 이산화탄소 배출 종류에 따른 식별정보가 기 설정되어 있는 경우, 상기 식별 정보의 동일성 또는 유사성을 기반으로 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 상기 이산화탄소 배출 분야를 자동으로 매칭하여 비교하며,

상기 비교 처리단계는, 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 중 상기 식별정보가 기 설정된 임계치 미만에 해당하는 일부 분야를 결합하고, 결합된 일부 분야를 포함하는 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 상기 이산화탄소 배출 분야를 매칭하여 비교하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터 획득 단계는,

불규칙하게 분포된 관측 위치에서 관측된 대기 중의 이산화탄소 농도에 대한 상기 관측 데이터를 획득하고, 기 설정된 국가 영역의 온실가스 인벤토리 보고서에 포함된 이산화탄소 배출 분야에 대한 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 온실가스 인벤토리 데이터는,

에너지, 산업공정, 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림, 농업 및 폐기물 중 적어도 하나에 대한 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 인버스 모델링 처리단계는,

대기 인버스 모델링(atmosphere inverse modeling)을 이용하여 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 상기 관측 데이터로부터 지표면 이산화탄소 플럭스(flux)를 역으로 계산하여 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 인버스 모델링 처리단계는,

화석연료 플럭스, 생권 플럭스, 화재 플럭스 및 해양 플럭스 중 적어도 하나의 분야 각각에 대한 상기 지표면 이산화탄소 플럭스를 계산하여 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 변환 처리단계는,

상기 온실가스 인벤토리 데이터와 비교하기 위하여 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터에 대한 단위 변환을 수행하되,

상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터의 값에 단위 변환 인자(fac)를 곱셈 처리하고, 기 설정된 기간에 대한 플럭스 값을 누적하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 변환 처리단계는,

상기 온실가스 인벤토리 데이터와 비교하기 위하여, 단위가 변환된 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 격자 영역에서 국가 영역으로 공간 변환을 처리하여 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하되,

격자 영역의 좌표 정보를 기반으로 모든 격자 영역에 대한 상기 지표면 이산화탄소 플럭스를 합산하여 상기 국가 영역 기반의 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 비교 처리단계는,

사용자의 조작에 의해 입력된 선택신호에 근거하여, 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 상기 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야를 수동으로 매칭하여 비교하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 검증 처리단계는,

상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과에 따른 차이값의 크기에 따라 상기 상기 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도를 산출하여 제공하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 검증 처리단계는,

상기 차이값을 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야에 대한 상기 신뢰도를 높이기 위한 보완값을 산출하여 제공하되,

상기 보완값은 상기 차이값의 일정 비율에 해당하는 값인 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증방법.

청구항 13

온실가스 인벤토리를 검증하는 장치로서,

적어도 하나 이상의 프로세서; 및 상기 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리를 포함하며, 상기 프로그램들은 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 하나 이상의 프로세서들에서,

관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 데이터 획득 단계;

상기 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 인버스 모델링 처리단계;

상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 변환 처리단계;

상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교하는 비교 처리단계; 및

상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 검증 처리단계를 포함하되,

상기 비교 처리단계는, 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 상기 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야 각각에 대해 이산화탄소 배출 종류에 따른 식별정보가 기 설정되어 있는 경우, 상기 식별 정보의 동일성 또는 유사성을 기반으로 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 상기 이산화탄소 배출 분야를 자동으로 매칭하여 비교하며,

상기 비교 처리단계는, 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 중 상기 식별정보가 기 설정된 임계치 미만에 해당하는 일부 분야를 결합하고, 결합된 일부 분야를 포함하는 상기 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 상기 이산화탄소 배출 분야를 매칭하여 비교하는 동작들을 수행하게 하는 것을 특징으로 하는 온실가스 인벤토리 검증장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인버스 모델링을 기반으로 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법 및 그를 위한 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 유엔기후변화협약(UNFCCC: The United Nations Framework Convention on Climate Change)은 지구온난화 속도를 늦춰 기후 변화를 완화시키고 인류를 비롯한 지구상의 모두가 기후 변화에 안정적으로 적응할 수 있도록 설립한 국제 협의체이다. 국가 온실가스 인벤토리 보고서는 유엔기후변화협약(UNFCCC) 활동의 일환으로, 각 국가들의 온실가스 배출 현황을 파악함과 동시에 2015년 파리기후협약 이후 자발적 온실가스 감축 의무 이행 수준을 점검하는 근거자료가 된다.

[0004] 온실가스 인벤토리 보고서는 각 국가별로 영토 내에서 발생한 온실기체 (예: 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소(HFC) 등)들의 배출량과 흡수량을 복수의 배출 분야 (예: 에너지, 산업공정, 농업, 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림, 폐기물 등)별로 산정한다. 여기서, 온실가스 인벤토리 보고서의 배출량 산정은 기후 변화에

관한 정부간 협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 제공하는 가이드 라인 및 국가별로 개발한 배출 계수와 통계자료를 이용해 계산된다. 온실가스 인벤토리 보고서에 포함된 지표면 이산화탄소 배출량 또는 흡수량에 대한 자료는 실제 대기 중 이산화탄소 관측자료를 이용하지 않고, 이산화탄소 배출 또는 흡수와 관련된 각 분야의 보고에 의해 지표면 이산화탄소 배출량 또는 흡수량을 산정(국가 온실가스 인벤토리 보고서 작성에 사용되는 방식)한다.

[0005] 이에, 온실가스 인벤토리 보고서의 산출 방식은 실제 대기 중에서 관측되는 자료를 사용하지 않아 데이터의 불확실성이 존재하며, 타 방식의 산출 방식과는 산출된 이산화탄소 배출량 또는 흡수량에 대한 단위가 상이하여 비교가 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 대표적 온실기체인 이산화탄소의 지표면에서의 배출/흡수량을 산정하는 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 불확실성을 보완하기 위한 것으로, 관측된 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 관측 데이터로부터 역으로 지표면 이산화탄소 배출/흡수량을 계산하는 인버스 모델링의 결과를 국가 온실가스 인벤토리 보고서에서 제시된 지표면 이산화탄소 배출/흡수량과 상호 대응 비교하여 검증하는 인버스 모델링을 기반으로 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법 및 그를 위한 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 온실가스 인벤토리 검증방법은, 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 데이터 획득 단계; 상기 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 인버스 모델링 처리단계; 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 변환 처리단계; 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교하는 비교 처리단계; 및 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 검증 처리단계를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 다른 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 온실가스 인벤토리 검증장치는, 적어도 하나 이상의 프로세서; 및 상기 프로세서에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리를 포함하며, 상기 프로그램들은 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 하나 이상의 프로세서들에서, 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 데이터 획득 단계; 상기 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 인버스 모델링 처리단계; 상기 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 변환 처리단계; 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교하는 비교 처리단계; 및 상기 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 상기 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 상기 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 검증 처리단계를 포함하는 동작들을 수행하게 할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 실제 대기 중에서 관측되는 이산화탄소 농도를 제약 조건으로 인버스 모델링을 통해 추정된 지표면 이산화탄소 플럭스를 산출하여 온실가스 인벤토리 보고서의 정보와 상호 비교함으로써, 온실가스 인벤토리 보고서를 검증할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 실제 대기 중에서 관측되는 이산화탄소 농도를 제약 조건으로 인버스 모델링을 통해 추정된 지표면 이산화탄소 플럭스를 산출하여 온실가스 인벤토리 보고서의 정보와 상호 비교함으로써, 온실가스 인벤토리 보고서의 정보를 보완하여 인벤토리 데이터의 신뢰도를 높일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리의 검증 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리를 검증을 위한 컴퓨팅 기기를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다. 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명에서 제안하는 인버스 모델링을 기반으로 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법 및 그를 위한 장치에 대해 자세하게 설명하기로 한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

[0014] 본 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증 시스템(100)은 온실가스 인벤토리 검증장치(110), 인버스 모델 데이터베이스(120) 및 인벤토리 데이터베이스(130)을 포함한다. 도 1의 온실가스 인벤토리 검증 시스템(100)은 일 실시예에 따른 것으로서, 도 1에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 온실가스 인벤토리 검증 시스템(100)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.

[0015] 온실가스 인벤토리 검증 시스템(100)은 온실가스 인벤토리 보고서를 검증하기 위한 시스템으로서, 대표적 온실기체인 이산화탄소의 지표면에서의 배출/흡수량을 산정하는 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 불확실성을 보완하기 위한 동작을 수행한다.

[0016] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 실제 대기 중의 관측 데이터를 획득하고, 획득된 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링 처리를 수행하여 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0017] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 생성된 인버스 모델링 결과 데이터를 단위 및 공간을 변환하여 온실가스 인벤토리 보고서에 대한 온실가스 인벤토리 데이터와 비교한다.

[0018] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 비교한 비교 결과를 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터를 검증한다. 여기서, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 비교 결과를 기반으로 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도를 산출하거나, 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도를 향상시키기 위한 보완 처리를 수행할 수 있다.

[0019] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)에 대한 자세한 설명은 도 2에서 구성요소를 통해 기재하도록 한다.

[0020] 인버스 모델 데이터베이스(120) 및 인벤토리 데이터베이스(130)는 온실가스 인벤토리 검증장치(110)와 연동하며, 온실가스 인벤토리를 검증하기 위한 각종 데이터를 저장 및 제공한다.

[0021] 인버스 모델 데이터베이스(120)는 인버스 모델링을 위한 관측 데이터를 저장하며, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)으로 저장된 관측 데이터를 제공한다. 여기서, 관측 데이터는 대기 중의 이산화탄소 농도 정보를 포함하며, 이산화탄소에 대한 관측 시간, 관측 위치, 관측 조건 등에 대한 정보를 추가로 포함할 수 있다.

[0022] 인버스 모델 데이터베이스(120)는 불규칙(랜덤)하게 분포된 관측 위치에서 관측된 관측 데이터를 저장하는 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0023] 인벤토리 데이터베이스(130)는 온실가스 인벤토리 보고서와 관련된 온실가스 인벤토리 데이터를 저장하며, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)으로 저장된 온실가스 인벤토리 데이터를 제공한다. 여기서, 온실가스 인벤토리 데이터는 온실가스 인벤토리 보고서에 포함된 적어도 하나의 이산화탄소 배출 분야에 대한 이산화탄소 배출/흡수량 정보를 포함한다. 적어도 하나의 이산화탄소 배출 분야는 에너지, 산업공정, 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림, 농업, 폐기물 등일 수 있다.

[0024] 인벤토리 데이터베이스(130)는 기 설정된 국가 영역에 대한 온실 가스 인벤토리 보고서의 온실 가스 인벤토리 데이터를 저장하는 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0025] 인버스 모델 데이터베이스(120) 및 인벤토리 데이터베이스(130)는 서로 다른 데이터베이스인 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 하나의 데이터베이스 내에서 구분된 서로 다른 저장 영역으로 구현

될 수도 있다.

[0026] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

[0027] 본 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 관측 데이터 획득부(210), 인벤토리 데이터 획득부(220), 인버스 모델링 처리부(230), 변환 처리부(240), 비교 처리부(250) 및 검증 처리부(260)를 포함한다. 도 2의 온실가스 인벤토리 검증장치(110)은 일 실시예에 따른 것으로서, 도 2에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 온실가스 인벤토리 검증장치(110)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.

[0028] 관측 데이터 획득부(210)는 관측 데이터를 획득하는 동작을 수행한다.

[0029] 관측 데이터 획득부(210)는 획득된 관측 데이터를 인버스 모델링 처리를 위해 인버스 모델링 처리부(230)로 전달한다. 여기서, 관측 데이터는 대기 중의 이산화탄소 농도 정보를 포함하며, 이산화탄소에 대한 관측 시간, 관측 위치, 관측 조건 등에 대한 정보를 추가로 포함할 수 있다.

[0030] 인벤토리 데이터 획득부(220)는 온실가스 인벤토리 데이터를 획득하는 동작을 수행한다.

[0031] 인벤토리 데이터 획득부(220)는 획득된 온실가스 인벤토리 데이터를 비교하여 검증하기 위해 비교 처리부(250)로 전달한다. 여기서, 온실가스 인벤토리 데이터는 온실가스 인벤토리 보고서에 포함된 적어도 하나의 이산화탄소 배출 분야에 대한 이산화탄소 배출/흡수량 정보를 포함한다. 적어도 하나의 이산화탄소 배출 분야는 에너지, 산업공정, 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림, 농업, 폐기물 등일 수 있다.

[0032] 관측 데이터 획득부(210) 및 인벤토리 데이터 획득부(220)는 서로 다른 모듈인 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 하나의 데이터 획득부(미도시)로 구현될 수 있다. 하나의 데이터 획득부로 구현된 경우, 데이터 획득부는 획득된 관측 데이터를 인버스 모델링 처리부(230)로 전달하고, 획득된 온실가스 인벤토리 데이터를 비교 처리부(250)로 전달할 수 있다.

[0033] 인버스 모델링 처리부(230)는 획득된 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 처리하고, 인버스 모델링을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0034] 인버스 모델링 처리부(230)는 대기 인버스 모델링(atmosphere inverse modeling)을 이용하여 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 관측 데이터로부터 지표면 이산화탄소 플럭스(flux)를 역으로 계산하여 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0035] 인버스 모델링 처리부(230)는 화석연료 플럭스, 생권 플럭스, 화재 플럭스 및 해양 플럭스 중 적어도 하나의 분야 각각에 대한 지표면 이산화탄소 플럭스를 계산하여 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성할 수 있다.

[0036] 인버스 모델링 처리부(230)는 하나의 인버스 모델을 기반으로 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 인버스 모델 각각을 통해 복수의 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성할 수도 있다.

[0037] 이하, 인버스 모델링 처리부(230)에서 수행되는 인버스 모델링 동작에 대해 설명하도록 한다.

[0038] 인버스 모델은 관측된 대기 중 이산화탄소 농도 자료로부터 역으로 지표면 이산화탄소 플럭스를 계산할 수 있다. 지표면 이산화탄소 플럭스는 지구 온난화를 일으키는 주요 온실기체인 이산화탄소의 배출/흡수량을 나타내며, 지표면의 이산화탄소 플럭스 교환은 대기 중 이산화탄소 농도를 결정한다. 따라서, 인버스 모델로부터 얻은 이산화탄소 플럭스 정보는 기후 변화를 진단함과 동시에 기후 위기 대응을 위한 정책 및 의사 결정을 위한 과학적 근거를 제시할 수 있다.

[0039] 인버스 모델은 일반적으로 초기 플럭스 모듈, 대기수송모델, 관측자료 및 자료동화 시스템의 네 가지 구성 요소로 이루어져 있다.

[0040] 먼저 초기 플럭스 모듈은 이산화탄소가 배출, 흡수되는 네 개의 주요 모듈(예: 생권, 해양, 화석연료, 화재)로부터 얼마의 이산화탄소가 배출/흡수되는지 추측한 값으로, 모델 계산이 가능하게 하는 초기 정보를 제공해준다. 대기수송모델은 초기 플럭스 정보를 기상장 (특히 바람장)을 따라 수송시킨 뒤 각 모델 격자에서의 이산화탄소 농도 값을 계산한다. 모델 이산화탄소 농도는 관측된 실제 이산화탄소 농도와 비교되고, 자료동화 과정을 통해 모델에서 계산된 이산화탄소 농도가 관측된 이산화탄소 농도에 가까워지게 하기 위한 지표면 이산화탄소 플럭스를 역으로 추정하게 된다. 즉, 인버스 모델링을 통해 대기에서 관측된 실제 이산화탄소 농도를 고

려한 지표면 이산화탄소 배출/흡수량이 산정되게 된다.

[0041] 인버스 모델의 지표면 이산화탄소 플럭스 (배출/흡수량)은 네가지 분야로 구분될 수 있다. 여기서, 지표면 이산화탄소 플럭스의 분야는 화석연료 플럭스, 생권 플럭스, 화재 플럭스, 해양 플럭스 등일 수 있다.

[0042] 인버스 모델에서 산출되는 화석연료 플럭스는 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 에너지 및 산업공정 분야의 이산화탄소 배출량에 대응한다. 인버스 모델링의 화석연료 플럭스는 CDIAC (Boden et al., 2013)과 BP statistical review of World Energy의 이산화탄소 플럭스 자료를 활용한다. 이 자료들은 에너지 생산 또는 산업분야에서 사용된 화석연료 양을 토대로 계산된 것이므로, 온실가스 인벤토리 보고서에서 에너지, 산업공정 분야의 배출량을 산정하는 방법과 동일하다.

[0043] 국가 온실가스 보고서에서는 육지에서의 지표면 이산화탄소 배출량만 고려하므로, 인버스 모델에서 산출되는 해양 플럭스는 국가 온실가스 보고서에 대응하는 분야가 없다.

[0044] 인버스 모델에서 산출되는 생권 플럭스와 화재 플럭스의 합은 국가 온실가스 보고서의 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림 (LULUCF: Land use, Land-use change, and Forestry) 분야의 이산화탄소 배출량에 대응한다.

[0045] 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림 분야에서는 탄소 저장고 (C stock)별로 (광합성과 호흡 과정이 모두 반영된) 이산화탄소의 연간 변화량을 플럭스 값의 형태로 보고하는데, 이는 생권 플럭스에서 계산한 순생태계 교환량(NEE: Net Ecosystem Exchange)에 화재와 같은 자연 변동의 영향도 포함된다.

[0046] 인버스 모델의 생권 플럭스는 CASA(Carnegie Ames Stanford Approach) 생지화학 모델에서 위성 관측 식생(지면) 정보와 기상 변수들로부터 계산된 광합성량과 호흡량을 합한 순생태계 교환량(NEE) 값과 같다. 생권 플럭스는 19 개 생태지역(ecoregion)으로 구분하는데, 이들은 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림 분야의 식생 타입을 좀 더 세분화한 것으로 볼 수 있다.

[0047] 이하, 인버스 모델링 처리부(230)에서 복수의 인버스 모델을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 앙상블 버전에 대해 설명하도록 한다.

[0048] 인버스 모델링 처리부(230)에서 앙상블 칼만 필터를 이용하는 인버스 모델의 경우에는 모델에서 산출되는 지표면 이산화탄소 배출/흡수량 결과가 하나가 아니라 앙상블 멤버로 여러 개 산출될 수 있다. 이러한 경우, 이산화탄소 플럭스 값의 앙상블 멤버들이 위의 과정을 동일하게 거치면 연간 이산화탄소 배출량 앙상블 또한 계산할 수 있다. 또한, 인버스 모델링 처리부(230)에서는 평균과 분산을 통해 인버스 모델에서 산출되는 량의 불확도 범위를 추정할 수 있다. 인버스 모델링 처리부(230)에서는 이 불확도 범위 안에 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 값이 존재하는지 여부를 통해 두 값의 신뢰 정도를 판단할 수 있다.

[0049] 인버스 모델링 처리부(230)에서는 두 개 이상의 서로 다른 인버스 모델의 결과로 다중 인버스 모델 앙상블을 이룰 수 있다. 서로 다른 인버스 모델이라도 지표면 이산화탄소 플럭스의 분야는 서로 비슷할 수 있다. 그러나 다른 모델의 경우, 시공간 분해능이 서로 다르다. 이에, 인버스 모델링 처리부(230)에서는 공간 모델 격자 간격이 다를 경우 큰 격자에서 나온 결과를 작은 격자로 맞출 때는 다운스케일을 하고, 작은 격자에서 나온 결과를 큰 격자에 맞출 때는 업스케일을 한다. 인버스 모델링 처리부(230)에서는 시간 간격이 주 단위가 아닐 때는 주 단위로 맞춰 단위 변환 처리(블록 240의 동작)를 적용할 수 있다.

[0050] 변환 처리부(240)는 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성하는 동작을 수행한다.

[0051] 변환 처리부(240)는 온실가스 인벤토리 데이터와 비교하기 위하여 초기 인버스 모델링 결과 데이터에 대한 단위 변환을 수행한다.

[0052] 변환 처리부(240)는 초기 인버스 모델링 결과 데이터의 값에 단위 변환 인자(fac)를 곱셈 처리하고, 기 설정된 기간에 대한 플럭스 값을 누적하여 단위 변환을 수행한다.

[0053] 예를 들어, 인버스 모델에서 산출되는 분야에는 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 농업 분야 및 폐기물 분야에 대응하는 분야가 없어 비교 대상에서 제외한다.

[0054] 인버스 모델 격자에서 산출되는 지표면 이산화탄소 플럭스의 단위는 $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ 이고 1 주일 간격으로 생산된다. 반면 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 이산화탄소 배출/흡수량의 단위는 $MtCO2\ yr^{-1}$ (또는 $PgCO2\ yr^{-1}$)라 1년 단위로 산출된다. 따라서, 모델 격자 별, 주 별 지표면 이산화탄소 플럭스 값을 누적하기 전 단위 변환이 선행

되어야 한다. 여기서, 단위 변환 인자(fac)는 [수학식 1]과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

[0055] $$fac = a * b * c * d/e$$

[0056] (fac: 단위 변환 인자, a: 시간 단위 변환 변수, b: 일간 단위 변환 변수, c: 원자량 단위 변환 변수, d: 배출량 단위 변환 변수 및 e: 질량 단위 변환 변수)

[0057] 이하, 변환 처리부(240)의 단위 변환 동작을 [수학식 2]로 예를 들어 설명하도록 한다.

수학식 2

[0058] $$fac = 86400 * 7 * 12 * 3.67/10^{12}$$

[0059] 단위 변환 인자 fac의 앞의 두 항은 시간 단위 환산을 위한 것이며, 나머지 세 항은 이산화탄소의 양을 표현하는 단위를 환산하기 위해 쓰인다. 첫 번째 항 86400은 초 단위 (s^{-1})를 일 단위 (day^{-1})로 변환한다 (1 day = 86400 s). 다음으로 플럭스 값이 1주일 (= 7일) 간격으로 생산되는 것을 고려해 7을 곱한다. 세 번째 항인 12는 1 mol의 탄소 (C)의 원자량이 12 g mol^{-1}인 사실을 바탕으로 몰 (mol)을 질량 단위 g으로 변환하는 역할을 한다. 국가 온실가스 인벤토리 보고서에서는 관습적으로 탄소 (C) 대신 배출량이 많고 온도 상승에 가장 큰 영향을 미치는 이산화탄소 (CO_2) 단위로 배출량을 산정하기 때문에, 탄소 원자량 (12 g mol^{-1})과 이산화탄소 분자량 (44 g mol^{-1})의 비율 44/12 = 3.67을 곱하여 배출량을 이산화탄소 단위로 변환해준다. 마지막으로 g을 Mt (million tonne, 1 Mt = 10^{12} g)으로 변환하기 위해 10^{12}로 나눠준다. (Petagram (Pg)으로 변환할 경우 양변을 10^{15}로 나눠준다; 1 Pg = 10^{15} g)

[0060] 단위 변환 인자를 곱한 뒤 이산화탄소 플럭스의 단위는 MtCO2 m^{-2}가 된다. 각 연도별로 1주일 단위의 이산화탄소 플럭스 값이 52개 (또는 53개) 존재하므로 격자마다 1년 치 플럭스 값을 누적한다. 그 다음 인버스 모델에서 주어진 격자 면적을 곱해 m^{-2}을 소거한다.

[0061] 변환 처리부(240)는 온실가스 인벤토리 데이터와 비교하기 위하여, 단위가 변환된 초기 인버스 모델링 결과 데이터의 공간 변환을 처리하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다. 변환 처리부(240)는 단위가 변환된 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 격자 영역에서 국가 영역으로 공간 변환을 처리하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0062] 구체적으로, 변환 처리부(240)는 격자 영역의 좌표 정보를 기반으로 모든 격자 영역에 대한 지표면 이산화탄소 플럭스를 합산하여 국가 영역 기반의 변환 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0063] 이하, 변환 처리부(240)의 공간 변환 동작에 대해 설명하도록 한다.

[0064] 인버스 모델에서 산출되는 지표면 이산화탄소 배출/흡수량은 모델 격자에서 산출되고, 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 지표면 이산화탄소 흡수/배출량은 국가별로 산출되므로 그 두 량을 비교하기 위해서는 인버스 모델에서 산출되는 지표면 이산화탄소 배출/흡수량을 국가별로 계산해야 한다.

[0065] 인버스 모델 격자의 좌표 정보를 the Database of Global Administrative Areas (GADM) 웹사이트 (gadm.org)에서 제공하는 데이터로부터 얻는다. 계산하고자 하는 국가 영역에 해당하는 격자에서 인버스 모델에서 산출된 지표면 이산화탄소 배출/흡수량을 모두 합하면, 최종적으로 국가별 연간 이산화탄소 배출량이 계산된다.

[0066] 비교 처리부(250)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교한다.

[0067] 비교 처리부(250)는 수동 또는 자동으로 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교할 수 있다.

[0068] 비교 처리부(250)는 사용자의 조작에 의해 입력된 선택신호에 근거하여 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야를 수동으로 매칭할 수 있다.

[0069] 한편, 비교 처리부(250)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야 각각에 대해 이산화탄소 배출 종류에 따른 식별정보가 기 설정되어 있는 경우, 자동으로 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 매칭할 수 있다.

[0070] 비교 처리부(250)는 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 이산화탄소 배출 분야 각각에 대해 이산화탄소 배출 종류에 따른 식별정보가 설정되어 있는 경우, 식별 정보의 동일성 또는 유사성을 기반으로 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 및 상기 이산화탄소 배출 분야를 자동으로 매칭할 수 있다. 여기서, 식별정보는 기 설정된 기준분류 테이블에 의해 선정된 식별 코드일 수 있으며, 식별 코드는 1 이상의 자연수로 표현될 수 있다.

[0071] 또한, 비교 처리부(250)는 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 중 식별정보가 동일하거나 유사한 일부 분야를 결합하고, 결합된 일부 분야를 포함하는 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 이산화탄소 배출 분야를 매칭할 수 있다. 예를 들어, 비교 처리부(250)는 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야 중 소정의 이산화탄소 플럭스 산출 분야를 기준으로 식별정보가 기 설정된 임계치(예: 2) 미만인 이산화탄소 플럭스 산출 분야들을 하나의 이산화탄소 플럭스 산출 분야로 그룹핑하고, 그룹핑된 이산화탄소 플럭스 산출 분야를 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야와 매칭시켜 비교할 수 있다.

[0072] 이하, 비교 처리부(250)의 비교 동작에 대해 설명하도록 한다.

[0073] 인버스 모델의 공간 범위 (아시아, 전지구 등)에 따라 우리나라뿐만 아니라 다른 나라에 대해서도 인버스 모델 결과를 변환하여 다른 나라의 국가 온실가스 인벤토리 보고서 결과와 비교한다.

[0074] 인버스 모델링을 할 때 모델 이산화탄소 농도와 비교되는 관측된 이산화탄소 농도 자료가 많을수록, 인버스 모델에서 산출되는 지표면 이산화탄소 배출/흡수량의 신뢰도가 커진다. 따라서 각 국가 별로 인버스 모델 결과 산출에 사용된 관측된 이산화탄소의 농도 자료의 개수를 감안하여, 국가 인벤토리 보고서 결과와 인버스 모델 결과를 비교한다. 즉 두 결과간의 차이에 관한 통계 (예를 들어 평균 제곱근 편차 (Root-mean-square deviation), 평균 절대 오차(MAE: mean absolute error)를 관측된 이산화탄소 농도 자료의 개수로 정규화(normalize)하여 비교함으로써, 비교의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0075] 검증 처리부(260)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 동작을 수행한다.

[0076] 검증 처리부(260)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과에 따른 차이값의 크기에 따라 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도를 산출할 수 있다. 여기서, 검증 처리부(260)는 비교 결과에 따른 차이값이 클수록 신뢰도를 낮게 산출하고, 비교 결과에 따른 차이값이 작을수록 신뢰도를 높게 산출한다. 즉, 비교 결과에 따른 차이값의 크기와 신뢰도는 반비례 관계로 산출될 수 있다.

[0077] 한편, 검증 처리부(260)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과에 따른 차이값을 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야에 대한 신뢰도를 높이기 위한 보완값을 산출할 수 있다. 검증 처리부(260)는 비교 결과에 따른 차이값의 일정 비율에 해당하는 값을 보완값으로 산출할 수 있으며, 차이값의 일정 비율은 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도에 따라 변경되어 적용될 수 있다. 여기서, 산출된 보완값은 사용자 단말기(미도시)로 제공되거나, 온실가스 인벤토리 검증장치(110) 자체적으로 온실가스 인벤토리 데이터 보완을 위해 제공될 수 있다.

[0078] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리를 검증하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0079] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터를 획득한다(S310). 관측 데이터는 대기 중의 이산화탄소 농도 정보를 포함하며, 이산화탄소에 대한 관측 시간, 관측 위치, 관측 조건 등에 대한 정보를 추가로 포함할 수 있다. 또한, 온실가스 인벤토리 데이터는 온실가스 인벤토리 보고서에 포함된 적어도 하나의 이산화탄소 배출 분야에 대한 이산화탄소 배출/흡수량 정보를 포함한다.

[0080] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 획득된 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링을 처리하고, 인버스 모델링

을 통해 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다(S320). 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 대기 인버스 모델링(atmosphere inverse modeling)을 이용하여 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 관측 데이터로부터 지표면 이산화탄소 플럭스(flux)를 역으로 계산하여 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 생성한다.

[0081] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 초기 인버스 모델링 결과 데이터를 변환 인버스 모델링 결과 데이터로 변환하고, 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교한다(S330). 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 수동 또는 자동으로 매칭하여 비교할 수 있다.

[0082] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야와 온실가스 인벤토리 데이터의 이산화탄소 배출 분야를 수동 또는 자동으로 매칭하여 비교할 수 있다. 여기서, 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야는 화석연료 플럭스, 생권 플럭스, 화재 플럭스, 해양 플럭스 등일 수 있으며, 이산화탄소 배출 분야는 에너지, 산업공정, 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림, 농업, 폐기물 등일 수 있다.

[0083] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터를 검증한다(S340).

[0084] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과에 따른 차이값의 크기에 따라 온실가스 인벤토리 데이터의 신뢰도를 산출할 수 있다.

[0085] 도 3에서는 각 단계를 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 3에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 3은 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0086] 도 3에 기재된 본 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증방법은 애플리케이션(또는 프로그램)으로 구현되고 단말장치(또는 컴퓨터)로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 온실가스 인벤토리 검증방법을 구현하기 위한 애플리케이션(또는 프로그램)이 기록되고 단말장치(또는 컴퓨터)가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨팅 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치 또는 매체를 포함한다.

[0087] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 인버스 모델링 결과 데이터를 변환하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

[0088] 도 4는 도 3의 단계 S330의 구체적인 동작을 설명하기 위한 순서도를 도시한다.

[0089] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 초기 인버스 모델링 결과 데이터(인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량)가 온실가스 인벤토리 데이터(국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량)에 대응되도록 매칭하는 동작을 수행한다(S410).

[0090] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 초기 인버스 모델링 결과 데이터(인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량)의 단위 및 공간을 온실가스 인벤토리 데이터(국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량)의 단위 및 공간과 같아지도록 변환을 수행한다(S420).

[0091] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터(단위 및 공간이 변환된 인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량)를 온실가스 인벤토리 데이터(국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량)와 비교한다(S430).

[0092] 도 4에서는 각 단계를 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 4에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 4는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0093] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리의 검증 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

[0094] 도 5는 인버스 모델링 결과 데이터(510)과 온실가스 인벤토리 데이터(520)를 매칭하여 비교하고, 비교결과에 따른 검증 결과(530)를 도출하는 동작을 나타낸 예시도이다.

[0095] 인버스 모델링 결과 데이터(510)는 화석연료 플럭스(a), 생권 플럭스(b), 화재 플럭스(c), 해양 플럭스(d) 등의 지표면 이산화탄소 플럭스 산출 분야를 포함할 수 있고, 온실가스 인벤토리 데이터(520)는 에너지(ㄱ), 산업공정(ㄴ), 농업(ㄷ), 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림(ㄹ), 폐기물(ㅁ) 등의 이산화탄소 배출 분야를 포함할 수 있다.

[0096] 예를 들어, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 비교 처리부(250)는 인버스 모델링 결과 데이터(510)의 화석연료 플럭스(a)와 온실가스 인벤토리 데이터(520)의 에너지(ㄱ) 및 산업공정(ㄴ)을 매칭하여 비교할 수 있다.

[0097] 또한, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 비교 처리부(250)는 인버스 모델링 결과 데이터(510)의 생권 플럭스(b) 및 화재 플럭스(c)를 결합한 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터(520)의 토지 이용과 토지 이용 변화 및 삼림(ㄹ)을 매칭하여 비교할 수 있다.

[0098] 또한, 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 비교 처리부(250)는 인버스 모델링 결과 데이터(510)의 해양 플럭스(d)와 온실가스 인벤토리 데이터(520)의 농업(ㄷ) 및 폐기물(ㅁ)에 대한 분야는 매칭하지 않고, 나머지 분야만을 이용하여 비교 처리를 수행한다.

[0099] 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 검증 처리부(260)는 변환 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터 간의 비교 결과를 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터를 검증을 수행한다. 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 검증 처리부(260)는 온실가스 인벤토리 보고서의 검증을 위하여 온실가스 인벤토리 검증장치(110)의 검증 처리부(260)는 온실가스 인벤토리 데이터에 대한 신뢰도, 보완, 수정 등을 위한 검증 결과(530)를 도출할 수 있다.

[0100] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 온실가스 인벤토리를 검증을 위한 컴퓨팅 기기를 나타낸 블록도이다.

[0101] 본 실시예에 따른 온실가스 인벤토리의 검증을 위한 컴퓨팅 장치(600)는 입력부(610), 출력부(620), 프로세서(630), 메모리(640) 및 데이터베이스(650)를 포함한다. 도 6의 컴퓨팅 장치(600)는 일 실시예에 따른 것으로서, 도 6에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 컴퓨팅 장치(600)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다. 한편, 컴퓨팅 장치(600)는 온실가스 인벤토리를 검증하는 온실가스 인벤토리 검증장치(110)로 구현될 수 있으며, 컴퓨팅 장치(600)에 포함된 각 구성요소들은 각각 별도의 소프트웨어 장치로 구현되거나, 소프트웨어가 결합된 별도의 하드웨어 장치로 구현될 수 있다.

[0102] 컴퓨팅 장치(600)는 관측된 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 관측 데이터로부터 역으로 지표면 이산화탄소 배출/흡수량을 계산하는 인버스 모델링의 결과를 국가 온실가스 인벤토리 보고서에서 제시된 지표면 이산화탄소 배출/흡수량과 상호 대응 비교하여 검증하는 동작을 수행한다.

[0103] 입력부(610)는 온실가스 인벤토리를 검증하는 동작을 수행하기 위한 신호 또는 데이터를 입력하거나 획득하는 수단을 의미한다. 입력부(610)는 프로세서(630)와 연동하여 다양한 형태의 신호 또는 데이터를 입력하거나, 외부 장치와 연동하여 직접 데이터를 획득하여 프로세서(630)로 전달할 수도 있다. 여기서, 입력부(610)는 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터와 관련된 정보, 선택 신호 등을 입력하거나 입력 받기 위한 장치 또는 서버 일수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0104] 출력부(620)는 프로세서(630)와 연동하여 비교 결과, 검증 결과 등을 표시할 수 있다. 출력부(620)는 소정의 정보를 출력하기 위하여 컴퓨팅 장치(600)에 구비된 디스플레이(미도시), 스피커 등을 통해 다양한 정보를 표시하는 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0105] 프로세서(630)는 메모리(640)에 포함된 적어도 하나의 명령어 또는 프로그램을 실행시키는 기능을 수행한다.

[0106] 본 실시예에 따른 프로세서(630)는 입력부(610) 또는 데이터베이스(650)로부터 실제 대기 중의 관측 데이터를 획득하고, 획득된 관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링 처리를 수행하여 인버스 모델링 결과 데이터를 생성할 수 있다.

[0107] 또한, 프로세서(630)는 생성된 인버스 모델링 결과 데이터를 단위 및 공간을 변환하여 온실가스 인벤토리 보고서에 대한 온실가스 인벤토리 데이터와 비교하고, 인버스 모델링 결과 데이터와 온실가스 인벤토리 데이터를 비교한 비교 결과를 이용하여 온실가스 인벤토리 데이터를 검증하는 동작을 수행한다.

[0108] 메모리(640)는 프로세서(630)에 의해 실행 가능한 적어도 하나의 명령어 또는 프로그램을 포함한다. 메모리(640)는 인버스 모델링 처리, 데이터 변환, 분야 매칭, 데이터 비교, 데이터 검증 등의 처리를 수행하기 위한 명령어 또는 프로그램을 포함할 수 있다.

[0109] 데이터베이스(650)는 데이터베이스 관리 프로그램(DBMS)을 이용하여 컴퓨터 시스템의 저장공간(하드디스크 또는 메모리)에 구현된 일반적인 데이터구조를 의미하는 것으로, 데이터의 검색(추출), 삭제, 편집, 추가 등을 자유롭게 행할 수 있는 데이터 저장형태를 뜻하는 것으로, 오라클(Oracle), 인포믹스(Infomix), 사이베이스(Sybase), DB2와 같은 관계형 데이타베이스 관리 시스템(RDBMS)이나, 겜스톤(Gemston), 오리온(Orion), O2 등

과 같은 객체 지향 데이타베이스 관리 시스템(OODBMS) 및 엑셀론(Excelon), 타미노(Tamino), 세카이주(Sekaiju) 등의 XML 전용 데이터베이스(XML Native Database)를 이용하여 본 발명의 일 실시예의 목적에 맞게 구현될 수 있고, 자신의 기능을 달성하기 위하여 적당한 필드(Field) 또는 엘리먼트들을 가지고 있다.

[0110] 본 실시예에 따른 데이터베이스(650)는 인버스 모델 데이터베이스(120) 및 인벤토리 데이터베이스(130)를 포함할 수 있다. 데이터베이스(650)는 관측 데이터 및 온실가스 인벤토리 데이터 등을 저장하고, 저장된 데이터를 제공할 수 있다. 한편, 데이터베이스(650)는 컴퓨팅 장치(600) 내에 구현되는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 데이터 저장장치로 구현될 수도 있다.

[0111] 이상의 설명은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명의 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0112] 100: 온실가스 인벤토리 검증 시스템

110: 온실가스 인벤토리 검증장치

120: 인버스 모델 데이터베이스

130: 인벤토리 데이터베이스

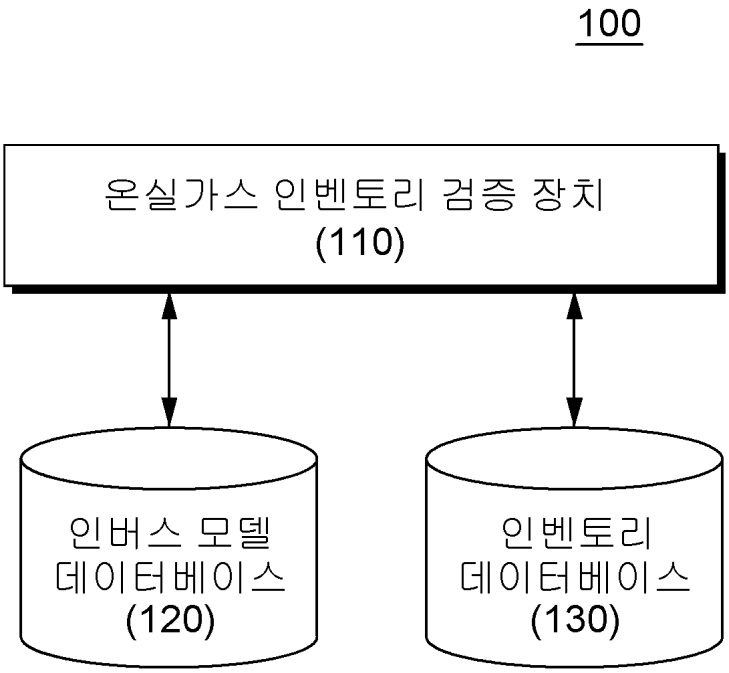
210: 관측 데이터 획득부 220: 인벤토리 데이터 획득부

230: 인버스 모델링 처리부 240: 변환 처리부

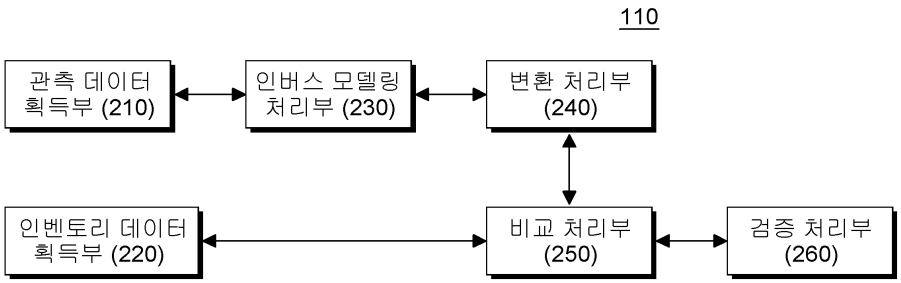
250: 비교 처리부 260: 검증 처리부

도면

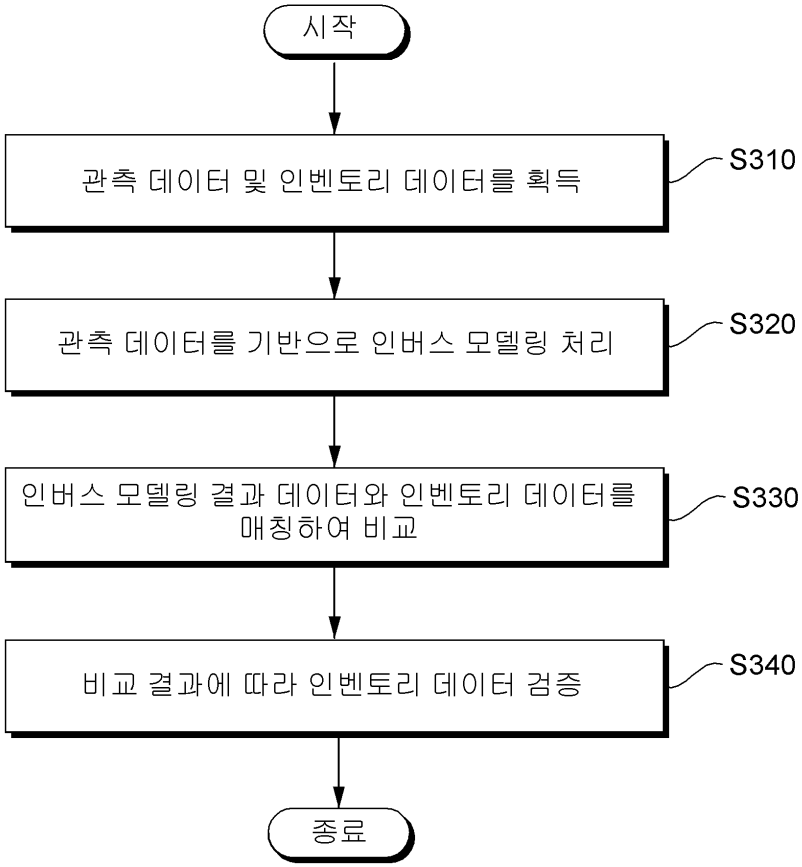
도면1


100
온실가스 인벤토리 검증 장치
(110)
인버스 모델
데이터베이스
(120)
인벤토리
데이터베이스
(130)

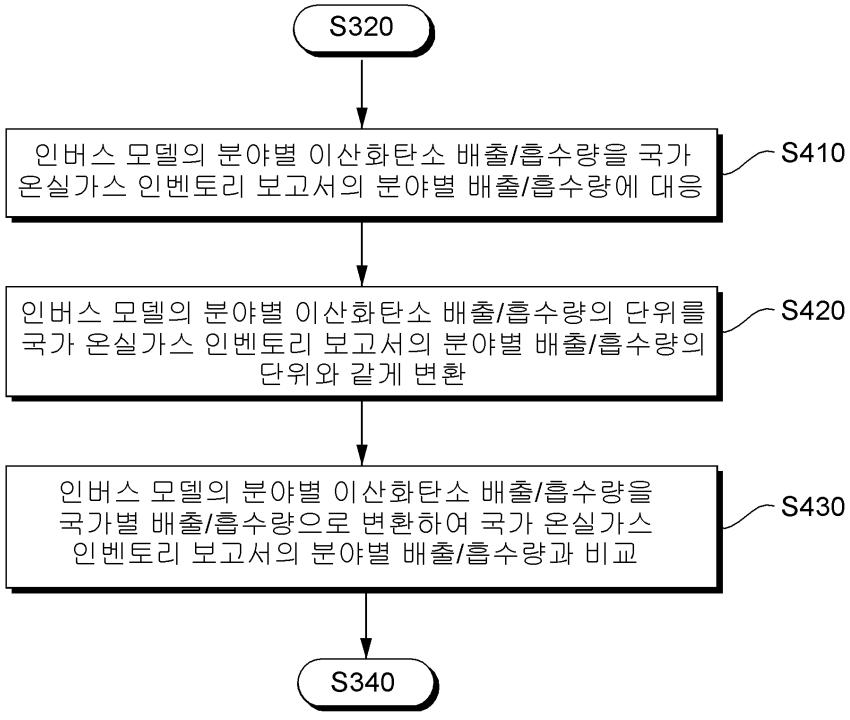
도면2


110
관측 데이터
획득부 (210)
인버스 모델링
처리부 (230)
변환 처리부
(240)
인벤토리 데이터
획득부 (220)
비교 처리부
(250)
검증 처리부
(260)

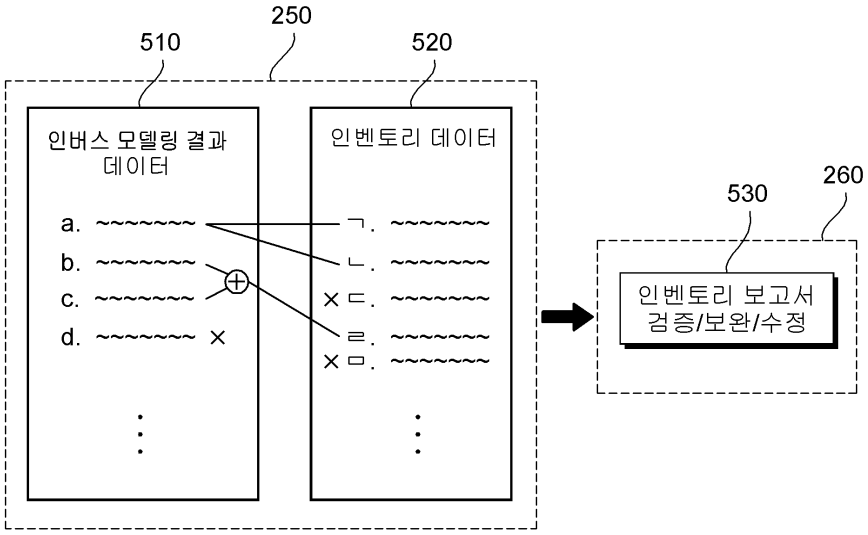
도면3


시작
관측 데이터 및 인벤토리 데이터를 획득
S310
관측 데이터를 기반으로 인버스 모델링 처리
S320
인버스 모델링 결과 데이터와 인벤토리 데이터를 매칭하여 비교
S330
비교 결과에 따라 인벤토리 데이터 검증
S340
종료

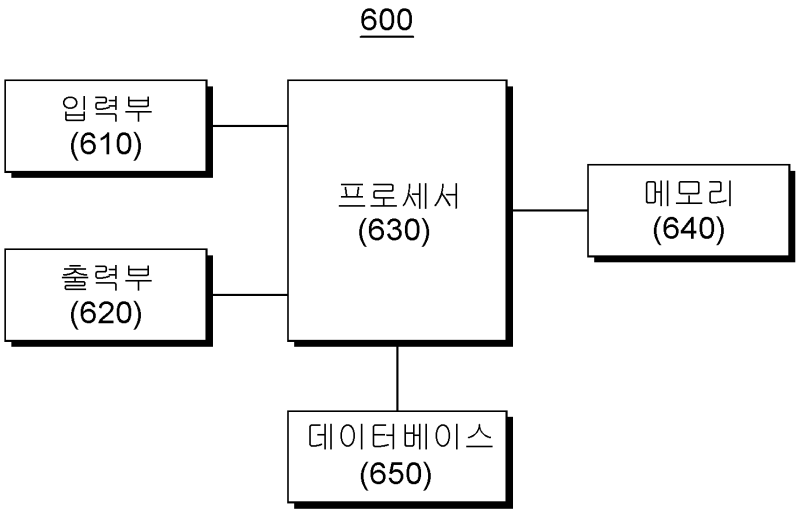
도면4


S320
인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량을 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량에 대응
S410
인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량의 단위를 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량의 단위와 같게 변환
S420
인버스 모델의 분야별 이산화탄소 배출/흡수량을 국가별 배출/흡수량으로 변환하여 국가 온실가스 인벤토리 보고서의 분야별 배출/흡수량과 비교
S430
S340

도면5


250
510
520
인버스 모델링 결과 데이터
a. ~~~~~~~
b. ~~~~~~~
c. ~~~~~~~
d. ~~~~~~~ ×
인벤토리 데이터
ㄱ. ~~~~~~~
ㄴ. ~~~~~~~
× ㄷ. ~~~~~~~
ㄹ. ~~~~~~~
× ㅁ. ~~~~~~~
530
260
인벤토리 보고서 검증/보완/수정

도면6


600
입력부 (610)
출력부 (620)
프로세서 (630)
메모리 (640)
데이터베이스 (650)