



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0010730
(43) 공개일자 2022년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B63B 79/30 (2020.01) B63B 49/00 (2006.01)
B63B 79/10 (2020.01) B63B 79/20 (2020.01)
B63H 21/21 (2006.01) F02D 29/02 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B63B 79/30 (2022.01)
B63B 49/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-7040732

(22) 출원일자(국제) 2020년05월22일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2021년12월13일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/020425

(87) 국제공개번호 WO 2020/235688

국제공개일자 2020년11월26일

(30) 우선권주장

JP-P-2019-095768 2019년05월22일 일본(JP)

(71) 출원인

고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠겐큐쥬

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고

나부테스코 가부시카이사

일본 도쿄도 지요다쿠 히라카와쥬 2쥬메 7방 9고

(72) 발명자

키타가와 야스시

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고

고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠겐큐쥬 내

본다렌코 올레스키

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고

고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠겐큐쥬 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

강일우

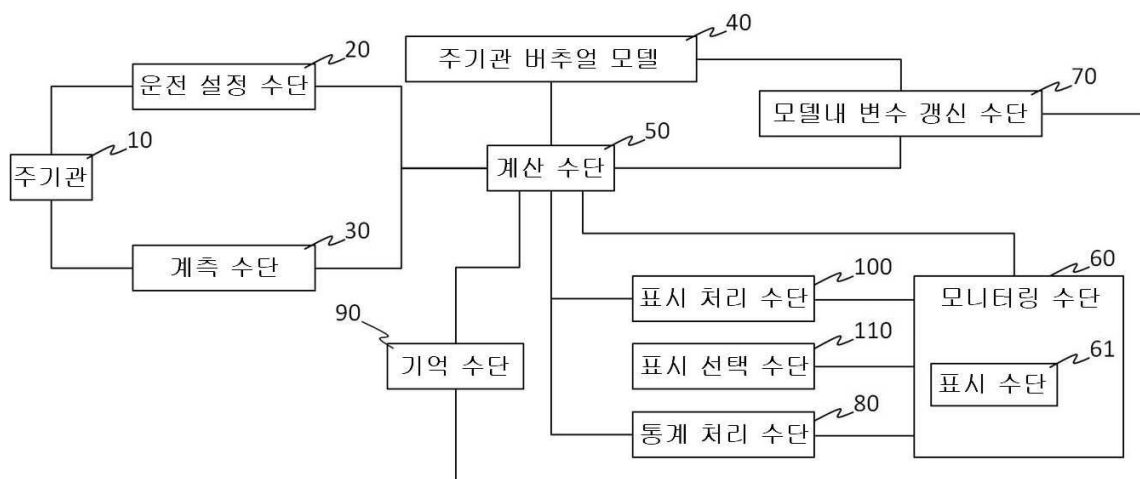
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 선박의 주기관 모니터링 방법, 주기관 모니터링 시스템, 주기관 상태 예측 시스템, 및 운항
상황 예측 시스템

(57) 요약

실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로 주기관 상태를 모니터링할 수 있는 선박의 주기관 모니터링 방법, 주기관 모니터링 시스템, 주기관 상태 예측 시스템, 및 운항 상황 예측 시스템을 제공하는 것을 과제로 하고, 선박(A)의 주기관(10)의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델의 조합에 의한 주기관 버추얼 모델(40)에, 모델내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값을 적용하고, 주기관 버추얼 모델(40)에 의해 계산을 행해서 주기관(10)의 주기관 상태를 모니터링함과 함께, 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경해서 주기관 버추얼 모델(40)을 갱신한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B63B 79/10 (2022.01)

B63B 79/20 (2022.01)

B63H 21/21 (2013.01)

F02D 29/02 (2013.01)

F02D 41/22 (2013.01)

(72) 발명자

후쿠다 테즈코

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6쵸메 38반 1고 고
쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쵸 · 고완 · 고쿠기쥬츠
겐큐쵸 내

이데구치 마코토

일본국 효고켄 고베시 니시쿠 후쿠요시다이 1쵸메
1617반 1 나부테스코 가부시키키가이샤 세이신 고쵸
내

후지와라 마코토

일본국 효고켄 고베시 니시쿠 후쿠요시다이 1쵸메
1617반 1 나부테스코 가부시키키가이샤 세이신 고쵸
내

명세서

청구범위

청구항 1

선박의 주기관(主機)의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델의 조합에 의한 주기관 버추얼 모델에, 모델 내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 주기관의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값을 적용하고, 상기 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행해서 상기 주기관의 주기관 상태를 모니터링함과 함께, 상기 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 상기 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 상기 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경해서 상기 주기관 버추얼 모델을 갱신하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

실제의 상기 주기관의 상기 운전에 관련된 설정값으로서 상기 주기관의 지령 회전수를 이용하고, 상기 주요한 계측값으로서 상기 주기관의 회전수와 연료 공급량을 이용하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행하는 상기 주기관 상태는, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토크의 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 상기 모니터링을 행하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델 및 상기 프로펠러에 의해 추진되는 상기 선박의 선체 모델을 이용하여, 실험실에 있어서의 상기 주기관 상태 또는 상기 선박의 운항 상황을 예측하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모니터링하기 위한 상기 주기관 상태를 상기 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 표시하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 모니터링하기 위한 상기 주기관 상태의 표시는, 상기 모델 파라미터를 변경하지 않는 상기 주기관 버추얼 모델에 의한 상기 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 상기 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 상기 주기관 버추얼 모델에 의한 상기 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 상기 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 표시하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

선택하는 것에 의해 복수의 상기 주기관 상태 파라미터의 적어도 하나를 표시가능한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 방법.

청구항 9

선박의 주기관과, 상기 주기관의 운전에 관련된 설정값을 설정하는 운전 설정 수단과, 상기 주기관의 주요한 계측값을 취득하는 계측 수단과, 상기 주기관의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델을 조합한 주기관 버추얼 모델과, 모델내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 상기 설정값과 상기 계측값을 상기 주기관 버추얼 모델에 적용하고 주기관 상태의 계산을 행하는 계산 수단과, 상기 계산 수단의 계산 결과에 기초하여 상기 주기관 상태를 모니터링하는 모니터링 수단과, 상기 주기관 상태 파라미터 및 상기 계산 결과로서의 상기 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 상기 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경하고 상기 주기관 버추얼 모델을 갱신하는 모델내 변수 갱신 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 운전 설정 수단에 의해 설정하는 상기 운전에 관련된 설정값은 상기 주기관의 지령 회전수이고, 상기 계측 수단에 의해 계측하는 상기 주요한 계측값은 상기 주기관의 회전수와 연료 공급량인 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 계산 수단은, 상기 주기관 버추얼 모델을 이용하여 상기 주기관 상태로서, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나의 계산을 행하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 12

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 상기 모니터링을 행하는 통계 처리 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모니터링 수단으로서 상기 주기관 상태를 표시하는 표시 수단을, 상기 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 구비한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 표시 수단에의 상기 주기관 상태의 표시를 위한, 상기 모델 파라미터를 변경하지 않는 상기 주기관 버추얼 모델에 의한 상기 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 상기 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 상기 주기관 버추얼 모델에 의한 상기 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 상기 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 처리하는 표시 처리 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 표시 수단에 상기 주기관의 상기 운전에 관련된 설정값과, 주요한 상기 계측값의 표시를 선택하는 표시 선택 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 모니터링 시스템.

청구항 16

제9항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 상기 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델과, 상기 프로펠러에 의해 추진되는 상기 선박의 선체 모델과, 실패역에 있어서의 상기 선박의 운항 조건 입력 수단을 더 구비하고, 실패역에 있어서의 상기 주기관 상태를 예측하는 것을 특징으로 하는 선박의 주기관 상태 예측 시스템.

청구항 17

제9항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 상기 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델과, 상기 프로펠러에 의해 추진되는 상기 선박의 선체 모델과, 실패역에 있어서의 상기 선박의 운항 조건 입력 수단과, 상기 선박의 운항 상황 계산 수단을 더 구비하고, 실패역에 있어서의 상기 선박의 운항 상황을 예측하는 것을 특징으로 하는 선박의 운항 상황 예측 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 주기관(주기) 버추얼 모델을 이용한 선박의 주기관 모니터링 방법, 주기관 모니터링 시스템, 주기관 상태 예측 시스템, 및 운항 상황 예측 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 선박의 기능 요건으로서 국제 해사 기관(IMO)에 의해 EEDI(에너지 효율 설계 지표) 규제가 도입된 것에 수반하여, 이 규제를 클리어하기 위해서 선박에 탑재되는 주기관의 소형화가 장래에 진행되어 갈 것이 예상되고 있다. 한편, 안전성을 유지하면서 악천후(거친 날씨) 속에서 항행하기 위한 최저한 보유해야 할 주기관 출력에 관한 최저 추진 출력에 관한 가이드 라인도 IMO에서 논의되고 있는 중이며, 주기관의 소형화와 안전 운항에 관련된 염려는 향후의 논의 대상이 되리라 생각된다.

[0003] 이와 같은 장래 예측 중에서, 주기관의 가동 상황을 모니터링해서 적절한 타이밍에 보수 등을 행하는 것의 중요성은 더욱더 늘어나리라 생각된다. 또, 조우하는 기상 해상 하에 있어서 주기관의 운전 상황이나 추진 출력에 의한 선속을 예측하는 것은, 선박의 안전 운항이나 에너지절약을 위한 효율적인 운항으로 이어지기 때문에 중요하다.

[0004] 여기서, 주기관 보수관리를 위해서는 주기관 상태를 모니터링할 수 있는 것이 중요하고, 그러기 위해서는 가능한 한 많은 항목을 계측할 수 있는 편이 좋다. 한편으로, 일반 상선에서 모니터링하는 주기관 상태의 항목은 코스트(비용)의 관점으로부터 필요 최소한인 경우가 많기 때문에 보수관리도 한정적이라고 말할 수 있고, 장래적으로 소형화가 진행될 것이 예상되는 주기관을 상정하면 보수관리 기술은 높아질 것이다.

[0005] 여기서, 특허문헌 1에는, 선박용 주기관 플랜트에 연산 장치, 데이터 입력 장치, 기억 장치, 표시 장치를 마련하고, 입력 장치에 주기관의 계기로부터의 데이터를 직접 입력가능하게 함과 함께 주기관측에서 채취한 채취 데이터 및 외부로부터 취득한 데이터를 입력가능하게 하고, 기억 장치에는 진단용 데이터베이스, 성능 데이터, 입력 장치로부터 입력된 데이터를 이용하여 주기관의 성능 정보 및 연소 정보를 연산하기 위한 연산식, 보전관리용 데이터베이스를 기억시키고, 연산 장치에 의해 주기관의 성능 정보, 연소 정보, 고장 원인의 탐사에 필요한 항목의 정보, 보전관리에 필요한 주요 부품의 정비 필요성의 정보를 연산하고, 표시 장치에 정보를 외부로부터의 조작에 의해 선택해서 표시가능하게 함과 함께 이상 추정 원인 및 고장 회피 수단을, 또 추정 원인 및 추정 정비 필요 개소를 우선도가 높은 순으로 표시하는 기관 플랜트 운전 관리 지원 시스템이 개시되어 있다.

[0006] 또, 특허문헌 2에는, 배기 밸브와 연료 조절 수단을 구비한 엔진을 엔진 모델에 의해 엔진 상태를 추정하는 엔진 상태 관측기를 이용하여 제어하는 엔진 제어 방법으로서, 적어도 엔진의 회전수를 검출해서 엔진 상태 관측기에 입력하고, 엔진 상태 관측기에서 엔진 상태로서 적어도 공기 과잉률을 추정하고, 추정된 공기 과잉률에 기초하여 제어 대상으로서 적어도 배기 밸브를 제어하는 것이 개시되어 있다.

[0007] 또, 특허문헌 3에는, 컴퓨터 이용 모델을 이용하여 엔진을 진단하는 방법에 있어서, 검지된 엔진의 제1 세트의 파라메이트 및 제2 세트의 파라미터를 이용하여 제1 작동 특성의 모델화값 및 제2 작동 특성의 모델화값을 결정하고, 이들 모델화값을 실제값과 비교해서 엔진을 진단하는 것이 개시되어 있다.

[0008] 또, 특허문헌 4에는, 주기관과, 주기관에 의해 구동되는 가변 피치 프로펠러와, 주기관의 회전수를 검출하는 회전수 검출 수단과, 주기관의 출력을 산출하는 주기관 출력 산출 수단과, 가변 피치 프로펠러의 피치각을 검출하는 피치각 검출 수단과, 선박의 선속을 검출하는 선속 검출 수단과, 주기관의 회전수 특성과 주기관의 출력 특성과 가변 피치 프로펠러의 피치각 특성과 선박의 선속의 관계를 특성도로서 표시하는 표시 수단을 구비하고, 회전수 검출 수단에서 검출된 주기관의 회전수와, 주기관 출력 산출 수단에서 산출된 주기관의 출력과, 피치각 검출 수단에서 검출된 가변 피치 프로펠러의 피치각과, 선속 검출 수단에서 검출된 선속의 관계를 현시점의 운전 상태로서 특성도 표시 수단에 표시하는 선박의 운전 상태 표시 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본공개특허 특개평7-248816호 공보
(특허문헌 0002) 일본공개특허 특개2019-19783호 공보
(특허문헌 0003) 일본공표특허 특표평6-504348호 공보
(특허문헌 0004) 일본공개특허 특개2014-198515호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 특허문헌 1 내지 특허문헌 4는, 어느것이나(모두), 주기관의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델의 조합에 의한 주기관 버추얼 모델을 사용해서 주기관 상태를 모니터링하는 것이 아니거나, 또는, 주기관 버추얼 모델을 갱신하는 것이 아니다.

[0011] 그래서 본 발명은, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로 주기관 상태를 모니터링할 수 있는 선박의 주기관 모니터링 방법, 주기관 모니터링 시스템, 주기관 상태 예측 시스템, 및 운항 상황 예측 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 청구항 1 기재에 대응한 선박의 주기관 모니터링 방법에 있어서는, 선박의 주기관의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델의 조합에 의한 주기관 버추얼 모델에, 모델내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 주기관의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값을 적용하고, 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행해서 주기관의 주기관 상태를 모니터링함과 함께, 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경하고 주기관 버추얼 모델을 갱신하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 청구항 1에 기재된 본 발명에 의하면, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태의 계산을 행함으로써, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다. 또, 모델내 변수로서의 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하고, 주기관 버추얼 모델을 갱신해서 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로의 모니터링이 가능해진다.

[0014] 청구항 2 기재의 본 발명은, 실제 주기관의 운전에 관련된 설정값으로서 주기관의 지령 회전수를 이용하고, 주요한 계측값으로서 주기관의 회전수와 연료 공급량을 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 청구항 2에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관 버추얼 모델의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다.

[0016] 청구항 3 기재의 본 발명은, 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행하는 주기관 상태는, 주기관 출력(마력)과,

연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0017] 청구항 3에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.
- [0018] 청구항 4 기재의 본 발명은, 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 청구항 4에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.
- [0020] 청구항 5 기재의 본 발명은, 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델 및 프로펠러에 의해 추진되는 선박의 선체 모델을 이용하여, 실해역에 있어서의 주기관 상태 또는 선박의 운항 상황을 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 청구항 5에 기재된 본 발명에 의하면, 실해역에서의 실제 주기관 상태나 선박의 운항 상황을 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0022] 청구항 6 기재의 본 발명은, 모니터링하기 위한 주기관 상태를 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 청구항 6에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관 상태가 표시된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단이나, 장래의 선속 또는 주기관 상태의 예측 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.
- [0024] 또한, 모니터링하기 위한 주기관 상태란, 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행한 결과로서의 주기관 상태 이외에도, 결과로서의 주기관 상태에 기초한 2차적인 계산 결과나 주기관 상태를 계산함에 있어서의 관련 정보, 또 결과로서의 주기관 상태에 기초한 사람의 판단 정보 등을 포함하는 것으로 한다.
- [0025] 청구항 7 기재의 본 발명은, 모니터링하기 위한 주기관 상태의 표시는, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 청구항 7에 기재된 본 발명에 의하면, 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시함으로써, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 상태, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 상태로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화(經年劣化)에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0027] 청구항 8 기재의 본 발명은, 선택하는 것에 의해 복수의 주기관 상태 파라미터의 적어도 하나를 표시가능한 것을 특징으로 한다.
- [0028] 청구항 8에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관 상태와 아울러 주기관 상태 파라미터를 표시함으로써, 모니터링을 행할 때에, 주기관 버추얼 모델에 의한 계산에 이용된 주기관의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0029] 청구항 9 기재에 대응한 선박의 주기관 모니터링 시스템에 있어서는, 선박의 주기관과, 주기관의 운전과 관련된 설정값을 설정하는 운전 설정 수단과, 주기관의 주요한 계측값을 취득하는 계측 수단과, 주기관의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델을 조합한 주기관 버추얼 모델과, 모델내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 설정값과 계측값을 주기관 버추얼 모델에 적용하고 주기관 상태의 계산을 행하는 계산 수단과, 계산 수단의 계산 결과에 기초하여 주기관 상태를 모니터링하는 모니터링 수단과, 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경하고 주기관 버추얼 모델을 갱신하는 모델내 변수 갱신 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0030] 청구항 9에 기재된 본 발명에 의하면, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태의 계산을 행함으로써, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다. 또, 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하여 주기관 버추얼 모델의 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 실

계측에 비해 손색 없는 정밀도로의 모니터링이 가능해진다.

- [0031] 청구항 10 기재의 본 발명은, 운전 설정 수단에 의해 설정하는 운전 관련 설정값은 주기관의 지령 회전수이고, 계측 수단에 의해 계측하는 주요한 계측값은 주기관의 회전수와 연료 공급량인 것을 특징으로 한다.
- [0032] 청구항 10에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관 베티얼 모델의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다.
- [0033] 청구항 11 기재의 본 발명은, 계산 수단은, 주기관 베티얼 모델을 이용하여 주기관 상태로서, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나의 계산을 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 청구항 11에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.
- [0035] 청구항 12 기재의 본 발명은, 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행하는 통계 처리 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0036] 청구항 12에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.
- [0037] 청구항 13 기재의 본 발명은, 모니터링 수단으로서 주기관 상태를 표시하는 표시 수단을, 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0038] 청구항 13에 기재된 본 발명에 의하면, 표시 수단이 마련된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.
- [0039] 청구항 14 기재의 본 발명은, 표시 수단에의 주기관 상태의 표시를 위한, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 베티얼 모델에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 베티얼 모델에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 처리하는 표시 처리 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0040] 청구항 14에 기재된 본 발명에 의하면, 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시함으로써, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 상태, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 상태로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0041] 청구항 15 기재의 본 발명은, 표시 수단에 주기관의 운전 관련 설정값과, 주요한 계측값의 표시를 선택하는 표시 선택 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0042] 청구항 15에 기재된 본 발명에 의하면, 주기관 상태와 아울러 주기관의 운전 관련 설정값이나 주요한 계측값을 표시하는 것을 선택한 경우에는, 모니터링을 행할 때에, 주기관 베티얼 모델에 의한 계산에 이용된 값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0043] 청구항 16 기재에 대응한 선박의 주기관 상태 예측 시스템에 있어서는, 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델과, 프로펠러에 의해 추진되는 선박의 선체 모델과, 실해역에 있어서의 선박의 운항 조건 입력 수단을 더 구비하고, 실해역에 있어서의 주기관 상태를 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 청구항 16에 기재된 본 발명에 의하면, 실해역에서의 주기관 상태를 정밀도 좋게(고정밀도로) 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0045] 청구항 17 기재에 대응한 선박의 운항 상황 예측 시스템에 있어서는, 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델과, 프로펠러에 의해 추진되는 선박의 선체 모델과, 실해역에 있어서의 선박의 운항 조건 입력 수단과, 선박의 운항 상황 계산 수단을 더 구비하고, 실해역에 있어서의 선박의 운항 상황을 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 청구항 17에 기재된 본 발명에 의하면, 실해역에서의 운항 상황을 정밀도 좋게 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.

발명의 효과

- [0047] 본 발명의 선박의 주기관 모니터링 방법에 의하면, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태의 계산을 행함으로써, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다. 또, 모델내 변수로서의 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하고, 주기관 버추얼 모델을 갱신해서 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로의 모니터링이 가능해진다.
- [0048] 또, 실제 주기관의 운전과 관련된 설정값으로서 주기관의 지령 회전수를 이용하고, 주요한 계측값으로서 주기관의 회전수와 연료 공급량을 이용하는 경우에는, 주기관 버추얼 모델의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다.
- [0049] 또, 주기관 버추얼 모델에 의해 계산을 행하는 주기관 상태는, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나를 포함하는 경우에는, 주기관의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.
- [0050] 또, 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행하는 경우에는, 주기관이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.
- [0051] 또, 주기관에 의해 구동되는 프로펠러를 모델화한 프로펠러 모델 및 프로펠러에 의해 추진되는 선박의 선체 모델을 이용하여, 실험역에 있어서의 주기관 상태 또는 선박의 운항 상황을 예측하는 경우에는, 실험역에서의 실제 주기관 상태나 선박의 운항 상황을 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0052] 또, 모니터링하기 위한 주기관 상태를 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 표시하는 경우에는, 주기관 상태가 표시된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단이나, 장래의 선속 또는 주기관 상태의 예측 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.
- [0053] 또, 모니터링하기 위한 주기관 상태의 표시는, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 표시하는 경우에는, 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시함으로써, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 상태, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 상태로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0054] 또, 선택하는 것에 의해 복수의 주기관 상태 파라미터의 적어도 하나를 표시가능한 경우에는, 주기관 상태와 아울러 주기관 상태 파라미터를 표시함으로써, 모니터링을 행할 때에, 주기관 버추얼 모델에 의한 계산에 이용된 주기관의 운전과 관련된 설정값과 주요한 계측값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0055] 또, 본 발명의 선박의 주기관 모니터링 시스템에 의하면, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태의 계산을 행함으로써, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다. 또, 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하여 주기관 버추얼 모델의 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로의 모니터링이 가능해진다.
- [0056] 또, 운전 설정 수단에 의해 설정하는 운전과 관련된 설정값은 주기관의 지령 회전수이고, 계측 수단에 의해 계측하는 주요한 계측값은 주기관의 회전수와 연료 공급량인 경우에는, 주기관 버추얼 모델의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다.
- [0057] 또, 계산 수단은, 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태로서, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기 과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나의 계산을 행하는 경우에는, 주기관의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.

- [0058] 또, 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행하는 통계 처리 수단을 구비한 경우에는, 주기관이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.
- [0059] 또, 모니터링 수단으로서 주기관 상태를 표시하는 표시 수단을, 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 대비했을 경우에는, 표시 수단이 마련된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.
- [0060] 또, 표시 수단에서의 주기관 상태의 표시를 위한, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 버추얼 모델에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 처리하는 표시 처리 수단을 구비한 경우에는, 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시함으로써, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 상태, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 상태로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0061] 또, 표시 수단에 주기관의 운전과 관련된 설정값과, 주요한 계측값의 표시를 선택하는 표시 선택 수단을 구비한 경우에는, 주기관 상태와 아울러 주기관의 운전과 관련된 설정값이나 주요한 계측값을 표시하는 것을 선택한 경우에는, 모니터링을 행할 때에, 주기관 버추얼 모델에 의한 계산에 이용된 값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0062] 또, 본 발명의 선박의 주기관 상태 예측 시스템에 의하면, 실험에서의 주기관 상태를 정밀도 좋게 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0063] 또, 본 발명의 선박의 운항 상황 예측 시스템에 의하면, 실험에서의 운항 상황을 정밀도 좋게 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0064] 도 1은 본 발명의 실시형태에 의한 선박의 주기관 모니터링 시스템의 블록도.
 도 2는 같은(同) 주기관 버추얼 모델의 개념도.
 도 3은 같은 주기관 버추얼 모델의 물리 모델의 변수 관계도.
 도 4는 같은 통계 처리 수단을 이용한 통계 해석 결과의 표시예를 도시하는 도면.
 도 5는 같은 선박의 주기관 상태 예측 시스템의 개념도.
 도 6은 같은 선박의 운항 상황 예측 시스템의 개념도.
 도 7은 같은 선박의 주기관 모니터링 시스템과 운항 상황 예측 시스템의 이용 이미지도.
 도 8은 같은 선박의 주기관 모니터링 시스템의 플로우차트(흐름도).
 도 9는 같은 선박의 운항 상황 예측 시스템의 플로우차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0065] 이하에, 본 발명의 실시형태에 의한 선박의 주기관(主機) 모니터링 방법, 주기관 모니터링 시스템, 주기관 상태 예측 시스템, 및 운항 상황 예측 시스템에 대하여 설명한다.
- [0066] 도 1은 본 실시형태에 의한 선박의 주기관 모니터링 시스템의 블록도이다.
- [0067] 선박의 주기관 모니터링 시스템은, 선박의 주기관(10)과, 주기관(10)의 운전과 관련된 설정값을 설정하는 운전 설정 수단(20)과, 주기관(10)의 주요한 계측값을 취득하는 계측 수단(30)과, 주기관(10)의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델을 조합한 주기관 버추얼(가상) 모델(40)과, 설정값과 계측값을 주기관 상태 파라미터로서 주기관 버추얼 모델(40)의 모델내 변수에 적용하고 주기관 상태의 계산을 행하는 계산 수단(50)과, 계산 수단(50)의 계산 결과에 기초하여 주기관 상태를 모니터링하는 모니터링 수단(60)과, 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 모델내 변수로서의 모델 파라미터를 변경하고 주기관 버추얼 모델(40)을 갱신하는 모델내 변수 갱신 수단(70)과, 주기관 상태의 시간적인 평균값, 변동 진폭, 및 평균

주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행하는 통계 처리 수단(80)과, 계산 수단(50)의 계산 결과를 시계열로 보존하는 기억 수단(90)과, 표시 처리 수단(100)과, 표시 선택 수단(110)을 구비한다.

[0068] 또한, 물리 모델에는, 주기관(10)의 구성요소의 상태를 수학적으로 표현한 물리 수학 모델, 기계 학습(ML) 모델, 비선형 회귀(NLR) 모델, 전달 함수(TF) 모델 등이 있다. 여기서, 물리 수학 모델은, 모델 작성의 데이터가 있으면 주기관(10)을 충실히 재현할 수 있다. 또, 기계 학습(ML) 모델은, 구성이 약간 복잡하지만, 계측 수단(30)의 계측 정밀도가 충분하고 모델 작성의 데이터가 있으면 주기관(10)에 충실하다. 비선형 회귀(NLR) 모델은, 구성은 간단하지만, 계측 수단(30)에 의한 많은 계측값이 있어도 정밀도가 다소 뒤떨어진다. 전달 함수(TF) 모델은, 구성은 간단하지만, 주기관(10)의 구성요소(예를 들면 냉각기 등)에 따라서는, 이것으로 충분한 경우도 있다. 이들 모델은 일장일단(一長一短)이 있지만, 입수할 수 있는 데이터 항목이나 양에 따라 구분하여 사용하는 것이 바람직하다.

[0069] 물리 모델로서는, 이들 복수종의 모델의 1종류를 이용하는 것도, 복수를 조합해서 이용하는 것도 가능하다.

[0070] 여기에서는, 대표예로서 선박용 디젤 주기관의 물리 수학 모델만으로 물리 모델을 구성하는 예를 기술한다.

[0071] 우선, 주기관 회전수의 조속을 위한 거버너(조속기)의 모델을 들 수 있다. 거버너는 주기관 토오크 발생을 위한 연료 투입량을 정해진 제어 설정에 따라 결정하는 것이고, 기계식 거버너를 대상으로 하는 경우는 제어 상의 설정이 반영된 시정수나 비례 게인 계수를 포함한 일차 미분 방정식으로 나타내어지는 모델인 경우가 많고, 전자 거버너의 경우는 PID 제어칙에 따른 모델로 된다. 주기관 토오크 발생 모델은 연료 연소에 의한 주기관 토오크 발생을 모델화한 것이고, 거버너 모델로부터 출력되는 연료 투입량이나 주기관 회전수 및 과급기 회전수가 변수로 되고, 발생된 파워 토오크와 축계의 마찰을 뺀 모델로 되는 것이 일반적이다. 과급기 회전수가 계측되지 않는 경우는 과급기 회전수 모델에 의해 값을 계산한다. 이 모델은 터빈 토오크와 컴프레서 토오크를 외력항으로 한 축운동 미분 방정식에 의해서 구하는 경우가 많고, 터빈 토오크나 컴프레서 토오크의 계산에 연소실의 소기(掃氣) 및 배기(排氣)를 고려한 특성 방정식의 계산을 행한다. 이들 계산에는 연소 문제를 실린더마다 개별적으로 취급하는 계산법이나, 모든 실린더의 연소 문제를 1회전 사이클의 평균값으로 대표시켜서 취급하는 계산법도 있다. 주기관 회전수의 응답 모델은 주기관 토오크와 프로펠러 토오크 등의 외력 부하 토오크를 외력항으로 한 추진축계의 축운동 미분 방정식에 의해서 구한다.

[0072] 선박용 디젤 주기관의 물리 모델을 물리 수학 모델로 구성하는 경우는 이상의 구성이 일반적이다.

[0073] 주기관(10)은, 예를 들면, 선박용 디젤 주기관이다. 주기관(10)의 보수관리를 적절히 행하기 위해서는 주기관 상태의 모니터링이 필요하지만, 실계측 기기를 많이 설치하려고 하는 경우에는, 그 실계측 환경 정비에 관계된 코스트(비용)의 문제가 있고, 또, 주기관 연소실 내의 공기 과잉물이나 실린더내 압력 등, 실계측 기기를 이용하여 계측하는 것 자체가 고난도인 항목도 존재한다.

[0074] 이에 대해서 본 실시형태에 의한 선박의 주기관 모니터링 시스템은, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델(40)을 이용하여 주기관 상태의 계산을 행함으로써, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실계측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다.

[0075] 여기서, 도 2는 주기관 버추얼 모델의 개념도, 도 3은 주기관 버추얼 모델의 물리 모델의 변수 관계도이다.

[0076] 주기관 버추얼 모델(40)이란, 상기한 거버너 응답을 나타내는 거버너 모델이나 과급기 회전수 모델, 또 연료 연소에 의한 파워 발생을 계산하는 연소실 모델 등, 주기관 구성요소의 특성을 나타내는 물리 모델의 조합에 의해 구성되어 있고, 예를 들면, 주기관(10)의 지령 회전수, 연료 투입량 및 소비량, 과급기 회전수, 연소실로부터의 배기압 및 온도, 등의 주기관 가동 상태를 나타내는 변수를 이용하는 계산이 이루어진다. 또한, 도 3의 좌측에는, 프로펠러 샤프트(11)를 거쳐 프로펠러(12)가 접속된 주기관(10)을 도시하고 있다.

[0077] 모델내 변수로서의 모델 파라미터(계수·정수(상수))를 동정하기 위해서는, 주기관(10)과 같은 형(同型)의 주기관의 육상 운전 결과 등의 선박 취항 전에 수집가능한 데이터를 이용하거나, 취항 당초의 데이터를 이용한다. 이에 더하여, 계측 수단(30)을 포함하는 실계측 기기에 의한 취항 후의 계측값을 이용하여 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하는 것으로 한다. 이 실계측 기기에 의한 취항 후의 계측값을 이용한 모델 파라미터의 축차변경은 디지털 트윈 기술로서도 알려져 있다.

[0078] 실계측 기기에 의한 취항 후의 계측값을 이용하여 모델 파라미터의 변경을 축차적으로 행하고, 주기관 버추얼 모델(40)의 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 계산에 의한 추정이라도 실계측에 비해 손색 없는

정밀도로의 모니터링이 가능해진다. 또한, 실계측 기기에는, 선박의 운항에 관련된 위치 검출을 위한 GPS(Global Positioning System)나 선속을 계측하는 도플러 유속계 등도 포함시킬 수가 있다.

[0079] 모델 파라미터의 변경은, 주기관 특성을 나타내는 물리 모델의 파라미터는 경년열화 등의 영향에 의해 값이 서서히 변화하는 것이 예상되기 때문에, 1일 내지 2일 정도가 아니라, 어느 정도 장기간에 걸쳐서 수집한 데이터를 대상으로 파라미터 변경을 행하는 것이 상정된다. 변경을 위한 수법은 칼만(Kalman) 필터를 이용한 시스템 동정이나 기계 학습을 적용한 수법이 상정된다. 또한, 계측값의 이상 등을 확인할 수 있는 경우는, 그 계측 항목만 변경 전의 파라미터를 이용하여 계산에 의해 보정을 행하거나, 모든 계측 항목이 이상한 경우는 변경을 행하지 않는 등의 사용가능한 계측값을 고려한 대책을 행한다.

[0080] 도 1로 되돌아가서, 본 실시형태에 있어서는, 모니터링 수단(60)으로서 주기관 상태를 표시하는 표시 수단(61)을 가진다. 표시 수단(61)에 표시하는 수치는 디지털 표시로 할 수도 있다.

[0081] 또한, 본 실시형태에 있어서 모니터링이란, 기본적으로는, 계측값이나 계산 결과(주기관 상태)의 온라인 표시를 눈으로 보고 확인하는 것(目視確認)이나 그 데이터의 자동 보존을 가리키지만, 모니터링 수단(60)에 의한 주기관 상태의 모니터링에는, 계측값 및 계산 결과(주기관 상태)의 온라인 표시나 상태 감시를 포함한다.

[0082] 표시 수단(61)은, 선박의 기관실과, 브리지와, 선장실과, 육상의 관리 회사의 적어도 하나에 마련된다. 이것에 의해, 표시 수단(61)이 마련된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.

[0083] 아래 표 1은, 주기관 버추얼 모델(40)을 이용한 계산에 있어서의 주기관 상태 항목과 그 취급을 나타내고 있다. 또한, 표 1에 나타내어지는 전항목이 표시 수단(61)에 있어서의 온라인 표시의 대상이 될 수 있다.

표 1

제1의 입력 주장 항목	제2의 입력 주장 항목	모델 계산에 의한 상태 추정 항목
주기관 지령 회전수 실회전수 연료 투입량 랙 위치	연료 소비량 과급기 회전수 추진축 토오크	주기관 출력(마력) 연료 소비량 과급기 회전수 실린더내 압력 소기압·소기 온도· 배기압·배기 온도 흡입 공기량 공기 과잉률 주기관 토오크

[0084]

[0085] 표 1에 있어서, 「제1의 입력 주장(推奨) 항목」(왼쪽란)은, 주기관 버추얼 모델(40)의 계산 자체를 행하기 위해서 입력되어야 할 정보이고, 운전 설정 수단(20)에 의해 설정하는 주기관(10)의 운전에 관한 설정값과, 계측 수단(30)에 의해 취득하는 주기관(10)의 주요한 계측값이 이용된다.

[0086] 운전 설정 수단(20)에 의해 설정하는 주기관(10)의 운전에 관한 설정값은, 주기관(10)의 지령 회전수인 것이 바람직하다. 또, 계측 수단(30)에 의해 취득하는 주기관(10)의 주요한 계측값은, 주기관(10)의 회전수와 연료 공급량인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 주기관 버추얼 모델(40)의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 연료 공급량으로서 연료 투입량 랙 위치를 이용하고 있다.

[0087] 또, 주기관 지령 회전수는 주기관 가동을 위해서 설정하는 값이고, 주기관(10)의 회전수(실회전수)와 연료 공급량(연료 투입량 랙 위치)은, 일반적으로 실계측 기기를 이용하여 종래부터 모니터링되고 있는 항목이다.

[0088] 표 1에 있어서, 「제2의 입력 주장 항목」(가운데란)은, 입력하지 않아도 주기관 버추얼 모델(40)에 의한 계산 자체는 가능하지만, 계산 정밀도를 높이기 위해, 그리고 모델내 변수로서의 모델 파라미터(계수·정수(상수))의 변경에 의한 주기관 버추얼 모델(40)의 갱신 정밀도 향상을 위해서는, 실계측 기기(계측 수단(30))를 이용하여

모니터링(계측)하는 편이 바람직한 항목이다.

- [0089] 본 실시형태에 있어서의 제2의 입력 주장 항목은, 연료 공급량으로서의 연료 소비량, 과급기 회전수, 및 추진축 토오크로 하고 있다.
- [0090] 표 1에 있어서, 「모델 계산에 의한 상태 추정 항목」(오른쪽란)은, 주기관 베티얼 모델(40)에 의해 주기관 상태의 계산을 행해서 추정하는 항목이다.
- [0091] 계산 수단(50)은, 주기관 베티얼 모델(40)을 이용하여, 주기관 상태로서, 주기관 출력(마력), 연료 소비량(계측해도 계산하는 경우 있음), 과급기 회전수, 실린더내 압력, 소기압, 소기 온도, 배기압, 배기 온도, 흡입 공기량, 공기 과잉률, 및 주기관 토오크의 적어도 하나에 대해서 계산을 행하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 주기관(10)의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.
- [0092] 또, 계산 수단(50)은, 주기관 베티얼 모델(40)을 이용하여, 주기관 상태로서, 연소실내 온도, 또는 배기 질량에 대하여 계산을 행할 수도 있다. 또, 도 3의 물리 모델의 변수 관계도에 도시하는 각 압력 P, 각 온도 T, 각각의 유량 V를 사용하여 소기 질량이나 배기 질량을 계산할 수도 있다.
- [0093] 이들 계산은 물리 수학 모델에 있어서의 주기관 토오크 발생 모델의 계산 과정에서 계산되는 일례이다.
- [0094] 또한, 이들 주기관 상태는, 계측하는 것이 가능한 경우는 주기관 베티얼 모델(40)을 이용한 계산을 행하지 않는 경우도 있지만, 계측값의 정밀도에 불안이 있는 경우는 그러하지 아니하고, 계산(칼만 필터 포함)에 의한 추정을 병용한다.
- [0095] 또, 주기관 상태를 파악하는 도움(일조)으로서, 주기관 베티얼 모델(40)로부터 계산되는 주기관 토오크, 배기 온도와 공기 과잉률의 그 출력에 있어서의 표준값으로부터의 차이를 표시 수단(61)에 표시하는 것이 바람직하다.
- [0096] 또한, 표준값은, 그 출력에 있어서의 설계 허용값이라도, 신조(新造)시의 평균값이나 육상 운전시의 값이라도 된다. 혹은 표준값은, 그 상태에서 주기관 베티얼 모델(40)에 작용하는 외란을 가령 0(제로)으로 했을 때의 참조값이라도 된다. 공기 과잉률만은, 절댓값과 함께 시간 변동분을 계산하고, 절댓값에 의한 허용 변동분을 결정해 두고, 그 차를 마진으로서 표시 수단(61)에 표시한다.
- [0097] 또, 표시 수단(61)은, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 베티얼 모델(40)에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 베티얼 모델(40)에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관(10)의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 표시한다.
- [0098] 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관(10)의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시함으로써, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 마력, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 마력으로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0099] 표시 처리 수단(100)은, 표시 수단(61)에 표시하기 위해서, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 처리한다.
- [0100] 여기서, 주기관의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시로서는, 예를 들면, 여유도(MCR에 도달할 때까지의 비율 표시)이다.
- [0101] 또, 표시 선택 수단(110)은, 표시 수단(61)에, 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값과, 주요한 계측값을 표시하는지의 여부를 선택할 수 있다. 주기관 상태와 아울러 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값이나 주요한 계측값을 표시하는 것을 선택한 경우에는, 모니터링을 행할 때에, 주기관 베티얼 모델(40)에 의한 계산에 이용된 값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0102] 도 4는 통계 처리 수단을 이용한 통계 해석 결과를 표시 수단에 표시한 예를 도시하는 도면이다. 도 4에 있어서의 통계 해석 대상은 주기관 회전수[rpm]이다.
- [0103] 예를 들면, 10 Hz 정도의 미세한 샘플링 주파수로 모니터링을 행하는 경우, 주기관 상태의 계산도 같은 주기로 가능하기 때문에, 통계 처리 수단(80)을 이용하여, 계산 결과로부터 파랑중(波浪中)에서 변동하는 주기관 상태의 시간적인 평균값이나 변동 진폭, 평균 주기 등을 통계 해석 수법에 의해 계산하는 것이 가능하다. 주기관 상

태의 정상 성분(평균값) 뿐만 아니라, 변동 진폭이나 평균 주기 등의 통계 해석도 모니터링할 수 있도록 표시 수단(61)에 표시함으로써, 주기관(10)이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.

[0104] 또한, 통계 처리 수단(80)에 의한 통계 해석값은, 기억 수단(90)에 시계열로 보존된다.

[0105] 도 5는 선박의 주기관 상태 예측 시스템의 개념도이다. 또한, 이미 설명한 구성요소에 대하여는 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.

[0106] 본 실시형태에 의한 선박의 주기관 상태 예측 시스템은, 상술한 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 주기관(10)에 의해 구동되는 프로펠러(12)를 모델화한 프로펠러 모델(100)과, 프로펠러(12)에 의해 추진되는 선박의 선체 모델(110)과, 실험실에 있어서의 선박의 운항 조건 입력 수단(120)을 더 구비하고, 실험실에 있어서의 주기관 상태를 예측한다. 예측한 주기관 상태는, 표시 수단(61)에 표시된다.

[0107] 프로펠러 모델(100)은, 유체의 밀도·주기관 회전수·프로펠러 직경·프로펠러 추력 감소 특성에 의한 유차원화 계산과, 프로펠러 날개 형상에 의해 결정되는 무차원 단독 특성, 선체의 전진 속도·주기관 회전수·선체와 프로펠러의 간섭 특성에 의해서 계산되는 무차원 프로펠러 유입 속도 특성에 의해서 프로펠러 토오크 및 추력을 계산하는 물리 수학 모델이다. 그리고 이 프로펠러 모델은, 유입 속도 특성에 파랑에 의한 영향을 고려함으로써 프로펠러 토오크 및 추력의 변동도 계산한다. 선체 모델(110)은, 평수중(정수중) 저항 특성, 파랑중 저항 증가 특성, 바람에 의한 풍압 저항 특성 등에 의해서 항주중의 선체에 작용하는 유체에 의한 저항을 나타내는 물리 수학 모델이다.

[0108] 운항 조건 입력 수단(120)을 이용하여 입력하는 실험실에 있어서의 선박의 운항 조건으로서는, 선박 운항 정보와 기상 해상 정보(풍파 정보)가 있다.

[0109] 선박 운항 정보는, 주기관 지령 회전수나 선수(뱃머리) 방위 등이다.

[0110] 기상 해상 정보는, 파도(물결)에 관한 정보로서는, 유의 파고, 평균파 주기, 및 파도의 주방향 등이고, 바람에 관한 정보로서는, 풍속 및 풍향 등이다.

[0111] 파도에 관한 정보는, 프로펠러 모델(100)에 있어서의 파랑에 의한 토오크 및 추력의 변동 성분의 계산, 선체 모델(110)에 있어서의 파랑중 저항 증가 특성의 계산에 사용된다. 바람에 관한 정보는 선체 모델에 있어서의 바람에 의한 풍압 저항 특성의 계산에 사용된다.

[0112] 이와 같이, 운항 조건 입력 수단(120)을 이용하여 입력하는 실험실에 있어서의 선박의 운항 조건은, 어느것이나 취득이 용이한 정보이다.

[0113] 주기관 버추얼 모델(40)과 프로펠러 모델(프로펠러 추력·토오크 모델)(100) 및 선체 모델(파랑중 선체 저항 모델)(110)을 조합함으로써, 상정하는 운항 조건하에 있어서의 실험실에서의 실제 주기관 상태(주기관 회전수, 연료 소비량 등)를 정밀도 좋게 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.

[0114] 또, 다양한 주기관 상태 파라미터가 연성(連成)되어 계산이 이루어지기 때문에 주기관 회전수의 예측 정밀도가 종래보다도 향상된다.

[0115] 또한, 선박의 주기관 상태 예측 시스템은, 기관실, 브리지, 선장실, 및 육상의 관리 회사 등에 있어서 개별적으로 사용할 수 있고, 임의로 조합해서 사용할 수가 있다. 이 경우, 주기관 버추얼 모델(40)은 통신 수단에 의해서 공통화되어 있고, 이용 장소의 목적에 따른 개별 이용이 가능하다.

[0116] 도 8은, 본 실시형태에 의한 선박의 주기관 모니터링 시스템의 플로우차트(흐름도)이다.

[0117] 기본적으로 제어 플로우는, 퍼스널컴퓨터 등의 컴퓨터 및 그 주변기기에 의해서 동작가능하다.

[0118] 전원을 투입해서 제어 시스템을 스타트시키면, 우선 스텝 S1에서, 운전에 관련된 설정값의 취득을 행한다. 이 운전에 관련된 설정값은, 예를 들면, 운전 설정 수단(20)에 의해 설정된 지령 회전수이다.

[0119] 다음에, 스텝 S2에서, 주요한 계측값의 취득을 행한다. 주요한 계측값은, 예를 들면, 계측 수단(30)에 의해 계측된 주기관 회전수나 연료 공급량이다.

[0120] 다음에, 스텝 S3에서, 취득한 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값을 주기관 상태 파라미터로서 주기관 버추얼 모델(40)에 적용한다. 이 때, 주기관 버추얼 모델(40)에는, 모델내 변수로서 초기의 모델 파라미터가 설정되어 있다.

- [0121] 다음에, 스텝 S4에서, 주기관 버추얼 모델에 적용한 주기관 상태 파라미터인 설정값과 계측값을 이용하여, 계산 수단(50)에 의해 주기관 상태의 계산을 행한다.
- [0122] 다음에, 스텝 S5에서, 계산된 주기관 상태를 출력한다. 이 계산된 주기관 상태에는, 예를 들면, 주기관 출력(마력), 연료 소비량, 과급기 회전수, 실린더내 압력, 소기압, 소기 온도, 배기압, 배기 온도, 흡입 공기량, 공기 과잉률, 주기관 토오크가 있다. 이들은, 스타트시에 적당히, 선택해서 계산하고 출력시킬 수가 있다.
- [0123] 다음에, 스텝 S6에서, 이들의 출력에 대해서 통계적인 처리를 행한다. 통계적인 처리는 통계 처리 수단(80)에 의해서 행해지지만, 상기한 출력의 시간적인 변화 등을 통계적으로 처리하고, 예를 들면, 시간적인 평균값, 소정 시간 범위에서의 변동 진폭, 평균 주기로서 처리를 행한다.
- [0124] 다음에, 스텝 S7에서, 통계적인 처리가 이루어진 결과로서의 예를 들면, 시간적인 평균값, 변동 진폭, 평균 주기를 기억한다. 이 기억은, 기억 수단(90)에 기억시키는 것에 의해 실행할 수 있지만, 이 기억 수단(90)에는 이 플로우 반복시마다의 통계적인 처리가 이루어진 결과, 통계 처리 전의 주기관 상태의 계산 결과, 또 모델 파라미터 등을 기억시키는 것도 가능하다.
- [0125] 다음에, 스텝 8에서 모델 파라미터의 변경을 판단한다. 모델 파라미터의 변경에 있어서는, 어느 정도 장기간에 걸쳐서 수집한 데이터를 대상으로 문턱값 등의 소정 조건에 기초하여 파라미터 변경을 판단한다.
- [0126] 소정 조건에 기초하여, 변경이 불필요한 경우는, 스텝 S1로 되돌아가서 이하, 주기관 상태의 모니터링 플로우를 반복한다.
- [0127] 다음에, 변경이 필요한 경우는, 스텝 S9에서, 모델 파라미터를 변경하고 주기관 버추얼 모델(40)을 갱신한다. 주기관 버추얼 모델(40)의 모델 파라미터가 변경된 경우는, 변경된 모델 파라미터를 이용하여, 스텝 S1 이하의 주기관 상태의 모니터링 플로우를, 다음 갱신시까지 반복한다.
- [0128] 스텝 S10에서는, 모니터링 표시를 행한다. 모니터링 표시는, 예를 들면, 표시 처리 수단(100)을 거쳐 모니터링 수단(60)의 표시 수단(61)에 표시시킴으로써 행해진다. 이 모니터링 표시는, 스텝 S5 후에, 예를 들면, 주기관 출력(마력), 연료 소비량, 과급기 회전수, 실린더내 압력, 소기압, 소기 온도, 배기압, 배기 온도, 흡입 공기량, 공기 과잉률, 주기관 토오크를 표시시킬 수가 있다. 또, 스텝 S6 후에, 주기관 상태의 출력을 통계적으로 처리한 결과로서, 예를 들면, 시간적인 평균값, 소정 시간 범위에서의 변동 진폭, 평균 주기를 표시시킬 수도 있다. 또, 스텝 S7 후에, 기억된 초기의 모델 파라미터에 의한 제1의 모니터링 표시, 또, 변경한 모델 파라미터에 의한 제2의 모니터링 표시를 행할 수도 있다.
- [0129] 또, 표시에 관해서는, 운전 설정 수단(20)에 의한 운전 관련 설정값이나 계측 수단(30)에 의해 취득한 주요한 계측값 등, 모든 표시가능한 대상의 표시를 시킬 수가 있다.
- [0130] 도 6은 선박의 운항 상황 예측 시스템의 개념도이다. 또한, 이미 설명한 구성요소에 대하여는 동일 부호를 붙이고 설명을 생략한다.
- [0131] 본 실시형태에 의한 선박의 운항 상황 예측 시스템은, 상술한 선박의 주기관 모니터링 시스템에, 주기관(10)에 의해 구동되는 프로펠러(12)를 모델화한 프로펠러 모델(프로펠러 추력·토오크 모델)(100)과, 프로펠러(12)에 의해 추진되는 선박의 선체 모델(풍과중 선체 저항 모델)(110)과, 실효역에 있어서의 선박의 운항 조건 입력 수단(120)과, 선박의 운항 상황 계산 수단(130)을 더 구비하고, 실효역에 있어서의 운항 상황을 예측한다. 예측한 운항 상황은, 표시 수단(61)에 표시된다.
- [0132] 선박의 운항 상황 계산 수단(130)은, 실효역에 있어서의 운항 상황으로서 선속이나 연료 소비량 등을 예측한다. 상술한 바와 같이, 주기관 버추얼 모델(40)과 프로펠러 모델(프로펠러 추력·토오크 모델)(100) 및 선체 모델(풍과중 선체 저항 모델)(110)을 조합함으로써, 다양한 주기관 상태 파라미터가 연성되어 계산이 이루어지기 때문에 주기관 회전수의 예측 정밀도가 종래보다도 향상된다. 주기관 회전수의 예측 정밀도 향상은 프로펠러 추력의 고정밀도 예측으로 이어지기 때문에, 더 나아가서는 종래 수법보다도 선속의 예측이 고정밀도로 된다. 이것에 의해, 상정하는 운항 조건하에 있어서의 실효역에서의 실제 선박의 운항 상황을 정밀도 좋게 예측해서, 선박의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0133] 또한, 선박의 운항 상황 예측 시스템은, 기관실, 브리지, 선장실, 및 육상의 관리 회사에 있어서 개별적으로 사용할 수 있다. 이 경우, 주기관 버추얼 모델(40)은 통신 수단에 의해서 공통화되어 있고, 이용 장소의 목적에 따른 개별 이용이 가능하다.

- [0134] 도 7은 선박의 주기관 모니터링 시스템과 운항 상황 예측 시스템의 이용 이미지도이다.
- [0135] 선박(A)에 있어서는, 주기관 버추얼 모델(40)을 이용한 계산을 행하고 주기관(10)의 주기관 상태를 모니터링하고 있다. 또한, 주기관(10)에는 프로펠러 샤프트(11)를 거쳐 프로펠러(12)가 접속되어 있다.
- [0136] 또, 운항 상황 예측 시스템은, 기관실(B), 브리지(C), 및 육상의 관리 회사(D)에 있어서, 설치되어 있는 퍼스널 컴퓨터 등의 연산기(140)를 이용하여 이용가능하다. 또한, 육상의 관리 회사(D)란, 선박의 운항 관리를 행하는 회사, 또는 선박의 보수관리를 행하는 회사 등이다.
- [0137] 주기관 버추얼 모델(40)은, 주기관 상태 파라미터 또는 계산 결과로서의 주기관 상태에 따라서 모델 파라미터가 축차 변경되지만, 기관실(B)이나 브리지(C) 등에서의 이용을 위해 선내(船内)에서 공유되고 있으며, 육상의 관리 회사(D)에 있어서도 위성통신 등의 통신 수단에서 공유되고 있다. 그 때문에, 예측을 위해서 이용하는 주기관 버추얼 모델(40)(주기관 특성)은 장소를 불문하고 동일하며, 항상 최신의 주기관 특성이 고려된 다음에 상정 운항 조건으로의 선속 또는 주기관 상태의 예측이 개별적으로 가능해진다. 따라서, 예를 들면, 육상의 관리 회사(D)에서는 향후의 효율적인 운용을 위한 정보 취득을 행하고, 기관실(B)에서는 조우 해상에 있어서의 주기관 상태의 예측에 의한 위험 회피의 검토를 행한다고 하는 바와 같이, 목적에 따른 예측 기능의 고도 이용이 가능해진다.
- [0138] 도 9는, 본 실시형태에 의한 선박의 운항 상황 예측 시스템의 플로우차트이다.
- [0139] 기본적으로 도 8의 제어 플로우와 기능으로서 동일한 내용은, 동일한 번호를 부여하고, 자세한 설명을 생략한다. 또, 운항 상황 예측에 초점을 맞추고, 플로우차트로서 주기관 버추얼 모델의 갱신이나 모니터링 표시의 상세에 대하여는, 생략하고 있다.
- [0140] 스텝 S11에서, 선박의 운항 조건의 취득을 행한다. 이 운항 조건은, 선박의 운항 조건 입력 수단(120)에 의해 입력된 기상 해상 정보 등이다. 또한, 도 6에 있어서의 선박의 운항 조건 입력 수단(120)에는, 운전 설정 수단(20), 계측 수단(30)에 상당하는 기능도 탑재되어 있기 때문에, 설정값으로서의 선수 방위, 또는 계측값으로서의 선수 방위나 선박에서 계측가능한 기상 해상 정보 등을 아울러 취득하는 것도 가능하다.
- [0141] 스텝 S12에서, 주기관 버추얼 모델(40), 프로펠러 모델(프로펠러 추력·토크 모델(100)), 선체 모델(풍과중 선체 저항 모델(110))에, 스텝 S1에서 취득한 운전에 관련된 설정값, 스텝 S11에서 취득한 운항 조건, 스텝 S2에서 취득한 주요한 계측값의 적용을 행한다. 여기에서는, 세 모델의 연성에 의한 시계열 계산을 행하는 것이 가능해진다.
- [0142] 다음에, 스텝 S13에서 선속, 주기관 상태의 해석을 행한다. 이 스텝 S13에서는, 스텝 S5에서 행한 주기관 상태의 계산 외에도, 선박의 운항에 관련된 항목으로서 선속 등의 해석을 행한다.
- [0143] 다음에, 스텝 S14에서 계산, 해석을 행한 선속과 주기관 상태를 출력한다.
- [0144] 그리고, 선속과 주기관 상태의 계산, 해석 결과를 스텝 S6에서 통계적으로 처리하고, 스텝 S7에서 기억해서, 스텝 S15에서 예측 결과의 표시를 행한다.
- [0145] 스텝 S15에서, 표시 수단(61)에 예측 결과의 표시를 행하는 것에 의해, 안전 운항에 대한 판단이나, 장애의 선속 또는 주기관 상태의 예측 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다.
- [0146] 이상 설명한 바와 같이, 선박(A)의 주기관(10)의 구성요소마다의 응답을 나타내는 물리 모델의 조합에 의한 주기관 버추얼 모델(40)에, 모델내 변수로서의 주기관 상태 파라미터인 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값을 적용하고, 주기관 버추얼 모델(40)에 의해 계산을 행해서 주기관(10)의 주기관 상태를 모니터링함과 함께, 주기관 상태 파라미터 및 계산 결과로서의 주기관 상태의 적어도 하나를 이용하여 모델 파라미터를 변경해서 주기관 버추얼 모델(40)을 갱신함으로써, 물리 모델 베이스로 구성된 주기관 버추얼 모델(40)을 이용한 주기관 상태의 계산이 행해지고, 선박 운항 상황에 따른 주기관 상태가 계산시의 변수로서 구해지기 때문에, 실제측 기기를 그다지 필요로 하는 일 없이 계산 결과를 기초로 해서 주기관 상태의 모니터링을 행할 수가 있다. 또, 모델내 변수의 변경을 축차적으로 행하고 주기관 버추얼 모델(40)의 추정 정밀도를 항상 높은 상태로 유지함으로써, 실제측에 비해 손색 없는 정밀도로의 모니터링이 가능해진다.
- [0147] 또, 실제의 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값으로서 주기관(10)의 지령 회전수를 이용하고, 주요한 계측값으로서 주기관(10)의 회전수와 연료 공급량을 이용함으로써, 주기관 버추얼 모델(40)의 추정 정밀도를 높여서, 주기관 상태를 보다 적절하게 모니터링할 수가 있다.

- [0148] 또, 주기관 버추얼 모델(40)에 의해 계산을 행하는 주기관 상태는, 주기관 출력(마력)과, 연료 소비량과, 과급기 회전수와, 실린더내 압력과, 소기압과, 소기 온도와, 배기압과, 배기 온도와, 흡입 공기량과, 공기과잉률과, 주기관 토오크의 적어도 하나를 포함함으로써, 주기관(10)의 모니터링에 필요한 주기관 상태를 보다 적절하게 파악할 수가 있다.
- [0149] 또, 주기관 상태의 시간적인 평균값과, 변동 진폭과, 평균 주기의 적어도 하나를 구해서 모니터링을 행함으로써, 주기관(10)이 안전하게 가동되고 있는지의 여부를 보다 적절하게 확인하기 쉬워진다.
- [0150] 또, 주기관(10)에 의해 구동되는 프로펠러(12)를 모델화한 프로펠러 모델 및 프로펠러(12)에 의해 추진되는 선박(A)의 선체 모델을 이용하여, 실해역에 있어서의 주기관 상태 또는 선박(A)의 운항 상황을 예측함으로써, 선박(A)의 안전 운항이나 에너지절약 운항 등에 이바지할 수가 있다.
- [0151] 또, 모니터링하기 위한 주기관 상태를 선박(A)의 기관실(B)과, 브리지(C)와, 선장실과, 육상의 관리 회사(D)의 적어도 하나에 표시함으로써, 주기관 상태가 표시된 각처에 있어서 모니터링을 행하고, 안전 운항에 대한 판단이나, 장래의 선속 또는 주기관 상태의 예측 등, 목적에 따라 이용할 수가 있다. 또한, 모니터링하기 위한 주기관 상태란, 주기관 버추얼 모델(40)에 의해 계산을 행한 결과로서의 주기관 상태 이외에도, 결과로서의 주기관 상태에 기초한 2차적인 계산 결과나 주기관 상태를 계산함에 있어서의 관련 정보, 또 결과로서의 주기관 상태에 기초한 사람의 판단 정보 등을 포함하는 것으로 한다.
- [0152] 또, 모니터링하기 위한 주기관 상태의 표시는, 모델 파라미터를 변경하지 않는 주기관 버추얼 모델(40)에 의한 주기관 상태의 제1의 모니터링 표시와, 모델 파라미터를 변경해서 갱신한 주기관 버추얼 모델(40)에 의한 주기관 상태의 제2의 모니터링 표시와, 주기관(10)의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시의 적어도 하나를 표시함으로써, 목적에 따라, 제1의 모니터링 표시, 제2의 모니터링 표시, 또는 주기관(10)의 연속 최대 출력(MCR) 상태시의 값의 표시를 표시하고, 선박(A)의 안전 운항이나 에너지절약 운항의 계획 입안 등이 행하기 쉬워진다. 예를 들면, 제1의 모니터링 표시를 선박의 취항 당초의 주기관 상태, 제2의 모니터링 표시를 취항 후의 세월이 지난 주기관 상태로 할 수가 있다. 이 경우, 제1의 모니터링 표시와 제2의 모니터링 표시를 아울러 표시함으로써, 경년열화에 의한 영향을 파악하기 쉬워진다.
- [0153] 또, 선택하는 것에 의해 복수의 주기관 상태 파라미터의 적어도 하나를 표시가능함으로써, 주기관 상태와 아울러 주기관 상태 파라미터를 표시하고, 모니터링을 행할 때에, 주기관 버추얼 모델(40)에 의한 계산에 이용된 주기관(10)의 운전에 관련된 설정값과 주요한 계측값도 참고로 하기 쉬워진다.
- [0154] 이상의 설명은, 본 개시에 의한 전형적인 실시 형태의 설명을 위한 것이고, 한정하기 위한 것은 아니다. 본 개시가, 본 명세서에 명시적으로 기재된 형태와 상이한 형태로 실시되어도 되고, 청구범위와 일치하는 범위에서, 다양한 수정, 최적화 및 변형이, 당업자에 의해서 실현될 수 있다.
- [0155] **산업상의 이용가능성**
- [0156] 본 발명에 의하면, 디지털 트윈 기술을 활용한 주기관 버추얼 모델을 이용하여 주기관 상태를 모니터링할 수 있기 때문에, 설계측 기기의 설치 코스트(비용)를 저감하면서 주기관 보수관리를 효율적으로 행할 수가 있다. 또, 상정되는 기상 해상 하에 있어서의 주기관 운전 상태와 선속 등의 선박 운항 상황을 고도로 예측할 수 있기 때문에, 선박의 주기관의 모니터링 기술 및 보수관리 기술의 향상과, 선박 운항 관리의 보조에 기여한다.

부호의 설명

- [0157] 10: 주기관
12: 프로펠러
20: 운전 설정 수단
30: 계측 수단
40: 주기관 버추얼 모델
50: 계산 수단
60: 모니터링 수단
61: 표시 수단

70: 모델내 변수 갱신 수단

80: 통계 처리 수단

100: 표시 처리 수단

110: 표시 선택 수단

120: 운항 조건 입력 수단

A: 선박

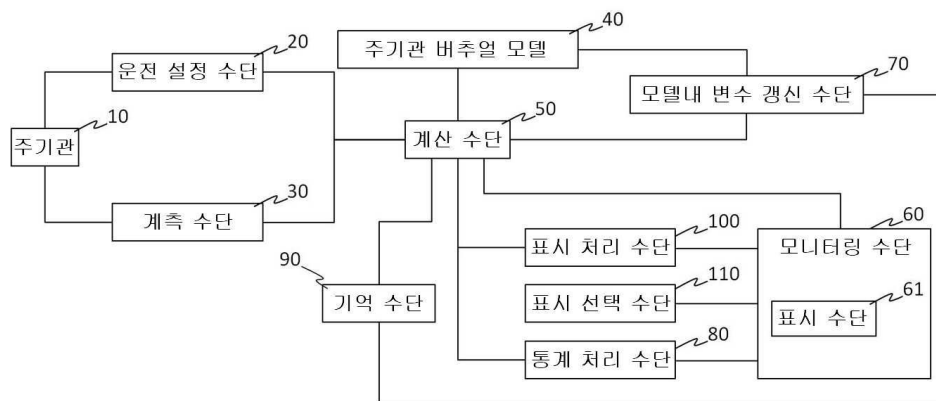
B: 기관실

C: 브리지

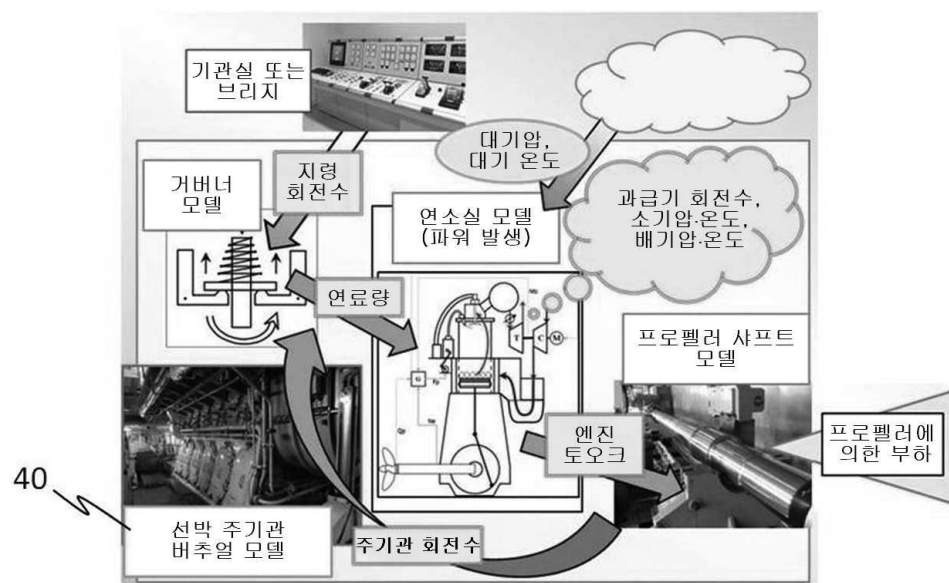
D: 육상의 관리 회사

도면

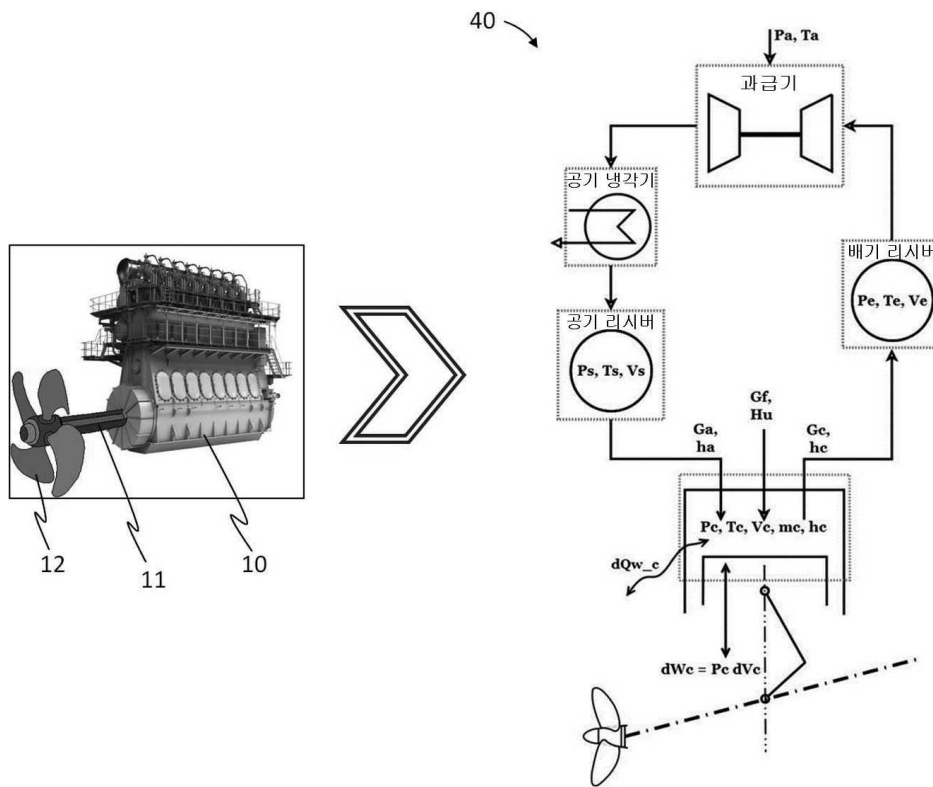
도면1



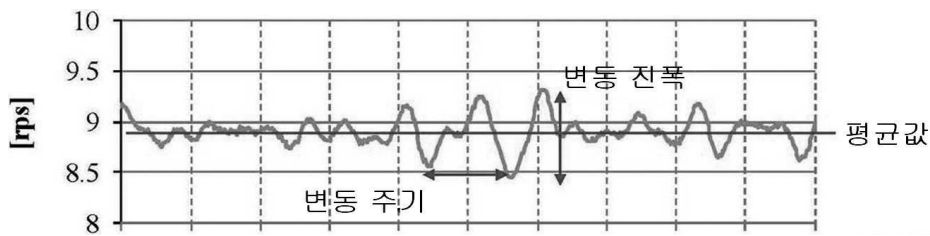
도면2



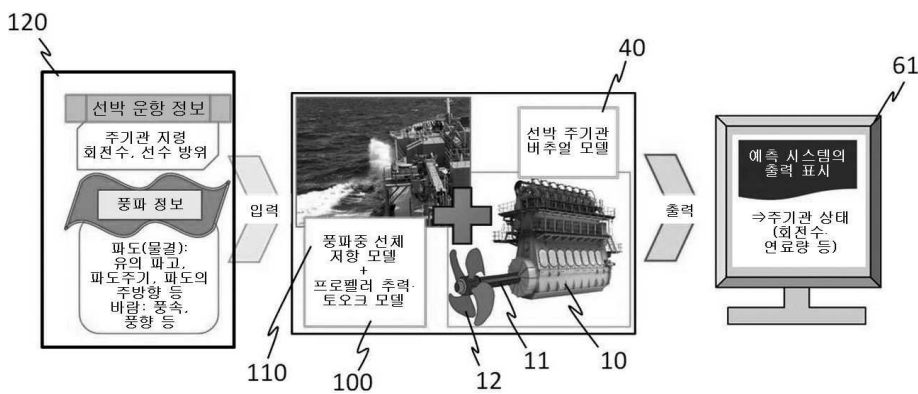
도면3



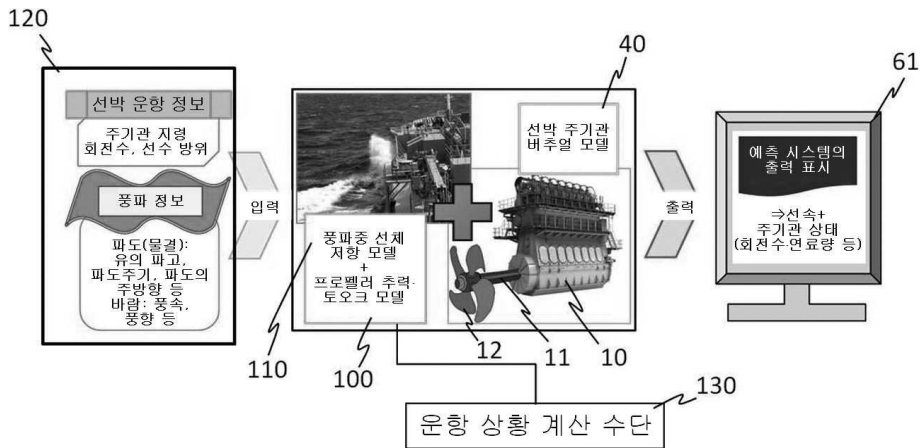
도면4



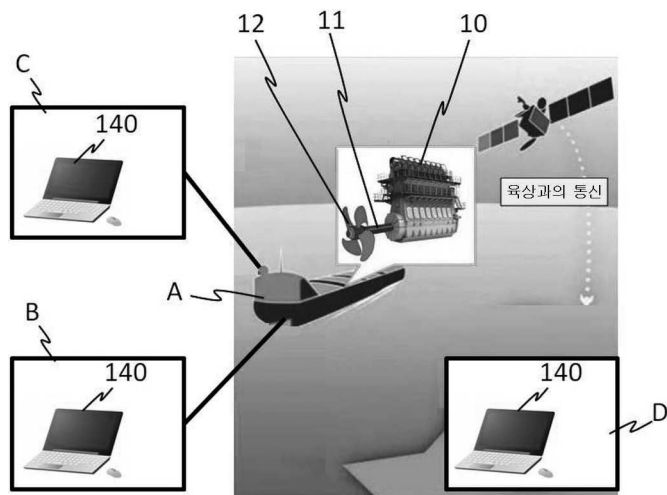
도면5



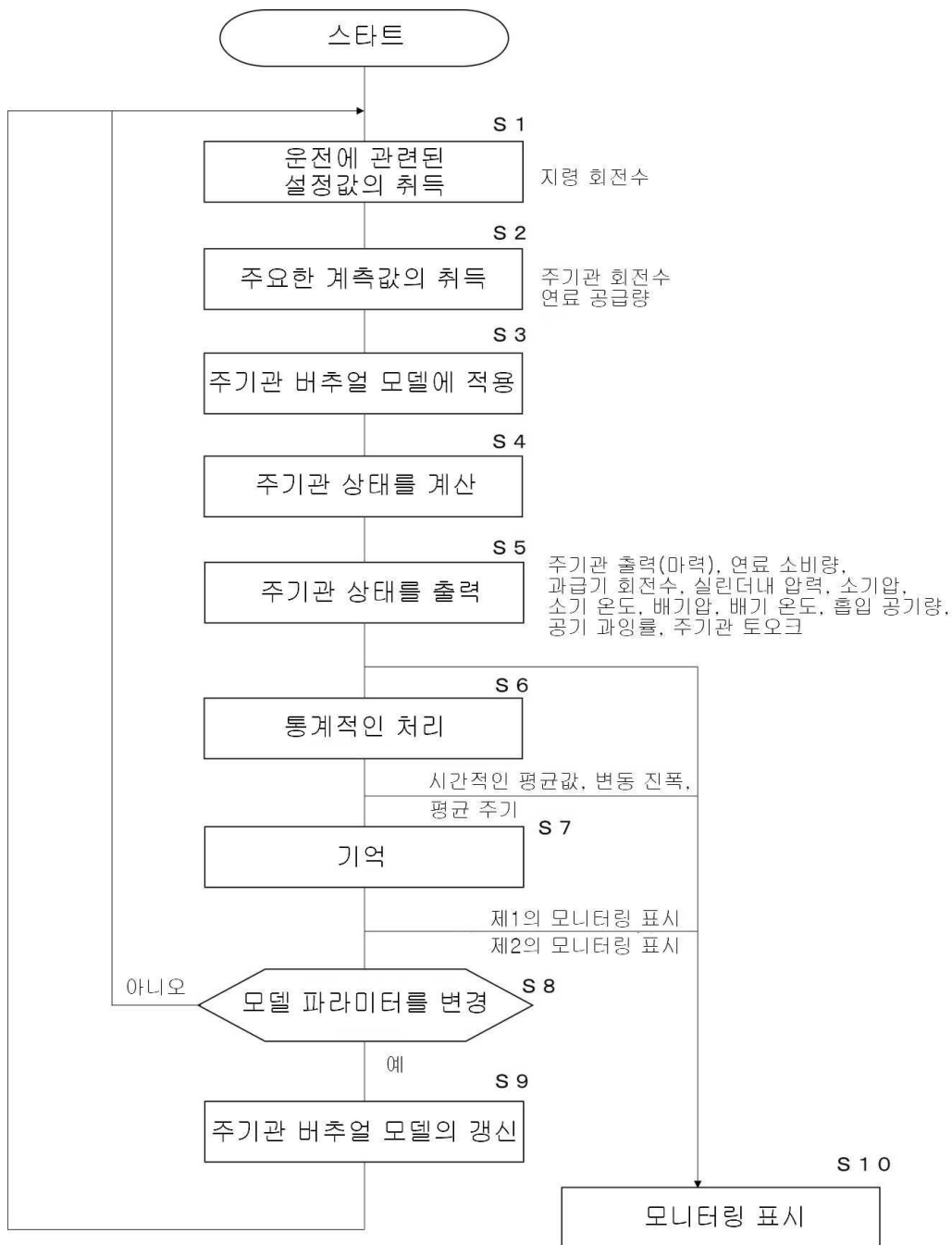
도면6



도면7



도면8



도면9

