



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0028954
(43) 공개일자 2020년03월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64D 39/00 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)
B64C 5/06 (2006.01) B64C 9/00 (2006.01)
F16L 27/04 (2006.01) G05B 11/42 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B64D 39/00 (2013.01)
B64C 39/024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7001700
- (22) 출원일자(국제) 2018년07월08일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년01월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/IL2018/050742
- (87) 국제공개번호 WO 2019/012523
국제공개일자 2019년01월17일
- (30) 우선권주장
253407 2017년07월10일 이스라엘(IL)

- (71) 출원인
이스라엘 에어로스페이스 인더스트리즈 리미티드
이스라엘 7010000 로드, 벤-구리온 인터내셔널 에어포트
- (72) 발명자
메이대드 아이도
이스라엘 7194000 모디인 모바일 포스트 오피스 (디.엔.) 페두엘
- (74) 대리인
특허법인와이에스장

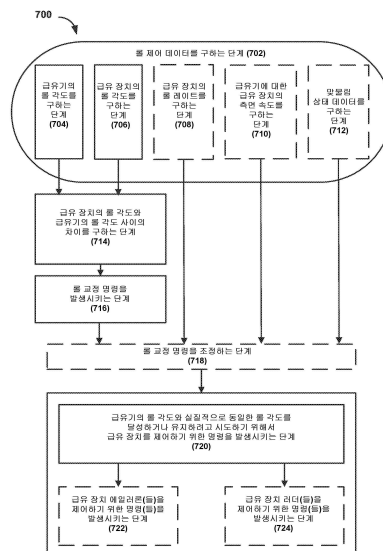
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **급유 장치**

(57) 요약

급유 장치를 제어하는 컴퓨터화 방법 및 시스템으로서, 상기 방법은, 급유 장치가 맞물려 있지 않은 상태에 있는 경우에는: 급유기의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계; 원하는 제 1 롤 각도를 결정하는 단계; 및 롤링 요소를 제어하기 위한 명령을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 제 1 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있는, 단계를 포함한다. 그리고 상기 방법은, 급유 장치가 맞물려 있는 상태에 있는 경우에는: 급유기의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계; 원하는 제 2 롤 각도를 결정하는 단계; 및 요잉 요소를 제어하기 위하여 원하는 롤 각도와 관련된 명령을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 제 2 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있고, 급유 장치의 롤 각도는 맞물려 있는 상태 동안 급유 장치 바디와 급유 노즐 사이의 자유도 때문에 수월하게 되는, 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B64C 5/06 (2013.01)

F16L 27/04 (2019.01)

G05B 11/42 (2013.01)

B64C 2009/005 (2013.01)

B64C 2201/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 단계와 (b) 단계를 구비하는 급유 장치를 제어하는 컴퓨터화 방법으로서, 상기 방법은:

(a) 비경질 호스를 이용하여 급유기에 부착되어 있는 급유 장치를 제공하는 단계로서, 급유 장치는 조인트에 의해 급유 노즐에 연결되어 있는 급유 장치 바디를 가지고, 조인트는 맞물려 있는 상태를 조성하도록 급유 노즐이 피급유기의 리셉터클과 맞물려 있는 경우 급유 노즐에 대한 급유 장치 바디의 자유도를 적어도 수월하게 하는, 단계;

(b) 컨트롤러에 의해 (b1) 단계 내지 (b6) 단계를 반복적으로 수행하는 단계로서,

급유 장치가 맞물려 있지 않는 상태를 조성하도록 피급유기와 맞물려 있지 않는 실례에서는:

(b1) 급유기로부터 급유기의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계;

(b2) 급유기의 제 1 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도를 결정하는 단계; 및

(b3) 급유 장치의 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 1 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 1 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있는, 단계;

를 반복적으로 수행하고,

급유 장치가 상기 맞물려 있는 상태로 피급유기와 맞물려 있는 실례에서는:

(b4) 급유기로부터 급유기의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계;

(b5) 급유기의 제 2 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도를 결정하는 단계; 및

(b6) 급유 장치의 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 2 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 2 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있고, 급유 장치의 제 2 롤 각도는 맞물려 있는 상태 동안 급유 장치 바디와 급유 노즐 사이의 자유도 때문에 적어도 수월하게 되는, 단계;

를 반복적으로 수행하는, 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단계(b3)는:

급유 장치의 상기 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계;

를 추가로 구비하고,

상기 단계(b6)는:

급유 장치의 상기 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계;

를 추가로 구비하고, 이로써 상기 급유 장치가 상기 맞물려 있지 않는 상태에 있는지 또는 상기 맞물려 있는 상태에 있는지 여부와 무관하게 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들 양자 모두에 대해 하나 이상의 명령들을 매끄럽게 제공하는 단계;

를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들에 대해 제공되는 하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 하나 이상의 제 2 명령들에 영향을 미치고 이로써 원하는 제 1 롤 각도 및/또는 원하는 제 2 롤 각도를 달성하려고 시도하는 경우 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들이 가지는 효과를 수정하기 위해서, 게인 캘리브레이션을 수행하는 단계;를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계(b2)는:

급유 장치의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계; 및 급유 장치의 제 1 롤 각도와 원하는 제 1 롤 각도 사이의 제 1 차이를 결정하는 단계; 및 상기 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하기 위하여 상기 제 1 차이를 활용하는 단계;

를 추가로 구비하고,

상기 단계(b5)는:

급유 장치의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계; 및 급유 장치의 제 2 롤 각도와 원하는 제 2 롤 각도 사이의 제 2 차이를 결정하는 단계; 및 상기 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하기 위하여 상기 제 2 차이를 활용하는 단계;

를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도하기 위해서 하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 하나 이상의 제 2 명령들에 기초하여 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하는 단계;를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계(b2) 및/또는 상기 단계(b5)는:

급유 장치와 급유기의 상대적인 위치션을 구하는 단계;

급유기의 속도를 구하는 단계; 및

급유기의 속도 및 급유 장치와 급유기의 상대적인 위치션에 기초하여 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 결정하는 단계로서, 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도는 급유 장치의 진동(oscillation)을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용되는, 단계;

를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계(b2) 및/또는 상기 단계(b5)는, 급유 장치의 롤 레이트(roll rate)를 구하는 단계를 추가로 구비하고,

롤 레이트는 급유 장치의 진동을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용되는 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유 장치는 무인항공기(unmanned aerial vehicle; UAV)인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유기는 UAV인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

피급유기는 UAV인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

조인트는 구 형상의 조인트인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

컨트롤러는 비례 적분(Proportional Integral; PI) 컨트롤러인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 롤링 요소들은 하나 이상의 에일러론들인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 요잉 요소들은 하나 이상의 러더들인 것을 특징으로 하는 컴퓨터화 방법.

청구항 15

비행중 급유 시스템으로서, 상기 시스템은:

비경질 호스를 이용하여 급유기에 부착되어 있는 급유 장치로서, 급유 장치는 조인트에 의해 급유 노즐에 연결되어 있는 급유 장치 바디를 가지고, 조인트는 맞물려 있는 상태를 조성하도록 급유 노즐이 피급유기의 리셉터 클과 맞물려 있는 경우 급유 노즐에 대한 급유 장치 바디의 자유도를 적어도 수월하게 하는, 급유 장치;

급유기의 롤 각도를 결정하도록 구성되어 있는 센서; 및

다음에 오는 (1) 단계 내지 (6) 단계를 반복적으로 수행하도록 구성되어 있는 컨트롤러로서,

급유 장치가 맞물려 있지 않는 상태를 조성하도록 피급유기와 맞물려 있지 않는 경우에는:

(1) 급유기로부터 급유기의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계;

(2) 급유기의 제 1 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도를 결정하는 단계; 및

(3) 급유 장치의 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 1 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 1 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있는, 단계;

를 반복적으로 수행하고,

급유 장치가 상기 맞물려 있는 상태로 피급유기와 맞물려 있는 경우에는:

(4) 급유기로부터 급유기의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계;

(5) 급유기의 제 2 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도를 결정하는 단계; 및

(6) 급유 장치의 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 2 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 2 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있고, 급유 장치의 제 2 롤 각도는 맞물려 있는 상태 동안 급유 장치 바디와 급유 노즐 사이의 자유도 때문에 적어도 수월하게 되는, 단계;

를 반복적으로 수행하는, 컨트롤러;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

컨트롤러는:

급유 장치가 상기 맞물려 있지 않은 상태에 있는 경우에는:

급유 장치의 상기 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하도록 추가로 구성되어 있고;

급유 장치가 상기 맞물려 있는 상태에 있는 경우에는:

급유 장치의 상기 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하도록 추가로 구성되어 있고;

이로써 상기 급유 장치가 상기 맞물려 있지 않은 상태에 있는지 또는 상기 맞물려 있는 상태에 있는지 여부와 무관하게 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들 양자 모두에 대해 하나 이상의 명령들이 제공되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,

컨트롤러는, 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들에 대한 하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 하나 이상의 제 2 명령들에 영향을 미치고 이로써 원하는 제 1 롤 각도 및/또는 원하는 제 2 롤 각도를 달성하려고 시도하는 경우 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들이 가지는 효과를 수정하기 위해서, 게인 캘리브레이션을 수행하도록 추가로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 18

제 15 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유 장치의 롤 각도를 결정하도록 구성되어 있는 센서;를 추가로 구비하고,

컨트롤러는: 급유 장치의 결정된 롤 각도를 구하도록 추가로 구성되어 있고;

급유 장치가 상기 맞물려 있지 않은 상태에 있는 경우에는:

급유 장치의 구해진 롤 각도와 원하는 제 1 롤 각도 사이의 제 1 차이를 결정하도록 추가로 구성되어 있고, 상기 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하기 위하여 상기 결정된 제 1 차이를 활용하도록 추가로 구성되어 있고;

급유 장치가 상기 맞물려 있는 상태에 있는 경우에는:

급유 장치의 구해진 롤 각도와 원하는 제 2 롤 각도 사이의 제 2 차이를 결정하도록 추가로 구성되어 있고, 상기 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하기 위하여 상기 결정된 제 2 차이를 활용하도록 추가로 구성되어 있는;

것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 19

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하기 위해서 하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 제 2 명령들에 기초하여 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하도록 구성되어 있는 조향 제어 모듈을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 20

제 15 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유기의 속도를 결정하도록 구성되어 있는 속도 센서;를 추가로 구비하고,

컨트롤러는:

급유 장치와 급유기의 상대적인 포지션을 구하도록 추가로 구성되어 있고;

급유기의 속도를 구하도록 추가로 구성되어 있고; 그리고

급유기의 속도 및 급유 장치와 급유기의 상대적인 포지션에 기초하여 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 결정하도록 추가로 구성되어 있되, 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도는 급유 장치의 진동을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용되는;

것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 21

제 15 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유 장치의 롤 레이트를 결정하도록 구성되어 있는 롤 레이트 센서를 추가로 구비하고,

롤 레이트는 급유 장치의 진동을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 22

제 15 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유 장치는 무인항공기(unmanned aerial vehicle; UAV)인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 23

제 15 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

급유기는 UAV인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 24

제 15 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

피급유기는 UAV인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 25

제 15 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

조인트는 구 형상의 조인트인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 26

제 15 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

컨트롤러는 비례 적분(Proportional Integral; PI) 컨트롤러인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 27

제 15 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,
 하나 이상의 롤링 요소들은 하나 이상의 에일러론들인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 28

제 15 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,
 하나 이상의 롤링 요소들은 하나 이상의 에일러론들인 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 29

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따르는 급유 장치를 제어하는 방법을 수행하기 위해서 머신에 의해 실행가능한 지시들로 된 프로그램을 축지가능하게 구체화하는 것을 특징으로 하는, 머신에 의해 판독가능한 비-일시적 프로그램 저장 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 개시되어 있는 발명은 비행 동안 항공기에 급유하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 공중 급유 또는 비행중 급유로도 알려져 있는 항공 급유는 비행 동안 급유기로부터 피급유기 쪽으로 연료를 운반하는 과정에 관한 것이다.

[0003] 두가지 타입의 항공 급유 시스템은:

[0004] - 호스 앤드 드로그 시스템(hose and drogue system);

[0005] - 붐 앤드 리셉터클(boom and receptacle) 또는 "플라잉 붐(flying boom)" 시스템;이다.

[0006] 호스 앤드 드로그 시스템에서, 급유기(tanker aircraft)는 하나 이상의 비경질 급유 라인들이 제공되어 있으며, 그 각각의 단부에는 리셉터클을 포함하면서 스테빌라이저로서 기능하는 드로그가 있는데 반해, 피급유기(receiver aircraft)는 리셉터클과 맞물리도록 구성되어 있는 프로브와 들어맞게 되어 있다. 사용중, 드로그는 능동적으로 제어되지 않고, 오히려 급유기의 후미쪽 기류에서 자유롭게 스스로 정렬한다. 피급유기의 파일럿은 프로브와 리셉터클 사이의 맞물림 접촉을 보장하기 위해서 그 비행 경로를 제어한다. 이후, 피급유기는 프로브와 급유 라인을 통해서 급유된다.

[0007] 붐 앤드 리셉터클 시스템에서, 급유기는 경질 튜브인 플라잉 붐을 포함하는데, 플라잉 붐은 바깥쪽을 향하여 텔레스코프동작(telescope)하면서 급유기의 뒷쪽으로 짐벌동작(gimbal)하게 되고, 이와 달리 사용중이 아닌 경우에는 급유기 동체 속으로 후퇴되어 있다. 붐은 연료 라인을 갖추고 있고, 그 단부에서 연료 운반 노즐을 포함한다. 급유기와 피급유기가 대형을 이루어 비행하면서 가까이 근접해 있으면, 급유기에 있는 전문 오퍼레이터는 붐의 포지션을 제어해서, 노즐을 포함하는 붐의 단부를 피급유기의 상측 부분 상에 제공되어 있는 리셉터클 속으로 삽입하고, 리셉터클과 노즐 사이에 적당한 교점을 보장하며, 그 이후에 연료 운반이 시작할 수 있다.

[0008] 추가로, 일반적으로 멀티-포인트 급유 시스템(Multi-Point Refueling Systems; MPRS)으로 알려져 있으며 플라잉 붐 시스템뿐만 아니라 적어도 하나의 호스 앤드 드로그 시스템을 포함하는 일부 급유기가 존재한다. 일부 경우들에 있어서, 호스 앤드 드로그 시스템은 급유기의 꼬리에 제공되어 있고, 그 결과 이 시스템 또는 플라잉 붐 시스템만이 언제든지 사용될 수 있다. 다른 경우들에 있어서, 윙 에어 리퓨얼링 팟(Wing Air Refueling Pods; WARPs)으로 알려져 있는 2개의 언더-윙 호스 앤드 드로그 팟(under-wing hose and drogue pod)이 제공되어 있을 수 있는데, 플라잉 붐 시스템에 추가하여 각각의 윙 밑에 하나가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0009] 본 명세서에 개시되어 있는 한가지 양태에 따르면, (a) 단계와 (b) 단계를 포함하는 급유 장치를 제어하는 컴퓨터화 방법이 제공되어 있고, 상기 방법은:
- [0010] (a) 비경질 호스를 이용하여 급유기에 부착되어 있는 급유 장치를 제공하는 단계로서, 급유 장치는 조인트에 의해 급유 노즐에 연결되어 있는 급유 장치 바디를 가지고, 조인트는 맞물려 있는 상태를 조성하도록 급유 노즐이 피급유기의 리셉터클과 맞물려 있는 경우 급유 노즐에 대한 급유 장치 바디의 자유도를 적어도 수월하게 하는, 단계;
- [0011] (b) 컨트롤러에 의해 (b1) 단계 내지 (b6) 단계를 반복적으로 수행하는 단계로서,
- [0012] 급유 장치가 맞물려 있지 않는 상태를 조성하도록 피급유기와 맞물려 있지 않는 실례에서는:
- [0013] (b1) 급유기로부터 급유기의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계;
- [0014] (b2) 급유기의 제 1 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도를 결정하는 단계; 및
- [0015] (b3) 급유 장치의 하나 이상의 롤링 요소(roll element)들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 1 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 1 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있는, 단계;
- [0016] 를 반복적으로 수행하고,
- [0017] 급유 장치가 맞물려 있는 상태로 피급유기와 맞물려 있는 실례에서는:
- [0018] (b4) 급유기로부터 급유기의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계;
- [0019] (b5) 급유기의 제 2 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도를 결정하는 단계; 및
- [0020] (b6) 급유 장치의 하나 이상의 요잉 요소(yaw element)들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 2 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 2 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있고, 여기에서 급유 장치의 제 2 롤 각도는 맞물려 있는 상태 동안 급유 장치 바디와 급유 노즐 사이의 자유도 때문에 적어도 수월하게 되는, 단계;
- [0021] 를 반복적으로 수행하는, 단계;
- [0022] 를 포함한다.
- [0023] 위 특징들에 추가하여, 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 이 양태에 따르는 방법은 아래에 나열된 하나 이상의 특징들((i) 내지 (xiii))을 기술적으로 가능한 임의의 원하는 조합이나 치환으로 포함할 수 있다.
- [0024] (i). 여기에서 단계(b3)는: 급유 장치의 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계;를 추가로 포함하고, 여기에서 단계(b6)는: 급유 장치의 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계;를 추가로 포함하고, 이로써 급유 장치가 맞물려 있지 않는 상태에 있는지 또는 맞물려 있는 상태에 있는지 여부와 무관하게 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들 양자 모두에 대해 하나 이상의 명령들을 매끄럽게 제공하는 단계;를 추가로 포함한다.
- [0025] (ii). 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들에 대해 제공되는 하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 하나 이상의 제 2 명령들에 영향을 미치고 이로써 원하는 제 1 롤 각도 및/또는 원하는 제 2 롤 각도를 달성하려고 시도하는 경우 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들이 가지는 효과를 수정하기 위해서, 게인 캘리브레이션(gain calibration)을 수행하는 단계;를 포함한다.
- [0026] (iii). 여기에서 단계(b2)는: 급유 장치의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계; 및 급유 장치의 제 1 롤 각도와 원하는 제 1 롤 각도 사이의 제 1 차이를 결정하는 단계; 및 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하기 위하여 제 1 차이를 활용하는 단계;를 추가로 포함하고, 여기에서 단계(b5)는: 급유 장치의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계; 및 급유 장치의 제 2 롤 각도와 원하는 제 2 롤 각도 사이의 제 2 차이를 결정하는 단계; 및 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하기 위하여 제 2 차이를 활용하는 단계;를 추가로 포함한다.
- [0027] (iv). 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도하기 위해서

하나 이상의 제 1 명령들 및/또는 하나 이상의 제 2 명령들에 기초하여 하나 이상의 롤링 요소들 및/또는 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하는 단계;를 포함한다.

- [0028] (v). 여기에서 단계(b2) 및/또는 단계(b5)는: 급유 장치와 급유기의 상대적인 위치션을 구하는 단계; 급유기의 속도를 구하는 단계; 및 급유기의 속도 및 급유 장치와 급유기의 상대적인 위치션에 기초하여 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 결정하는 단계;를 추가로 포함하고, 여기에서 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도는 급유 장치의 진동(oscillation)을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용된다.
- [0029] (vi). 여기에서 단계(b2) 및/또는 단계(b5)는: 급유 장치의 롤 레이트(roll rate)를 구하는 단계;를 추가로 포함하고, 여기에서 롤 레이트는 급유 장치의 진동을 방지하거나 줄이도록 이용되고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 되도록 이용된다.
- [0030] (vii). 여기에서 급유 장치는 무인항공기(unmanned aerial vehicle; UAV)이다.
- [0031] (viii). 여기에서 급유기는 UAV이다.
- [0032] (ix). 여기에서 피급유기는 UAV이다.
- [0033] (x). 여기에서 조인트는 구 형상의 조인트이다.
- [0034] (xi). 여기에서 컨트롤러는 비례 적분(Proportional Integral; PI) 컨트롤러이다.
- [0035] (xii). 여기에서 하나 이상의 롤링 요소들은 하나 이상의 에일러론(aileron)들이다.
- [0036] (xiii). 여기에서 하나 이상의 요잉 요소들은 하나 이상의 러더(rudder)들이다.
- [0037] 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 또 다른 양태에 따르면, 급유 장치를 제어하는 상기 방법을 수행하기 위해서 머신에 의해 실행가능한 지시들로 된 프로그램을 축지가능하게 구체화하는, 머신에 의해 판독가능한 비-일시적 프로그램 저장 장치가 제공되어 있다.
- [0038] 개시되어 있는 본 발명의 이 양태는 위에 나열되어 있는 하나 이상의 특징들((i) 내지 (xiii))을 기술적으로 가능한 임의의 원하는 조합이나 치환으로 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0039] 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 또 다른 양태에 따르면, 다음의 구성요소들, 즉:
- [0040] 비경질 호스를 이용하여 급유기에 부착되어 있는 급유 장치로서, 급유 장치는 조인트에 의해 급유 노즐에 연결되어 있는 급유 장치 바디를 가지고, 조인트는 맞물려 있는 상태를 조성하도록 급유 노즐이 피급유기의 리셉터클과 맞물려 있는 경우 급유 노즐에 대한 급유 장치 바디의 자유도를 적어도 수월하게 하는, 급유 장치;
- [0041] 급유기의 롤 각도를 결정하도록 구성되어 있는 센서; 및
- [0042] 다음에 오는 (1) 단계 내지 (6) 단계를 반복적으로 수행하도록 구성되어 있는 컨트롤러로서,
- [0043] 급유 장치가 맞물려 있지 않는 상태를 조성하도록 피급유기와 맞물려 있지 않는 경우에는:
- [0044] (1) 급유기로부터 급유기의 제 1 롤 각도를 수신하는 단계;
- [0045] (2) 급유기의 제 1 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도를 결정하는 단계; 및
- [0046] (3) 급유 장치의 하나 이상의 롤링 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 1 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 1 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 1 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 1 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있는, 단계;
- [0047] 를 반복적으로 수행하고,
- [0048] 급유 장치가 맞물려 있는 상태로 피급유기와 맞물려 있는 경우에는:
- [0049] (4) 급유기로부터 급유기의 제 2 롤 각도를 수신하는 단계;
- [0050] (5) 급유기의 제 2 롤 각도에 기초하여 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도를 결정하는 단계; 및
- [0051] (6) 급유 장치의 하나 이상의 요잉 요소들을 제어하기 위해서 급유 장치의 원하는 제 2 롤 각도와 관련된 하나 이상의 제 2 명령들을 제공하는 단계로서, 이로써 급유기의 제 2 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 제 2 롤 각도를 달성하거나 유지하려고 시도할 수 있고, 여기에서 급유 장치의 제 2 롤 각도는 맞물려 있는 상태

동안 급유 장치 바디와 급유 노즐 사이의 자유도 때문에 적어도 수월하게 되는, 단계;

[0052]

를 반복적으로 수행하는, 컨트롤러;

[0053]

를 포함하는 비행중 급유 시스템이 제공되어 있다.

[0054]

개시되어 있는 본 발명의 이 양태는 위에 나열된 하나 이상의 특징들((i) 내지 (xiii))을 기술적으로 가능한 임의의 원하는 조합 또는 치환으로 선택적으로 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0055]

본 명세서에 개시되어 있는 발명을 더욱 이해하면서도 그것이 실제로 어떻게 실시될 수 있는지를 예시하기 위하여, 예시들은 이어서 첨부된 도면을 참조하여 단지 제한없는 예로써 기술될 것이다.

도 1과 도 2에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 비행 동안 항공기에 급유하기 위한 다수의 급유 장치들이 있는 탱커 시스템(tanker system; 급유기 시스템)이 도시되어 있다.

도 3에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따르는 급유 장치가 도시되어 있다.

도 4에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 급유 장치의 롤 각도를 제어하기 위한 컨트롤러를 포함하는 시스템의 블록 다이어그램이 도시되어 있다.

도 5에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 급유 장치의 롤 각도를 제어하기 위한 컨트롤러의 일부인 기능성 모듈들이 도시되어 있다.

도 6에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 급유 장치의 롤 각도를 제어하기 위한 컨트롤러의 구현예가 도시되어 있다.

도 7에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 급유 장치를 제어하기 위한 방법에 관한 흐름도가 도시되어 있다.

도 8과 도 9에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따르는 급유 과정의 다양한 단계들 동안 존재하는 힘들 중 일부가 도시되어 있다.

도 10 내지 도 13에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따르는 급유 과정의 다양한 단계들 동안의 급유 장치가 도시되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056]

다음에 오는 상세한 설명에서, 많은 특정 세부사항들은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위하여 설명되어 있다. 그러나, 당해 기술분야에서의 통상의 기술자라면 본 명세서에 개시되어 있는 발명이 특정 세부사항들 없이도 실시될 수 있다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 다른 실례들에서, 잘 알려진 방법들, 절차들, 구성요소들 및 회로들은 본 명세서에 개시되어 있는 발명을 불명료하게 하지 않도록 기술되어 있지 않다.

[0057]

이와 달리 특별히 언급되어 있지 않는 한, 다음에 오는 설명으로부터 자명한 바와 같이 본 명세서에 걸쳐서 "제공하는 단계(providing)", "수행하는 단계(performing)", "수신하는 단계(receiving)", "결정하는 단계(determining)", "제어하는 단계(controlling)", "구하는 단계(obtaining)", "계산하는 단계(calculating)", "발생시키는 단계(generating)"와 같은 용어들을 활용하는 설명이 데이터를 다른 데이터로 변환하는 그리고/또는 조종하는 컨트롤러의 과정(들) 및/또는 동작(들)을 지칭한다는 점을 알 수 있으며, 데이터는 전자적인 것과 같은 물리량으로서 나타나 있고, 그리고/또는 데이터는 물리적인 대상을 나타낸다. "컨트롤러(controller)"라는 용어는 컴퓨터 등과 같이 데이터 처리 능력이 있는 임의의 종류의 하드웨어-기반 전자 장치를 포함하고 있는 것으로 광범위하게 해석되어야 하고, 제한없는 예시로서 본 출원에 개시되어 있는 일부 예시들에 따라 처리 회로(500)(도 5에 관하여 본 명세서에 더욱 상술되어 있음) 및/또는 처리 회로(600)(도 6에 관하여 본 명세서에 더욱 상술되어 있음)를 포함하는 컨트롤러(400)를 포함한다.

[0058]

본 명세서의 교시사항들에 따르는 조작들은 원하는 목적을 위하여 특별히 제작된 컴퓨터에 의해 수행될 수 있고, 또는 비-일시적 컴퓨터-관독가능 저장 매체 안에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 원하는 목적을 위하여 특별히 구성된 범용 컴퓨터에 의해 수행될 수 있다.

[0059]

본 명세서에 개시되어 있는 발명의 예시들이 임의의 특정 프로그래밍 언어를 참조하여 기술되어 있는 것은 아니

다. 여러 가지 프로그래밍 언어들이 본 명세서에 기술되어 있는 바와 같이 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 교시사항들을 구현하는데 이용될 수 있다는 점을 알 수 있을 것이다.

- [0060] 본 명세서에서 사용되는 "실질적으로"라는 용어는 의도된 목적이나 기능을 위하여 균등한 변형예들을 포함한다.
- [0061] 도 5를 참조하여 더욱 상술되어 있는 바와 같이, 컨트롤러(400)는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에서 구현되는 컴퓨터-판독가능 지시들에 따라 몇몇 기능성 모듈들을 실행하도록 구성될 수 있다.
- [0062] 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 교시사항들이 도 1 내지 도 13을 참조하여 기술되어 있는 구조에 의해 구속되지 않는다는 점을 유의한다. 균등한 그리고/또는 수정된 구조는 또 다른 방식으로 통합되거나 분할될 수 있고, 하드웨어 및/또는 펌웨어와 소프트웨어의 임의의 적절한 조합으로 구현될 수 있고, 적합한 장치(들) 상에서 실행될 수 있다. 예를 들어, 연료 장치 상에 위치되어 있는 것으로 기술되어 있는 하나 이상의 요소들은 급유기 상에 위치될 수 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 또 다른 예시로서, 도 5에 기술되어 있는 하나 이상의 모듈들의 기능성은 다수의 모듈들을 대체하도록 통합되거나 분할될 수 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0063] 본 명세서에 개시되어 있는 발명이 도 7에 도시되어 있는 흐름도에 의해 구속되지 않는다는 점 또한 유의한다. 도시된 조작들은 도시된 순서를 벗어나 일어날 수 있다. 예를 들어, 실질적으로 동시다발적으로 실행되는 것으로 나타나 있는 블록(704) 내지 블록(712)은 연속적으로 실행될 수 있다. 도 7의 흐름도가, 예컨대 처리 회로(500) 및/또는 처리 회로(600)를 포함하는 컨트롤러(400)의 요소들을 참조하여 기술되어 있지만, 이것이 구속하는 것을 의미하는 것이 아니라 조작들이 본 명세서에 기술되어 있는 것들 이외의 요소들에 의해 수행될 수 있다는 점 또한 유의한다.
- [0064] 도 1과 도 2에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 일 예시에 따라 다수의 비행중 급유 시스템(150)들이 있는 급유기(112)를 포함할 수 있는 탱커 시스템(100)이 도시되어 있다.
- [0065] 이 예시에서, 급유기(112)는 이러한 3개의 비행중 급유 시스템(150)들을 가지는데, 각각의 포트 윙(port wing; 왼쪽 날개)(114)과 스타보드 윙(starboard wing; 오른쪽 날개)(116) 상에 하나씩 있되 동체(115)의 뒷쪽 부분 상에 세번째가 있다. 급유기(112)는 연료 리셉터클(222)을 통한 하나 이상의 피급유기(220)의 비행중 동시다발적인 급유를 위하여 구성되어 있다. 일부 예시들에서, 급유기(112)는 급유기(112)에 관한 임의의 적합한 구성으로 배열되어 있는 더 많거나 더 적은 비행중 급유 시스템(150)을 가질 수 있다.
- [0066] 제한없는 예시로서, 급유기(112)는 적합하게 설비된 보잉 767일 수 있고, 각각의 피급유기(220)는 적합하게 설비된 F-15이나 F-16, 또는 B2 스텔스 폭격기, 또는 다른 적합하게 설비된 전투기, 폭격기 또는 다른 항공기 중 임의의 한가지를 포함할 수 있다. 일부 예시들에서, 급유기(112)는 무인항공기(UAV)일 수 있고, 그리고/또는 피급유기(220) 중 적어도 한가지는 UAV일 수 있다.
- [0067] 각각의 비행중 급유 시스템(150)은 급유기(112)로부터 가역적으로 연장가능한 기다란 비경질 연료 전달 호스(152)를 포함할 수 있다. 호스(152)의 제 1 단부(미도시)는 급유기(112)가 갖추고 있는 급유 연료 탱크(미도시)에 연결될 수 있다. 예를 들어, 이러한 급유 연료 탱크는 급유기(112)의 내부 연료 탱크(예컨대 급유기의 자체의 연료 탱크, 급유기(112)의 내부에 장착되어 있는 특별한 연료 저장소 등)일 수 있고, 또는 외부 연료 탱크(예컨대 연료 팻 등)일 수 있다.
- [0068] 호스(152)는 가요성일 수 있고, 급유기(112) 안에 적합하게 제공되어 있는 롤 업 드럼(roll up drum)(미도시) 속으로 후퇴될 수 있고, 필요한 경우 롤 업 드럼으로부터 선별적으로 전개될 수 있다.
- [0069] 호스(152)의 제 2 (후미) 단부(154)는, 급유기(112)가 비행중에 있으면서 호스(152)가 연장되어 있는 경우 호스(152)를 통해 급유기(112)에 의하여 전방 방향(A)으로 견인될 수 있는 개개의 급유 장치(300)에 조작가능하게 연결될 수 있다. 급유 장치(300)는 호스(152)와 유체가 통하게 되어 있는 붐 부재(300) 및 연료 전달 노즐(335)을 포함하고(예컨대 도 2 참조), 이는 도 3을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다. 일부 예시들에서, 급유 장치(300)는 UAV일 수 있다.
- [0070] 이 예시에서, 하나의 비행중 급유 시스템(150)은 급유기(112)의 뒷쪽 동체(115)에 대하여 중심방향으로 위치되어 장착되어 있고, 각각의 다른 2개의 비행중 급유 시스템(150)들은 개개의 윙(114, 116)의 밑면에 부착되어 있는 개개의 팻(151) 안에 포함되어 있다(예컨대 도 2 참조).
- [0071] 도 3에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 일 예시에 따라 도 1과 도 2에 도시되어 있는 적어도 하나의 비행

중 급유 시스템(150)들과 같은 비행중 급유 시스템과의 사용을 위한 급유 장치(300)가 도시되어 있다.

- [0072] 편의상, 롤 축(R), 피치 축(P) 및 요 축(Y)은 통상적으로 급유 장치(300)에 대하여 정의될 수 있다. 롤 축(R)은 급유 장치(300)의 길이방향 축(311)에 대해 평행하거나 급유 장치(300)의 길이방향 축(311)과 동축방향이다. 피치 축(P)은 대체로 롤 축(R)에 대해 측면방향으로 직각 관계에 있다(즉 바디가 제로 롤 각도에 있는 경우 수평 방향에 대해 평행함). 요 축(Y)은 롤 축(R) 및 피치 축(P)에 대해 직각 관계에 있다(즉 바디가 제로 피치 각도에 있는 경우 수직방향에 대해 평행함).
- [0073] 급유 장치(300)는 호스(152)의 단부(154)에 붙어 있을 수 있고, 바디(310)를 포함한다. 바디(310)는 호스(152)와 유체가 통하게 되어 있는 붐 부재(330)를 포함할 수 있다. 붐 부재(330)는 붐 축(331)을 정의할 수 있고, 붐 부재(330)의 말단에서 연료 전달 노즐(335)을 포함할 수 있다. 노즐(335)은 피급유기(220)의 연료 리셉터클(222)과 가역적으로 맞물리도록 구성되어 있다.
- [0074] 급유 장치(300), 특히 붐 부재(330)와 노즐(335)은 광범위한 피급유기에 급유하기 위하여 적합한 연료 유량을 허용하도록 크기결정될 수 있다.
- [0075] 붐 부재(330)는 붐 축(331) 상에 조인트(340)를 포함한다. 조인트(340)는, 특히 노즐(335)이 연료 리셉터클(222)과 맞물려 있는 동안 바디(310)와 노즐(335) 사이의 상대적인 움직임을 허용하도록 구성될 수 있다. 이 예시에서, 조인트(340)는 구 형상의 볼 조인트의 형태로 되어 있고, 적어도 1 자유도로 맞물려 있는 경우 피급유기(220)의 연장에 의해 바디(310)와 노즐(335) 사이의 상대적인 움직임을 허용하도록 구성되어 있다.
- [0076] 일부 예시들에서, 연료 리셉터클(222)과 맞물려 있는 노즐(335)은 급유 장치(300)의 맞물려 있는 상태를 정의할 수 있는 한편, 연료 리셉터클(222)과 맞물려 있지 않는 노즐(335)은 급유 장치(300)의 맞물려 있지 않는 상태를 정의할 수 있다. 일부 예시들에서, 맞물려 있는 상태의 실례에 있거나 맞물려 있지 않는 상태의 실례에 있는 급유 장치(300)는, 도 4를 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있는 하나 이상의 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)를 이용하여 구해지는 맞물림 상태 데이터에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0077] 붐 부재(330)는 피벗 조인트(319)에서 바디(310)의 피치 축(P)에 대해 대체로 평행한 피벗 축을 중심으로 바디(310)에 피벗운동가능하게 장착될 수 있고, 집어넣어지거나 후퇴된 포지션과 전개된 포지션 사이에서 가역적으로 피벗운동가능할 수 있다. 집어넣어지거나 후퇴된 포지션에서, 붐 부재(330)는 말단이 바디(310)의 밑면에 가장 가까이에 있는 포지션으로 피벗 축을 중심으로 피벗운동될 수 있다. 이 포지션에서, 붐 축(331)은 길이방향 축(311)에 대해 대체로 평행하게 있으면서 바디(310)에 대하여 아래쪽을 향하는 방향으로 길이방향 축(311)으로부터 떨어져 변위될 수 있다. 도 3에 도시되어 있는 전개된 포지션에서, 붐 부재(330)는 길이방향 축(311)과 붐 축(331) 사이에 제로가 아닌 각도 변위, 즉 각도(θ)를 제공하기 위해서 아래쪽을 향하는 방향으로 피벗 축을 중심으로 가변적으로 피벗운동될 수 있다. 이 예시에서, 각도(θ)는 급유 장치(300)에 대하여 피치로 되어 있다. 붐 부재(330)는 적어도 급유 장치(300)의 비행중 급유 조작 동안 전개된 포지션으로 되어 있을 수 있다.
- [0078] 급유 장치(300)는, 호스(152)를 통해 급유기(112)의 후미쪽으로 견인되는 경우 급유 장치(300)의 공간상 배치를 제어하는데 도움이 되도록 구성되어 있는 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들을 더 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 "롤링 요소들(roll elements)"과 "요잉 요소들(yaw elements)"과 같은 용어들은 급유 장치의 롤과 요에 각각 영향을 미치기 위한 임의의 적합한 장치 또는 메커니즘을 지칭한다. 예를 들어, 롤링 요소들은 에일러론(aileron)들과 같은 하나 이상의 제어 표면들일 수 있고, 에어 블로우어(air blower) 및/또는 그 롤 축을 중심으로 급유 장치를 회전시키도록 구성되어 있는 임의의 다른 적절한 장치 또는 메커니즘과 같은 공기 동력식 롤링 요소일 수 있다. 이와 유사하게, 예컨대 요잉 요소들은 러더(rudder)들과 같은 하나 이상의 제어 표면들일 수 있고, 에어 블로우어 및/또는 그 요 축을 중심으로 급유 장치를 회전시키도록 구성되어 있는 임의의 다른 적절한 장치 또는 메커니즘과 같은 공기 동력식 요잉 요소일 수 있다.
- [0079] 이 예시에서, 하나 이상의 롤링 요소들과 하나 이상의 요잉 요소들은 롤링 요소들 같은 에일러론(420)들, 및 요잉 요소들 같은 러더(422)들을 포함하는 제어 표면들이다. 이 예시에서, 에일러론(420)들은 그 후미 부분에서 바디(310)의 에일러론 아암에 피벗운동가능하게 장착되어 있는 선별적으로 제어가능한 세트들을 이루는 공기역학적 에일러론(420)들이다. 러더(422)들은 에일러론(420)들에 대해 직각으로 그 후미 부분에서 바디(310)의 러더 아암들에 피벗운동가능하게 장착되어 있는 선별적으로 제어가능한 세트들을 이루는 공기역학적 러더(422)들이다.
- [0080] 에일러론(420)들과 러더(422)들은, 급유 장치(300)가 호스(152)의 단부(154)에서 견인되는 동안 원하는 공간상 배치를 취하는 것 그리고/또는 조향되는 것을 가능하게 하는데 도움이 된다. 특히, 에일러론(420)들과 러더(422)들은 급유 장치(300)의 롤 각도에 영향을 미치도록 제어될 수 있다. 에일러론(420)들과 러더(422)들의 예

시적인 조작은 도 8과 도 9를 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.

- [0081] 롤 각도(roll angle) 또는 뱅크 각도(bank angle)라는 용어는 항공기가 수평방향에 대하여 그 길이방향 축을 중심으로 기울어지거나 회전되는 각도이다. 예를 들어, 항공기가 방향을 변경하기 위해서 롤 (roll) 또는 뱅크드 턴(banked turn)을 수행하는 경우, 항공기의 롤 각도는 영향을 받는다.
- [0082] 급유 장치(300)는 도 4에 관하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있는 컨트롤러(400) 및 하나 이상의 급유 장치 센서(들)를 더 포함할 수 있다.
- [0083] 도 4에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 비행중 급유 과정 동안 급유 장치(300)의 롤 각도를 제어하기 위한 컨트롤러(400)를 포함하는 시스템의 블록 다이어그램이 도시되어 있다.
- [0084] 이 예시에서, 컨트롤러(400)는 급유 장치(300)와 하나 이상의 탱커 센서(tanker sensor; 급유기 센서)(450) (들)를 포함하는 시스템(401)의 일부이다.
- [0085] 컨트롤러(400)는 본 명세서에 개시되어 있는 바와 같이 다양한 조작들을 실행하도록 구성되어 있는 하나 이상의 메모리 및 하나 이상의 프로세서들을 포함하는 처리 회로(예컨대 아래에 기술되어 있는 처리 회로(500, 600))를 포함할 수 있다. 컨트롤러(400)는 일부 예시들에서 PID 컨트롤러나 PI 컨트롤러, 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러 또는 임의의 다른 컴퓨팅 디바이스 또는 모듈 또는 시스템을 포함할 수 있다. PID 컨트롤러를 포함하는 컨트롤러(400)의 한가지 구현에는 도 6을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0086] 컨트롤러(400)는, 예컨대 본 명세서에 설명되어 있는 바와 같은 기능들을 수행하되 적합한 장치 또는 장치들 상에서 실행되는, 컴퓨터 프로세서 안의 소프트웨어로서 구현될 수 있고, 하드웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합으로서 구현될 수 있다.
- [0087] 컨트롤러(400)는 가능하면 분산되어 있는 아키텍처로 되어 있는 복수의 컨트롤러들을 포함할 수 있는데, 복수의 컨트롤러들은 시스템(401)의 구성요소들과 관련된 조작들을 가능하게 하기 위하여 그리고 시스템(401)의 관련 구성요소들을 제어하기 위하여 다양한 데이터, 전기적 입력 및/또는 기계적 입력을 (전기적 형태로 또는 가능하다면 디지털 형태로 전환된 후) 처리하도록 독립적으로 그리고/또는 협력적으로 조작하게 되어 있다. 일부 경우들에서, 컨트롤러(400) 또는 그 내부에 있는 특정 구성요소나 모듈이 있는 다수의 실례들이 이용가능성과 중복을 이유로 활용될 수 있다.
- [0088] 컨트롤러(400)는 하나 이상의 급유 장치 센서(404)(들), 하나 이상의 탱커 센서(450)(들), 하나 이상의 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들), 하나 이상의 에일러론 액추에이터(410)(들) 및 하나 이상의 러더 액추에이터(412)(들)에 조작가능하게 연결될 수 있다.
- [0089] 컨트롤러(400)는 하나 이상의 다양한 센서들(404, 406, 450)로부터 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 컨트롤러(400)는 또한 액추에이터들(410, 412)에 명령들을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0090] 이 예시에서, 탱커 센서(450)(들)는 탑재된 급유기(112) 상에 위치되어 있고, 급유기(112)의 롤 각도를 결정하도록 구성되어 있다. 탱커 센서(450)(들)는 또한 다음에 오는 것, 즉 급유기(112)의 포지션, 속도 및/또는 가속도 등 중 적어도 한가지 이상을 결정하도록 구성될 수 있다. 탱커 센서(450)(들)로부터의 데이터는 컨트롤러(400)에 무선으로 전송될 수 있다. 예를 들어, 탱커 센서(450)(들)는 미세-전자-기계 시스템(Micro-Electro-Mechanical Systems; MEMS) 센서(예컨대 MEMS 버티컬 자이로스코프(vertical gyroscope) 및/또는 MEMS 레이트 자이로스코프(rate gyroscope)), 가속도계, 전지구 위치확인 시스템(global positioning system; GPS), 관성항법 시스템(inertial navigation system; INS), 카메라, 라이다(Light Detection And Ranging; LIDAR) 등을 포함할 수 있다.
- [0091] 이 예시에서, 급유 장치 센서(404)(들)는 급유 장치(300)의 탑재된 바디(310) 상에 위치되어 있고, 급유 장치(300)의 롤 각도를 결정하도록 구성되어 있다. 급유 장치 센서(404)(들)는 또한 다음에 오는 것, 즉 급유 장치(300)의 포지션, 속도 및/또는 가속도, 급유 장치(300)의 롤 레이트 등 중 적어도 한가지 이상을 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 급유 장치 센서(404)(들)는 MEMS 센서(예컨대 MEMS 버티컬 자이로스코프 및/또는 MEMS 레이트 자이로스코프), 가속도계, GPS, INS, 카메라, LIDAR 등을 포함할 수 있다.
- [0092] 이 예시에서, 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)는 급유 장치(300)의 탑재된 바디(310) 상에 위치되어 있고, 급유 장치(300)가 피급유기(220)와 맞물려 있는지를 결정하도록 구성되어 있다. 예를 들어, 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)는 근접 센서(들) 등을 포함할 수 있다.

- [0093] 이 예시에서, 에일러론 액추에이터(410)(들)와 러더 액추에이터(412)(들)는 급유 장치(300)의 탑재된 바디(310) 상에 위치되어 있다. 액추에이터들(410, 412)은 각각 에일러론(420)들과 러더(422)들에 조작가능하게 연결되어 있다. 액추에이터들(410, 412)은 에일러론(420)들과 러더(422)들의 조작을 각각 작동시키도록 구성되어 있고, 그 개개의 피벗 축들을 중심으로 하는 그 개개의 제어 표면들(420, 422)의 각도 포지션을 제어한다.
- [0094] 컨트롤러(400)는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에서 구현되는 컴퓨터-판독가능 지시들에 따라 몇몇 기능성 모듈들을 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 기능성 모듈들은 이하에서 컨트롤러(400) 안에 포함되어 있는 것으로 언급되어 있고, 도 5를 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0095] 도 5에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 처리 회로(500)를 포함하는 컨트롤러(400)가 도시되어 있다. 이 예시에서, 처리 회로(500)는 급유 장치의 롤 각도를 제어하기 위한 컨트롤러(400)의 일부인 기능성 모듈들을 포함한다.
- [0096] 이 예시에서, 처리 회로(500)는 센서 제어 모듈(502), 측면 속도 결정 모듈(504), 롤 각도 제어 모듈(506), 방향조작(maneuvering)/조향(steering) 제어 모듈(508), 안전 모듈(510), 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512) 및 외부 데이터 인터페이스 모듈(514)을 포함한다.
- [0097] 센서 제어 모듈(502)은 데이터를 획득하기 위하여 하나 이상의 센서(404, 406)(들)를 조작하도록 구성될 수 있고, 피급유기(220)에 대한 급유 장치(300)의 맞물림과 급유 장치(300)의 롤 각도와 같은 데이터의 반복되는 결정을 각각 가능하게 한다.
- [0098] 측면 속도 결정 모듈(504)은 급유기에 대한 급유 장치의 상대적인 측면 속도를 계산하도록 구성될 수 있다. 일부 예시들에서, 일부 예시들에서, 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 계산하기 위하여, 측면 속도 결정 모듈(504)은 급유기(112)의 구해진 포지션에 관한 미분 함수를 수행할 수 있고, 급유 장치(300)의 구해진 포지션에 관한 미분 함수를 수행할 수 있고, 그리고 나서 상대적인 측면 속도를 결정하기 위하여 서로로부터의 결과들을 뺄셈할 수 있다. 일부 예시들에서, 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 계산하기 위하여, 측면 속도 결정 모듈(504)은 급유기(112)의 구해진 가속도에 관한 적분 함수를 수행할 수 있고, 급유 장치(300)의 구해진 가속도에 관한 미분 함수를 수행할 수 있고, 그리고 나서 상대적인 측면 속도를 결정하기 위하여 서로로부터의 결과들을 뺄셈할 수 있다.
- [0099] 롤 각도 제어 모듈(506)은, 예컨대 급유기(112)의 롤 각도와 실질적으로 동일하도록 급유 장치(300)의 롤 각도를 제어하기 위하여 롤 제어 명령들을 계산해서 액추에이터들(410, 412)에 제공하도록 구성될 수 있다. 롤 제어 명령들은 에일러론(420)들 및/또는 러더(472)들을 제어하기 위하여 이용될 수 있다. 롤 각도 제어 모듈(506)의 예시적인 조작은 도 7을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0100] 방향조작/조향 제어 모듈(508)은, 예컨대 맞물림 영역으로 급유 장치(300)를 방향조작하거나 조향하기 위한 방향조작/조향 명령들을 계산해서 제공하도록 구성될 수 있고, 그리고/또는 맞물림/맞물림해제를 수행하도록 구성될 수 있다. 방향조작/조향 제어 모듈(508)은 급유 장치(300)가 3 자유도로, 즉 (좌우) 측면방향으로, (상하) 수직방향으로, 그리고 (전후방) 길이방향으로 조향되는 것을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 그러므로, 방향조작/조향 제어 모듈(508)은 급유기(112) 및/또는 피급유기(220)에 대하여 사이드슬립(sideslip), 상/하 병진운동, 전방-후미 병진운동 중 한가지 이상을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0101] 안전 모듈(510)은 급유 과정에서 위험한 상황들을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 위험한 상황들은 세트를 이루는 문턱값들 및/또는 파라미터들과 개개의 안전 조건들에 의해 정의될 수 있다. 예를 들어, 안전 모듈(510)은 급유 장치(300)가 안전하지 않은 방식으로 피급유기(220)에 접근하지 않는지(또는 그 반대의 경우), 그리고/또는 급유 장치(300)가 안전하지 않은 방식으로 급유기(112)에 접근하지 않는지(또는 그 반대의 경우) 등을 모니터링하도록 구성될 수 있다.
- [0102] 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512)은 급유를 수행하기 위해 급유 장치(300)가 피급유기(220)의 연료 리셉터클(222)과 맞물리게 하기 위하여 급유 장치(300)에 맞물림 명령을 제공하도록 구성될 수 있고, 피급유기(220)의 연료 리셉터클(222)로부터 맞물림해제하도록 급유 장치(300)에 맞물림해제 명령을 제공하도록 구성될 수 있다. 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 예시들에 따르면, 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512)은 피급유기(220)가 맞물림 영역 안에 포지셔닝되어 있다는 표시에 응답하여 조작할 수 있다. 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512)의 예시적인 조작은 도 10 내지 도 13을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0103] 외부 데이터 인터페이스 모듈(514)은 보조 유닛들, 장치들, 데이터 저장수단들, 시스템들 또는 모듈들과 협력하

여 컨트롤러(400)의 하나 이상의 구성요소들이 조작되는 것을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 외부 데이터 인터페이스 모듈(514)은 다양한 프로토콜들, 소프트웨어 언어들, 구동 신호들 등을 구현할 수 있다. 나아가, 예시로써, 외부 데이터 인터페이스 모듈(514)은 탱크 센서(450)(들)와 같이 탑재된 하나 이상의 급유 장치(300), 피급유기(220) 또는 급유기(112) 상에서 특정 보조 유닛들, 장치들, 데이터 저장수단들, 시스템들 또는 모듈들을 조작하는데 이용될 수 있다.

- [0104] 도 6에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 처리 회로(600)를 포함하는 컨트롤러(400)의 구현예가 도시되어 있다.
- [0105] 위에 언급된 바와 같이, 컨트롤러(400)는 소프트웨어를 실행시키는 하드웨어 프로세서일 수 있다. 컨트롤러(400)는 도 7의 방법을 참조하여 아래에 기술되어 있는 조작들 중 적어도 일부를 구현하는 하드웨어일 수 있다.
- [0106] 이 예시에서, 처리 회로(600)는 입력 로직 모듈(602), PID 컨트롤러 모듈(604) 및 출력 로직 모듈(606)을 포함한다.
- [0107] 입력 로직 모듈(602)은 급유 장치의 롤 각도와 급유기의 롤 각도 사이의 차이를 계산하기 위한 썬딩 포인트(summing point)(648)를 포함할 수 있다.
- [0108] PID 컨트롤러 모듈(604)은 비례-적분-미분(proportional-integral-derivative; PID) 컨트롤러 또는 비례-적분(proportional-integral; PI) 컨트롤러일 수 있고, 또는 이를 포함할 수 있다. 비례-적분 컨트롤러(PI 컨트롤러)는 그 안에서 에러의 미분(D)이 사용되지 않는 비례-적분-미분 컨트롤러(PID 컨트롤러)가 있는 케이스이다. 미분 동작의 부재(lack)는 노이즈 데이터(noisy data)가 있는 케이스에서 시스템을 정상 상태로 더욱 정상적으로 만들 수 있는데, 이는 미분 동작이 입력들에서의 높은 주파수 조건에 더욱 민감할 수 있기 때문이다. 입력 로직 모듈(602)의 출력은 PID 컨트롤러 모듈(604)에 입력될 수 있다.
- [0109] 출력 로직 모듈(606)은 썬딩 포인트(612) 및 복수의 게인들(618, 620, 636, 638)을 포함할 수 있다. 출력 로직 모듈(606)은 하나 이상의 에일러론과 하나 이상의 러더들의 조작을 제어하는데 이용되는 명령들(632, 634)을 발생시키도록 구성될 수 있다. PID 컨트롤러 모듈(604)의 출력은 출력 로직 모듈(606)에 입력될 수 있고, 썬딩 포인트(612)에서 추가적인 중량이나 게인들에 추가될 수 있다.
- [0110] 컨트롤러(400)의 출력은 플랜트/프로세스(640)에 입력될 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 컨트롤러(400)가 PI 컨트롤러인 경우/PI 컨트롤러를 포함하는 경우, 구해진 급유 장치 롤 각도는 프로세스 변수일 수 있고, 구해진 급유기 롤 각도일 수 있는 원하는 롤 각도는 세트포인트일 수 있다. 액추에이터들에 대한 롤 제어 명령들은 프로세스나 플랜트(640)에 대한 입력이나 컨트롤러(400)로부터의 출력인 조종된 변수/제어 변수이다. 급유 장치의 현재의 롤 각도와 세트포인트(급유기 롤 각도) 사이의 차이는 에러일 수 있다. 급유 장치 롤 각도를 측정하고 나서 세트포인트(급유기 롤 각도)로부터 뺄셈함으로써, 에러가 발견될 수 있다. 에러에 기초하여, 컨트롤러(400)는 급유 장치 롤 각도에 영향을 미치도록 에일러론들 및/또는 러더들을 얼마나 조정하는지를, 즉 에일러론들 및/또는 러더들에 어떤 롤 제어 명령을 제공하는지를 계산한다. 플랜트나 프로세스의 피드백은 급유 장치의 업데이트되어 구해진 롤 각도일 수 있는데, 이는 이후 급유기 롤 각도와 실질적으로 동일한 것에 해당하는 원하는 롤 각도를 달성하려는 시도에서 급유 장치의 롤 각도를 추가로 제어하는데 이용될 수 있다.
- [0112] 이 예시에서, 비례 동작은 현존하는 에러에 비례하여 에일러론들 및/또는 러더들을 조정한다. 적분 동작은, 급유 장치의 원하는 롤 각도가 확정되고 있는지 여부를 탐지하기 위해서, 그리고 에러에 대한 관계에서 뿐만 아니라 지속되어 온 시간에 대한 관계에서 에일러론들 및/또는 러더들을 조정하기 위해서 과거부터 축적된 상태 에러를 이용할 수 있다. 일부 예시들에서, 적분 동작의 공식화(formulation)는 현재의 에러에 비례하는 지속적인 작은 실행단계들에서 에일러론들 및/또는 러더들을 조정하도록 되어 있을 수 있다. 시간이 지남에 따라, 실행단계들은 과거의 에러들에 의존하여 축적되고 추가된다.
- [0113] 컨트롤러(400)의 조작은 도 7을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0114] 도 7에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 비행중 급유 동안 급유 장치를 제어하기 위한 방법(700)의 흐름도가 도시되어 있다.
- [0115] 방법(700)은 급유 장치가 맞물려 있는 상태나 맞물려 있지 않은 상태에 있는 동안 급유 과정에 걸쳐 수행될 수 있다.

- [0116] 방법(700)은 (예컨대 다양한 센서들에 의해 결정되고, 컨트롤러(400)의 외부 데이터 인터페이스 모듈(514) 및/또는 센서 제어 모듈(502)에 의해 구해지는) 물 제어 데이터를 구하는 초기 실행단계(블록(702))를 포함한다. 물 제어 데이터를 구하는 단계(블록(702))는 (예컨대 탱크 센서(450)(들)에 의해 결정되는) 급유기의 물 각도를 구하는 단계(블록(704)), 및 (예컨대 급유 장치 센서(404)(들)에 의해 결정되는) 급유 장치의 물 각도를 구하는 단계(블록(706))를 포함한다.
- [0117] 물 제어 데이터를 구하는 단계(블록(702))는 또한 (예컨대 급유 장치 센서(404)(들)에 의해 결정되는) 급유 장치의 물 레이트를 구하는 단계(블록(708)), (예컨대 측면 속도 결정 모듈(504)에 의해 계산되는) 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도를 구하는 단계(블록(710)), 및 (예컨대 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)에 의해 결정되는) 맞물림 상태 데이터를 구하는 단계(블록(712))를 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0118] 물 제어 데이터를 구하는 단계(블록(702)) 직후, 급유 장치의 물 각도와 급유기의 물 각도 사이의 차이는 결정된다(블록(714))(예컨대 컨트롤러(400)의 입력 로직 모듈(602) 및/또는 물 각도 제어 모듈(506)에 의해 계산됨).
- [0119] 급유 장치의 물 각도와 급유기의 물 각도 사이의 차이를 구하는 단계(블록(714)) 직후, 물 교정 명령이 발생된다(블록(716))(예컨대 컨트롤러(400)의 PID 컨트롤러 모듈(604) 및/또는 물 각도 제어 모듈(506)에 의해 계산됨). 물 교정 명령은 급유 장치의 물 각도와 급유기의 물 각도 사이에서 결정된 차이에 기초하여 발생할 수 있다.
- [0120] 선택적으로, 물 교정 명령을 발생시키는 단계(블록(716)) 직후, 물 교정 명령은 (예컨대 컨트롤러(400)의 출력 로직 모듈(606) 및/또는 물 각도 제어 모듈(506)에 의해) 조정될 수 있다(블록(718)). 물 교정 명령은 급유 장치의 구해진 물 레이트, 급유기에 대한 급유 장치의 구해진 측면 속도, 및/또는 맞물림 상태 데이터에 기초하여 조정될 수 있다. 일부 예시들에서, 물 교정 명령은 급유 장치의 조정된 물 레이트, 및/또는 급유기에 대한 급유 장치의 조정된 측면 속도에 기초하여 조정될 수 있다. 일부 예시들에서, 물 교정 명령, 물 레이트, 및/또는 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도는 도 6을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있는 바와 같이 계인들을 이용하여 조정될 수 있다.
- [0121] 물 교정 명령을 발생시키는 단계(블록(716))/조정하는 단계(블록(718)) 직후, 급유기의 물 각도와 실질적으로 동일한 물 각도를 달성하거나 유지하려고 시도하기 위해서 이용될 하나 이상의 물 제어 명령들은 (예컨대 컨트롤러(400)의 출력 로직 모듈(606) 및/또는 물 각도 제어 모듈(506)에 의해) 발생된다(블록(720)). 물 제어 명령들은 발생된/조정된 물 교정 명령에 기초하여 발생할 수 있다.
- [0122] 급유 장치를 위한 물 제어 명령들을 발생시키는 단계(블록(720))는, 하나 이상의 급유 장치 에일러론들을 제어하기 위한 하나 이상의 에일러론 제어 명령들을 발생시키는 단계(블록(722)), 및/또는 하나 이상의 급유 장치 러더들을 제어하기 위한 하나 이상의 러더 제어 명령들을 발생시키는 단계(블록(724))를 포함할 수 있다. 에일러론 명령 및/또는 러더 명령을 발생시키는 단계는, 예컨대 도 6을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있는 바와 같이 계인들을 이용하여 물 제어 명령을 분리하는 단계 및/또는 조정하는 단계에 의해 행해질 수 있다.
- [0123] 일부 예시들에서, 원하는 물 각도를 달성하기 위해서 급유 장치의 물 각도를 위한 과정의 한번 이상의 반복을 취할 수 있다. 일부 예시들에서, 컨트롤러(400)는 연속적인 방식으로 조작되도록 구성되어 있어서, (계산된 에러에 기초하여) 원하는 물 각도를 달성하거나 유지하기 위해서 시스템으로부터의 피드백을 계속해서 이용하고 있다.
- [0124] 일부 예시들에서, 특정 실행단계들과 이외의 것들이 반복적으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 급유기의 미리 결정된 물 각도와 급유 장치의 새롭게 업데이트되어 결정된 물 각도는 급유기의 새로운 물 각도를 결정하지 않는 상태에서, 즉 (블록(704))의 조작을 다시 수행하기 전에 급유기의 미리 구해진 물 각도에 기초하여 (블록(706)), (블록(714)) 및 (블록(716))의 조작들의 한번 이상의 반복들을 수행하지 않는 상태에서, 미리 결정된 원하는 물 각도에 도달하려는 앞선 시도를 향상시키는데 이용될 수 있다.
- [0125] 일부 예시들에서, 맞물려 있는 상태 동안 구해진 급유기의 물 각도는 맞물려 있지 않은 상태에서 급유 장치의 원하는 물 각도를 결정하는데 이용될 수 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0126] 컨트롤러(400)의 예시적인 조작은 다음에 오는 바와 같이 도 6과 도 7을 참조하여 기술되어 있다. 컨트롤러(400)의 조작이 시스템(401)의 요소들과 제어 방법(700)의 조작을 참조하여 기술되어 있지만, 이것이 구속하는 것을 의미하는 것이 아니라 컨트롤러(400)의 조작이 본 명세서에 기술되어 있는 것들 이외의 요소들과 조작들을

이용하여 수행될 수 있다는 점 또한 유의한다.

- [0127] 도 6과 도 7을 참조하면, 급유 장치(608)의 롤 각도와 급유기의 롤 각도 사이에서 결정된 차이($\Delta\phi = \phi_i - \phi_d$)는 (예컨대 입력 로직 모듈(602)로부터) PID 컨트롤러 모듈(604)로 입력되는 것으로 제공될 수 있다.
- [0128] 위 설명에서는 급유 장치의 롤 각도와 급유기의 롤 각도 사이의 차이($\Delta\phi$)가 급유기의 롤 각도를 구하는 단계(블록(714))와 급유 장치의 롤 각도를 구하는 단계(블록(706)), 및 그 차이를 계산하는 단계의 결과로서 결정되는 단계(블록(714))로 기술되어 있지만, 일부 예시들에서 롤 각도들 사이의 차이($\Delta\phi$)가 또 다른 방식으로 결정되는 경우라면 그 차이($\Delta\phi$) 또한 컨트롤러(400)에 의해 이용될 수 있다.
- [0129] PID 컨트롤러 모듈(604)의 출력은 (예컨대 (블록(716)에서) 발생하는 바와 같이) 급유 장치(300)의 하나 이상의 러더(422)들 및/또는 하나 이상의 에일러론(420)들의 조작을 제어하기 위한 하나 이상의 롤 교정 명령(610)(들)일 수 있다.
- [0130] 일부 예시들에서, PID 컨트롤러 모듈(604)은 내부 게인들(미도시)를 가지고, PID 컨트롤러 모듈(604)의 출력은 이러한 내부 게인들에 의해 영향을 받을 수 있다.
- [0131] 선택적으로, PID 컨트롤러 모듈(604)의 출력(610)은 (예컨대 출력 로직 모듈(606)의) 씘밍 포인트(612)에 제공될 수 있는데, 여기서 (예컨대 (블록(708)에서) 구해진) 급유 장치(P)(614)의 결정된 롤 레이트 및/또는 (예컨대 (블록(710)에서) 구해진) 급유기에 대한 급유 장치의 결정된 측면 속도(ΔV_y)(616)는 하나 이상의 롤 교정 명령(610)(들)을 조정하기 위해서 그리고 (예컨대 (블록(718)에서) 조정되는 바와 같이) 하나 이상의 조정된 롤 교정 명령(630)(들)을 만들어내기 위해서 PID 컨트롤러 모듈(604)의 출력에 추가된다.
- [0132] 위 설명에서는 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도(ΔV_y)(616)가 측면 속도 결정 모듈(504)에 의해 계산되는 단계(블록(710))로 기술되어 있지만, 일부 예시들에서 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도(ΔV_y)(616)가 또 다른 방식으로 구해지거나 결정되는 경우라면 ΔV_y (616) 또한 PID 컨트롤러 모듈(604)에 의해 이용될 수 있다.
- [0133] 일부 예시들에서, 급유 장치(P)(614)의 결정된 롤 레이트 및/또는 급유기에 대한 급유 장치의 측면 속도(ΔV_y)(616)는 씘밍 포인트(612)에 제공되기 전에 조정을 위하여 게인들(618, 620)에 각각 제공될 수 있다.
- [0134] 급유 장치(P)(614)의 결정된 롤 레이트 및/또는 급유기에 대한 급유 장치의 결정된 측면 속도(ΔV_y)(616)를 이용하는 것은, 시스템의 진동을 방지하거나 줄이는데 도움이 될 수 있고, 시스템이 정상 상태에 더욱 신속하게 도달하는데 도움이 될 수 있고, 이로써 급유기의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치의 롤 각도를 달성하거나 유지하는데 도움이 될 수 있다.
- [0135] 롤 교정 명령(610)(들) 또는 조정된 롤 교정 명령(630)(들)은 (예컨대 (블록(720)에서) 발생하는 바와 같이) 하나 이상의 롤 제어 명령(632, 634)(들)을 발생시키는데 이용된다.
- [0136] 일부 예시들에서, 롤 제어 명령들(632, 634)은 (예컨대 (블록(722) 및 블록(724)에서) 발생하는 바와 같이) 롤 교정 명령(610 또는 630)(들)을 에일러론 롤 제어 명령(δa (632))(들)과 러더 제어 명령(δr (634))(들)로 분리 시킴으로써 발생된다.
- [0137] 일부 예시들에서, 롤 제어 명령들(632, 634)은 에일러론(420)들과 러더(422)들 양자 모두를 위한 동일한 명령일 수 있다. 양자 모두를 위하여 동일한 롤 제어 명령들의 예시는 도 8과 도 9를 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0138] 일부 예시들에서, 게인 캘리브레이션은, 롤 제어 명령들(632, 634)에 각각 영향을 미치고 이로써 원하는 롤 각도를 달성하려고 시도하는 경우 에일러론(420)들 및/또는 러더(422)들이 가지는 효과를 수정하기 위해서, 게인들(636, 638)을 이용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 게인 캘리브레이션은 시스템을 안정화시키면서 시스템을 교란에 대해 더욱 튼튼하게 만들기 위하여 게인들의 크기를 조정하도록 행해질 수 있다.
- [0139] 일부 예시들에서, 게인 캘리브레이션은, 예컨대 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)에 의해 결정되는 급유 장치의 맞물림 상태를 표시하는 (예컨대 (블록(712)에서) 구해지는 바와 같이) 맞물림 상태 데이터(652)에 기초하여 수행될 수 있다.

- [0140] 계인 캘리브레이션은 PID 컨트롤러 모듈(604)의 내부 계인들 및/또는 하나 이상의 계인들(618, 620, 636, 638)의 값에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 맞물림시 및/또는 맞물림해제시, 특정 계인들은 시스템에 대한 교란(disturbance)과 점프(jump)를 방지하도록 작아질 수 있고 그리고/또는 커질 수 있다.
- [0141] 일부 예시들에서, 계인 스케줄링(gain scheduling)이 수행될 수 있다. 계인 스케줄링은 하나 이상의 결정된 조건들의 결과로서 PID 컨트롤러 모듈(604)의 내부 계인들 및/또는 하나 이상의 계인들(618, 620, 636, 638)의 값에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 계인 스케줄링은 급유 장치의 결정된 높이, 급유 장치의 결정된 속도, 급유 장치의 결정된 맞물림 등 중 한가지 이상에 좌우될 수 있다.
- [0142] 일부 예시들에서, 급유 장치(300)가 맞물림 상태들 양자 모두, 즉 맞물려 있는 상태와 맞물려 있지 않는 상태 양자 모두에 있는 동안, 롤 제어 명령들(632, 634)은 급유 과정에 걸쳐 매끄럽게 에일러론(420)들과 러더(422)들 양자 모두에 제공될 수 있다. 급유 과정에 걸쳐 에일러론(420)들과 러더(422)들 양자 모두에 롤 제어 명령들(632, 634)을 제공하는 것은, 예컨대 맞물림시 또는 맞물림해제시 행해질 수 있는 조작의 스위치동작 모드(switching mode)들로부터 일어날 수도 있는 임의의 점프들이나 교란들을 방지할 수 있다. 롤 제어 명령들(632, 634)은 과정에 걸쳐 에일러론(420)들과 러더(422)들 양자 모두에 제공될 수 있는데, 이는 맞물려 있지 않는 상태에서는 롤 각도에 대한 에일러론(420)들의 효과가 지배적이되 맞물려 있는 상태에서는 롤 각도에 대한 러더(422)들의 효과가 지배적이기 때문이다. 급유 과정에 걸쳐 에일러론들과 러더들 양자 모두에 매끄럽게 제공되고 있는 롤 제어 명령들의 예시는 도 8과 도 9를 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0143] 일부 예시들에서, 스위치(미도시)는 급유 장치의 맞물림에 따라 조작의 모드들 사이의 스위치동작을 위하여 제공될 수 있다. 이러한 예시들에서, 스위치는, 예컨대 맞물림/맞물림해제 센서(406)(들)에 의해 결정되는 구해진 맞물림 상태 데이터(652)에 기초하여 조작될 수 있다. 예를 들어, 맞물려 있는 상태에서, 러더 롤 제어 명령(634)(들)만이 러더(422)들에 제공되고, 롤 제어 명령들은 에일러론(420)들에 제공되지 않는다. 맞물려 있지 않는 상태에서, 에일러론 롤 제어 명령(632)들만이 에일러론(420)들에 제공되고, 롤 제어 명령들은 러더(422)들에 제공되지 않는다.
- [0144] 일부 예시들에서, 에일러론 롤 제어 명령(632)(들)은 에일러론 액추에이터(410)(들)에 제공될 수 있고, 러더 롤 제어 명령(634)(들)은 러더 액추에이터(412)(들)에 제공될 수 있다.
- [0145] 일부 예시들에서, 에일러론 액추에이터(410)(들)와 러더 액추에이터(412)(들)는 플랜트(640)의 일부이다.
- [0146] 플랜트(640)는 특정 급유 장치, 액추에이터들, 에일러론들, 러더들 등 중 일부나 모두의 특성들이나 동역학적 특성들을 지칭할 수 있다. 이러한 특정 시스템들의 동역학적 특성들은 어떻게 플랜트(640)가 거동하면서 명령(들)에 응답하는지를 보여줄 수 있다. 급유 장치(300)에 부착되는 에일러론(420)들 및/또는 러더(422)들이 조정됨에 따라, 이는 급유기(112)의 롤 각도에 대한 급유 장치(300)의 롤 각도에 영향을 미칠 수 있다. 플랜트(640)가 있는 결과는 급유 장치(300)의 움직임일 수 있고, 이로써 급유기(112)의 롤 각도에 대한 급유 장치(300)의 롤 각도, 그 결과 급유 장치 롤 각도와 급유기 롤 각도 사이의 차이의 변경된 값에 영향을 미칠 수 있다.
- [0147] 컨트롤러(400)를 위한 계인 계수들은 각각의 "플랜트(plant)"를 위하여, 예컨대 급유 장치들, 호스들, 급유기와 피급유기 또는 그 구성요소들(예컨대 러더들과 에일러론들)로 된 타입들의 각각의 특정 조합을 위하여 결정되고 튜닝될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템들의 각각의 조합을 위한 계수 값들은 데이터 저장수단에 저장될 수 있고, 관련 값들은 상이한 급유 상황들에 따라 제공되어 사용될 수 있다.
- [0148] 플랜트(640)로부터의 피드백은 구해진 급유 장치 롤 각도(ϕ_d)(646)를 포함할 수 있다. 급유 장치 롤 각도(ϕ_d)(646)는 입력 로직 모듈(602), 예컨대 써밍 포인트(648)에 제공될 수 있다. 구해진 급유기 롤 각도(ϕ_i)(650)는 또한 입력 로직 모듈(602), 예컨대 써밍 포인트(648)에 제공될 수 있고, 결과는 PID 컨트롤러 모듈(604)에 대한 입력으로 제공될 수 있는 급유 장치의 롤 각도와 급유기의 롤 각도 사이에서 결정된 차이($\Delta\phi$)일 수 있다.
- [0149] 플랜트(640)로부터의 피드백은 또한 위에 기술되어 있는 바와 같이 출력 로직 모듈(606), 예컨대 써밍 포인트(612)에 제공될 수 있는 급유 장치(P)(614)의 결정된 롤 레이트를 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0150] 도 8과 도 9에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따라 급유 과정의 다양한 단계들 동안 존재하는 힘들 중 일부가 도시되어 있다.
- [0151] 도 8에서, 급유 장치(300)는 맞물려 있지 않는 상태에 있고, 롤 제어 명령들(632, 634)은 에일러론(420)들과 러

더(422)들을 제어하는데 이용된다. 에일러론(420)들을 작동시키도록 에일러론 롤 제어 명령(632)(들)을 이용하는 것은 에일러론 힘(813)들을 발생시킨다. 결과로서, 에일러론 힘(813)들은 에일러론 아암(815)과 함께, 급유 장치(300)의 롤 각도에 영향을 미치는, 자유 상태 롤 피벗 포인트(814)를 중심으로 하는 자유 상태 롤링 움직임(816)을 발생시킨다. 이 경우, 러더 롤 제어 명령(634)(들)이 러더(422)들을 작동시키면서 러더 힘(812)들을 발생시키도록 제공되는 경우일지라도, 급유 장치(300)가 맞물려 있지 않는 상태에 있으면서 피벗 포인트(814)를 중심으로 하여 자유롭게 회전하기 때문에(노즐(335)이 구속받지 않기 때문에), 러더 힘(812)들은 급유 장치(300)의 롤링 움직임, 즉 급유 장치 롤 각도에 영향을 미치는데 있어서 에일러론 힘(813)들과 비교하여 비교적 미미하다.

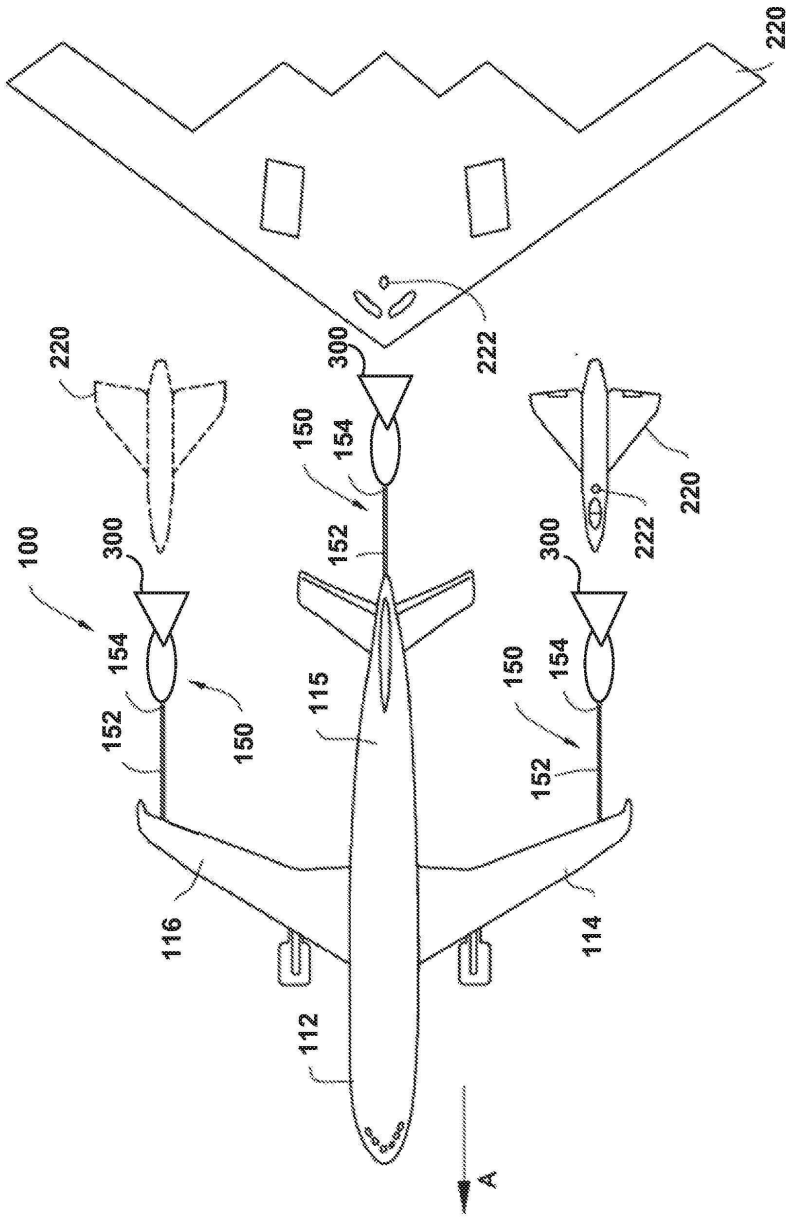
- [0152] 도 9에서, 급유 장치(300)는 맞물려 있는 상태에 있고, 러더(422)들과 에일러론(420)들을 제어하는데 사용된다. 러더(422)들을 작동시키도록 러더 롤 제어 명령(634)(들)을 이용하는 것은 러더 힘(912)들을 발생시킨다. 결과로서, 러더 힘(912)들은 붐 부재(330)와 함께, 맞물려 있는 상태 롤 피벗 포인트로서 역할하는, 조인트(340)를 중심으로 하는 맞물려 있는 상태 롤링 움직임(919)을 발생시킨다. 이 경우, 에일러론 롤 제어 명령(632)(들)이 에일러론(420)들을 작동시키면서 에일러론 힘(913)들을 발생시키도록 제공되는 경우일지라도, 급유 장치(300)가 맞물려 있는 상태에 있으면서 피벗 포인트(814)를 중심으로 하여 자유롭게 회전하지 않기 때문에(노즐(335)이 구속받기 때문에), 에일러론 힘(913)들은 급유 장치(300)의 롤링 움직임, 즉 급유 장치 롤 각도에 영향을 미치는데 있어서 러더 힘(912)들과 비교하여 비교적 미미하다. 급유 장치(300)가 맞물려 있는 상태에 있는 경우, 노즐(335) 상의 구속은 맞물려 있는 상태 구속 측면 힘(920)을 유발한다. 맞물려 있는 상태 구속 측면 힘(920)은 붐 부재(330)와 함께, 급유 장치(300)가 맞물림해제되어 있는 상태에 있는 경우 일어나는, 피벗(814)을 중심으로 하는 롤링 움직임(816)을 무력화시킨다(예컨대 도 8 참조).
- [0153] 스위치동작이 없는 상태에서 급유 과정에 걸쳐 매끄럽게 에일러론(420)들과 러더(422)들 양자 모두에 롤 제어 명령들(632, 634)을 제공하는 것은 급유 과정 동안 목표들 중 일부를 달성하는데 요구되는 제어의 복잡성을 감소시킬 수 있다. 이러한 목표들 중 일부는 도 10 내지 도 13을 참조하여 아래에 더욱 상세하게 기술되어 있다.
- [0154] 도 10 내지 도 13에는 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 특정 예시들에 따르는 급유 과정의 다양한 단계들 동안의 급유 장치(300)가 도시되어 있다.
- [0155] 도 10에는, 맞물림 영역(1000)에 도달해 있기 전 맞물려 있지 않는 상태에 있는 급유 장치(300)가 도시되어 있다. 이 예시에서, 목표들은 연료 리셉터클(222)과 노즐(335) 사이의 맞물림을 가능하게 하고 나서 안전한 급유와 맞물림해제를 수행하도록 급유 장치(300)와 피급유기가 맞물림 영역(1000) 안의 그 개개의 적당한 포지션들에 있게 하기 위한 것이다. 이러한 목표들을 수월하게 하기 위하여, 컨트롤러(400)는 과정에 걸쳐 급유기(112)와 실질적으로 동일한 급유 장치(300)의 롤 각도를 유지하려고 시도할 것이다.
- [0156] 예를 들어, 롤 각도를 유지하는 것은 컨트롤러(400)의 롤 각도 제어 모듈(506)에 의해 수월하게 될 수 있다.
- [0157] 도 11에는 급유기(112) 및 피급유기(220)와 평행하게 정렬되어 있는 급유 장치(300)가 도시되어 있으며, 세가지 모두는 지표의 지평선과 평행하게 정렬되어 있다. 도 12에는 급유기(112) 및 피급유기(220)와 평행하게 정렬되어 있는 급유 장치(300)가 도시되어 있으며, 세가지 모두는 지표의 지평선에 대하여 회전되어 있다. 급유기(112)의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치(300)의 롤 각도를 유지하는 것은 도 11에 나타나 있는 평행한 정렬이 급유기(112)의 틸동작에도 불구하고 유지되는 것을 허용한다. 맞물림에 대한 리드업(leadup)에 걸쳐 이러한 평행한 정렬을 유지하는 것은 연료 리셉터클(222)의 포지션에 대하여 노즐(335)을 회전시킬 필요없이 노즐(335)의 포지션이 연료 리셉터클(222)에 대하여 조정되는 것을 허용한다. 이는 연료 리셉터클(222)에 노즐(335)을 맞물리면서 정렬시키는 과정을 단순화할 수 있고, 피급유기(220)의 파일럿에 대한 잠재적인 위험을 방지할 수 있고, 이로써 위에 언급된 목표들을 수월하게 할 수 있다.
- [0158] 예를 들어, 연료 리셉터클(222)과 노즐(335)의 정렬은 컨트롤러(400)의 제어 모듈(508)을 방향조작함으로써/조향함으로써 수월하게 될 수 있다.
- [0159] 붐 부재(330)와 노즐(335)이 연료 리셉터클(222)에 대하여 미리 정해진 공간상 배치에 있는 경우(즉 도 10의 맞물림 영역(1000)에 있는 경우), 연료 리셉터클(222)과 노즐(335) 사이의 맞물림은 피급유기(220)의 급유를 가능하게 하도록 수행될 수 있다. 예를 들어, 급유 장치(300)는 연료 리셉터클(222)과 노즐(335) 사이의 맞물림을 효과발휘하도록 피급유기(220)를 향하여 움직이게 될 수 있다.
- [0160] 예를 들어, 맞물림은 컨트롤러(400)의 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512)에 의해 수월하게 될 수 있다.
- [0161] 도 13에는 맞물려 있는 상태에 있는 급유 장치(300)가 도시되어 있다. 노즐(335)이 피급유기(220)의 연료 리셉

터클(222)과 맞물려 있으면, 급유기(112)는 피급유기(220)에 급유하는 것을 시작할 수 있다. 급유 동안 급유기(112)의 롤 각도와 실질적으로 동일한 급유 장치(300)의 롤 각도를 유지하는 것은 피급유기(220)의 과일렛에 대한 잠재적인 위험을 방지하고, 이로써 위에 언급된 목표들을 수월하게 할 수 있다.

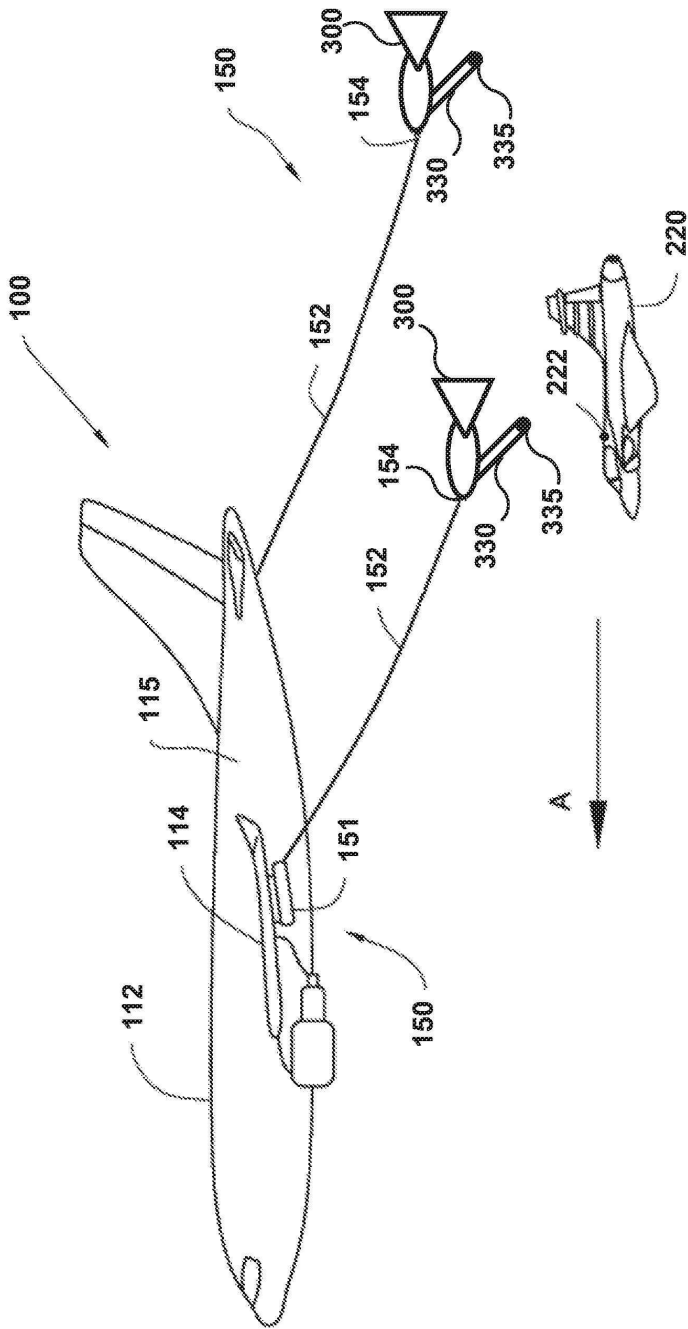
- [0162] 위에서 언급된 바와 같이, 원하는 롤 각도를 유지하는 것은 컨트롤러(400)의 롤 각도 제어 모듈(506)에 의해 수월하게 될 수 있다.
- [0163] 맞물림과 급유 후, 급유 장치(300)는 맞물림해제되어서 또 다른 피급유기(220)에 급유하기 위하여 사용될 수 있고, 또는 급유기(112) 쪽으로 후퇴될 수 있다.
- [0164] 예를 들어, 맞물림해제는 컨트롤러(400)의 맞물림/맞물림해제 제어 모듈(512)에 의해 수월하게 될 수 있다.
- [0165] 일부 예시들에서, 급유 과정에 걸쳐 안전 모듈(510)은 급유 장치(300)가 불안정한 방식으로 어떤 항공기(112, 220)에도 접근하지 않는지(또는 그 반대의 경우)를 모니터링할 수 있다.
- [0166] 위 설명에서는 컨트롤러(400)가 급유기(112)와 실질적으로 동일한 것으로 급유 장치(300)의 롤 각도를 유지하고 있는 것으로 기술되어 있지만, 일부 예시들에서 컨트롤러(400)는 급유 장치(300)가 맞물려 있는 상태에 있는 경우 피급유기(220)와 실질적으로 동일한 것으로 급유 장치(300)의 롤 각도를 유지하면서 피급유기(220)의 롤 각도를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 7에서, 급유기(112)의 롤 각도를 구하는 단계(블록(704))를 대신하거나 이에 추가하여, (예컨대 탑재된 피급유기 상의 센서에 의해 결정되고, 컨트롤러(400)의 외부 데이터 인터페이스 모듈(514)에 의해 구해지는) 피급유기(220)의 롤 각도는 구해질 수 있고, (예컨대 컨트롤러(400)의 롤 각도 제어 모듈(506)에 의해 결정되는) 급유 장치(300)의 원하는 롤 각도를 결정하는데 사용될 수 있다
- [0167] 본 발명이 도면에 도시되어 있거나 본 명세서에 포함되어 있는 발명의 설명에 설명되어 있는 세부사항으로 그 적용처에서 제한되지 않는다는 점을 알 수 있다. 본 발명은 다른 예시들로 가능하고, 다양한 방식으로 실행되거나 실시될 수 있다. 그러므로, 본 명세서에서 채택된 표현과 용어가 설명하기 위한 것이지만 제한하는 것으로 여겨져서는 안된다는 점을 알 수 있다. 따라서, 당해 기술분야에서의 통상의 기술자라면 본 발명이 기초로 하고 있는 컨셉이 본 명세서에 개시되어 있는 발명의 몇가지 목적들을 위하여 실행하기 위한 다른 구조들, 방법들 및 시스템들을 설계하기 위한 기초로서 용이하게 활용될 수 있다는 점을 알 수 있을 것이다.
- [0168] 본 발명에 따르는 시스템이 적어도 부분적으로 적합하게 프로그래밍된 컴퓨터 상에서 구현될 수 있다는 점 또한 알 수 있을 것이다. 마찬가지로, 본 발명은 본 발명의 방법을 실행하기 위하여 컴퓨터에 의해 판독가능한 컴퓨터 프로그램을 고려하고 있다. 본 발명은 나아가 본 발명의 방법을 실행하기 위하여 컴퓨터에 의해 실행가능한 지시들로 된 프로그램을 축지가능하게 구체화하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 메모리를 고려하고 있다.
- [0169] 당해 기술분야에서의 통상의 기술자라면 다양한 수정들과 변경들이 첨부된 청구항들에 의해 청구범위 내에 정의된 그 범위를 벗어나지 않으면서 이상에서와 같이 본 발명의 예시들에 적용될 수 있다는 점을 용이하게 알 수 있을 것이다.

도면

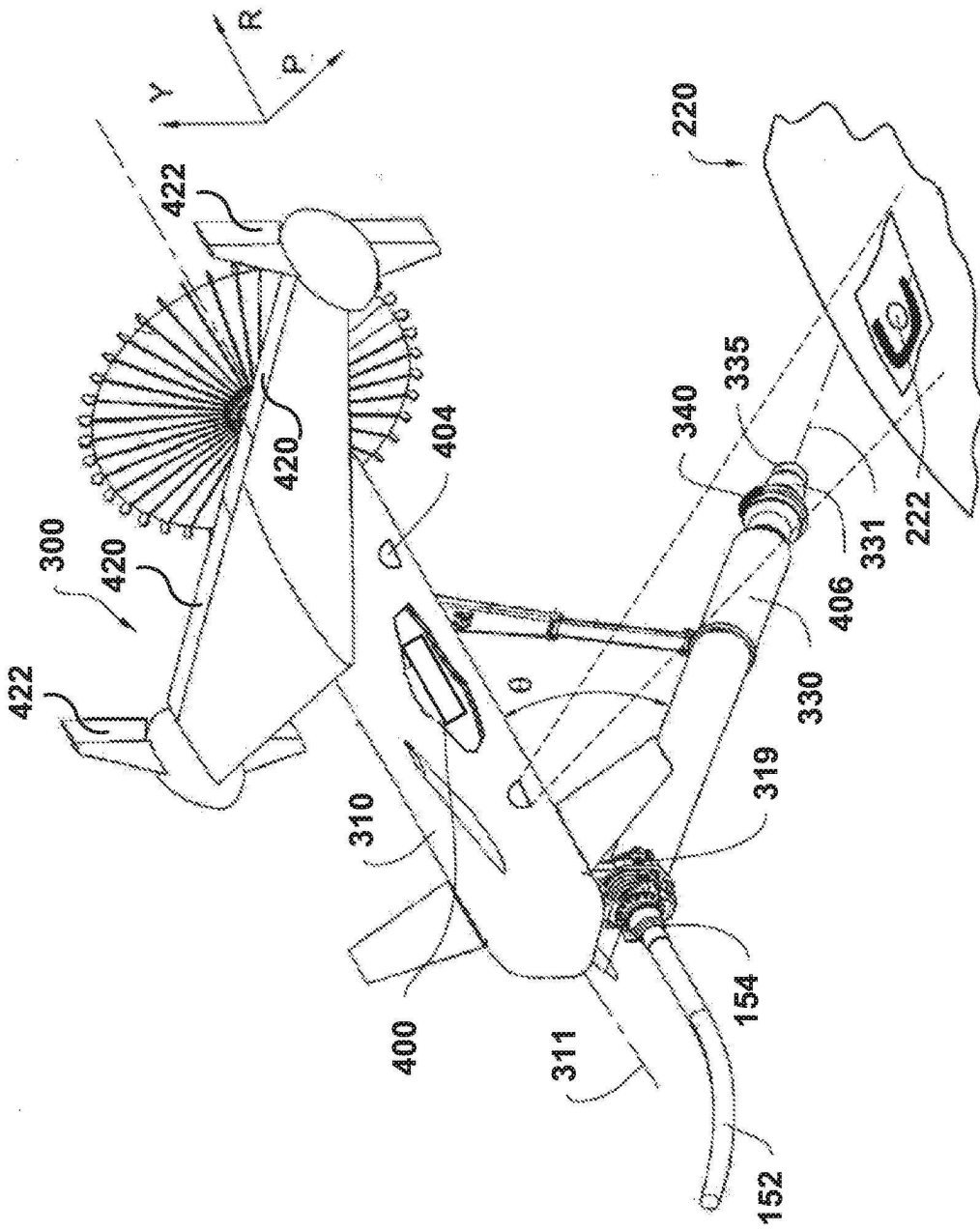
도면1



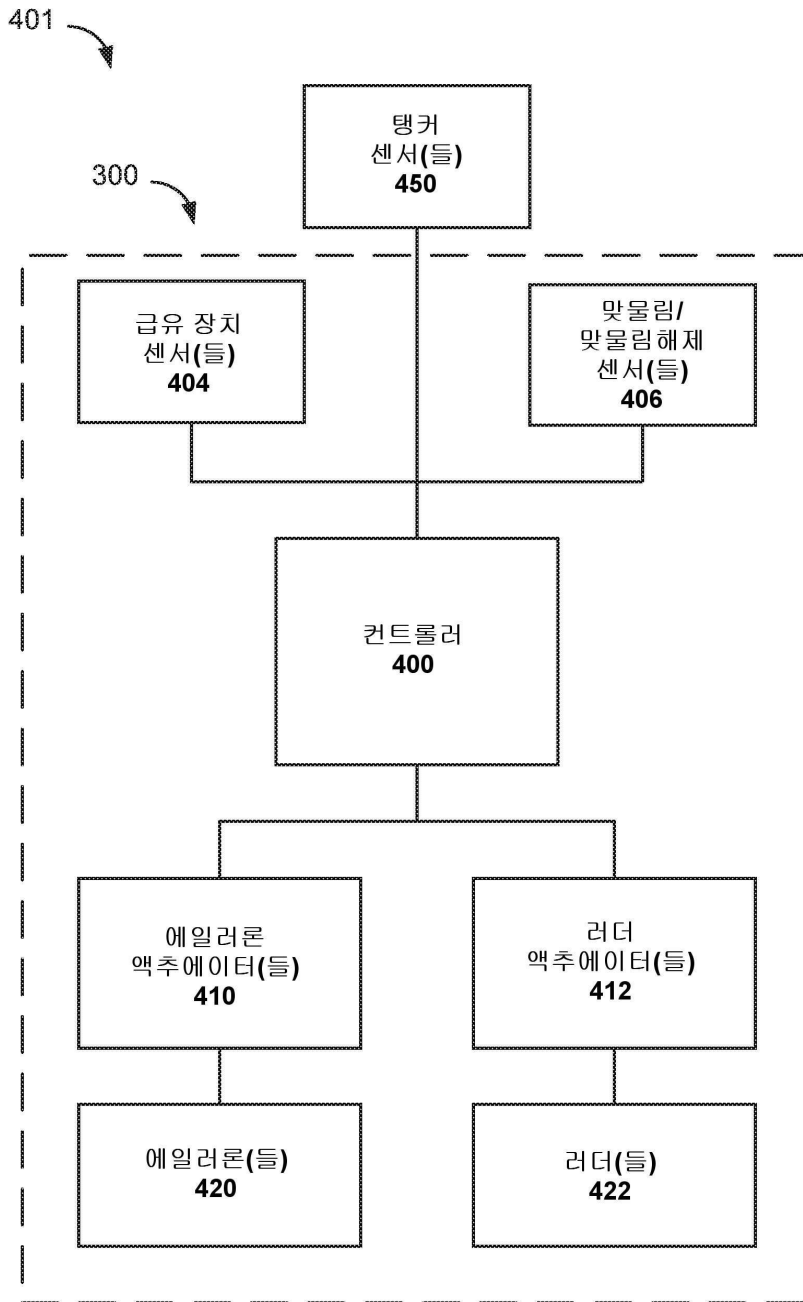
도면2



도면3



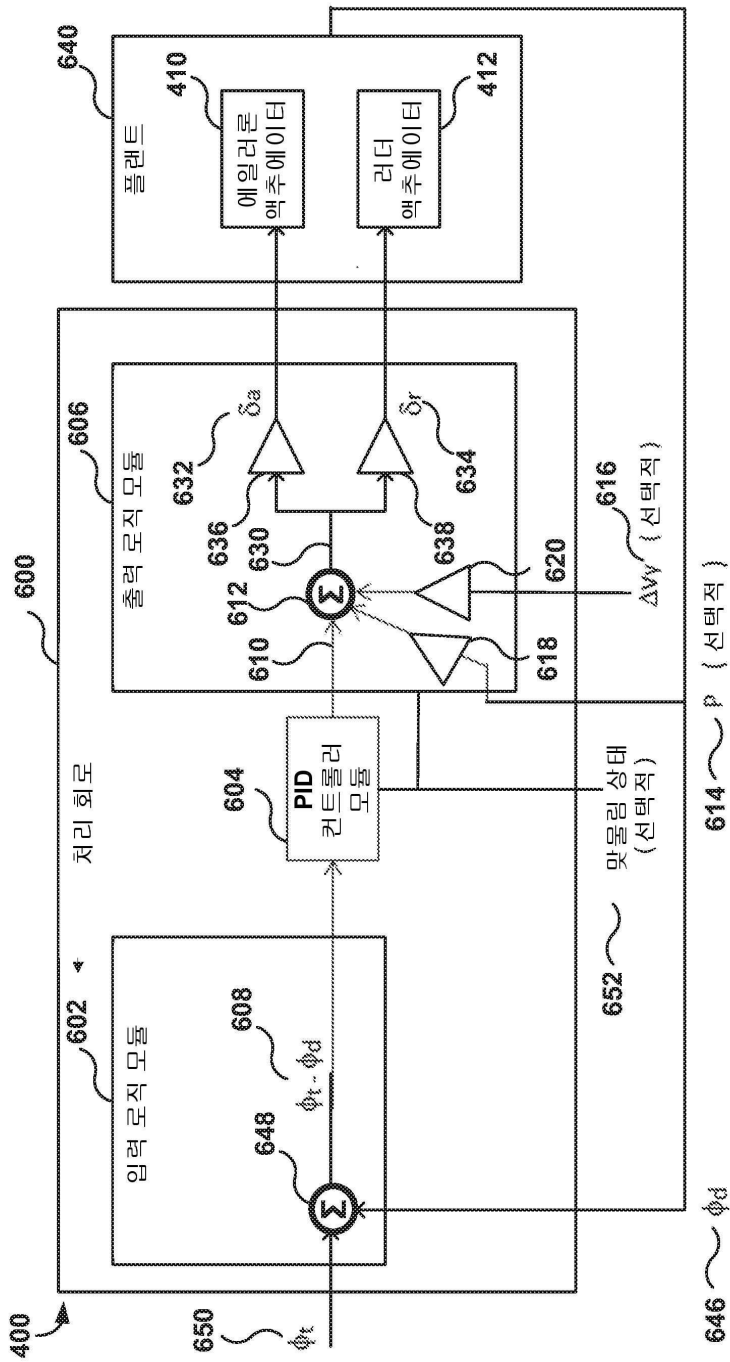
도면4



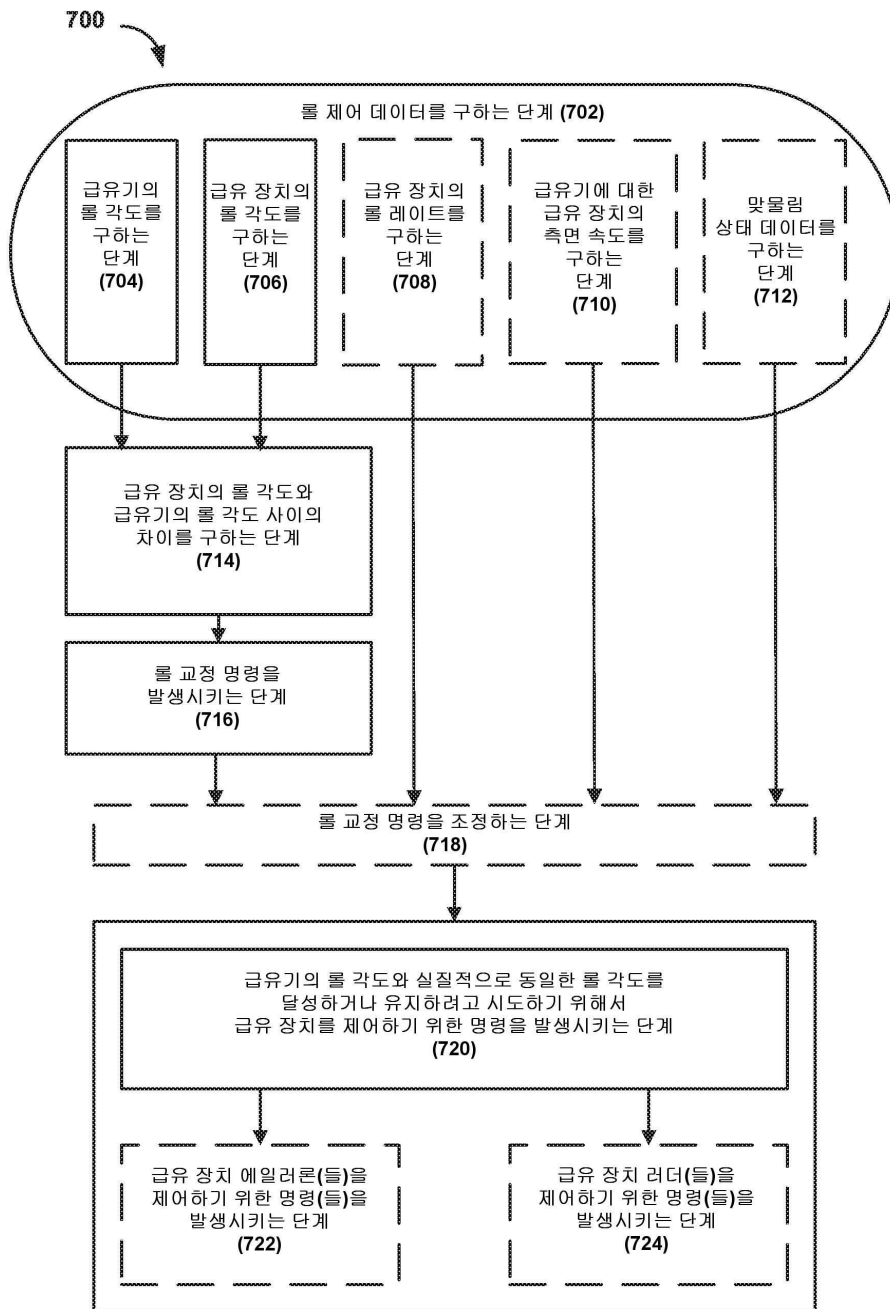
도면5



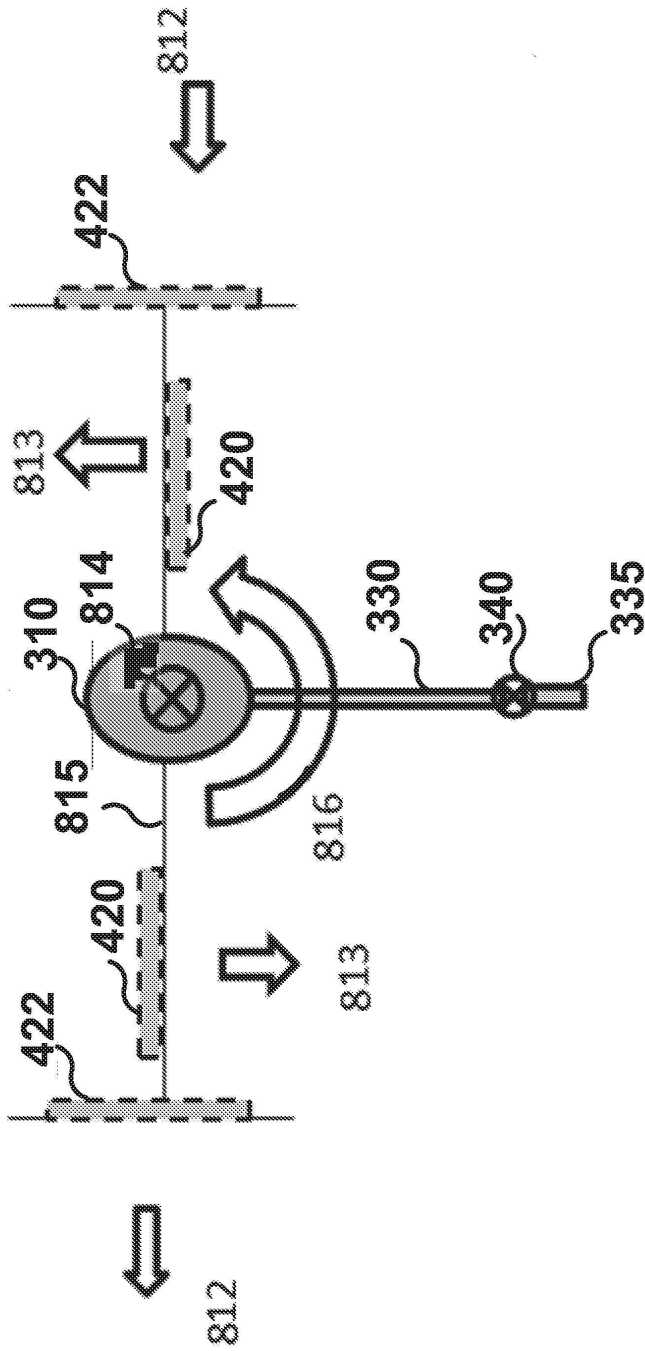
도면6



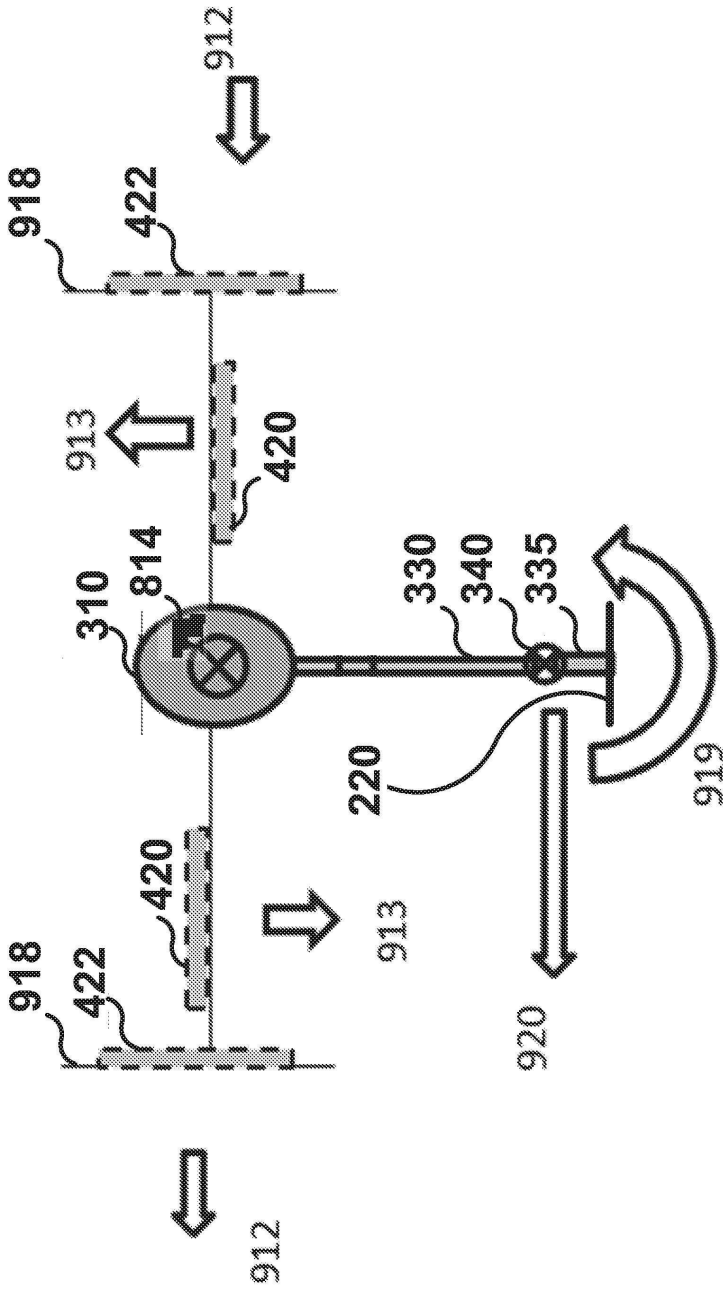
도면7



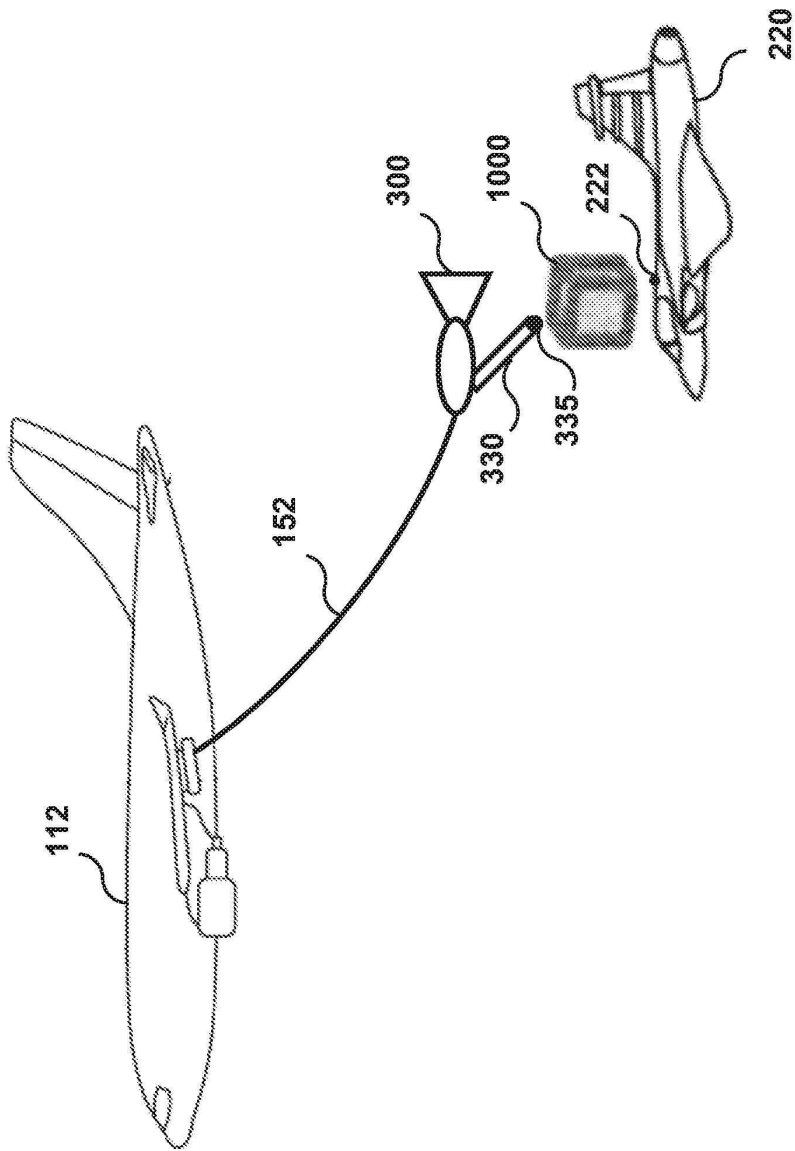
도면8



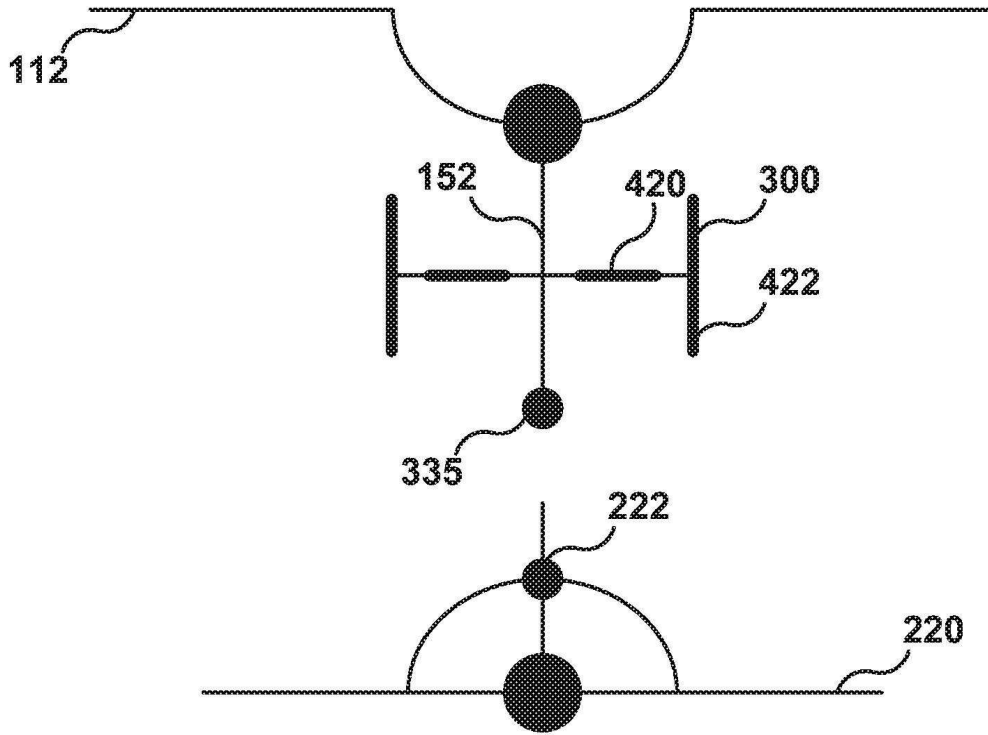
도면9



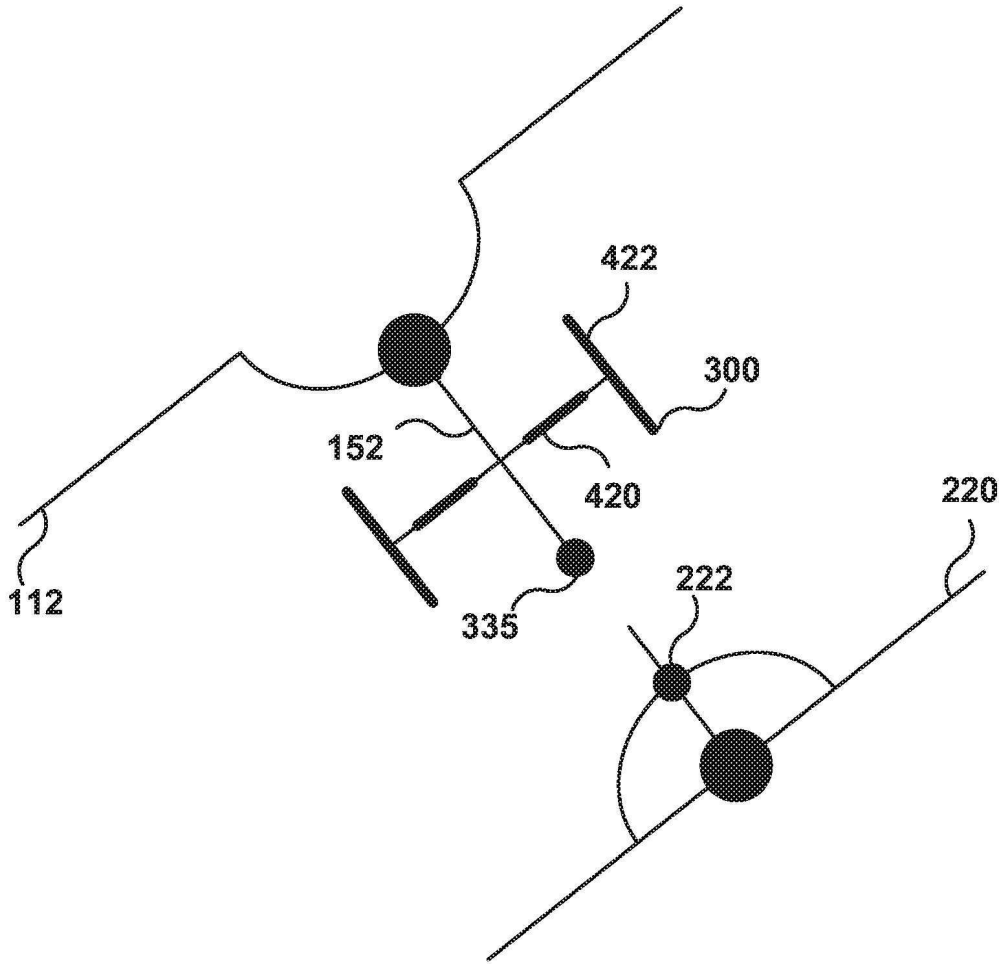
도면10



도면11



도면12



도면13

