



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월22일
(11) 등록번호 10-2733151
(24) 등록일자 2024년11월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/00 (2024.01) B60L 3/00 (2019.01)
B60L 3/12 (2006.01) B63B 79/00 (2020.01)
B63H 21/21 (2006.01) B64C 39/02 (2023.01)
B64D 35/00 (2024.01) H02P 29/028 (2016.01)
- (52) CPC특허분류
G05D 1/0077 (2013.01)
B60L 3/0084 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7020281
- (22) 출원일자(국제) 2018년12월17일
심사청구일자 2021년11월24일
- (85) 번역문제출일자 2020년07월13일
- (65) 공개번호 10-2020-0109312
- (43) 공개일자 2020년09월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/066010
- (87) 국제공개번호 WO 2019/139737
국제공개일자 2019년07월18일

- (73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자
본 노박 윌리엄 헨리 3세
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
캠러 빈센트
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

- (30) 우선권주장
15/871,332 2018년01월15일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20170084181 A1*
US20160264150 A1
US09828107 B1
US20110248121 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 23 항

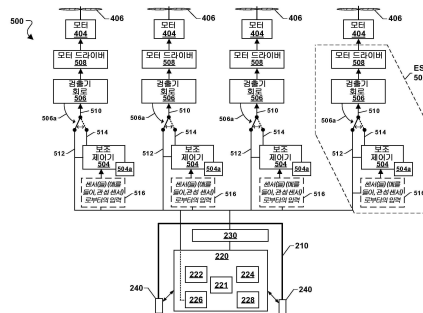
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 **로봇 차량의 제한된 세이프 모드 동작들의 관리**

(57) 요약

실시형태들은 메인 제어기로부터의 제어 신호들이 손실될 때 로봇 차량의 제어를 유지하는 디바이스들 및 방법들을 포함한다. 검출기 회로는 유효 제어 신호들의 손실을 검출하기 위해 메인 제어기로부터 ESC (electronic speed controller) 로의 신호들을 모니터링할 수도 있다. 검출기 회로는 보조 제어기로 하여금, 유효 제어 (뒷면에 계속)

대표도



어 신호들의 손실을 검출하는 것에 응답하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하는 것을 시작하게 할 수 있다.
 보조 제어기는 모터 제어 명령들의 프리-로딩된 세트에 따라 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행할 수도 있다.
 모터 제어 명령들의 프리-로딩된 세트는 메인 제어기로부터 수신될 수도 있고/있거나 로봇 차량으로 하여
 금 특정 조치를 실행하거나 또는 세이프 동작 모드에 진입하게 하도록 하는 방식으로 모터들을 제어하는 모터
 제어 신호들을 ESC 에 발행하도록 구성될 수도 있다.

(52) CPC특허분류

- B60L 3/12* (2013.01)
- B63B 79/00* (2022.01)
- B63H 21/21* (2013.01)
- B64C 39/024* (2023.01)
- B64D 35/00* (2024.01)
- B64D 35/00* (2024.01)
- B64U 30/10* (2023.01)
- H02P 29/028* (2021.08)
- B63H 2021/216* (2013.01)

(72) 발명자

윌랜드 코디

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
 라이브 5775

토마스 레인

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
 라이브 5775

쿨리 코트니

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
 라이브 5775

헛슨 도날드 볼든

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
 라이브 5775

캐스키 마크

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
 라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

메인 제어기로부터의 제어 신호들이 손실될 때 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법으로서,

검출기 회로에 의해, ESC (electronic speed controller) 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하도록 상기 로봇 차량의 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 제어 신호들을 모니터링하는 단계; 및

보조 제어기로 하여금, 상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하는 것에 응답하여 상기 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 것을 시작하게 하는 단계를 포함하고,

상기 보조 제어기에 의해, 상기 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 것은:

상기 로봇 차량으로 하여금 조치 (maneuver) 를 수행하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하기 위하여 모터 제어 명령들의 세트를 실행하는 것;

상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었는지의 여부를 결정하는 것; 및

상기 로봇 차량으로 하여금 상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 것을 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 보조 제어기로 하여금 상기 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하는 것에 응답하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 것을 시작하게 하는 단계는 상기 메인 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 제 1 신호 경로를 접속해제하고 상기 보조 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 제 2 신호 경로를 접속하는 단계를 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정하는 단계; 및

상기 보조 제어기로 하여금, 상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능하다고 결정하는 것에 응답하여, 모터 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 정지하게 하는 단계를 더 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정하는 단계는 상기 메인 제어기가 리부트 프로세스를 완료하였음을 검출하는 단계를 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 보조 제어기는 상기 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 메모리에 저장된 모터 제어 명령들에 의해 구성되는, 로봇 차량의 제어를 유지

하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 상기 모터 제어 명령들은 상기 로봇 차량으로 하여금 세이프 동작 모드 (safe mode of operation) 를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 상기 보조 제어기를 구성하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 보조 제어기에 의해, 유효 제어 신호들의 손실 이전에 상기 메인 제어기로부터 모터 제어 명령들을 수신하는 단계; 및

상기 보조 제어기에 의해, 상기 메모리에 수신된 상기 모터 제어 명령들을 저장하는 단계를 더 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 메인 제어기로부터 수신된 모터 제어 명령들은 상기 로봇 차량으로 하여금 유효 제어 신호들의 손실 이전에 상기 로봇 차량의 자세 (attitude), 방향 또는 속력을 유지하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 상기 보조 제어기를 구성하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출시 타이머를 초기화하는 단계;

상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되지 않았다고 결정하는 것에 응답하여 상기 타이머가 경과하였는지의 여부를 결정하는 단계; 및

상기 로봇 차량으로 하여금 상기 타이머가 경과하였다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 단계를 더 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 보조 제어기의 테스트를 수행하는 단계;

상기 보조 제어기에서의 오류가 검출되는지의 여부를 결정하는 단계; 및

상기 보조 제어기에서의 오류를 검출하는 것에 응답하여 상기 로봇 차량을 보호하는 액션을 취하는 단계를 더 포함하는, 로봇 차량의 제어를 유지하는 방법.

청구항 12

로봇 차량으로서,

모터;

모터에 커플링된 ESC (electronic speed controller);

상기 ESC 에 커플링된 메인 제어기;

상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하도록 상기 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 제어 신호들을 모니터링하도록 구성되는 검출기 회로; 및

상기 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실의, 상기 검출기 회로에 의한 검출에 응답하여 상기 로봇 차량의 제어를 유지하도록 상기 모터를 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 구성되는, 보조 제어기를 포함하고,

상기 보조 제어기는:

상기 로봇 차량으로 하여금 조치 (maneuver) 를 수행하게 하도록 상기 모터를 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하기 위하여 모터 제어 명령들의 세트를 실행하고;

상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었는지의 여부를 결정하고; 그리고

상기 로봇 차량으로 하여금 상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 더 구성되는, 로봇 차량.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 검출기 회로 및 상기 보조 제어기에 접속되고, 상기 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실의, 상기 검출기 회로에 의한 검출에 응답하여 상기 보조 제어기로 하여금 상기 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하는 것을 시작하게 하도록, 상기 메인 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 제 1 신호 경로를 접속해제하고 상기 보조 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 제 2 신호 경로를 접속하도록 구성되는 스위치를 더 포함하는, 로봇 차량.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 검출기 회로는 또한, 상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정하도록 구성되는, 로봇 차량.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 검출기 회로 및 상기 보조 제어기에 접속되고, 상기 보조 제어기로 하여금 모터 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 정지하게 하도록 상기 보조 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 신호 경로를 접속해제하고, 상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능하다는 상기 검출기 회로에 의한 결정에 응답하여 상기 메인 제어기를 상기 ESC 에 커플링하는 신호 경로를 접속하도록 구성되는 스위치를 더 포함하는, 로봇 차량.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 검출기 회로는 또한, 상기 메인 제어기가 리부트 프로세스를 완료하였음을 검출하는 것에 응답하여 상기 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 상기 ESC 로 전송하는 것을 재개가능하다고 결정하도록 구성되는, 로봇 차량.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 보조 제어기는 상기 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 메모리에 저장된 모터 제어 명령들에 의해 구성되는, 로봇 차량.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 메모리에 저장된 상기 모터 제어 명령들은 상기 로봇 차량으로 하여금 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 상기 보조 제어기를 구성하는, 로봇 차량.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 보조 제어기는:

유효 제어 신호들의 손실 이전에 상기 메인 제어기로부터 모터 제어 명령들을 수신하고; 그리고

상기 메모리에 수신된 상기 모터 제어 명령들을 저장하도록 구성되는, 로봇 차량.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 메인 제어기로부터 수신된 모터 제어 명령들은 상기 로봇 차량으로 하여금 유효 제어 신호들의 손실 이전에 상기 로봇 차량의 자세, 방향 또는 속력을 유지하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 상기 보조 제어기를 구성하는, 로봇 차량.

청구항 21

삭제

청구항 22

제 12 항에 있어서,

상기 보조 제어기는 또한:

상기 메인 제어기로부터 상기 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출시 타이머를 초기화하고;

상기 모터 제어 명령들의 세트가 완료되지 않았다고 결정하는 것에 응답하여 상기 타이머가 경과하였는지의 여부를 결정하고; 그리고

상기 로봇 차량으로 하여금 상기 타이머가 경과하였다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 상기 ESC 에 발행하도록 구성되는, 로봇 차량.

청구항 23

제 12 항에 있어서,

상기 메인 제어기는:

상기 보조 제어기의 테스트를 수행하고;

상기 보조 제어기에서의 오류가 검출되는지의 여부를 결정하고; 그리고

상기 보조 제어기에서의 오류를 검출하는 것에 응답하여 상기 로봇 차량을 보호하는 액션을 취하는 프로세서 실행가능 명령들로 구성되는, 로봇 차량.

청구항 24

제 12 항에 있어서,

상기 검출기 회로는 상기 보조 제어기 내의 컴포넌트인, 로봇 차량.

청구항 25

제 12 항에 있어서,

상기 보조 제어기는 상기 ESC 내의 컴포넌트인, 로봇 차량.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001]

우선권 주장

[0002]

본 특허 출원은 발명의 명칭이 "Managing Limited Safe Mode Operations Of A Robotic Vehicle"이고 2018년 1월 15일에 출원된 미국 정규출원 제 15/871,332 호를 우선권으로 주장하며 이는 본 양수인에게 양도되었으며, 본원에서는 참조로서 명시적으로 포함된다.

[0003]

로봇 차량들 (예를 들어, "UAV들" 또는 "드론들") 은 점점더 복잡한 하드웨어 및 소프트웨어로 구성된다. 로봇 차량들은 로봇 차량의 다수의 기능들, 이를 테면, 비행 제어 및 네비게이션, 센서 데이터 (예를 들어, 카메라, 소나, 자이로스코프, 가속도계 등의 입력) 를 프로세싱하는 것, GPS 신호들을 수신 및 프로세싱하는 것, 통신을 위한 라디오들을 제어하는 것 등을 핸들링하는 메인 제어기에 의해 제어된다. 이들 컴포넌트들 및 미션 기능의 복잡도가 증가함에 따라, 메인 제어기의 "충돌" 및 리부트를 야기하는 하드웨어 또는 소프트웨어의 오류 기회들이 또한 증가한다.

[0004]

메인 제어기는 메인 제어기의 소프트웨어 충돌 이벤트에서, 하드 재시작을 수행할 것이다. 하드 재시작을 수행할 때, 메인 제어기는 차량 추진력을 위한 모터들, 이를 테면, 차량의 로터들, 휠들, 프로펠러들 등을 구동하는 모터들을 제어하는 ESC (electronic speed controller) 를 시그널링하는 것을 정지한다. 따라서, 하드 재시작 동안에, 메인 제어기는 차량 추진력에 대한 제어가 없고, 이는 ESC들로 하여금, 로터들, 휠들, 프로펠러들 등에 급전하는 것을 정지하게 하여, 로봇 차량으로 하여금 일시적으로 제어를 벗어나게 한다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005]

여러 실시형태들은 메인 제어기로부터의 신호들이 손실될 때 로봇 차량 제어부의 제어를 유지하기 위하여 로봇 차량의 프로세서 상에서 구현될 수도 있는 방법들을 포함한다. 여러 실시형태들은 검출기 회로에 의해, ESC (electronic speed controller) 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하도록 로봇 차량의 메인 제어기로부터 ESC 로의 제어 신호들을 모니터링하는 것, 및 보조 제어기로 하여금, ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하는 것에 응답하여 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하는 것을 시작하게 하는 것을 포함할 수도 있다.

[0006]

일부 실시형태들에서, 보조 제어기로 하여금 메인 제어기로부터 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하는 것에 응답하여 ESC 에 모터 제어 신호들을 발행하는 것을 시작하게 하는 것은 메인 제어기를 ESC 에 커플링하는

제 1 신호 경로를 접속해제하는 것 및 보조 제어기를 ESC 에 커플링하는 제 2 신호 경로를 접속하는 것을 포함할 수도 있다.

[0007] 일부 실시형태들은 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정하는 것, 및 보조 제어기로 하여금, 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 ESC 로 전송하는 것을 재개가능하다고 결정하는 것에 응답하여, 모터 제어 신호들을 ESC 로 전송하는 것을 정지하게 하는 것을 포함할 수 있다. 이러한 실시형태들에서, 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정하는 것은 리부트 프로세스를 완료하였음을 검출하는 것을 더 포함할 수도 있다.

[0008] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하도록 메모리에 저장된 모터 제어 명령에 의해 구성될 수도 있다. 이러한 실시형태들에서, 메모리에 저장된 모터 제어 명령들은 로봇 차량으로 하여금 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하도록 보조 제어기를 구성할 수도 있다.

[0009] 일부 실시형태들은 보조 제어기에 의해, 유효 제어 신호들의 손실 이전에 메인 제어기로부터 모터 제어 명령들을 수신하는 것, 및 보조 제어기에 의해, 메모리에 그 수신된 모터 제어 명령들을 저장하는 것을 더 포함할 수 있다. 이러한 실시형태들에서, 메인 제어기로부터 수신된 모터 제어 명령들은 로봇 차량으로 하여금 유효 제어 신호들의 손실 이전에 로봇 차량의 자세 (attitude), 방향 또는 속도를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하도록 보조 제어기를 구성할 수도 있다.

[0010] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기에 의해, 로봇 차량의 제어를 유지하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하는 것은 로봇 차량으로 하여금 조치를 수행하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하기 위한 모터 제어 명령들의 세트를 실행하는 것, 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었는지의 여부를 결정하는 것, 및 모터 제어 명령들의 세트가 완료되었다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하는 것을 포함할 수도 있다. 이러한 실시형태들은 ESC 로의 유효 제어 신호들의 손실을 검출시 타이머를 개시하는 것, 모터 제어 명령들의 세트가 완료되지 않았다고 결정하는 것에 응답하여 타이머가 만료하였는지의 여부를 결정하는 것, 및 로봇 차량으로 하여금 타이머가 경과하였다고 결정하는 것에 응답하여 세이프 동작 모드를 취하게 하도록 하나 이상의 모터들을 제어하기 위하여 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하는 것을 더 포함할 수도 있다.

[0011] 일부 실시형태들은 보조 제어기의 테스트를 수행하는 것, 보조 제어기에서의 오류가 검출되는지의 여부를 결정하는 것, 및 보조 제어기에서의 오류를 검출하는 것에 응답하여 로봇 차량을 보호하는 액션을 취하는 것을 더 포함할 수도 있다.

[0012] 추가의 실시형태들은 적어도 하나의 모터, 모터에 커플링된 ESC, 메인 제어기, 검출기 회로 및 보조 제어기를 갖는 로봇 차량을 포함할 수도 있고, 여기서 검출기 회로와 보조 제어기는 위에 설명된 방법들의 동작들을 수행하도록 구성된다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 보조 제어기에 포함될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 ESC 에 포함될 수도 있다. 추가의 실시형태들은 위에 설명된 방법들의 동작들을 수행하도록 구성되는 로봇 차량에서 사용하기 위한 보조 제어기를 포함할 수도 있다. 추가의 실시형태들은 위에 설명된 방법들의 기능들을 수행하기 위한 수단을 포함하는 로봇 차량을 포함할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본원에 통합되고 본 명세서의 부분을 구성하는 첨부 도면들은 예시적인 실시형태들을 도시하고, 상기 제공된 일반적인 설명 및 하기에 제공되는 상세한 설명과 함께, 다양한 실시형태들의 특징들을 설명하도록 제공한다.

도 1 은 여러 실시형태들에 사용하기에 적합한 통신 시스템 내에서 동작하는 로봇 차량의 시스템 블록 다이어그램이다.

도 2 는 실시형태들에 사용하기에 적합한 로봇 차량의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다.

도 3 은 로봇 차량에 사용하기에 적합한 제어기의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다.

도 4 는 통상의 로봇 차량의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다.

도 5 는 실시형태들에 사용하기에 적합한 로봇 차량의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다.

도 6 은 실시형태들에 사용하기에 적합한 로봇 차량의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다.

도 7 은 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법을 예시하는 프로세스 플로우도이다.

도 8 은 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법을 예시하는 프로세스 플로우도이다.

도 9 는 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법을 예시하는 프로세스 플로우도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 다양한 실시형태들이 첨부 도면들을 참조하여 상세하게 설명될 것이다. 가능한 어느 곳에서든, 동일한 참조 부호들이 동일하거나 유사한 부분들을 지칭하기 위해 도면들 전반에 걸쳐 사용될 것이다. 특정 예들 및 실시형태들에 대해 행해진 참조들은 예시적인 목적들이고, 청구항들의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.
- [0015] 여러 실시형태들은 로봇 차량의 메인 제어기가 제어 신호들을 ESC들에 전송하는 것을 정지하는 이벤트에서 제한된 시간량 동안 모터 제어 신호들을 ESC들에 발행하는 것에 의해 로봇 차량의 안정적인 동작을 유지하도록 구성되는 분산형의 제한된 기능 보조 제어기를 제공하는 것에 의해 로봇 차량들의 기능들 및 신뢰성들을 개선한다. 로봇 차량으로 하여금 안전한 또는 안정적 동작 구성을 취하게 하도록 구성되는 모터 제어 신호들을 ESC들에 발행하는 것에 의해, 로봇 차량들은 메인 제어기가 완전 재시작 및 ESC들의 제어를 재취득하는 동안 데미지 또는 손실로부터 보호될 수 있다.
- [0016] 로봇 차량들의 메인 제어기는 일반적으로, 로봇 차량의 다수의 기능들, 이를 테면, 비행 제어 및 네비게이션, 센서 데이터 (예를 들어, 카메라, 소나, 자이로스코프, 가속도계 등의 입력) 를 프로세싱하는 것, GPS 신호들을 수신 및 프로세싱하는 것, 통신을 위한 라디오들을 제어하는 것 등을 제어하는 로버스트 프로세싱 디바이스이다. 메인 제어기는 메모리, 데이터 인터페이스들, 항공 센서들 및 프로세서들, 및 로봇 차량의 여러 컴포넌트들 및 기능성을 모니터링하고 제어하도록 구성되는 다른 컴포넌트들과 함께 로버스트 프로세서를 포함할 수도 있다. 메인 제어기는 배타적인 것은 아니지만, 하나 이상의 프로세서들, 메모리, 통신 인터페이스 및 저장 메모리 인터페이스를 일반적으로 포함하는 단일 패키지 또는 어셈블리 내에 상호접속된 전자적 회로들의 세트인 "시스템-온-칩 (SOC)" 으로서 구현될 수도 있다. 로봇 차량들은 점점 복잡한 하드웨어 컴포넌트들 및 소프트웨어 기반 기능성들을 포함하는 것에 의해 이러한 메인 제어기의 능력들을 활용한다. 로봇 차량 컴포넌트들 및 기능성의 복잡도가 증가함에 따라, 메인 제어기의 리부트를 요구하는 하드웨어 또는 소프트웨어 결함의 가능성도 또한 증가한다.
- [0017] 프로세스가 메인 프로세서 및 다른 컴포넌트들의 하드 재시작을 수행하는 동안 여러 컴포넌트들에 대한 제어 신호들이 인터럽트되기 때문에, 동작 동안에 비스케줄링된 메인 제어기 리부트의 결과들은 로봇 차량에 대해 가능하게 치명적이다. 특히, 메인 제어기의 하드 재시작은 차량 추진 및 조치를 위하여 차량의 로터들, 휠들, 또는 프로펠러들을 구동하는 모터들을 제어 (예를 들어, 비행 제어) 하는 ESC들로의 제어 신호들을 인터럽트한다. ESC들로의 제어 신호들이 인터럽트될 때, 모터들은 정지하고, 이는 가능하게, 로봇 차량으로 하여금 근방의 오브젝트들과 충돌하거나 추락하게 하는 로봇 차량의 제어의 손실로 이어질 수도 있다. 따라서, 메인 제어기가 리부트를 완료한 후 기능을 유지하는 경우에도, 로봇 차량은 디스에이بل 또는 손실될 수도 있다.
- [0018] 여러 실시형태들은 메인 제어기로부터의 유효 제어 신호들의 손실의 이벤트에서, 로봇 차량의 하나 이상의 모터들을 제어하는 컴포넌트들, 방법들 및 시스템들을 제공한다. 여러 실시형태들은 자율 주행 차량, 수중 차량들, 및 항공 차량 (고정된 날개 및 로터크래프트) 을 포함하는 다양한 로봇 차량들에 적용가능하다. 일부 실시형태들에서, 로봇 차량에는, 각각의 ESC 에 커플링되거나 또는 이와 연관되고 메인 제어기가 제어 신호들을 전송하는 것을 정지하는 이벤트에서 (예를 들어, 메인 제어기 하드 재시작 또는 실패의 이벤트에서) ESC들의 제어를 인수하도록 구성되는 하나 이상의 소형 보조 제어기들이 제공될 수 있다. 보조 제어기(들)는 메인 제어기보다 덜 강력하고, 로봇 차량에 대한 제한된 조치 제어를 유지하기에 충분한 연관된 ESC들의 제한된 "세이프 모드" 제어를 제공하도록 구성될 수도 있다.
- [0019] 일부 실시형태들에서, ESC들과 연관된 검출기 회로는 메인 제어기가 ESC들에 제어 신호들을 전송하는 것을 정지하였을 때를 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기로부터의 유효 제어 신호들의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 무효 제어 신호들, 이를 테면, (예를 들어, 붕괴된 신호 또는 엉뚱한 신호인) 범위를 넘어선 값들을 포함하는 제어 신호들을 ESC에 전송중일 때를 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기로부터 하트비트 신호의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있고, 여기서 하트 비트 신호는 메인 제어기가 정상적으로

로 동작중임을 표시한다. 여러 실시형태들에서, 검출기 회로는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합에서 구현될 수도 있다.

- [0020] 여러 실시형태들에서, 검출기 회로는 제어 신호들을 ESC들로 전송하는 것을 중지하는 것을 검출하는 것에 응답하여 자신의 연관된 ESC의 제어를 취하도록 (즉, ESC로 제어 신호들을 전송하도록) 보조 제어기를 제어할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 각각의 ESC와 메인 제어기를 접속하는 것으로부터 자신의 보조 제어기를 갖는 각각의 개별 ESC를 접속하는 것으로 신호 경로들을 스위칭할 수도 있다.
- [0021] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 로봇 차량의 "세이프 동작 모드"를 유지하도록 자신의 연관된 ESC에 제어 신호들을 제공할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 메인 제어기가 리부트하는 (예를 들어, 하드 재시작을 수행하는) 중의 단기간 동안에 자신의 ESC의 제어를 취하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 세이프 동작 모드는 보조 제어기가 제한된 세이프 모드 동작들을 수행하도록 자신의 연관된 ESC를 제어하는 것을 포함할 수도 있다. 제한된 세이프 모드 동작들의 예들은 항공 로봇 차량에 대한 호버링, 수중 로봇 차량에 대해 서서히 상승시키는 것, 및 자율 주행 로봇 차량에 대해 마지막 알려진 스티어링 각도를 유지시키는 것을 포함할 수도 있다.
- [0022] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 메인 제어기로부터 이전에 수신된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 복제하는 제어 신호들을 발행할 수도 있다. 예를 들어, 정상 동작 동안에 보조 제어기는 메인 제어기로부터의 모터 제어 명령들의 작은 세트 (예를 들어, 다음 10-15 초 동안의 명령들)를 주기적으로 모니터링 및 저장할 수 있어, 보조 제어기가 제어 신호들을, 로봇 차량으로 하여금 이전 과정을 따라 계속 진행하게 하는 ESC에 발행할 수 있게 한다.
- [0023] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 팩토리 프리-로딩될 수 있거나 (예를 들어, 안정적 호버를 유지하는 명령들) 또는 메인 제어기로부터 주기적으로 수신된 모터 제어 명령들의 세트 (예를 들어, 특정 방식으로 비행하라는 명령들)일 수 있는 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 복제하는 제어 신호들을 발행할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 단일 명령들, 또는 단일 동작 모드를 넘어 진행할 수도 있고 둘 이상의 모터 제어 명령들의 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 선택적 조치들, 이를 테면, 특정 환경 조건 및/또는 로봇 차량의 조건을 결정하는 것에 응답하여 수행될 조치를 포함할 수도 있다.
- [0024] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기는 제한된 세이프 모드 동작들을 실행하도록 및/또는 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트 단독으로 또는 일정 조합으로 실행하도록 모터 제어 명령들을 발행할 수 있다. 예를 들어, 보조 제어기는 일 기간 (예를 들어, 이를 테면, 10-15 초의 명령들) 동안, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 하나 이상의 양태들을 수행할 수도 있고 그 다음, 보조 제어기는 제한된 세이프 동작 모드를 수행하도록 스위칭 (예를 들어, "폴 백")할 수 있다.
- [0025] 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 ESC들의 제어를 재개가능함을 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기의 리부트 프로세스를 모니터링할 수도 있고 메인 제어기가 자신의 리부트 프로세스를 완료할 때 (예를 들어, 메인 제어기가 온라인 상태로 복귀함)를 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기로부터 제어 신호 (예를 들어, 메인 제어기로부터의 제어 신호의 재개)를 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기가 ESC들의 제어를 재개가능함을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로는 각각의 ESC의 제어를 양도하도록 보조 제어기를 제어할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기가 ESC들의 제어를 재개가능함을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로는 메인 제어기와 각각의 ESC 사이의 신호 경로들을 재접속할 수도 있다.
- [0026] 다양한 실시형태들은 그 예가 도 1에서 예시되는 다양한 통신 시스템들 (100) 내에서 동작하는 로봇 차량 내에서 구현될 수도 있다. 도 1을 참조하여 보면, 통신 시스템 (100)은 로봇 차량 (102), 기지국 (104), 액세스 포인트 (106), 통신 네트워크 (108), 및 네트워크 엘리먼트 (110)를 포함할 수도 있다.
- [0027] 기지국 (104) 및 액세스 포인트 (106)는 유선 및/또는 무선 통신 백홀 (116 및 118)을 통하여 각각 통신 네트워크 (108)에 액세스하기 위하여 무선 통신들을 제공한다. 기지국 (104)은 광역 (예를 들어, 매크로 셀들), 뿐만 아니라 마이크로셀, 펌토 셀, 피코 셀, 및 다른 유사한 네트워크 액세스 포인트들을 포함할 수도 있는 소형 셀들을 통하여 무선 통신들을 제공하도록 구성되는 기지국들을 포함할 수도 있다. 액세스 포인트 (106)는 비교적 더 작은 영역에 걸쳐 무선 통신들을 제공하도록 구성될 수도 있다. 기지국들 및 액세스 포인트들의 다른 예들이 또한 가능하다.

- [0028] 로봇 차량 (102) 은 다양한 로봇 차량들의 어느 것, 예를 들어, 항공 로봇 차량 (102a), 그라운드 로봇 차량 (102b), 및 위터크래프트 로봇 차량 (102c) 을 포함할 수 있다. 다른 예들이 또한 가능하다. 로봇 차량 (102) 은 무선 통신 링크 (114) 상에서 액세스 포인트 (106) 와 그리고 무선 통신 링크 (112) 를 통하여 기지국 (104) 과 통신할 수도 있다. 무선 통신 링크들 (112 및 114) 은 복수의 캐리어 신호들, 주파수들, 또는 주파수 대역들을 포함할 수도 있고, 이들 각각은 복수의 논리 채널들을 포함할 수도 있다. 무선 통신 링크들 (112 및 114) 은 하나 이상의 무선 액세스 기법들 (RATs) 을 활용할 수도 있다. 무선 통신 링크에 사용될 수 있는 RAT 의 예는 3GPP LTE (Long Term Evolution), 3G, 4G, 5G, GSM (Global System for Mobility), 코드 분할 다중 액세스 (CDMA), 광대역 코드 분할 다중 액세스 (WCDMA), WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), TDMA (Time Division Multiple Access) 및 다른 모바일 전화 통신 기술 셀룰러 RAT 을 포함한다. 통신 시스템 (100) 내의 다양한 무선 통신 링크들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 RAT 의 다른 예는 Wi-Fi, LTE-U, LTE-Direct, LAA, MuLTEfire, 및 ZigBee, 블루투스, 및 블루투스 저에너지 (LE) 와 같은 비교적 단거리 RAT 과 같은 중간 범위 프로토콜을 포함한다.
- [0029] 네트워크 엘리먼트 (110) 는 네트워크 서버 또는 다른 유사한 네트워크 엘리먼트를 포함할 수 있다. 네트워크 엘리먼트 (110) 는 통신 링크 (122) 를 통해 통신 네트워크 (108) 와 통신할 수도 있다. 로봇 차량 (102) 및 네트워크 엘리먼트 (110) 는 통신 네트워크 (108)를 통해 통신할 수 있다. 네트워크 엘리먼트 (110) 는 내비게이션 정보, 날씨 정보, 환경 조건에 관한 정보, 이동 제어 명령, 및 로봇 차량 (102) 의 동작과 관련된 다른 정보, 명령, 또는 커맨드와 같은 다양한 정보를 로봇 차량 (102) 에 제공할 수 있다.
- [0030] 여러 실시형태들에서, 로봇 차량은 항공 로봇 차량의 날개형 또는 로터크래프트의 다양한 로봇 차량을 포함할 수 있다. 도 2 는 리프트 오프 (lift-off) (또는 이륙) 뿐만 아니라 다른 항공 운동 (예를 들어, 전방 진행, 상승, 하강, 측면 운동, 틸팅, 회전 등) 을 제공하기 위해 대응하는 모터에 의해 구동되는 다수의 로터 (202) 를 이용하는 항공 로봇 차량 (200) 의 예를 도시한다. 로봇 차량 (200) 은 다양한 실시형태를 이용할 수 있는 로봇 차량의 예로서 도시되어 있지만, 다양한 실시형태가 항공 로봇 차량 또는 회전익 로봇 차량으로 제한되는 것을 암시하거나 요구하는 것은 아니다. 다양한 실시형태가 날개형 로봇 차량, 육상 기반 자율 차량, 및 수중 (water-borne) 자율 차량과 함께 사용될 수 있다.
- [0031] 도 1 및 도 2 를 참조하면, 로봇 차량 (200) 은 로봇 차량 (102) 과 유사할 수 있다. 로봇 차량 (200) 은 다수의 로터 (202), 프레임 (204) 및 착륙 칼럼 (206) 또는 스키드를 포함할 수 있다. 프레임 (204) 은 로터 (202) 와 연관된 모터에 대한 구조적 지지를 제공할 수 있다. 착륙 칼럼 (206) 은 로봇 차량 (200) 의 컴포넌트들 및 일부 경우에 페이로드의 조합에 대한 최대 하중을 지지할 수 있다. 설명 및 예시의 용이성을 위해, 로봇 차량 (200) 의 일부 상세한 양태들, 예를 들어 배선, 프레임 구조 상호접속부 또는 당업자에게 공지된 다른 특징이 생략된다. 예를 들어, 로봇 차량 (200) 이 다수의 지지 부재 또는 프레임 구조를 갖는 프레임 (204) 을 갖는 것으로 도시되고 설명되지만, 로봇 차량 (200) 은 몰딩된 구조를 통해 지지가 획득되는 몰딩된 프레임을 사용하여 구성될 수 있다. 예시된 로봇 차량 (200) 은 4 개의 로터 (202) 를 갖지만, 이것은 단지 예시적인 것이며 다양한 실시형태는 4 개보다 많거나 적은 로터 (202) 를 포함할 수 있다.
- [0032] 로봇 차량 (200) 은 로봇 차량 (200) 에 전력을 공급하고 로봇 차량의 동작을 제어하는데 사용되는 다양한 회로들 및 디바이스들을 하우징할 수 있는 제어 유닛 (210) 을 더 포함할 수 있다. 제어 유닛 (210) 은 메인 제어기 (220), 전력 모듈 (230), 센서 (240), 하나 이상의 카메라 (244), 출력 모듈 (250), 입력 모듈 (260) 및 라디오 (270) 를 포함할 수 있다.
- [0033] 메인 제어기 (220) 는 로봇 차량 (200) 의 조작 및 다른 동작들을 제어하도록 프로세서 실행가능 명령들로 구성된 로버스트 프로세서 (221) 를 포함할 수도 있다. 로버스트 프로세서 (221) 는 멀티-코어 프로세서 또는 멀티 프로세서 어셈블리일 수도 있다. 메인 제어기 (220) 는 또한 내비게이션 유닛 (222), 메모리 (224), 내부 센서/자이로/가속도계 유닛 (226)(이는 가속도계, 자이로스코프, 자기계, 관성 측정 유닛, 및 다른 유사한 컴포넌트들을 포함할 수 있음), 및 항공 전자 모듈 (228) 을 (예를 들어, SOC 로서) 포함하거나 또는 커플링될 수도 있고 이들 모두는 로버스트 프로세서 (221) 에 커플링된다. 메인 제어기 (220) 및/또는 내비게이션 유닛 (222) 은 내비게이션에 유용한 데이터를 수신하고, 실시간 위치 보고를 제공하고, 데이터를 평가하기 위해 무선 연결 (예를 들어, 셀룰러 데이터 네트워크) 을 통해 서버와 통신하도록 구성될 수 있다.
- [0034] 항공 전자 모듈 (228) 은 로버스트 프로세서 (221) 및/또는 내비게이션 유닛 (222) 에 커플링될 수 있고, 고도, 자세, 풍속, 방향, 및 GNSS (Global Navigation Satellite System) 위치 업데이트들 간의 추측 항법 (dead reckoning) 과 같은, 내비게이션 유닛 (222) 이 내비게이션 목적을 위해 사용할 수 있는 유사한 정보와 같은 조

치 제어 관련 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 자이로/가속도계 유닛 (226) 은 가속도계, 자이로스코프, 관성 센서 또는 다른 유사한 센서를 포함할 수 있다. 항공 전자 모듈 (228) 은 내비게이션 및 위치 계산에 사용될 수 있는 로봇 차량 (200) 의 배향 및 가속도에 관한 데이터를 제공할 뿐만 아니라 이미지들을 프로세싱하기 위한 다양한 실시형태에서 사용되는 데이터를 제공하는 자이로/가속도계 유닛 (226) 으로부터의 데이터를 포함하거나 수신할 수 있다.

[0035] 메인 제어기 (220) 는 이미지 센서 또는 광학 센서 (예를 들어, 가시광, 적외선, 자외선 및/또는 다른 파장의 광을 감지할 수 있는 센서) 와 같은 센서 (240) 로부터 추가 정보를 더 수신할 수 있다. 센서들 (240) 은 또한 무선 주파수 (RF) 센서, 기압계, 습도 센서, 소나 이미터/검출기, 레이더 이미터/검출기, 마이크로폰 또는 다른 음향 센서, 라이더 센서, 비행 시간 (TOF) 3-D 카메라, 또는 이동 동작, 내비게이션 및 위치 계산, 및 환경 조건 결정을 위해 메인 제어기 (220) 에 의해 사용 가능한 정보를 제공할 수 있는 다른 센서를 포함할 수 있다. 센서들 (240) 은 또한, 로봇 차량의 하나 이상의 컴포넌트들에 의해 생성된 온도들을 검출하도록 구성되는 하나 이상의 센서들, 이를 테면, 온도계, 서모미터, 서모커플들, 포지티브 온도 계수 센서들, 및 다른 센서 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.

[0036] 파워 모듈 (230) 은 메인 제어기 (220), 센서 (240), 하나 이상의 카메라 (244), 출력 모듈 (250), 입력 모듈 (260) 및 라디오 (270) 를 포함하여 다양한 컴포넌트들에 파워를 제공할 수 있다. 또한, 파워 모듈 (230) 은 재충전 가능 배터리와 같은 에너지 저장 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 메인 제어기 (220) 는 예를 들어 충전 제어 회로를 사용하여 충전 제어 알고리즘을 실행함으로써 파워 모듈 (230) 의 충전 (즉, 수확된 에너지의 저장) 을 제어하기 위한 프로세서 실행 가능 명령들로 구성될 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 파워 모듈 (230) 은 자체 충전을 관리하도록 구성될 수 있다. 메인 제어기 (220) 는 출력 모듈 (250) 에 커플링될 수 있으며, 이 출력 모듈 (250) 은 로터 (202) 및 다른 컴포넌트들을 구동하는 모터를 관리하기 위한 제어 신호를 출력할 수 있다.

[0037] 로봇 차량 (200) 은 로봇 차량 (200) 이 목적지를 향하여 진행함에 따라 로터 (202) 의 개별 모터의 제어를 통해 제어될 수 있다. 메인 제어기 (220) 는 내비게이션 유닛 (222) 으로부터 데이터를 수신하고 로봇 차량 (200) 의 현재 위치 및 배향뿐만 아니라 목적지 또는 중간 사이트를 향한 적절한 코스를 결정하기 위해 이러한 데이터를 사용할 수 있다. 여러 실시형태에서, 내비게이션 유닛 (222) 은 로봇 차량 (200) 이 GNSS 신호를 이용하여 내비게이션할 수 있게 하는 GNSS 수신기 시스템 (예를 들어, 하나 이상의 GPS (global positioning system) 수신기) 을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 내비게이션 유닛 (222) 에는 내비게이션 비콘 (예를 들어, 초고 주파수 (VHF) 전방향 범위 (VOR) 비콘), Wi-Fi 액세스 포인트, 셀룰러 네트워크 사이트, 무선국, 원격 컴퓨팅 디바이스, 기타 로봇 차량 등과 같은 무선 노드로부터 내비게이션 비콘 또는 다른 신호들을 수신하기 위한 무선 내비게이션 수신기들이 구비될 수 있다.

[0038] 라디오 (270) 는 항공 내비게이션 시설 등으로부터의 신호와 같은 내비게이션 신호를 수신하고, 로봇 차량 내비게이션을 돕기 위해 로버스트 프로세서 (221) 및/또는 내비게이션 유닛 (222) 에 이러한 신호를 제공하도록 구성될 수 있다. 여러 실시형태들에서, 내비게이션 유닛 (222) 은 지상에서 인식 가능한 RF 이미터들 (예를 들어, AM/FM 무선국들, Wi-Fi 액세스 포인트들 및 셀룰러 네트워크 기지국들) 로부터 수신된 신호들을 사용할 수 있다.

[0039] 내비게이션 유닛 (222) 은 볼륨 공간내에서 로봇 차량에 대한 진행 경로를 플래닝 ("경로 플래닝") 하도록 하는 계산들을 수행할 수 있는 플래닝 애플리케이션을 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 플래닝 애플리케이션은 로봇 차량에 의해 수행될 테스크의 양태들에 관한 정보, 환경 조건들에 대한 정보, 테스크를 수행하는데 로봇 차량의 하나 이상의 컴포넌트들에 의해 생성될 수도 있는 열의 양, 뿐만 아니라 하나 이상의 서멀 제약들을 포함하는 정보를 사용하여 경로 플래닝을 수행할 수도 있다.

[0040] 라디오 (270) 는 모뎀 (274) 및 송신/수신 안테나 (272) 를 포함할 수도 있다. 라디오 (270) 는 다양한 무선 통신 디바이스들 (예를 들어, 무선 통신 디바이스 (WCD) (290)) 과 무선 통신을 수행하도록 구성될 수 있으며, 그 무선 통신 디바이스의 예는 무선 전화 기지국 또는 셀 타워 (예를 들어, 기지국 (104)), 네트워크 액세스 포인트 (예를 들어, 액세스 포인트 (106)), 비콘, 스마트폰, 태블릿, 또는 로봇 차량 (200) 이 통신할 수 있는 다른 컴퓨팅 디바이스 (예를 들어, 네트워크 엘리먼트 (110)) 를 포함한다. 메인 제어기 (220) 는 무선 모듈 (270) 의 모뎀 (274) 및 안테나 (272) 및 송신/수신 안테나 (292) 를 통해 무선 통신 디바이스 (290) 를 통해 양방향 무선 통신 링크 (294) 를 확립할 수 있다. 일부 실시형태에서, 라디오 (270) 는 상이한 무선 액세스 기술을 사용하여 상이한 무선 통신 디바이스와의 다중 연결을 지원하도록 구성될 수 있다.

- [0041] 여러 실시형태에서, 무선 통신 디바이스 (290) 는 중간 액세스 포인트를 통해 서버에 연결될 수 있다. 일 예에서, 무선 통신 디바이스 (290) 는 로봇 차량 운영자의 서버, 제 3 자 서비스 (예를 들어, 패키지 배달, 청구서 등) 또는 사이트 통신 액세스 포인트일 수 있다. 로봇 차량 (200) 은 광역 네트워크 (예를 들어, 인터넷) 또는 다른 통신 디바이스에 커플링되는 무선 전화 네트워크와 같은 하나 이상의 중간 통신 링크를 통해 서버와 통신할 수 있다. 일부 실시형태에서, 로봇 차량 (200) 은 다른 로봇 차량과의 메시 연결 또는 다른 정보 소스 (예를 들어, 날씨 또는 다른 데이터 수확 정보를 수집 및/또는 분배하기 위한 벌룬들 또는 다른 스테이션) 에 대한 연결과 같은 다른 형태의 무선 통신을 포함하고 이용할 수 있다.
- [0042] 여러 실시형태들에서, 제어 유닛 (210) 에는 다양한 애플리케이션들에 사용될 수 있는 입력 모듈 (260) 이 구비될 수 있다. 예를 들어, 입력 모듈 (260) 은 온보드 카메라 (244) 또는 센서로부터 이미지 또는 데이터를 수신할 수 있거나 다른 컴포넌트들 (예를 들어, 페이로드) 로부터 전자 신호를 수신할 수 있다.
- [0043] 제어 유닛 (210) 의 다양한 컴포넌트가 별도의 컴포넌트로서 도시되어 있지만, 컴포넌트들 (예를 들어, 메인 제어기 (220), 출력 모듈 (250), 라디오 (270) 및 기타 유닛) 중 일부 또는 전부는 SOC 와 같은 단일 디바이스, 회로 보드 또는 모듈에 함께 통합될 수 있다.
- [0044] 도 3 은 SOC 로서 통합된 로봇 차량 메인 제어기 (220) 내에 추가 컴포넌트들을 예시한다. 도 1 내지 도 3 을 참조하여 보면, 메인 제어기 (220) 내의 로버스트 프로세서 (221) 는 하나 이상의 프로세서들 또는 프로세서 코어들 (314), 작업 메모리 (316), 통신 인터페이스 (318), 및 저장 메모리 인터페이스 (320) 를 포함할 수도 있다. 저장 메모리 인터페이스 (320) 는 프로세서들 (314) 이 데이터를 저장하고 데이터를 저장 메모리 (224) 로부터 취출하게 하도록 구성될 수도 있으며, 이는 별도의 컴포넌트로서 접속되거나 예시된 바와 같은 SOC 로서 메인 제어기 (220) 내에 통합될 수 있다. SOC 로서 구성된 메인 제어기 (220) 는 통신 컴포넌트 (322) 를 포함할 수도 있고, 이 컴포넌트는 무선 통신 링크 등을 확립하기 위하여 안테나 (272) 에 접속하도록 구성되는 무선 모듈 (274) 과 라디오 (270) 를 통합할 수도 있다.
- [0045] SOC 로서 통합되는 메인 제어기 (220) 는 로버스트 프로세서 (221) 가 네비게이션 모듈 (222), 관성 센서/자이로스코프/가속도계 모듈 (226), 및 항공 모듈 (228) 과 인터페이스하는 것 뿐만 아니라 로봇 차량의 여러 컴포넌트들과 통신하고 제어하는 것을 가능하게 하도록 구성되는 하드웨어 인터페이스 (328) 를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 하드웨어 인터페이스 (328) 는 또한 아래 설명된 바와 같이, 네비게이션 모듈 (222), 관성 센서/자이로스코프/가속도계 모듈 (226), 및/또는 항공 모듈 (228) 로부터 보조 제어기로 출력 (330) 을 제공할 수도 있다. 네비게이션 모듈 (222), 관성 센서/자이로스코프/가속도계 모듈 (226), 및/또는 항공 모듈 (228) 로부터 보조 제어기로 출력 (330) 은 로버스트 프로세서 (221) 와 독립적일 수도 있음, 그 결과, 로버스트 프로세서 (221) 가 제어 신호들을 전송하는 것을 정지하는 경우에도 보조 제어기는 네비게이션 모듈 (222), 관성 센서/자이로스코프/가속도계 모듈 (226), 및/또는 항공 모듈 (228) 로부터 데이터를 수신할 수 있게 된다. 일부 실시형태들에서, 로버스트 프로세서 (221) 는 출력 (330) 을 통하여 보조 제어기(들) 로 전송할 수도 있다. 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 주기적 업데이트들을 아래 추가로 설명된 바와 같이 전송할 수도 있다.
- [0046] 로버스트 프로세서 (221) 는 범용 프로세서, 중앙 처리 유닛 (CPU), 디지털 신호 프로세서 (DSP), 그래픽 처리 유닛 (GPU), 가속화된 (accelerated) 프로세싱 유닛 (APU), 카메라 서브시스템을 위한 이미지 프로세서 또는 디스플레이를 위한 디스플레이 프로세서와 같은, 프로세싱 디바이스의 특정 컴포넌트들의 서브시스템 프로세서, 보조 프로세서, 단일-코어 프로세서, 및 멀티코어 프로세서 등과 같은 다양한 상이한 유형의 프로세서 (314) 및 프로세서 코어를 포함할 수 있다. 로버스트 프로세서 (221) 는 SOC (312) 는 필드 프로그래머블 게이트 어레이 (FPGA), 주문형 집적 회로 (ASIC), 다른 프로그래머블 로직 디바이스, 이산 게이트 로직, 트랜지스터 로직, 성능 모니터링 하드웨어, 워치독 (watchdog) 하드웨어, 및 시간 참조 등과 같은 다른 하드웨어 및 하드웨어 조합을 더 구현할 수도 있다. 집적 회로는 집적 회로의 컴포넌트가 실리콘과 같은 단일 피스의 반도체 재료 상에 상주하도록 구성될 수도 있다.
- [0047] 메인 제어기 (220) 는 하나 보다 많은 로버스트 프로세서 (221) 를 포함할 수도 있고, 이에 의해 메인 제어기 (220) 내에서 프로세서들 (314) 및 프로세서 코어들의 수를 증가시킨다. 메인 제어기 (220) 는 또한 로버스트 프로세서 (221) 내에 있지 않은 다른 프로세서들 (도시 생략) 을 포함할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서들 (314) 은 로버스트 프로세서 (221) 또는 메인 제어기 (220) SOC 의 다른 프로세서들 (314) 과는 상이하거나 이와 동일할 수도 있는 각각 특정 목적을 위하여 구성될 수도 있다. 동일 또는 상이한 구성들의 프로세서들 (314) 및 프로세서 코어들 중 하나 이상은 함께 그룹화될 수도 있다.

- [0048] 로버스트 프로세서 (221) 의 작업 메모리 (316) 는 프로세서 (314) 의한 액세스를 위한 데이터 및 프로세서 실행가능 명령들을 저장하도록 구성되는 휘발성 또는 비휘발성 메모리일 수도 있다. 메인 제어기 (220) 및/또는 로버스트 프로세서 (221) 는 미션 관련 데이터 (예를 들어, 비디오 데이터, 내비게이션 맵, 미션 플래닝 등) 을 포함하는 여러 목적들을 위한 데이터를 저장하도록 구성되는 하나 이상의 저장 메모리들 (224) 을 포함할 수도 있다. 작업 메모리 (316) 는 휘발성 메모리, 이를 테면, 랜덤 액세스 메모리 (RAM) 또는 메인 메모리 및 캐시 메모리를 포함할 수도 있다.
- [0049] 메인 제어기 (220) 및 로버스트 프로세서 (221) 의 컴포넌트의 일부 또는 전부는 여러 양태들의 기능들을 여전히 제공하면서, 상이하게 배열되고/되거나 결합된다. 메인 제어기 (220) 및 로버스트 프로세서 (221) 는 컴포넌트들 각각의 하나에 제한되지 않을 수도 있고, 각각의 컴포넌트의 다수의 인스턴스들이 여러 구성들에 포함될 수도 있다.
- [0050] 도 4 는 통상의 로봇 차량 (400) 의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다. 도 1 내지 도 4 를 참조하면, 로봇 차량 (400) 은 로봇 차량 (102, 200) 과 유사할 수 있다. 로봇 차량 (400) 은 로봇 차량의 예로서 도시되어 있지만, 다양한 실시형태가 항공 로봇 차량 또는 회전익 로봇 차량으로 제한되는 것을 암시하거나 요구하는 것은 아니다. 다양한 실시형태가 날개형 로봇 차량, 육상 기반 자율 차량, 및 수중 자율 차량과 함께 사용될 수 있다.
- [0051] 통상의 로봇 차량 (400) 은 제어 유닛 (210) 에 커플링된 통상의 ESC (electronic speed controller) (402) 를 포함할 수도 있다. ESC (402) 는 대응하는 모터들 (404) 에 의해 로터들 (406) 각각의 동작 양태들을 제어하는 것을 포함하는 기능들을 처리할 수도 있다. ESC (402) 는 파워 모듈 (230) 에 커플링될 수도 있다. 파워 모듈 (230) (예를 들어, 온보드 배터리) 는 (예를 들어, ESC (402) 를 통하여) 모터들 (404) 및 메인 제어기 (220) 에 커플링될 수도 있다. 각각의 모터 (404) 는 개별적인 모터 드라이버 (402b) 및 디코더 (402a) 와 연관될 수도 있다. 각각의 디코더 (402a) 는 대응하는 모터 드라이버 (402b) 로 지시되는 메인 제어기 (220) 로부터 신호들, 이를 테면, 제어 신호들을 디코딩할 수도 있다.
- [0052] ESC (402) 를 통한 메인 제어기 (220) 는 로터들 (406) 각각을 구동하도록 모터들 (404) 에 대한 파워를 제어할 수도 있다. ESC (402) 를 통한 메인 제어기 (220) 는 모터들 (404) 의 개별 속력들을 제어하는데 사용될 수도 있다. ESC (402) 는 보조 트러스트의 가변 양들을 생성하기 위해 상이한 회전 레이트들에서 "순방향으로" 그리고 혼합된 공기 역학 힘의 가변 양을 생성하기 위해 "역방향으로" 모터들 (404) 을 구동할 수도 있다. 로터들 (406) 각각에 대응하는 개별 모터들 (404) 의 제어를 통하여 로봇 차량 (400) 은 로봇 차량 (400) 이 목적지를 향하여 진행하고/하거나 여러 비행 모드들에서 동작할 때 비행 상태로 제어될 수도 있다.
- [0053] 메인 제어기 (220) 는 통상적으로 로봇 차량의 다수의 기능들, 이를 테면, ESC (402) 를 통한 모터들 (404) 의 제어 뿐만 아니라 비행 제어를 포함하는 다른 동작들, 센서 데이터를 프로세싱하는 것, GPS 신호들을 수신 및 프로세싱하는 것, 통신들을 위한 라디오들을 제어하는 것 등을 제어가능한 로버스트 프로세싱 디바이스이다. 위에 주지된 바와 같이, 메인 제어기 (220) 가 ESC (402) 에 시그널링하는 것을 정지하여, ESC들로 하여금 모터들 (404) 에 급전하는 것을 정지하게 하기 때문에 항공 로봇 차량의 비행 동작 동안에 메인 제어기 실패 또는 리부트의 결과들은 치명적일 수도 있다.
- [0054] 도 5 는 여러 실시형태들에 따른 로봇 차량 (500) 의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다. 도 1 내지 도 5 를 참조하면, 로봇 차량 (500) 은 로봇 차량 (102, 200) 과 유사할 수 있다. 로봇 차량 (500) 은 다양한 실시형태를 이용할 수 있는 로봇 차량의 예로서 도시되어 있지만, 다양한 실시형태가 항공 로봇 차량 또는 회전익 로봇 차량으로 제한되는 것을 암시하거나 요구하는 것은 아니다. 다양한 실시형태가 날개형 로봇 차량, 육상 기반 자율 차량, 및 수중 (water-borne) 자율 차량과 함께 사용될 수 있다.
- [0055] 여러 실시형태들에서, 로봇 차량 (500) 은 메인 제어기 (220) 에 커플링된 ESC (502) 를 포함할 수도 있다. ESC (502) 는 또한, 메인 제어기 (220) 와 독립적인 경로에 의해 파워 모듈 (230) 에 커플링될 수도 있다. ESC (502) 는 하나 이상의 보조 제어기 (504), 하나 이상의 검출기 회로들 (506), 및 하나 이상의 모터 드라이버들 (508) 을 포함할 수도 있다. 보조 제어기들 (504) 은 메모리 (504a) 에 커플링될 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 검출기 회로들 (506) 은 전용 회로로서 하드웨어에서, (전용 프로세서일 수 있는) 프로세서 내에서 실행하는 소프트웨어에서, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합 (예를 들어, 소프트웨어 구현 프로세스를 트리거링하는 검출 회로) 에서 구현될 수도 있다. 예를 들어, 검출기 회로들 (506) 은 메모리 (504a) 에 저장되어 보조 제어기 (504) 에 의해 실행될 수 있는 프로세서 실행가능 또는 제어기 실행가능 명령들에서 구현될 수도 있다. 다른 예로서, 검출기 회로들 (506) 은 ESC (502) 의 하나 이상의 하드웨어 컴포넌트들에서 구현

될 수도 있다. 다른 예로서, 검출기 회로들 (506) 은 ESC (502) 의 독립적인 하드웨어 컴포넌트들에서 실행되고 저장되는 프로세서 실행가능 명령들에서 구현될 수도 있다. 상술한 것들의 조합 및/또는 변형들을 포함한 검출기 회로 (506) 의 다른 구현들이 또한 가능하다.

[0056] 정상 동작 동안에, 메인 제어기 (220) 는 제 1 신호 경로 (512) 를 따라 모터 드라이버 (508) 를 통하여 모터들 (404) 로 제어 신호들의 스트림을 제공할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제 1 신호 경로 (512) 는 스위치 (510) 를 통하여 (그리고 일부 실시형태들에서 검출기 회로 (506) 를 통하여) 메인 제어기 (220) 를 각각의 모터 드라이버 (508) 에 커플링할 수도 있다.

[0057] 여러 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 제 1 신호 경로 (512) 를 모니터링하여 (예를 들어, 메인 제어기 (220) 의 리부트 또는 실패의 결과로서) 메인 제어기 (220) 가 ESC (502) 를 제어하는 것을 정지할 때를 검출할 수 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 제어 신호들의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기로부터의 제어 신호들(220) 이 열화되거나 또는 유효하지 않을 때 (예를 들어, 여러 레이트의 임계 레벨을 초과할 때) 를 검출하도록 구성될 수도 있다. 이러한 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 가 유효 제어 신호들을 전송하는 것을 정지하였음을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220)로부터의 제어 신호들이 (예를 들어, 붕괴된 신호 또는 엉뚱한 신호인) 범위를 넘어선 값들을 포함할 때를 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 제어 신호들의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 하트비트 신호들 또는 유사한 신호의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 는 메인 제어기가 정상적으로 동작하고 있음을 나타내기 위해 하트비트 신호들을 전송할 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 는 이러한 하트비트 신호들을 연속적으로, 주기적으로, 또는 일 시구간 또는 다른 시구간에서 전송할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 하트비트 신호들은 ESC 제어 신호들과는 별개로 제공될 수도 있다.

[0058] 여러 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 유효 제어 신호들을 ESC (502) 로 전송하는 것을 정지하였음을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (506) 는 보조 제어기 (504) 로 하여금 ESC (502) 의 제어를 취하게 하도록 (즉, 모터 제어 신호들을 ESC (502) 에 발행하는 것을 시작하도록) 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 제어 신호들을 ESC (502) 에 전송하는 것을 정지하였음을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (506) 는 (예를 들어, 제어 신호 (506a) 를 통하여) 메인 제어기를 각각의 ESC 에 접속하는 제 1 신호 경로 (512) 를, (일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 를 통하여) 각각의 개별 보조 제어기 (504) 를 그 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 와 접속하는 제 2 신호 경로 (514) 로 변경하는 스위치 (510) 를 제어하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제 1 신호 경로 (512) 로부터 제 2 신호 경로 (514) 로 스위칭하는 것은 제 1 신호 경로 (512) 를 접속해제하고, 보조 제어기 (504) 를 그 개별 모터 드라이버 (508) 에 커플링하는 제 2 신호 경로 (514) 를 접속하는 것을 포함할 수도 있다.

[0059] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 제 2 신호 경로 (514) 가 스위치 (510) 에 의해 접속될 때 자신의 ESC (502) 의 제한된 "세이프 모드" 제어를 취할 수 있다. 이러한 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 모터 제어 신호들을 모터 드라이버 (508) 에 제공하여 제한된 세이프 모드 동작을 실현할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 세이프 동작 모드는 보조 제어기 (504) 가 모터 제어 신호들을 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 에 제공하여 제한된 세이프 모드 동작을 실현할 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 제한된 세이프 모드 제어는 메인 제어기에 의해 제공되는 것보다 로봇 차량에 실질적으로 덜한 조작 제어를 포함한다. 제한된 세이프 모드 동작들의 예들은 항공 로봇 차량에 대한 호버링, 수중 로봇 차량에 대해 서서히 상승시키는 것, 또는 자율 주행 로봇 차량에 대해 마지막 알려진 스티어링 각도를 유지시키는 것을 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 메인 제어기가 리부트 프로세스를 완료하도록 (예를 들어, 하드 재시작을 수행하도록) 하기에 충분히 긴 짧은 기간 동안 자신의 모터 드라이버 (508) 에 모터 제어 신호들을 제공하도록 구성될 수도 있다.

[0060] 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 스위치 (510) 로부터 신호들을 수신하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 각각의 스위치 (510) 와 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 사이에 위치될 수도 있고, 제어 유닛 (210) 으로부터의 신호 경로 (512) 및 보조 제어기 (504) 로부터의 신호 경로 (514) 의 오류 모니터링을 수행하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 검출기 회로 (506) 는 스위치 (510) 와 모터 드라이버 (508) 사이에서 신호 경로를 따라 배치될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 각각의 스위치 (510) 와 그 개별 모터 드라이버 (508) 사이의 신호 경로를 모니터링할 수도 있지만,

신호 경로를 따라 배치될 필요는 없다. 이러한 실시형태들에서, 스위치 (510) 가 제 2 신호 경로 (514) 를 접속하도록 제어될 때 검출기 회로 (506) 는 보조 제어기 (504) 가 적절한 모터 제어 신호들을 제공중임을 검증할 수도 있다.

[0061] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 메인 제어기 (220) 로부터 이전에 수신된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 실행하여, 메인 제어기 (220) 로부터의 유효 제어 신호들의 손실 이전에 존재하는 로봇 차량의 궤적 및 배향을 계속하도록 할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 메모리에 프리 로딩되거나 또는 메인 제어기 (220) 로부터 수신된 프리 로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 실행할 수도 있다.

모터 제어 명령들의 제한된 세트는 보조 제어기 (504) 의 메모리 (504a) 에 저장될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 정상 동작 동안에, 보조 제어기 (504) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 주기적 업데이트들 (예를 들어, 대략 10-15 초 동안의 명령들) 을 수신 및 저장할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 단일 명령들, 또는 단일 동작 모드를 넘어 진행할 수도 있고 둘 이상의 모터 제어 명령들의 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 선택적 조치들, 이를 테면, 특정 환경 조건 및/또는 로봇 차량의 조건을 결정하는 것에 응답하여 로봇 차량으로 하여금 선택적 조치를 수행하게 하는 모터 제어 신호들을 포함할 수도 있다.

[0062] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (504) 는 제한된 세이프 모드 동작들을 실행하도록 및/또는 프리-로딩된 모터 제어 신호들의 제한된 세트를 단독으로 또는 임의의 조합으로 발행하도록 모터 제어 신호들을 자신의 모터 드라이버 (508) 로 발행할 수 있다. 예를 들어, 보조 제어기는 일 기간 (예를 들어, 이를 테면, 10-15 초의 명령들) 동안, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 하나 이상의 양태들을 발행할 수도 있고 그 다음, 보조 제어기 (504) 는 로봇 차량으로 하여금 세이프 모드 동작에 진입하게 하도록 모터 제어 신호들을 모터 드라이버 (508) 로 발행하도록 스위칭 (예를 들어, "폴 백") 할 수 있다.

[0063] 여러 실시형태들에서, 각각의 보조 제어기 (504) 는 입력들 (516) 을 로봇 차량 (500) 의 하나 이상의 센서들 (예를 들어, 센서들 240, 226) 로부터 수신할 수도 있다. 예를 들어, 각각의 보조 제어기 (504) 는 입력 (516) 을 관성 센서, 자이로스코프 및 가속도계로부터 (예를 들어, 관성/자이로/가속도계 모듈 (226)) 및 로봇 차량 (500) 의 다른 센서로부터 수신할 수도 있다. 보조 제어기들 (504) 각각은 센서들로부터 입력들 (516) 을 사용하여 적절한 모터 제어 신호들을 결정하여 자신의 개별 모터 (404) 를 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 를 통하여 제어할 수도 있다. 예를 들어, 보조 제어기들 (504) 각각은 센서들로부터 수신된 입력들 (516) 에 기초하여 제어 신호들을 생성하도록 독립적으로 동작할 수도 있고 보조 제어기들 (504) 각각은 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 에 생성된 제어 신호를 송신할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기들 (504) 각각은 개별 모터 드라이버 (508) 및 모터 (404) 를 제어하도록 독립적으로 동작하여 세이프 동작 모드를 실현하고/하거나 프리로딩된 모터 제어 신호들의 제한된 세트를 실행할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기들 (504) 각각은 제어 신호들이 메인 제어기 (220) 로부터 손실되는 경우에도 입력들 (516) 을 수신할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 각각의 ESC (502) 는 보조 제어기 (504) 가 자신의 개별 모터 드라이버 (508) 에 제어 신호들을 생성하는데 사용될 수 있는 정보를 보조 제어기들 (504) 에 제공할 수도 있는 하나 이상의 독립적 센서들 (예를 들어, 관성 센서, 자이로스코프, 가속도계 등) 을 포함할 수도 있다.

[0064] 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 가 ESC들 (502) 의 제어를 재개가능함을 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 의 리부트 프로세스를 모니터링 할 수도 있고 메인 제어기 (220) 가 자신의 리부트 프로세스를 완료할 때 (예를 들어, 메인 제어기가 온라인 상태로 복귀함) 를 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 ESC들 (502) 의 제어를 재개가능함을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (506) 는 메인 제어기 (220) 와 각각의 ESC (502) 사이의 제 1 신호 경로 (512) 를 재접속할 수도 있다.

[0065] 도 6 은 여러 실시형태들에 따른 로봇 차량 (600) 의 컴포넌트들을 예시하는 컴포넌트 블록 다이어그램이다. 도 1 내지 도 6 을 참조하면, 로봇 차량 (600) 은 로봇 차량 (102, 200) 과 유사할 수 있다. 로봇 차량 (600) 은 다양한 실시형태를 이용할 수 있는 로봇 차량의 예로서 도시되어 있지만, 다양한 실시형태가 항공 로봇 차량 또는 회전익 로봇 차량으로 제한되는 것을 암시하거나 요구하는 것은 아니다. 다양한 실시형태가 날개형 로봇 차량, 육상 기반 자율 차량, 및 수중 (water-borne) 자율 차량과 함께 사용될 수 있다.

[0066] 여러 실시형태들에서, 로봇 차량 (600) 은 메인 제어기 (220) 에 커플링된 ESC (602) 를 포함할 수도 있다. ESC (602) 는 또한, 메인 제어기 (220) 와 독립적인 경로에 의해 파워 모듈 (230) 에 커플링될 수도 있다.

ESC (602) 는 보조 제어기 (604), 검출기 회로 (606), 하나 이상의 개별 모터 드라이버들 (608) 에 커플링된 하나 이상의 디코더들 (616) 을 포함할 수도 있다. 보조 제어기 (604) 는 메모리 (604a) 에 커플링될 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합에서 구현될 수도 있다. 예를 들어, 검출기 회로 (606) 는 메모리 (604a) 에 저장되어 보조 제어기 (604) 에 의해 실행될 수 있는 프로세서 실행가능 또는 제어기 실행가능 명령들에서 구현될 수도 있다. 다른 예로서, 검출기 회로 (606) 는 ESC (602) 의 하나 이상의 하드웨어 컴포넌트들에서 구현될 수도 있다. 다른 예로서, 검출기 회로 (606) 는 ESC (602) 의 독립적인 하드웨어 컴포넌트들에서 실행되고 저장되는 프로세서 실행가능 명령들로서 구현될 수도 있다. 상술한 것들의 조합 및/또는 변형들을 포함한 검출기 회로 (606) 의 다른 구현들이 또한 가능하다.

[0067] 정상 동작 동안에, 메인 제어기 (220) 는 제 1 신호 경로 (612) 를 따라 디코더 (616) 를 통하여 모터 드라이버들 (608) 로 일련의 제어 신호들을 제공할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제 1 신호 경로 (612) 는 스위치 (610) 를 통하여 메인 제어기 (220) 를 각각의 디코더 (616) 및 각각의 모터 드라이버 (608) 에 커플링할 수도 있다. 각각의 디코더 (616) 는 메인 제어기 (220) (또는 보조 제어기 (604)) 로부터의 제어 신호를 디코딩할 수도 있고 디코딩된 제어 신호들을 자신의 개별적인 모터 드라이버 (608) 에 제공할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 각각의 디코더 (616) 는 메인 제어기 (220) 또는 보조 제어기 (604) 로부터 수신된 제어 신호들이 자신의 개별 모터 드라이버 (608) 에 대해 의도되는지의 여부를 결정할 수도 있다.

[0068] 여러 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 제 1 신호 경로 (612) 를 모니터링하여 (예를 들어, 메인 제어기 (220) 의 프로세서 리부트 또는 실패의 결과로서) 메인 제어기 (220) 가 ESC (602) 에 제어 신호들을 전송하는 것을 방지할 때를 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 제어 신호들의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기로부터의 제어 신호들(220) 이 열화되거나 또는 유효하지 않을 때 (예를 들어, 에어 레이트의 임계 레벨을 초과할 때) 를 검출하도록 구성될 수도 있다. 이러한 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 가 유효 제어 신호들을 전송하는 것을 방지하였음을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220)로부터의 제어 신호들이 (예를 들어, 붕괴된 신호 또는 엉뚱한 신호인) 범위를 넘어선 값들을 포함할 때를 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 제어 신호의 손실을 검출하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 는 메인 제어기가 정상적으로 동작하고 있음을 나타내기 위해 하트비트 신호들을 제공할 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 는 이러한 하트비트 신호들을 연속적으로, 주기적으로, 또는 일 시구간 또는 다른 시구간에서 제공할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 하트비트 신호들은 하나 이상의 다른 제어 신호들과는 별개로 제공될 수도 있다.

[0069] 여러 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 유효 제어 신호들을 ESC (602) 로 전송하는 것을 방지하였음을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (606) 는 ESC (602) 의 제어를 취하도록 보조 제어기 (604) 를 제어하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 제어 신호들을 ESC (602) 에 전송하는 것을 방지하였음을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 를 ESC (602) 와 접속하는 제 1 신호 경로 (612) 로부터, ESC (602) 를 자신의 보조 제어기 (604) 와 접속하는 제 2 신호 경로 (614) 로 스위칭하도록 (예를 들어, 제어 신호 (606a) 를 통하여) 스위치 (610) 를 제어하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제 1 신호 경로 (612) 로부터 제 2 신호 경로 (614) 로 스위칭하는 것은 제 1 신호 경로 (612) 를 접속해제하고, 보조 제어기 (604) 를 디코더 (616) 와 커플링하는 제 2 신호 경로 (614) 를 접속하는 것을 포함한다.

[0070] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 제 2 신호 경로 (614) 가 스위치 (610) 에 의해 접속될 때 각각의 모터 (404) 로 하여금 로봇 차량을 "세이프 모드"로 두는 방식으로 동작하게 하는 (예를 들어, 각각의 개별 디코더 (616) 를 통하여) 모터 제어 신호들을 모터 드라이버들 (608) 에 발행할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 단기간 동안, 이를 테면, 메인 제어기가 리부트를 완료하도록 (예를 들어, 하드 재시작을 수행하도록) 하기에 충분히 긴 기간 동안 ESC (602) 의 제어를 취하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 모터 드라이버들 (608) 각각을 제어하도록 모터 제어 신호들을 개별 디코더들 (616) 에 발행할 수 있어, 모터들이 제한된 세이프 모드 동작에 부합하여 동작하게 한다. 설명된 바와 같이, 제한된 세이프 모드 동작들은 항공 로봇 차량에 대한 호버링, 수중 로봇 차량에 대해 서서히 상승시키는

것, 또는 자율 주행 로봇 차량에 대해 마지막 알려진 스티어링 각도를 유지시키는 것을 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 모터 드라이버들 (608) 각각에 대해 독립적으로 모터 제어 신호들을 생성할 수도 있고, 이에 의해, 개별 디코더 (616) 및 모터 드라이버 (608) 를 통하여 각각의 모터 (404) 의 독립적 제어를 실현한다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기들 (604) 은 제어 신호들이 메인 제어기 (220) 로부터 손실되는 경우에도 입력들 (618) 을 수신할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, ESC (602) 는 보조 제어기 (604) 가 하나 이상의 모터 드라이버들 (608) 에 대한 제어 신호들을 생성하는데 사용될 수 있는 정보를 보조 제어기들 (604) 에 제공할 수도 있는 하나 이상의 독립적 센서들 (예를 들어, 관성 센서, 자이로스코프, 가속도계 등) 을 포함할 수도 있다.

[0071] 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 스위치 (610) 로부터 신호들을 수신하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 스위치 (610) 와 모터 드라이버(들) (608) 사이에 위치될 수도 있고, 제어 유닛 (210) 으로부터의 신호 경로 (612) 및 보조 제어기 (604) 로부터의 신호 경로 (614) 의 오류 모니터링을 수행하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 검출기 회로 (606) 는 스위치 (610) 와 디코더(들) (616) 사이에서 신호 경로를 따라 배치될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 스위치 (610) 와 검출기 회로 (606) 사이의 신호 경로를 모니터링할 수도 있지만, 신호 경로를 따라 배치될 필요는 없다. 이러한 실시형태들에서, 스위치 (610) 가 제 2 신호 경로 (614) 를 접속하도록 제어될 때 검출기 회로 (606) 는 보조 제어기 (604) 가 모터 제어 신호들을 디코더(들)(616) 에 제공중임을 검증할 수도 있다.

[0072] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 팩토리에서 프리 로딩되거나 또는 메인 제어기 (220) 로부터 수신된 프리 로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 실행할 수도 있다. 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 보조 제어기 (604) 의 메모리 (604a) 에 저장될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 정상 동작 동안에, 보조 제어기 (604) 는 메인 제어기 (220) 로부터의 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 주기적 업데이트들 (예를 들어, 대략 10-15 초 동안의 명령들) 을 수신 및 저장할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 단일 명령들, 또는 단일 동작 모드를 넘어 진행할 수도 있고 둘 이상의 모터 제어 명령들의 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 명령들의 제한된 세트는 로봇 차량으로 하여금 메인 제어기로부터의 유효 제어 신호들의 손실 직전에 로봇 차량에 의해 수행중인 조작을 계속하게 하는 모터 제어 신호들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 보조 제어기 (604) 는 로봇 차량으로 하여금, 메인 제어기로부터의 유효 제어 신호들의 손실 직전에 뒤따르는 진행 경로를 따라 진행하는 것을 계속하게 하는 모터 제어 신호들을 발행할 수도 있다. 다른 예로서, 보조 제어기 (604) 는 메인 제어기로부터의 유효 제어 신호들의 손실 직전에 ESC 로 전송된 모터 제어 신호들을 반복 또는 모방하는 모터 제어 신호들을 발행할 수도 있고, 이는 메인 제어기가 리부트를 완료하는 동안 로봇 차량이 자세, 헤딩 및/또는 속도를 유지하게 한다. 일부 실시형태들에서, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 선택적 조치들, 이를 테면, 특정 환경 조건 및/또는 로봇 차량의 조건을 (예를 들어, 아래 추가로 설명되는 바와 같이 로봇 차량의 하나 이상의 센서들로부터 수신되는 입력에 기초하여) 결정하는 것에 응답하여 수행될 조치를 지원할 수도 있다.

[0073] 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 제한된 세이프 모드 동작들을 실행하도록 및/또는 프리-로딩된 모터 제어 신호들의 제한된 세트를 단독으로 또는 임의의 조합으로 발행하도록 모터 제어 신호들을 개별 디코더 (616) 를 통하여 하나 이상의 모터 드라이버들 (608) 에 발행할 수 있다. 예를 들어, 보조 제어기는 일 기간 (예를 들어, 이를 테면, 10-15 초의 명령들) 동안, 프리-로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 하나 이상의 양태들을 발행할 수도 있고 그 다음, 보조 제어기는 로봇 차량으로 하여금 세이프 모드 동작에 진입하게 하도록 모터 제어 신호들을 개별 디코더 (616) 를 통하여 모터 드라이버(들) (608) 로 발행하도록 스위칭 (예를 들어, "폴 백") 할 수 있다.

[0074] 여러 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 로봇 차량 (600) 의 하나 이상의 센서들 (예를 들어, 센서들 (240, 226)) 로부터의 입력들 (618), 예를 들어, 관성 센서, 자이로스코프 및 가속도계로부터 (예를 들어, 관성/자이로/가속도계 모듈 (226)), 또는 로봇 차량 (600) 의 다른 센서로부터의 입력을 수신할 수도 있다. 보조 제어기 (604) 는 센서들로부터 입력 (618) 을 사용하여 적절한 모터 제어 신호들을 결정하여 개별 모터들 (404) 각각을 자신의 개별 모터 드라이버 (608) 를 통하여 제어할 수도 있다. 예를 들어, 보조 제어기 (604) 는 입력 (618) 에 기초하여 모터 드라이버들 (608) 각각에 대해 상이한 모터 제어 신호들을 생성할 수도 있고, 보조 제어기 (604) 는 자신의 개별 디코더 (616) 를 통하여 자신의 개별 모터 드라이버 (608) 에 생성된 제어 신호를 송신할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기 (604) 는 개별 디코더들 (616) 및 모터 드라이버들 (608) 을 통하여 모터들 (404) 각각을 독립적으로 제어하여, 세이프 동작 모드를 실현하고/하거나 프리로딩된 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 실행할 수도 있다.

- [0075] 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 가 ESC (602) 의 제어를 재개가능함을 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 의 리부트 프로세스를 모니터링 할 수도 있고 메인 제어기 (220) 가 자신의 리부트 프로세스를 완료할 때 (예를 들어, 메인 제어기가 온라인 상태로 복귀함) 를 검출할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기 (220) 가 ESC (602) 의 제어를 재개가능함을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로 (606) 는 메인 제어기 (220) 와 ESC (602) 사이의 제 1 신호 경로 (612) 를 재접속할 수도 있다.
- [0076] 도 7 은 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법 (700) 을 예시한다. 도 1 내지 도 7 을 참조하여 보면, 방법 (700) 은 로봇 차량 (예를 들어, (102, 200)) 의 하드웨어 컴포넌트들 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들에서 구현될 수도 있고, 컴포넌트들의 동작은 로봇 차량의 하나 이상의 검출기 회로들 (예를 들어, 506, 606, 및/또는 기타 등등) 및 보조 제어기들 (예를 들어, 504, 604, 및/또는 기타 등등) 에 의해 제어될 수도 있다.
- [0077] 블록 702 에서, 검출기 회로는 제 1 신호 경로 (예를 들어, 512, 612) 를 모니터링할 수도 있고, 이에 의해 로봇 차량 (예를 들어, 220) 의 메인 제어기는 모터 드라이버들 (예를 들어, 508, 608) 을 통하여 하나 이상의 제어 신호들을 모터들 (예를 들어, 404) 에 제공할 수도 있다.
- [0078] 결정 블록 704 에서, 검출기 회로는 제어 신호들을 로봇 차량의 ESC (예를 들어, 502, 602) 로 전송하는 것을 정지하였는지의 여부를 결정할 수도 있다. 여러 실시형태들에서, 검출기 회로는 예를 들어, 메인 제어기의 리부트 또는 실패의 결과로서 메인 제어기가 ESC 를 제어하는 것을 정지할 때를 검출할 수 있다.
- [0079] 메인 제어기가 제어 신호들을 ESC 에 전송하는 것을 정지하지 않았다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 704 = "아니오"), 검출기 회로는 블록 702 에서 제 1 신호 경로들을 모니터링하는 것을 계속할 수도 있다.
- [0080] 메인 제어기가 제어 신호들을 ESC 에 전송하는 것을 정지하였다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 704 = "예"), 검출기 회로는 블록 706 에서 연관된 ESC 의 제어를 취하도록 보조 제어기를 제어할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 블록 706 에서 스위치 (예를 들어, 510, 610) 를 제어하여 메인 제어기를 하나 이상의 ESC들과 접속하는 제 1 신호 경로로부터 하나 이상의 ESC들을 하나 이상의 보조 제어기들과 접속하는 제 2 신호 경로로 스위칭할 수도 있다.
- [0081] 블록 708 에서, 하나 이상의 보조 제어기들은 로봇 차량이 세이프 동작 모드에 진입하도록 모터들을 제어하도록 구성되는 모터 제어 신호들을 ESC들에 발행할 수도 있다. 제한된 세이프 모드 동작들의 예들은 항공 로봇 차량에 대한 호버링, 수중 로봇 차량에 대해 서서히 상승시키는 것, 또는 자율 주행 로봇 차량에 대해 마지막 알려진 스티어링 각도를 유지시키는 것을 포함한다.
- [0082] 블록 710 에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능한지의 여부를 결정할 수도 있다. 일부 예들에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 유효 제어 신호들을 ESC 로 전송하는 것을 재개가능한지의 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 검출기 회로는 메인 제어기가 리부트 프로세스를 완료하였을 때 또는 메인 제어기가 온라인 상태로 복귀하였음을 결정할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기로부터의 모터 제어 신호들을 검출할 수 있다.
- [0083] 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능하지 않다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 710 = "아니오"), 하나 이상의 보조 제어기들은 블록 708 에서 모터 제어 신호들을 ESC들에 발행하는 것을 계속할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능하지 않다고 결정하는 것에 응답하여 제 2 신호 경로의 접속을 유지할 수도 있다.
- [0084] 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능하다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 710 = "예"), 검출기 회로는 각각의 연관된 ESC 의 제어를 메인 제어기로 양도하도록 하나 이상의 보조 제어기들을 제어할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능함을 검출하는 것에 응답하여, 검출기 회로는 제어 신호 경로를 접속해제하고 메인 제어기와 각각의 ESC 사이의 제 1 신호 경로를 재접속할 수도 있다.
- [0085] 프로세서는 블록 702 에서 제 1 신호 경로를 모니터링하는 것을 계속할 수도 있다.
- [0086] 도 8 은 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법 (800) 을 예시한다. 도 1 내지 도 8 을 참조하여 보면, 방법 (800) 은 로봇 차량 (예를 들어, (102, 200)) 의 하드웨어 컴포넌트들 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들에서 구현될 수도 있고, 컴포넌트들의 동작은 로봇 차량의 하나 이상의 프로세서들 (예를 들어, 제어기 (220, 504, 604 및/또는 기타 등등)) 에 의해 제어될 수도 있다. 블록들 702-712 에서, 로봇 차량의

프로세서는 설명된 바와 같이, 방법 (700) 의 유사하게 넘버링된 블록들의 동작들을 수행할 수도 있다.

- [0087] 블록 802 에서, 보조 제어기 (예를 들어, 504, 604) 는 메인 제어기 (예를 들어, 220) 로부터 모터 제어 명령들의 제한된 세트의 주기적 업데이트들을 수신하고 저장할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 비교적 짧은 기간 동안의 명령들 (예를 들어, 대략 10-15 초 동안의 명령들) 일 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 둘 이상의 모터 제어 명령들의 세트를 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 선택적 조치들, 이를 테면, 특정 환경 조건 및/또는 로봇 차량의 조건을 결정하는 것에 응답하여 로봇 차량으로 하여금 선택적 조치를 수행하게 하는 모터 제어들을 포함할 수도 있다. 모터 제어 명령들의 제한된 세트는 보조 제어기와 연관된 메모리에 저장될 수도 있다.
- [0088] 선택적 블록 804 에서, 하나 이상의 보조 제어기들이 블록 706 에서 모터 제어 신호들을 ESC 에 발행하기 시작한 후에, 프로세서는 아래 추가로 설명된 바와 같이 사용될 수도 있는 타이머를 초기화할 수도 있다.
- [0089] 블록 806 에서, 보조 제어기(들)은 모터 제어 신호들을 생성하여 ESC 에 발행하도록 모터 제어 명령들의 작은 세트를 실행할 수도 있다.
- [0090] 결정 블록 808 에서, 검출기 회로는 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능한지의 여부를 결정할 수도 있다.
- [0091] 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능하다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 808 = "예"), 검출기 회로는 블록 712 에서 연관된 ESC 의 제어를 양도하도록 보조 제어기를 제어할 수도 있다.
- [0092] 메인 제어기가 ESC 의 제어를 재개가능하지 않다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 808 = "아니오"), 보조 제어기는 결정 블록 810 에서 모터 제어 명령들의 제한된 세트가 완료되었는지의 여부를 결정할 수도 있다.
- [0093] 모터 제어 명령들의 작은 세트가 완료되지 않았다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 810 = "아니오"), 보조 제어기는 선택적 결정 블록 812 에서 타이머가 경과하였는지의 여부를 결정할 수도 있다.
- [0094] 타이머가 경과하였다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 선택적 결정 블록 812 = "아니오"), 보조 제어기는 블록 806 에서 모터 제어 명령들의 제한된 세트를 실행하는 것을 계속할 수도 있다.
- [0095] 모터 제어 명령들의 제한된 세트가 완료되었다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 810 = "예"), 또는 선택적 결정 블록 812 에서 타이머가 경과하였다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 선택적 결정 블록 812 = "예"), 보조 제어기는 로봇 차량으로 하여금 제한된 세이프 동작 모드를 수행하게 하는 모터 제어 신호들을 ESC(들)에 발행하는 것을 블록 708 에서 시작할 수도 있다.
- [0096] 도 9 는 여러 실시형태들에 따라 로봇 차량의 동작들을 관리하는 방법 (900) 을 예시한다. 도 1 내지 도 9 를 참조하여 보면, 방법 (900) 은 로봇 차량 (예를 들어, (102, 200)) 의 하드웨어 컴포넌트들 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들에서 구현될 수도 있고, 컴포넌트들의 동작은 로봇 차량의 하나 이상의 프로세서들 (예를 들어, 제어기 (220, 504, 604 및/또는 기타 등등)) 에 의해 제어될 수도 있다. 블록들 702-712 및 802-812 에서, 로봇 차량의 프로세서는 설명된 바와 같이, 방법 (700 및 800) 의 유사하게 넘버링된 블록들의 동작들을 수행할 수도 있다.
- [0097] 여러 실시형태들에서, 로봇 차량의 프로세서는 여러 보조 제어기(들)(예를 들어, 504, 604) 의 동작을 종종 테스트할 수 있고, 보조 제어기 오류가 검출되는 이벤트에서 로봇 차량을 보호하도록 조치를 수행하거나 액션을 취할 수도 있다. 보조 제어기에서 오류를 검출하는 것은 메인 제어기가 실패하거나 또는 리부트를 개시하는 이벤트에서 로봇 차량이 취약함 (예를 들어, 충돌할 수 있음) 을 표시할 수도 있다. 따라서, 보조 제어기들을 자신들의 기능에 대해 테스트하는 것은 프리-플라이트 테스트의 부분으로서 및/또는 로봇 차량의 세이프 동작을 보장하는 부분으로서 동작 동안에 주기적으로 수행될 수도 있다.
- [0098] 블록 902 에서, 보조 제어기(들) 및/또는 메인 제어기 (예를 들어, 220) 는 각각의 보조 제어기가 적절하게 기능하거나 기능가능한지의 여부를 결정하도록 구성되는 보조 제어기(들) 의 테스트를 수행할 수도 있다. 예를 들어, 이러한 테스트는 보조 제어기의 하나 이상의 파라미터들이 성능의 임계 레벨 및/또는 적절한 기능을 나타내는 기준들을 충족하는지의 여부를 결정하기 위해 응답들의 시그널링 및/또는 분석을 수반할 수도 있다. 예를 들어, 보조 제어기는 테스트 신호를 메인 제어기에 전송할 수 있고, 보조 제어기로부터의 테스트 신호에 기초하여, 메인 제어기는 보조 제어기가 적절하게 기능하는지의 여부를 결정할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 보조 제어기로부터의 테스트 신호에 응답하여, 메인 제어기는 응답 신호를 전송할 수도 있고, 응답

신호에 기초하여 보조 제어기는 자신이 적절하게 기능하는지의 여부를 결정할 수도 있다. 다른 예로서, 메인 제어기는 테스트 신호를 보조 제어기에 전송할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기로부터의 테스트 신호에 기초하여, 보조 제어기는 자신이 적절하게 기능하는지 또는 기능가능한지의 여부를 결정할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 메인 제어기로부터의 테스트 신호에 응답하여, 보조 제어기는 응답 신호를 전송할 수도 있고, 응답 신호에 기초하여 메인 제어기는 보조 제어기가 적절하게 기능하는지 또는 기능가능한지의 여부를 결정할 수도 있다.

- [0099] 결정 블록 904 에서, 로봇 차량의 프로세서 (예를 들어, 메인 제어기 및/또는 보조 제어기) 는 보조 제어기 결합이 검출되는지의 여부를 결정할 수 있다.
- [0100] 보조 제어기 결합이 검출되지 않는다고 결정하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 904 = "아니오"), 방법 (700) 의 결정 블록 704 의 동작은 설명된 바와 같이 수행될 수도 있다.
- [0101] 보조 제어기 결합을 검출하는 것에 응답하여 (즉, 결정 블록 904 = "예"), 프로세서는 블록 906 에서 로봇 차량으로 하여금 로봇 차량을 보호하도록 세이프티 조치를 수행하거나 액션을 취하게 할 수도 있다. 세이프티 조치의 예들로서, 항공 로봇 차량은 비행중인 동안 오류가 검출되면 착륙할 수도 있고, 수중 로봇 차량은 수면 위로 올라올 수도 있고 육상 로봇 차량은 세이프 위치로 (예를 들어, 도로 측면으로) 조치를 취할 수 있다. 세이프티 조치의 다른 예로서, 임의의 타입의 로봇 차량은 베이스로 리턴할 수도 있다. 추가적인 예로서, 로봇 차량의 동작은 사전 동작 테스트 동안에 오류가 검출되면 금지될 수도 있다.
- [0102] 예시되고 설명된 다양한 실시형태들은 청구항들의 다양한 특징들을 예시하기 위하여 단지 예들로서 제공된다. 그러나, 임의의 소정의 실시형태에 대하여 도시되고 설명된 특징들은 연관된 실시형태로 반드시 제한되는 것은 아니고, 도시되고 설명되는 다른 실시형태들과 함께 이용될 수도 있거나 이와 조합될 수도 있다. 또한, 청구항들은 임의의 하나의 예의 실시형태에 의해 제한되도록 의도된 것은 아니다. 예를 들어, 방법들 (700 및 800) 의 하나 이상의 동작들은 방법들 (700 및 800) 의 하나 이상의 동작들로 치환될 수도 있거나 이들과 결합될 수도 있거나 그 역으로 이루어질 수 있다.
- [0103] 상기 방법 설명들 및 프로세스 흐름도들은 단지 예시적인 예들로서 제공되며 여러 실시형태들의 동작들이 제시된 순서로 수행되어야 한다는 것을 요구하거나 또는 암시하려고 의도된 것이 아니다. 당업자가 주지하고 있는 바와 같이 전술한 실시형태들에서 동작들의 순서는 임의의 순서로 수행될 수도 있다. "그 이후", "그 후", "다음" 등과 같은 단어들은 동작들의 순서를 제한하도록 의도되지 않으며; 이들 단어들은 방법들의 설명을 통해 독자를 안내하도록 사용된다. 추가로, 예를 들어, 관사들 ("a," "an" 또는 "the") 을 사용하여 단수로의 청구항 엘리먼트들에 대한 임의의 참조는 그 엘리먼트를 단수로 한정하는 것으로서 해석되지는 않는다.
- [0104] 본원에서 개시한 실시형태들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 동작들은 전자적 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양쪽의 조합들로서 구현될 수도 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 상호 대체 가능성을 분명히 예시하기 위하여, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 동작들이 일반적으로 그들의 기능의 관점에서 상기 기술되었다. 이런 기능성이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정의 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과되는 설계 제한 사항들에 의존한다. 당업자는 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대하여 다양한 방식으로 구현할 수도 있지만, 그러한 실시형태의 결정들이 청구항들의 범위로부터의 이탈을 야기하는 것으로서 해석되지는 않아야 한다.
- [0105] 본원에 개시된 양태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들을 구현하는데 사용되는 하드웨어는 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적회로 (ASIC), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본원에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계되는 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안적으로, 그 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로 제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한, 수신기 스마트 오브젝트들의 조합, 예를 들어, DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 그러한 다른 구성으로서 구현될 수도 있다. 대안적으로, 일부 동작들 또는 방법들은, 소정의 기능에 특정한 회로부에 의해 수행될 수도 있다.
- [0106] 하나 이상의 양태들에서, 설명된 기능은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 그 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체 또는 비일시적 프로세서 판독가능 저장 매체 상에 저장될 수도 있다. 본원에 개시된 방법 또

는 알고리즘의 동작들은, 비-일시적인 컴퓨터 판독가능 또는 프로세서 판독가능 저장 매체 상에 상주할 수도 있는 프로세서 실행가능 소프트웨어 모듈 또는 프로세서 실행가능 명령들에서 구현될 수도 있다. 비일시적인 컴퓨터 판독가능 또는 프로세서 판독가능 저장 매체들은 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 저장 매체일 수도 있다. 한정이 아닌 예로서, 그러한 비-일시적인 컴퓨터 판독가능 또는 프로세서 판독가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 스마트 오브젝트들, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 이용될 수도 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수도 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루레이 디스크를 포함하며, 여기서, 디스크(disk)들은 통상적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만 디스크(disc)들은 레이저들을 이용하여 데이터를 광학적으로 재생한다.

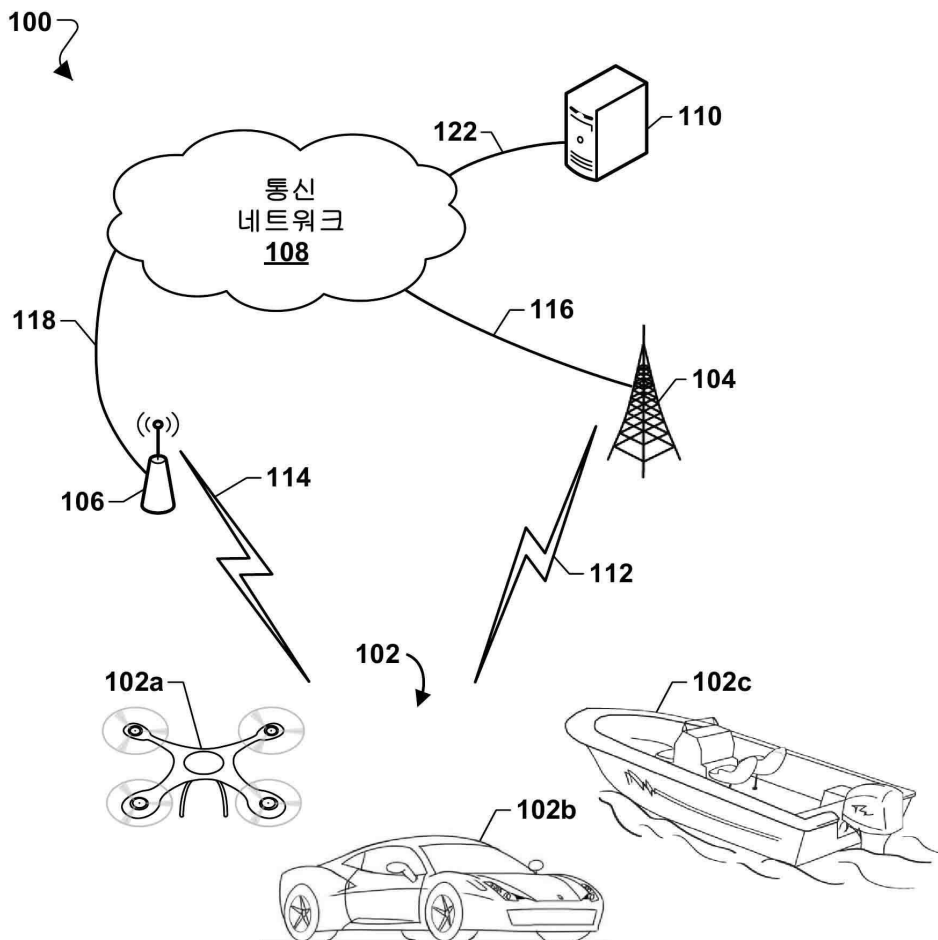
앞에서 언급한 것들의 조합들이 또한 비밀시성 컴퓨터-판독가능 및 프로세서-판독가능 매체들의 범위 내에 포함된다. 게다가, 방법 또는 알고리즘의 동작들은 컴퓨터 프로그램 제품에 포함될 수도 있는 비밀시성 프로세서-판독가능 저장 매체 및/또는 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에, 코드들 및/또는 명령들 중 하나 또는 임의의 조합 또는 세트에 상주할 수도 있다.

[0107]

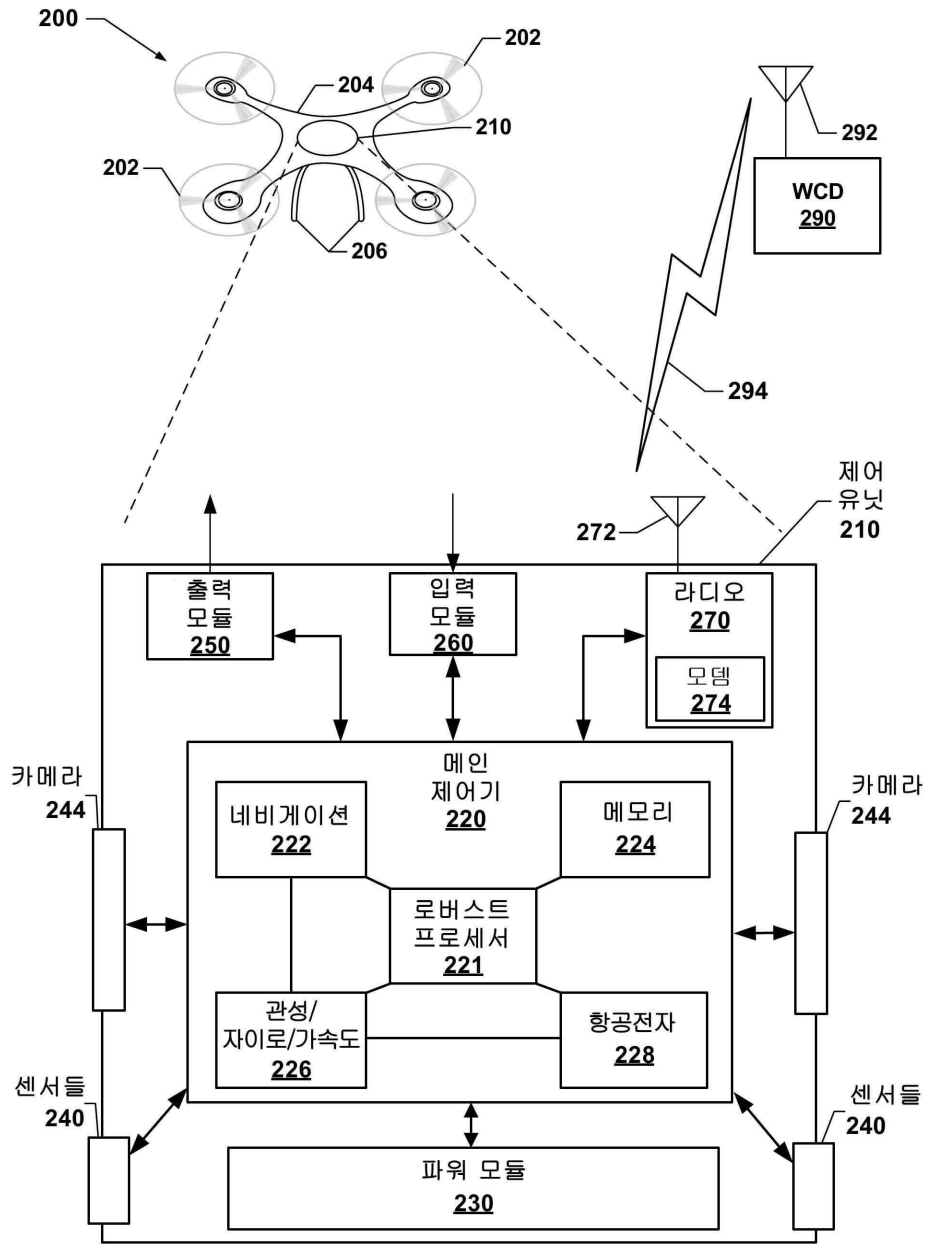
개시된 실시형태들의 앞의 설명은 당업자로 하여금 청구항들을 제조 또는 이용하게 할 수 있도록 제공된다. 이들 실시형태들에 대한 다양한 변형들은 당업자에게 용이하게 자명할 것이며, 본원에서 정의된 일반적인 원리들은 본 청구범위의 사상 또는 범위로부터 이탈함없이 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 개시는 본원에 나타난 실시형태들로 한정되도록 의도되지 않으며, 다음의 청구항들 그리고 본원에 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 부합하는 최광의 범위를 부여받아야 한다.

도면

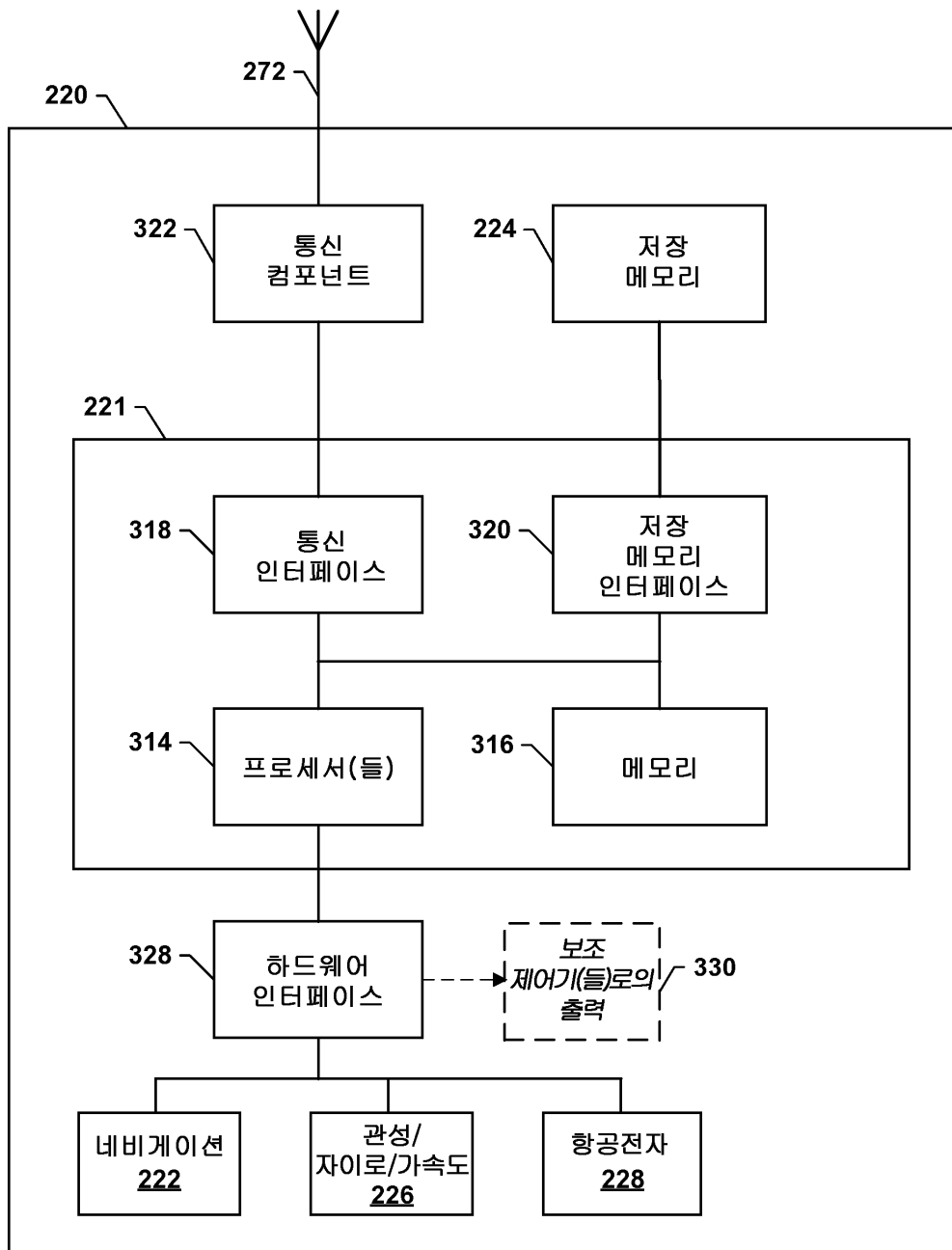
도면1



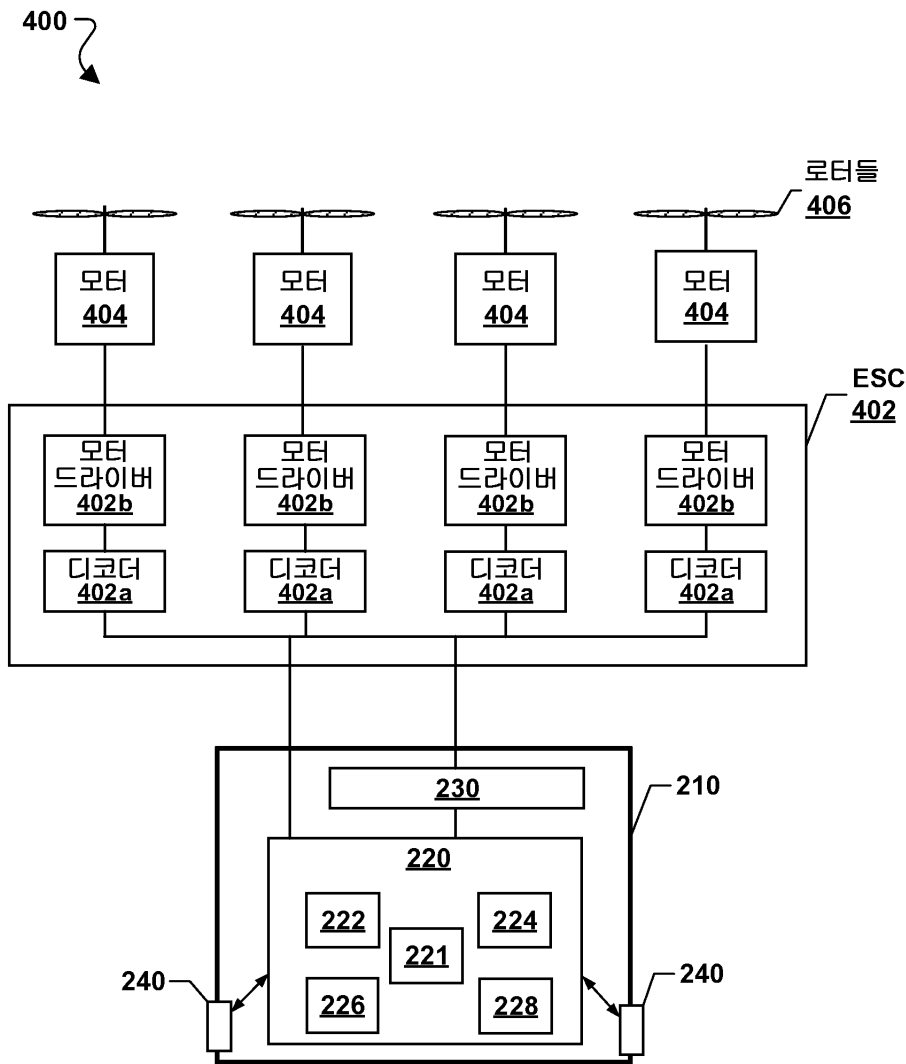
도면2



도면3

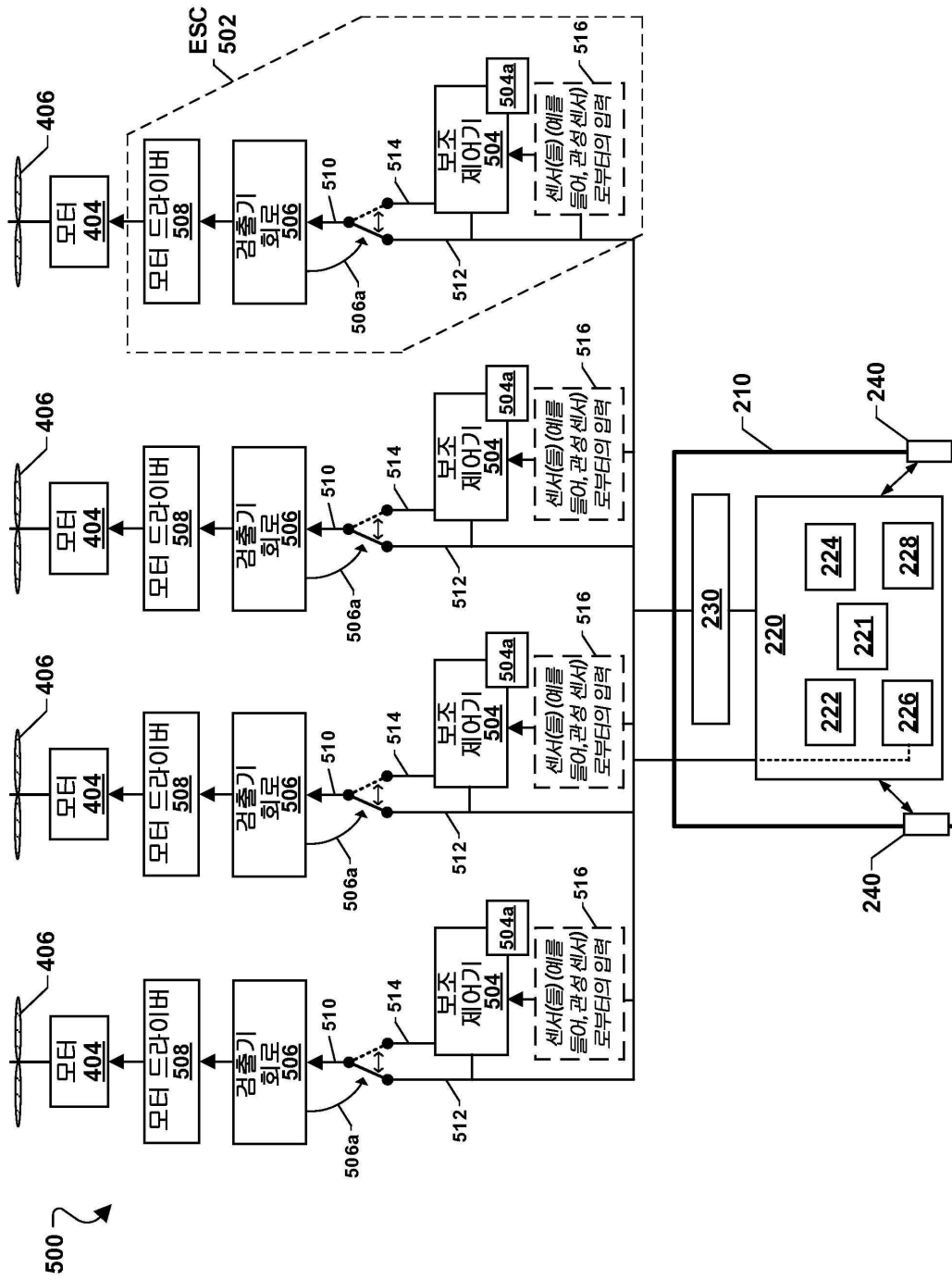


도면4

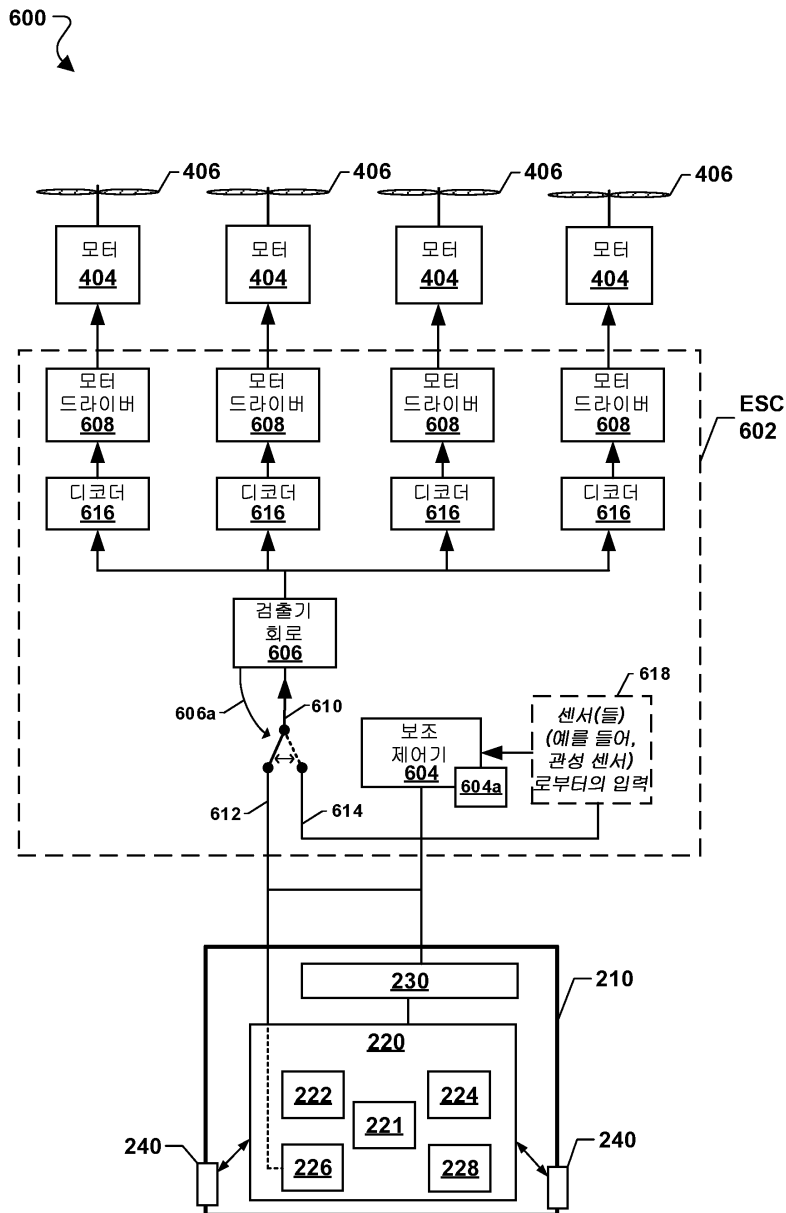


(종래 기술)

도면5

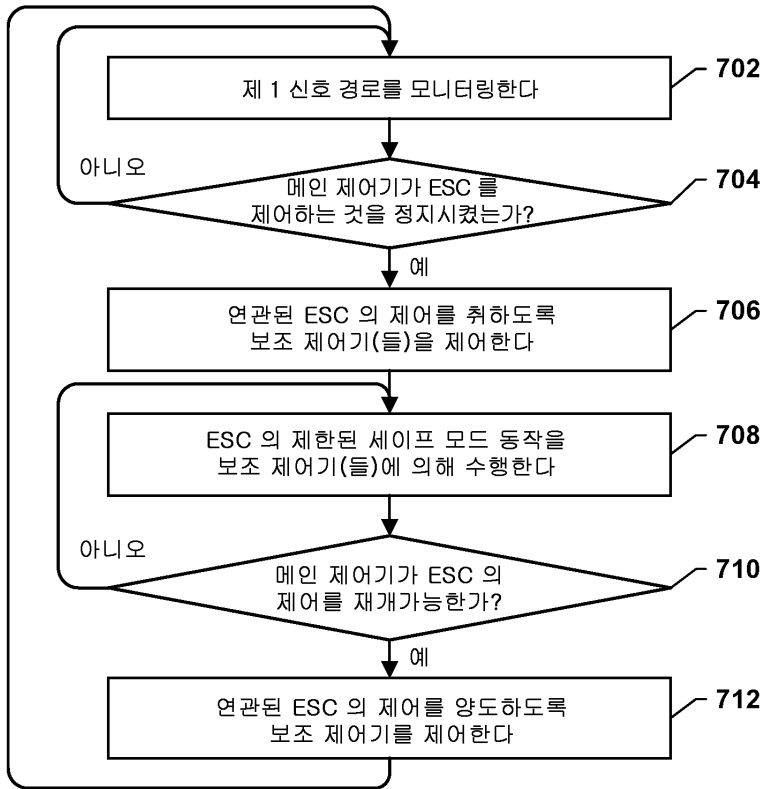


도면6

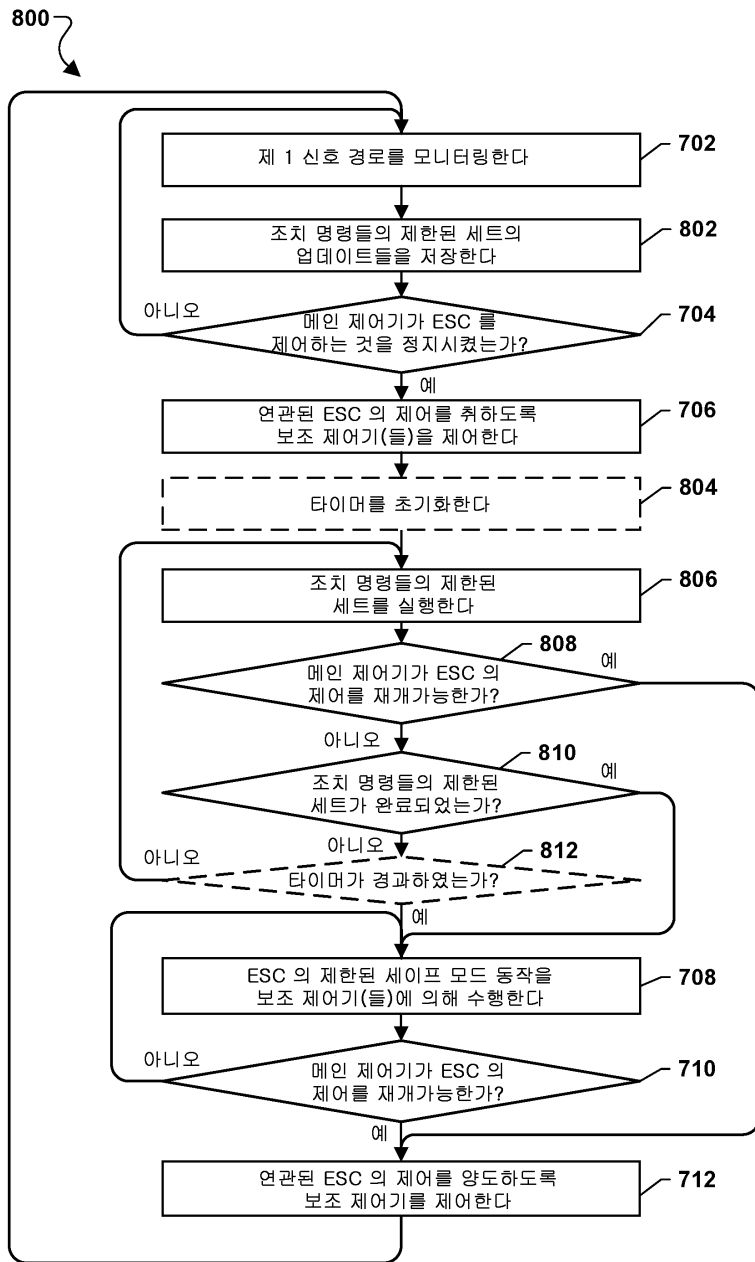


도면7

700



도면8



도면9

