

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【참조번호】	0248
【출원구분】	특허출원
【출원인】	
【명칭】	주식회사 브이스페이스
【특허고객번호】	1-2018-035933-7
【대리인】	
【명칭】	특허법인 오킴스
【대리인번호】	9-2019-100041-4
【지정된변리사】	박시형, 이의철, 김종승
【발명의 국문명칭】	이중화 CAN 통신 구조를 가지는 비행제어컴퓨터 및 그의 동작 방법
【발명의 영문명칭】	FLIGHT CONTROL COMPUTER HAVING REDUNDANT CAN COMMUNICATION STRUCTURE AND OPERATING METHOD THEREOF
【발명자】	
【성명】	유수호
【성명의 영문표기】	YU, Su Ho
【국적】	KR
【주민등록번호】	970928-1XXXXXX
【우편번호】	14999
【주소】	경기도 시흥시 능곡서로 27
【거주국】	KR

【발명자】

【성명】 조범동
【성명의 영문표기】 CHO, Bum Dong
【국적】 KR
【주민등록번호】 830822-1XXXXXX
【우편번호】 21982
【주소】 인천광역시 연수구 송도과학로27번길 55
【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 정유진
【성명의 영문표기】 JUNG, Yu Jin
【국적】 KR
【주민등록번호】 970818-2XXXXXX
【우편번호】 03781
【주소】 서울특별시 서대문구 연희로 38-20
【거주국】 KR

【발명자】

【성명】 이창수
【성명의 영문표기】 LEE, Chang Su
【국적】 KR
【주민등록번호】 990616-1XXXXXX
【우편번호】 15019

【주소】 경기도 시흥시 함송로29번길 54

【거주국】 KR

【출원언어】 국어

【심사청구】 청구

【취지】 위와 같이 지식재산처장에게 제출합니다.

대리인 특허법인 오킴스 (서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】 0 면 46,000 원

【가산출원료】 27 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 421,000 원

【합계】 467,000원

【감면사유】 소기업(70%감면)[1]

【감면후 수수료】 140,100 원

【첨부서류】 1. 기타첨부서류[위임장]_1통

1 : 기타첨부서류

[PDF 파일 첨부](#)

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

이중화 CAN 통신 구조를 가지는 비행제어컴퓨터 및 그의 동작 방법{FLIGHT CONTROL COMPUTER HAVING REDUNDANT CAN COMMUNICATION STRUCTURE AND OPERATING METHOD THEREOF}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 비행제어컴퓨터(FCC, Flight Control Computer) 및 그 동작 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 이중화된 CAN(Controller Area Network) 통신 채널을 포함하는 비행제어컴퓨터 및 그의 동작 방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 UAM(Urban Air Mobility)은 차세대 항공 운송 수단으로 주목받고 있으며, 그 핵심은 비행체의 안전한 운용을 보장하는 비행제어컴퓨터(FCC)에 있다. FCC는 기체의 자세, 속도, 고도 등을 제어하기 위해 전자변속기(ESC, Electronic Speed Controller) 및 GPS(Global Positioning System), LiDAR(Light Detection and Ranging) 등 다양한 센서와 실시간으로 데이터를 교환한다.

【0003】 이러한 FCC와 핵심 구동부인 전자 변속기 및 센서 간의 데이터 통신 링크는 비행 안전과 직결된다. 만약 해당 통신 링크에 장애가 발생할 경우, FCC는 기체의 상태를 인지하거나 구동부를 제어할 수 없게 되며, 이는 치명적인 추락 사고로 이어질 수 있다.

【0004】 시스템의 비용 및 복잡도 문제로 인해 단일 CAN 버스 인터페이스만을 제공되는 경우가 일반적이나, 이러한 단일 통신 경로는 버스 라인의 물리적 단선, 커넥터 이탈, 노이즈로 인한 데이터 손상 또는 트랜시버 하드웨어의 고장 시 전체 통신 시스템이 마비되는 심각한 취약점을 내포하고 있다. 이는 항공 안전 규격에서 요구하는 고신뢰성 및 고장 허용(Fault-Tolerant) 설계를 만족시키기 어려운 문제가 있다.

【0005】 이러한 종래 기술의 한계를 극복하고 UAM 기체의 안전성을 확보하기 위해서는, 어느 한 채널에 물리적 장애나 데이터 손상이 발생하더라도 비행 연속성을 보장할 수 있는 고장 허용 시스템 도입이 요구된다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0006】 본 발명은 통신 상태를 실시간으로 감시하여 장애 발생 시 정상 채널로 자동 절체하는 통신 아키텍처를 제공하는 것을 목적으로 한다.

【0007】 본 발명은 시스템의 복잡도나 무게, 비용을 크게 증가시키지 않으면서도 시스템 안전성을 증가시키는 비행제어컴퓨터 장치 및 그의 동작 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【과제의 해결 수단】

【0008】 본 발명의 일 실시예에 따른 비행제어컴퓨터(FCC)는, 비행 제어 신호를 처리하는 하나의 프로세서, 상기 프로세서에 연결되며, 제1 CAN(Controller

Area Network) 통신 채널을 형성하는 제1 CAN 통신 인터페이스, 상기 프로세서에 상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 독립적으로 연결되며, 제2 CAN 통신 채널을 형성하는 제2 CAN 통신 인터페이스, 및 상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 상기 제2 CAN 통신 인터페이스는 단일의 회로기판 상에 배치될 수 있다.

【0009】 일 실시예에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 제1 CAN 통신 채널 또는 상기 제2 CAN 통신 채널 중 어느 하나에서 미리 정의된 오류 상태를 감지하는 경우, 상기 오류가 감지되지 않은 정상 상태의 채널을 통해 통신을 지속하도록 자동으로 절체할 수 있다.

【0010】 일 실시예에 있어서, 상기 미리 정의된 오류 상태는, 특정 시간 동안 신호가 수신되지 않는 상태를 포함할 수 있다.

【0011】 일 실시예에 있어서, 상기 제1 CAN 통신 채널 및 상기 제2 CAN 통신 채널은, 비행체의 전자 변속기와 이중화된 통신 버스로 연결될 수 있다.

【0012】 일 실시예에 있어서, 상기 제1 CAN 통신 채널 및 상기 제2 CAN 통신 채널은, 비행체의 센서와 이중화된 통신 버스로 연결될 수 있다.

【0013】 본 발명의 일 실시예에 따른, 단일 기판 상에 하나의 프로세서, 제1 CAN(Controller Area Network) 통신 인터페이스, 및 제2 CAN 통신 인터페이스를 포함하는 비행제어컴퓨터(FCC)의 이중화 CAN 통신 방법은, 상기 프로세서가, 상기 제1 CAN 통신 인터페이스를 이용하는 제1 CAN 통신 채널과 상기 제2 CAN 통신 인터페이스를 이용하는 제2 CAN 통신 채널의 통신 상태를 실시간 모니터링하는 동작, 상

기 프로세서가, 상기 모니터링 결과, 상기 통신 채널 중 어느 하나에서 미리 정의된 오류 상태를 감지하는 동작, 및 상기 프로세서가, 상기 미리 정의된 오류가 감지된 경우, 상기 오류가 감지되지 않은 정상 상태의 채널을 통해 전자변속기 또는 센서와의 통신을 지속하도록 자동으로 절체하는 동작을 포함할 수 있다.

【발명의 효과】

【0014】 본 발명의 실시예에 따른 이중화 CAN 통신 구조를 갖는 비행제어컴퓨터 및 그의 동작 방법에 의하면, 내부 통신 부품 중 하나에 물리적 장애나 품질 저하가 발생하더라도, 정상 상태의 다른 채널을 통해 즉각적으로 통신을 재개할 수 있다.

【0015】 본 발명의 실시예에 따른 이중화 CAN 통신 구조를 갖는 비행제어컴퓨터 및 그의 동작 방법에 의하면, FCC와 주변 장치 간의 데이터 전송 연속성을 보장하여, 시스템 오작동을 방지하고 비행 연속성을 효과적으로 강화할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0016】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중화 FCC의 내부 하드웨어 블록도이다.

도 2는 본 발명의 FCC가 적용되는 비행체의 일 실시예를 도시한 시스템 블록도이다.

도 3은 본 발명의 이중화 FCC가 UAM(도심 항공 모빌리티) 시스템 내의 타 구성요소들과 연결되는 구성을 개략적으로 도시한 시스템 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 절체 알고리즘의 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 본 발명에 따른 통신 채널의 (A) 정상 작동 상태와 (B) 장애 발생 및 자동 절체 상태를 비교하여 설명하는 개념도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0017】 이하, 본 발명의 다양한 실시 예가 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 본 발명은 특정 실시 예에 한정되지 아니며, 본 발명의 실시 예들의 다양한 변경(modification), 균등물(equivalent), 및/또는 대체물(alternative)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

【0018】 본 문서에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다", 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

【0019】 본 문서에서, "A 또는 B", "A 또는/및 B 중 적어도 하나", 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는 (3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.

【0020】 본 문서에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 본 문서에 기재된 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.

【0021】 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)", "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)", "~하도록 설계된(designed to)", "~하도록 변경된(adapted to)", "~하도록 만들어진(made to)", 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성(또는 설정)된"은 "특별히 설계된(specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지는 않는다.

【0022】 본 문서에 있어서 제1 전자장치(들)와 제2 전자장치(들) 사이에서 송수신되는, 예컨대, "명령(command)", "명령어(instruction)", "제어 정보", "메시지", "정보", "데이터", "패킷", "데이터 패킷", "인텐트(intent)" 및/또는 "신호"는 그 표현에 구애됨 없이 인간이 인지할 수 있는 사상이나 구체적인 전기적 표현(예: 디지털 부호/아날로그 물리량)을 포함하거나 그 자체를 지칭하는 것일 수 있다. 상기 열거된 예시적인 표현이 사용하게 되는 맥락에 따라 다양하게 해석될 수 있음은 본 문서에서 개시된 발명이 속한 기술분야의 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 본 문서에서 "A가 B보다 크다"는 단순히 "A가 B보다 크다"는 의미를 갖고

있을 뿐만 아니라 "A가 B보다 같거나 크다"라는 의미도 포함한다.

【0023】 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

【0025】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중화 FCC의 내부 하드웨어 블록도이다.

【0026】 FCC(100)는 비행 제어 및 임무 수행을 총괄하는 핵심 장치로서, 그 내부에 다양한 구성요소들이 실장된다. 일 실시예에 따르면, 본 발명의 핵심 구성 요소들은 단일 인쇄회로기판(PCB, Printed Circuit Board)(110) 상에 실장될 수 있다. 이는 복수의 보드를 사용하여 이중화를 구현하는 종래 방식 대비 무게, 공간, 비용 및 시스템 복잡도를 줄일 수 있다.

【0027】 프로세서(120, Processor)는 FCC(100)의 주요 연산을 수행하는 중앙 연산 장치이다. 상기 프로세서(120)는 본 발명의 실시예에 따른 자동 절체 로직을 수행하는 모든 논리 연산 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 프로세서(120)는 MCU(Microcontroller Unit), CPU(Central Processing Unit), FPGA(Field-Programmable Gate Array), ASIC(Application-Specific Integrated Circuit) 등으로 구현될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 프로세서(120)는 내장되거나 외부에 연결된 메모리를 이용하여 각종 센서 데이터를 수신하고, 비행 제어 알고리즘을 연산하며, 그 결과에 따른 제어 명령을 ESC(310) 등으로 전송한다.

【0028】 특히, 프로세서(120)는 본 발명에 따른 자동 절체 로직을 실행하는 주체가 된다. 제어 로직은 프로세서(120)에 의해 실행 가능한 명령어 세트 또는 논리 회로일 수 있다. 제어 로직은 프로세서(120)의 메모리(예: 플래시 메모리)에 저장될 수 있으며, 프로세서(120)에 의해 실행되어, 후술하는 이중화 채널 모니터링 및 자동 절체 방법을 수행한다.

【0029】 제1 CAN 통신 인터페이스(130)와 제2 CAN 통신 인터페이스(140)는 프로세서(120)와 같은 디지털 로직 컨트롤러의 신호(예: 송신 신호(TX)/수신 신호(RX))를 물리적인 CAN 버스(332, 334)의 차동 전압 신호로 변환하거나 그 반대로 변환하는 물리 계층(PHY) 장치이다. 본 명세서에서 CAN 트랜시버는 CAN 통신 인터페이스의 구체적인 일 실시예로 혼용될 수 있다.

【0030】 CAN 통신은 노이즈에 강인한 차동 신호 방식을 사용할 수 있다. 따라서, 하나의 CAN 통신 채널(예: 도 3은 332)은 한 쌍의 CAN 라인(예: CAN high,

CAN low)을 포함할 수 있다. 그에 따라, 본 발명의 이중화 또는 2계통의 통신 구조는 단순히 2개의 배선을 의미하는 것이 아니라 배선 쌍이 물리적으로 독립된 2개의 세트로 구비되는 것을 의미할 수 있다.

【0031】 제1 CAN 통신 인터페이스(130)와 제2 CAN 통신 인터페이스(140)는 프로세서(120)에 서로 독립적인 포트와 배선을 통해 연결된다. 이는 하나의 트랜시버(예: 130) 또는 이와 연결된 버스(332)에 고장(예: 단락, 파손, 외부 노이즈 유입)이 발생하더라도, 다른 트랜시버(140) 및 버스(334)의 정상적인 동작에는 영향을 미치지 않도록 하기 위함이다.

【0032】 즉, 본 발명의 FCC(100)는, 단일 PCB(110) 상에, 하나의 프로세서(120), 상기 프로세서(120)에 연결된 제1 CAN 통신 인터페이스(130), 및 상기 프로세서(120)에 상기 제1 CAN 통신 인터페이스(130)와 독립적으로 연결된 제2 CAN 통신 인터페이스(140)를 포함하며, 상기 프로세서(120)는 두 채널 중 하나의 오류를 감지하면 다른 정상 채널로 자동 절체하는 제어 로직을 실행한다.

【0033】 일 실시예에서, 상기 CAN 통신 인터페이스(130, 140)는 다양한 상용 CAN 트랜시버 칩셋으로 구현될 수 있다. 상기 제1 CAN 통신 인터페이스(130)는 프로세서(120)의 제1 포트 그룹에 연결될 수 있으며, 제2 CAN 통신 인터페이스(140)는 프로세서(120)의 상기 제1 CAN 통신 인터페이스(130)와는 구별되는 제2 포트 그룹에 연결될 수 있다. 이와 같이, 두 개의 통신 인터페이스가 프로세서(120)의 서로 다른 하드웨어 포트에 물리적으로 분리되어 연결됨으로써, 하나의 포트 그룹이나 인터페이스 칩에 고장이 발생하더라도 다른 채널은 영향을 받지 않을 수 있다.

【0034】 나아가, 이러한 통신 인터페이스(130, 140)의 물리적인 출력단은 회로 기판(110) 상에 실장되는 커넥터 형태로 구현될 수 있다. 여기서, 커넥터 단(terminal)은, FCC(100)의 내부 회로가 외부의 케이블과 연결되는 물리적 접속 지점으로, FCC(100)의 경계 지점일 수 있다. FCC(100)는 회로 기판(110) 상에 제1 CAN 통신 채널을 위한 제1 커넥터와 제2 CAN 통신 채널을 위한 제2 커넥터를 물리적으로 분리하여 구비함으로써, 하나의 커넥터나 케이블에 손상이 발생하더라도 다른 채널의 통신은 영향을 받지 않도록 할 수 있다.

【0035】 또한, 도 1의 CAN 통신 인터페이스(130, 140)는 통신 신호 안정성을 높이기 위해 부가적인 소자들을 포함하거나 이에 연결될 수 있다.

【0036】 일 실시예로, CAN 버스의 임피던스 매칭 및 신호 반사 방지를 위해 종단 저항이 인터페이스 단에 연결될 수 있다. 나아가, 외부의 정전기(ESD) 등으로 부터 인터페이스 회로를 보호하기 위한 보호 소자가 커넥터 단에 실장될 수 있다.

【0037】 또한, 전자기파 노이즈를 억제하기 위한 필터 소자(예: 인덕터 등)가 통신 라인에 직렬 연결될 수 있으며, 트랜시버 칩의 전원을 안정시키기 위해 바이패스 커패시터(Bypass Capacitor)가 전원과 접지 사이에 연결될 수 있다. 이러한 부가 소자들의 포함 여부나 값, 연결 위치는 본 발명의 권리범위를 한정하지 않으며 시스템의 요구 조건에 따라 다양하게 변형될 수 있다.

【0038】 도 1의 구성은 본 발명의 일 예시이며, 프로세서(120)의 기능은 복수의 칩으로 분산되거나 단일 SoC(System-on-Chip)로 통합될 수 있다. 또한, 트랜

시버의 개수는 시스템의 요구 신뢰도에 따라 3개 이상으로도 확장될 수 있다.

【0040】 도 2는 본 발명의 FCC가 적용되는 비행체의 일 실시예를 도시한 시스템 블록도이다.

【0041】 도 2에 도시된 바와 같이, UAM 기체(200)의 프레임 구조 내외부에 본 발명을 수행하기 위한 주요 하드웨어 구성 요소들이 물리적으로 배치된다.

【0042】 기체의 중심부 또는 상부에는 비행 컨트롤러(Flight Controller, FC, 210)(또는 FCC) 및 GPS(Global Positioning System) 모듈이 위치한다. FC(도 1의 FCC(100))는 비행체의 중추적 제어 장치로서 구동계와 연결된다. 또한, FC(210)는 다양한 항법 및 임무 센서, GCS(Ground Control System, 지상관제시스템) 및 RC(Remote Controller, 원격조종기)와도 통신한다.

【0043】 메인 보드(Main board, 252) 및 서브 보드(Sub board, 250)는 FC(210)와 연동되어 카메라(Camera, 240) 또는 LiDAR(230) 와 같은 센서들의 데이터를 입력받거나 중계하는 보드(Board) 일 수 있다. 카메라(240) 및 LiDAR(230)는 착륙 지점 및 비행 경로의 위험을 탐지하기 위해 기체의 전/후/측/하방 등 다양한 위치에 장착될 수 있다.

【0044】 추진 장치(260, 270)는 기체의 추력을 발생시키며 전자 속도 제어기 (Electronic Speed Controller, ESC), 모터 및 프로펠러를 포함한다. 배터리 (Battery, 280)는 이들 장치에 전원을 공급한다. ESC는 FC(210)로부터 신호를 받아

배터리(280)의 전력을 조절하여 모터의 속도와 회전 방향을 제어할 수 있다. 모터는 ESC로부터 제어 신호를 받아 전기 에너지를 회전 운동 에너지로 변환하며, 프로펠러는 모터의 회전 운동 에너지를 추력으로 변환하여 비행체를 공중으로 띄우거나 이동시킬 수 있다.

【0045】 도 2에 도시된 FC(210)와 ESC 간의 연결은, 도 3에서 후술하는 바와 같이 이중화 CAN 버스(330)로 구현될 수 있다. 나아가, 배터리(280)의 전압, 전류, 온도, 잔량 등 정보는 비행에 중요한 핵심 데이터이므로 본 발명의 다양한 실시예 따라 이중화 CAN 버스(330)를 통해 FC(210)에 전달될 수 있다. 마찬가지로 GPS를 통해 획득한 위치 정보 역시 CAN 버스(330)를 통해 FC(210)에 전달될 수 있다.

【0046】 한편, 카메라(240)나 LiDAR(230)와 같은 대용량 데이터를 송수신하는 장치들은 메인 보드(252)를 거쳐 이더넷(ETH)을 통해 FC(210)와 통신할 수 있다.

【0048】 도 3은 본 발명의 이중화 FCC가 UAM(도심 항공 모빌리티) 시스템 내의 타 구성요소들과 연결되는 구성을 개략적으로 도시한 시스템 구성도이다.

【0049】 AM(300)은 도심 항공 모빌리티를 위한 비행체 전체를 의미할 수 있다. FCC(100)는 UAM(300)의 비행 제어를 총괄한다.

【0050】 FCC(100)는 GPS(320a), LiDAR(320b) 등 다양한 항법 센서로부터 비행 상태 데이터를 수신하고, 이를 바탕으로 제어 명령을 생성하여 복수의 ESC(310a

내지 310d)로 전송한다. ESC(310a 내지 310d)는 수신된 명령에 따라 각각의 모터 (312a 내지 312d) 속도를 정밀하게 제어하여 비행체의 자세와 추력을 조절한다.

【0051】 본 발명의 일 실시예에 따른 이중화 CAN 버스(330)는, FCC(100)와 복수의 ESC(310) 및/또는 신뢰성이 요구되는 주요 센서(320) 간의 통신을 위해 사용된다.

【0052】 이중화 CAN 버스(330)는, 물리적으로 분리된 제1 CAN 버스(332)와 제2 CAN 버스(334)를 포함한다. 상기 두 버스(332, 334)는 도 1의 제1 CAN 통신 인터페이스(130) 및 제2 CAN 통신 인터페이스(140)에 각각 연결된다. 즉, 제1 CAN 버스(332)는 제1 CAN 통신 인터페이스(130)에 연결되고 제2 CAN 버스(334)는 제2 CAN 통신 인터페이스(140)에 연결될 수 있다.

【0053】 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 UAM(300)은 FCC(100)와, 상기 FCC(100)에 이중화 CAN 버스(330)로 연결된 하나 이상의 ESC(310) 또는 센서(320)를 포함하며, 이를 통해 고장 허용 기능을 갖는 UAM(300)의 비행 제어 시스템이 구성될 수 있다.

【0054】 한편, 이중화 CAN 버스(330)를 통해서는 제어 명령 신호, 상태 피드백 신호, 센서 데이터 또는 네트워크 관리 신호 중 적어도 하나가 송수신될 수 있다.

【0055】 제어 명령 신호는 프로세서(120)가 전자변속기와 같은 구성으로 기체의 자세와 추력을 제어하기 위해 전송하는 명령데이터를 포함할 수 있다. 예를

들어, 각 모터(312)의 목표 RPM, 목표 추력, 전자변속기의 활성화, 비활성화, 비상 정지 명령, ESC의 작동 모드 변경 중 적어도 하나에 관한 명령데이터를 포함할 수 있다.

【0056】 상태 피드백 신호는, FCC(110)가 전송한 제어 명령이 올바르게 수행되고 있는지 여부나 전자변속기 등 구속부의 현재 상태를 나타내는 피드백 데이터를 포함할 수 있다. 피드백 데이터는, 예를 들어, 현재 모터의 RPM, 모터의 온도, ESC 온도, ESC의 전류, ESC의 전압 또는 ESC의 고장 상태 코드 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0057】 CAN 통신 라인을 통해 송수신되는 센서 데이터는, 배터리(280) 또는 GPS(도 3의 320a)의 센서 데이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 센서 데이터는, 배터리의 전체 전압, 소모 전류, 잔여 용량 또는 배터리 셀 온도, 비행체의 현재 위치(위도, 경도, 고도) 또는 속도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0058】 네트워크 관리 신호는, 이중화된 두 채널 자체가 정상적인지 확인하기 위한 데이터로, 하트비트 신호를 포함할 수 있다.

【0061】 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 절체 알고리즘의 동작을 설명하기 위한 순서도이다. 도 4에 도시된 각 동작은 도 1의 프로세서(120)에 탑재되거나 실행되는 제어 로직에 의해 수행될 수 있다. 이는 하드웨어 로직(예: FPGA)

또는 특정 프로세서(120)에 의해 실행되는 소프트웨어 명령어 세트로 구현될 수 있다.

【0062】 우선, 시스템이 작동하면 프로세서는 통신 모니터링을 개시한다. 동작 S410에서, 프로세서(120)는 제1 CAN 채널(332)과 제2 CAN 채널(334)의 통신 상태를 실시간으로 모니터링한다. 이 동작은 각 채널로부터의 데이터 수신 여부, CAN 컨트롤러의 내부 에러 레지스터 값(예: 에러 카운트), 또는 수신되는 데이터의 유효성(예: CRC 체크)을 주기적으로 확인하는 동작을 포함할 수 있다.

【0063】 동작 S420에서, 프로세서(120)는 모니터링 동작(410)의 결과(입력 데이터)에 기초하여, 미리 정의된 오류 상태가 발생했는지 여부를 판단한다. 오류 상태는 본 발명의 권리범위를 한정하지 않으나, 이하에 언급하는 바와 같이 다양한 기준을 논리적으로 조합하여 설정될 수 있다.

【0064】 예를 들어, 오류 상태는 타임아웃 발생(물리적 단선 또는 커넥터 이탈 등으로 인해 특정 시간 동안 응답이 없는 상태), CAN 프로토콜 자체의 에러 프레임(Error Frame) 누적(심각한 노이즈로 인한 버스 품질 저하 상태), 또는 ESC(310) 등으로부터 주기적으로 수신해야 하는 하트비트 신호의 누락(상대 장치의 고장 또는 프로토콜 레벨의 장애 상태) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0065】 만약 모니터링 결과 두 채널 모두 정상인 경우(동작 S420의 No), 프로세서(120)는 다시 모니터링 동작(410)으로 복귀하여 정상 상태 감시를 계속한다. 만약, 두 개의 채널 중 어느 하나의 채널(예: 332)에서 오류가 감지되면(동작 S420의 Yes), 프로세서(120)는 해당 오류 채널(332)을 비활성화하거나 논리적으로 격리

(isolate)시킨다. 예를 들어, 프로세서(120)는 고장이라고 판단한 채널(332)로는 더 이상 새로운 데이터를 전송하지 않거나, 오류 채널(332)로부터 데이터가 수신되더라도 이를 무시할 수 있다.

【0066】 이와 동시에, 프로세서(120)는 모든 필수 통신 데이터(제어 명령, 센서 데이터 등)가 오류가 감지되지 않은 정상 상태의 다른 채널(예: 334)을 통해 서만 송수신되도록 통신 경로를 자동으로 절체(failover)하는 제어 신호를 출력한다. 이는 활성 채널을 상기 다른 채널(334)로 즉시 변경하거나, 오류 채널(332)를 통한 데이터 전송을 즉시 중단하는 동작을 포함한다.

【0067】 이후, 동작 S440에서, 프로세서(120)는 정상 채널을 통해 비행 제어 통신을 지속할 수 있다. 시스템은 비상 동작 모드 또는 정상 복구 모드로 진입한 후에도, 즉 장애 처리(430) 후 정상 채널을 통한 통신 동작(440)을 수행하는 동작에도, 다시 모니터링(410)을 계속할 수 있다. 여기서, 프로세서(120)는 현재 통신 중인 정상 채널에 문제가 발생하는지 모니터링할 수 있다. 나아가, 프로세서(120)는 오류 채널이 복구되었는지 모니터링할 수 있다.

【0069】 도 5는 본 발명에 따른 통신 채널의 (A) 정상 작동 상태와 (B) 장애 발생 및 자동 절체 상태를 비교하여 설명하는 개념도이다.

【0070】 도 5의 (A)는 정상 작동 상태를 도시한다. 정상 작동 상태에서, FCC(100)는 제1 CAN 버스(332)와 제2 CAN 버스(334)를 통해 ESC/센서(310)와 원활

하게 통신한다. 이 상태에서 시스템은 두 채널을 모두 활발하게 사용하는 방식으로 동작하거나, 또는 하나의 채널(예: 332)을 주 채널로 사용하고 다른 채널(334)을 예비 채널로 운용할 수 있다.

【0071】 도 5의 (B)는 장애 발생 및 자동 절체 상태를 도시한다. 여기서, 물리적 단선이나 심각한 노이즈로 인해 제1 CAN 버스(332)에 장애(510)가 발생한 상황을 가정한다.

【0072】 이때, FCC(100) 내부의 프로세서(120)는 오류 감지 동작에 따라 장애(510)를 즉각 감지한다. 프로세서(120)는 장애가 발생한 제1 CAN 버스(332)를 통한 통신을 중단(또는 격리)하고, 모든 필수 비행 제어 데이터를 정상 상태인 제2 CAN 버스(334)로 자동 절체하여 전송한다. 그에 따라, FCC(100)는 하나의 통신 채널에 고장이 발생하더라도 시스템은 통신 두절 없이 비행 임무를 지속할 수 있게 된다. 이러한 고장 허용 기능은 엄격한 항공 안전 규격에서 요구하는 시스템 신뢰성 요구 조건을 충족시키는 데 핵심적인 역할을 한다.

【0074】 이상에서, 본 발명의 실시 예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시 예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다.

【0075】 한편, 본 명세서에 기재된 다양한 실시 예들은 하드웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 소프트웨어 및/또는 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 다양한 실시 예들은 하나 이상의 주문형 반도체(ASIC)들, 디지털 신호 프로세서(DSP)들, 디지털 신호 프로세싱 디바이스(DSPD)들, 프로그램어블 논리 디바이스(PLD)들, 필드 프로그램어블 게이트 어레이(FPGA)들, 프로세서들, 컨트롤러들, 마이크로컨트롤러들, 마이크로프로세서들, 여기서 제시되는 기능들을 수행하도록 설계되는 다른 전자 유닛들 또는 이들의 조합 내에서 구현될 수 있다.

【0076】 또한, 예를 들어, 다양한 실시 예들은 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능한 매체에 수록되거나 인코딩될 수 있다. 컴퓨터-판독가능한 매체에 수록 또는 인코딩된 명령들은 프로그램 가능한 프로세서 또는 다른 프로세서로 하여금 예컨대, 명령들이 실행될 때 방법을 수행하게끔 할 수 있다. 컴퓨터-판독가능한 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수도 있다. 예를 들어, 이러한 컴퓨터-판독가능한 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 기타 광학 디스크 저장 매체, 자기 디스크 저장 매체 또는 기타 자기 저장 디바이스를 포함할 수 있다.

【0077】 이러한 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 등은 본 명세서에 기술된 다양한 동작들 및 기능들을 지원하도록 동일한 디바이스 내에서 또는 개별 디바이스들 내에서 구현될 수 있다. 추가적으로, 본 발명에서 "~부"로 기재된 구성요소들, 유닛들, 모듈들, 컴포넌트들 등은 함께 또는 개별적이지만 상호 운용 가능한 로직 디바이스들로서 개별적으로 구현될 수 있다. 모듈들, 유닛들 등에 대한 서로 다른

특정들의 묘사는 서로 다른 기능적 실시 예들을 강조하기 위해 의도된 것이며, 이들이 개별 하드웨어 또는 소프트웨어 컴포넌트들에 의해 실현되어야만 함을 필수적으로 의미하지 않는다. 오히려, 하나 이상의 모듈들 또는 유닛들과 관련된 기능은 개별 하드웨어 또는 소프트웨어 컴포넌트들에 의해 수행되거나 또는 공통의 또는 개별의 하드웨어 또는 소프트웨어 컴포넌트들 내에 통합될 수 있다.

【0078】 특정한 순서로 동작들이 도면에 도시되어 있지만, 이러한 동작들이 원하는 결과를 달성하기 위해 도시된 특정한 순서, 또는 순차적인 순서로 수행되거나, 또는 모든 도시된 동작이 수행되어야 할 필요가 있는 것으로 이해되지 말아야 한다. 임의의 환경에서는, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 더욱이, 상술한 실시 예에서 다양한 구성요소들의 구분은 모든 실시 예에서 이러한 구분을 필요로 하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 기술된 구성요소들이 일반적으로 단일 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다수의 소프트웨어 제품으로 패키징 될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

【0079】 이상으로 설명한 본 문서의 다양한 실시 예들에 따른 전자장치, 서버, 혹은 외부 장치는, 예를 들면, 스마트폰, 태블릿 PC, 이동 전화기, 영상 전화기, 데스크탑 PC, 랩탑 PC, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라, 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

【0080】 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시 예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서

사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【청구범위】

【청구항 1】

비행제어컴퓨터(FCC)에 있어서,

비행 제어 신호를 처리하는 하나의 프로세서;

상기 프로세서에 연결되며, 제1 CAN(Controller Area Network) 통신 채널을 형성하는 제1 CAN 통신 인터페이스;

상기 프로세서에 상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 독립적으로 연결되며, 제2 CAN 통신 채널을 형성하는 제2 CAN 통신 인터페이스; 및

상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 상기 제2 CAN 통신 인터페이스는 단일의 회로기판 상에 배치되고,

상기 프로세서는, 상기 제1 CAN 통신 채널 또는 상기 제2 CAN 통신 채널 중 어느 하나에서 미리 정의된 오류 상태를 감지하는 경우, 상기 오류가 감지되지 않은 정상 상태의 채널을 통해 통신을 지속하도록 자동으로 절체하는,

비행제어컴퓨터.

【청구항 2】

청구항 1에 있어서,

상기 미리 정의된 오류 상태는, 특정 시간 동안 신호가 수신되지 않는 상태를 포함하는,

비행제어컴퓨터.

【청구항 3】

청구항 1에 있어서,

상기 제1 CAN 통신 채널 및 상기 제2 CAN 통신 채널은, 비행체의 전자 변속기와 이중화된 통신 버스로 연결되는,
비행제어컴퓨터.

【청구항 4】

청구항 1에 있어서,

상기 제1 CAN 통신 채널 및 상기 제2 CAN 통신 채널은, 비행체의 센서와 이중화된 통신 버스로 연결되는,
비행제어컴퓨터.

【청구항 5】

단일 기판 상에 하나의 프로세서, 제1 CAN(Controller Area Network) 통신 인터페이스, 및 제2 CAN 통신 인터페이스를 포함하는 비행제어컴퓨터(FCC)의 이중화 CAN 통신 방법에 있어서,

상기 프로세서가, 상기 제1 CAN 통신 인터페이스를 이용하는 제1 CAN 통신 채널과 상기 제2 CAN 통신 인터페이스를 이용하는 제2 CAN 통신 채널의 통신 상태를 실시간 모니터링하는 동작;

상기 프로세서가, 상기 모니터링 결과, 상기 통신 채널 중 어느 하나에서 미리 정의된 오류 상태를 감지하는 동작; 및

상기 프로세서가, 상기 미리 정의된 오류가 감지된 경우, 상기 오류가 감지
되지 않은 정상 상태의 채널을 통해 전자변속기 또는 센서와의 통신을 지속하도록
자동으로 절체하는 동작을 포함하는,
방법.

【요약서】

【요약】

본 발명의 일 실시예에 따른 비행제어컴퓨터(FCC)는, 비행 제어 신호를 처리하는 하나의 프로세서, 상기 프로세서에 연결되며, 제1 CAN(Controller Area Network) 통신 채널을 형성하는 제1 CAN 통신 인터페이스, 상기 프로세서에 상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 독립적으로 연결되며, 제2 CAN 통신 채널을 형성하는 제2 CAN 통신 인터페이스, 및 상기 제1 CAN 통신 인터페이스와 상기 제2 CAN 통신 인터페이스는 단일의 회로기판 상에 배치될 수 있다.

본 기술은 하기 기관의 지원에 따른 연구 결과물임.

[과제관리(전문)기관명] 인천광역시인천테크노파크

[연구사업명] 2025년 파브(PAV) 부품기술개발 지원사업

[연구과제명] PAV용 고신뢰성 지능형 FCC 개발

[과제수행기관명] 주브이스페이스

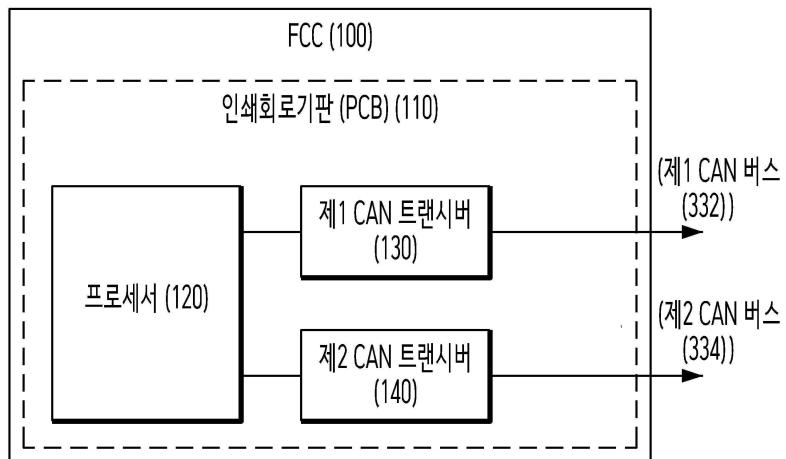
[연구기간] 2025.04.01. ~ 2025.11.30.

【대표도】

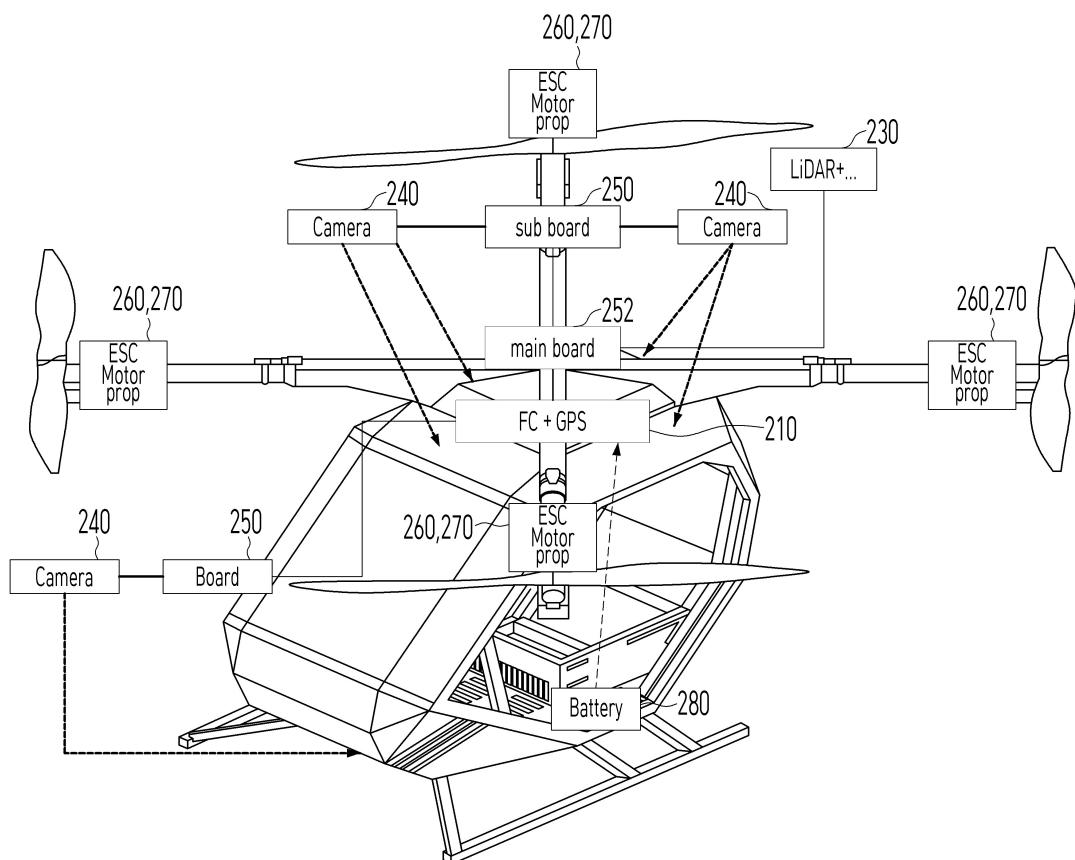
도 1

【도면】

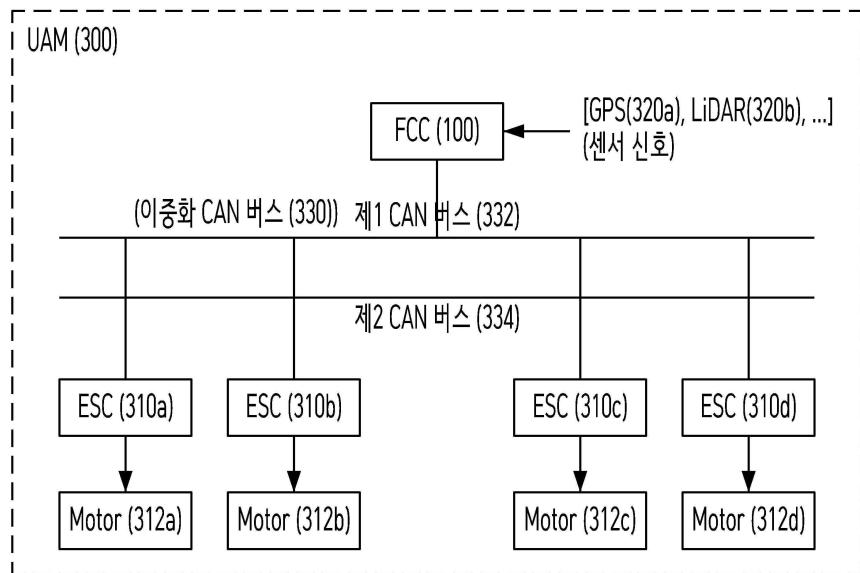
【도 1】



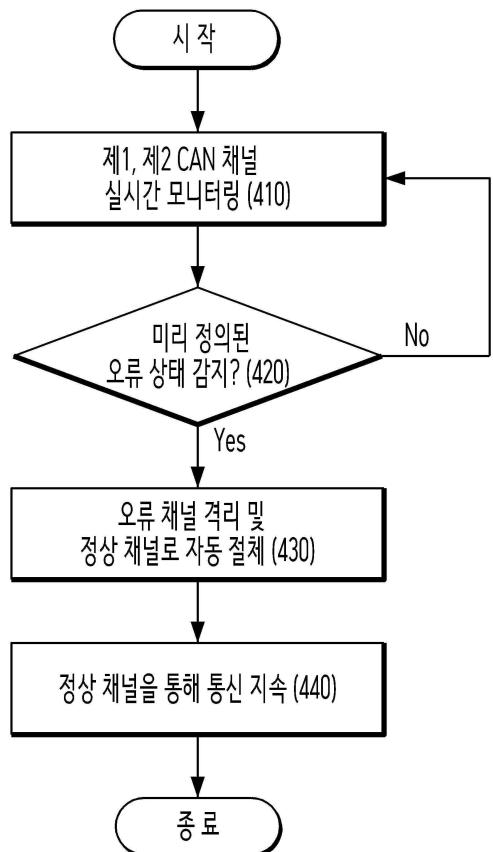
【도 2】



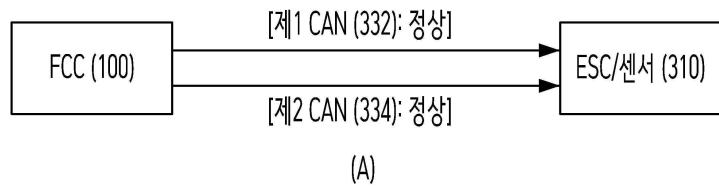
【도 3】



【도 4】



【도 5】



(A)



(B)