



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월26일

(11) 등록번호 10-1594453

(24) 등록일자 2016년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 23/02 (2006.01) G05B 9/03 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G05B 23/0205 (2013.01)
G05B 9/03 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0133158

(22) 출원일자 2015년09월21일

심사청구일자 2015년09월21일

(56) 선행기술조사문헌

JP09319428 A*

JP10187355 A*

KR101448013 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

국방과학연구소

대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)

(72) 발명자

윤형식

대전광역시 서구 월평동로 83, 110동 1210호 (월평동, 다모아아파트)

김연균

대전광역시 유성구 반석서로 109, 707동 1104호(반석동, 반석마을7단지아파트)

(74) 대리인

박장원

전체 청구항 수 : 총 8 항

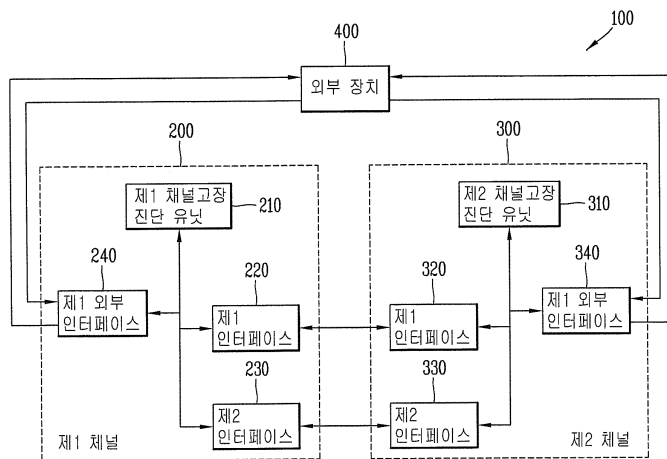
심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 채널 고장 진단 장치 및 그 진단 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법은 제1 및 제2채널의 제어 출력 신호값의 차이에 기반하여, 상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신하는 단계; 상기 고장 진단 요청 신호의 수신에 응답하여, 상기 제2채널의 고장 진단을 수행하는 단계; 및 상기 제2채널에 대한 프로세서 코어 시험을 포함하는 상기 고장 진단의 수행 결과를 이용하여, 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계를 포함하고, 고장이 발생한 채널을 정확히 판단할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법에 있어서,

제1 및 제2채널의 제어 출력 신호값의 차이에 기반하여, 상기 제2채널이 상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신하는 단계;

상기 고장 진단 요청 신호의 수신에 응답하여, 상기 제2채널이 상기 제2채널의 고장 진단을 수행하는 단계; 및

상기 제2채널에 대한 프로세서 코어 시험을 포함하는 상기 고장 진단의 수행 결과를 이용하여, 상기 제2채널이 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계를 포함하고,

상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신하는 단계는,

상기 제1 및 제2채널이 동기화를 유지한 상태에서, 상기 제1 및 제2채널이 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 제1 및 제2출력 데이터를 포함하는 출력 데이터를 제1인터페이스를 통해 상호 교환하는 단계; 및

상기 제1 및 제2출력 데이터의 비교 결과에 기반하여, 상기 제1채널로부터 송신된 고장 진단 요청 신호를 제2인터페이스를 통해 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 제2채널의 고장 진단을 수행하는 단계는,

상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 상기 제1인터페이스의 상태를 점검하는 단계;

상기 프로세서를 구성하는 레지스터의 상태를 점검하는 단계; 및

상기 프로세서가 제공하는 명령어의 집합에 대하여 상기 명령어를 실행하는 단계를 더 포함하는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1인터페이스의 상태를 점검하는 단계는,

상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 계산 결과인 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 시리얼 통신의 순환 중복 검사(CRC: Cyclic Redundancy Check)를 수행하는 단계; 및

상기 시리얼 통신의 루프백(Loop-Back) 검사를 수행하는 단계를 더 포함하는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 레지스터의 상태를 점검하는 단계는,

상기 제2채널의 프로세서 코어의 오류 발생으로 인한 프로세서 상태 레지스터 저장 값에 기반하여, 상기 제2채널의 고장 여부를 판단하는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 명령어를 실행하는 단계는, 상기 명령어 집합에 대하여 어셈블러를 이용하여 기설정된 입력 값 및 연산 결과 기대 값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기반하여 상기 제2채널의 상태를 판단하는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2채널 상태를 진단하는 단계는, 상기 채널 고장 진단 장치가 탑재되는 이중화 채널 컴퓨터 운용 소프트웨어의 정상적인 실시간 운용에 방해되지 않도록 백그라운드에서 실행되는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2채널 상태를 진단하는 단계는,

일시적인 고장 또는 오경보(False Alarm)에 의해 상기 제2채널을 배제(exclude)하지 않도록 고장 지속시간의 한계 값을 결정하고,

상기 한계 값에 기반하여 일시고장 및 영구고장을 구분하여 상기 제2채널의 고장여부를 판단하거나 또는 상기 제2채널의 배제를 수행하는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2채널의 배제는, 상기 제1 및 제2채널이 모두 정상인 경우에 수행되고, 상기 제1채널이 먼저 고장으로 배제된 경우에는 수행되지 않는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

청구항 10

제1항, 제4항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2채널을 기준으로 작성한 모든 청구항의 내용이 상기 제1채널에서도 대칭적으로 동일하게 수행되는, 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이중화 채널을 지원하는 제어 장치의 채널 고장 진단 장치 및 그 진단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신뢰성 향상 및 고장 허용 설계를 위해 동일한 기능의 이중화 채널로 구성된 실시간 제어용 컴퓨터를 운용하는데 있어서, 한 채널에서 고장 발생으로 두 채널에 탑재된 동일한 소프트웨어의 제어 계산 결과가 서로 다른 경우, 이중화로 구성된 시스템의 운용 시 정상적인 결과를 선택할 수 없어 심각한 문제를 발생 시킬 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이중화 채널의 출력 신호를 이용하여 실시간으로 채널의 상태를 모니터링하고, 두 채널의 출력 결과가 서로 다른 경우, 고장이 발생한 채널을 정확히 판단하기 위한 자체 고장 진단 방법에 관한 것이다.

[0003] 고장 허용을 목적으로 동일한 이중화 채널로 구성된 제어 컴퓨터는 운용 중 기본적인 컴퓨터 하드웨어 구성품의 고장을 판단하는 시험을 수행하여 실시간으로 상태를 모니터링 한다. 그러나 한 채널 컴퓨터에 탑재된 프로세서 코어(CPU Core) 고장 시, 기존 하드웨어 시험을 수행하여 고장을 판단하지 못할 경우, 두 채널 중 고장이 발생한 채널의 계산 결과가 비정상적인 값을 출력하여, 제어 컴퓨터는 정상적인 채널의 출력 신호를 선택하지 못해

심각한 오동작을 발생시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 동일한 기능으로 구성된 이중화 채널 제어 컴퓨터에서 고장이 발생한 채널을 정확히 판단하는데 그 목적이 있다.

[0005] 본 발명은 정상 채널로부터 고장 채널을 신속하게 배제하기 위해 채널의 자체 고장 진단 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법은 제 2채널에서의 동작을 기준으로 하는 경우 제1 및 제2채널의 제어 출력 신호값의 차이에 기반하여, 상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신하는 단계; 상기 고장 진단 요청 신호의 수신에 응답하여, 상기 제2채널의 고장 진단을 수행하는 단계; 및 상기 제2채널에 대한 프로세서 코어 시험을 포함하는 상기 고장 진단의 수행 결과를 이용하여, 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계를 포함하고, 고장이 발생한 채널을 정확히 판단할 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신하는 단계는, 상기 제1 및 제2채널이 동기화를 유지한 상태에서, 상기 제1 및 제2채널이 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 제1 및 제2출력 데이터를 포함하는 출력 데이터를 제1인터페이스를 통해 상호 교환하는 단계; 및 상기 제1 및 제2출력 데이터의 비교 결과에 기반하여, 상기 제1채널로부터 송신된 고장 진단 요청 신호를 제2인터페이스를 통해 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 따르면, 상기 제2채널의 고장 진단을 수행하는 단계는, 상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 상기 제1인터페이스의 상태를 점검하는 단계; 상기 프로세서를 구성하는 레지스터의 상태를 점검하는 단계; 및 상기 프로세서가 제공하는 명령어의 집합에 대하여 상기 명령어를 실행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 상기 제1인터페이스의 상태를 점검하는 단계는, 상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 계산 결과인 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 시리얼 통신의 순환 중복 검사(CRC: Cyclic Redundancy Check)를 수행하는 단계; 및 상기 시리얼 통신의 루프백(Loop-Back) 검사를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 상기 레지스터의 상태를 점검하는 단계는, 상기 제2채널의 프로세서 코어의 오류 발생으로 인한 프로세서 상태 레지스터 저장 값에 기반하여, 상기 제2채널의 고장 여부를 판단할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 상기 명령어를 실행하는 단계는, 상기 명령어 집합에 대하여 어셈블리를 이용하여 기설정된 입력 값 및 연산 결과 기대 값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기반하여 상기 제2채널의 상태를 판단할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계는, 상기 채널 고장 진단 장치에 탑재되는 소프트웨어의 정상적인 실시간 운용에 방해되지 않도록 백그라운드에서 실행될 수 있다.

[0013] 상기 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법은 제 2채널에서와 동일한 동작을 제 1채널에서도 수행한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 동일한 기능으로 구성된 이중화 채널 제어 컴퓨터에서 어느 한 채널에 탑재된 프로세서 코어의 고장으로 소프트웨어에서 계산된 결과가 서로 다른 경우, 고장이 발생한 채널을 정확히 판단할 수 있다.

[0015] 본 발명에 따르면, 시리얼 통신 점검, 프로세서 상태 점검 및 명령어 실행을 통해 정상 채널로부터 고장 채널을 신속하게 배제하기 위한 채널의 자체 고장 진단 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 채널 고장 진단 장치(의 상세한 구성을 도시하는 도면이다.
 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 제1채널에서 수행되는 제2채널로의 고장 진단 요청 방법의 흐름도를 도시한다.
 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 제2채널에서 수행되는 고장 진단 방법의 흐름도를 도시한다.
- 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**
- [0017] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.
- [0018] 본 발명은 관한 이중화 채널로 구성된 제어 장치에서의 적어도 한 채널의 비정상 동작에 따른 문제점을 해소하기 위하여, 이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 장치 및 고장 진단 방법을 제안한다.
- [0019] 이하, 본 발명에 따른 이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 장치 및 채널 고장 진단 방법에 있어, 상기 채널 고장 진단 장치 및 채널 고장 진단 방법을 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 채널 고장 진단 장치를 포함하는 이중화 채널로 구성된 실시간 제어용 컴퓨터(100)의 상세한 구성을 도시하는 도면이다. 도1에 도시된 바와 같이, 이중화 채널로 구성된 실시간 제어용 컴퓨터(100)는 제1채널(200) 및 제2채널(300)을 포함한다. 또한, 상기 이중화 채널로 구성된 실시간 제어용 컴퓨터(100)는 외부 장치(400)를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 제1채널(200) 및 제2채널(300)은 상기 이중화 채널로 구성된 실시간 제어용 컴퓨터(100)의 단일 채널들에 해당한다.
- [0022] 또한, 상기 제1채널(200)은 제1채널 고장 진단 유닛(210), 제1인터페이스(220), 제2인터페이스(230) 및 제1외부 인터페이스(240)를 포함한다.
- [0023] 또한, 상기 제2채널(300)은 제2채널 고장 진단 유닛(310), 제1인터페이스(320), 제2인터페이스(330) 및 제2외부 인터페이스(340)를 포함한다.
- [0024] 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)은 제1인터페이스(220) 및 제1외부 인터페이스(240)로부터 수신된 신호들에 기반하여, 고장 진단 요청 신호를 생성한다. 상기 생성된 고장 진단 요청 신호는 제2인터페이스(230)를 통해 상기 제2채널(300)로 송신된다.
- [0025] 보다 상세하게는, 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)은 상기 제1채널 및 제2채널(200, 300)의 제어 출력 신호값의 차이에 기반하여, 상기 고장 진단 요청 신호를 생성한다. 상기 제어 출력 신호값의 차이가 기설정된 문턱값보다 큰 경우, 상기 고장 진단 요청 신호가 생성될 수 있다.
- [0026] 상기 제1인터페이스(220)는 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 상기 제2채널(300)의 상기 제1인터페이스(320)로 송신한다. 또한, 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 상기 제2채널(300)의 상기 제1인터페이스(320)로부터 수신한다. 여기서, 상기 제1인터페이스(220, 320)간 통신 방식은 시리얼 통신일 수 있다.
- [0027] 상기 제2인터페이스(230)는 제1채널(200)의 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)으로부터 생성된 상기 고장 진단 요청 신호를 상기 제2채널(300)의 상기 제2인터페이스(330)로 송신한다. 또한, 상기 제2인터페이스(230)는 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)으로부터 생성된 고장 진단 요청 신호를 상기 제2채널(300)의 상기 제2인터페이스(330)로부터 수신한다. 여기서, 상기 제2인터페이스(230, 330)간 통신 방식은 디스크리트 신호를 이용한 디지털 통신일 수 있다.
- [0028] 상기 제1외부 인터페이스(240)는 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 수신하거나 또는 상기 외부 장치(400)로 외부 출력 신호를 송신한다.
- [0029] 한편, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 고장 진단 요청 신호의 수신에 응답하여, 상기 제2채널의 고장 진단을 수행한다. 또한, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제2채널(300)에 대한 프로세서 코어 시험을

포함하는 고장 진단의 수행 결과를 이용하여, 상기 제2채널 상태를 진단한다.

- [0030] 또한, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제1 및 제2채널이 동기화를 유지한 상태에서, 상기 제1채널(200)과 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 제1 및 제2출력 데이터를 포함하는 출력 데이터를 제1인터페이스(320)를 통해 상호 교환한다.
- [0031] 또한, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제1인터페이스(320)가 비정상 상태임을 나타내는 제1오류신호를 생성할 수 있다. 또한, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제2채널(300)이 명령어를 정상적으로 처리할 수 없는 상태를 나타내는 제2오류신호를 생성할 수 있다.
- [0032] 이와 관련하여, 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)으로 상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 제1 출력 데이터를 제공하고, 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)이 상기 제1 및 제2출력 데이터를 비교하고, 상기 비교 결과에 기반하여, 상기 고장 진단 요청 신호를 상기 제2채널로 송신할 수 있다. 이때, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제1채널(200)로부터 송신된 상기 고장 진단 요청 신호를 상기 제2인터페이스(330)를 통해 수신할 수 있다.
- [0033] 상기 제1인터페이스(320)는 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 상기 제1채널(200)의 상기 제1인터페이스(220)로 송신한다. 또한, 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 상기 제1채널(200)의 상기 제1인터페이스(220)로부터 수신한다. 여기서, 상기 제1인터페이스(220, 320)간 통신 방식은 시리얼 통신일 수 있다.
- [0034] 상기 제2인터페이스(330)는 상기 제1채널(200)의 상기 제1채널 고장 진단 유닛(210)으로부터 송신된 상기 고장 진단 요청 신호를 수신한다. 또한, 상기 제2인터페이스(330)는 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)으로부터의 상기 제1인터페이스(320)가 비정상 상태임을 나타내는 제1오류신호를 상기 제1채널(200)의 상기 제2인터페이스(230)로 송신할 수 있다. 또한, 제2인터페이스(330)는 상기 제2채널(300)이 명령어를 정상적으로 처리할 수 없는 상태를 나타내는 제2오류신호를 상기 제1채널(200)의 상기 제2인터페이스(230)로 송신할 수 있다.
- [0035] 상기 제1오류신호와 관련하여, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 계산 결과인 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 시리얼 통신의 순환 중복 검사(CRC: Cyclic Redundancy Check)를 수행할 수 있다. 또한, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 시리얼 통신의 루프백(Loop-Back) 검사를 수행할 수 있다.
- [0036] 상기 제2오류신호와 관련하여, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 상기 제2채널의 프로세서를 구성하는 레지스터의 상태를 점검할 수 있다. 즉, 상기 제2채널의 프로세서 코어의 오류 발생으로 인한 프로세서 상태 레지스터 저장 값에 기반하여, 상기 제2채널의 고장 여부를 판단할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 제2오류신호와 관련하여, 상기 제2채널 고장 진단 유닛(310)은 프로세스가 제공하는 명령어의 집합에 대하여 명령어를 실행하여 상기 제2채널의 고장 여부를 판단할 수 있다. 즉, 상기 명령어 집합에 대하여 어셈블러를 이용하여 기설정된 입력 값 및 연산 결과 기대 값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기반하여 상기 제2채널의 상태를 판단할 수 있다.
- [0038] 상기 제2외부 인터페이스(340)는 상기 외부 장치(400)로부터의 외부 입력 신호를 수신하거나 또는 상기 외부 장치(400)로 외부 출력 신호를 송신한다.
- [0039] 한편, 상기 제1채널 및 제2채널 상태의 진단은 채널 고장 진단 장치에 탑재되는 소프트웨어의 정상적인 실시간 운용에 방해되지 않도록 백그라운드에서 실행된다.
- [0040] 한편, 제2채널을 기준으로 설명한 상기 채널 고장 진단 장치의 고장 진단 방법은 제1채널에서도 대칭적으로 동일한 동작을 수행하며, 그 상세 내용은 생략한다.
- [0041] 한편, 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 제1채널에서 수행되는 제2채널로의 고장 진단 요청 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 상기 고장 진단 요청 방법은 채널 동기화 단계(S200), 입력 신호 송신 단계(S210), 입력 신호 수신 단계(S220), 제어 입력 값 계산 단계(S230), 출력 신호 계산 단계(S240)를 포함한다.
- [0043] 한편 도 3을 참조하면, 상기 고장 진단 요청 방법은 출력 신호 송신 단계(S250), 출력 신호 수신 단계(S260), 출력 신호 비교 단계(S270) 및 고장 진단 요청 단계(S280)를 더 포함할 수 있다. 전술한 단계들은 제1채널 고장 진단 유닛에 의해 수행될 수 있다.

- [0044] 이하, 각 단계들에 대하여 도 1 및 도 2를 참조하여 아래와 같이 설명하기로 한다.
- [0045] 상기 채널 동기화 단계(S200)에서, 상기 제1채널 및 이에 대응하는 제2채널은 제2인터페이스를 통해 채널 간 동기화 요청 신호를 송신/수신하고 동기화 알고리즘을 이용하여 상기 제1채널 및 상기 제2채널의 상호 동기화를 유지한다.
- [0046] 상기 입력 신호 송신 단계(S210)는 외부 입력 신호를 제1인터페이스를 통해 제2채널로 송신한다. 여기서, 상기 제1인터페이스는 시리얼 통신을 지원할 수 있다.
- [0047] 상기 입력 신호 수신 단계(S220)는 상기 제1인터페이스를 통해 상기 제2채널로부터 외부 입력 신호를 수신한다.
- [0048] 상기 제어 입력 값 계산 단계(S230)는 상기 제1채널 및 상기 제2채널 간에 상호 교환된 외부 입력 신호들에 기반하여 제어 입력 값을 계산한다. 상기 제어 입력 값은 외부 입력 신호들의 평균값 또는 상기 외부 입력 신호들의 차이에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0049] 상기 출력 신호 계산 단계(S240)는 상기 제어 입력에 기반하여, 제어 출력 신호를 계산한다. 상기 제어 출력 신호는 상기 제1채널 및 상기 제2채널 간에 인터페이스에 의해 송신 또는 수신 가능하도록 처리된 신호이다.
- [0050] 상기 출력 신호 송신 단계(S250)는 상기 제어 출력 신호를 상기 제1인터페이스를 통해 상기 제2채널로 송신한다.
- [0051] 상기 출력 신호 수신 단계(S260)는 상기 제2채널로부터의 제어 출력 신호를 상기 제1인터페이스를 통해 수신한다.
- [0052] 상기 출력 신호 비교 단계(S270)는 상기 송신 및 수신된 제어 출력신호들의 차이를 기설정된 문턱값과 비교하고, 상기 문턱값보다 큰 경우 다음 단계를 수행한다.
- [0053] 상기 고장 진단 요청 단계(S280)는 상기 제어 출력신호들의 차이를 기설정된 문턱값보다 큰 경우, 고장 진단 요청 신호를 생성하여, 제2인터페이스를 통해 상기 제2채널로 송신한다. 여기서, 상기 제2인터페이스는 디스크리트 신호를 이용한 디지털 통신을 지원할 수 있다.
- [0054] 한편, 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 제2채널에서 수행되는 고장 진단 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0055] 도 4를 참조하면, 상기 고장 진단 방법은 진단 요청 수신 단계(S300), 제1진단 수행 단계(S400) 및 제2진단 수행 단계(S500)를 포함한다.
- [0056] 상기 진단 요청 수신 단계(S300)는 제1채널 및 제2채널의 제어 출력 신호값의 차이에 기반하여, 상기 제1채널로부터 고장 진단 요청 신호를 수신한다.
- [0057] 상기 제1진단 수행 단계(S400)는 상기 고장 진단 요청 신호의 수신에 응답하여, 상기 제2채널의 고장 진단을 수행한다.
- [0058] 상기 제2진단 수행 단계(S500)는 상기 제2채널에 대한 프로세서 코어 시험을 포함하는 상기 고장 진단의 수행 결과를 이용하여, 상기 제2채널 상태를 진단한다.
- [0059] 도 5를 참조하면, 상기 진단 요청 수신 단계(S300)는 데이터 교환 단계(S310) 및 고장 진단 요청 신호 수신 단계(S320)를 포함한다.
- [0060] 상기 데이터 교환 단계(S310)는 상기 제1 및 제2채널이 동기화를 유지한 상태에서, 상기 제1 및 제2채널이 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 제1 및 제2출력 데이터를 포함하는 출력 데이터를 제1인터페이스를 통해 상호 교환한다.
- [0061] 상기 고장 진단 요청 신호 수신 단계(S320)는 상기 제1 및 제2출력 데이터의 비교 결과에 기반하여, 상기 제1채널로부터 송신된 고장 진단 요청 신호를 제2인터페이스를 통해 수신한다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 상기 제1진단 수행 단계(S400)는 CRC 수행 단계(S410), 루프백 수행 단계(S420)를 더 포함한다. 또한, 상기 제2진단 수행 단계(S500)는 레지스터 점검 단계(S510) 및 명령어 실행 단계(S520)를 더 포함한다.
- [0063] 상기 제1진단 수행 단계(S400)는 상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 상기 제1인터페이스의 상태를 점검한다.

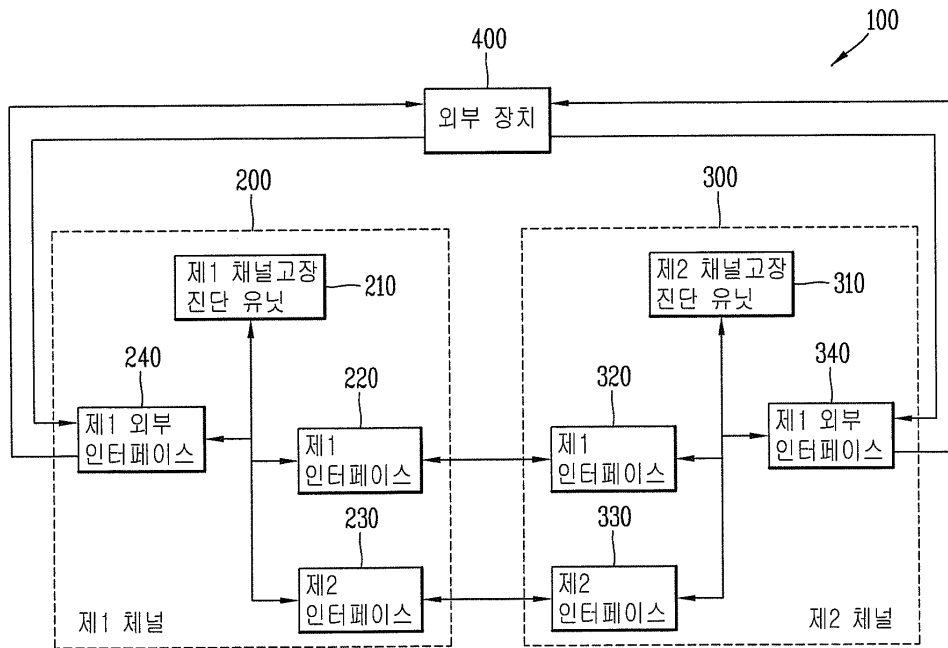
- [0064] 이와 관련하여, 상기 CRC 수행 단계(S410)는 상기 채널 간 상태 데이터, 입력 데이터 및 계산 결과인 출력 데이터를 상호 교환하기 위해 사용되는 시리얼 통신의 순환 중복 검사(CRC: Cyclic Redundancy Check)를 수행한다.
- [0065] 또한, 상기 루프백 수행 단계(S420)는 상기 시리얼 통신의 루프백(Loop-Back) 검사를 수행한다.
- [0066] 상기 CRC 수행 단계(S410) 및 상기 루프백 수행 단계(S420)를 통해, 비정상 동작으로 판정된 경우에는 추가적인 동작을 수행하지 않고 제2채널(310)을 고장으로 판단하고 종료된다.
- [0067] 상기 레지스터 점검 단계(S510)는 상기 제2채널의 프로세서 코어의 오류 발생으로 인한 프로세서 상태 레지스터 저장 값에 기반하여, 상기 제2채널을 배제(exclude)한다. 이는 이중화 채널 제어 컴퓨터의 정상 운용 중 프로세서 코어의 오류 발생으로 인해 프로세서가 자체적으로 기록한 상태 레지스터의 저장 값을 확인하여 오류 상태 기록을 확인 후 심각도의 정도에 따라 자체 채널의 고장을 판단하는 것에 해당한다.
- [0068] 상기 명령어 실행 단계(S520)는 명령어 집합(Instruction Set)에 대하여 어셈블러를 이용하여 기설정된 입력 값 및 연산 결과 기대 값을 비교하고, 상기 비교 결과에 기반하여 제2채널의 상태를 판단한다.
- [0069] 상기 레지스터 점검 단계(S510) 및 상기 명령어 실행 단계(S520)를 통해 비정상 동작으로 판정된 경우에는 상기 제2채널을 배제하도록 상기 제1채널로 요청할 수 있다. 상기 제2채널을 배제하는 것과 관련하여, 제2인터페이스는 상기 제2채널이 명령어를 정상적으로 처리할 수 없는 상태를 나타내는 제2오류신호를 상기 제1채널로 송신할 수 있다. 또한, 상기 제1인터페이스도 정상 동작 상태이므로, 상기 제2오류신호는 상기 제1인터페이스를 통해서도 송신될 수 있다.
- [0070] 상기 전술된 단계들에서, 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계는, 상기 채널 고장 진단 장치에 탑재되는 소프트웨어의 정상적인 실시간 운용에 방해되지 않도록 백그라운드에서 실행된다.
- [0071] 또한, 상기 제2채널 상태를 진단하는 단계는, 일시적인 고장 또는 오경보(False Alarm)에 의해 상기 제2채널을 배제(exclude)하지 않도록 고장 지속시간의 한계 값을 결정하고, 상기 한계 값에 기반하여 일시고장 및 영구고장을 구분하여 상기 제2채널의 고장 여부를 판단하거나 또는 상기 제2채널의 배제를 수행한다.
- [0072] 한편, 상기 단계들을 통해 고장으로 판단된 경우 시스템의 안전을 위하여 채널 실행을 중지하며, 상기 단계들은 상기 제1채널 및 상기 제2채널의 상태가 모두 정상인 경우에만 수행된다.
- [0073] 상기 제1채널 및 상기 제2채널 중 적어도 한 채널이 고장으로 배제된 경우에는 상기 제1채널 및 상기 제2채널이 채널 모두 배제되는 오류를 방지하기 위하여 상기 단계들은 수행되지 않는다. 따라서, 상기 제2채널의 배제는, 상기 제1 및 제2채널이 모두 정상인 경우에 수행되고, 상기 제1 및 제2채널 중 적어도 하나가 배제된 경우에는 수행되지 않는다.
- [0074] 한편, 도 2 및 도 5를 포함하여 전술된 바와 같이, 이중화 채널을 포함하는 채널 고장 진단 방법에 관한 설명들은 도 1에 제시된 채널 고장 진단 장치와 결합되어, 이중화 채널을 포함하는 채널 고장을 진단하고 제어하는 방법으로 사용될 수 있음은 물론이다.
- [0075] 이를 통하여, 본 발명은 동일한 기능으로 구성된 이중화 채널 제어 컴퓨터에서 어느 한 채널에 탑재된 프로세서 코어의 고장으로 소프트웨어에서 계산된 결과가 서로 다른 경우, 고장이 발생한 채널을 정확히 판단할 수 있다.
- [0076] 또한, 본 발명은 시리얼 통신 점검, 프로세서 상태 점검 및 명령어 실행을 통해 정상 채널로부터 고장 채널을 신속하게 배제하기 위한 채널의 자체 고장 진단 방법을 제공할 수 있다.
- [0077] 한편 상기 도 1에 제시된 상기 제1 및 제2채널 고장 진단 유닛(210, 310)은 하드웨어, 소프트웨어 및 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다. 또한, 상기 제1 및 제2채널 고장 진단 유닛의 세부 구성 요소 또한 하드웨어, 소프트웨어 및 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다.
- [0078] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능 뿐만 아니라 각각의 구성 요소들은 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 모듈들 각각은 본 명세서에서 설명되는 하나 이상의 기능 및 작동을 수행할 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

부호의 설명

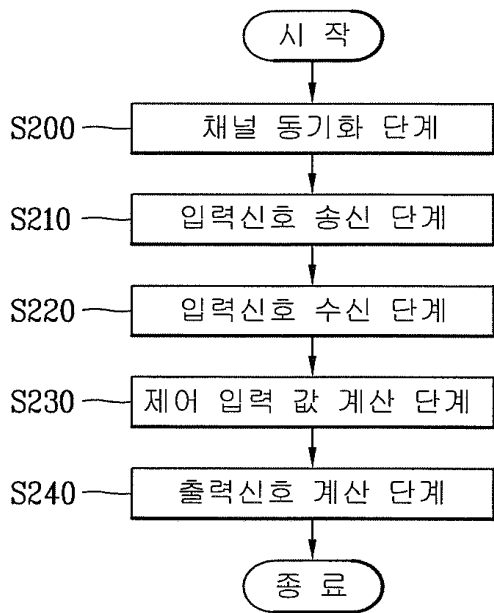
- [0079] 100: 채널 고장 진단 장치
- 200: 제1채널 210: 제1채널 고장 진단 유닛
- 300: 제2채널 310: 제2채널 고장 진단 유닛

도면

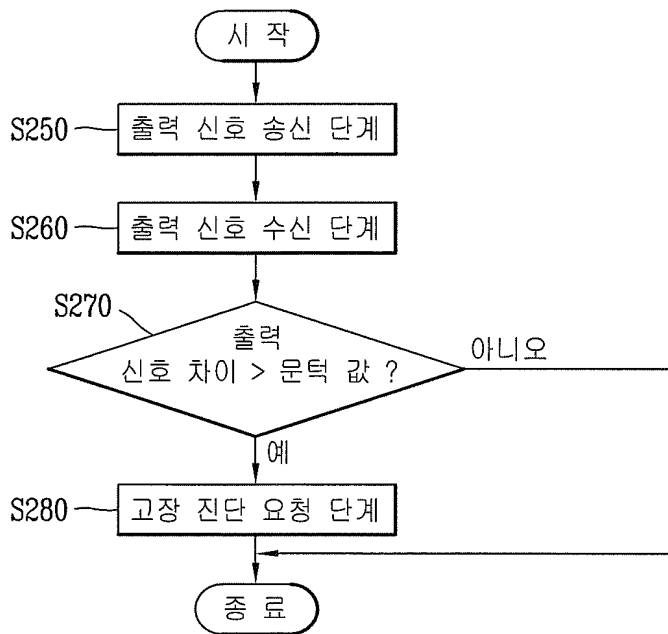
도면1



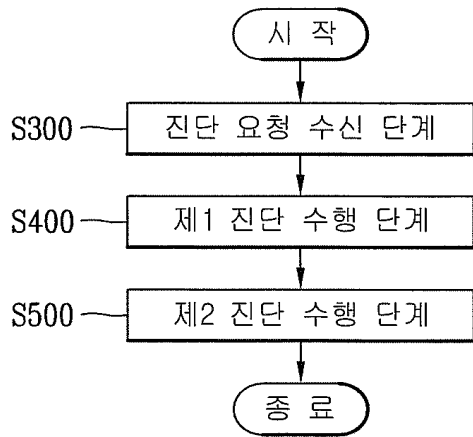
도면2



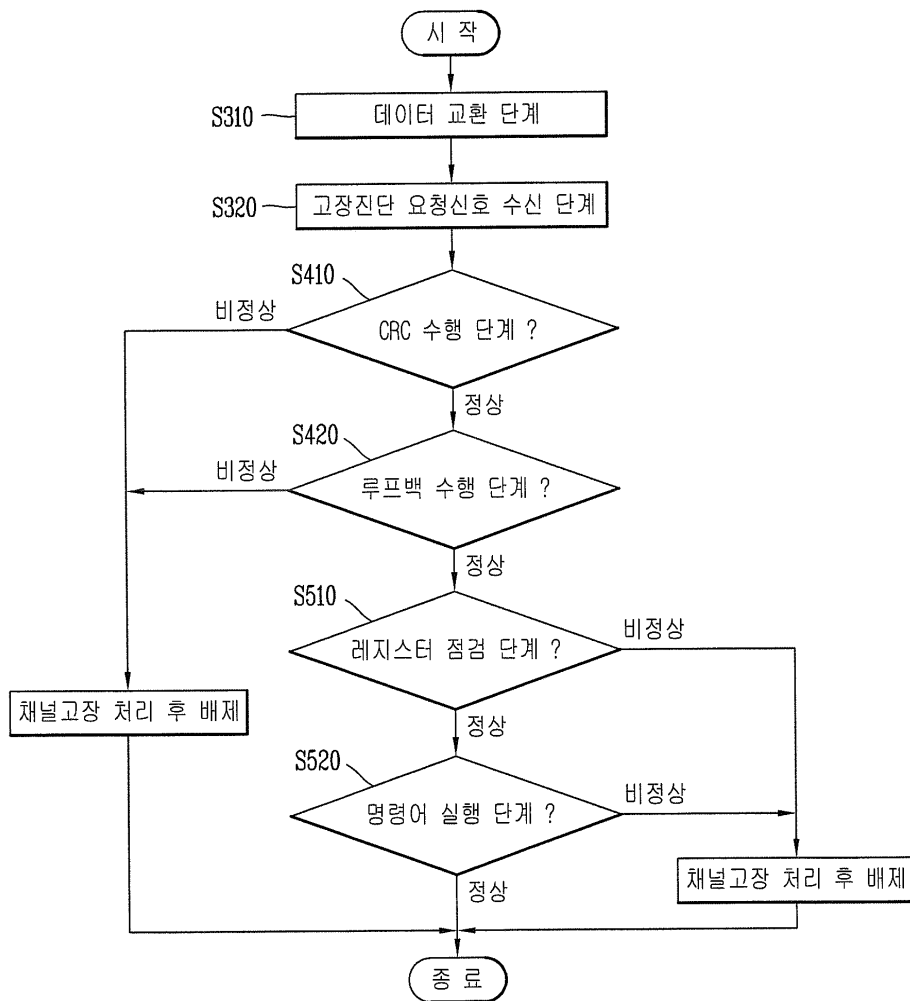
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항의 열아홉째줄

【변경전】

상기 프로세스

【변경후】

상기 프로세서