



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년02월15일  
 (11) 등록번호 10-1015305  
 (24) 등록일자 2011년02월09일

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0033201

(22) 출원일자 2009년04월16일

심사청구일자 2009년04월16일

(65) 공개번호 10-2010-0114692

(43) 공개일자 2010년10월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040083000 A\*

KR1020080105831 A\*

KR1020080078139 A

KR1020030017618 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

제주대학교 산학협력단

제주특별자치도 제주시 아라1동 1번지 제주대학교

(72) 발명자

이정훈

제주특별자치도 제주시 연동 1399 대림아파트 10  
5동 402호

박경린

제주특별자치도 제주시 아라2동 1146번지 프로빌  
아파트 102동 401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 11 항

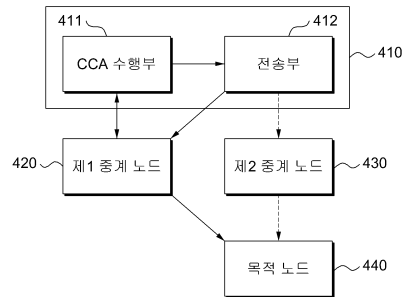
심사관 : 김종택

**(54) 신호 전송 장치 및 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법**

**(57) 요약**

무선 공정제어 시스템에서 신호 전송 노드와 목적 노드 사이의 신호 전송 경로에 대한 채널 상태를 측정하고, 상기 채널 상태가 좋지 못한 경우, 대체 가능한 다른 신호 전송 경로를 통해 상기 목적 노드로 제어 신호를 전송하는 신호 전송 장치 및 상기 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법이 개시된다.

**대표도 - 도4**



(72) 발명자

**김철민**

제주특별자치도 제주시 아라2동 1140-5 프로빌아파트 107동 102호

**김상욱**

서울특별시 성동구 행당2동 한진타운 106동 301호

**신인혜**

제주특별자치도 제주시 구좌읍 동복리 1540-1

**강미경**

제주특별자치도 제주시 이도2동 1025-7번지 상용빌라 가동 301호

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

목적 노드로 제어 신호를 전송하는 신호 전송 장치에 있어서,

제1 시간 슬롯 동안 상기 신호 전송 장치와 제1 중계 노드 사이의 채널에 대해 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행하는 CCA 수행부; 및

상기 CCA의 수행결과, 상기 채널이 비지(busy) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 제2 중계 노드로 상기 제어 신호를 전송하는 전송부

를 포함하고,

상기 제2 중계 노드는 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하고,

상기 제1 시간 슬롯은 스케줄링 장치에 의해 상기 신호 전송 장치와 상기 제1 중계 노드 사이의 채널에 할당되고,

상기 제2 시간 슬롯은 상기 스케줄링 장치에 의해 상기 제1 중계 노드와 상기 목적 노드 사이의 채널에 할당되는 신호 전송 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 전송부는

상기 CCA의 수행결과, 상기 채널이 휴지(idle) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 제1 중계 노드로 전송하고,

상기 제1 중계 노드는 상기 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하는 신호 전송 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 CCA 수행부는

상기 제1 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 CCA를 수행하는 신호 전송 장치.

**청구항 5**

제2항에 있어서,

상기 목적 노드는

상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널을 전환하여 상기 제2 중계 노드로부터 상기 제어 신호를 수신하는 신호 전송 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제2 중계 노드는

상기 목적 노드의 채널 전환 시간을 기초로 설정된 지연 시간이 경과된 후에 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하는 신호 전송 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 신호 전송 장치, 상기 제1 중계 노드, 상기 제2 중계 노드 및 상기 목적 노드는 격자(grid)형 토폴로지를 형성하는 신호 전송 장치.

**청구항 8**

신호 전송 장치가 목적 노드로 제어 신호를 전송하는 방법에 있어서,

제1 시간 슬롯 동안 상기 신호 전송 장치와 제1 중계 노드 사이의 채널에 대해 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행하는 단계; 및

상기 CCA의 수행결과, 상기 채널이 비지(busy) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 제2 중계 노드로 상기 제어 신호를 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 중계 노드는 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하고,

상기 CCA를 수행하는 단계는 상기 제1 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 CCA를 수행하는 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 CCA를 수행하는 단계 다음으로, 상기 CCA의 수행결과 상기 채널이 휴지(idle) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 제1 중계 노드로 전송하는 단계

를 더 포함하고,

상기 제1 중계 노드는 상기 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하는 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 목적 노드는

상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널을 전환하여 상기 제2 중계 노드로부터 상기 제어 신호를 수신하는 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 제2 중계 노드는

상기 목적 노드의 채널 전환 시간을 기초로 설정된 지연 시간이 경과된 후에 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송하는 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법.

**청구항 13**

제8항 내지 제9항 또는 제11항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 수행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 무선 공정제어(process control) 시스템에서 메시지 교환의 신뢰성 확보와 시간 자원의 낭비를 줄이기 위한 무선 통신 기법과 관련된 기술이다.

**배경기술**

- [0002] 최근 공정제어(process control) 시스템에 대한 관심이 증가하면서, 이에 대한 다양한 기술이 등장하고 있다.
- [0003] 특히, 무선 공정제어 시스템의 등장은 기존의 유선 공정제어 시스템에 비해 유지 관리의 용이성이나 비용의 감소 등의 측면에서 많은 이점을 가져다 주었다.
- [0004] 최근에는 이러한 무선 공정제어 시스템에서 활용될 수 있는 WirelessHART(Highway Addressable Remote Transducer) 표준이 개발되어 출시되고 있다.
- [0005] WirelessHART는 공정제어 과정에서 발생하는 메시지 교환에 대한 신뢰성을 확보하기 위해, 송신단이 수신단으로 신호를 전송하기 전에 송신단과 수신단 사이의 채널 상태를 미리 체크하는 통신 프로토콜이다.
- [0006] 다만, WirelessHART는 송신단과 수신단 사이의 채널 상태가 좋지 못한 경우, 특정 노드가 신호를 전송하지 않는다는 점에서 시간 슬롯(time slot)의 낭비를 초래할 수 있다.
- [0007] 따라서, 무선 공정제어 시스템에서 메시지 교환에 대한 신뢰성을 보장하면서, 자원의 낭비를 최소화할 수 있는 무선 통신 기술에 대한 연구가 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하고자하는 과제**

[0008] 송신단이 수신단으로 신호를 전송하기에 앞서, 송신단과 수신단 사이의 채널 상태를 체크하고, 상기 채널 상태가 좋지 못한 경우, 송신단과 수신단 사이의 대체(alternative) 가능한 채널을 통해 송신단이 수신단으로 신호를 전송하도록 함으로써, 메시지 교환의 신뢰성 확보와 시간 자원의 낭비를 방지할 수 있는 신호 전송 장치 및 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법을 제공하고자 한다.

**과제 해결수단**

- [0009] 본 발명의 일실시예에 따른 목적 노드로 제어 신호를 전송하는 신호 전송 장치는 제1 시간 슬롯 동안 상기 신호 전송 장치와 제1 중계 노드 사이의 채널에 대해 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행하는 CCA 수행부 및 상기 CCA의 수행결과, 상기 채널이 비지(busy) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 제2 중계 노드로 상기 제어 신호를 전송하는 전송부를 포함하고, 상기 제2 중계 노드는 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치가 목적 노드로 제어 신호를 전송하는 방법은 제1 시간 슬롯 동안 상기 신호 전송 장치와 제1 중계 노드 사이의 채널에 대해 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행하는 단계 및 상기 CCA의 수행결과, 상기 채널이 비지(busy) 상태인 경우, 상기 제1 시간 슬롯 동안 제2 중계 노드로 상기 제어 신호를 전송하는 단계를 포함하고, 상기 제2 중계 노드는 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송한다.

**효과**

[0011] 본 발명의 실시예들은 송신단이 수신단으로 신호를 전송하기에 앞서, 송신단과 수신단 사이의 채널 상태를 체크하고, 상기 채널 상태가 좋지 못한 경우, 송신단과 수신단 사이의 대체(alternative) 가능한 채널을 통해 송신단이 수신단으로 신호를 전송하도록 함으로써, 메시지 교환의 신뢰성 확보와 시간 자원의 낭비를 방지할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0012] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0013] 도 1은 일반적인 공정제어 시스템을 개략적으로 도시한 개념도이다.
- [0014] 보통, 공정제어(process control) 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 센서(sensor)(110), 컨트롤러(120) 및 액추에이터(actuator)(130)로 구성될 수 있다.
- [0015] 일반적으로 공정제어 시스템은 한 루프(loop)의 공정제어 과정을 반복적으로 수행한다.
- [0016] 센서(110)는 이전(previous) 루프의 공정제어 과정을 통해 제어된 공정(140)의 현재 상태(current state)(150)를 센싱하여 현재 상태(150)에 대한 정보를 컨트롤러(120)로 전달한다.
- [0017] 컨트롤러(120)는 최종적으로 제어될 공정의 목표 상태(desired state)(160)와 센서(110)로부터 전달받은 제어된 공정(140)의 현재 상태(150)를 비교하여 현재 상태(150)와 목표 상태(160)의 차이를 줄이기 위한 제어 신호를 생성하고, 상기 제어 신호를 액추에이터(130)로 전달한다.
- [0018] 액추에이터(130)는 컨트롤러(120)로부터 전달받은 상기 제어 신호를 기초로 공정제어를 수행한다.
- [0019] 최근 등장하고 있는 무선 공정제어 시스템은 컨트롤러(120)로부터 액추에이터(130)로 제어 신호가 전송되는 과정과 같은 메시지 교환의 신뢰성을 확보하기 위해, WirelessHART(highway Addressable Remote Transducer) 통신 프로토콜을 사용하기 시작하였다.
- [0020] WirelessHART는 신호를 전송하는 송신단이 하나의 시간 슬롯(time slot)을 이용하여 수신단으로 신호를 전송되, 신호를 전송하기에 앞서, 송신단과 수신단 사이의 채널에 대해 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행하는 통신 프로토콜이다.
- [0021] 이때, 상기 CCA의 수행결과, 상기 송신단과 상기 수신단 사이의 채널이 휴지(idle) 상태인 경우, 상기 송신단은 상기 수신단으로 신호를 전송한다.
- [0022] 하지만, 상기 CCA의 수행결과, 상기 송신단과 상기 수신단 사이의 채널이 비지(busy) 상태인 경우, 상기 송신단은 상기 수신단으로 신호를 전송하지 않는다.
- [0023] 이러한 WirelessHART는 송신단이 수신단으로 신호를 전송하기에 앞서, 송신단과 수신단 사이의 채널 상태를 체크하기 때문에 무선 공정제어 시스템의 메시지 교환 과정에 대한 신뢰성을 확보할 수 있으나, 상기 채널 상태가 좋지 못한 경우, 신호 전송을 수행하지 않는다는 점에서 시간 슬롯의 낭비를 초래할 수 있다.
- [0024] 이와 관련하여, 본 발명의 실시예들은 송신단이 수신단으로 신호를 전송하기에 앞서, 송신단과 수신단 사이의 채널 상태를 체크하고, 상기 채널 상태가 좋지 못한 경우, 송신단과 수신단 사이의 대체(alternative) 가능한 채널을 통해 송신단이 수신단으로 신호를 전송하도록 함으로써, 메시지 교환의 신뢰성을 확보함과 동시에 시간 슬롯의 낭비를 방지할 수 있다.
- [0025] 따라서, 이하에서는 도 2 및 도 5를 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 격자형 토폴로지로 구성된 네트워크를 개략적으로 도시한 개념도이다.
- [0027] 본 발명의 실시예들은 격자(grid)형 토폴로지(topology)로 구성된 네트워크에서 활용될 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예들은 교통 신호등 제어 시스템에서 활용될 수 있다. 일반적으로 교통 신호등은 교차로에 위치하고, 하나의 도시에 포함된 교통 신호등들을 하나의 노드로 가정하면, 상기 교통 신호등들은 격자형 토폴로지로 구성될 수 있기 때문이다.
- [0029] 이하에서는 도 2에 도시된 3 x 3 격자형 토폴로지를 기초로 본 발명의 실시예들을 예를 들어 상세히 설명한다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 노드 N00(210), 노드 N10(220), 노드 N01(230), 노드 N20(240), 노드 N11(250), 노드 N02(260), 노드 N21(270), 노드 N12(280) 및 노드 N22(290)가 도시되어 있다.
- [0031] 도 2에 도시된 각 노드들을 공정제어 시스템의 각 액추에이터들로 가정하면, 상기 노드들 중에는 공정제어 시스템의 컨트롤러 역할을 할 중앙 제어 노드가 존재할 수 있다.

[0032] 본 실시예에서는 노드 N00(210)을 중앙 제어 노드로 가정한다.

[0033] 노드 N00(210)은 노드 N10(220), 노드 N01(230), 노드 N20(240), 노드 N11(250), 노드 N02(260), 노드 N21(270), 노드 N12(280) 및 노드 N22(290)로 각각 제어 신호를 전송한다.

[0034] 여기서, 노드 N00(210)이 노드 N10(220), 노드 N01(230), 노드 N20(240), 노드 N11(250), 노드 N02(260), 노드 N21(270), 노드 N12(280) 및 노드 N22(290)로 제어 신호를 전송하기 전에 소정의 스케줄러(scheduler) 장치가 각 노드들 사이의 채널에 시간 슬롯을 할당할 수 있다.

[0035] 이때, 상기 시간 슬롯은 하기의 표 1과 같이 할당되었다고 가정한다.

표 1

Slot	From	To	Destination	Link
1	N00	N10	N10	V10
2	N00	N01	N01	H01
3	N00	N10	N20	V10
4	N10	N20	N20	V20
5-1	N00	N10	N11	V10
5-2	N00	N01	N11	H01
6-1	N10	N11	N11	H11
6-2	N01	N11	N11	V11
7	N00	N01	N02	H01
8	N01	N02	N02	H02
9	N00	N10	N21	V10
10-1	N10	N20	N21	V20
10-2	N10	N11	N21	H11
11-1	N20	N21	N21	H21
11-2	N11	N21	N21	V21
12	N00	N01	N12	H01
13-1	N01	N11	N12	V11
13-2	N01	N02	N12	H02
14-1	N11	N12	N12	H12
14-2	N02	N12	N12	V12
15-1	N00	N10	N22	V10
15-2	N00	N01	N22	H01
16-1	N10	N11	N22	H11
16-2	N01	N11	N22	V11
17-1	N11	N21	N22	V21
17-2	N11	N12	N22	H12
18-1	N21	N22	N22	H22
18-2	N12	N22	N22	V22

[0037] 먼저, 시간 슬롯 1에서는 노드 N00(210)이 V10 채널에 대해 CCA를 수행하고, V10 채널이 휴지 상태인 경우, 목적 노드인 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송한다.

[0038] 시간 슬롯 2에서는 노드 N00(210)이 H01 채널에 대해 CCA를 수행하고, H01 채널이 휴지 상태인 경우, 목적 노드인 노드 N01(230)로 제어 신호를 전송한다.

[0039] 목적 노드가 노드 N20(240)일 경우, 노드 N00(210)은 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송하고, 노드 N10(220)은 중계 노드로 동작하여 노드 N00(210)로부터 수신한 상기 제어 신호를 노드 N20(240)로 전송한다.

[0040] 표 1를 참조하면, 목적 노드가 노드 N20(240)일 경우, 노드 N00(210)이 시간 슬롯 3과 시간 슬롯 4를 이용하여 노드 N20(240)로 제어 신호를 전송하도록 시간 슬롯이 할당되어 있음을 알 수 있다.

[0041] 따라서, 시간 슬롯 3에서는 노드 N00(210)이 V10 채널에 대해 CCA를 수행하고, V10 채널이 휴지 상태인 경우,

중계 노드인 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송한다.

- [0042] 그리고, 시간 슬롯 4에서는 노드 N10(220)이 V20 채널에 대해 CCA를 수행하고, V20 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N00(210)으로부터 수신한 상기 제어 신호를 노드 N20(240)으로 전송한다.
- [0043] 목적 노드가 노드 N11(250)인 경우, 노드 N10(220)이 중계 노드가 되고, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 5와 시간 슬롯 6을 이용하여 노드 N11(250)로 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0044] 먼저, 시간 슬롯 5에서는 노드 N00(210)이 V10 채널에 대해 CCA를 수행하고, V10 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송한다.
- [0045] 그리고, 시간 슬롯 6에서는 노드 N10(220)이 H11 채널에 대해 CCA를 수행하고, H11 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N00(210)로부터 수신한 상기 제어 신호를 노드 N11(250)로 전송한다.
- [0046] 만약, 시간 슬롯 5에서 노드 N00(210)이 V10 채널에 대해 CCA를 수행한 결과, V10 채널이 비지 상태인 경우, 노드 N00(210)은 상기 시간 슬롯 5 내에서 H01 채널로 채널 전환을 수행한 후 노드 N01(230)로 상기 제어 신호를 전송한다.
- [0047] 그리고, 시간 슬롯 6에서는 노드 N10(230)이 V11 채널에 대해 CCA를 수행하고, V11 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N00(210)으로부터 수신한 상기 제어 신호를 노드 N11(250)로 전송한다.
- [0048] 즉, 노드 N00(210)이 노드 N11(250)로 제어 신호를 전송하는 경우에는 신호 전송 경로가 '노드 N00(210)-노드 N10(220)-노드 N11(250)'와 '노드 N00(210)-노드 N01(230)-노드 N11(250)'로 존재하므로, 노드 N00(210)은 원래 할당되어 있는 시간 슬롯에 따라 '노드 N00(210)-노드 N10(220)-노드 N11(250)'의 경로로 제어 신호를 전송하되, 노드 N00(210)과 노드 N10(220) 사이의 채널 V10의 상태가 좋지 못한 경우에는 채널 전환을 수행하여, '노드 N00(210)-노드 N01(230)-노드 N11(250)'의 경로로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0049] 이때, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 5 동안 V10 채널에 대해 CCA를 수행하고, V10 채널이 비지 상태인 경우, 상기 시간 슬롯 5 내에서 H01 채널로 채널 전환을 수행하기 때문에 시간 슬롯의 낭비를 최소화할 수 있다.
- [0050] 이와 관련하여, 상기 표 1에서는 노드 N00(210)이 '노드 N00(210)-노드 N10(220)-노드 N11(250)'의 경로로 제어 신호를 전송하는 경우에 할당된 시간 슬롯을 각각 시간 슬롯 5-1, 6-1로 표현하였고, 노드 N00(210)이 '노드 N00(210)-노드 N01(230)-노드 N11(250)'의 경로로 제어 신호를 전송하는 경우에 할당된 시간 슬롯을 각각 시간 슬롯 5-2, 6-2로 표현하였다.
- [0051] 노드 N11(250)은 시간 슬롯 6의 소정 시간 구간 동안 노드 N10(220)에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, 상기 소정 시간 구간 동안 노드 N10(220)로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널 전환을 수행하여 노드 N01(230)로부터 V11 채널을 통해 전송되는 상기 제어 신호를 수신할 수 있다.
- [0052] 이는 상기 표 1에서 나타낸 바와 같이, 노드 N00(210)이 노드 N11(250)로 제어 신호를 전송할 때에는 '노드 N00(210)-노드 N10(220)-노드 N11(250)'의 경로를 우선적으로 이용하고, V10 채널의 상태가 좋지 못한 경우에도 '노드 N00(210)-노드 N01(230)-노드 N11(250)'의 경로를 이용하도록 시간 슬롯이 할당되었기 때문이다.
- [0053] 이와 관련하여, 도 3에는 신호를 전송하는 송신 노드의 시간 슬롯(310)과 신호를 수신하는 수신 노드의 시간 슬롯(320)이 개략적으로 도시되어 있다.
- [0054] 수신 노드의 시간 슬롯(310)을 살펴보면, 노드 N11(250)은 TsRxOffset 시간 구간 동안 노드 N10(220)에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, TsRxOffset 시간 구간 동안 노드 N10(220)로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널 전환을 수행하여 노드 N01(230)로부터 V11 채널을 통해 전송되는 상기 제어 신호를 수신할 수 있다.
- [0055] 이때, 노드 N11(250)은 상기 채널 전환을 수행하기 위해 소정의 시간을 소모할 수 있다.
- [0056] 따라서, 노드 N11(250)은 TsRxOffset 시간이 경과한 직후, 바로 노드 N01(230)로부터 상기 제어 신호를 수신하지 못할 수 있다.
- [0057] 따라서, 노드 N01(230)은 노드 N11(250)의 채널 전환 시간을 고려하여 소정의 지연 시간이 경과한 후에 상기 제어 신호를 노드 N11(250)로 전송할 수 있다.
- [0058] 또한, 송신 노드의 시간 슬롯(310)을 살펴보면, 도 2에 도시되어 있는 각 노드들은 TsCCA 시간 구간 동안 CCA를



수행할 수 있다.

- [0059] 일례로, 노드 N00(210)이 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송하는 경우, 노드 N00(210)은 TsCCA 시간 구간 동안 V10 채널에 대해 CCA를 수행할 수 있다.
- [0060] 목적 노드가 노드 N02(260)인 경우, 노드 N01(230)이 중계 노드가 되고, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 7와 시간 슬롯 8을 이용하여 노드 N02(260)로 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0061] 먼저, 시간 슬롯 7에서는 노드 N00(210)이 H01 채널에 대해 CCA를 수행하고, H01 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N01(230)로 제어 신호를 전송한다.
- [0062] 그리고, 시간 슬롯 8에서는 노드 N01(230)이 H02 채널에 대해 CCA를 수행하고, H02 채널이 휴지 상태인 경우, 노드 N00(210)로부터 수신한 상기 제어 신호를 노드 N02(260)로 전송한다.
- [0063] 또한, 목적 노드가 노드 N21(270)인 경우, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 9를 이용하여 노드 N10(220)으로 제어 신호를 전송하고, 노드 N10(220)은 시간 슬롯 10과 시간 슬롯 11을 이용하여 '노드 N10(220)-노드 N20(240)-노드 N21(270)' 경로를 통해 노드 N21(270)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0064] 만약, 노드 N10(220)이 V20 채널에 대해 CCA를 수행한 결과, V20 채널이 비지 상태인 경우, 노드 N10(220)은 시간 슬롯 10과 시간 슬롯 11을 이용하여 '노드 N10(220)-노드 N11(250)-노드 N21(270)' 경로를 통해 노드 N21(270)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0065] 또한, 목적 노드가 노드 N12(280)인 경우, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 12를 이용하여 노드 N01(230)으로 제어 신호를 전송하고, 노드 N01(230)은 시간 슬롯 13과 시간 슬롯 14을 이용하여 '노드 N01(230)-노드 N11(250)-노드 N12(280)' 경로를 통해 노드 N12(280)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0066] 만약, 노드 N01(230)이 V11 채널에 대해 CCA를 수행한 결과, V11 채널이 비지 상태인 경우, 노드 N01(230)은 시간 슬롯 13과 시간 슬롯 14를 이용하여 '노드 N01(230)-노드 N02(260)-노드 N12(280)' 경로를 통해 노드 N12(280)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0067] 목적 노드가 노드 N22(290)인 경우, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 15와 시간 슬롯 16을 이용하여 '노드 N00(210)-노드 N10(220)-노드 N11(250)' 경로를 통해 노드 N11(250)로 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0068] 만약, 노드 N00(210)이 V10 채널에 대해 CCA를 수행한 결과, V10 채널이 비지 상태인 경우, 노드 N00(210)은 시간 슬롯 15와 시간 슬롯 16를 이용하여 '노드 N00(210)-노드 N01(230)-노드 N11(250)' 경로를 통해 노드 N11(250)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0069] 이때, 노드 N11(250)은 상기 제어 신호를 수신하면, 시간 슬롯 17와 시간 슬롯 18을 이용하여 '노드 N11(250)-노드 N21(270)-노드 N22(290)' 경로를 통해 노드 N22(290)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0070] 만약, 노드 N11(250)이 V21 채널에 대해 CCA를 수행한 결과, V21 채널이 비지 상태인 경우, 노드 N11(250)은 시간 슬롯 17와 시간 슬롯 18를 이용하여 '노드 N11(250)-노드 N12(280)-노드 N22(290)' 경로를 통해 노드 N22(290)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0071] 이상의 과정을 종합하면, 본 발명의 실시예들은 제어 신호를 전송하는 신호 전송 노드와 상기 제어 신호를 수신하는 목적 노드 사이에 다수의 신호 전송 경로가 존재하는 경우, 신호 전송 노드는 원래 스케줄링된 경로에 대해 CCA를 수행하고, CCA의 수행 결과, 원래 스케줄링된 경로의 채널 상태가 좋지 못하다면, 다른 경로로의 전환을 수행한 후 목적 노드로 신호를 전송함으로써, 기존의 WirelessHART에서 발생 가능한 시간 슬롯의 낭비를 방지할 수 있다.
- [0072] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0073] 도 4를 참조하면, 신호 전송 장치(410), 제1 중계 노드(420), 제2 중계 노드(430) 및 목적 노드(440)가 도시되어 있다.
- [0074] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치(410)는 CCA 수행부(411) 및 전송부(412)를 포함한다.
- [0075] 본 발명의 일실시예에 따르면, 신호 전송 장치(410), 제1 중계 노드(420), 제2 중계 노드(430) 및 목적 노드(440)는 격자형 토폴로지를 형성할 수 있다.
- [0076] 먼저, 소정의 스케줄러 장치(미도시)가 신호 전송 장치(410)와 제1 중계 노드(420) 사이의 채널에 제1 시간 슬

롯을 할당하고, 제1 중계 노드(410)와 목적 노드(440) 사이의 채널에 제2 시간 슬롯을 할당하였다고 가정한다.

- [0077] CCA 수행부(411)는 상기 제1 시간 슬롯 동안 신호 전송 장치(410)와 제1 중계 노드(420) 사이의 채널에 대해 CCA를 수행한다.
- [0078] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, CCA 수행부(411)는 상기 제1 시간 슬롯의 선정된(predetermined) 구간 동안 상기 CCA를 수행할 수 있다.
- [0079] 이때, CCA 수행부(411)는 도 3에 도시된 송신 노드의 시간 슬롯(310)의 TsCCA 구간 동안 상기 CCA를 수행할 수 있다.
- [0080] 전송부(412)는 CCA 수행부(411)의 CCA 수행결과에 기초하여 신호 전송 장치(410)와 제1 중계 노드(420) 사이의 채널이 휴지 상태인 것으로 판단되면, 상기 제1 시간 슬롯 동안 제1 중계 노드(420)로 제어 신호를 전송한다.
- [0081] 이때, 제1 중계 노드(420)는 상기 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 목적 노드(440)로 전송한다.
- [0082] 만약, CCA 수행부(411)에서 상기 CCA를 수행한 결과, 신호 전송 장치(410)와 제1 중계 노드(420) 사이의 채널이 비지 상태인 것으로 판단된 경우, 전송부(412)는 상기 제1 시간 슬롯 동안 채널 전환을 수행하여 제2 중계 노드(430)로 상기 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0083] 이때, 제2 중계 노드(430)는 상기 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 목적 노드(440)로 전송할 수 있다.
- [0084] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 목적 노드(440)는 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 제1 중계 노드(420)에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 제1 중계 노드(420)로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널을 전환하여 제2 중계 노드(430)로부터 상기 제어 신호를 수신할 수 있다.
- [0085] 이는 앞서 가정한 바와 같이, 소정의 스케줄러 장치가 상기 제1 시간 슬롯을 신호 전송 장치(410)와 제1 중계 노드(420) 사이의 채널에 할당하였고, 상기 제2 시간 슬롯을 제1 중계 노드(420)와 목적 노드(440) 사이의 채널에 할당하였기 때문이다.
- [0086] 즉, 신호 전송 장치(410)로부터 목적 노드(440)로 상기 제어 신호가 전송되는 원 경로는 '신호 전송 장치(410)-제1 중계 노드(420)-목적 노드(440)'이기 때문에 목적 노드(440)는 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 제1 중계 노드(420)에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기할 필요가 있다.
- [0087] 이때, 목적 노드(440)는 도 3에 도시된 수신 노드의 시간 슬롯(320)의 TsRxOffset 구간 동안 제1 중계 노드(420)에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, TsRxOffset 구간 동안 제1 중계 노드(420)로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널을 전환하여 제2 중계 노드(430)로부터 상기 제어 신호를 수신할 수 있다.
- [0088] 이때, 목적 노드(440)는 TsRxOffset 구간이 경과한 후에 제2 중계 노드(430)로부터 상기 제어 신호를 수신하기 위한 채널 전환을 수행하기 때문에 TsRxOffset 구간이 경과한 직후 제2 중계 노드(430)로부터 상기 제어 신호를 곧바로 수신하지 못할 수 있다.
- [0089] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 제2 중계 노드(430)는 목적 노드(440)의 채널 전환 시간을 기초로 설정된 소정의 지연 시간이 경과한 후에 상기 제어 신호를 목적 노드(440)로 전송할 수 있다.
- [0090] 일반적인 WirelessHART 시스템에서는 송신단과 수신단 사이에 스케줄링된 신호 전송 경로가 비지 상태인 경우, 송신단은 신호 전송을 수행하지 않지만, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치(410)는 원래 스케줄링된 신호 전송 경로가 비지 상태인 경우, 대체 경로를 통해 목적 노드(440)로 신호를 전송하기 때문에 기존의 WirelessHART 시스템에서 발생 가능한 시간 슬롯의 낭비를 방지할 수 있다.
- [0091] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법을 도시한 순서도이다.
- [0092] 단계(S510)에서는 제1 시간 슬롯 동안 신호 전송 장치와 제1 중계 노드 사이의 채널에 대해 CCA를 수행한다.
- [0093] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S510)에서는 상기 제1 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 CCA를 수행할 수 있다.
- [0094] 단계(S520)에서는 상기 CCA의 수행결과에 기초하여 상기 채널이 비지 상태인지 여부를 판단한다.
- [0095] 만약, 단계(S520)에서 상기 채널이 휴지 상태인 것으로 판단된 경우, 단계(S530)에서 상기 제1 시간 슬롯 동안 상기 제1 중계 노드로 제어 신호를 전송한다.

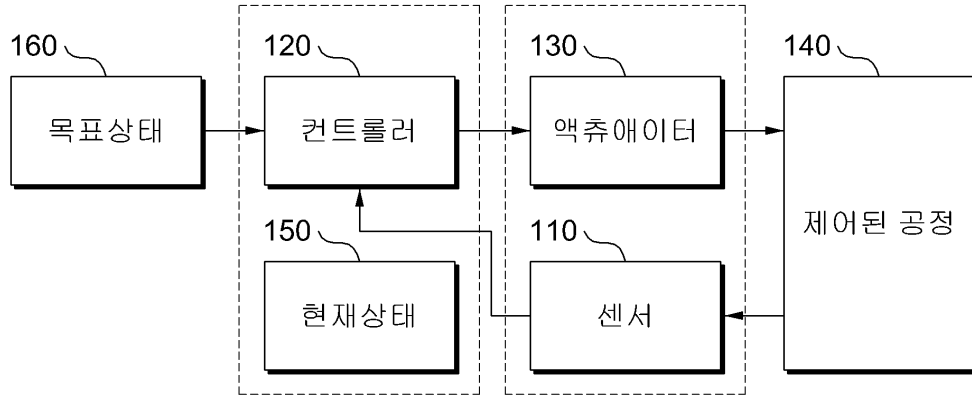
- [0096] 이때, 상기 제1 중계 노드는 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 목적 노드로 전송한다.
- [0097] 하지만, 단계(S520)에서 상기 채널이 비지 상태인 것으로 판단된 경우, 단계(S540)에서 상기 제1 시간 슬롯 동안 제2 중계 노드로 상기 제어 신호를 전송한다.
- [0098] 이때, 상기 제2 중계 노드는 상기 제2 시간 슬롯 동안 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0099] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 목적 노드는 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드에 대해 상기 제어 신호의 수신을 대기하고, 상기 제2 시간 슬롯의 선정된 구간 동안 상기 제1 중계 노드로부터 상기 제어 신호가 수신되지 않는 경우, 채널을 전환하여 상기 제2 중계 노드로부터 상기 제어 신호를 수신할 수 있다.
- [0100] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제2 중계 노드는 상기 목적 노드의 채널 전환 시간을 기초로 설정된 지연 시간이 경과한 후에 상기 제어 신호를 상기 목적 노드로 전송할 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 노드의 제어 신호 전송 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0102] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0103] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

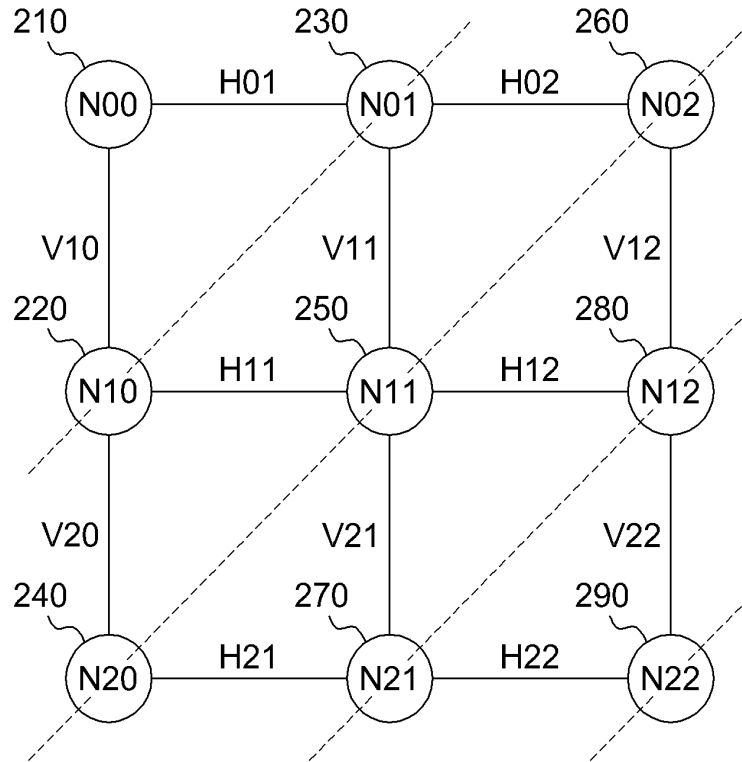
- [0104] 도 1은 일반적인 공정제어 시스템을 개략적으로 도시한 개념도이다.
- [0105] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 격자형 토폴로지로 구성된 네트워크를 개략적으로 도시한 개념도이다.
- [0106] 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 송신 노드의 시간 슬롯과 수신 노드의 시간 슬롯을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0107] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0108] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 전송 장치의 제어 신호 전송 방법을 도시한 순서도이다.

도면

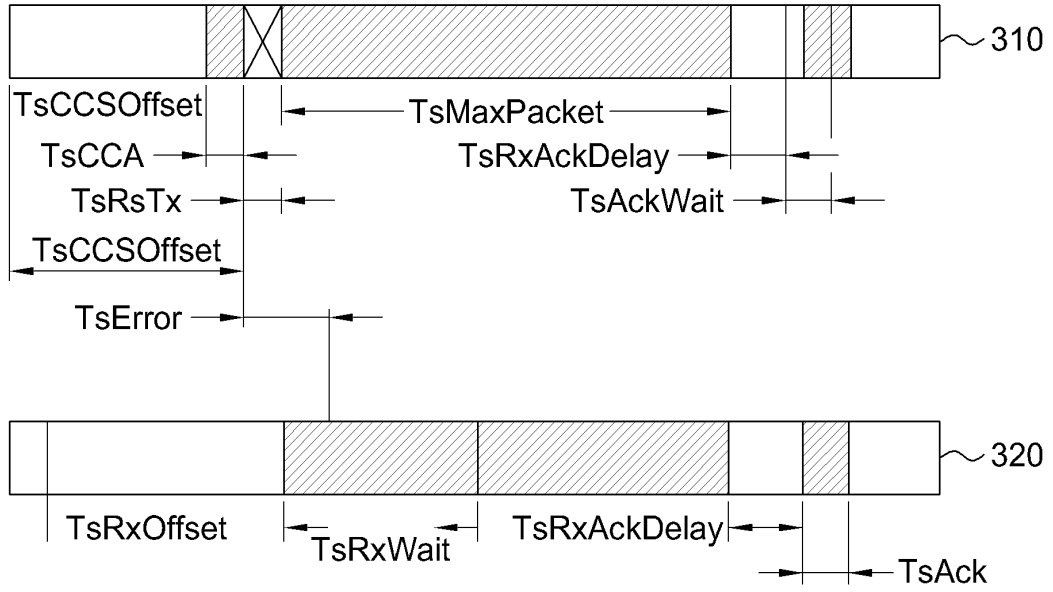
도면1



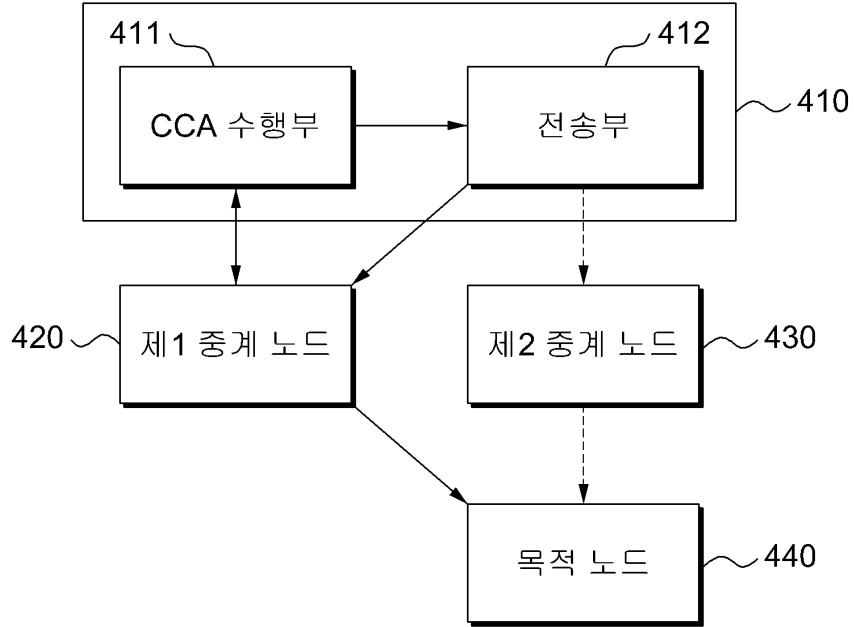
도면2



도면3



도면4



도면5

