



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월07일
(11) 등록번호 10-2097420
(24) 등록일자 2020년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B61L 23/34 (2006.01) B61L 23/14 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B61L 23/34 (2013.01)
B61L 23/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0179363
(22) 출원일자 2017년12월26일
심사청구일자 2017년12월26일
(65) 공개번호 10-2019-0077841
(43) 공개일자 2019년07월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160132186 A*
US20110172856 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국철도기술연구원
경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
(72) 발명자
김민수
경기도 군포시 대야2로143번길 25, 108동 1201호
(대야미동, 센트럴아이파크)
오세관
경기도 수원시 장안구 정자천로188번길 21, 105동
503호 (정자동, 정자 케이티 이-편한세상)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김민태

전체 청구항 수 : 총 16 항

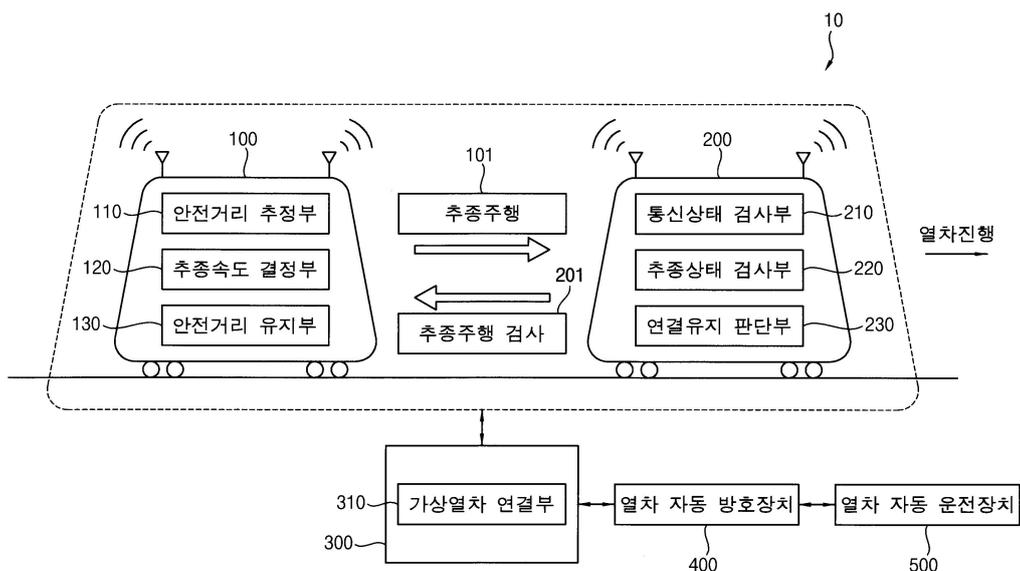
심사관 : 김평수

(54) 발명의 명칭 가상열차편성의 열차무결성 확인시스템 및 이를 이용한 열차무결성 확인방법

(57) 요약

가상열차편성의 열차무결성 확인시스템 및 이를 이용한 열차무결성 확인방법에서, 상기 열차무결성 확인시스템은, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차편성으로 구성 또는 해제하는 열차편성 제어부를 포함한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차는, 상기 선행열차의 추종 주행을 위해, 상기 선행열차와의 추돌방지를 위한 최소 안전거리를 추정하고, 후속열차의 목표 추종속도를 결정한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 선행열차는, 상기 후속열차의 추종 주행을 검사하기 위해, 상기 후속열차가 정상적으로 추종하는가에 대한 확인과 가상열차편성 해제 여부에 대한 판단을 수행한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차와 상기 선행열차는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복하여 상기 추종 주행 및 상기 추종 주行的 검사를 수행한다. 상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치로 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B61L 25/021 (2013.01)

(72) 발명자

김영주

경기도 화성시 동탄대로시범길 236, 926동1603호(청계동, 시범계룡리슈빌아파트)

최문원

서울특별시 동대문구 천호대로 319, 한화오벨리스크 620호(답십리동)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차편성으로 구성 또는 해제하는 열차편성 제어부를 포함하고,

상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차는,

상기 선행열차의 추종 주행을 위해, 상기 선행열차와의 충돌방지를 위한 최소 안전거리를 추정하고, 후속열차의 목표 추종속도를 결정하며,

상기 가상열차편성으로 구성된 선행열차는,

상기 후속열차의 추종 주행을 검사하기 위해, 상기 후속열차가 정상적으로 추종하는 가에 대한 확인과 가상열차편성 해제 여부에 대한 판단을 수행하며,

상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차와 상기 선행열차는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복하여 상기 추종 주행 및 상기 추종 주行的 검사를 수행하며,

상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치로 제공되고,

상기 선행열차는, 후속열차의 위치 및 속도 정보를 바탕으로 후속 열차의 추종상태를 검사하는 추종상태 검사부, 및 후속열차와의 거리가 설정 거리 이상으로 증가하면 상기 가상열차편성의 해제 여부를 판단하는 연결 유지 판단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 후속열차는,

선행열차의 급제동시 충돌하지 않는 최소 열차간 거리를 추정하는 안전거리 추정부;

상기 추정된 최소 열차간 거리를 기준으로 후속열차가 추종 주행하도록 후속열차의 목표 추종속도를 결정하는 추종속도 결정부; 및

상기 추정된 최소 열차간 거리보다 후속열차가 근접하지 않도록 후속열차의 속도를 제어하는 안전거리 유지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 선행열차는,

기 설정된 주기 내에 통신장치의 정상을 확인하는 통신상태 검사부를 더 포함하는 열차무결성 확인시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 추종상태 검사부는,

후속열차의 위치 및 속도 정보를 바탕으로 다음 주기에 후속 열차가 존재하는 구간을 추정하고, 다음 주기에 수신된 위치 정보를 바탕으로 상기 추정된 구간에 후속 열차가 존재하는지 확인하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인시스템.

청구항 5

서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차편성으로 구성하는 단계;

상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차가, 선행열차의 추종 주행을 수행하는 추종주행 수행단계; 및

상기 가상열차편성으로 구성된 선행열차가, 후속열차의 추종 주행 검사를 수행하는 추종주행 검사단계를 포함하며,

상기 추종주행 수행단계에서는, 상기 선행열차와의 충돌 방지를 위한 최소 안전거리를 추정하고, 상기 후속열차의 목표 추종속도를 결정하며,

상기 추종주행 검사단계에서는, 상기 후속열차가 정상적으로 추종하는 가에 대하여 확인하고, 가상열차편성 해제 여부를 판단하며,

상기 추종주행 수행단계 및 상기 추종주행 검사단계는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복 수행되고,

상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치로 제공되고,

상기 추종주행 수행단계는, 상기 선행열차와 메시지를 송수신하는 단계, 및 상기 수신된 메시지를 바탕으로 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계를 포함하고,

상기 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계는, 상기 메시지의 수신여부를 확인하여, 미수신 횟수가 기 설정된 미수신 대기 횟수보다 크면 상기 후속열차를 비상제동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 추종주행 수행단계는,

상기 후속열차의 제동이 필요 없다고 판단되면, 상기 최소안전거리를 추정하는 단계;

상기 최소안전거리 추정 후, 상기 후속열차의 목표 추종속도를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 목표 추종속도를 상기 열차 자동 운전장치로 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 메시지는,

상기 선행열차의 주행정보 및 상기 선행열차에 대한 제어정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 최소안전거리를 추정하는 단계는,

상기 선행열차의 미래속도를 추정하는 단계;

상기 후속열차의 미래속도를 추정하는 단계;

상기 선행열차와 상기 후속열차의 제동거리의 차이를 계산하는 단계;

상기 선행열차의 위치 불확실성을 보정하는 단계;

상기 후속열차의 위치 불확실성을 보정하는 단계;

상기 선행열차와 상기 후속열차의 상대거리를 계산하는 단계;

상기 최소안전거리를 추정하는 단계; 및

상기 최소안전거리와 상기 상대거리를 바탕으로 여유거리를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 목표 추종속도를 결정하는 단계에서,

상기 목표 추종속도는, 상기 최소안전거리와 비교하여 상기 상대거리가 크다는 조건을 만족하면서, 상기 여유거리가 0에 근접하도록 상기 후속열차의 현재속도를 증속 또는 감속한 속도인 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계는,

상기 메시지가 수신되면, 상기 선행열차의 주행정보를 바탕으로 선행열차 및 후속열차의 위치를 보정하는 단계;

상기 선행열차와 후속열차의 보정된 위치를 바탕으로 상대거리를 계산하는 단계; 및

상기 최소안전거리가 상기 상대거리보다 크면 상기 후속열차의 제동을 수행하고, 상기 최소안전거리가 상기 상대거리 이하이더라도 상기 선행열차가 제동을 인가중이면 상기 후속열차의 제동을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 12

제5항에 있어서, 상기 추종주행 검사단계는,

상기 후속열차와 메시지를 송수신하는 단계;

상기 후속열차와의 무선통신상태를 검사하는 단계;

상기 후속열차의 추종상태를 검사하는 단계; 및

상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 메시지는,

상기 후속열차의 주행정보 및 상기 후속열차에 대한 제어정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 무선통신상태를 검사하는 단계는,

상기 후속열차로부터 메시지가 수신되면 미수신횟수를 초기화시키는 단계; 및

상기 후속열차로부터 메시지가 수신되지 않으면 기 설정된 미수신횟수를 초과하였는지 비교하여, 무선통신상태의 결과를 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 후속열차의 추종상태를 검사하는 단계는,

상기 후속열차의 주행정보를 바탕으로 상기 후속열차가 다음 주기까지 이동하여 위치할 수 있는 위치범위를 추정하는 단계;

상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하는 지를 판단하는 단계;

상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하면 상기 위치범위를 초기화하는 단계; 및

상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하지 않으면 오류횟수를 증가시켜, 기 설정된 오류횟수와 비교하여 추종상태 결과를 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계는,

상기 무선통신상태 및 상기 추종상태의 결과를 제공받는 단계; 및

상기 무선통신상태 및 상기 추종상태 중 적어도 하나의 결과가 오류(False)인 경우, 상기 가상열차편성이 해제

된 것으로 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계는,

상기 무선통신상태 및 상기 추종상태 모두 정상(true)인 경우, 기존 열차제어시스템의 제동거리를 제공받는 단계;

상기 제동거리와 사용자에게 의해 설정된 마진값(UserMargin)을 더하여 임계값(BD_Threshold)을 설정하는 단계;

상기 후속열차와 상기 선행열차 사이의 상대거리가 상기 임계값보다 작으면, 오류시간을 초기화(null)하고 상기 가상열차편성을 유지하는 단계; 및

상기 상대거리가 상기 임계값 이상이면, 상기 오류시간에 현재시간을 등록하거나, 상기 오류시간이 이미 등록되었다면 상기 등록된 오류시간을 기 설정된 최대오류시간(MaxErrTime)과 비교하여 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열차무결성 확인방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열차무결성 확인시스템 및 이를 이용한 열차무결성 확인방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미래 열차제어시스템의 하부기능으로, 열차 2편성 이상을 가상결합을 이용하여 가상의 단일편성(가상열차편성)으로 구성하여 상기 가상열차편성의 열차무결성을 확인하기 위한 가상열차편성의 열차무결성 확인시스템 및 이를 이용한 열차무결성 확인방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래 열차제어시스템은 궤도회로 환경과 선로에 설치된 고정장치를 통해 선로 폐색구간을 설정하고, 열차가 해당 선로 구간점유 여부를 검사하는 방법과 선로 유닛을 이용하여 열차의 선두부에서 후미부까지 차축 수를 카운팅하여 기존 알려진 정보와 해당 카운팅 값을 비교하는 방법을 이용하여 열차무결성, 즉 열차분리 등의 이상상황을 감시한다.

[0003] 또한, 1편성 열차를 구성하는 각 량의 커플링 연결시 연결한 공압관을 이용하여 공압관의 분리 또는 파손에 따른 공기압력의 급격한 변화를 인지함으로써 열차분리 등의 이상상황을 감시한다.

[0004] 한편, 최근의 열차제어시스템에서는, 열차무결성 확인은 열차의 차상시스템에 온보드 시스템으로 탑재된 열차무결성 인지장비를 통해 열차 스스로 무결성을 인식하는 기술이 적용되고 있다. 이 경우, 상기 열차무결성 인지 방법은 물리적으로 연결된 커플러를 통해 전기적 신호를 주고받도록 케이블이 연결되어 있으며 해당 케이블의 끊김을 확인하는 방식을 적용하고 있다.

[0005] 다만, 온보드 시스템이 없는 화물 열차의 경우 상기와 같은 열차제어시스템을 적용하기 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1260152호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 가상열차편성에서 가상결합의 무결성 오류 발생시 즉각적인 인지 및 대응이 가능하여, 열차 추돌사고 등의 대형 사고를 방지하여 안전성을 보

다 향상시킬 수 있는 가상열차편성의 열차무결성 확인시스템에 관한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 열차무결성 확인시스템을 이용한 열차무결성 확인방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 열차무결성 확인시스템은, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차편성으로 구성 또는 해제하는 열차편성 제어부를 포함한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차는, 상기 선행열차의 추종 주행을 위해, 상기 선행열차와의 충돌방지를 위한 최소 안전거리를 추정하고, 후속열차의 목표 추종속도를 결정한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 선행열차는, 상기 후속열차의 추종 주행을 검사하기 위해, 상기 후속열차가 정상적으로 추종하는 가에 대한 확인과 가상열차편성 해제 여부에 대한 판단을 수행한다. 상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차와 상기 선행열차는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복하여 상기 추종 주행 및 상기 추종 주行的 검사를 수행한다. 상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치로 제공한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 후속열차는, 선행열차의 급제동시 충돌하지 않는 최소 열차간 거리를 추정하는 안전거리 추정부, 상기 추정된 최소 열차간 거리를 기준으로 후속열차가 추종 주행하도록 후속열차의 목표 추종속도를 결정하는 추종속도 결정부, 및 상기 추정된 최소 열차간 거리보다 후속열차가 근접하지 않도록 후속열차의 속도를 제어하는 안전거리 유지부를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 선행열차는, 기 설정된 주기 내에 통신장치의 정상을 확인하는 통신상태 검사부, 후속열차의 위치 및 속도 정보를 바탕으로 후속 열차의 추종상태를 검사하는 추종상태 검사부, 및 후속열차와의 거리기 설정 거리 이상으로 증가하면 상기 가상열차편성의 해제 여부를 판단하는 연결유지 판단부를 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 추종상태 검사부는, 후속열차의 위치 및 속도 정보를 바탕으로 다음 주기에 후속 열차가 존재하는 구간을 추정하고, 다음 주기에 수신된 위치 정보를 바탕으로 상기 추정된 구간에 후속 열차가 존재하는지 확인할 수 있다.

[0013] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 열차무결성 확인 방법은 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차편성으로 구성하는 단계;

[0014] 상기 가상열차편성으로 구성된 후속열차가, 선행열차의 추종 주행을 수행하는 추종주행 수행단계, 및 상기 가상열차편성으로 구성된 선행열차가, 후속열차의 추종 주행 검사를 수행하는 추종주행 검사단계를 포함한다. 상기 추종주행 수행단계에서는, 상기 선행열차와의 충돌 방지를 위한 최소 안전거리를 추정하고, 상기 후속열차의 목표 추종속도를 결정한다. 상기 추종주행 검사단계에서는, 상기 후속열차가 정상적으로 추종하는 가에 대하여 확인하고, 가상열차편성 해제 여부를 판단한다. 상기 추종주행 수행단계 및 상기 추종주행 검사단계는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복 수행되고, 상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치로 제공된다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 추종주행 수행단계는, 상기 선행열차와 메시지를 송수신하는 단계, 상기 수신된 메시지를 바탕으로 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계, 상기 후속열차의 제동이 필요 없다고 판단되면, 상기 최소안전거리를 추정하는 단계, 상기 최소안전거리 추정 후, 상기 후속열차의 목표 추종속도를 결정하는 단계, 및 상기 결정된 목표 추종속도를 상기 열차 자동 운전장치로 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 메시지는, 상기 선행열차의 주행정보 및 상기 선행열차에 대한 제어정보를 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 최소안전거리를 추정하는 단계는, 상기 선행열차의 미래속도를 추정하는 단계, 상기 후속열차의 미래속도를 추정하는 단계, 상기 선행열차와 상기 후속열차의 제동거리의 차이를 계산하는 단계, 상기 선행열차의 위치 불확실성을 보정하는 단계, 상기 후속열차의 위치 불확실성을 보정하는 단계, 상기 선행열차와 상기 후속열차의 상대거리를 계산하는 단계, 상기 최소안전거리를 추정하는 단계, 및 상기 최소안전거리와 상기 상대거리를 바탕으로 여유거리를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 목표 추종속도를 결정하는 단계에서, 상기 목표 추종속도는, 상기 최소안전거리와 비교하여 상기 상대거리가 크다는 조건을 만족하면서, 상기 여유거리가 0에 근접하도록 상기 후속열차의 현재속도를 증속 또는 감속한 속도일 수 있다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계는, 상기 메시지의 수신여부를 확인

하여, 미수신 횟수가 기 설정된 미수신 대기 횟수보다 크면 상기 후속열차를 비상제동하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0020] 일 실시예에서, 상기 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 검사하는 단계는, 상기 메시지가 수신되면, 상기 선행열차의 주행정보를 바탕으로 선행열차 및 후속열차의 위치를 보정하는 단계, 상기 선행열차와 후속열차의 보정된 위치를 바탕으로 상대거리를 계산하는 단계, 및 상기 최소안전거리가 상기 상대거리보다 크면 상기 후속열차의 제동을 수행하고, 상기 최소안전거리가 상기 상대거리 이하이더라도 상기 선행열차가 제동을 인가중이면 상기 후속열차의 제동을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에서, 상기 추종주행 검사단계는, 상기 후속열차와 메시지를 송수신하는 단계, 상기 후속열차와의 무선통신상태를 검사하는 단계, 상기 후속열차의 추종상태를 검사하는 단계, 및 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 메시지는, 상기 후속열차의 주행정보 및 상기 후속열차에 대한 제어정보를 포함할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에서, 상기 무선통신상태를 검사하는 단계는, 상기 후속열차로부터 메시지가 수신되면 미수신횟수를 초기화시키는 단계, 및 상기 후속열차로부터 메시지가 수신되지 않으면 기 설정된 미수신횟수를 초과하였는지 비교하여, 무선통신상태의 결과를 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 상기 후속열차의 추종상태를 검사하는 단계는, 상기 후속열차의 주행정보를 바탕으로 상기 후속열차가 다음 주기까지 이동하여 위치할 수 있는 위치범위를 추정하는 단계, 상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하는 지를 판단하는 단계, 상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하면 상기 위치범위를 초기화하는 단계, 및 상기 위치범위 내에 상기 후속열차의 위치가 존재하지 않으면 오류횟수를 증가시켜, 기 설정된 오류횟수와 비교하여 추종상태 결과를 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에서, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계는, 상기 무선통신상태 및 상기 추종상태의 결과를 제공받는 단계, 및 상기 무선통신상태 및 상기 추종상태 중 적어도 하나의 결과가 오류(False)인 경우, 상기 가상열차편성이 해제된 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계는, 상기 무선통신상태 및 상기 추종상태 모두 정상(true)인 경우, 기존 열차제어시스템의 제동거리를 제공받는 단계, 상기 제동거리와 사용자에게 의해 설정된 마진값(UserMargin)을 더하여 임계값(BD_Threshold)을 설정하는 단계, 상기 후속열차와 상기 선행열차 사이의 상대거리가 상기 임계값보다 작으면, 오류시간을 초기화(null)하고 상기 가상열차편성을 유지하는 단계, 및 상기 상대거리가 상기 임계값 이상이면, 상기 오류시간에 현재시간을 등록하거나, 상기 오류시간이 이미 등록되었다면 상기 등록된 오류시간을 기 설정된 최대오류시간(MaxErrTime)과 비교하여 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예들에 의하면, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차에 대하여 가상열차를 편성하거나 해제하고, 이러한 가상열차편성의 열차무결성을 검사할 수 있다.
- [0028] 즉, 선행열차는 후속열차의 주행상태를 모니터링하여 가상열차편성의 열차 무결성 오류를 신속하게 판단할 수 있으며, 후속열차는 선행열차의 후미 추돌을 방지하면서 최소안전거리를 유지하며 목표추종속도를 제공하여 선행열차와의 근접 주행을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 열차무결성 확인시스템을 도시한 모식도이다.
- 도 2는 도 1의 열차무결성 확인시스템을 이용한 열차무결성 확인방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 최소안전거리 추정단계를 도시한 흐름도이다.
- 도 4는 도 2의 열차무결성 확인방법에서 안전거리 검사 및 선행열차 제동상태검사 단계를 도시한 흐름도이다.
- 도 5는 도 2의 열차무결성 확인방법에서 무선통신상태 검사단계를 도시한 흐름도이다.
- 도 6은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 후속열차 추종상태 검사단계를 도시한 흐름도이다.

도 7은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 가상열차 연결유지 판단단계를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다.
- [0031] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0032] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 열차무결성 확인시스템을 도시한 모식도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 열차무결성 확인시스템(10)은 열차편성 제어부(300)를 포함하며, 상기 열차편성 제어부(300)는 가상열차 연결부(310)를 포함하여, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차를 가상열차로 편성하여 구성하거나 또는 가상열차편성을 해제한다.
- [0037] 이 경우, 상기 가상열차 연결부(310)에 의해 서로 독립적으로 운행되던 선행 및 후속 열차는 각각 선행열차(200) 및 후속열차(100)로 가상열차로 편성된다.
- [0038] 그리하여, 상기 후속열차(100)는 '추종주행(101)'을 수행하기 위해 선행열차(200)와의 추돌방지를 위한 최소안전거리 추정 및 목표 추종속도를 결정하고, 상기 선행열차(200)는 '추종주행 검사(201)'를 수행하기 위해 후속열차(100)가 정상적으로 추정하는가의 여부에 대한 확인과 가상열차편성의 해제 여부에 대한 판단을 수행한다.
- [0039] 또한, 상기와 같이 가상열차로 편성된 후속열차(100) 및 선행열차(200)는 상기 가상열차편성의 해제 전까지, 기 설정된 주기마다 반복하여 상기 추종주행(101) 및 추종주행 검사(201)를 수행한다.
- [0040] 보다 구체적으로, 상기 후속열차(100)는 열차무결성의 확보 또는 확인을 위해, 안전거리 추정부(110), 추종속도 결정부(120) 및 안전거리 유지부(130)를 포함한다.
- [0041] 상기 안전거리 추정부(110)는 상기 선행열차(200)의 급제동시에도 상기 선행열차(200)와 추돌하지 않는 최소 열차간 거리를 추정한다.
- [0042] 상기 추종속도 결정부(120)는 상기 안전거리 추정부(110)에서 추정된 최소 열차간 거리를 기준으로, 상기 후속열차(100)가 상기 선행열차(200)를 추종 주행하도록 상기 후속열차(100)의 목표 추종속도를 결정한다. 이 경우, 상기 후속열차(100)가 상기 선행열차(200)에 대하여 상기 최소 열차간 거리에 가깝게 추종 주행할 수 있도록 상기 목표 추종속도를 결정할 수 있다.
- [0043] 이 경우, 상기 결정된 목표 추종속도는 열차 자동 운전장치(automated train operation, ATO)로 제공되어, 열차의 속도가 제어될 수 있다.
- [0044] 상기 안전거리 유지부(130)는 상기 추정된 최소 열차간 거리보다 상기 후속열차(100)가 상기 선행열차(200)에 근접하지 않도록 상기 후속열차(100)의 속도를 제어하는 것으로, 이 경우, 상기 후속열차(100)의 목표 감속도를

생성하여 열차의 속도 제어시스템, 예를 들어, 열차 자동 운전장치(500)에 제공할 수 있다.

- [0045] 한편, 상기 선행열차(200)는 열차무결성의 확보 및 확인을 위해, 통신상태 검사부(210), 추종상태 검사부(220) 및 연결유지 판단부(230)를 포함한다.
- [0046] 상기 통신상태 검사부(210)는 기 설정된 주기 내에 통신장치의 정상여부를 확인하는 것으로, 예를 들어, 무선 통신을 이용하여 기 설정된 주기 내에 상기 후속열차(100)로부터 메시지가 수신되었는지의 여부를 확인함으로써, 통신장치의 정상여부를 확인할 수 있다.
- [0047] 상기 추종상태 검사부(220)는 상기 후속열차(100)의 위치 및 속도 정보를 바탕으로 상기 후속 열차(100)의 추종 상태를 검사한다.
- [0048] 이 경우, 상기 추종상태 검사부(220)는 상기 후속열차(100)의 위치 및 속도 정보를 바탕으로, 다음 주기(기 설정된 주기에서, 현재가 속하는 주기 다음의 주기를 의미함)에서 상기 후속 열차(100)가 존재할 수 있는 구간을 추정하고, 다음 주기에 수신된 상기 후속 열차(100)의 위치 정보를 바탕으로 상기 추정된 후속 열차(100)의 존재 구간에 상기 후속 열차(100)가 존재하는지의 여부를 확인함으로써, 상기 후속 열차(100)의 추종상태를 검사할 수 있다.
- [0049] 상기 연결유지 판단부(230)는 상기 후속열차(100)와의 거리가 설정 거리 이상으로 증가하는지의 여부를 바탕으로, 상기 가상열차편성의 해제 여부를 판단한다. 즉, 상기 후속열차(100)와의 거리가 설정 거리 이상으로 증가하면, 상기 가상열차편성을 해제하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0050] 한편, 상기 후속열차(100) 및 상기 선행열차(200)는 상기 설명한 각각의 기능들을, 가상열차로 편성된 이후, 상기 가상열차편성이 해제되기 전까지, 미리 설정된 주기, 즉 통신 주기마다 반복하여 수행하고, 이를 통해 상기 가상열차편성의 열차무결성을 검사 및 확인하게 된다.
- [0051] 이하에서는, 상기 후속열차(100) 및 상기 선행열차(200)의 가상열차편성시 열차무결성을 확인하는 방법에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0052] 도 2는 도 1의 열차무결성 확인시스템을 이용한 열차무결성 확인방법을 도시한 흐름도이다. 도 3은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 최소안전거리 추정단계를 도시한 흐름도이다. 도 4는 도 2의 열차무결성 확인방법에서 안전거리 검사 및 선행열차 제동상태검사 단계를 도시한 흐름도이다. 도 5는 도 2의 열차무결성 확인방법에서 무선통신상태 검사단계를 도시한 흐름도이다. 도 6은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 후속열차 추종상태 검사 단계를 도시한 흐름도이다. 도 7은 도 2의 열차무결성 확인방법에서 가상열차 연결유지 판단단계를 도시한 흐름도이다.
- [0053] 우선, 도 2를 참조하면, 상기 열차무결성 확인시스템(10)을 이용한 열차무결성 확인방법에서는, 상기 가상열차 연결부(310)에 의해, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차(200) 및 후속열차(100)를 가상열차편성으로 구성하여 연결한다(단계 S10).
- [0054] 이와 같이, 상기 가상열차 연결부(310)에 의해 가상열차편성으로 구성되면, 미리 설정된 통신 주기마다, 열차 속도, 열차 위치, 가상편성여부, 물리적 분리여부 등과 같은 주행정보와, 제동인가 여부, 목표제동력, 모터추진 여부, 목표속도 등과 같은 제어정보를 상기 선행열차(200)와 상기 후속열차(100)가 상호 송수신하면서 상기 열차무결성을 확인하게 된다.
- [0055] 또한, 이러한 열차무결성의 확인은 상기 가상열차편성이 해제되기 전까지 반복된다.
- [0056] 한편, 상기 열차무결성 확인방법에서는, 선행열차(200)와 후속열차(100)가 각각 수행하는 확인방법은 서로 구별되며, 상기 후속열차(100)는 추종주행 단계(단계 S100)수행하고, 상기 선행열차(200)는 추종주행검사 단계(단계 S200)를 수행하게 된다. 이에 따라, 상기 가상열차편성으로 구성되는 경우, 우선, 선행열차인지 후속열차인지의 여부를 판단한다(단계 S20).
- [0057] 그리하여, 후속열차(100)에 해당되면, 상기 추종주행 단계(단계 S100)를 수행하고, 상기 선행열차(200)에 해당되면, 상기 추종주행검사 단계(단계 S200)를 수행한다.
- [0058] 먼저, 상기 추종주행 단계(단계 S100)를 수행하는 경우, 우선, 도 2를 참조하면, 상기 후속열차(100)는 상기 선행열차(200)에게 메시지를 송신하고(단계 S110), 상기 선행열차(200)로부터 메시지를 수신한다(단계 S120).
- [0059] 이 경우, 상기 메시지의 송수신은 무선통신을 이용할 수 있으며, 상기 메시지에 포함된 내용은 앞서 설명한 바

와 같이, 열차 속도, 열차 위치, 가상편성여부, 물리적 분리여부 등과 같은 주행정보와, 제동인가 여부, 목표제동력, 모터추진 여부, 목표속도 등과 같은 제어정보를 포함하게 된다.

[0060] 이 후, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 후속열차(100)의 상기 안전거리 유지부(130)는 상기 수신된 메시지를 바탕으로, 상기 후속열차(100)의 현재 안전거리를 검사하고, 상기 선행열차(200)의 제동상태를 검사한다(단계 S130).

[0061] 그리하여, 상기 현재 안전거리와 상기 제동상태를 바탕으로, 제동이 필요하다고 판단되면(단계 S140), 제동을 수행하고(단계 S150), 제동이 필요하지 않다고 판단되면 제동을 수행하지 않는다.

[0062] 보다 구체적으로, 상기 후속열차(100)의 현재 안전거리 검사 및 상기 선행열차(200)의 제동상태 검사 단계에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 우선, 상기 선행열차(200)로부터 메시지가 수신되었는지 확인한다(단계 S131).

[0063] 그리하여, 메시지가 수신되지 않은 경우 오류횟수(m)를 증가(m=m+1)시키고, 증가된 오류횟수(m)가 기 설정된 횟수(M)보다 큰지의 여부를 판단하여(단계 S137), 오류횟수가 기 설정된 횟수보다 크다면 비상제동을 수행한다(단계 S138).

[0064] 반면, 상기 선행열차(200)로부터 메시지가 수신되면, 상기 오류횟수(m)를 초기화하고(m=0), 열차 위치 불확실성을 보정한다(단계 S132).

[0065] 이 경우, 상기 열차 위치 불확실성을 보정하는 경우, 하기 식 (1) 및 식 (2)와 같이 보정한다.

[0066]
$$P_{est-p} = P_p^t - E_{tag}$$
 식 (1)

[0067]
$$P_{est-f} = P_f^{t+1} + E_{tag}$$
 식 (2)

[0068] 여기서, 각 인자들은 하기와 같이 정의된다.

[0069]
$$P_{est-p} = \text{선행열차 추정위치}, P_{est-f} = \text{후속열차 추정위치}$$

[0070] 즉, 지상자(tag)를 통해 계산된 위치오차값(E_{tag})을 선행열차의 경우에는 t초에서의 선행열차 위치에서 차감하고, 후속열차의 경우에는 (t+1)초에서의 후속열차 위치에서 증감하여, 상기 열차 위치의 불확실성을 보정한다.

[0071] 이 경우, 단위는 상기 지상자로부터의 이동거리(meter)이며, 상기 지상자의 위치오차값은 주행거리에 비례하며, 사용자의 지침으로 정의된 값이고, 선로에 설치된 지상자를 선행열차 또는 후속열차가 읽을 때마다 상기 열차의 위치는 초기화된다.

[0072] 이 후, 도 4를 참조하면, 상기와 같이 선행열차 및 후속열차의 보정된 위치를 바탕으로 상기 선행열차(200)와 상기 후속열차(100)의 상대거리를 계산한다(단계 S133).

[0073] 이 후, 후술하겠으나, 상기 안전거리 추정부(110)를 통해 추정된 최소안전거리와 상기 상대거리를 비교하여(단계 S134), 상기 최소안전거리가 상기 상대거리보다 크다면 상기 후속열차(100)에 대한 제동을 수행한다(단계 S150).

[0074] 한편, 상기 최소안전거리가 상기 상대거리와 같거나 작은 경우라면, 상기 선행열차(200)가 제동 인가 중인지의 여부를 판단하고(단계 S135), 상기 선행열차(200)가 제동 인가 중이라면 마찬가지로 상기 후속열차(100)에 대한 제동을 수행한다(단계 S150).

[0075] 이와 달리, 상기 최소안전거리가 상기 상대거리와 같거나 작고, 상기 선행열차(200)가 제동을 인가하고 있지 않은 상태라면, 본 단계를 통한 현재 안전거리 검사 및 선행열차 제동상태 검사에 대하여 종료하고, 제동이 필요없다고 판단한다(단계 S140).

[0076] 이 후, 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 제동이 필요하지 않다고 판단되면(단계 S140), 상기 후속열차(100)의 상기 안전거리 추정부(110)는 최소 안전거리를 추정한다(단계 S160).

[0077] 즉, 상기 최소 안전거리 추정 단계(단계 S160)에서는, 상기 선행열차(200)로부터 수신된 메시지의 주행정보 값을 바탕으로, 선행열차(200)와의 상대속도차이와 상대거리를 계산하고, 이를 바탕으로 최소안전거리를 추정하게 되며, 이렇게 추정된 최소안전거리는, 선행열차(200)가 최대 감속도로 감속하더라도 후속열차(100)가 선행열차

(200)와 충돌하지 않는 선행열차와 후속열차 사이의 안전한 거리를 의미한다.

[0078] 보다 구체적으로, 도 3을 참조하면, 상기 최소 안전거리 추정단계에서는, 우선, 상기 선행열차(200)의 미래속도를 추정하고(단계 S161), 상기 후속열차(100)의 미래속도를 추정한다(단계 S162).

[0079] 이 경우, 상기 선행열차의 미래속도 및 상기 후속열차의 미래속도는 각각 식 (3) 및 식 (4)로 추정된다.

$$V_{est_p} = V_p^t - E_{tacho} - (\beta_{max} \times (T_{netperiod} + T_{maxnetretry} + T_{systemdelay} + T_{brakingdelay} + T_{ecuperiod}))$$

[0080]

[0081] 식 (3)

$$V_{est_f} = V_f^{t+1} + E_{tacho} + (\alpha_{max} \times (T_{maxnetretry} + T_{systemdelay} + T_{stopmotordelay} + T_{ecuperiod}))$$

[0082]

[0083] 식 (4)

[0084] 여기서, 각 인자들은 하기와 같이 정의된다.

V_{est_p} = 선행열차 속도, V_p^t = t초의 선행열차 속도, E_{tacho} = 타코미터 에러⁴⁾

β_{max} = 최대감속도, $T_{netperiod}$ = 네트워크 주기, $T_{maxnetretry}$ = 최대 재전송 소요시간⁴⁾

$T_{systemdelay}$ = 제어시스템 딜레이, $T_{brakingdelay}$ = 제동체결 딜레이, $T_{ecuperiod}$ = ECU 처리주기⁴⁾

[0085] V_{est_f} = 후속열차 속도, V_f^{t+1} = t+1초의 후속열차 속도, α_{max} = 최대가속도, $T_{stopmotordelay}$ = 추진제거 딜레이⁴⁾

[0086] 즉, 상기 선행열차의 미래속도(V_{est_p})는 선행열차의 t초의 속도, 타코미터의 에러, 최대감속도, 네트워크 주기, 최대 네트워크 반복 전송시간, 제어시스템 딜레이, 유효 제동 딜레이 및 ECU 처리주기를 바탕으로 추정될 수 있다.

[0087] 이 때, t는 선행열차가 후속열차에게 보낼 주행정보를 생성하고 전송하는 시점으로 정의되며, 이렇게 생성된 정보를 수신받는 그 다음 시간은 (t+1)로 정의된다.

[0088] 마찬가지로, 상기 후속열차의 미래속도(V_{est_f})는 (t+1)초의 후속열차의 속도, 타코미터의 에러, 최대가속도, 최대 네트워크 반복 전송시간, 제어시스템 딜레이, 모터추진 차단 지연시간 및 ECU 처리주기를 바탕으로 추정될 수 있다.

[0089] 이 후, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 선행열차(200)의 제동거리와 상기 후속열차(100)의 제동거리에 관한 정보를 바탕으로, 두 열차의 제동거리의 차이를 계산한다(단계 S163).

[0090] 이 후, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 선행열차(200)의 위치 불확실성을 보정하고(단계 S164), 상기 후속열차(100)의 위치 불확실성을 보정한다(단계 S165).

[0091] 이 경우, 상기 보정의 경우, 선행열차의 경우 선행열차가 위치한 구간 선로의 상구배 최대값을 적용하고, 후속열차의 경우 후속열차가 위치한 구간 선로의 하구배 최대값을 적용한다. 이 경우, 상기 하구배의 경우 음의 값(가속도)이며, 상구배의 경우 구배영향으로 인해 속도를 보다 빨리 감속하여야 하며 하구배의 경우 구배영향으로 인해 속도를 보다 늦게 감속하여야 하는 영향도를 고려한 것이다.

[0092] 이 후, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 선행열차(200)와 상기 후속열차(100)의 상대거리를 계산한다(단계 S166). 이 경우, 상기 상대거리는 상기 송수신되는 메시지로부터 용이하게 계산될 수 있다.

[0093] 그리하여, 도 3을 참조하면, 상기 후속열차(100)의 최소안전거리를 추정할 수 있다(단계 S167). 이 경우, 상기 최소안전거리는 하기 식 (5)로 추정될 수 있다.

$$D_{safety} = \frac{V_{est_f}^2}{2 \times ((\beta_{max} + \beta_{gradient_f}) \times 1)} - \frac{V_{est_p}^2}{2 \times ((\beta_{max} + \beta_{gradient_p}) \times B_{max_braking_rate})}$$

[0094]

[0095] 식 (5)

[0096] 여기서, 각 인자들은 하기와 같이 정의된다.

$$D_{safety} = \text{최소안전거리}, B_{max_braking_rate} = \text{제동효율}$$

[0097]

$$\beta_{gradient_f} = \text{후속열차의 구배가속도}, \beta_{gradient_p} = \text{선행열차의 구배가속도}$$

[0098]

즉, 식 (5)를 통해 확인되는 바와 같이, 상기 식 (3) 및 식 (4)를 통해 추정된 각 열차의 미래속도값과, 각 열차의 위치에 해당되는 구배가속도를 더한 최대가속도(또는 목표가속도)와 제동장치의 효율을 곱하여 후속열차의 제동거리에서 선행열차의 제동거리를 차감하여 상기 최소안전거리를 계산할 수 있다.

[0099]

이 경우, 상기 선행열차의 best case는 짧은 제동거리이며, 후속열차의 worst case는 긴 제동거리이므로, 식 (5)와 같이 제동효율값을 고려하여 상기 최소안전거리를 계산할 수 있다.

[0100]

이 후, 도 3을 참조하면, 상기 추정된 최소안전거리를 바탕으로, 하기 식 (6)과 같이 여유거리를 추정한다(단계 S168).

[0101]

$$D_{gap} = (P_p^t - E_{tag}) - (P_f^{t+1} + E_{tag}) - D_{safety} \quad \text{식 (6)}$$

[0102]

여기서, 각 인자들은 하기와 같이 정의된다.

[0103]

$$D_{gap} = \text{여유간격}, E_{tag} = \text{지상자 응동에러러}, P_p^t = t\text{초의 선행열차 위치}, P_f^{t+1} = t+1\text{초의 후속열차 위치}$$

[0104]

상기 식 (6)에서 확인되는 바와 같이, 선행열차와 후속열차 사이의 상대거리에서 여유거리를 연산하는 식으로, 상기 선행열차(200)의 메시지의 t초 시점에서의 위치값과 현재 상기 후속열차(100)의 (t+1)초 시점에서의 위치값을 이용하며, 이 경우, 상기 위치값은 지상자(Tag)의 오차를 보정한 값이며, 상기 선행열차의 위치에서 상기 후속열차의 위치를 차감한 나머지에 상기 추정된 최소안전거리를 제외한 거리가, 상기 추정되는 여유거리에 해당된다.

[0105]

이상과 같이, 상기 최소안전거리가 추정되면, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 후속열차(100)의 추종속도 결정부(120)는 목표 추종속도를 결정한다(단계 S170).

[0106]

즉, 상기 후속열차(100)는 상기 여유거리를 기준으로, 상기 후속열차(100)의 현재속도에서 정의된 증가기준에 따라 증속 또는 감속한 목표 추종속도를 결정한다. 즉, 상기 목표 추종속도는 상기 최소안전거리와 비교하여 상대거리가 크다는 조건을 만족시키면서, 여유거리가 0에 근접할 수 있도록 상기 후속열차가 스스로 결정하는 목표 속도값을 의미한다.

[0107]

이상과 같이, 결정된 상기 목표 추종속도는 상기 열차 자동 운전장치(ATO, 500)로 제공되고(단계 S18), 상기 추종주행 단계(단계 S100)는 종료된다.

[0108]

또한, 상기 결정된 상기 목표 추종속도 및 상기 추정된 최소안전거리는 피드백되어 상기 안전거리 추정부(110)로 메시지 송수신 결과와 함께 제공되며, 이를 통해 상기 안전거리 추정부(110)는 앞서 도 4를 참조하여 설명한 바와 같이, 현재 안전거리 및 선행열차 제동상태를 다시 검사하게 된다.

[0109]

이와 달리, 상기 선행열차(200)는 상기 추종주행검사(S200)를 수행하며, 이러한 추종주행검사의 결과, 오류(False)가 최종 결과로 발생하면 상기 가상 열차 연결부(310)를 통해 가상열차편성이 해제된다.

[0110]

보다 구체적으로, 상기 추종주행검사 단계(단계 S200)를 수행하는 경우, 우선, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 선행열차(200)는 상기 후속열차(100)에게 메시지를 송신하고(단계 S210), 상기 후속열차(100)로부터 메시지를 수신한다(단계 S220).

[0111]

이 경우, 상기 메시지의 송수신은 무선통신을 이용할 수 있으며, 상기 메시지에 포함된 내용은 앞서 설명한 바와 같이, 열차 속도, 열차 위치, 가상편성여부, 물리적 분리여부 등과 같은 주행정보와, 제동인가 여부, 목표제동력, 모터추진 여부, 목표속도 등과 같은 제어정보를 포함하게 된다.

[0112]

이 후, 도 2를 참조하면, 상기 선행열차(200)는 상기 통신상태 검사부(210)를 통해, 무선통신상태를 검사한다(단계 S230).

[0113]

보다 구체적으로, 도 5를 참조하면, 상기 무선통신상태의 검사단계(단계 S230)에서는, 우선, 무선통신상태의 체크주기의 여부를 판단하여(단계 S231), 체크주기에 해당되면 상기 후속열차(100)로부터 메시지가 수신되었는지

의 여부를 판단한다(단계 S232).

[0114] 그리하여, 상기 후속열차(100)로부터 메시지가 수신되었다면, 메시지 미수신횟수(r)를 초기화(r=0)시킨다(단계 S233).

[0115] 이와 달리, 상기 후속열차(100)로부터 메시지가 수신되지 않았다면, 메시지 미수신 횟수를 증가(r=r+1)시키고(단계 S234), 상기 메시지 미수신 횟수(r)가 기 설정된 미수신횟수(R)를 초과하였는지의 여부를 판단한다(단계 S235).

[0116] 그리하여, 상기 메시지 미수신 횟수가 기 설정된 미수신횟수를 초과하였다면, 상기 무선통신상태 검사결과 오류(False)임을 설정하고(단계 S236), 상기 무선통신상태의 검사를 종료한다.

[0117] 이 경우, 상기 기 설정된 미수신횟수(R)는 다양한 인자를 고려하여 설정될 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이, 상기 무선통신상태 검사결과가 정상인 경우라면 상기 가상열차편성은 유지되며, 상기 무선통신상태 검사결과가 오류인 경우라면 상기 가상열차 연결부(310)에서는 상기 가상열차편성을 해제한다.

[0118] 이와 같이, 상기 무선통신상태를 검사한 후, 도 2를 참조하면, 상기 후속열차(100)의 추종상태를 검사한다(단계 S240).

[0119] 보다 구체적으로, 상기 후속열차의 추종상태를 검사하는 단계에서는, 도 6에 도시된 바와 같이, 우선, 상기 후속열차(100)의 위치범위가 등록되었는지를 판단하여(단계 S241), 등록되지 않았다면, 우선 상기 후속열차(100)의 위치범위를 추정한다.

[0120] 이 경우, 상기 후속열차(100)의 위치범위란, 상기 후속열차(100)의 주행정보를 바탕으로 상기 후속열차가 다음 주기까지 이동하여 위치할 수 있는 범위를 의미하며, 상기 후속열차(100)의 속도와 속도계 오차(타코미터 오차)를 반영하여 t초 후의 위치를 추정한다.

[0121] 이를 위해, 우선, 후속열차의 속도를 worst case를 고려하여 보정하고(단계 S242), 하기 식 (7)로부터 후속열차가 t초 후 위치할 수 있는 범위의 최소값인 A위치를 추정한다(단계 S243).

[0122] 이와 달리, 후속열차의 속도를 best case를 고려하여 보정하고(단계 S244), 하기 식 (8)부터 후속열차가 t초 후 위치할 수 있는 범위의 최대값인 B위치를 추정한다(단계 S245).

[0123]
$$P_{est_f_min} = (V_f^t + E_{tacho}) \times (T_{netperiod}) - P_{margin}$$
 식 (7)

[0124]
$$P_{est_f_max} = (V_f^t - E_{tacho}) \times (T_{netperiod}) + P_{margin}$$
 식 (8)

[0125] 여기서, 각 인자들은 하기와 같이 정의된다.

[0126]
$$P_{est_f_min} = \text{후속열차 위치 범위 최소값}, P_{est_f_max} = \text{후속열차 위치 범위 최대값}$$

[0127] 즉, 식 (7) 및 식 (8)은 후속열차의 네트워크 주기 이후에 최소위치와 최대위치를 추정하는 것으로, t초 시점에 후속열차의 속도와 속도계 오차를 반영하고 네트워크 주기만큼의 이동거리를 구하고, 사용자에게 의해 정의된 여유거리 값을 최소위치에서는 차감하고 최대위치에서는 증감하여, 최소위치로부터 최대위치까지의 범위를 계산한 식들이다.

[0128] 이 후, 도 6을 참조하면, 상기 식 (7) 및 식 (8)을 통해 정의된 후속열차의 A위치 및 B위치 추정결과를 바탕으로, A위치에서 B위치까지 상기 후속열차의 위치 범위를 설정한다(단계 S246).

[0129] 즉, 이와 같이 추정된 상기 후속열차의 위치범위를 바탕으로, 도 6을 참조하면, 상기 후속열차 추종상태 검사단계에서는, 후속열차의 위치가 상기 추정된 위치범위 내에 존재하는지를 판단하고(단계 S247), 존재한다면 오류 횟수(m)를 0으로 설정하면서 위치범위 값을 초기화한다(단계 S248). 그리고, 앞서 설명한 위치 범위 설정 단계(단계 S242 내지 단계 S246)들을 반복하여 후속열차의 위치범위를 갱신한다.

[0130] 이와 달리, 상기 후속열차의 위치가 상기 추정된 위치 범위 내에 존재하지 않는다면, 오류횟수(m)를 증가(m=m+1)시키고, 상기 오류횟수가 기 설정된 횟수(M)보다 큰지의 여부를 판단하여, 상기 후속열차의 추종상태 검사 결과를 설정한다.

[0131] 즉, 상기 오류횟수(m)가 상기 기 설정된 횟수(M)보다 크다면, 상기 추종상태 검사 결과를 오류(False)로 설정하

고(단계 S249), 이에 따라, 상기 가상열차편성은 해제된다.

- [0132] 이와 같이, 상기 후속열차 추종상태에 대한 검사가 종료되면, 도 2를 참조하면, 상기 연결유지 판단부(230)를 통해 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단한다(단계 S250).
- [0133] 그리하여, 가상열차편성의 연결을 유지하는 것으로 판단되면(단계 S260), 상기 설명된 단계들(단계 S210 내지 단계 S260)을 반복하고, 가상열차편성의 연결을 해제하는 것으로 판단되면(단계 S260), 가상열차편성의 해제 기능을 호출하여(단계 S270), 상기 가상열차 연결부(310)를 통해, 가상열차로 편성된 상기 선행열차(200) 및 후속열차(100)는 가상열차편성으로부터 해제된다.
- [0134] 보다 구체적으로, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제를 판단하는 단계는, 도 7에 도시된 바와 같다.
- [0135] 즉, 도 7을 참조하면, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제 판단에서는, 우선, 상기 무선통신상태 및 상기 추종상태의 결과를 제공받는다(단계 S251, 단계 S252).
- [0136] 이 경우, 상기 무선통신상태 검사 결과가 오류(False)로 설정된 경우라면, 상기 가상열차편성은 해제된 것(False)으로 설정하여 판단을 종료한다(단계 S259). 또한, 상기 무선통신상태 검사 결과는 정상으로 설정되더라도, 상기 후속열차 추종상태의 검사 결과가 오류(False)로 설정된 경우라면, 마찬가지로 상기 가상열차편성은 해제된 것(False)으로 설정하여 판단을 종료한다(단계 S259).
- [0137] 이와 달리, 상기 무선통신상태 검사 결과 및 상기 후속열차 추종상태 검사 결과가 모두 정상(True)으로 설정된 경우라면, 상기 메시지에서부터, 즉 제동프로파일 정보로부터 열차의 제동거리값에 대한 정보를 제공받는다(단계 S253).
- [0138] 이 후, 상기 제동거리와 사용자에게 의해 설정된 마진값(UserMargin)을 더하여 임계값(BD_Threshold)을 설정한다(단계 S254). 이 경우, 상기 마진값(UserMargin)은 제동거리에 마진율(UserMarginRate)을 곱한 결과로 정의될 수 있으며, 상기 마진율(UserMarginRate)은 0~100% 범위에서 설정될 수 있다.
- [0139] 이 경우, 상기 임계값(BD_Threshold)은 후속열차와 선행열차와의 최대 상대거리 값을 의미한다.
- [0140] 이 후, 상기 후속열차와 상기 선행열차 사이의 상대거리와 상기 설정된 임계값(BD_Threshold)을 비교하여(단계 S255), 상기 상대거리가 상기 임계값(BD_Threshold)보다 작으면 오류시간을 초기화(null)하고, 상기 가상열차편성은 정상상태로서 확인되어 연결을 유지하고, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제 판단을 종료한다.
- [0141] 이와 달리, 상기 상대거리가 상기 임계값(BD_Threshold) 이상이라면, 상기 오류시간이 초기화(null) 상태인지 판단하여(단계 S256), 초기화 상태이면 상기 오류시간에 현재시간(now())을 등록하고(단계 S257), 상기 가상열차편성은 정상상태로서 확인되어 연결을 유지하고, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제 판단을 종료한다.
- [0142] 반면, 상기 오류시간이 초기화 상태가 아니라면 등록된 오류시간을 기 설정된 최대오류시간(MaxErrTime)과 비교하여(단계 S258), 상기 등록된 오류시간이 상기 기 설정된 최대오류시간보다 작으면, 상기 가상열차편성은 정상상태로서 확인되어 연결을 유지하고, 상기 가상열차편성의 유지 또는 해제 판단을 종료한다.
- [0143] 그러나, 상기 등록된 오류시간이 상기 기 설정된 오류시간 이상이라면, 상기 가상열차편성은 해제된 것(False)으로 설정하여 판단을 종료한다(단계 S259).
- [0144] 이상과 같이, 본 실시예에 의한 열차무결성 확인방법을 통해, 가상열차편성된 선행열차와 후속열차가 각각 가상열차 연결에 대한 무결성 검사 및 확인을 수행하게 되며, 이를 통해, 후속열차는 선행열차 후미 추돌을 방지하고, 선행열차는 후속열차의 추종상태와 무선통신상태를 확인할 수 있다. 그리하여, 물리적으로 서로 연결되어 있지 않은 두 열차들을 안전하게 그룹 주행할 수 있게 되며, 이를 통해 다수의 열차를 가상의 1편성으로 제어하여 필요한 안전기능을 제공할 수 있게 된다.
- [0145] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 의하면, 서로 독립적으로 운행되는 선행열차 및 후속열차에 대하여 가상열차를 편성하거나 해제하고, 이러한 가상열차편성의 열차무결성을 검사할 수 있다.
- [0146] 즉, 선행열차는 후속열차의 주행상태를 모니터링하여 가상열차편성의 열차 무결성 오류를 신속하게 판단할 수 있으며, 후속열차는 선행열차의 후미 추돌을 방지하면서 최소안전거리를 유지하며 목표추종속도를 제공하여 선행열차와의 근접 주행을 수행할 수 있다.
- [0147] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정

및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

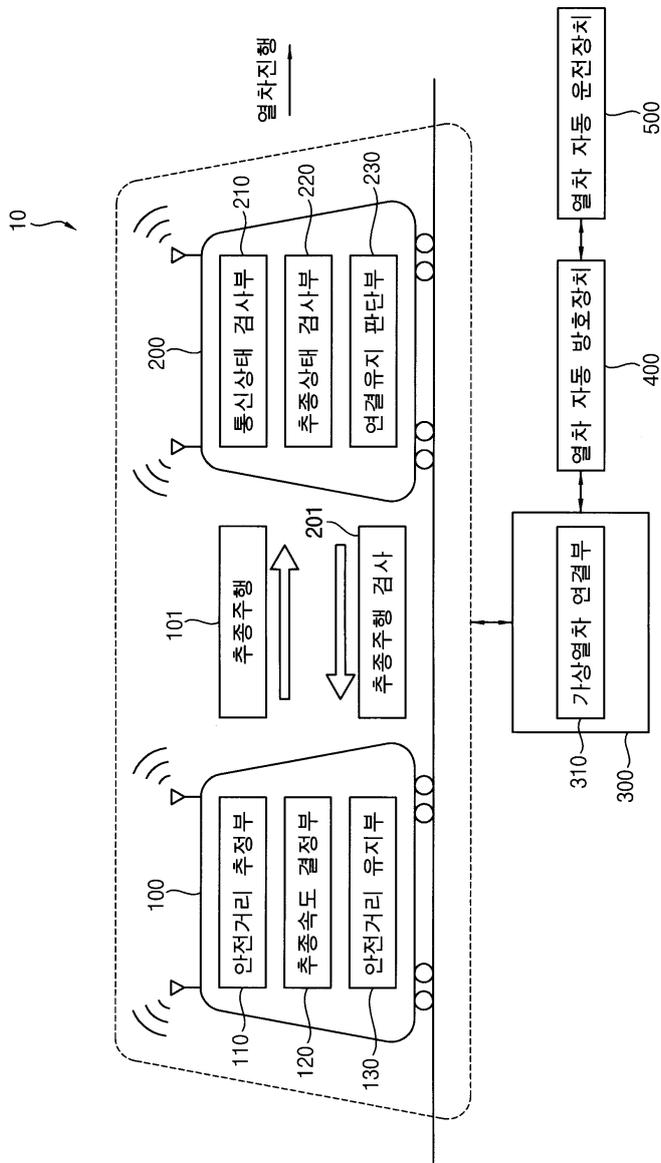
산업상 이용가능성

[0148] 본 발명에 따른 열차무결성 확인시스템 및 이를 이용한 열차무결성 확인방법은 열차 제어시스템에 사용될 수 있는 산업상 이용 가능성을 갖는다.

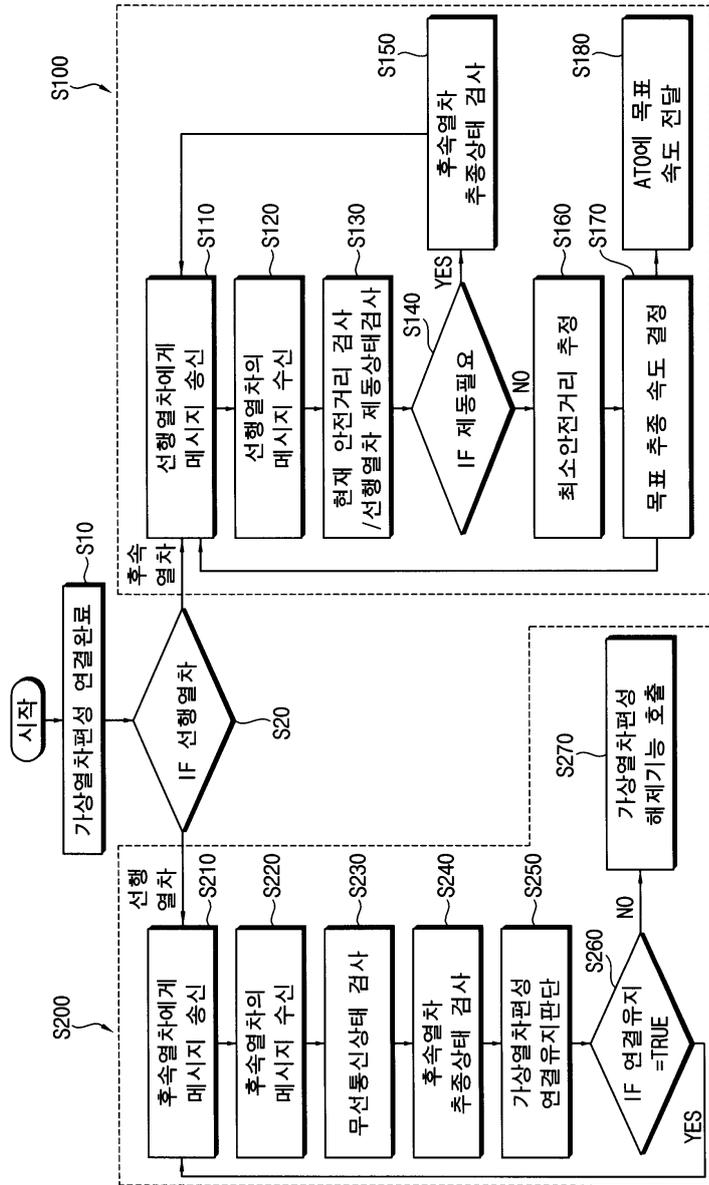
부호의 설명

- [0149] 10 : 열차무결성 확인시스템
- | | |
|-----------------|-----------------|
| 100 : 후속열차 | 110 : 안전거리 추정부 |
| 120 : 추종속도 결정부 | 130 : 안전거리 유지부 |
| 200 : 선행열차 | 210 : 통신상태 검사부 |
| 220 : 추종상태 검사부 | 230 : 연결유지 판단부 |
| 300 : 열차편성 제어부 | 400 : 열차 자동방호장치 |
| 500 : 열차 자동운전장치 | |

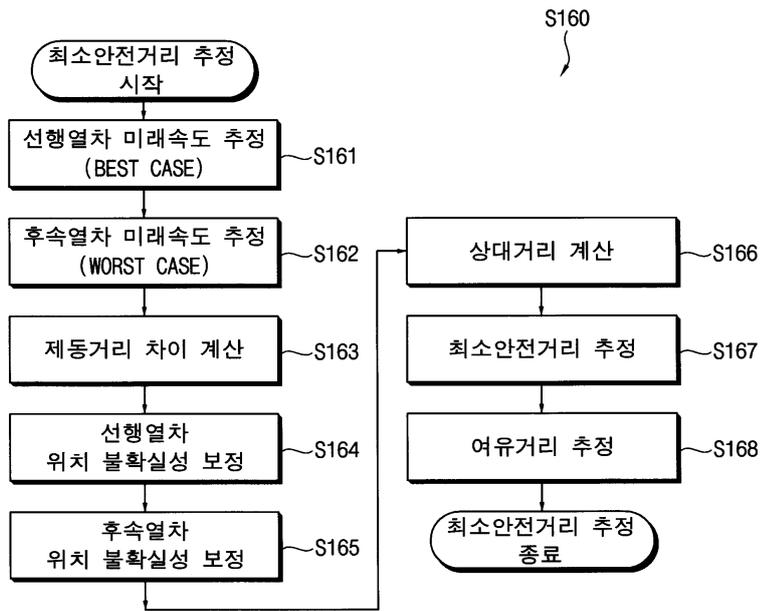
도면
도면1



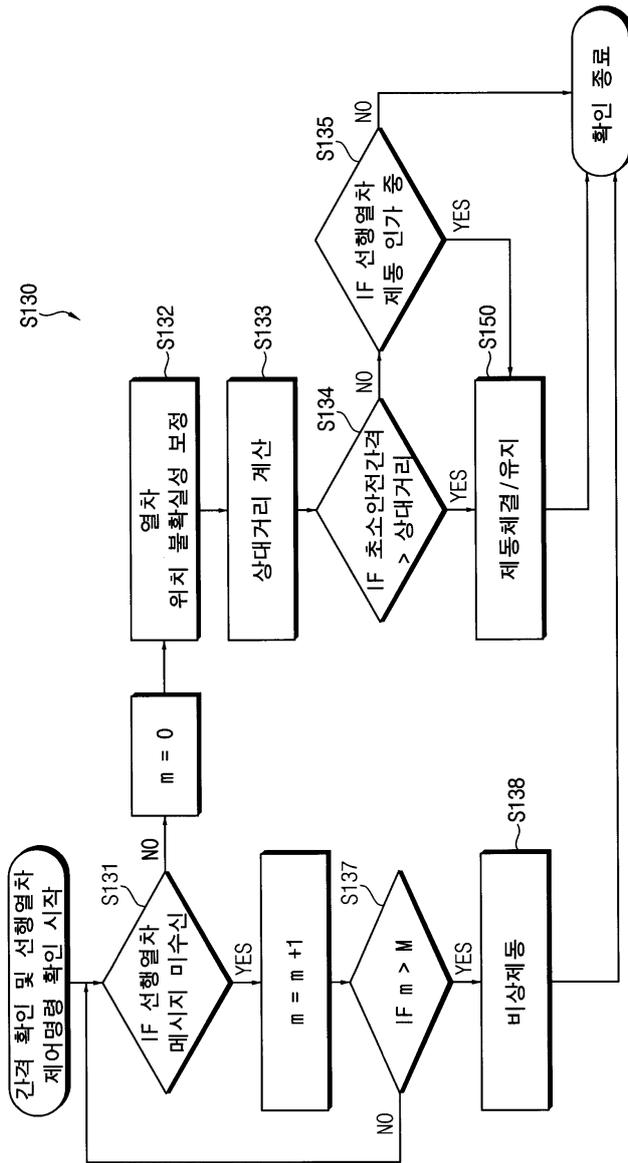
도면2



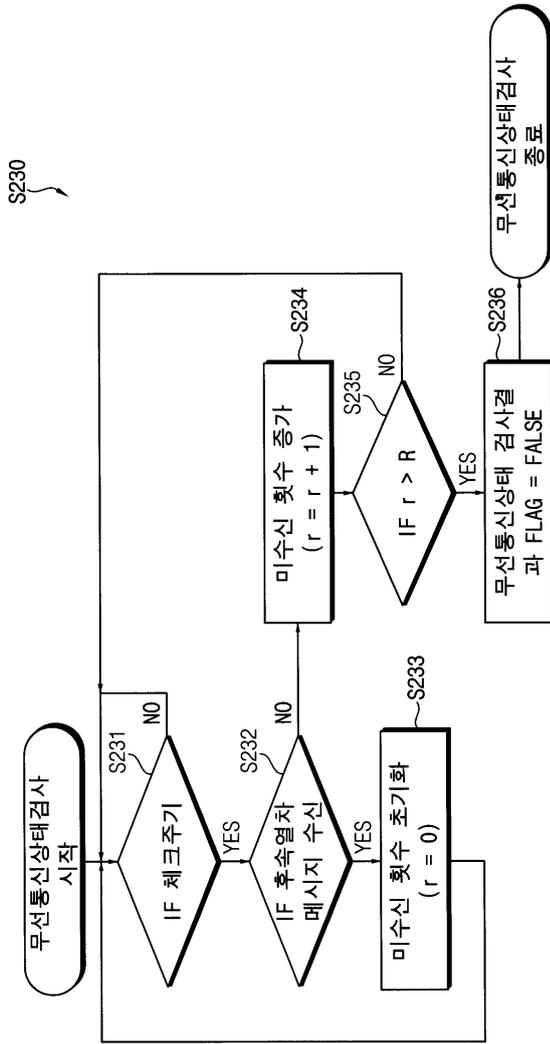
도면3



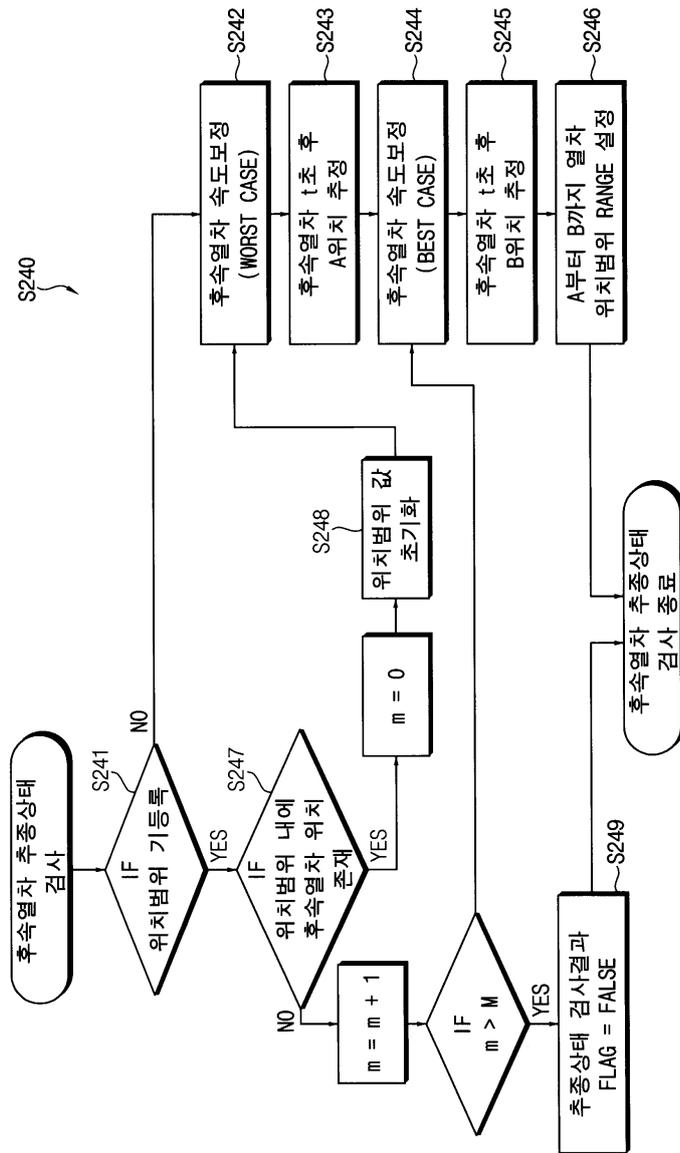
도면4



도면5



도면6



도면7

