

GPS와 RF 방식의 열차접근경보장치에 의한 철도 안전 시스템 구축에 대한 연구

A Study on Railroad Safety System of Train Alarm Device Using GPS and RF type.

심재복*
Shim, Jae-bock

온정근**
Ohn, Jung-guen

권기진*
Ki Jin Kwon

이강원***
Lee, Kang-won

ABSTRACT

Recently, GPS device is used in various industries. GPS can calculate a moving train's velocity, location, and direction. In this paper, we examine a train approaching alarm device's application, possibility, and merits in the train system. Especially, we investigate solubility of trouble caused by using GPS and RF system for detecting the train's velocity, the location and direction recognition.

1. 서론

인공위성을 이용하여 지구상 어디에서도 위치를 측정할 수 있기 때문에 현재 GPS(Global Positioning System)의 보급이 눈부시게 발전하고 있다. 군사적 목적으로 미국에서 처음으로 사용하기 시작하여, 오늘날 상업용으로 이용하기에 이르렀다. 특히, GPS는 위치 측정은 물론이고, 시간 및 고도에 이르기까지 정확하게 측정가능하고, 24시간 연속적으로 서비스를 제공할 수 있다는 특징을 가지고 있고 또한, 간섭 및 방해에 강하고, 전세계적으로 공통 좌표계를 사용하는 특징을 가지고 있다. 이런 GPS가 가지고 있는 장점을 이용하여 열차의 위치 파악과 속도 계산에 적용하면, 보다 폭넓은 응용 분야에 적용할 수 있을 것이다. 따라서 본 논문은 이런 GPS의 특징을 이용해서 현재 개발중인 휴대용 열차접근경보장치에 적용 가능성과 그에 따른 문제점과 개선책을 살펴보았다. 휴대용 열차접근장치에 사용함으로써 생길 수 있는 가장 큰 문제 중 하나는 터널구간, 산악지형 및 역 구내 등 GPS의 수신상태가 좋지 않거나 불가능한 지역이 존재한다는 점이다. 이를 보완하기 위해서 현재 개발중인 열차접근경보장치에는 RF를 사용하였다. 특히, 거리와 열차의 속도, 열차의 방향인식에 대하여 GPS와 RF시스템을 사용함으로써 생길 수 있는 문제점을 상호보완적인 시스템 구축으로 해결 가능성을 알아보고자 한다.

2. 본론

* 한국철도기술연구원 연구원, 비회원

** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 주임연구원, 정회원

열차접근경보장치는 선로에서의 보수 작업시 안전확보를 위하여, 열차의 접근을 작업원에게 알려주는 시스템이다. 현재 선로에서는 작업 중 크고 작은 사고가 많이 일어나고 있으며 인명사고로 이어지는 경우도 있다. 특히, 열차와 작업원과의 충돌 사고 같은 인재에 의한 사고는 미연에 방지 가능하다. 열차접근경보장치는 이러한 사고를 사전에 방지하기 위해 선로에서 작업중인 작업원들에게 열차의 접근 정보를 사전에 알려주는 시스템이다. 이 시스템은 송신기, 송신안테나, 위성안테나, 수신기로 구성 되어있다. 열차에 송신기와 송신안테나를 장착하고, 수신기는 선로에서 작업하는 작업원들이 휴대하여 열차의 접근에 따른 정보를 경보음과 진동으로 사전에 알 수 있도록 하였다. 작업원들이 가지고 있는 휴대용 수신기와 열차에 장착된 송신기가 2km이내의 거리가 되면 경보음과 진동이 발생한다. 접근 거리가 짧아지면 거리에 비례하여 경보 주기가 짧아져 작업원이 쉽게 열차의 접근 상태를 인식 가능하게 했으며, 선로 주변의 안전 지대로 대피할 수 있도록 하였다. 대략적인 시스템 구성은 Fig. 1과 같다.

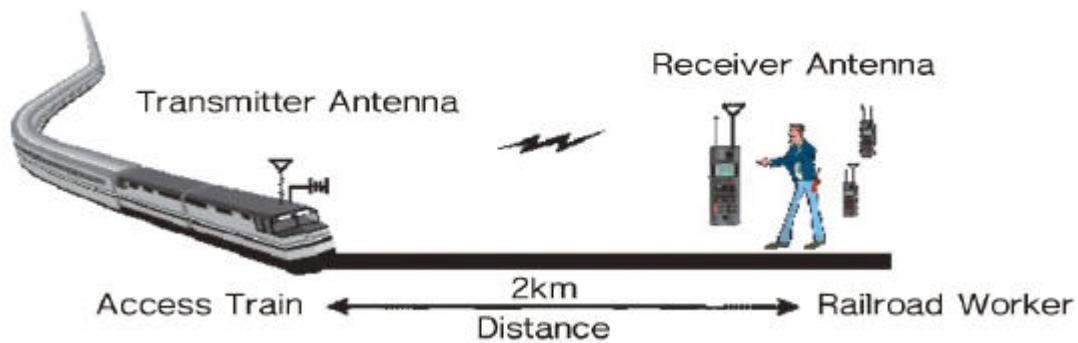


Fig. 1 System of train alarm device

2.1 GPS시스템

GPS는 위성에서 송신되는 신호가 사용자 수신기에 도달되는 시간에 빛의 속도를 곱하여 위성과 사용자 사이의 거리가 계산되는 방식을 사용하고 있다. 이 거리에는 주요한 오차인자를 가지고 있으며, 열차의 현재 위치를 파악하는데 중요한 요인이라고 할 수 있다. Table 1.과 같이 크게 6가지 종류의 오차로 구분할 수 있다.

Table 1. Class of Error characteristic

Class	Characteristic
위성궤도 오차	위성으로부터 전달되는 위성궤도 정보오차
위성시계 오차	위성으로부터 전달되는 위성시각 정보오차
전리층 오차	GPS신호의 전리층 통과시 전파 지연 오차
대류권 오차	GPS신호의 대류권 통과시 전파 지연 오차
다중경로 오차	GPS신호의 다중 경로에 의한 오차
수신기 오차	열 잡음, 안테나 위상 오차, 채널간 간섭오차, 소프트웨어 오차등

휴대용 열차 접근 경보장치는 단독 측위(Positioning) 기법을 사용하고 있다. 이 기법은 GPS 수신기 1대로 위치측정을 하는 시스템이며 대략 15~30m정도의 정확도를 가지고 있다. 이동물체의

실시각 위치 측정이 가능한 기법이기에 열차의 이동속도와 거리를 인식 가능하다. 열차정보 장치는 송신기와 수신기 각각에 위성수신기를 내장하고 있다. 따라서, 두개의 위성수신기에 의한 오차가 발생 할 수 있다. 본 실험에서는 송신기와 수신기에 내장되어 있는 상대 오차를 측정하기 위해 정지 상태로 같은 위치에 송신기 위성안테나와 수신기 위성안테나를 위치 시켜 시간 변화에 따른 오차 변화를 측정하였다. 시험을 통해서 열차 접근 경보장치의 수신오차를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 이 시험은 열차에 장착되는 송신기와 수신기의 상대오차의 결과 값이다.

Table 2. Relative Position Error

Time	Relative Position Error (m)	Deflection
0	0	20 m
1	10	
2	20	
3	10	
4	20	
5	20	
Average	16	

GPS 상태에서는 위도와 경도를 이용하여 열차의 속도와 송신기와 수신기 거리를 인식할 수 있다. GPS수신 상태가 양호한 지역에서는 수신정보를 이용하여 정확한 열차의 위치를 파악하는데 큰 문제점이 없다. Fig. 2는 송신기와 수신기에 기록되어진 GPS정보 값이다.

```

3 : 2004/04/23 15:56:10
Train No:-1 Transmit No:-1 Hour :0 Min :9 Sec :17 Date :9 Mon :3 Year :4 GPS state:86
Lat deg :37 Lat min :30 Lat dec :7459 Lat loc :78 Grad deg :126 Grad min :36 Grad dec :8337 Grad loc :69 Speed :0
RSSI :3 MSN :99 Operation :1 Alarm :0 Distance :0 Batt :190 DubNo :49 DubVal :0

4 : 2004/04/23 15:56:12
Train No:-1 Transmit No:-1 Hour :0 Min :9 Sec :19 Date :9 Mon :3 Year :4 GPS state:86
Lat deg :37 Lat min :30 Lat dec :7459 Lat loc :78 Grad deg :126 Grad min :36 Grad dec :8337 Grad loc :69 Speed :0
RSSI :3 MSN :100 Operation :1 Alarm :0 Distance :0 Batt :188 DubNo :50 DubVal :0

5 : 2004/04/23 15:56:15
Train No:-1 Transmit No:-1 Hour :0 Min :9 Sec :22 Date :9 Mon :3 Year :4 GPS state:86
Lat deg :37 Lat min :30 Lat dec :7459 Lat loc :78 Grad deg :126 Grad min :36 Grad dec :8337 Grad loc :69 Speed :0
RSSI :3 MSN :101 Operation :1 Alarm :0 Distance :0 Batt :193 DubNo :53 DubVal :0

```

GPS data of Transmitter

```

13/04/04 04:43:46
R t_deg:37 t_min:30 t_dec:5530 g_deg:126 g_min:36 g_dec:9506
T t_deg:37 t_min:31 t_dec:8367 g_deg:126 g_min:37 g_dec:1084
Train Speed:003Kmh GPS NoARM BAT L4
0862
TxNo:/

13/04/04 04:43:44
R t_deg:37 t_min:30 t_dec:5530 g_deg:126 g_min:36 g_dec:9506
NoGPS data from train
Train Speed:000Kmh GPS NoARM BAT L4
TxNo:/

13/04/04 04:43:41
R t_deg:37 t_min:30 t_dec:5530 g_deg:126 g_min:36 g_dec:9506
T t_deg:37 t_min:31 t_dec:8377 g_deg:126 g_min:37 g_dec:1089
Train Speed:001Kmh GPS NoARM BAT L4
TxNo:/

```

GPS data of Reciver

Fig. 2 GPS data

2.2 RF 시스템

GPS를 수신할 수 없는 곳에서의 문제점을 해결하기 위해서 열차정보시스템에서는 RF시스템을 사용하였다. 하지만, GPS 방식과 달리 RF방식은 통신시스템 자체가 가지고 있는 한계 때문에 정확한 열차의 위치를 파악할 수 없다. 따라서 속도와 거리를 인식하는데 큰 문제점을 안고 있다. 열차정보시스템이 작동하기 시작하는 시점인 2Km 시점이나 그 이전부터 수신기와 송신기가 GPS 정보를 받을 수 있으면, 그 정보를 이용해서 대략적인 현재를 위치를 파악할 수 있다. 하지만, 2Km 이전부터 수신기에 근접한 거리에 도달 할 때까지 GPS에 대한 아무런 정보를 받지 못하면, RF방식 자체로 열차의 위치, 속도, 거리등을 인식해야 한다. 특히, 작업자에게 경보를 올려야 하는 시점에 이르렀을 경우 즉, 2Km 부근에서 이 문제점은 대단히 중요하다. 따라서, 열차정보장치 시스템에서는 RF가 가지고 있는 주파수의 세기를 이용해서 이런 문제점을 해결하였다. Table 3은 주파수 세기에 따른 열차 접근 거리 관계이다. 송신기에서 보낸 RF전파세기에 의해 송신기와 수신기의 거리를 알 수 있으며, 또한 열차가 근접함에 따라서 울림을 간격을 조절 가능하도록 전파레벨을 구분하였다.

Table 3. Level of radio wave

Radio Wave	Distance
Over 350	500m
300~350	1Km
200~300	1~2Km
200이하	Over 2Km

RF 방식에서의 또 다른 문제점은 방향 인식문제이다. 선로에서 작업중인 작업원들에게 정확한 정보를 사전에 알려주는 것은 안전과 직결되는 문제이기 때문에 상당히 중요하다. 특히, 상행선과 하행선 어느 방향에서 열차가 접근하고 있다는 정보를 사전에 알려 줄 수 있다면, 작업원들이 안전한 장소로 대피할 수 있는 중요한 정보의 하나가 될 것이다. 이 시스템에서는 열차의 경보음에 의해서 상행선과 하행선을 구분하였다. GPS시스템에서는 열차의 현재 좌표에 의해 이동하는 방향을 파악할 수 있는 충분한 정보를 가지고 있다. 하지만, RF방식에서는 GPS방식과는 달리 열차의 방향을 인식하는 것이 불가능하다. 따라서, 열차의 방향성을 인식하지 못했을 경우 새로운 경보음을 발생하게 함으로서 열차가 접근하고 있다는 정보는 주지만, 방향은 인식하지 못하였음을 알 수 있도록 하였다.

3.결론

현재 열차접근정보장치를 사용함으로써 가장 중요하며 문제점이라고 할 수 있는 GPS와 RF 방식에서 거리와 열차속도, 방향 인식 문제에 대해서 알아보았다.

- 1) GPS 상태에서의 송신기와 수신기의 거리인식, 열차속도 그리고 방향 인식은 큰 문제점이 없었다.
- 2) RF 상태에서의 송신기와 수신기의 거리를 정확히 인식하는 것은 불가능 하지만, 경보발생 인식 지점인 2km 부근에서 인식 가능하였다.

- 3) RF 상태에서 열차 접근에 따른 경보 발생 변화는 RF 주파수 세기에 의해 구분 가능하였다.
- 4) RF상태일 때 열차의 방향인식(상행선, 하행선)은 불가능 하지만, 별도의 경보음을 두어 상행선, 하행선 인식 못함을 알 수 있도록 하였다.

참고문헌

1. E. J. Krakiwsky, "A Kalman filter for Integration of Dead Reckoning, Map Matching and GPS Positioning", IEEE Position Location and Navigation Symposium, 1988.
2. B.W. and Enge, "Differential GPS(Global Positioning System): Theory and Application", Vol. II, Parkinson, 1996
3. 이성국, "GPS Technology & Market Analysis", 한국전자통신연구원, 2001.
4. 과학기술정보연구소, "GPS수신기 설계기술/성능향상 및 응용시스템 기술분석", Vol.STII910998, 1999.
5. 日本鉄道技術協会, "鉄道と電気技術", Vol. 14~15, 2003.