

엑셀카운터를 이용한 접근 열차의 속도검지 기술연구

A Study on Speed Detection technique of Access Train Using Axle Counter

김유호*, 이수환*[†], 이수주*, 정애린*You-Ho Kim*, Soo-Hwan Lee*[†], Soo-Ju Lee*, Ae-Ran Jung*

Abstract In this paper, we have studied the technique of speed detection of access train by using an Axle counter used in a train approach indicator. Basically, the Train Approach Indicator uses an Axle counter to identify the location of a train accessing and raises the alarm. However, according to accessing train speed, the approach times to the work place are different from each other, so that the alarm time may become longer. Therefore, it is aimed to detect the speed of approaching train and apply it to the alarming function. In the case of an Axle counter, one device uses a magnetic field generated by two sensors to identify the position of a train. In this case, the operating time and the and the frequency of the generated two sensors are analyzed to draw the speed of approaching train.

Keywords : Train Approach Indicator, Axle counter, sensor, speed

초 록 본 논문에서는 열차접근확인보조장치에 사용되는 엑셀카운터를 활용하여 접근열차의 속도를 검지하는 기술을 연구하였다. 기본적으로 열차접근확인보조장치는 엑셀카운터를 이용하여 접근하는 열차의 위치를 파악하여 작업자에게 경보를 울리는 기능을 수행한다. 그러나 접근하는 열차의 속도에 따라 작업장소까지 접근하는 시간이 서로 상이하여 경보시간이 길어질 수 있다. 따라서 접근하는 열차의 속도를 검지하여 이를 알람을 울리는 기능에 적용하는 데 목적이 있다. 엑셀카운터의 경우 한 개의 장치가 두 개의 센서를 이용하여 발생하는 자장을 이용하여 열차의 위치를 파악한다. 이때 발생하는 두 개 센서의 동작 시간 및 발생 주파수의 크기를 분석하여 접근하는 열차의 속도를 검출하도록 하였다.

주요어 : 열차접근확인보조장치, 엑셀카운터, 센서, 속도

1. 서 론

현재 선로 작업자들은 열차 접근 경보기를 통해 열차 접근을 검지하여 경보를 통해 안전 확보를 할 수 있다. 그러나 접근하는 열차의 속도에 따라 작업장소까지 시간이 서로 상이하여 경보시간이 길어질 수 있다. 소음으로부터 민간인을 보호하기 위해 경보가 울리는 시간을 제한할 필요가 있다.

엑셀카운터는 궤도회로 방식 중 하나로써 한 개의 장치가 두 개의 센서를 이용하여 발생하는 자장을 이용하여 열차 점유 여부를 확인한다. 이 때 발생하는 두 개 센서의 동작 시간 및 발생 주파수의 크기를 분석하여 접근하는 열차의 속도를 도출할 수 있다면, 엑셀카운터의 기능 확대효과를 기대할 수 있다.

[†] 교신저자: (주)에이알텍(ksjsh1@naver.com)

* (주)에이알텍

2. 본 론

2.1 액셀카운터

2.1.1 H/W 구조

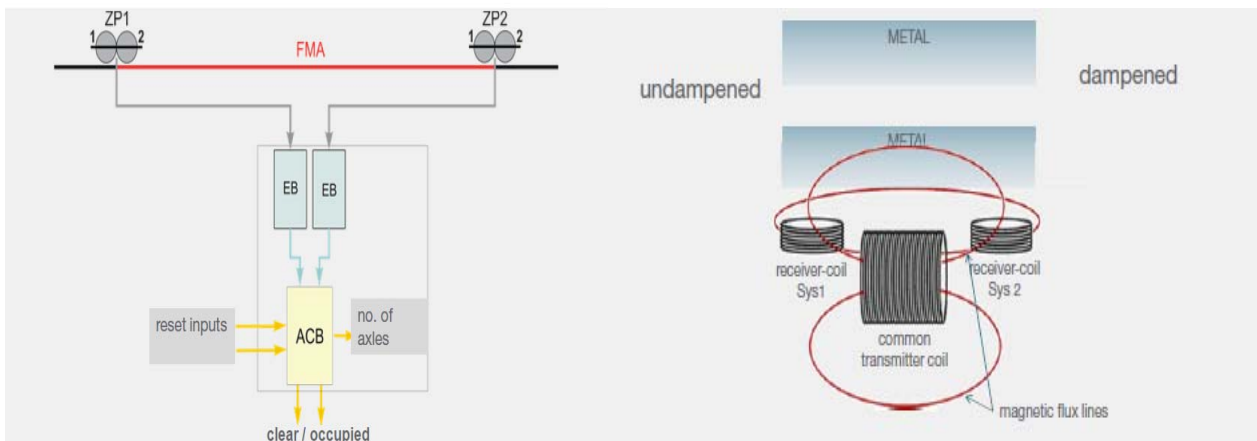
선로변 장비는 크게 counting unit, wheel sensor RSR(센서), rail claw SK(클램프식 레일부 센서 고정장치), trackside connection box GAK(접속함)으로 구성된다.

SK는 독일어로 Rail Claw의 약자이다. 선로에 휠 센서를 취부하는 방법은 크게 2가지가 있는데 용접과 클램프식으로 나뉜다. Rail Claw SK는 클램프식으로 탈부착이 용이하다는 장점이 있다.

GAK(Trackside connection box)는 현장의 휠 센서와 실내 ABP를 연결시켜주는 접속함이다.

2.1.2 기능 및 동작

Principle of axle counting system



액셀카운터는 포인트와 포인트에 설치된 센서의 위를 지나는 차축의 개수를 카운터 함으로써 열차 점유 유, 무를 감지한다. 기본적으로 선로변에 설치되는 장치와 실내에 설치되는 장치로 나누어 진다. 회색실선박스 안에 있는 장치(EB, ACB 등)들은 실내장치이다. 선로변 장치인 ZP1(RSR=휠센서)에서 차축을 카운터 하면 감지 정보가 EB(Evaluation board - 시그널 정보를 디지털 정보로 변환하는 장치)를 거쳐 ACB(Axle counting Board)에서 점유(Occupied)상태를 나타낸다. 이후 ZP2에서는 차축을 카운터 하여 카운터 횟수만큼 -(마이너스)로 카운터 되는데 감지 정보가 ZP1에서 +(플러스)된 것만큼 -(마이너스)가 되면 ACB에서 Clear상태를 나타낸다. 이 때 센서는 고장의 염려와 안전성의 강화를 위하여 동일한 두 개의 센서를 한 세트로 한다. 만약, 점유(Occupied) 후 전원이 다운되었다 복구될 경우 이전 점유정보는 기억하지 못하나 전기 다운과 동시에 릴레이 오픈 상태가 되어 항상 점유(Occupied)상태가 된다. 리셋 버튼으로 점유(Occupied)상태를 Clear상태로 바꿀 수 있는데 실제 Clear상태인지 확인하고 진행한다. 이 때 리셋은 단순히 점유(Occupied)상태를 Clear

로 만드는 의미로만 해석한다.

자기장을 만들어주는 transmitter coil이 있고, 자기장 receiver-coil Sys1과 Sys2가 있다. ABP(Axle counting BackPlane)에 멀티테스터기를 연결하여 전류를 측정하면 0.346mA가 측정된다. 휠 센서는 메탈만을 감지하는데 위로 메탈이 지나가면 전류가 낮아진다. 실제 열차 차축과 작업용 수레(메탈류 이물질)를 구분하는데에는 Sys1과 Sys2의 감지 오버랩 영역이 있을 때 차축으로 인정한다.

따라서 한 개의 감지기에는 두 개의 센서가 동작하므로 각 센서에서 감지한 열차시간과 센서간의 거리를 활용하여 순간속도를 도출할 수 있다.

	<p>차축이 두 개의 센서(Sys1 또는 Sys2)를 지나면 Trigger level 의 ON/OFF정보는 일단 저장된다. 그래프가 ON을 지나면 Sys1는 감지를 인정한다.</p>
	<p>차축이 Sys1과 Sys2의 사이를 지나게 되면 두 시스템에 오버랩 부분이 생기게 된다. 이 부분이 카운터의 근거가 된다.</p>
	<p>차축이 Sys1과 Sys2 모두 카운터 1을 체크하고 둘 사이에 오버랩을 만들며 지나가면 감지기의 카운터 1이 올라간다.</p>

2.2 열차검지원리

2.2.1 한 개의 검지기를 이용한 순간속도 분석

열차의 순간속도를 검지하기 위해 오송트램시험선에 설치된 한 개의 검지기에 두 개의 센서에서 순간적으로 검지한 정보를 분석하였다.

Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:019	Label:	Data:2	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:020	Label:CRC-Code	Data:0xD8	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:022	Label:Software V	Data:41	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:024	Label:Diagnose	Data:1	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:026	Label:Radsensor	Data:1	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:027	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:028	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:029	Label:Seriennum	Data:'0'	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:030	Label:Seriennum	Data:'0'	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:031	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:032	Label:Diagnose	Data:217	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:080	Label:Summenzä	Data:18	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:082	Label:Zähler 4-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:084	Label:Zähler 4-Fl	Data:18	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:086	Label:Zähler 1-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:088	Label:Zähler 1-Fl	Data:72	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:134	Label:Analogwer	Data:2416	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:136	Label:Analogwer	Data:2402	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:000	Label:Diagnose I	Data:2	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:002	Label:Bezeichnun	Data:'T'	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:003	Label:Bezeichnun	Data:'M'	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:004	Label:Bezeichnun	Data:'C'	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:005	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:006	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:007	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:008	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:009	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:010	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:011	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:012	Label:Typennum	Data:13	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:014	Label:Gerätestan	Data:3	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:016	Label:	Data:73	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:017	Label:	Data:244	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:018	Label:	Data:220	Date:2015-10-31	Time:09:32:24

한 개의 검지기를 이용하여 순간속도를 검지할 경우 열차의 순간 통과시간 계산은 1초 (09:32:24)에 검지기 WS4가 2번(검지확인 : Data:1) 검지하였다. 따라서 1초에 총 34번의 카운트가 발생되므로 소요시간은 1/34[s]라고 할 수 있다.

한 개의 검지기에 두 개의 센서(sys1, sys2)의 간격은 13[cm]로, 이 부분을 열차가 통과한 속도는 아래와 같다.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.13[m]}{\frac{1}{34}[s]} = 4.5[m/s] = 15.9[km/h]$$

동일한 방법으로 다른 시간대의 계산은 아래와 같다.

Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:088	Label:Zähler 1-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:134	Label:Analogwer	Data:2417	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:136	Label:Analogwer	Data:2403	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:000	Label:Diagnose	Data:2	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:002	Label:Bezeichnun	Data:'T'	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:003	Label:Bezeichnun	Data:'M'	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:004	Label:Bezeichnun	Data:'C'	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:005	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:006	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:007	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:008	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:009	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:010	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:011	Label:Bezeichnun	Data:' '	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:012	Label:Typennum	Data:13	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:014	Label:Gerätestan	Data:3	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:016	Label:Seriennum	Data:4803	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:020	Label:CRC-Code	Data:0xD8	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:022	Label:Software V	Data:41	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:024	Label:Diagnose	Data:1	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:026	Label:Radsensor	Data:1	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:027	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:028	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:029	Label:Seriennum	Data:'0'	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:030	Label:Seriennum	Data:'0'	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:031	Label:	Data:255	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:032	Label:Diagnose	Data:81	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:080	Label:Summenzä	Data:0	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:082	Label:Zähler 4-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:084	Label:Zähler 4-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:10:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:086	Label:Zähler 1-Fl	Data:0	Date:2015-10-31	Time:10:32:23

마찬가지로, 10:32:23에는 엑셀카운터 WS4가 총 31번이 카운트 되었고, 그 중 열차가 점 유된 상태는 총 2번이었다. 열차가 엑셀카운터를 지나간 순간의 속도는

$$v = \frac{0.13[m]}{\frac{1}{31}[s]} = 4[m/s] = 14.4[km/h]$$

임을 알 수 있다. 따라서 2번의 분석을 통하여 유사한 것을 확인할 수 있다.

2.2.2 한 개의 검지기를 이용한 열차통과속도 분석

다른 방법으로, 아래의 데이터 로그에서 두 개의 센서 sys1(ch:1)과 sys2(ch:2)를 열차 1편성이 완전히 통과하는 시간은 6초인 것을 알 수 있다. 오송트램시험선에 설치된 트램 1편성의 길이(첫 바퀴에서 마지막 바퀴까지의 거리)는 28.6[m]이다.

Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:018	Label:	Data:220	Date:2015-10-31	Time:09:32:24
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:2	Adr:032	Label:Diagnose	Data:215	Date:2015-10-31	Time:09:32:30

열차 1편성이 완전히 통과할 때의 속도를 구하면,

$$v = \frac{(28.6 + 0.13)[m]}{6[s]} = 4.79[m/s] = 17.24[km/h]$$

임을 알 수 있다.

Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:1	Adr:086	Label:Zähler 1-FI	Data:0	Date:2015-10-31	Time:17:32:23
Diag_id:00002	ID:4083	Device:IM	Type:013	GS:GS03	Trackinfo:WS4	ch:2	Adr:032	Label:Diagnose	Data:151	Date:2015-10-31	Time:17:32:29

위와 같이 다른 시간대를 살펴본 결과, 같은 엑셀카운터 WS4를 열차 1편성이 통과하는 시간은 6초로 동일하므로 속도는 17.24[km/h]로 추정할 수 있다.

3. 결론

오송트램시험선에서 분기부에서의 속도는 20[km/h]이하로 감속하게 되어있다. 한 개의 검지기를 이용하여 순간속도와 열차통과속도를 분석한 결과, 순간속도는 센서1과 센서2에서 순간적으로 검지된 정보를 근거하여 열차속도를 15.9[km/h]와 14.4[km/h]로 분석하였으며 평균값은 15.15[km/h]로 산정하였다. 그리고 열차통과속도는 센서1과 센서2 사이를 열차가 통과하는 시간을 근거로 속도를 산출하였으며 17.24[km/h]로 산정하였다. 따라서 두 개의 계산식의 오차값은 $17.24[km/h] - 15.15[km/h] = 2.09[km/h]$ 이다. 두 가지 방법의 평균값은 16.195[km/h]이고 오차값은 2.09[km/h]이므로 오차율 12% 수준에서 속도를 추정할 수 있다.

두 가지 방법의 분석을 통해 엑셀카운터를 이용하여 접근열차의 속도를 검지할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이를 활용한다면 접근하는 열차의 속도를 검지할 수 있을 것이고 더 나아가 경보가 울리는 시간을 단축할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] ARTech Co., Ltd, "Performance improvements and Development of Advanced Design Technology for Safety System overseas business trip report", 2016
- [2] Frausher, "ACS 2000 Universal axle counting system", 2016
- [3] Frausher, "Wheel Detection", 2016
- [4] Frausher, "Mounting, commissioning and maintenance manual wheel sensor type RSR123", 2015
- [5] Frausher, "Mounting and Commissioning of wheel sensor type RSR180", 2006