

Más protección contra colisiones con el sistema sin infraestructura Train Collision Avoidance System (TrainCAS)

by Karl-Gerhard Haas

Aunque los trenes vayan equipados de PZB, ETCS y otras medidas de seguridad similares las colisiones de trenes en el mundo siguen siendo hoy en día una triste realidad.

El sistema TrainCAS - desarrollado por el Centro Aeroespacial Alemán (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. - DLR) y su spin-off "Intelligence on Wheels" evita posibles colisiones - con costos asumibles por cada vehículo y sin necesidad de inversiones en las ferrovías.

Desde 2016 demuestra su eficacia en la red de 140 kilómetros de la empresa ferroviaria Harzer Schmalspurbahn (HSB).

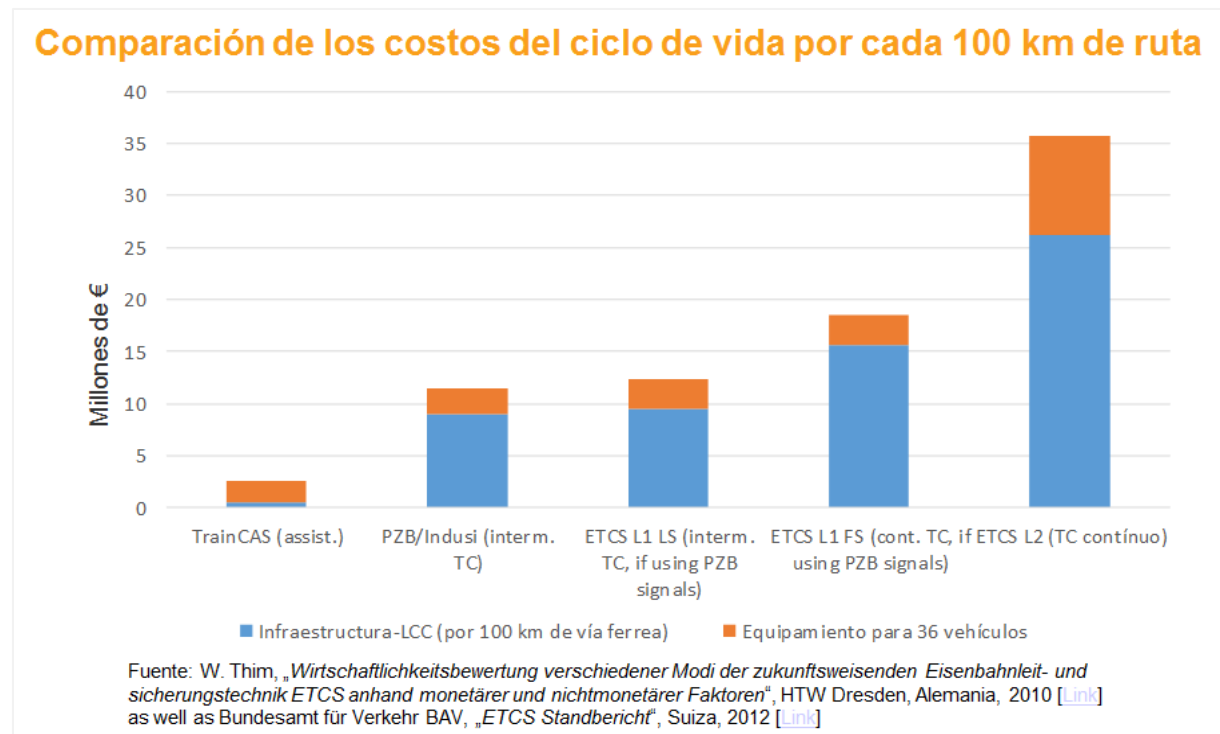
1 Los sistemas de seguridad convencionales carecen de visión general

Los sistemas de protección de tren implantados están diseñados para un funcionamiento según las normas y se basan en que el personal actúe en cada momento estrictamente según el reglamento. Pero tienen un defecto inherente. El sistema alemán PZB (equivalente al sistema ASFA) como equipamiento mínimo obligatorio y sistemas similares de otros países evitan que se salten señales de stop. Pero en caso de averías o de otros problemas de funcionamiento como obras de construcción, el personal puede puentear los sistemas de seguridad perdiendo la función protectora de la misma. Los maquinistas de locomotoras no saben que otros vehículos se encuentran en la cercanía. En el diagrama de vías, los dispatcher pueden ver qué partes de línea están ocupadas - sin embargo, esta visión general es bastante abstracta y registra a causa de errores humanos o mal funcionamientos ocupaciones erróneas que pueden llevar a posibles colisiones. En muchas de las antiguas estaciones de ferrocarril no hay dispositivos para informar el despeje de vía.



La pantalla inteligente proporciona al maquinista de locomotora información detallada sobre posibles peligro en la ruta.

Los sistemas de control más complejos, como el ETCS, ofrecen una mejor protección ante las colisiones de trenes; pero debido a los altos costos, la tecnología sólo se implementa lentamente. En el caso de Alemania, la instalación en las líneas principales se prevé hasta 2034. Además, en caso de mal funcionamiento o fracaso a menudo no existe un segundo nivel de recaída técnica. Los sistemas de protección de trenes establecidos, por lo tanto, claras deficiencias, que con demasiada frecuencia conllevan consecuencias trágicas o al menos causan inmensas repercusiones financieras así como consecuencias operativas.



TrainCAS ofrece a las compañías de ferrocarriles de línea secundaria la oportunidad de aumentar significativamente la seguridad en la red con una inversión mínima.

2 modelos a seguir de la aviación

Más protección contra las colisiones se obtiene gracias a tecnologías modernas e inteligentes que funcionan independientemente de la infraestructura a lo largo de las vías y que avisan de colisiones inminentes directamente a los maquinistas. El sistema de alerta TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System; Sistema de Alerta de Tráfico y Evitación de Colisiones) es estándar desde hace décadas en el sector de la aviación. Evita colisiones de aviones de manera fiable - cuando, aunque equipados con este sistema, en el 2002 dos aviones colisionaron en Überlingen, fue consecuencia de un error humano y deficiencias en la formación. Sin embargo el TCAS funcionó intachablemente en esta tragedia.

En su forma original, reconoce, por decirlo de manera sencilla, sólo que hay otro avión cerca. En la práctica, por ello, se combina con la Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B, informe automático de posición). Esta tecnología determina, por ejemplo, a través de la navegación por satélite- la posición exacta de un avión y comunica además la altitud, velocidad y otras informaciones a las estaciones terrestres y a todos los aviones cerca. La combinación de TCAS y ADS-B protege contra las colisiones y garantiza a todos los aviones, incluso en la oscuridad o la niebla, una supervisión de su entorno.

3 De la aviación al ferrocarril

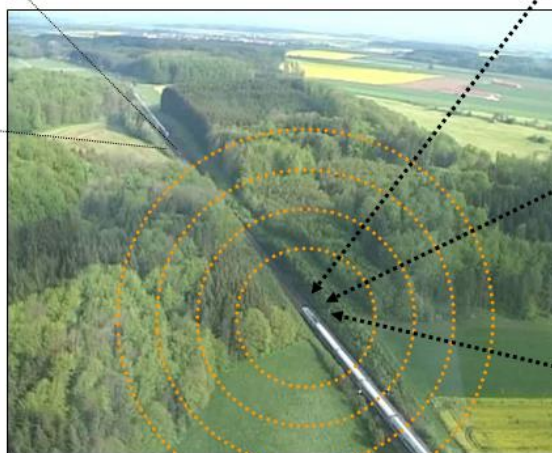
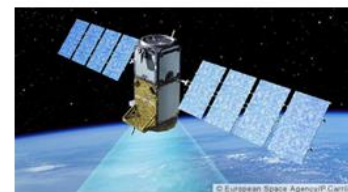
Por lo tanto, si la tecnología demuestra su eficacia en la aviación y los actuales sistemas de seguridad ferroviarias tienen deficiencias, ¿por qué no transferir TCAS / ADS-B al ferrocarril? Es más difícil de lo que parece. Porque los procesos en el tráfico aéreo suelen garantizar una distancia adecuada entre los aviones individuales. La precisión de la navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS) es suficiente para determinar la posición de un avión y advertir a tiempo antes de que dos aviones se acerquen demasiado. Sin embargo, para determinar la ubicación de trenes en ferrovías con muy poca distancia entre ellas, que recorren paralelos a lo largo de grandes distancias, los actuales sistemas de satélite no tienen suficiente resolución. Otro obstáculo de la misma magnitud para la notificación exacta de la posición de los vehículos ferroviarios por medio de la navegación por satélite suponen los túneles, aquí las señales de radio del espacio no alcanzan.

Todos los problemas mencionados pueden ser resueltos con soluciones adecuadas basadas en comunicación por radio y con sensores adecuados. Para el problema de los túneles se ha encontrado una solución en TrainCAS mediante la combinación de diferentes sensores y un mapa de ruta electrónica que también satisface las altas exigencias del sector ferroviario. El alcance de la tecnología de comunicación por radio está calculado de tal manera que incluso los trenes de alta velocidad reciben un preaviso a tiempo.

Otra novedad también es el análisis de datos distribuido- el vehículo ferroviario sabe con la ayuda de sus propios sensores donde está y a través de una radiocomunicación con los otros trenes, donde se encuentran los demás y a qué velocidad y en qué dirección se dirigen.

Sistema de Anticolisión Ferroviaria

- Desarrollado por el Centro Aeroespacial Alemán
- Transferencia del Sistema de Anticolisión para Aeronaves TCAS a aplicaciones ferroviarias



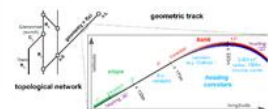
GPS/Galileo/EGNOS

+



Sensores
(IMU, Mag, ...)

+



Mapa Electrónico

Los sensores y los datos de ruta de alta precisión en las unidades TrainCAS en los vehículos superan las restricciones del GPS y permiten una localización exacta - incluso en líneas de varias vías y en túneles.

Algoritmos sofisticados y hardware integran la información obtenida por los sensores y de la radiocomunicación para crear una imagen de situación fiable directamente en la locomotora. La máxima prioridad es que el sistema de alerta detecte de forma fiable peligros de colisiones, pero no

produzca falsas alarmas, ya que éstas podrían llevar a que el personal de la locomotora en poco tiempo ya no tomase en serio las alarmas.

4 TrainCAS en detalle

TrainCAS utiliza cuatro tecnologías para determinar su posición:

- 1) una base de datos digital de alta precisión almacenada en el sistema a bordo con todos los datos geográficos relevantes del recorrido,
- 2) una unidad de medida inercial (Inertial Measurement Unit, IMU). Sus sensores miden las revoluciones y la aceleración del tren en cada una de las tres ejes del vagón,
- 3) un sensor para detectar el campo magnético terrestre,
- 4) un receptor de navegación por satélite multiconstelacional, que puede utilizar todas las señales de posicionamiento por satélite disponibles - GPS, Galileo, Glonass y Beidou, así como sistemas complementarios como EGNOS o WAAS.

La base de datos de la red férrea y la IMU son los componentes centrales del sistema de localización de TrainCAS, ya que sólo la combinación de ambos consigue la localización precisa y fiable de un vehículo ferroviario - incluso pasando por el túnel del Gotardo. Si se quiere introducir el sistema en una línea de ferrocarril, Intelligence on Wheels genera informaciones geográficas de la red basandose en imágenes de satélites, complimentando las mismas con una base de datos digital de los recorridos de las ferrovias y combinandola con un plano exacto de la ruta (es decir, ¿dónde están los agujas de cambio de vía/encrucijadas?; ¿Qué rutas puede tomar un vehículo ferroviario?). Después se instala una unidad TrainCAS en una locomotora que circula en modo de aprendizaje por las ferrovias - estos recorridos de aprendizaje no interrumpen la operación normal en la red. En estos recorridos el sistema compara los informaciones de la base de datos con los datos reales de la ruta obtenidos por los sensores y así precisa las informaciones de la base de datos topográficos. Los vehículos ferroviarios equipados con TrainCAS determinan con precisión su posición actual mediante los sensores y las mapas de ruta. Para evitar colisiones aparte de estos datos es imprescindible que las locomotoras y trenes que esten en la red se intercambien permanentemente las informaciones sobre su ubicación actual.



En los túneles, los sistemas basados en satélites, como el GPS, se encuentran con sus límites. Como en TrainCAS los diferentes sensores y la base de datos de la vía se combinan de tal manera para los trenes puedan ser localizados de forma fiable en la red vial.

La tecnología de la comunicación es, por lo tanto, el segundo elemento clave de TrainCAS. Utiliza la radio troncal digital TETRA (Terrestrial Trunked Radio), que fue concebida para ser utilizado por las autoridades públicas, y organizaciones con funciones de seguridad (BOS). El modo TETRA utilizado por TrainCAS está disponible en su totalidad sin mástiles de transmisión a lo largo de la vía. Cada vehículo transmite y recibe en una banda de frecuencias comprendida entre 380 y 470 MHz - con la radio BOS es posible un alcance de 40 kilómetros. La inteligencia de TrainCAS reside en su desarrollado método de acceso a los canales - similar al El ADS-B de la industria de la aviación anteriormente mencionado. También el sistema de alerta de Intelligence on Wheels tiene el reto de garantizar una transmisión de información segura y fiable incluso en condiciones difíciles. Para la solución desarrollada para TrainCAS la Intelligence on Wheels recibió en 2016 el premio "International Critical Communications Award" (ICCA).

5 La implementación práctica - así es el hardware

Los dispositivos TrainCAS fabricados hasta ahora para el uso en los vehículos ferroviarios se basan en hardware homologada para ferrocarriles que cumple la norma EN 50155. Su centro consiste en un PC especialmente robusto integrado en la unidad. La única interfaz - certificada sin efecto retroactivo - con el vehículo ferroviario es la alimentación eléctrica, por lo que se puede excluir la posibilidad de que se produzcan interferencias por o a la red de abordo. Para las locomotoras de vapor de la HSB se ha equipado TrainCAS con baterías de alta calidad incluido controlador de carga. Dado que las locomotoras de vapor no tienen una fuente de alimentación eléctrica adecuada las baterías son cargadas en la red eléctrica de 230 voltios durante la noche. Toda la instalación tecnológica estacionaria se monta en una carcasa de 19 pulgadas.

En el caso más sencillo, un dispositivo de señalización acústica avisa al personal de la locomotora de una colisión de tren inminente; opcional está disponible un display inteligente que muestra al conductor informaciones más detalladas sobre la situación del tráfico. Se puede conectar mediante un conector M12 y un cable de red industrial con la unidad principal. Alternativamente se ofrecen unidades portátiles del tamaño de un Tablet PC - por ejemplo, para recorridos de maniobras y vehículos huéspedes. Todos los sensores están localizados en la unidad estacionaria o móvil; para la instalación permanente de TrainCAS sólo es necesario montar las antenas para radio y posicionamiento por satélite. No se precisa mas modificaciones o otras instalaciones.

6 TrainCAS en funcionamiento normal en la Harzer Schmalspurbahnen (HSB)

La HSB (www.hsb-wr.de) funciona durante todo el año por una red de 140 km con 1.000 milímetros de ancho de vía – sobretodo por Sajonia-Anhalt. Al ser un ferrocarril de vía estrecha, la HSB no esta obligada a equipar sus vías con PZB. Sin embargo es obligatorio para las líneas ferroviarias principales de Alemania. No sólo porque cada vez más las vías estrechas se usan principalmente para fines turísticos, sino más bien para el tráfico de cercanías y el transporte de alumnos, se vio la necesidad de más seguridad en esta red siendo en gran parte de vía única. En 2014 se instaló TrainCAS en dos locomotoras a modo de prueba por 12 meses- al principio sin ninguna notificación a los maquinistas de locomotora. El director de operaciones ferroviarias y la autoridad reguladora responsable quería en primer lugar evaluar los datos y avisos determinados por TrainCAS. Sólo después de que la HSB no tenía que reportar falsas alarmas durante durante el período de prueba de un año, se ordenó el equipamiento de todos los 31 vehículos con el sistema, y además se adquirió cinco unidades móviles para vehículos de huéspedes. Además, se instaló cinco balizas de control a lo largo de la vía, con las que se puede controlar la fiabilidad funcional del equipo TrainCAS. En redes ferroviarias orientadas al turismo los amantes de los ferrocarriles se encuentran en las estaciones de tren a lo largo de las vías y porque se realizan encuentros de trenes y salidas paralelas, el TrainCAS está desactivado intencionadamente en las estaciones de la red de HSB. La intención de los operadores ferroviarios es que los maquinistas vigilen su entorno. Un ferrocarril de vía estrecha exige mayor requerimiento a la

localización de vehículos ferroviarios exacta de vía que una red de vía de ancho estándar. Aun así TrainCAS aquí funciona de forma precisa y fiable.



En las locomotoras de vapor del HSB, la electrónica del TrainCAS se encuentra detrás del tender. Una carga de batería es suficiente para siete días de funcionamiento.

7 TrainCAS - las oportunidades

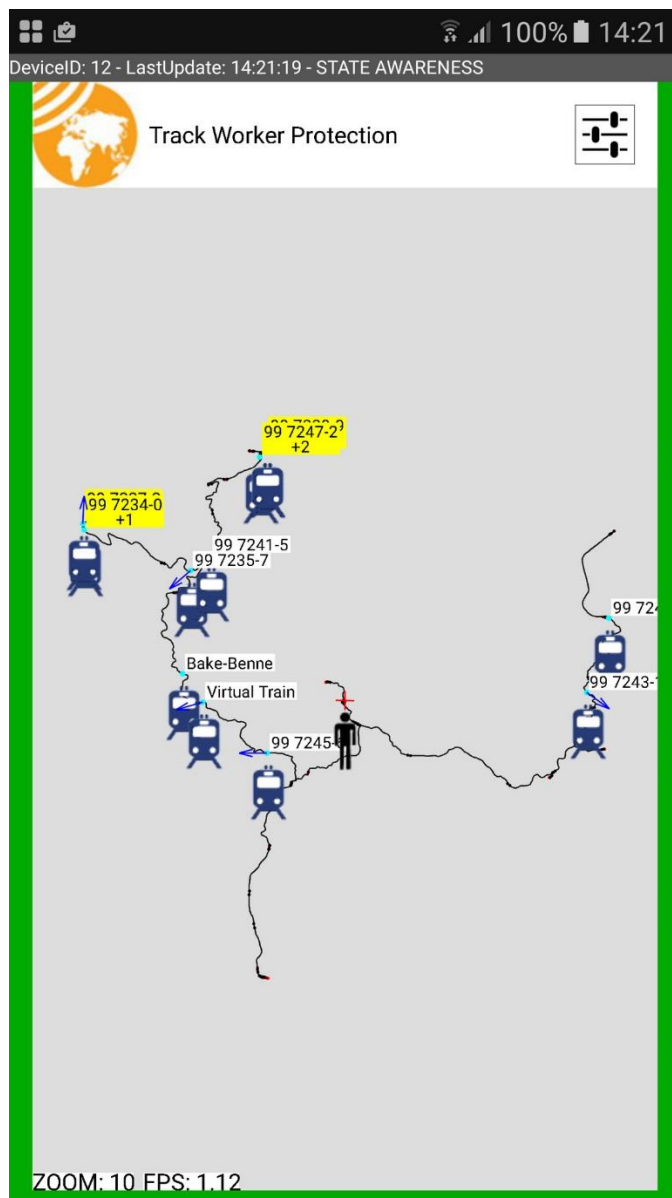
El sistema de seguridad de Intelligence on Wheels protege con inversiones manejables de colisiones de trenes: cuesta alrededor de un 20 % de un equipo con PZB. Sería ideal que todos los vehículos de una red estén equipados con el sistema. Pero ya a partir de la instalación de TrainCAS en los dos primeros vehículos ferroviarios, el tráfico en la red es significativamente más seguro; un equipamiento sucesivo de la flota es posible.

Las unidades son autosuficientes, TrainCAS no requiere ninguna infraestructura a lo largo de las vías ni ordenadores centrales o instancias de control. Gracias a las unidades portátiles incluso el acceso para el uso ocasional de una línea por parte de ferroviarios externos se queda sin discriminaciones y, al mismo tiempo, se aumenta la seguridad.

En rutas que ya están protegidas con un procedimiento establecido, el TrainCAS compensa como sistema de apoyo, generalmente no sujeto a aprobación, la deficiencia, que los sistemas clásicos dejan pendiente -el principal factor de error, el ser humano. Obreros de vías pueden ser advertidos de trenes que se acercan utilizando receptores de mano compactos. TrainCAS proporciona al jefe de estación una visión general de la posición real de todos los vehículos en la ruta. Estos datos también se pueden utilizar para mejorar la información de los pasajeros. Mediante los módulos adicionales disponibles se pueden implementar funciones adicionales, como por ejemplo la supervisión de la integridad del tren.

8 Conclusión

Con TrainCAS se hace realidad de tener un producto idóneo para el uso cotidiano y orientado a la demanda. Cualquier mas mínima colisión de vehículos, cuesta más a los operadores ferroviarios que equipar su flota con unidades TrainCAS. No requiere infraestructura a lo largo de la red vial, por lo que no se precisa mantenimiento, y por lo tanto también esta seguro ante vandalismo y robo. Si se desea y si es operativamente sensato, ofrece a los maquinistas de locomotoras y al personal operador una visión general en tiempo real de la posición de los vehículos en la red ferroviaria.



TrainCAS proporciona una visión en tiempo real de todos los vehículos en la red ferroviaria. Los datos también se pueden utilizar para la información de los pasajeros.

Escritor

Karl-Gerhard Haas

Technikjournalist / Technical Journalist Anschrift / Address: In den Gärtlesäckern 32, D-70771 Leinfelden-Echterdingen

E-Mail: kqisit@arcor.de

(Original article published in „Signal und Draht“ in September 2018)