

## فرمول بندی استاندارد داده‌های اینترلاکینگ به روش RailML

(مطالعه موردی: ایستگاه زواره محور تهران - بافق)

مقاله پژوهشی

ندا شایان، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
محمد علی صنبدیزاده\*، دانشیار، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sandidzadeh@iust.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۳/۰۹ - پذیرش: ۹۸/۰۸/۰۵

صفحه ۷۲-۶۳

### چکیده

در صنعت ریلی به منظور کاهش هزینه‌های مهندسی سیستم‌های اینترلاکینگ نیاز به ساده سازی تبادل اطلاعات فنی بین سهامداران وجود دارد. RailML یک ابزار IT متن باز است که هدف آن استاندارد سازی تبادل داده‌ها در فرآیندهای ریلی مختلف است. فقدان استانداردهایی برای ساختارها و پروتکل‌های داده‌ها نیاز به طراحی و نگهداری چندین واسط بین برنامه‌های کاربردی را ایجاد می‌کند. این رویکرد ناکارآمد، زمان بر و هزینه بر است. الزامات مختلف و نواحی جدید اینترلاکینگ مانع اتوماسیون کامل زنجیره طراحی مهندسی می‌شود. RailML بر اساس زبان نشانه گذاری قابل توسعه است و از طرح XML برای تعریف ساختار تبادل داده جدید برای تعامل داده‌ها میان برنامه‌های کاربردی راه آهن استفاده می‌کند. در این مقاله از زبان نشانه گذاری استاندارد RailML به عنوان اساس و فرمت تبادل برای فرمول بندی مسیرهای ایمن ایستگاه زواره محور تهران - بافق استفاده شده است. که از فرمول بندی مسیرهای ایمن آن در طراحی و تست می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: RailML، اینترلاکینگ، سوزن، مسیرسازی

### ۱- مقدمه

امروزه یکی از ابزار حمل و نقل ضروری انسان، حمل و نقل به وسیله قطار می‌باشد. از زمان توسعه این وسیله نقلیه در صنعت، پیشرفت‌های زیادی در این زمینه در کشورهای مختلف توسط دانشمندان و پژوهشگران صورت گرفته است. با وجود پیشرفت‌های زیاد و غیر قابل انکار در این صنعت، همانند سایر علوم کاستی‌هایی نیز وجود دارد. یکی از زبان‌های استاندارد تبادل اطلاعات در قالب یک فرمت خوانا و مشخص بین کشورها، روش RailML بر اساس زبان برنامه نویسی XML می‌باشد. این روش در سال ۲۰۰۲ میلادی در کشور هلند و آلمان معرفی شد و تاکنون نیز پیشرفت‌هایی در این زمینه صورت گرفته است. در صنعت راه آهن لازم است سوزن‌ها و

سیگنال‌های یک مسیر توسط مرکز کنترل تنظیم شوند که به این پدیده در اصطلاح interlocking گفته می‌شود. در این مقاله به فرمول بندی داده‌های اینترلاکینگ RailML مسیر تهران - بافق پرداخته شده است. ساده سازی تبادل اطلاعات اینترلاکینگ به صورت قابل خواندن توسط ماشین و استاندارد همچنین کاهش هزینه‌های مهندسی اینترلاکینگ ضروری است (T. Report, M. Til, and M. Bosschaart, 2013). ایمنی بهره‌برداری از قطار، اولین نیازمندی سیگنالینگ و اینترلاکینگ است. سیستم‌های سیگنالینگ بلاک ثابت، با اجازه حضور یک قطار در یک بخش بلاک بین دو سیگنال متوالی، قطارها را در یک فاصله ثابت نگه می‌دارند و امکان حرکت

است که واسط بین برنامه‌های IT مختلف مشخص نبود. ابتکار سازمان RailML در سال ۲۰۰۲ به منظور ایجاد یک واسط پی برده شد تا برنامه‌های مختلف راه آهن بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. نتیجه یک زبان نشانه گذاری ریلی RailML شده است که یک قالب تبادل داده جهانی ارایه می‌دهد. استاندارد RailML توسط مدیران زیر ساخت، شرکت‌ها و مؤسسه‌های آکادمیک توسعه یافته است. مشخصات RailML شامل ۴ زیر طرح اصلی زیر ساخت، جدول زمانی، ناوگان و اینترنت‌کنینگ است. RailML مورد استفاده مستقیم RailTopoMODEL دیده می‌شود.

## ۲- تشریح زبان XML و RailML

Xml یک زبان نشانه گذاری است که مجموعه‌ای از قوانین را جهت رمزگذاری سندها در قالبی که هم قابل خواندن توسط انسان و هم قابل خواندن توسط ماشین (کامپیوتر) باشد، تعریف می‌کند. markup اطلاعاتی است که به سند اضافه می‌شود و مفهوم آن را به روش‌های خاصی افزایش می‌دهد و در آن بخش‌ها و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر تعریف می‌شود. به طور خاص، یک زبان نشانه‌گذاری مجموعه‌ای از نمادهایی است که می‌تواند در متن یک سند قرار داده شود تا قسمت‌هایی از آن سند را نشانه گذاری و برچسب گذاری کند. XML یک زبان برنامه ریزی نیست زیرا هیچ گونه محاسبات یا الگوریتمی انجام نمی‌دهد و معمولاً در یک فایل متنی ساده ذخیره می‌شود و توسط نرم افزار خاصی که قادر به تفسیر XML است مثل نرم افزار ++Notepad، پردازش می‌شود.

### ۱-۲ ویژگی‌های فایل XML

(۱) ساختار XML: یک فایل XML از یک ساختار سلسله مراتبی پیروی می‌کند که در آن هر root element ممکن است شامل انواع sub element باشد. هر sub element خودش ممکن است شامل sub elements باشد.  
(۲) نسخه و کدگذاری XML: سند XML یک معرفی دارد که به صورت زیر نوشته می‌شود:  
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>  
کد فوق نسخه XML و کدگذاری کاراکتر به کار رفته در سند را مشخص می‌کند.

قطارها با سرعت مشخص را فراهم می‌کنند و در صورتی که قطارها از سرعت تعریف شده فراتر روند، ترمز اضطراری توسط سیستم حفاظت اتوماتیک قطار (ATP) فعال می‌شود. سیگنالینگ و ATP حرکت‌های ایمن قطار را بین ایستگاه‌ها تضمین می‌کنند. در ایستگاه‌ها یا تقاطع‌ها ما به یک سیستم اینترنت‌کنینگ نیاز داریم که سوزن‌ها و سیگنال‌ها را به منظور حرکت ایمن قطارها تنظیم کند. یک مسیر شامل عناصر زیر ساخت، بخش‌های تشخیص خط مثل مدار راه‌ها و محور شماره‌ها، عناصر متحرک مسیر مثل سوزن‌ها، سیگنال‌ها می‌باشد که جهت حرکت قطار از یک سیگنال به سیگنال بعدی تنظیم و قفل می‌شوند.

مراحل فراخوانی مسیر بین سیگنال‌ها:

- ۱- رزرو کردن بخش‌های آزاد متوالی با استفاده از عناصر تشخیص خط مثل مدار راه یا محور شمار
  - ۲- قفل کردن سوزن‌ها در یک جهت (مثلاً در جهت مستقیم یا راست/چپ) به منظور حرکت ایمن قطارها
  - ۳- تنظیم نماهای صحیح سیگنال‌ها
- در ادامه تحقیقات پژوهشگران در این زمینه آورده شده است. در (K. Gerlach and M. Meyer, 2009) کاترین و همکاران در مرکز هوا فضای آلمان در پیاده سازی یک نقشه دیجیتال برای سیستم موقعیت ایمن با استفاده از استاندارد RailML کار می‌کنند. RailML برای توصیف داده‌های خاص راه آهن بر اساس XML (زبان نشانه گذاری قابل توسعه) گسترش یافته است که برای توصیف داده‌های ساختار سلسله مراتبی به شکل متن طراحی می‌شود. واسط RailML امکان ارتباط آسان برای تبادل اطلاعات برنامه‌های مختلف را فراهم می‌کند. زمینه کاربرد اصلی RailML مربوط به جدول زمانی، ناوگان و زیر ساخت است. در (D. Zentrum, 2016) رامفارت و همکاران یک سری داده‌های شبکه ریلی را برای یک خط به طول 30km در قالب RailML بیان کردند که شامل تراک‌ها سوزن‌ها و سیگنال‌ها/سیگنال‌های ایمنی و کنترل و تعداد زیادی از تقاطع‌ها می‌باشند. شبکه RailML حاصل، از طریق یک ویرایشگر خاص خط می‌تواند اصلاح شود. در مقاله (C. Republic, 2016) سیستم کنترل ترافیک بر اساس تبادل داده بیان شده

معتقد است که یک ابزار IT نیاز است تغییرات را کنترل و ردیابی کند. یک ابزار تبدیل لازم است داده‌های زیرساخت RailML را به پایگاه داده اینترنتی تبدیل کند. ابزار تبدیل می‌تواند عناصر را در طول یک خط مشخص پیدا کرده و روابط بین آن‌ها را تعریف کند. ابزار تبدیل لازم است هر مسیری را با المان‌های ریلی مربوطه پیدا کند. یک پایگاه داده مشکلات بیشتری در دریافت برخی از توصیفات خط در مقایسه با RailML دارد. یک گروه از نمایندگان زمینس، اینفرایل، تالس، سیگنون، آلتوم و گروه پروژه ON-time روی فرمول بندی رسمی یک طرح اینترنتی در RailML کار می‌کنند (RailML.org, 2013b). گروه RailML ساختار اینترنتی را از دیدگاه مسیرهای درخواستی قطار فرمول بندی کردند. نماهای هدف برابر نماهای شروع در سیگنال بعدی است. وابستگی‌های نمای سیگنال نه تنها به نماها بستگی دارد بلکه به پروفایل‌های سرعت نیز بستگی دارد. یک رویکرد چهار گانه به یک روش منطقی بالا به پایین فرمول بندی یک ساختار XML برای RailML منجر می‌شود.

- ۱- تعیین فرآیند اینترنتی مسیر برای سیگنالینگ پیوسته
- ۲- اعمال این فرآیند به یک ناحیه اینترنتی واقعی
- ۳- کشف و فرمول بندی اینکه طرح اینترنتی چه داده‌ها و اطلاعاتی را باید شامل شود.
- ۴- کاهش فرمول بندی به نیازهای اصلی و هماهنگی با تعاریف گروه RailML

### نه گام در فرآیند اینترنتی سیگنالینگ

وقتی که یک قطار تقاضای مسیر می‌کند، سیستم اینترنتی شروع به قفل کردن مسیر می‌کند. با توجه به دریافت یک درخواست برای قفل یک مسیر، سیستم اینترنتی ابتدا بررسی می‌کند که قطار دیگر قبلاً بخشی از مسیر را درخواست کرده است یا نه. در مورد یک خط آزاد، حفاظت جانبی و وضعیت صحیح عناصر متحرک خط، اینترنتی عناصر متحرک خط را به طور برگشت ناپذیر قفل می‌کند. در یک ناحیه اینترنتی یک سیگنال باید وضعیت المان‌های خط و درخواست‌های مسیر قطارها را بداند تا نمای درست سیگنال را نشان دهد. بنابراین فرمول بندی اینترنتی لازم است شامل وابستگی‌های نمای

۳) برچسب XML: یک فایل XML با چند المان XML ساخته می‌شود که گره XML یا برچسب XML نیز نامیده می‌شوند.

هر المان XML با المان‌های شروع و پایان بسته می‌شود.

۴) تو در تو بودن المان‌ها: یک المان XML می‌تواند چند المان XML را به عنوان children شامل شود. برچسب انتهایی یک المان باید هم نام با برچسب شروع باشد.

۵) المان ریشه (root element): یک سند XML می‌تواند فقط یک root element داشته باشد.

۶) ویژگی (Attribute): یک ویژگی المان را با نام و مقدار مشخص می‌کند.

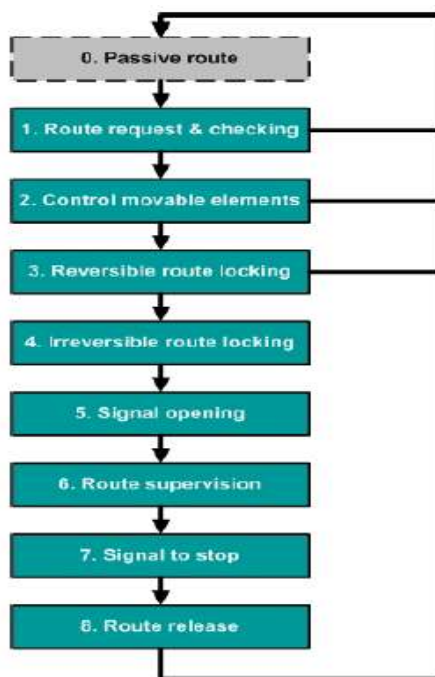
### ۲-۲- زیر المان‌های RailML

ساختار داده RailML با استفاده از طرح XML تعریف می‌شود. مشابه تمام مستندات XML شکل سلسله مراتبی استفاده می‌شود. Root element مادر تمام المان‌های دیگر است. تمام المان‌ها می‌توانند زیر المان داشته باشند. زیر المان‌ها باید به صورت ۲ تایی باشند و به درستی در داخل المان مادرشان به صورت تو در تو باشند. به علاوه تمام المان‌ها می‌تواند ویژگی‌هایی با توصیف جزئیات بیشتر داشته باشند. در مورد RailML، المان ریشه <railml> نامیده می‌شود و شامل سه زیر المان <infrastructure> و <rollingstock> و <timetable> می‌باشد. المان <infrastructure> امکان ذخیره سازی پارامترهای زیرساخت راه آهن را در فایل‌های XML فراهم می‌کند.

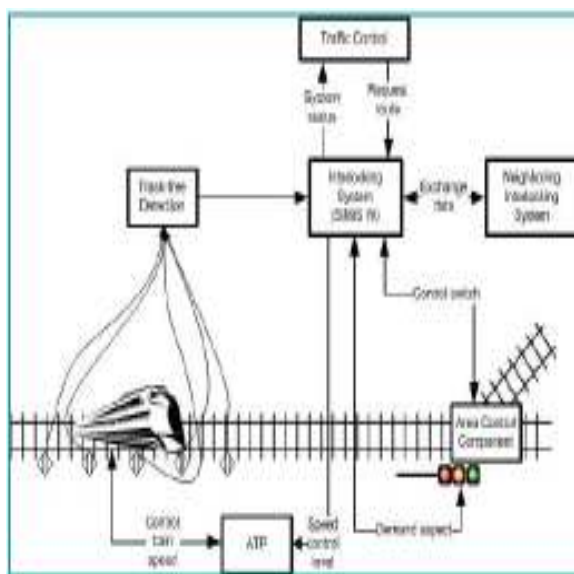
### ۳- فرمول بندی اینترنتی بر مبنای RailML

لهمن و آلبرت (۲۰۰۸) فرمول بندی اینترنتی بر مبنای RailML را به عنوان یک زیر طرح زیرساخت پیشنهاد کردند (F. List, M. Lehmann, T. Albrecht, and T. K. A. De, 2008) آن‌ها قصد دارند روابط بین آن عناصر ریلی را که برای حرکت ایمن قطارها ضروری است در نظر بگیرند. یک مسیر شامل مشخصات خط برای یک بخش خاص و وابستگی‌های متقابل با المان‌های دیگر ریلی است. فرایز (۲۰۰۳) استفاده از یک پایگاه داده اینترنتی به جای یک فرمول بندی اینترنتی در RailML را پیشنهاد کرد. به منظور حداقل سازی احتمال ریسک و ناسازگاری‌ها و استفاده از فایل‌های داده‌ها، Fries

سیگنال باشد. برای حداقل سازی زمان انتظار تقاطع هم سطح سطح بعد از آزاد شدن سیگنال اتفاق می افتد. نظارت بر مسیر دیرتر از درخواست مسیر فعال می شود. فعال سازی تقاطع هم نیز ردیابی دینامیک های قطار را تا انتهای مسیر دنبال می کند.



شکل ۱. گام های فرآیند برای قفل داخلی یک مسیر طبق روشی که یک مسیر را قبل از آزاد شدن سیگنال به صورت برگشت ناپذیر قفل می کند (T. Report, M. Til, and M. Bosschaart, 2013).

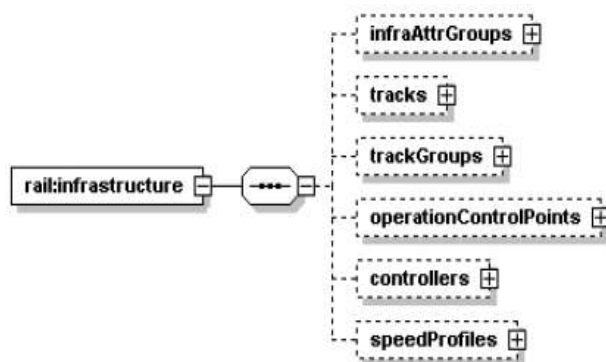


Bosschaart, 2013)

شکل ۲. ساختار سیستم سیگنالینگ هر بلاک یک زیر سیستم را نشان می دهد. هر خط جهت و نوع ارتباط مخابرات داده ها را نشان می دهد (T. Report, M. Til, and M. Bosschaart, 2013).

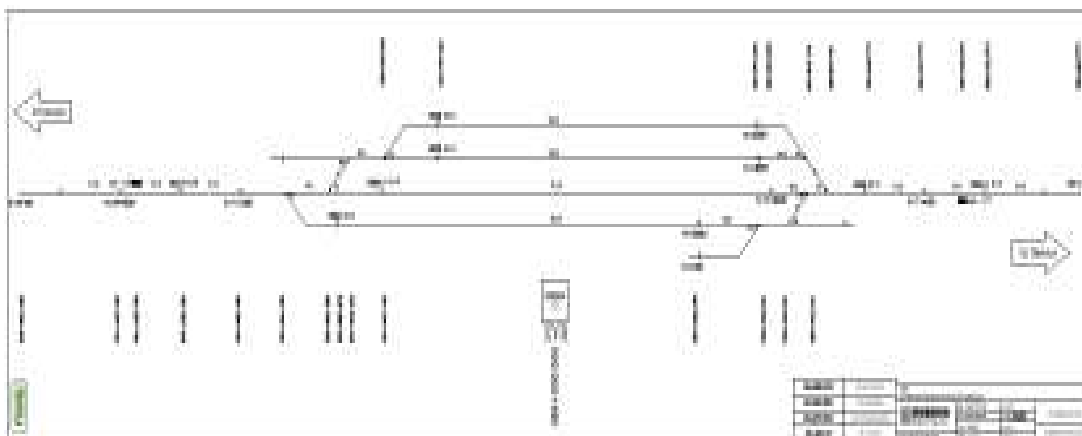
فرمول‌بندی اینترنت‌لایکنگ همچنین وابستگی‌های نمای سیگنال را به منظور تعیین نمای سیگنال شروع نیاز دارد. نمای شروع به نوع سیگنال شروع و سیگنال هدف بستگی دارد. نوع سیگنال شروع کل نماهای ممکن را تعیین می‌کند. یک سیگنال هدف پروفایل سرعت را با توجه به توپولوژی اعمال می‌کند. روش مبتنی بر مسیر، سیستم اینترنت‌لایکنگ را به یک روش جامع فرمول‌بندی می‌کند. به علاوه، روش مبتنی بر مسیر شامل داده‌های تکراری است. روش سیگنال نشان داد که پروفایل سرعت، هدف و نماهای ممکن هر سیگنال برای نشان دادن تمام وابستگی‌های نماهای سیگنال کافی است. در مقابل، روش مبتنی بر مسیر همچنین شامل سرعت‌های حداکثر ثابت و پروفایل سرعت‌ها با نماهای سیگنال مربوطه مسیر می‌باشد. RailML لازم است تمام عناصر متحرک خط را در هر بلاک فرمول‌بندی کند.

ابتدا اینترنت‌لایکنگ نیاز دارد بررسی کند که آیا این مسیر تا حالا با مسیر فعال دیگر ناسازگاری دارد. سیستم اینترنت‌لایکنگ با خواندن وضعیت بخش‌های مدار راه نیاز دارد که اطمینان حاصل کند که هیچ ناوگانی در این مسیر وجود ندارد. دوم، اینترنت‌لایکنگ نیاز دارد که تمام سوئیچ‌ها را در وضعیت صحیح قرار دهد. حفاظت جانبی قطار نیازمند حفاظت از قطارهای دیگر است. بعضی از نواحی اینترنت‌لایکنگ امکان چندین مسیر بین دو سیگنال را فراهم می‌کند. بنابراین اینترنت‌لایکنگ باید تعیین کند که کدام مسیر قفل شود. این کار با یک اولویت مسیر توسط متخصصان اتفاق می‌افتد. وقتی که مسیر نتواند قفل شود برای مثال به علت هم پوشانی، لازم است اینترنت‌لایکنگ مسیرهای دیگر را بررسی کند. اگر اینترنت‌لایکنگ نتواند هیچ مسیر دیگری پیدا کند مسیر را رد می‌کند. یک سیگنال شروع می‌تواند چندین درخواست فعال سازی مسیر داشته باشد.



شکل ۴. شش زیر المان پیچیده المان ریشه زیر ساخت (T. Report, M. Til, and M. Bosschaart, 2013)

- ۱) 'Infrastructure Attribute Groups' بعضی از مشخصات کلی شبکه ریلی را شرح می‌دهد.
- ۲) زیر المان 'Tracks' موقعیت خط و المان‌های مربوطه روی خط مثل سیگنال‌ها را نشان می‌دهد. همچنین زیر المان 'Tracks' نحوه اتصال بخش‌های چندگانه خط را نشان می‌دهد. چون اینترنت‌لایکنگ موقعیت و وضعیت عناصر متحرک خط را لازم دارد، این زیر المان نقش اصلی در فرمول‌بندی اینترنت‌لایکنگ در RailML دارد.
- ۳) هدف 'Trackgroups' دسته‌بندی خطوط در سالن است. این زیر المان زیرساخت ممکن است برای شناسایی روابط بین چندین سیستم اینترنت‌لایکنگ کاربردی باشد.
- ۴) 'Operation Control Points' عناصر زیرساخت را به دلایل عملی کنترل ترافیک دسته‌بندی می‌کند.
- ۵) 'Controllers' امکانات بهره‌برداری ریلی عناصر کنار خط را تعریف می‌کند.
- ۶) زیر المان 'Speed Profiles' شامل پارامترهایی است که سرعت قطار را تعیین می‌کند. سیستم اینترنت‌لایکنگ از طریق نماهای سیگنال با سطوح سرعت ارتباط برقرار می‌کند.



شکل ۵. نقشه ایستگاه زواره محور تهران - بافق

جدول ۱. جدول کنترل مسیر ۱ تا ۴

سیگنال شروع	سیگنال هدف	مدار راه‌ها	تراک‌ها	سوزن‌های مستقیم	سوزن‌های معکوس	سیگنال‌های حفاظت جانبی	سیگنال‌های مسیر غیرمستقیم	سوزن حفاظت جانبی مستقیم
S1/4	S5/2	tcb03 tcb05 tcb08 tcb12 tcb14 tcb15 tcb16	Tp1 TP5 T5/3 Tp4 Tp2 T1/2	P1 P4	P3 P5 P7 P2	S3/2 S1/2 S2/2	B1/B S5/3 S3/3 S1/3 S2/3 S1/1 H1/T	P8
S1/4	S3/2	tcb03 tcb05 tcb07 tcb11 tcb14 tcb15 tcb16	TP1 TP5 T3/3 Tp4 TP2 T1/2	P1 P7	P3 P5 P4 P2	S5/2 S1/2 S2/2	B1/B S5/3 S3/3 S1/3 S2/3 S1/1 H1/T	P8
S1/4	S1/2	tcb03 tcb06 tcb10 tcb15 tcb16	TP1 T1/3 TP2 T1/2	P1 P3 P6 P2		S5/2 S3/2 S2/2	B1/B S5/3 S3/3 S1/3 S2/3 S1/1 H1/T	P8 P5
S1/4	S2/2	tcb03 tcb04 tcb09 tcb13 tcb15 tcb16	TP1 T2/3 TP8 TP2 T1/2	P6 P2	P1 P8	S5/2 S3/2 S1/2	B1/B S5/3 S3/3 S1/3 S2/3 S1/1 H1/T	P5

#### ۴- فرموله‌سازی مسیرها در قالب RailML

یک مسیر شامل عناصر زیر ساخت، بخش‌های تشخیص خط مثل مدار راه‌ها یا محور شماره‌ها، عناصر متحرک مسیر مثل سوزن‌ها، سیگنال‌ها می‌باشد که جهت حرکت قطار از یک سیگنال به سیگنال دیگر تنظیم و قفل می‌شوند.

قوانین اینترلاکینگ:

- اطمینان از خالی بودن مسیر درخواستی به وسیله مدار راه‌ها یا محور شماره‌ها
- قفل عناصر متحرک مسیر مثل سیگنال‌ها، سوزن‌ها و تقاطع هم سطح
- حفاظت جانبی
- جلوگیری از مسیرهای نا سازگار و برخورد‌های مستقیم
- حفاظت هم پوشانی که جهت احتیاط از فراتر رفتن به واسطه لغزش و ترمز ضعیف که به علت امکانات ترمزی ناوگان و تأخیر در عملکرد سیستم ATP اتفاق می‌افتد.

- فعال سازی عمل نظارت بر سرعت توسط ATP

در این قسمت یکی از مسیرهای ایستگاه زواره محور تهران - بافق با در نظر گرفتن نکات ایمنی اینترلاکینگ فرمول بندی شده است. که در آن سیگنال‌های شروع و هدف همچنین جهت سوزن‌ها در این مسیر مشخص شده است. بخش‌هایی که در این مسیر باید آزاد باشند نیز مشخص شده‌اند. به منظور حفاظت جانبی سیگنال‌هایی که باید قرمز باشند همچنین جهت سوزن‌ها مشخص شده‌اند. مدار راه‌هایی که حفاظت جانبی را فراهم می‌کنند نیز باید آزاد باشند.

```
<"route id="route_1>
<start>
</"signalRef ref="s1/4>
<start/>
<target>
</"signalRef ref="s5/2>
<target/>
```

مسیر ۱ از سیگنال s1/4 به سیگنال S5/2 می‌باشد.

```
<elements>
<switchRef>
```

```
</"switch ref="p1" course="straight">
</"switch ref="p3" course="reverse">
</"switch ref="p5" course="reverse">
</"switch ref="p7" course="reverse">
</"switch ref="p4" course="straight">
</"switch ref="p2" course="reverse">
<switchRef/>
```

برای تنظیم این مسیر، سوزن P1 در وضعیت مستقیم، سوزن P3 در وضعیت معکوس، سوزن p5 در وضعیت معکوس، سوزن p7 در وضعیت معکوس، سوزن p4 در وضعیت مستقیم و سوزن p2 در وضعیت معکوس باید قرار بگیرند.

```
<trainDetectorRef
</"trackCircuitBorder ref="tcb03">
</"trackCircuitBorder ref="tcb05">
</"trackCircuitBorder ref="tcb08">
</"trackCircuitBorder ref="tcb12">
</"trackCircuitBorder ref="tcb14">
</"trackCircuitBorder ref="tcb15">
</"trackCircuitBorder ref="tcb16">
<trainDetectorRef/>
```

<elements/>

همچنین تراک‌های بین مرز مدار راه‌های tcb03، tcb05،

tcb08، tcb12، tcb14، tcb15، tcb16 باید آزاد باشند.

```
<flankElements>
<signalRef>
<"signal ref="B1/B>
<"signal ref="s5/3>
<"signal ref="s3/3>
<"signal ref="s1/3>
<"signal ref="s2/3>
<"signal ref="s5/2>
<"signal ref="s3/2>
<"signal ref="s1/2>
<"signal ref="s2/2>
<"signal ref="s1/1>
<"signal ref="H1/T>
<signalRef/>
```

<route/>

همچنین به منظور حفاظت جانبی خط بین مرز مدار راه‌های tcb03 و tcb04، خط بین مرز مدار راه‌های tcb03 و tcb06، خط بین مرز مدار راه‌های tcb05 و tcb07، خط بین مرز مدار راه‌های tcb11 و tcb14، خط بین مرز مدار راه‌های tcb10 و tcb15 باید آزاد باشند. در واقع برای عبور قطار از سیگنال s1/4 به s5/2 به منظور حفاظت جانبی باید TP1 و TP2 و TP4 و TP5 باید آزاد باشند.

#### ۵- نتیجه‌گیری

ساده‌سازی تبادل اطلاعات ایترلاکینگ به صورت قابل خواندن توسط ماشین (کامپیوتر) و استاندارد همچنین کاهش هزینه‌های مهندسی ایترلاکینگ ضروری است. ایمنی بهره‌برداری از قطار، اولین نیازمندی سیگنالینگ و ایترلاکینگ است. در ایستگاه‌ها یا تقاطع‌ها ما به یک سیستم ایترلاکینگ نیاز داریم که سوئیچ‌ها و سیگنال‌ها را به منظور حرکت ایمن قطارها تنظیم کند. الزامات مختلف و نواحی جدید ایترلاکینگ مانع اتوماسیون کامل زنجیره طراحی مهندسی می‌شود. RailML بر اساس زبان نشانه‌گذاری قابل توسعه است و از طرح XML برای تعریف ساختار تبادل داده جدید برای تعامل داده‌ها میان برنامه‌های کاربردی راه‌آهن استفاده می‌کند. در این پایان نامه از زبان نشانه‌گذاری استاندارد RailML به عنوان اساس و فرمت تبادل برای فرمول‌بندی داده‌های (سیگنال‌ها و سوئیچ‌ها و تراک‌ها) ایستگاه زواره محور تهران - بافق همچنین مسیرهای ممکن در این ایستگاه استفاده شده است که از فرمول بندی مسیرهای ایمن آن در طراحی و تست می‌توان استفاده کرد.

به منظور حفاظت جانبی و جلوگیری از مسیرهای ناسازگار، در این مسیر سیگنال‌های B1/B, S2/3, S1/3, S3/3, S5/3, H1/T, S1/1, S2/2, S1/2, S3/2, S5/2 باید در وضعیت قرمز قرار بگیرند.

<switchRef>

</"switch ref="p8" course="straight">

<switchRef/>

به منظور حفاظت جانبی سوزن p8 باید در وضعیت مستقیم

قرار بگیرد.

<trainDetectorRef>

</"trackCircuitBorder ref="tcb03">

</"trackCircuitBorder ref="tcb04">

</"trackCircuitBorder ref="tcb03">

</"trackCircuitBorder ref="tcb06">

</"trackCircuitBorder ref="tcb05">

</"trackCircuitBorder ref="tcb07">

</"trackCircuitBorder ref="tcb11">

</"trackCircuitBorder ref="tcb14">

</"trackCircuitBorder ref="tcb10">

</"trackCircuitBorder ref="tcb15">

</"trackCircuitBorder ref="tcb13">

</"trackCircuitBorder ref="tcb15">

<trainDetectorRef/>

<flankElements/>

#### ۶-مراجع

-C.Republic, (2016), "Traffic Management System In Terms Of Data 2 . Architecture of Management Process," pp. 26–28.

-D. Zentrum, (2016), "AIM Data Services," Vol. 73, pp. 1–9.

-B. Luteberget and C. Johansen, (2017), "Efficient verification of railway infrastructure designs against standard regulations," Form. Methods Syst. Des., No. 1.

-B. Luteberget, C. Johansen, and M. Steffen, (2016), "Rule-based Consistency Checking of Railway Infrastructure Designs.



- Systems,” pp. 343–347.
- M. Banci and A. Fantechi, (2005), “Geographical Versus Functional Modelling by Statecharts of Interlocking Systems,” Vol. 133, pp. 3–19.
- P. K. Arjun, M. Mythily, and M. L. Valarmathi, (2013), “Development of a Secure XML Data Warehouse : A Practical Approach,” Vol. 3, No. 12, pp. 1–5.
- S. E. Step-by-step, R. History, and C. Rahmig, (2017), “RailML v3 Tutorial Simple Example Step-by-Step,” pp. 1–37.
- T. Report, M. Til, and M. Bosschaart, (2013), “Lean Engineering Design of Rail Interlocking Systems with RailML”.
- T. Stein, (2012), “INESS System Design (EURDI),” No. March, pp. 1–74.
- F. List, M. Lehmann, T. Albrecht, and T. K. A. De, (2008).
- G. Geng and L. X. Li, (2001), “Scheduling railway freight cars,” Vol. 14, pp. 289–297.
- H. I. N. Radom, (2017), “Transport System Telematics RailTopoModel and RailML – data exchange standards in railway sector,” Vol. 10, pp. 10–15.
- H. Stadler, (2005), “Supply chain management and advanced planning basics, overview and challenges,” Vol. 163, pp. 575–588.
- K. Gerlach and M. Meyer, (2009), “A Precise Digital Map for GALILEO-Based Train Positioning

# **Standard Formulation of data in Interlocking System by RailML Method (Case Study: Zavaraeh Station in Tehran- Bafgh Corridor)**

*M.A. Sandidzadeh, Associate Professor, School of Railway Engineering, Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran.*

*N. Shayan, M.Sc., Grad. School of Railway Engineering, Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran.*

*E-mail: sandidzadeh@iust.ac.ir*

Received: June 2019- Accepted: October 2019

## **ABSTRACT**

In the rail industry, in order to reduce the cost of engineering of interlocking systems, there is a need to simplify the exchange of technical information between shareholders. RailML is an open source IT tool designed to standardize the exchange of data in various rail processes. Lack of standards for data structures and protocols requires the design and maintenance of several interfaces between applications. This approach is inefficient, time consuming and costly. Different requirements and new Interlocking areas impede the complete automation of the engineering design chain. RailML is based on markup language and uses the XML schema to define a new data exchange structure for data interchange between railway applications. In this paper, the RailML Standard markup language is used as the basis and exchange format for formulating the safe routes of the Tehran-Bafgh corridor in Zvaareh station. It can be used to formulate its safe pathways in design and testing.

**Keywords:** RailML, Interlocking, Point, Route Setting