



نگرش نوین سیستمی و نقش هوش مصنوعی در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری

محمد رضا غفاریان^۱

چکیده

نگرش نوین سیستمی به عنوان رویکردی جامع، با استفاده از فناوری‌های پیشرفته به تحلیل تعاملات اجزای مختلف سیستم حمل و نقل پرداخته و نقاط ضعف موجود در فرآیندهای نگهداشت و ایمنی را شناسایی و بهره‌وری سیستم‌های ترابری را افزایش می‌دهد. تحقیق حاضر از نوع اسنادی-کتابخانه‌ای و از نظر هدف کاربردی و به روش توصیفی می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق مطالعه ی کتابخانه‌ای کتاب‌ها و پایان نامه‌ها، مقالات، نشریات و گزارش‌های تحقیقی، جستجو در شبکه جهانی اینترنت و وب سایت‌ها جمع‌آوری شده است. در این مطالعه به معرفی فناوری‌های نوین اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، سیستم‌های مدیریت دارایی و کاربردهای هوش مصنوعی در پیش‌بینی حوادث، نگهداری پیشگیرانه، بهینه‌سازی تقریبی مسیریابی پرداخته شده است. این مطالعه نشان داد بهبود کارایی، پیش‌بینی دقیق خرابی‌ها، افزایش ایمنی عمومی و کاهش خطرات مرتبط با حمل و نقل، تسهیل در تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی سیستم‌های حمل و نقل فرصت‌های اجرای رویکرد نوین سیستمی و پیچیدگی سیستم‌ها، عدم یکپارچگی داده‌ها، موانع مالی و مقاومت فرهنگی از جمله چالش‌های این رویکرد هستند که برای غلبه بر آنها، نیاز است راهکارهای عملی شامل ایجاد سیستم‌های یکپارچه جمع‌آوری داده‌ها، سرمایه‌گذاری در آموزش، همکاری بین‌بخشی، و توسعه پروژه‌های آزمایشی، پیاده‌سازی شود. در نتیجه، نگرش سیستمی می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای ارتقاء نگهداشت و ایمنی در سیستم‌های حمل و نقل مدرن عمل نماید.

واژگان کلیدی: نگرش نوین سیستمی، نگهداشت، ایمنی ترابری، هوش مصنوعی.



مقدمه

نگرش نوین سیستمی به عنوان یک رویکرد مؤثر در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری، به تحلیل و تفسیر پیچیدگی های سیستم های حمل و نقل می پردازد. این نگرش با در نظر گرفتن تعاملات چندگانه میان اجزای مختلف سیستم، از جمله زیرساخت ها، وسایل نقلیه و کاربران، می تواند به شناسایی نقاط ضعف و خطاها کمک کند. (Senge, 1990) با اتخاذ این رویکرد، قابلیت پیش بینی و مدیریت خطرات افزایش می یابد و به این ترتیب، بهبود ایمنی و کارایی سیستم های ترابری ممکن می شود. به علاوه، استفاده از فناوری های نوین مانند داده کاوی، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل بزرگ داده ها در این نگرش، امکانات بیشتری برای بهینه سازی فرآیندهای نگهداشت و پیش بینی خرابی ها فراهم می آورد. (Wang et al., 2020) از آنجا که حوادث ترابری به طور مستقیم با ایمنی و سلامت عمومی در ارتباط هستند، نیاز به اجرای رویه های مؤثر نگهداری و ایمنی به یک اولویت تبدیل شده است. (Hasan et al., 2019) بنابراین، رویکرد سیستمی به عنوان یک چارچوب طراحی و مدیریت سیستم های ترابری، می تواند به بهبود پایایی و عملکرد این سیستم ها کمک شایانی کند. نگرش نوین سیستمی در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری تأکید بر یک رویکرد یکپارچه و جامع دارد که کلیه جوانب سیستم حمل و نقل را مد نظر قرار می دهد. این نگرش با بهره گیری از فناوری های نوین، تحلیل داده ها و استانداردهای بروز، در تلاش است تا خطرات مرتبط با حمل و نقل را کاهش دهد و بهره وری سیستم های ترابری را افزایش دهد. (Meyer, 2019)

مفهوم نگرش سیستمی

نگرش سیستمی یکی از رویکردهای مدیریتی و تحلیلی است که به درک و مدیریت کلیه اجزای یک سیستم می پردازد. برخلاف روش های سنتی که معمولاً بر تحلیل بخش های مجزا تمرکز دارند، رویکرد سیستماتیک به بررسی کل نگرانه از مجموعه ای از عناصر مرتبط می پردازد. هدف اصلی این رویکرد، شناخت تعاملات بین اجزا و تأثیر آنها بر عملکرد کلی سیستم است. به بیان ساده تر، نگرش سیستمی به جای تمرکز بر اجزای مستقل، به فهم و بهبود روابط و تعاملات بین آنها توجه دارد. (Checkland, 1999) نگرش سیستمی به معنای درک و مدیریت کلیه اجزای یک سیستم به گونه ای است که نقاط ضعف و قوت آن به طور کارآمد شناسایی شود و با راهکارهای نوآورانه به بهبود کلی سیستم بپردازد. (Schmidt et al., 2020) این رویکرد به ویژه در محیط های پیچیده و چند بعدی، مانند سیستم های حمل و نقل، اهمیت بیشتری می یابد. در اینجا، نگرش سیستمی به معنی طراحی و مدیریت سیستم های حمل و نقل به نحوی است که تمامی جنبه های مرتبط با ایمنی، کارایی، هزینه و پایداری را در نظر گرفته و یکپارچه کند. برای مثال، افزایش ایمنی در حمل و نقل مستلزم تحلیل همزمان عوامل انسانی، محیطی و تکنولوژیکی است که همگی می توانند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر ایمنی تأثیر بگذارند. (Sterman, 2000) درک نگرش سیستمی به معنای شناسایی و تحلیل الگوها و روابطی است که بین اجزای یک سیستم وجود دارند. این روابط می توانند به صورت خطی یا غیرخطی باشند و بر اساس آنها، می توان پیش بینی هایی درباره رفتار آینده سیستم ارائه داد. به عنوان مثال، در یک سیستم حمل و نقل، تغییر در یکی از اجزا مانند زیرساخت یا سیاست های مدیریتی، می تواند تأثیرات قابل توجهی بر ترافیک، ایمنی و بهره وری کلی سیستم داشته باشد. (Senge, 1990) به علاوه، نگرش سیستمی از تکنیک هایی مانند مدل سازی و شبیه سازی برای پیش بینی تأثیر تغییرات در یک بخش بر سایر بخش ها و در نهایت بر کل سیستم استفاده می کند. این امر به تصمیم گیران اجازه می دهد تا با دیدی همه جانبه، تصمیمات بهینه تری برای بهبود عملکرد و ایمنی سیستم اتخاذ کنند. (Flood & Carson, 1993)



فناوری‌های نوین در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری

در عصر حاضر، پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر عمیقی بر نحوه ارتقا و نگهداشت ایمنی در سیستم‌های حمل‌ونقل داشته است. به کارگیری فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود کارایی و افزایش ایمنی در این سیستم‌ها کمک کند. این فناوری‌ها عبارتند از:

۱. **اینترنت اشیا (IoT):** استفاده از حسگرهای هوشمند در وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها برای پایش لحظه‌ای شرایط فنی و محیطی، که موجب پیش‌بینی خرابی‌ها و کاهش زمان‌های توقف اضطراری می‌شود. (Zhang et al., 2021) اینترنت اشیا امکان پیوستگی میان دستگاه‌ها و سیستم‌ها را از طریق اینترنت فراهم می‌کند. در حوزه حمل‌ونقل، IoT می‌تواند با بهره‌گیری از حسگرهای هوشمند، شرایط عملکردی وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها را به صورت لحظه‌ای مانیتور کند. این قابلیت اجازه می‌دهد تا ناهنجاری‌ها و مشکلات احتمالی پیش از وقوع حوادث شناسایی و برطرف شوند. (Zhang et al., 2021)

۲. **هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی:** هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی ابزارهای قدرتمندی برای تحلیل داده‌های حمل‌ونقل هستند. این فناوری‌ها با تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از شبکه‌های حمل‌ونقل، به پیش‌بینی مناطق پرخطر و پیشگیری از حوادث کمک می‌کنند. همچنین، آنها می‌توانند پیشنهاداتی برای بهینه‌سازی مسیرها و کاهش ترافیک ارائه دهند (Bertsimas & Sim, 2018).

۳. **سیستم‌های مدیریت دارایی:** نرم‌افزارهای پیشرفته که به مدیریت بهتر نگهداشت و برنامه‌ریزی اصلاحی و پیشگیرانه کمک می‌کنند. (Kumar et al., 2022) سیستم‌های مدیریت دارایی مبتنی بر فناوری اطلاعات، به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا برنامه‌های نگهداشت پیشگیرانه و اصلاحی را بهینه‌سازی کنند. این سیستم‌ها امکان پیگیری و مدیریت مؤثر تجهیزات و زیرساخت‌های حمل‌ونقل را فراهم می‌سازند، که نتیجه آن کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش طول عمر دارایی‌ها است (Kumar et al., 2022).

استانداردها و سیاست‌های مرتبط

استانداردها و سیاست‌های جهانی در حوزه ایمنی ترابری نقش مهمی در تضمین عملکرد سیستم‌های حمل‌ونقل ایفا می‌کنند. این استانداردها با ارائه چارچوب‌های مشخصی برای طراحی، ساخت، نگهداشت و مدیریت ترابری، به کاهش مخاطرات و بهبود ایمنی کمک می‌کنند. (ISO, 2021)

هوش مصنوعی (Artificial Intelligence)

تعاریف مختلفی برای هوش مصنوعی بیان شده است. هوش مصنوعی یک علم میان رشته‌ای با چندین رویکرد است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی دارای یادگیری، درک، حل مسئله، درک زبان طبیعی و یا استدلال منطقی می‌باشند. توانایی یک سیستم است برای تفسیر دقیق داده‌های خارجی، یادگیری از آن‌ها و به کارگیری این دانش برای انجام اهداف و وظایف خاص؛ در حالی که به طور سازگار به شرایط تغییر پاسخ می‌دهد. (Kaplan et al., 2019) سیستم‌های هوش مصنوعی طیف وسیعی از توانایی‌های فکری، از جمله حل مسئله، یادگیری و ادغام مهارت‌های مختلف انسانی مانند ادراک، شناخت، حافظه، زبان و برنامه‌ریزی را دربرمی‌گیرند و از مدل‌های ریاضی برای استنباط داده‌ها، افزایش شفافیت و پرداختن به سؤال‌هایی همچون «چه چیزی، چگونه و چرا» مشابه فرایندهای فکری انسان استفاده می‌کنند و مزایای متعددی را برای سازمان‌ها به ارمغان می‌آورند (Kar et al., 2022). سیستم‌های هوش مصنوعی به کمک یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، هوشمند می‌شوند و بر سه پایه یادگیری، استدلال و درک استوار است.

کاربردهای هوش مصنوعی در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری



با پیشرفت فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، ظرفیت‌های جدیدی برای بهبود نگهداشت و ایمنی در سیستم‌های حمل‌ونقل و دیگر حوزه‌ها به وجود آمده است. برخی از جنبه‌های کاربرد هوش مصنوعی در حمل و نقل عبارتند از:

۱. پیش‌بینی حوادث

یکی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در حمل‌ونقل، پیش‌بینی حوادث احتمالی است. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، سیستم‌ها می‌توانند الگوهای تاریخی داده‌ها را تحلیل کرده و شرایطی که ممکن است منجر به بروز حوادث شود، شناسایی کنند. به عنوان مثال، با تجزیه و تحلیل داده‌های ترافیکی و شرایط جوی، می‌توان پیش‌بینی دقیقی از زمان و مکان‌ها با احتمال وقوع تصادفات بالا ارائه داد. (Chien et al., 2020)

کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه پیش‌بینی حوادث عبارتند از:

الف. تحلیل داده‌های ترافیک:

فناوری‌های هوش مصنوعی با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های ترافیکی، می‌توانند الگوها و روندهای ترافیکی را شناسایی کنند. این داده‌ها شامل اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، سرعت وسایل نقلیه، ناهنجاری‌های جوی، و سابقه تصادفات در نقاط خاص است. با استفاده از الگوریتم‌هایی مانند یادگیری نظارت‌شده، سیستم می‌تواند الگوهایی را شناسایی کند که احتمال وقوع تصادف در شرایط خاص را افزایش می‌دهد. (Chien et al., 2020)

ب. مدل‌سازی شرایط جوی و محیطی:

شرایط جوی و محیطی از جمله عوامل مهمی هستند که بر ایمنی ترافیک تأثیر می‌گذارند. هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های جوی نظیر بارش، دما و دید افقی، به تحلیل و پیش‌بینی خطرات بالقوه کمک کند. به عنوان مثال، در روزهای بارانی یا برفی، احتمال وقوع تصادف افزایش می‌یابد و سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند این شرایط را شناسایی و به رانندگان هشدار دهند.

ج. مدیریت زمان واقعی:

با بهره‌گیری از داده‌های لحظه‌ای و تحلیل آن‌ها، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند پیش‌بینی‌های دقیق‌تری از وضعیت ترافیک و احتمال وقوع حوادث ارائه دهند. این داده‌ها می‌توانند شامل اطلاعاتی از دوربین‌های ترافیکی، وسایل نقلیه متصل و حسگرهای جاده‌ای باشند. به طور مثال، اگر سیستم متوجه شود که در یک تقاطع خاص، ترافیک به صورت غیرعادی متراکم شده است، می‌تواند به مدیریت ترافیک یا رانندگان هشدار دهد. (Chien et al., 2020)

به‌کارگیری هوش مصنوعی در پیش‌بینی حوادث نه تنها به افزایش ایمنی در جاده‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به بهینه‌سازی جریان ترافیک و کاهش بار ترافیکی نیز منجر شود. این فناوری‌ها زمینه‌ساز تحول در مدیریت ترافیک و ایمنی جاده‌ها بوده و نقش بسزایی در کاهش تصادفات و حوادث ناگوار دارند.

۲. نگهداری پیشگیرانه

هوش مصنوعی همچنین در بهبود نگهداشت تجهیزات و زیرساخت‌ها نقش مهمی دارد. با تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرهای نصب‌شده روی وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها، سیستم‌های هوشمند می‌توانند وضعیت تجهیزات را در زمان واقعی مانیتور کنند و به شناسایی نقص‌ها و نیاز به تعمیرات پیشگیرانه کمک کنند. این رویکرد به کاهش هزینه‌های نگهداشت و جلوگیری از حوادث ناشی از نقص تجهیزات منجر می‌شود. (Zhang et al., 2021) نگهداری پیشگیرانه یک استراتژی کلیدی و یکی از کاربردهای بسیار مهم هوش مصنوعی در مدیریت تجهیزات و سیستم‌ها است که هدف آن جلوگیری از خرابی و افزایش عملکرد تجهیزات است.

کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه نگهداری پیشگیرانه عبارتند از:

الف. جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها:

در سیستم‌های مدرن حمل‌ونقل و صنایع، حسگرها و دستگاه‌های هوشمند قادر به جمع‌آوری داده‌هایی در زمان واقعی هستند. این داده‌ها شامل اطلاعات مربوط به عملکرد تجهیزات، دما، فشار، ارتعاش و سایر پارامترهای حیاتی می‌باشند. با استفاده از روش‌های



یادگیری ماشینی، این داده‌ها می‌توانند تحلیل شوند تا الگوها و نشانه‌های خرابی‌ها شناسایی گردند. (Zhang et al., 2021) این الگوها می‌توانند نشانه‌های خرابی احتمالی را نشان دهند و زمینه‌ای برای برنامه‌ریزی تعمیرات فراهم کنند (Chen et al., 2019).

ب. مدل‌سازی پیش‌بینی خرابی‌ها:

با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری نظارت‌شده، داده‌های جمع‌آوری‌شده می‌توانند برای ایجاد مدل‌هایی که قابلیت پیش‌بینی زمان خرابی را دارند، به کار بروند. به عنوان مثال، می‌توان سیستمی طراحی کرد که با بررسی داده‌های تاریخی و مقایسه آن با وضعیت کنونی، زمان دقیق نیاز به تعمیر یا تعویض قطعات را پیش‌بینی کند. این به نوبه خود می‌تواند از هزینه‌های غیرضروری ناشی از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کند و کارایی سیستم را افزایش دهد. (Zhang et al., 2021) این پیش‌بینی‌ها به مدیران اجازه می‌دهد تا به طور موثرتری منابع را برنامه‌ریزی و تخصیص دهند. (Lee et al., 2020)

ج. بهینه‌سازی فرآیند نگهداری:

هوش مصنوعی با پیش‌بینی دقیق زمان خرابی و تعمیرات، می‌تواند از هزینه‌های غیرضروری بواسطه خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کرد و زمان‌های عدم کارکرد تجهیزات را به حداقل رساند. (Zhang et al., 2021)

د. مزایای اقتصادی و ایمنی:

نگهداری پیشگیرانه به کاهش هزینه‌های نگهداری و عمل‌کرد بهتر سیستم‌ها منجر می‌شود. با پیش‌بینی مشکلات قبل از وقوع آنها، می‌توان زمان کافی برای برنامه‌ریزی تعمیرات و کاهش زمان عدم کارکرد را فراهم کرد. این موضوع علاوه بر بهبود عملکرد اقتصادی، ایمنی را نیز افزایش می‌دهد؛ چرا که نقص‌های تجهیزات، به ویژه در زمینه حمل‌ونقل می‌توانند عواقب جدی و جانی داشته باشند که به کارگیری هوش مصنوعی در این زمینه به کاهش این ریسک‌ها کمک می‌کند. (Zhang et al., 2021) نگهداری پیشگیرانه با کمک AI نه تنها به کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی کمک می‌کند، بلکه ایمنی بیشتری را نیز به همراه دارد. با پیش‌بینی خرابی‌ها، می‌توان از وقوع حوادث ناگهانی جلوگیری کرد، که این مسئله به ویژه در صنایع حساس و خطرناک بسیار حائز اهمیت است. (Khan et al., 2019)

۳. بهینه‌سازی تقریبی مسیریابی

فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند به بهینه‌سازی مسیرها و زمان سفر کمک کنند. با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، سیستم‌های حمل‌ونقل می‌توانند داده‌های ترافیکی را تحلیل کرده و مسیرهای بهینه را برای وسایل نقلیه پیدا کنند و این می‌تواند به کاهش ترافیک، کاهش هزینه‌ها و مصرف سوخت و حتی کاهش تصادفات کمک نماید. (García & Rojas, 2019)

کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه بهینه‌سازی تقریبی مسیریابی عبارتند از:

الف. روش‌های هوش مصنوعی در مسیریابی:

هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های متنوعی مانند جستجوی کلاسی، الگوریتم‌های تکاملی، و شبکه‌های عصبی می‌تواند در فرایند مسیریابی به کار گرفته شود. این روش‌ها قادرند با شبیه‌سازی رفتار انسان و یادگیری از داده‌های تاریخی، مسیرهای بهینه را شناسایی کنند. (Holland, 1975)

ب. یادگیری ماشینی و پیش‌بینی ترافیک:

یادگیری ماشینی با تجزیه و تحلیل داده‌های تاریخی و شرایط فعلی مانند ترافیک، تصادفات و حتی الگوهای آب و هوایی می‌تواند پیش‌بینی‌های دقیقی از وضعیت ترافیک ارائه دهد. این پیش‌بینی‌ها به الگوریتم‌های مسیریابی کمک می‌کند تا مسیرهای بهینه و مبتنی بر تقاضا را انتخاب کنند. (Cho et al., 2018)

ج. استفاده از داده‌های بزرگ:



داده‌های بزرگ (Big Data) نقش مهمی در بهینه‌سازی مسیریابی ایفا می‌کنند. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرها، GPS، و سایر منابع، الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند اطلاعات مفیدی را استخراج کنند که به بهبود دقت پیش‌بینی‌ها و تصمیمات مسیریابی کمک می‌کند. به عنوان نمونه، داده‌های مربوط به رفتار رانندگان می‌تواند به شناسایی الگوهای حرکتی کمک کرده و مسیرهای بهتری را ارائه دهد. (Yang et al., 2019)

استفاده از AI در مسیریابی می‌تواند به کاهش زمان سفر، کاهش مصرف سوخت، و بهبود تجربه مشتری منجر شود. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند تأثیرات مثبتی بر روی کارایی سیستم‌های حمل و نقل عمومی و شخصی داشته باشند. (Zhang et al., 2020)

فرصت‌ها، چالش‌ها و راهکارهای عملی اجرای نگرش نوین سیستمی در ارتقا نگهداشت و ایمنی ترابری

فرصت‌ها، چالش‌ها و راهکارهای عملی جهت اجرای نگرش نوین سیستمی در ارتقاء نگهداشت و ایمنی ترابری به شرح زیر است:

الف) فرصت‌ها

۱. **بهبود کارایی عملیاتی:** استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی و تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌تواند باعث افزایش کارایی در مسیریابی و زمان‌بندی شود. این موضوع به کاهش زمان سفر و هزینه‌های عملیاتی کمک می‌کند. (Tavana et al., 2020)
 ۲. **پیش‌بینی دقیق خرابی‌ها:** با استفاده از داده‌کاوی و یادگیری ماشینی، امکان پیش‌بینی و تشخیص خرابی‌های احتمالی سیستم‌های حمل و نقل فراهم می‌شود که این موضوع منجر به بهبود نگهداشت پیشگیرانه می‌گردد. (Chai et al., 2021)
 ۳. **تحلیل داده‌های بزرگ:** داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورها و سیستم‌های هوشمند، فرصت‌های جدیدی برای تحلیل و شناسایی الگوهای ترافیکی و رفتار کاربران فراهم می‌کند. (Zhang et al., 2022)
 ۴. **افزایش ایمنی عمومی:** با شناسایی و تحلیل خطرات احتمالی، می‌توان تدابیر لازم برای افزایش ایمنی سیستم‌های حمل و نقل را اتخاذ کرد. (Zhou et al., 2023)
- فرصت‌های اجرای نگرش سیستمی شامل افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و بهبود ایمنی و رضایت کاربران خواهد بود. (Rodriguez et al., 2020).

ب) چالش‌ها

۱. **پیچیدگی سیستم‌ها:** سیستم‌های حمل و نقل به دلیل تعاملات پیچیده بین اجزای مختلف، امکان تحلیل و بهینه‌سازی را دشوار می‌کنند. (Santos et al., 2019)
۲. **عدم یکپارچگی داده‌ها:** داده‌های جمع‌آوری شده از منابع مختلف ممکن است با یکدیگر همخوانی نداشته باشند. این عدم یکپارچگی می‌تواند مانع از تحلیل‌های دقیق گردد. (Grubestic et al., 2018)
۳. **موانع مالی:** هزینه‌های بالا برای زیرساخت‌ها، پیاده‌سازی فناوری‌های نوین و آموزش کارکنان می‌تواند از چالش‌های اصلی اجرای این نگرش باشد. (Kumar et al., 2023)
۴. **مقاومت فرهنگی:** تغییرات فرهنگی و سازمانی لازم است که برای پذیرش فناوری‌های جدید و فرآیندهای بهینه‌سازی، گاهی با مقاومت روبرو می‌شود. (Meyer et al., 2020)

ج) راهکارهای عملی

۱. **تحلیل و یکپارچه‌سازی داده‌ها:** ایجاد سیستم‌های یکپارچه برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها با کیفیت بالا و استاندارد، می‌تواند به شفافیت و دقت تحلیل‌ها کمک کند. (Lee & Jwa, 2019)



۲. سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌ها: برگزاری دوره‌های آموزشی جهت ارتقاء مهارت‌های کارکنان در زمینه استفاده از فناوری‌های نوین و تحلیل داده‌ها، ضروری به نظر می‌رسد. (Zhou et al., 2022)
۳. همکاری بین‌بخشی: ایجاد همکاری‌های نزدیک میان دولت، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی برای تحقیقات مشترک در زمینه بهینه‌سازی سیستم‌های حمل و نقل و توسعه فناوری‌های جدید. (Santos et al., 2019)
۴. توسعه پروژه‌های آزمایشی: پیاده‌سازی پروژه‌های آزمایشی به منظور ارزیابی عملکرد فناوری‌های نوین و جمع‌آوری بازخورد، می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف کمک کند. (Chai et al., 2021)

نتیجه‌گیری

نگرش نوین سیستمی به‌عنوان رویکردی جامع، با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند داده‌کاوی و هوش مصنوعی، امکان تحلیل دقیق تعاملات پیچیده میان اجزای مختلف سیستم‌های حمل و نقل را فراهم ساخته و فرصتی بی‌نظیر برای بهبود کارایی، پیش‌بینی دقیق خرابی‌ها، افزایش ایمنی عمومی و کاهش خطرات مرتبط با حمل و نقل، تسهیل در تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی سیستم‌های حمل و نقل در سطوح مختلف می‌باشد. در دنیای مدرن، بهینه‌سازی مسیریابی و ایمنی ترابری به عنوان دو عامل کلیدی در بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های سیستم‌های حمل و نقل شناخته شده‌اند. با پیشرفت‌های اخیر در زمینه هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، این تکنولوژی‌ها قادر به تحلیل داده‌های بزرگ و شناسایی الگوهای پیچیده رفتار کاربران و وضعیت ترافیک هستند، که نتایج دقیقی در زمینه بهینه‌سازی مسیرها ارائه می‌دهند. بهینه‌سازی مسیریابی و ارتقاء ایمنی ترابری با بهره‌گیری ترکیبی از تکنیک‌های هوش مصنوعی و رویکردهای سیستمی، می‌تواند به یک چارچوب عملی برای بهبود زیرساخت‌ها و خدمات حمل و نقل در آینده منجر شود. این تغییرات می‌توانند تأثیرات مثبتی در سطح اجتماعی و اقتصادی و ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان داشته باشد. همکاری میان بخش‌های مختلف جامعه، از جمله دولت‌ها، محققان و صنعت، برای به اشتراک گذاری دانش و تجربیات در این زمینه از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، چالش‌هایی نظیر پیچیدگی سیستم‌ها، عدم یکپارچگی داده‌ها، موانع مالی و مقاومت فرهنگی می‌تواند روند پیاده‌سازی رویکرد نگرش نوین سیستمی را دشوار کند. برای غلبه بر این چالش‌ها، نیاز است که راهکارهای عملی شامل ایجاد سیستم‌های یکپارچه جمع‌آوری داده‌ها، سرمایه‌گذاری در آموزش، همکاری بین‌بخشی، و توسعه پروژه‌های آزمایشی پیاده‌سازی شود. به‌طور کلی، با توجه به فرصت‌ها و راهکارهای موجود، نگرش سیستمی می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای ارتقاء نگهداشت و ایمنی در سیستم‌های حمل و نقل مدرن عمل نماید.

منابع

- مقدسی، ع، عباسی مقدم، ف و اعتضادی جمع، ح. (۱۴۰۱). "ارتباط و تاثیر هوش مصنوعی در سیستم حمل و نقل". چهارمین همایش ملی تحقیقات میان رشته‌ای در علوم مهندسی و مدیریت.
- شفیعی، ج، زمانی، م و محمدشفیعی، ن. (۱۴۰۲). "هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حمل و نقل هوشمند". دومین کنفرانس بین‌المللی پیشرفت‌های اخیر در مهندسی، نوآوری و تکنولوژی.
- سروری، ه. (۱۴۰۳). "مروری بر فناوری هوش مصنوعی و کاربردهای آن در هوشمندسازی حمل و نقل". نشریه عمران پروژه. ۶(۸)، ۳۲-۲۲.
- فرجی، ح، شجاعیان، ا و خلیلی، ع. (۱۴۰۲). "هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه نگهداری و تعمیر". فصلنامه مهندسی فناوری دفاعی. ۳۶(۹)، ۱۲۷-۱۱۵.



- Bertsimas, D., & Sim, M. (2018). ****The Analytics of Transportation Network Optimization****. *Operations Research*, 66(6), 1538-1559.
- Checkland, P. (1999). ****Systems Thinking, Systems Practice: Includes a 30-Year Retrospective****. Wiley.
- Chai, D., Chen, X., & Wang, J. (2021). Predictive Maintenance for Transportation Systems: Challenges and Opportunities. *Transport Reviews*, 41(2), 233-256.
- Chen, J., Zhang, A., & Wang, J. (2019). Predictive Maintenance Based on Machine Learning: A Review. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 201-205.
- Chien, S., Ding, Y., & Wei, C. (2020). ****Using Machine Learning to Predict Traffic Accidents****. *Transportation Research Record*, 2674(10), 77-89.
- Cho, H., Lee, J., & Park, Y. (2018). A Deep Learning Approach for Real-Time Traffic Prediction: A Case Study of South Korea. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 94, 40-56.
- Flood, R. L., & Carson, E. R. (1993). ****Dealing with Complexity: An Introduction to the Theory and Application of Systems Science****. Springer.
- García, A., & Rojas, F. (2019). ****Artificial Intelligence Techniques for Traffic Flow Prediction****. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 6(5), 553-560.
- Grubescic, T. H., & Murray, A. T. (2018). Understanding Non-Integrated Data in Transportation Research. *Transportation Research Record*, 2672(10), 1-10.
- Hasan, S., Shafique, M. U., & Mohsin, M. (2019). A Review of Safety Management Strategies in Transportation Systems. *Safety Science*, 113, 75-83.
- He, S., Zhang, L., & Wang, Z. (2019). ****Smart Transportation Systems: Fostering the Modern Urban Traffic Ecosystem****. *Advances in Transportation Studies*, 48, 36-49.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.
- ISO (2021). ****ISO 39001: Road Traffic Safety (RTS) Management Systems****. International Organization for Standardization.
- Khan, A., Waqas, M., & Ali, S. (2019). Predictive Maintenance of Industrial Machinery Using Machine Learning Techniques: A Review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(1), 1-21.
- Kumar, A., Singh, A., & Mehta, S. (2022). ****Asset Management in Transportation Systems: A Framework for Implementation****. *Journal of Infrastructure Systems*, 28(1), 04021065.
- Kumar, R., Singh, A., & Gupta, V. (2023). Financial Implications of Smart Transportation Systems: A Review. *International Journal of Transport Economics*, 50(3), 45-60.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2020). Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Smart Manufacturing. *Applied Sciences*, 10(2), 551.
- Lee, S. H., & Jwa, S. H. (2019). Data Integration for Transportation Management: A Case Study in Smart Cities. *Journal of Urban Technology*, 26(2), 125-146.
- Meyer, M. D. (2019). ****Systems Thinking in Transportation Management****. *Transport Reviews*, 39(5), 589-615.
- Meyer, M., & Smit, M. (2020). Cultural Resistance to Change in Urban Transport Systems: Analysis and Solutions. *Transport Policy*, 92, 1-10.
- Rodriguez, D., Hale, J., & Babbar, S. (2020). ****Challenges in Modern Transportation Systems: The Role of Technology****. *Transport Policy*, 90, 215-222.
- Santos, A., Pinho, M., & Morgado, E. (2019). Challenges of Implementing Advanced Transportation Management Systems. *Transportation Research Part A*, 127, 487-502.
- Schmidt, J., Gordon, C., & Tan, Y. (2020). ****Systematic Approaches to Safety Management in Transportation Projects****. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 9(4), 297-310.
- Senge, P. M. (1990). ****The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization****. Doubleday/Currency.
- Senge, P. M. (1990). *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*. Doubleday.
- Sterman, J. D. (2000). ****Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World****. Irwin/McGraw-Hill.
- Tavana, M., & Zavadskas, E. K. (2020). Optimization Methods for Transportation: A Survey. *Applied Soft Computing*, 93, 106350.
- Wang, J., Zhao, Z., & Zhang, T. (2020). Intelligent Transportation Systems: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 1755-1770.
- Yang, H., Zhang, L., & Wu, D. (2019). Big Data and Machine Learning in Transportation: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(12), 4544-4559.



- Zhang, H., Li, Y., & Wang, X. (2021). ****The Role of AI in Predictive Maintenance of Transportation Systems****. **Journal of Infrastructure Systems**, 27(2), 04021062.
- Zhang, H., Li, Y., & Wang, X. (2021). ****The Role of IoT in Enhancing Road Safety****. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 122, 102883.
- Zhang, L., Wang, K., & Li, Y. (2020). A Survey of Machine Learning in Intelligent Transportation Systems: Applications, Challenges, and Future Directions. **Future Generation Computer Systems**, 108, 705-718.
- Zhang, Y., Liu, J., & Zhao, H. (2022). Big Data Analytics in Transportation: Opportunities and Challenges. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, 23(4), 786-797.
- Zhou, G., & Dong, X. (2023). Enhancing Public Safety in Transportation Systems through Big Data. **Journal of Safety Research**, 85, 75-84.