

چگونگی بهبود پهنای باند اینترنت با استفاده از هوش مصنوعی برای سنجش نیاز های شبکه در محیط اداری ، نمونه موردی : مخابرات شهر کرج

How to improve internet bandwidth using artificial intelligence to assess network needs in
an office environment, Case study: Karaj City Telecommunications

نگارنده:

مهرداد ولی نئی

نام استاد راهنما :

دکتر علی اکبر لطفیان

چکیده (Abstract):

با گسترش روزافزون استفاده از خدمات اینترنتی و افزایش حجم ترافیک شبکه، مدیریت پهنای باند به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مراکز مخابراتی و سازمان‌های اداری تبدیل شده است. روش‌های سنتی مدیریت شبکه، به دلیل ناتوانی در تحلیل لحظه‌ای ترافیک و پیش‌بینی نیازهای کاربران، دیگر پاسخگوی پیچیدگی شبکه‌های امروزی نیستند. در این میان، هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین به عنوان راهکاری نوین، توانایی تحلیل هوشمند داده‌های شبکه و بهینه‌سازی تخصیص منابع را فراهم کرده‌اند. پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش هوش مصنوعی در بهبود مدیریت پهنای باند و سنجش نیازهای شبکه در محیط اداری مخابرات شهر کرج انجام شده است. این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی بوده و داده‌های مورد نیاز از طریق پرسشنامه حضوری جمع‌آوری شده‌اند. جامعه آماری شامل ۴۵ نفر، متشکل از ۲۰ کاربر عادی اینترنت و ۲۵ نفر از کارکنان مخابرات بوده است تا تفاوت دیدگاه میان کاربران و افراد متخصص به صورت همزمان مورد بررسی قرار گیرد. نتایج پژوهش نشان داد که مهم‌ترین مشکلات شبکه، کاهش سرعت و ناپایداری سرویس در ساعات پرتراffic است و هر دو گروه بر اهمیت بهبود کیفیت و پایداری اینترنت تأکید داشته‌اند. همچنین یافته‌ها نشان داد که استفاده از مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند در پیش‌بینی ترافیک شبکه، مدیریت هوشمند پهنای باند و کاهش ازدحام شبکه نقش مؤثری داشته باشد. در مجموع، این پژوهش نشان می‌دهد که ترکیب تحلیل فنی شبکه با بررسی تجربه واقعی کاربران، می‌تواند راهکارهای کاربردی‌تر و مؤثرتری برای ارتقای کیفیت خدمات اینترنت و توسعه مدیریت هوشمند شبکه در مراکز مخابراتی ایران ارائه دهد.

واژه های کلیدی (key-words): هوش مصنوعی، پهنای باند، مدیریت ترافیک شبکه، یادگیری ماشین، QoS، مخابرات کرج.

مقدمه (Introduction):

این مقاله به کاوش در این رویکرد نوین پرداخته و چگونگی به کارگیری هوش مصنوعی برای سنجش و بهبود پهنای باند در محیط اداری مخابرات کرج را مورد بحث قرار می دهد. با توجه به محدودیت های اجرایی و دسترسی به زیرساخت های عملیاتی شبکه، تمرکز این پژوهش بیشتر بر امکان سنجی، تحلیل نیازهای شبکه و بررسی تأثیر بالقوه استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت پهنای باند بوده است و پیاده سازی عملی مدل های هوش مصنوعی خارج از محدوده تحقیق حاضر قرار دارد.

در دنیای امروز، اینترنت به شریان حیاتی سازمان ها و کسب و کارها تبدیل شده است و نقشی کلیدی در پیشبرد امور اداری و ارتباطات ایفا می کند. در این میان، سازمان های مخابراتی به عنوان ارائه دهندگان اصلی خدمات اینترنتی، خود نیز نیازمند زیرساخت های ارتباطی قوی و بهینه ای هستند تا بتوانند خدمات پایدار و با کیفیتی را به مشتریان خود ارائه دهند. شهر کرج، به عنوان یکی از کلان شهرهای پرتراکم کشور، با رشد روزافزون جمعیت و توسعه فعالیت های اقتصادی و اداری، با چالش های فزاینده ای در زمینه تأمین و مدیریت پهنای باند شبکه های داخلی خود مواجه است. افزایش تعداد کاربران همزمان، استفاده از اپلیکیشن های متنوع و نیازمند پهنای باند بالا مانند ویدئو کنفرانس، انتقال فایل های حجیم و دسترسی به سیستم های ابری، و همچنین لزوم ارائه خدمات پشتیبانی و ارتباطات داخلی، همگی فشار مضاعفی بر منابع پهنای باند موجود وارد می کنند.

سناریوهای سنتی مدیریت شبکه که عمدتاً بر اساس تحلیل های آماری گذشته نگر و تنظیمات دستی استوار هستند، دیگر قادر به پاسخگویی به پویایی و پیچیدگی ترافیک مدرن شبکه نیستند. این روش ها اغلب منجر به تخصیص ناکارآمد منابع، کمبود پهنای باند در ساعات اوج مصرف و هدررفت منابع در ساعات کم مصرف می شوند. این امر نه تنها بر کارایی داخلی سازمان مخابرات تأثیر منفی می گذارد، بلکه می تواند کیفیت خدمات ارائه شده به مشترکین را نیز تحت الشعاع قرار دهد. در چنین شرایطی، هوش مصنوعی (AI) و به ویژه تکنیک های یادگیری ماشین (ML) به عنوان ابزارهای قدرتمندی ظهور کرده اند که قابلیت تحلیل حجم عظیمی از داده های مربوط به ترافیک شبکه، شناسایی الگوهای پیچیده مصرف، پیش بینی دقیق نیازهای آتی پهنای باند و ارائه راهکارهای پویا برای مدیریت منابع را دارا هستند. با پیاده سازی مدل های هوش مصنوعی، می توان به طور هوشمندانه نیازهای لحظه ای و آتی شبکه را در مراکز اداری مخابرات شهر کرج سنجید و پهنای باند را به صورت بهینه تخصیص داد. این امر نه تنها به بهبود عملکرد داخلی و افزایش بهره وری کارکنان منجر می شود، بلکه گامی مؤثر در جهت ارتقاء سطح رضایت مشتریان و حفظ پایداری خدمات مخابراتی خواهد بود.

پیشینه تحقیق (Literature-Review):

سال های اخیر، استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای مدیریت ترافیک شبکه و بهینه سازی پهنای باند مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. برای مثال، در پژوهش "Predicting Bandwidth Utilization on Network Links Using Machine Learning" از مدل های یادگیری ماشین مانند LSTM برای پیش بینی مصرف پهنای باند و مدیریت بهتر شبکه استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل های هوشمند می توانند دقت بالاتری نسبت به روش های سنتی در پیش بینی ترافیک شبکه داشته باشند. همچنین در مقاله "Bandwidth Allocation Based on AI-Aided Traffic Prediction" از روش های مبتنی بر هوش مصنوعی برای تخصیص هوشمند پهنای باند و کاهش ازدحام شبکه استفاده شده است که موجب بهبود کیفیت خدمات (QoS) شده است.

همچنین در پژوهش "Machine Learning Techniques for Network Traffic Prediction: A Review" روش های مختلف یادگیری ماشین برای پیش بینی ترافیک شبکه بررسی شده و نتایج نشان داده است که الگوریتم های

هوشمند می‌توانند در کاهش ازدحام و مدیریت بهتر منابع شبکه مؤثر باشند. این پژوهش بیشتر بر تحلیل الگوریتم‌ها تمرکز داشته و کمتر به شرایط واقعی کاربران پرداخته است. در مقاله “Artificial Intelligence for Network Traffic Management and Optimization” نیز از هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی عملکرد شبکه و کاهش تأخیر استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از AI می‌تواند موجب افزایش پایداری و کیفیت خدمات در شبکه‌های پرتراфик شود. همچنین پژوهش “Deep Learning-Based Traffic Prediction for Intelligent Network Management” به بررسی مدل‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی مصرف پهنای باند پرداخته است. این تحقیق بیشتر بر دقت مدل‌های پیش‌بینی تمرکز دارد، در حالی که پژوهش حاضر علاوه بر جنبه فنی، تجربه کاربران و کارکنان مخابرات را نیز در محیط واقعی بررسی می‌کند.

شکاف تحقیقاتی (Research-Gap) :

با وجود پژوهش‌های متعددی در زمینه مدیریت پهنای باند، پیش‌بینی ترافیک شبکه و استفاده از هوش مصنوعی در بهینه‌سازی عملکرد شبکه، بیشتر تحقیقات پیشین بر جنبه‌های فنی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و دقت مدل‌های پیش‌بینی تمرکز داشته‌اند. در بسیاری از این پژوهش‌ها، محیط‌های آزمایشگاهی، شبکه‌های ابری یا زیرساخت‌های پیشرفته 5G مورد بررسی قرار گرفته و کمتر به شرایط واقعی مراکز مخابراتی و اداری در ایران توجه شده است. همچنین اغلب تحقیقات پیشین تجربه واقعی کاربران و دیدگاه کارشناسان شبکه را به صورت همزمان تحلیل نکرده‌اند. شکاف اصلی این پژوهش در آن است که علاوه بر بررسی فنی مدیریت پهنای باند با استفاده از هوش مصنوعی، وضعیت واقعی شبکه در محیط اداری مخابرات شهر کرج و تفاوت دیدگاه میان کاربران عادی و کارکنان مخابرات نیز مورد تحلیل قرار گرفته است. در پژوهش‌های پیشین بیشتر بر عملکرد الگوریتم‌ها و مدل‌های پیش‌بینی تمرکز شده، اما در این تحقیق تأثیر مستقیم مشکلات شبکه بر تجربه کاربران، میزان رضایت از خدمات و سطح آگاهی افراد نسبت به مفاهیم QoS و QoE نیز بررسی شده است.

از سوی دیگر، بسیاری از مقالات پیشین راهکارهای کلی و تئوری ارائه داده‌اند، در حالی که پژوهش حاضر تلاش کرده با استفاده از داده‌های پرسشنامه و تحلیل شرایط واقعی، راهکارهایی عملی و قابل اجرا برای بهبود مدیریت پهنای باند در مراکز مخابراتی ارائه دهد. بنابراین، این تحقیق می‌تواند به عنوان پلی میان تحلیل فنی شبکه و نیازهای واقعی کاربران در زیرساخت‌های مخابراتی ایران مطرح شود.

روش تحقیق (Methodology) :

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش اجرا توصیفی-تحلیلی است. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته بوده که بیشترین حجم داده‌های تحقیق را تشکیل می‌دهد. جامعه آماری شامل دو گروه مردم عادی استفاده‌کننده از خدمات اینترنت در شهر کرج و کارکنان مخابرات بوده است. دلیل انتخاب این دو گروه، بررسی تفاوت دیدگاه میان کاربران عادی و افراد متخصص در زمینه کیفیت خدمات اینترنت و مدیریت شبکه بوده است تا امکان تحلیل دقیق‌تر مشکلات و نیازهای شبکه فراهم شود. در مجموع تعداد ۴۵ پرسشنامه به صورت حضوری جمع‌آوری شد که از این میان، ۲۰ پرسشنامه مربوط به کاربران عادی و ۲۵ پرسشنامه مربوط به کارکنان مخابرات بوده است. نمونه‌گیری به صورت در دسترس انجام شده و داده‌ها پس از جمع‌آوری با استفاده از روش‌های آماری توصیفی و تحلیل فراوانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از این تحلیل، بررسی وضعیت موجود کیفیت خدمات اینترنت و امکان‌سنجی به‌کارگیری هوش مصنوعی در بهبود

مدیریت پهنای باند بوده است. همچنین این پژوهش بر امکان سنجی و بررسی کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت پهنای باند تمرکز دارد و پیاده سازی عملی الگوریتم های هوش مصنوعی خارج از محدوده تحقیق حاضر است.

اهداف کلیدی این پروژه عبارتند از (Objectives):

به طور جامع بر افزایش کارایی و پایداری پهنای باند از طریق تحلیل ترافیک، بهره گیری از هوش مصنوعی برای سنجش و پیش بینی نیازهای شبکه، تخصیص هوشمند و پویا منابع و ارتقای کیفیت خدمات (QoS) با مدیریت صف ها و اولویت بندی ترافیک، بهبود تجربه کاربری داخلی و فراهم سازی بستر خدمات پیشرفته متمرکز است. همچنین، این پروژه به دنبال مدیریت مؤثر فشارهای ناشی از رشد مصرف و توانمندسازی مدیران شبکه از طریق گزارش های تحلیلی است تا در نهایت، ارتباطات پایدارتر و سریع تر فراهم شود و کیفیت کلی خدمات مخابراتی ارتقا یابد.

سوالات کلیدی پروژه (Questions):

۱. چرا فکر می کنید بهبود و هوشمندسازی مدیریت پهنای باند در مراکز اداری مخابرات کرج اهمیت ویژه ای دارد؟
۲. چه مشکلات خاصی در سیستم های فعلی مخابرات کرج دیده اید که با استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل پیشرفته ترافیک، قابل حل باشد و این موضوع چه تأثیری بر سرعت و کیفیت خدمات به مردم خواهد داشت؟
۳. با استفاده از افزایش پهنای باند چه کمک هایی به مردم میشود و مردم چه سودی خواهند برد و چگونه این کار انجام میشود؟

پرسشنامه (Questions):

۱. کدام عامل بیشترین تأثیر را بر تجربه شما از کیفیت خدمات اینترنت دارد؟

- الف) سرعت و پایداری اتصال
- ب) کیفیت پشتیبانی و پاسخ گویی
- ج) قیمت و طرح های ارائه شده
- د) دسترسی به سرویس های خاص (استریم، بازی، ویدئو کنفرانس و ...)

۲. در ساعات پرترافیک شبکه، بیشتر کدام مشکل را تجربه یا مشاهده می کنید؟

- الف) کاهش محسوس سرعت
- ب) قطع و وصل شدن اتصال
- ج) نوسان در کیفیت (Latency / Jitter)
- د) افزایش زمان بارگذاری صفحات یا ویدئوها

۳. به نظر شما مهم ترین نیاز کاربران برای بهبود تجربه اینترنت چیست؟

- الف) افزایش پهنای باند واقعی

(ب) پایداری و کاهش قطعی

(ج) بهبود سرعت پاسخ گویی پشتیبانی

(د) شفافیت بیشتر در ارائه اطلاعات مصرف و کیفیت سرویس

۴. تا چه میزان با مفاهیمی مانند کیفیت سرویس (QoS)، کیفیت تجربه کاربر (QoE) و مدیریت هوشمند

ترافیک شبکه آشنایی دارید؟

(الف) آشنایی کامل و درک دقیق مفاهیم

(ب) آشنایی متوسط و آگاهی کلی

(ج) آشنایی محدود

(د) آشنایی ندارم

۵. آیا استفاده از مدل های پیش بینی ترافیک شبکه مبتنی بر یادگیری ماشین، مانند LSTM، می تواند در

بهینه سازی پهنای باند و کاهش اختلالات شبکه مؤثر باشد؟

(الف) بله

(ب) خیر

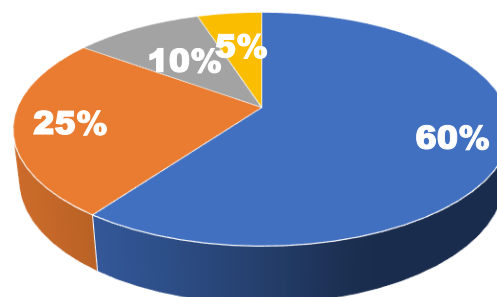
یافته های پژوهش (Results):

(الف) یافته های مربوط به عموم مردم:

معیارهای انتخاب خدمات اینترنتی:

- بیشترین فراوانی: کیفیت و پایداری سرویس (حدود ۶۰٪)، سرعت اینترنت (حدود ۲۵٪).
- کمترین فراوانی: قیمت (حدود ۱۰٪)، پشتیبانی و خدمات پس از فروش (حدود ۵٪).

CRITERIA FOR SELECTING INTERNET SERVICES:

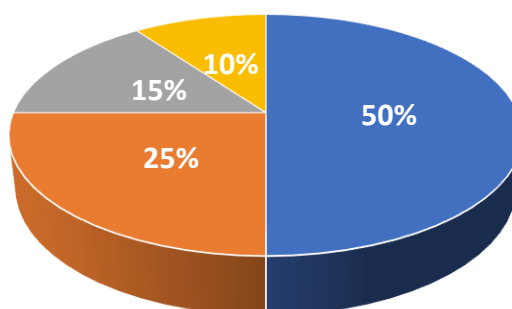


■ کیفیت و پایداری ■ سرعت اینترنت ■ قیمت ■ پشتیبانی

مشکلات در ساعات اوج مصرف:

- بیشترین فراوانی: کاهش شدید سرعت اینترنت (حدود ۵۰٪)، قطع و وصل شدن مکرر سرویس (حدود ۲۵٪).
- کمترین فراوانی: تأخیر در پاسخ‌دهی (Latency) (حدود ۱۵٪)، عدم امکان اتصال (حدود ۱۰٪).

Problems during peak hours

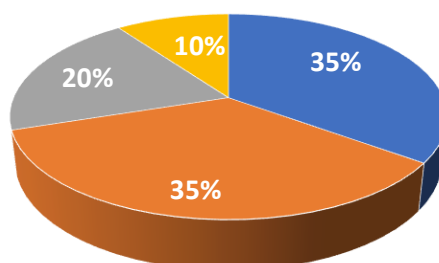


■ عدم اتصال ■ تأخیر در پاسخ‌دهی ■ قطع و وصلی سرویس ■ کاهش شدید سرعت

مهم‌ترین نیاز برای بهبود تجربه اینترنت:

- بیشترین فراوانی: افزایش پهنای باند واقعی (حدود ۳۵٪)، پایداری و کاهش قطعی (حدود ۳۵٪).
- کمترین فراوانی: بهبود سرعت پاسخ‌گویی پشتیبانی (حدود ۲۰٪)، شفافیت بیشتر در ارائه اطلاعات مصرف و کیفیت سرویس (حدود ۱۰٪).

THE MOST IMPORTANT NEED TO IMPROVE THE INTERNET EXPERIENCE

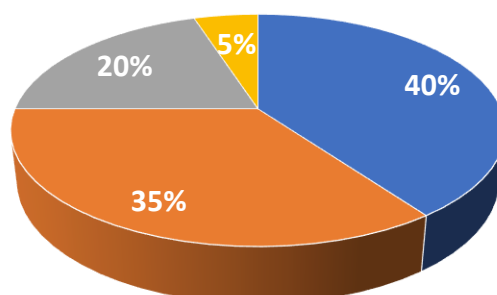


■ افزایش پهنای باند واقعی
■ پایداری و کاهش قطعی
■ بهبود سرعت پاسخ‌گویی پشتیبانی
■ شفافیت بیشتر در ارائه اطلاعات مصرف و کیفیت سرویس

میزان آشنایی با مفاهیم کیفیت اینترنت و مدیریت شبکه:

- بیشترین فراوانی: آشنایی ندارم (حدود ۴۰٪)، آشنایی محدود (حدود ۳۵٪).
- کمترین فراوانی: آشنایی متوسط و آگاهی کلی (حدود ۲۰٪)، آشنایی کامل و درک دقیق مفاهیم (حدود ۵٪).

Level of familiarity with the concepts of Internet quality and network management



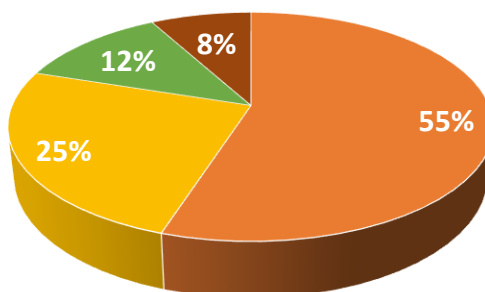
■ آشنایی کامل و درک دقیق مفاهیم ■ آشنایی متوسط و آگاهی کلی ■ آشنایی محدود ■ آشنایی ندارم

ب) یافته‌های مربوط به کارکنان مخابرات:

معیارهای انتخاب خدمات اینترنتی:

- بیشترین فراوانی: کیفیت و پایداری سرویس (حدود ۵۵٪)، سرعت اینترنت (حدود ۲۵٪).
- کمترین فراوانی: قیمت (حدود ۱۲٪)، پشتیبانی و خدمات پس از فروش (حدود ۸٪).

CRITERIA FOR SELECTING INTERNET SERVICES:



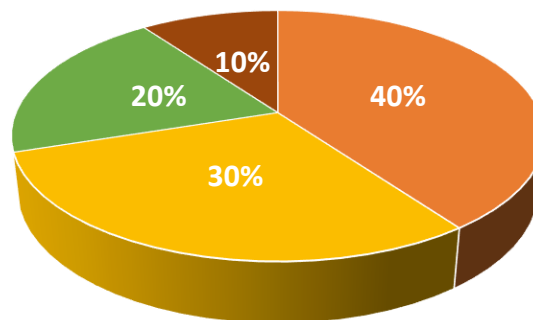
■ پشتیبانی ■ قیمت ■ سرعت اینترنت ■ کیفیت و پایداری

مشکلات در ساعات اوج مصرف:

- بیشترین فراوانی: کاهش شدید سرعت اینترنت (حدود ۴۰٪)، قطع و وصل شدن مکرر سرویس (حدود ۳۰٪).

- کمترین فراوانی : تأخیر در پاسخدهی (Latency) (حدود ۲۰٪) ، عدم امکان اتصال (حدود ۱۰٪).

Problems during peak hours

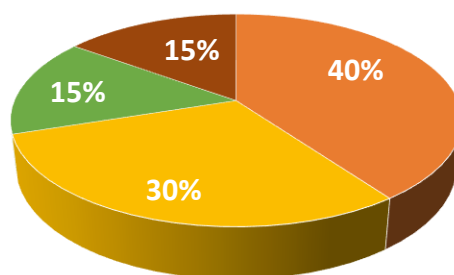


عدم اتصال ■ تأخیر در پاسخدهی ■ قطع و وصلی سرویس ■ کاهش شدید سرعت

مهمترین نیاز برای بهبود تجربه اینترنت :

- بیشترین فراوانی : افزایش پهنای باند واقعی (حدود ۴۰٪) ، پایداری و کاهش قطعی (حدود ۳۰٪) .
- کمترین فراوانی : بهبود سرعت پاسخگویی پشتیبانی (حدود ۱۵٪) ، شفافیت بیشتر در ارائه اطلاعات مصرف و کیفیت سرویس (حدود ۱۵٪).

THE MOST IMPORTANT NEED TO IMPROVE THE INTERNET EXPERIENCE

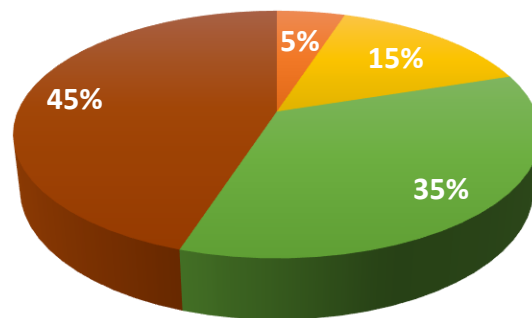


افزایش پهنای باند واقعی ■ پایداری و کاهش قطعی ■ شفافیت بیشتر در ارائه اطلاعات مصرف و کیفیت سرویس ■ بهبود سرعت پاسخگویی پشتیبانی

میزان آشنایی با مفاهیم کیفیت اینترنت و مدیریت شبکه:

بیشترین فراوانی : آشنایی کامل و درک دقیق مفاهیم (حدود ۴۵٪) ، آشنایی متوسط و آگاهی کلی (حدود ۳۵٪).
کمترین فراوانی : آشنایی ندارم (حدود ۵٪) ، آشنایی محدود (حدود ۱۵٪) .

Level of familiarity with the concepts of Internet quality and network management



آشنایی کامل و درک دقیق مفاهیم آشنایی متوسط و آگاهی کلی آشنایی محدود آشنایی ندارم

تحلیل یافته ها و بحث (Results and Discussion) :

نتایج پژوهش نشان داد که در هر دو گروه کاربران عادی و کارکنان مخابرات، کیفیت و پایداری سرویس مهم ترین عامل در ارزیابی خدمات اینترنتی است و بیشترین مشکل شبکه نیز کاهش سرعت و ناپایداری اتصال در ساعات پرتراфик بوده است. این یافته ها با نتایج پژوهش های پیشین مانند Predicting Bandwidth Utilization on Network Links Using Artificial Intelligence for Network Traffic Management and Machine Learning و Optimization همخوانی دارد که افزایش ترافیک شبکه و نیاز به مدیریت هوشمند پهنای باند را از چالش های اصلی شبکه های مدرن معرفی کرده اند. با این حال، تحقیقات پیشین بیشتر بر الگوریتم های فنی و مدل های پیش بینی ترافیک تمرکز داشته اند، در حالی که پژوهش حاضر علاوه بر بررسی فنی، دیدگاه کاربران عادی و کارکنان مخابرات را نیز به صورت همزمان تحلیل کرده است. یافته ها نشان داد کارکنان مخابرات درک تخصصی تری از مفاهیمی مانند Latency, QoS و مدیریت هوشمند شبکه دارند، اما کاربران عادی بیشتر بر تجربه واقعی استفاده از اینترنت و پایداری سرویس تمرکز می کنند. این تفاوت نشان می دهد که موفقیت سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی در مدیریت پهنای باند، علاوه بر دقت فنی، به میزان تأثیر آن بر تجربه واقعی کاربران نیز وابسته است. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر تأیید می کند که استفاده از هوش مصنوعی می تواند نقش مؤثری در بهبود پایداری شبکه، کاهش ازدحام و افزایش رضایت کاربران در مراکز مخابراتی ایران داشته باشد.

نتیجه گیری (Conclusion) :

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش هوش مصنوعی در بهبود مدیریت پهنای باند و سنجش نیازهای شبکه در محیط اداری مخابرات شهر کرج انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مهم ترین دغدغه کاربران و کارکنان مخابرات، کیفیت و پایداری

سرویس اینترنت و همچنین کاهش سرعت در ساعات پرتراфик است. بررسی داده‌های پرسشنامه نشان داد که کاربران عادی بیشتر بر تجربه استفاده روزمره و کاهش قطعی تمرکز دارند، در حالی که کارکنان مخابرات مشکلات را از دید تخصصی‌تری مانند مدیریت ترافیک، QoS و Latency تحلیل می‌کنند. یافته‌های تحقیق نشان داد که استفاده از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌تواند در پیش‌بینی ترافیک شبکه، تخصیص هوشمند پهنای باند و کاهش ازدحام شبکه مؤثر باشد. همچنین نتایج این پژوهش با تحقیقات پیشین در زمینه مدیریت هوشمند شبکه همخوانی داشته و نشان می‌دهد که روش‌های سنتی مدیریت پهنای باند به‌تنهایی پاسخگوی نیاز شبکه‌های امروزی نیستند.

پاسخ به سؤالات تحقیق نشان داد که هوشمندسازی مدیریت پهنای باند در مراکز مخابراتی اهمیت بالایی دارد، زیرا موجب افزایش پایداری شبکه، بهبود کیفیت خدمات و کاهش اختلالات اینترنتی می‌شود. همچنین مشخص شد که افزایش پهنای باند و استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت ترافیک می‌تواند رضایت کاربران را افزایش داده و کیفیت خدمات ارائه‌شده به مردم را بهبود بخشد. در مجموع، پژوهش حاضر نشان داد که ترکیب تحلیل فنی شبکه با بررسی تجربه واقعی کاربران و کارکنان، می‌تواند دید دقیق‌تری نسبت به مشکلات زیرساختی شبکه ارائه دهد. بنابراین، استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت پهنای باند می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود عملکرد شبکه‌های مخابراتی و افزایش کیفیت خدمات اینترنت در مراکز اداری مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهادهای (Recommendations):

با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود مراکز مخابراتی از سیستم‌های هوشمند تحلیل ترافیک مبتنی بر هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ساعات اوج مصرف و مدیریت پویای پهنای باند استفاده کنند تا از کاهش سرعت و ناپایداری شبکه جلوگیری شود. همچنین استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند LSTM در تحلیل الگوهای مصرف می‌تواند به تخصیص دقیق‌تر منابع شبکه و کاهش فشار روی زیرساخت‌ها کمک کند. از آنجا که بخش زیادی از کاربران عادی آشنایی محدودی با مفاهیم کیفیت سرویس و مدیریت شبکه دارند، پیشنهاد می‌شود مخابرات برنامه‌های آموزشی ساده و کاربردی برای افزایش آگاهی کاربران درباره QoS، QoE و نحوه مصرف بهینه اینترنت ارائه دهد. این موضوع می‌تواند موجب کاهش نارضایتی کاربران و افزایش درک آن‌ها از محدودیت‌های شبکه شود.

همچنین پیشنهاد می‌شود سیستم‌های مانیتورینگ لحظه‌ای شبکه در مراکز اداری توسعه یابند تا مشکلاتی مانند Latency، Jitter و افت سرعت پیش از ایجاد اختلال گسترده شناسایی شوند. استفاده از داشبوردهای تحلیلی هوشمند نیز می‌تواند تصمیم‌گیری مدیران شبکه را سریع‌تر و دقیق‌تر کند. برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابه در شهرها و سازمان‌های دیگر نیز انجام شود تا امکان مقایسه نتایج و بررسی عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی در شرایط مختلف فراهم گردد. همچنین استفاده از داده‌های واقعی ترافیک شبکه و پیاده‌سازی عملی مدل‌های پیش‌بینی می‌تواند دقت نتایج را افزایش داده و زمینه توسعه سیستم‌های هوشمند مدیریت پهنای باند در شبکه‌های مخابراتی ایران را فراهم کند.

تقدیر و تشکر (Acknowledgment) :

بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از استاد راهنمای محترم که با راهنمایی‌های علمی، حمایت‌های ارزشمند و انتقال تجربیات خود در تمامی مراحل انجام این پژوهش یاری‌رسان اینجانب بودند، صمیمانه اعلام می‌دارم. بدون تردید، راهنمایی‌های ایشان نقش مهمی در شکل‌گیری و تکمیل این تحقیق داشته است. همچنین از تمامی کارکنان مخابرات و افرادی که با صرف زمان و همکاری صادقانه در تکمیل پرسشنامه‌ها و ارائه دیدگاه‌های تخصصی و تجربی خود مشارکت داشتند، کمال تشکر را دارم؛ زیرا همراهی آن‌ها نقش مؤثری در جمع‌آوری داده‌ها و دستیابی به نتایج این پژوهش داشته است. در پایان، از تمامی اساتید، پژوهشگران و خوانندگانی که این مقاله را مطالعه می‌کنند نیز قدردانی می‌شود. امید است

نتایج این تحقیق بتواند گامی هرچند کوچک در جهت توسعه دانش، بهبود مدیریت هوشمند شبکه و ارتقای کیفیت خدمات اینترنتی در کشور باشد.

منابع (References) :

- Labonne, M. et al., Predicting Bandwidth Utilization on Network Links Using Machine Learning, arXiv, 2021.
- Zhang, X. et al., Bandwidth Allocation Based on AI-Aided Traffic Prediction, Springer, 2023.
- Azzouni, A. & Pujolle, G., Machine Learning Techniques for Network Traffic Prediction: A Review, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2018.
- Zhang, C. et al., Artificial Intelligence for Network Traffic Management and Optimization, IEEE Access, 2020.
- Kim, H. et al., Deep Learning-Based Traffic Prediction for Intelligent Network Management, Elsevier Computer Networks, 2021.