

رتبه اول دومین دوره مسابقه ایده‌های کاربردی در علوم و مهندسی آب و فاضلاب (محور تلفات آب)
(انجمن آب و فاضلاب ایران، سال ۱۳۹۹)

عنوان: بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تشخیص نشت انشعابات مشترکین و شیرخ‌های کنترلی

نگارنده: محمدرضا عزیزی

شرکت دانش بنیان فرآیند ارقام پرداز و شرکت فرآیند زمین پرداز

تاریخ: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

مقدمه

مطابق با آمارهای انجمن جهانی آب (IWA (International Water Association) و تایید آمارهای ارائه شده در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ایران بیش از ۷۰ تا ۸۵ درصد نشت‌های شبکه آب در بخش توزیع در انشعابات مشترکین و حد فاصل کنتور مشترک تا محل انشعاب از شبکه رخ می‌دهد. فارغ از عوامل موثر و علل وقوع نشت در این بخش وسیع از شبکه توزیع آب، به دلایل حجم بسیار بالای هدررفت واقعی در این بخش، بروز خطرات بالا و وسیع ایمنی در معابر به دلیل سست نمودن بستر، ایجاد بستر اختلاف پتانسیل و تشدید خوردگی در دیگر تاسیسات و عدم شناسایی سریع، جزء موارد مهم رسیدگی و کنترل کاهش هدررفت واقعی آب است. براساس پیمان‌های نشت‌یابی در حال حاضر پیمانکاران حداقل یک‌بار هر انشعاب مشترک را بررسی می‌نمایند و تا بررسی مجدد همان انشعاب، یک زمان یک‌ساله تا قرارداد بعدی پیمانکار نیاز است، مگر در مواقع نمایان شدن نشت. به دلیل حجم و تعدد وقوع نشت در انشعابات مشترکین و حجم هدررفت واقعی در این حوزه، دستیابی به تکنولوژی یا تکنیکی متناسب با ساختار عملیاتی شرکت‌های آب و فاضلاب کشورمان و کشف این حجم از نشت و اصلاح خلاء موجود مورد نظر بوده و بسیار حائز اهمیت است. ایده این شرکت برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تشخیص نشت به جای تشخیص توسط متخصصین نشت‌یابی است. این امر موجب می‌شود در زمان بسیار کوتاه و بدون نیاز به تجربه، قرائت‌کنندگان کنتورهای مشترکین نیز بتوانند هم‌زمان با قرائت کنتور، وجود و شدت نشت احتمالی مشترکین را نیز تشخیص و اعلام نمایند. این ایده منافع مالی بسیار زیادی از راه کاهش هزینه‌های قراردادهای پیمایش حداقل ۶ برابری انشعابات مشترکین و کاهش شدید هدررفت واقعی آب را برای شرکت‌های آب و فاضلاب کشور

به همراه دارد.

ایده پیشنهادی

استفاده از هوش مصنوعی برای قضاوت وجود نشت و تعیین شدت نشت در انشعابات مشترکین و شیرخ‌های کنترلی، بدون نیاز به تجهیزات گران‌قیمت و تنها در زمان ۱۰ ثانیه و بدون نیاز به دخالت انسان و استفاده از افراد متخصص.

روش پیشنهادی

نشت‌یاب‌های آکوستیک آب معمولاً به سنسورهای پیزو الکتریک Piezo Electric Sensor مجهز هستند. این سنسورها لرزش‌های دریافتی از سطح تماس خود را که مستقیماً به صفحه دیافراگم پیزو الکتریک وارد می‌شوند را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کنند. غالباً نشت‌یاب‌های آکوستیک (ژئوفن) سیگنال‌های دریافتی را پیش تقویت نموده در باند فرکانسی متناسب با هدف طراحی، فیلتر نموده و پس از تقویت مجدد تبدیل به سیگنال صوتی برای ارائه به کاربر می‌نمایند. به‌طور عمومی متخصصین با تجربه نشت‌یابی، با توجه به آشنایی با صدای نشت اقدام به قضاوت وجود یا عدم وجود نشت نموده و گاهی می‌توانند شدت نشت را نیز تخمین بزنند.

نشت‌یابی آکوستیک با استفاده از سیستم‌های ژئوفن یکی از پرکاربردترین روش‌های نشت‌یابی در کشور ایران و جهان است و حجم بیش از ۸۰ درصدی از نشت‌های انشعابات و شیرخ‌های شبکه تاسیسات به‌عنوان پرچالش‌ترین بخش‌های شبکه با این تجهیزات نشت‌یابی می‌شوند. وابستگی شدید نتیجه عملکرد نشت‌یاب‌های آکوستیک به تجربه کاربر، قدرت و شناخت شنوایی فرد و نویزهای محیطی، میزان خطا و زمان صرف شده برای نشت‌یابی با این روش را افزایش می‌دهد، لذا شرکت دانش بنیان

حال با تست‌های آزمایشگاهی در مقادیر مختلف خروج آب در نشت می‌توان سطوح مختلفی از شدت نشت را تعیین و با تعریف آن برای کنترلر دستگاه هم‌زمان با امکان قضاوت نشت، میزان شدت نشت را نیز تعیین نمود.

در ۱۴۲ تست انجام شده در سال ۱۳۹۸ لغایت ۱۳۹۹ در منطقه ۶ آب و فاضلاب تهران در نواحی ۱ و ۲ و ۳ این منطقه عملکرد سیستم موضوع این طرح از ۸۰ تا ۹۲ درصد تایید عملکرد داشته است، به طوری که تا بیش از ۹۰ درصد در قضاوت نشت صحت عملکرد داشته و میانگین ۸۴ درصد در تعیین میزان شدت نشت.

سخن آخر

ایده استفاده از هوش مصنوعی در تشخیص وجود نشت و تعیین شدت نشت:

FAP-Automatic Leakage Judgement (ALJ®) Based on Artificial intelligence (AI)

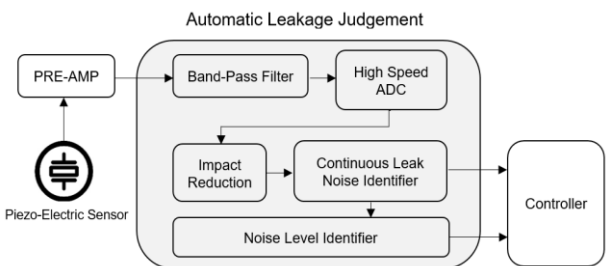
به طور کامل عملیاتی شده است و در محصول جدید شرکت دانش بنیان فرآیند ارقام‌پرداز پیاده‌سازی و تولید صنعتی شده است. دستگاه فوق همراه با این قابلیت، سفارش رسمی صادرات به کشور ژاپن به تعداد ۱۰۰ دستگاه را دریافت کرده است و مورد استقبال در صنعت کشورمان نیز قرار گرفته است. به‌عنوان سخن آخر این تکنولوژی کاملاً بومی قادر به کاهش هزینه‌های اجرای NRW و کاهش هدر رفت آب در کشور است و به‌طور فزاینده‌ای موجب کشف نشت‌های شبکه توزیع و انشعابات و شیرهای کنترلی بدون دخالت فرد و خطای انسانی می‌شود.

یکی از جذاب‌ترین موارد کاربری این تکنولوژی استفاده از نیروی انسانی قرائت‌کننده‌ها برای نشت‌یابی خط مشترکین تنها با صرف ۱۰ ثانیه زمان مورد نیاز سیستم برای آنالیز و اعلام نتیجه است.

فرآیند ارقام‌پرداز با هدف کاهش وابستگی و حتی حذف تاثیر نیروی انسانی بر نتیجه عملکرد دستگاه‌های نشت‌یاب آکوستیک، طرح به‌کارگیری هوش مصنوعی در تشخیص نشت را با همکاری شرکت‌های آب و فاضلاب مناطق ۵ و ۶ تهران، پس از تست‌های متوالی، شبیه‌سازی، طراحی و اجرا نموده است و در حال حاضر بر روی جدیدترین نشت‌یاب‌های هوشمند آکوستیک آب این شرکت با نام PERIJA Mini به‌طور صنعتی پیاده‌سازی و تولیدی انبوه نموده است.

FAP-Automatic Leakage Judgement (ALJ®) Based on Artificial intelligence (AI)

در این روش بلوک آنالیزکننده، حد فاصل سیگنال خروجی سنسورهای پیزو الکتریک نشت‌یابی پیش از پیش تقویت‌کننده تا میکروکنترلر دستگاه قرار می‌گیرد که بلوک دیاگرام کلی آن را در شکل زیر قابل مشاهده است.



در این بلوک با توجه به عمق لوله‌ها، بهترین فیلترینگ آکوستیک ۲۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز است، زیرا تا هارمونی چهارم برق شهر را نیز حذف می‌کند و سیگنال‌های صوتی حاصل از نشت از عمق ۴ متر تا سطح زمین را دریافت می‌کند.

در الگوریتم مورد نظر سیگنال خروجی آنالوگ باید به حوزه دیجیتال منتقل شود. لذا برای دستیابی به یک الگوی با کیفیت دیجیتال از سیگنال صوتی با نمونه‌برداری با نرخ بالا عمل کرده تا کلیه جزئیات سیگنال را حفظ شود. با استفاده از پردازش سیگنال و فیلترهای FFT و ورود به حوزه فرکانسی و آشکارسازی دامنه و الگوریتم‌های شناسایی Impact Signalها را از بازه الگوی سیگنال جداسازی کرده و در لحظه وقوع سیگنال‌های ضربه دامنه در سیگنال حداقل در نظر گرفته می‌شود. حال سیگنال دریافتی از سنسور به‌طور یکنواخت بوده و کلیه صداهای صحبت کردن، قدم زدن، عبور خودرو و موتور و ... حذف شده‌اند.

از آن‌جا که سیگنال‌های نشت آب، سیگنال‌های پیوسته با بازه فرکانسی مشخصی وابسته به نوع جنس لوله، فشار آب و عمق دفن هستند می‌توان با الگوریتم‌های شناسایی و استفاده از تکنیک‌های Machine Learning و مطابقت نمونه تست‌های انجام‌شده در شبکه آب و فاضلاب صدای نشت را شناسایی نمود.