

استفاده از الگوریتم AdaBoost تعمیم یافته جهت آشکارسازی عیوب فرایندهای صنعتی

محمود مولا^۱، بهزاد مشیری^۲^۱گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران. mhmola@ieee.org^۲استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، تهران، ایران. moshiri@ut.ac.ir

چکیده

در این مقاله روشی نوین جهت آشکارسازی عیب فرایند بر اساس توسعه الگوریتم AdaBoost پیشنهاد می‌دهیم. الگوریتم پیشنهادی علاوه بر کاهش زمان تأخیر آشکارسازی، صحت تشخیص عیب را بهبود می‌بخشد. همچنین، الگوریتم پیشنهادی می‌تواند همزمان داده‌هایی با برچسب نویزی را آشکار و حذف نماید. آموزش بصورت بهینه‌سازی تکراری یک تابع هزینه نمایی خواهد بود. در هر تکرار دوره‌های انتقال عیب مورد بررسی قرار می‌گیرد. و تلاش می‌شود دوره افزایش یابد تا زمان تأخیر تشخیص کاهش یابد. همچنین نمونه‌های نویزی را از مجموعه داده‌های آموزش حذف می‌نماید. الگوریتم پیشنهادی بر روی فرایند شیمیایی تنسی ایستمن (TEP) تست و شبیه‌سازی شده و با الگوریتم پایه AdaBoost مقایسه شده است. نتایج مقایسه شبیه‌سازی نشان‌دهنده بهبود الگوریتم پایه است.

واژه‌های کلیدی

آشکارسازی عیب، الگوریتم افزایشی، بهینه‌سازی.

مقدمه

عیب، براساس تعریف، یک تغییر پیش بینی نشده در عملکرد فرآیند است که می‌تواند توسط یک بخش مکانیکی آسیب دیده، سنسور، یا فعال کننده^۱، خرابی یک پمپ، تغییر ناگهانی در ترکیب یک زنجیره خوراکی^۲، و مواردی مشابه این رخ دهد. از طرف دیگر، تشخیص نوسانات و تحلیل علت ریشه آن، در درجه اول اهمیت در فرایندهای شیمیایی است [۶].

در واقع، نوسان می‌تواند تغییراتی در بارگذاری دوره‌ای فرآیند ایجاد کرده و نرخ تولید آن را محدود کند. در نتیجه، انگیزه زیادی جهت تشخیص خودکار چنین اختلالاتی در فرآیند و تحلیل علل ریشه‌ای آن، وجود دارد [۹].

نظارت مناسب بر فرآیند می‌تواند مدت از کارافتادگی را حداقل کرده و عامل خدمات دستگاه را بهبود دهد و همچنین اشکالات جانبی را برطرف کند [۱۱،۳].

^۱ Actuator^۲ Feed stream

بطور کلی الگوریتم‌های آشکارسازی عیب به دو دسته بدون نظارت و تحت نظارت تقسیم‌بندی می‌شوند. در الگوریتم‌های بدون نظارت نظیر PCA [۱] و ICA [۱۰]، عملکرد نرمال مدل می‌شود و عیوب بر اساس انحراف از رفتار نرمال آشکار خواهند شد. در الگوریتم‌های تحت نظارت نظیر SVM [۷] و شبکه‌های عصبی، طبقه‌بند داده‌های موجود قبلی حاوی عملکرد نرمال و معیوب را آموزش می‌بیند و بر اساس آن رخداد کنونی را طبقه‌بندی خواهد کرد. در این مقاله ما روی روش‌های نظارت شده که از طبقه‌بندی باینری در آشکارسازی عیب استفاده می‌کنند، تمرکز خواهیم داشت. از ویژگی‌های مطلوب الگوریتم آشکارساز عیب، داشتن زمان تأخیر تشخیص عیب پایین، نرخ کم مثبت کاذب و احتمال تشخیص بالاست. تشخیص زود هنگام و به موقع عیب باعث خواهد شد که از عواقب فاجعه‌بار جلوگیری شود. نرخ مثبت کاذب کم، نیز قابلیت استفاده از سیستم آشکارساز را تضمین می‌کند. صحت تشخیص بالا یک الزام ضروری برای آشکارسازی و ردیابی رخداد عیب خواهد بود. این معیارها، کیفیت عملکرد کلی سیستم آشکارساز عیب را معرفی می‌کند. اگرچه لازم است مصالحه‌ای مابین سرعت تشخیص و صحت بالای آن برقرار شود که این به ویژگی‌های الگوریتم بستگی خواهد داشت.

در حالت کلی الگوریتم‌های طبقه‌بندی تحت نظارت فقط خطای (error) طبقه‌بندی کلی را کمینه می‌نمایند، بدون آنکه صراحتاً تأخیر آشکارسازی را در نظر گرفته باشند. هر چند، کمینه کردن خطا لزوماً کوچک بودن تأخیر آشکارسازی را تضمین نمی‌کند. از آنجایی که دوره‌های انتقال بین شرایط نرمال و دارای عیب عموماً توسط کسر بسیار کوچکی از داده‌های آموزش پوشش داده می‌شود، از سهم خطای آنها می‌توان به قیمت دست‌یابی به صحت بالا در طول دوره‌های حالت ماندگار رفتار نرمال یا عیب، چشم‌پوشی نمود. کمینه‌سازی همزمان خطای آشکارسازی و تأخیر آشکارسازی دغدغه مهمی است که نوآوری الگوریتم پیشنهادی در راستای پرداختن به آن است.

مسئله دیگر مربوط به الگوریتم‌های آشکارساز عیب تحت نظارت مربوط به کیفیت تفسیر داده‌های موجود قبلی و شناسایی انواع عیوب است. در واقع، برچسب زدن داده‌های فرآیند اغلب می‌تواند نادرست