١٠٨٢٦٧

دانشگاه شیراز

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسي ارشد در رشته مهندسي هسته اي(راکتور)

استفاده از شبکه عصبی (ANN) برای طراحی سیستم راهنمای اپراتور یک نیروگاه PWR

توسط:

مجتبی مرتضوی مهریزی

۱۳۸۷ /۹/ ۲۰۳

استاد راهنما:

دکتر کمال حداد

تیر ۱۳۸۷

۱۰۸۲۰۷

به نام خدا

استفاده از شبکه عصبی (Artificial Neural Network) برای طراحی سیستم راهنمای اپراتور یک نیروگاه PWR

به وسیله

مجتبی مرتضوی مهریزی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

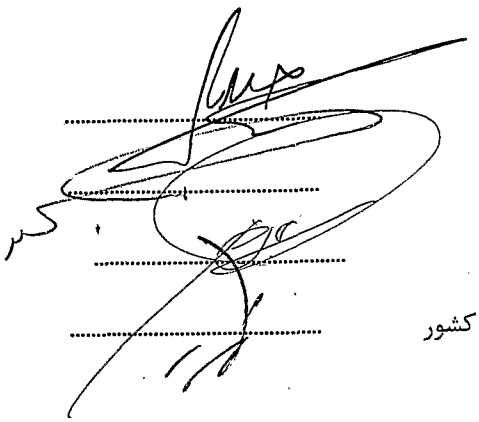
مهندسی هسته ای (راکتور)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی



دکتر کمال حداد، دانشیار بخش مهندسی هسته ای

دکتر محمد رضا نعمت اللهی، استادیار بخش مهندسی هسته ای

دکتر فریبرز سبحان منش، استادیار بخش مهندسی کامپیوتر

دکتر محمد رضا ضرغامی، هیئت علمی مرکزنظام ایمنی هسته‌ای کشور

تیر ۱۳۸۷

تقدیم به

پدر و مادر

عزیزم که همواره مرهون زحمات بي دریغشان خواهم بود

سپاسگزاری

خداوند بزرگ را شاکرم که لطف خود را بر من ارزانی داشت تا مرحله ای دیگر از تحصیل را با موفقیت به پایان برم. اکنون که به یاری خداوند، این رساله به پایان رسیده است بر خود واجب می دانم از زحمات و راهنماییهای ارزشمند اساتید محترم آقایان دکتر کمال حداد، دکتر محمدرضا نعمت اللهی، دکتر فرشاد فقیهی، دکتر رضا ضر غامی، دکتر فریبرز سبحان منش و همچنین از مساعدت آقای مجتبی مستعلی دوست عزیزم که مرا در انجام این کار یاری داده است صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم، همچنین از خانواده عزیزم که در این مدت با ایجاد محیطی آرام فضای مناسبی را برای تحقیق برایم فراهم کردند. به امید آنکه بتوانم محبتشان را جبران کنم.

چکیده:

استفاده از شبکه عصبی (ANN) برای طراحی سیستم راهنمای اپراتور یک نیروگاه PWR

به وسیله ی:

مجتبی مرتضوی مهریزی

این رساله ارائه دهنده یک روش تشخیص عیب (Fault diagnosis) بر پایه شبکه های عصبی مصنوعی در یک نیروگاه هسته ای از نوع System80 می باشد، که شرایط تشخیص عیب دینامیک را برای ما فراهم می آورد. در این رساله از تکنیک آنالیز اجزاء اصلی(Principal Component Analysis) برای کاهش بعد مسئله استفاده شده است. چنین روشهای کاهش بعدی، سیستم را به سمت تشخیص سریعتر و نمایش بهتر نتایج، پیش خواهد برد. برای نشان دادن تاثیر این تکنیک، دو روش برای آموزش شبکه عصبی استفاده شد. ابتدا یک مجموعه آموزش، شامل پانزده پارامتر سیستم، برای آموزش یک شبکه MLP با الگوریتم آموزش resilient backpropagation به منظور تشخیص عیب استفاده شد و در ادامه با کاربرد تکنیک PCA و کاهش سایز داده ورودی از پانزده به شش، یک شبکه بسیار ساده تر و با دقت بیشتری بدست آمد. خلاصه اینکه، کاربرد تکنیک PCA، به شدت باعث ساده شدن توپولوژی شبکه شده و به ما اجازه می دهد که بتوانیم از الگوریتمهای آموزش مختلف نیز استفاده کنیم. شبکه های بدست آمده، از یک مجموعه، به صورت یک پنجره زمانی متحرک (Movable Temporal Window) از پارامترهای سیستم به عنوان ورودی استفاده می کنند، که حاوی اندازه گیریهای چند ثانیه اخیر از پارامترهای سیستم می باشد. دقت، قابلیت تعمیم داشتن و قابلیت اطمینان شبکه های مورد نظر برای داده های ده حادثه شبیه سازی شده راکتور System 80، بررسی شده است. همچنین در نهایت تاثیر نویز بر روی شبکه ها، برای ارزیابی مقاومت آنها، بررسی شده است، که باز نشان دهنده قدرتمند و مؤثر بودن این روش است.

فهرست اختصارات

ABBREVIATON	MEANING
ANN	Artificial Neural Network
FDI	Fault Detection and Identification
NN	Neural Network
PCA	Principal Component Analysis
PC	Principal Component
CBP	Computerized Based Procedure
FFT	Fast Fourier Transform

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱- مقدمه ۱
۱-۱- کلیات ۲
۱-۲- چهار روش برای نظارت بر سیستم ۴
۱-۳- نگاهی بر شبکه های عصبی مصنوعی ۵
۲-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده ۸
۲-۲-۱- روش های تشخیص خطای مبتنی بر مدل (Model-based) ۱۰
۲-۲-۱-۱- روش های مبتنی بر مدل کمی ۱۰
۲-۲-۱-۲- روش های مبتنی بر مدل کیفی ۱۰
۲-۲-۲- روشهای تشخیص خطای مبتنی بر داده‌های سیستم (Data driven) ۱۱
۲-۲-۲-۱- روش های مبتنی بر داده کیفی ۱۱
۲-۲-۲-۲- روش های مبتنی بر داده کمی ۱۲
۲-۲-۳- روش شبکه های عصبی ۱۳
۲-۲-۴- کاربرد شبکه های عصبی در نیروگاههای هسته ای ۱۴
۳- آشنایی با شبکه های عصبی مصنوعی ۱۷
۳-۱- کلیات ۱۷
۳-۲- نرون بیولوژیکی ۱۷
۳-۳- شبکه های عصبی مصنوعی ۱۸
۳-۴- تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی ۲۰
۳-۵- مدل های شبکه های عصبی مصنوعی ۲۲
۳-۵-۱- مدل ریاضی ساختمان و عملکرد نرون ها ۲۲
۳-۵-۱-۱- مدل نرون تک ورودی ۲۳
۳-۵-۱-۲- توابع مورد استفاده در شبکه عصبی ۲۴
۳-۵-۱-۳-مدل نرون چند قطبی: ۲۵
۳-۵-۲- ساختار شبکه های عصبی ۲۷
۳-۵-۲-۱- شبکه تک لایه ۲۷
۳-۵-۲-۲- شبکه های چند لایه ۲۸
۳-۵-۲-۳- شبکه پرسپترون ۲۹

عنوان | صفحه

۳-۵-۲-۴- شبکه های پس خور یا برگشتی : ۲۹
۳-۶- یادگیری شبکه های عصبی مصنوعی ۳۰
۳-۶-۱- الگوریتم یادگیری پس انتشار خط *(BP)* ۳۲
۳-۶-۲- محدودیت الگوریتم BP ۳۶
۳-۷- مزیتهای استفاده از شبکه های عصبی ۳۶
۳-۷-۱- شبکه های عصبی در مقابل کامپیوتر های معمولی ۳۷
۳-۸- نتیجه گیری ۳۸
۴- آشنایی با روش آنالیز اجزای اصلی ۴۰
۴-۱- کلیات ۴۰
۴-۲- آنالیز اجزاء اصلی (PCA) ۴۲
۴-۳- الگوریتم PCA ۴۳
۴-۴- تجزیه مقادیر تکین Singular Value decomposition (SVD) ۴۶
۴-۵- تفسیر هندسی آنالیز اجزاء اصلی ۴۸
۵- آشنایی با مبانی روش تبدیل فوریه سریع در ارزیابی کد های شبیه ساز(FFT-BM) ۵۱
۵-۱- توصیف روش FFT-BM ۵۱
۵-۲- پیاده سازی این روش ۵۳
۵-۳- ارزیابی دقت ۵۴
۶- تشخیص خطا بر اساس یک شبکه عصبی ۵۷
۶-۱- خلاصه ای بر راکتور System 80 و کد CEPAC ۵۸
۶-۲- معیار تشخیص خطا و آماده سازی دسته های آموزش ۶۱
۶-۲-۱- آموزش شبکه عصبی جهت تشخیص خطا با استفاده از MTW ۶۳
۶-۲-۲- ارزیابی شبکه بدست آمده ۶۶
۶-۳- ساده سازی شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم PCA ۷۱
۶-۳-۱- بررسی میزان همبستگی پارامترها ۷۱
۶-۳-۲- آموزش و تست شبکه عصبی با داده های PC6 ..... ۷۴
۶-۴- ارزیابی و مقایسه شبکه های عصبی حاصل ۷۷
۶-۴-۱- مقایسه شبکه MLP با شبکه MLP بر پایه روش اجزائ اصلی ۷۷
۶-۴-۲- ارزیابی پاسخ شبکه ها در برابر نویز ۷۸
۷- شبیه سازی حوادث ۸۰
۷-۱- انتخاب ورودیها و خروجیها ۸۰
۷-۲- انتخاب نوع و ساختار شبکه عصبی ۸۱
۷-۳- آموزش شبکه عصبی ۸۱
۷-۴- بررسی شبکه حاصل ۸۲
۷-۴-۱- شبکه عصبی برای پیشبینی حادثه UHSL ۸۲

عنوان صفحه

۷-۴-۲- شبکه عصبی برای پیشبینی حادثه SGTR ۸۴
۷-۵- ارزیابی شبکه های عصبی با استفاده از روش FFT-BM ۸۷
۸- جمع بندی و ارائه پیشنهادات ۹۱
۸-۱- جمع بندی ۹۱
۸-۲- پیشنهادات ۹۲

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

جدول ۶-۱- مشخصات فنی راکتور System 80 ..... ۵۹
جدول۶-۲- پارامترهایی از نیروگاه که در طراحی سیستم راهنما استفاده شده اند ۶۱
جدول ۶-۳- حوادث و کد معادل آنها در شبکه ۶۲
جدول ۶-۴- پنجره زمانی متحرک ۶۳
جدول ۶-۵- داده های خام مربوط به حادثه HLB ۶۴
جدول ۶-۶- داده های Residual مربوط به حادثه HLB ۶۴
جدول ۶-۷- نتایج تحقیق T.V.Santosh ۶۵
جدول۶-۸- مقادیر (*Eev*) برای هر حادثه ۶۸
جدول۶-۹- پاسخ سیستم به حوادثCLB ، HLB، SGTR و MSSVL ۷۰
جدول۶-۱۰- ضرایب همبستگی بین پارامترهای نیروگاه برای داده های حالت نرمال ۷۱
جدول۶-۱۱- ضرایب همبستگی بین پارامترهای نیروگاه برای داده حادثه HLB ۷۲
جدول۶-۱۲- ضرایب همبستگی بین پارامترهای نیروگاه برای داده حادثه SADV ۷۲
جدول ۶-۱۳- پارامترهای اجزاء اصلی مجموعه داده های آموزش ۷۳
جدول۶-۱۴- مقادیر (Eev) برای هر حادثه در شبکه بر پایه PCA ۷۶
جدول۶-۱۵- مشخصات و پارامترهای شبکه های آموزش داده شده ۷۷
جدول ۷-۱) مقادیر AA و WF را برای ۶ پارامتر نیروگاه در حادثه UHSL ۸۸
جدول ۷-۲- مقادیر عددی ضرایب همبستگی ۸۸

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱- چهارچوب یک سیستم تشخیص خطا ۴
شکل۲-۱- طبقه بندی روشهای تشخیص خطا ۹
شکل ۲-۱- اجزای اصلی یک شبکه عصبی بیولوژیک ۱۸
شکل ۳-۲- مدل نرون تک ورودی ۲۳
شکل ۳-۳- توابع مورد استفاده در مدل سلول عصبی ۲۵
شکل ۳-۴- مدل چند ورودی یک نرون ۲۶
شکل ۳-۵- فرم ساده شده نرون با R ورودی ۲۷
شکل ۳-۶- شبکه تک لایه با S نرون ۲۷
شکل ۳-۷- شبکه پیش خور سه لایه ۲۸
شکل ۳-۸- نرون شبکه پرسپترون ۲۹
شکل ۳-۹- بلوک تاخیر زمانی ۳۰
شکل ۳-۱۰- شبکه تک لایه برگشتی ۳۰
شکل ۳-۱۱: شمای کلی الگوریتم BP بر روی یک شبکه عصبی دولایه ۳۵
شکل ۴-۱- پروسه کاهش بعد در آنالیز PCA ۴۵
شکل ۴-۲- مثالی از تفسیر هندسی آنالیز اجزاء اصلی ۴۹
شکل ۵-۱- طبقه بندی وضعیت کد بر اساس AA_{tot} و 1/WF ۵۵
شکل۶-۱- شبکه عصبی استفاده شده برای کلاسه بندی حوادث ۶۱
شکل ۶-۲- مراحل آموزش شبکه را برای رسیدن به خطای (MSE) 10^{-5} ۶۶
شکل ۶-۳- نمودار postreg داده های آموزش ۶۷
شکل۶-۴- نمودار postreg داده های تست ۶۷
شکل۶-۵- پاسخ سیستم تشخیص خطا را در شرایط مختلف ۶۹
شکل۶-۶- پاسخ سیستم نسبت به دو حادثه SLB و MSSVL ۷۰
شکل ۶-۷- مراحل آموزش شبکه بر پایه PCA را برای رسیدن به خطای (MSE) 10^{-5} ۷۴

عنوان صفحه

شکل۶-۸- نمودار postreg داده های آموزش شبکه بر پایه PCA ۷۵
شکل۶-۹- نمودار postreg داده های تست شبکه ی بر پایه PCA ۷۵
شکل۶-۱۰- نمودار postreg داده های الف) آموزش و ب) تست شبکه ی بر پایه PCA با
الگوریتم LM ۷۶
شکل۶-۱۱- کارایی شبکه بر پایه PCA و شبکه اصلی بدون PCA در برابر نویز ۷۸
الف)شبکه بر پایه PCA ب) شبکه بدون اعمال PCA..... ۷۸
شکل ۷-۱- نمودار خروجی بر حسب هدف برای داده های الف) آموزش و ب)تست ۸۲
در شبکه پیشبینی پارامترهای حادثه UHSL..... ۸۲
شکل ۷-۲- مقایسه خروجیهای شبکه عصبی با کدCEPAC..... ۸۴
شکل ۷-۳- نمودار خروجی بر حسب هدف برای داده های الف) آموزش و ب)تست ۸۵
شکل۷-۴- مقایسه خروجیهای شبکه عصبی با کدCEPAC..... ۸۶

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱- کلیات

نیروگاه های هسته ای سیستمهای بسیار پیچیده ای هستند که توسط اپراتورهای انسانی مانیتور شده و فرمان داده می شوند. هنگامی که با یک حالت گذرا[1]، به عنوان سناریوی حادثه، عیب در تجهیزات و یا یک اختلال خارجی در سیستم مواجه می شویم ، اپراتورها باید عملیات کنترلی بدون اشتباهی انجام دهند. نیروگاههای هسته ای خصوصیات ویژه ای دارند ، نه تنها سیستمهای پیچیده ای هستند بلکه در اثر خطاهای کنترلی، عواقب مضر بالقوه ای دارند. بنابراین لازم است که اپراتورها از دانش و تجربه شان برای تشخیص حادثه[2] و آنالیز سریع و درست از شرایط کاری موجود در نیروگاه استفاده کنند و عمل مناسب و مقرر را بر اساس دستورالعمل[3] معین شده انجام دهند.

حوادث نیروگاههای TMI II و چرنوبیل نقطه عطفی در بحث نیاز به سیستمهای ایمنی نیروگاههای اتمی بودند، و این احساس نیاز باعث حرکت به سوی توسعه و پیاده سازی ۱) طرحهای جدید راکتورهای هسته ای، ۲) سیستمهای ایمنی بهتر، ۳) مطالعه اهمیت فاکتور انسانی و ۴) تجهیزات ایمنی قابل اعتمادتر، شده است. حتی با وجود این پیشرفتهای بزرگ، بی احتیاطی است که فکر کنیم حادثه در یک نیروگاه هسته ای هرگز اتفاق نمی افتد.

حوادث مختلف در نیروگاههای هسته ای از جمله حادثه TMI نشان دادند که اپراتورها به خاطر حجم کاری بالا و استرس زیادی که در هنگام رخداد حادثه برای آنها پیش می آید ، همیشه نمی توانند اطلاعات حجیم و مختلف را به طور مناسب نگهدارند و به کار ببرند. از مجموع ۱۸۰ حادثه قابل توجه ای که از نیروگاههای آمریکا گزارش شده است ، ۴۸٪ آنها به ناتوانی عامل انسانی[4] منسوب شده است. پس لازم است که در این زمینه، کاری صورت گیرد. اهمیت عامل انسانی در نیروگاههای هسته ای از سال ۱۹۸۰ مورد توجه قرار گرفت.

---

[1] Transient
[2] Fault detection
[3] Procedure
[4] Human Factor

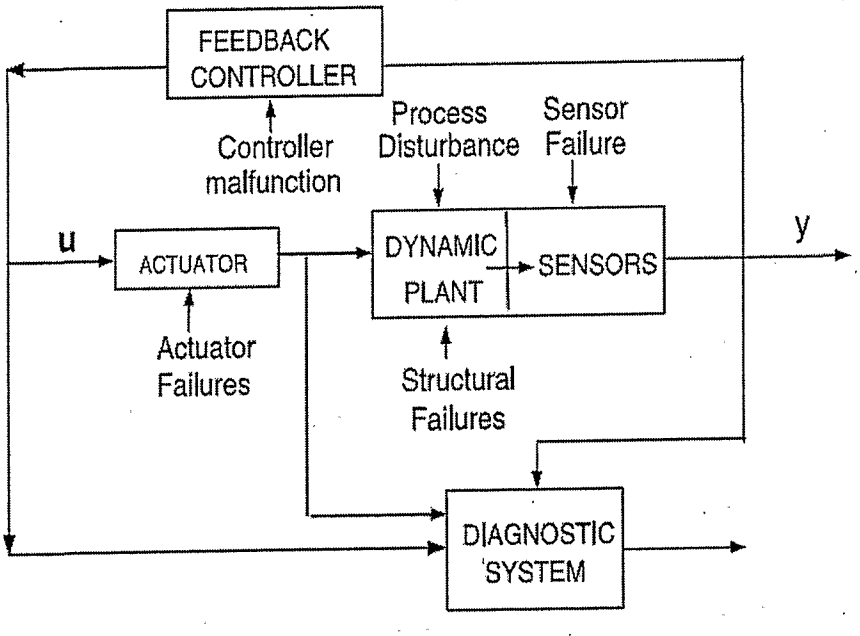
پیشرفتهای اخیردر تکنولوژی اطلاعات باعث تسریع در ابتکارات طراحی در نیروگاههای هسته ای شده است. یکی از زمینه های بالقوه برای ابتکار در نیروگاههای هسته ای چگونگی درگیر کردن فاکتور انسانی در طراحی سیستم است (یعنی چگونه می توان خطاهای انسانی را در حین کار کاهش داد.). تحلیل اخطارها و مدهای عملیاتی سنتی در هنگام وقوع شرایط غیر عادی تغییر یافته و به صورت سیتمهای دیجیتالی (که در سیستمهای اندازه گیری و کنترل پیشرفت کرده اند) در آمده است. همچنین تعداد زیادی سیستمهای پشتیبان اپراتور ، برای کمک کردن به اپراتورها در ارزیابیها و انجام عمل درست تهیه شده است. حوادث ممکن است که به دلایل مختلف و از منابع زیادی سر چشمه بگیرند. برای مثال، بسیاری از حوادث خطرناک از حالات گذرای بسیار خفیف شروع شده اند. هنگامی که یک حالت گذرا اتفاق می افتد، تشخیص سریع و درست از وضعیت سیستم در ایمنی نیروگاه بسیار مهم است، چون معمولا با دنبال کردن یک دستورالعمل بسیار ساده می توان سیستم را به وضعیت عادی و ایمن خود بازگرداند. اما خطر اصلی این است که تشخیص از وضعیت سیستم اشتباه بوده و در این صورت با اجرای دستورالعمل اشتباه، نیروگاه دچار وضعیت بسیار خطرناکتری خواهد شد. همچنین حالات گذرای سیستم در مدت زمان کوتاهی پیشرفت کرده و فرصت کافی را برای تشخیص درست عیب به اپراتور نخواهد داد. بنابراین یک سیستم تشخیص خطای کامپیوتری که بتواند تشخیصی درست و سریع از وضعیت سیستم ارائه کند بسیار مهم و ضروری است.

هنگامی که یک حالت گذرای عملیاتی در نیروگاه رخ می دهد، اپراتورها باید سریعا عکس العمل نشان داده و تصمیم درست را برای برگرداندن شرایط به حالت نرمال انجام دهند، و یا حداقل شرایط را به صورتی در آورند که این حالت گذرای غیر نرمال منجر به شرایطی وخیم برای نیروگاه نشود. حالات گذرای سیستم می توانند شرایط غیر نرمال را به سرعت توسعه داده به طوریکه به اپراتور اجازه تشخیص را نمی دهند. در یک نیروگاه هسته ای یک خطر بالقوه این است که حادثه رخ داده شده در نیروگاه اشتباه تشخیص داده شود، که در این صورت دستورالعمل (Procedure) نادرست دنبال شده و ممکن است که شرایط خطرناکی را برای نیروگاه به دنبال داشته باشد. بنابراین یک تشخیص درست و سریع برای کنترل ایمن نیروگاه بسیار مهم و ضروری می باشد. پس برای افزایش امنیت نیروگاه، یک سیستم راهنمای تشخیص عیب[1] (DAS) کامپیوتری شده که بتواند تشخیص درستی از وضعیت نیروگاه داشته باشد، نیاز خواهد بود.

به عنوان مقدمه، تعاریفی از واژه‌های مهم مورد استفاده در زمینه تشخیص خطا در پروسه‌ها برای آشنایی، ارائه می گردد. به صورت عمومی واژه خطا[2] به حرکت یک متغیر مشاهده شده[3] یا یک پارامتر محاسبه شده وابسته به یک پروسه از محدوده قابل قبول اتلاق

[1] Diagnostic Advisor System
[2] Fault
[3] Observed Variable

می‌گردد. این تعریف خطا را به عنوان یک عامل غیر نرمال در پروسه، نظیر دمای بالا در یک راکتور، کیفیت پایین در یک محصول و ... معرفی می‌نماید. علت اساسی به وجود آمدن این حالت غیر نرمال، مانند خرابی در پمپ خنک کننده یا خرابی در یک کنترلر به عنوان حادثه اصلی[1] و یا علت پایه ای شناخته می‌شود. حادثه اصلی نیز به یک سوء عملکرد یا عملکرد بد یا یک خرابی[2] اشاره می نماید. از آنجائیکه به وظیفه تشخیص می‌توان به عنوان یک مسئله دسته‌بندی[3] نگاه کرد، یک سیستم تشخیصی نیز به یک دسته بندی کننده تشخیصی اشاره داد. شکل شماره ۱-۱ المانهای مورد نیاز برای یک قالب تشخیص خطا را نمایش می دهد. این شکل پروسه کنترل شده را نمایش می‌دهد و منابع مختلف خطا که ممکن است در آن به وقوع بپیوندد را نمایش داده است.



شکل ۱-۱- چهارچوب یک سیستم تشخیص خطا

۱-۲- چهار روش برای نظارت بر سیستم

چهار رویه که به نظارت بر سیستم‌ها مرتبط می‌باشد شامل: کشف (آشکارسازی) خطا[4] ، شناسایی خطا[5] ، تشخیص خطا[6] و بازیافت پروسه[7] ، می‌شود.

---

[1] Basic event
[2] Failure
[3] Classification
[4] Fault Detection
[5] Fault Identification
[6] Fault Diagnosis
[7] Process Recovery

کشف خطا، تشخیص اینکه آیا خطایی در سیستم به وقوع پیوسته است را بر عهده دارد. کشف سریع خطا، باعث بوجود آمدن اعلام خطرهای ارزشمندی در مسائل ضروری می‌گردد و می‌توان با عکس العمل‌های مناسب از بوجود آمدن آشفتگی‌های جدی در سیستم جلوگیری نمود.

شناسایی خطا، مناسب‌ترین متغییرهای مورد مشاهده را برای فرآیند تشخیص خطا شناسایی می‌نماید. در واقع هدف این رویه جلب توجه بیشتر اپراتورهای پروسه و مهندسین به زیر سیستم‌هایی می‌باشد که برای تشخیص خطا مناسب‌تر هستند، بنابراین تأثیرخطا در پروسه می‌تواند به موثرترین حالت از سیستم حذف گردد.

تشخیص خطا، مشخص می نماید که کدام خطا به وقوع پیوسته است به بیان دیگر علت خروج پروسه از حالت نرمال را مشخص می‌نماید. در واقع رویه تشخیص خطا برای عکس‌العمل متقابل و یا حذف خطا در یک سیستم ضروری می‌باشد.

بازیافت پروسه، که گاهی اوقات مداخله نیز نامیده می شود، تأثیرات خطا در پروسه را از بین می‌برد. این رویه برای بسته شدن حلقه یک سیستم نظارتی بر روی پروسه مورد نیاز می‌باشد. وقتی یک خطا در یک پروسه کشف شد، سلسله مراتب شناسایی خطا، تشخیص و بازیافت پروسه به ترتیب برای بازگرداندن پروسه به حالت عادی انجام می‌گیرد. در غیر اینصورت فقط رویه کشف خطا تکرار می‌گردد.

۱-۳- نگاهی بر شبکه های عصبی مصنوعی

شبکه های عصبی مصنوعی[1] (ANNs) بدلیل داشتن خصوصیات بسیاری، واز جمله قدرت یادگیری این شبکه ها، برای ایجاد یک سیستم تشخیص خطای کامپیوتری شده مورد استفاده قرار گرفته اند، که البته قدرت یادگیری شبکه های عصبی با قابلیت تعمیم دادن[2] (generalization) آنها همراه شده است. عمومیت شبکه های عصبی، آنها را قادر ساخته است که بتوانند داده های غیر همجنس را بر اساس دانشی که در هنگام یادگیری بدست آورده اند، دسته بندی کنند. شبکه های عصبی همچنین دارای خطای مجاز نویز[3] هم هستند که این مطلب خاصیت مقاوم بودن[4] (Robustness) را برای آنها به دنبال دارد. این خصوصیات شبکه های عصبی باعث می شود که کاربرد آنها برای تشخیص حالت گذرا و شناسایی خطا در نیروگاههای هسته ای مناسب باشد.

---

[1] Artificial Neural Networks
[2] Generalization
[3] Noise-Tolerance
[4] Robustness

بعلاوه ارزیابی و تایید خروجیهای شبکه عصبی بسیار مهم و تعیین کننده است، بدلیل اینکه کارآیی درست این شبکه برای تامین امنیت سیستم لازم است. برای مثال، درستی یک تشخیص بوسیله سیستم راهنمای تشخیص خطای نیروگاه برای کنترل و کارکرد ایمن نیروگاه بسیار ضروری است، واین دلیل که یک تشخیص اشتباه، نمی تواند اپراتور را در گرفتن تصمیم درست در هنگام حادثه کمک کند.

هدف از این تحقیق ارائه یک تکنیک ارزیابی وضعیت نیروگاه به وسیله یک سیستم راهنمای تشخیص خطا بوسیله شبکه های عصبی است. ابتدا یک سیستم تشخیص خطای مبتنی بر یک شبکه عصبی توسعه داده می شود و سپس در ادامه این شبکه عصبی با استفاده از روشهای آماری (با استفاده از الگوریتم PCA) ساده سازی و بهینه سازی می شود. در مرحله بعد شبکه های آموزش داده شده ارزیابی و تایید می شوند.

تکنیک محاسبه خطای ارائه شده در این تحقیق را می توان برای هر مدل شبکه عصبی بدون در نظر گرفتن روش آموزش آن، مورد استفاده قرار داد.

در سیستم مد نظر ما شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به عنوان الگوریتم اصلی برای ایجاد توابع برآوردی (پیش بینی کننده) استفاده شده است. چون شبکه عصبی یک مدل کمی، با تولرانس خطای پایین است، نه تنها یک تخمین کیفی، بلکه نتایج کمی بسیار دقیقی قابل دستیابی است.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات انجام شده