٢٧٦١٤

۱۳۷۸ /۱۲/ ۱۶

مرکز تحقیقات ... ایران
... مازندران

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع – مهندسی صنایع

عنوان

کاربرد سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی در تحلیل نمودار کنترل کیفیت

نگارش:

علی واحدی دیز

5288

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا امین ناصری

استاد مشاور:

دکتر سید حسام الدین ذگردی

آبان ۱۳۷۸

۲۷۶۱۶

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای **علی واحدی دیز** پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **کاربرد سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی در تحلیل نمودار کنترل کیفیت** در تاریخ ۷۸/۱۰/۶ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع باگرایش صنایع پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنمـــا :	آقای دکتر امین ناصری	
۲ـ استاد مشـــاور :	آقای دکتر ذگردی	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر البدوی	
	آقای دکتر معطرحسینی	
۴ـ مدیـــر گـــروه :	آقای دکتر چهارسوقی	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ ..... است که در سال ..... در دانشکدهٔ ..... دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... ، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهداکند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب علی واحدی دانشجوی رشته مهندسی صنایع مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی:

تاریخ و امضا: ۷۰/۱/۲۴

تشکر و قدردانی

چگونه می‌توان از زحمات کسانی که در راه کسب علم ودانش یاریم داده‌اند با چند سطر تشکر نمود ، چند سطری که شاید هیچ وقت آنرا نخوانند و نبینند. به رسم ادب و وظیفه برخود لازم می‌دانم از زحمات تمامی کسانی که در این راه یاریم داده‌اند با ژرفترین احساسات تشکر و قدردانی نمایم. ازاین میان از جناب آقای دکتر امین ناصری به خاطر راهنمائیهای بی دریغشان در این تحقیق، بسیار سپاسگزارم . همچنین جا دارد از جناب آقایان دکتر ذگردی ، دکتر سپهری ، دکتر چهارسوقی ، دکتر معماریانی ، دکتر البدوی و سایر اساتید بخش مهندسی صنایع که حق استادی براینجانب را دارند ، خالصانه تشکر گردد.

علی واحدی دیز

پاییز ۱۳۷۸

تقدیم به :

پدر عزیزم ؛

که برایم مظهر صداقت و درستی بوده و هست.

مادرمهربانم ؛

که همواره مدیون زحمات بی‌پایانش هستم.

خواهران و برادرانم ؛

که همواره یار و یاورم بوده‌اند.

و همسرم ؛

که برایم همراهی خوب و مهربان است.

چکیده

کنترل آماری فرآیند،عمدتا" درگیربا فعالیت های تفسیر آماری نمودارهای کنترل ،تشخیص فرآیندهای انحرافی و انجام عملیات اصلاحی می باشد . نمودارهای کنترل نشان می دهندکه آیا فرآیندتحت کنترل آماری‌است یاخیر . از آنجاکه تجزیه و تحلیل نمودارهای کنترل برای بسیاری از کاربران دشوار بوده و نیازمند تجربه و دانش کافی ازفرآیند تولیدی و آماری می باشد ،نیازبه سیستمی که قادرباشد به طورخودکار وضعیت های خارج ازکنترل راشناسایی کند ،منابع انحراف را آشکارسازد وفعالیت های اصلاحی راتوصیه نماید ،کاملا"مشهود است .

در تحقیق حاضر ، برای شناسایی و تشخیص الگوهای خارج از کنترل از شبکه های عصبی و برای تفسیر و علت یابی علل موثر بر انحرافات موجود ،ازیک سیستم خبره استفاده شده است . بدین منظور ابتدا حدود ۵۰ شبکه عصبی - تشخیص دهنده الگو - مورد آزمایش قرار گرفتند که در نهایت سه شبکه برتر انتخاب شده‌اند. یک سیستم خبره نمونه به منظور علت یابی و شناسایی منابع انحراف، توسعه یافته ودر پایان برای استفاده عملی از سیستم طراحی شده ،شبکه عصبی و سیستم خبره توسط یک نرم‌افزار واسط به هم متصل شده اند . ازجمله ویژگی های قابل ملاحظه تحقیق حاضر می توان انتخاب شبکه های عصبی برترازطریق آزمایش حدود ۵۰ شبکه عصبی مورد بررسی ،فشردگی داده های ورودی‌وخروجی شبکه ها،انجام عملیات مختلف کنترل آماری فرآیندتوسط سیستم تلفیقی تحقیق حاضر و تهیه گزارشات گرافیکی مناسب از فرآیند تحت بررسی رانام برد.

کلمات کلیدی :کنترل آماری فرآیند ،شبکه عصبی و سیستم خبره .

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله ۲

۱-۳- مروری بر سیستم خبره ۶

۱-۳-۱- مزایای سیستم خبره ۸

۱-۳-۲- ساختار یک سیستم خبره ۹

۱-۳-۳- نمود دانش ۱۰

۱-۳-۴- کسب دانش ۱۳

۱-۳-۵- استنتاج و کنترل ۱۶

۱-۳-۶- معماری سیستم خبره ۱۷

۱-۳-۷- برخی کاربردهای سیستم‌های خبره ۲۱

۱-۴- شبکه‌های عصبی ۲۳

۱-۴-۱- شبکه‌های عصبی بیولوژیک ۲۳

۱-۴-۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۵

۱-۴-۳- مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۹

۱-۴-۴- انواع یادگیری ۳۱

۱-۴-۵- تاریخچه شبکه‌های عصبی ۳۳

۱-۴-۶- انواع شبکه‌های عصبی ۳۵

۱-۴-۷- کاربرد شبکه‌های عصبی ۳۶

فصل دوم: مرور ادبیات

۲-۱- مقدمه ۳۹

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۲-کاربرد تکنولوژی شبکه عصبی در تشخیص الگوهای SPC ۳۹
۲-۲-۱- تشخیص تغییر ساختاری از طریق شبیه سازی نمودار کنترل ۴۰
۲-۲-۲- تعیین الگوی تصادفی و غیر تصادفی ۴۲
۲-۲-۳- پیشگویی میانگین‌های فرآیند ۴۴
۲-۳- ایجاد یک مدل شبکه عصبی برای SPC ۴۴
۲-۳-۱- الگوها و مدل‌های شبکه عصبی ۴۴
۲-۳-۲- نوع اتصال ۴۶
۲-۳-۳- تعداد لایه‌های پنهان ۴۷
۲-۳-۴- تعداد گره‌ها ۴۷
۲-۳-۵- توابع انتقال ۴۹
۲-۴- آموزش شبکه‌های عصبی برای تشخیص الگوهای SPC ۵۱
۲-۴-۱- انتقال و تبدیل داده‌های پیشین برای استفاده توسط NN ۵۲
۲-۴-۱-۱- استانداردسازی ۵۲
۲-۴-۱-۲- منطقه بندی ۵۲
۲-۴-۱-۳- مقیاس بندی ۵۳
۲-۴-۱-۴- استفاده از ارائه پیوسته در مقابل باینری ۵۴
۲-۴-۲- تعداد مثالهای آموزشی ۵۴
۲-۴-۳- فرکانس ارائه مثال‌های آموزشی به شبکه‌های عصبی ۵۶
۲-۴-۴- نظم ارائه الگوهای آموزشی ۵۷
۲-۴-۵- وجود یا عدم وجود داده‌های تحت کنترل ۵۸
۲-۴-۶- نسبت سیگنال به نویز ۵۸
۲-۴-۷- انتخاب اندازه‌های پنجرهٔ زمانی ۶۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۵- کاربرد سیستم‌های خبره در SPC ۶۰

۲-۶- نتیجه‌گیری و لزوم تحقیق ۶۳

فصل سوم: روش انجام تحقیق

۳-۱- مقدمه ۶۵

۳-۲- ساختار انجام تحقیق ۶۶

۳-۳- ایجاد شبکه عصبی مصنوعی ۶۹

۳-۳-۱- شکل شبکه عصبی ۶۹

۳-۳-۱-۱- پرسپترون چندلایه (MLP) ۷۰

۳-۳-۱-۲- شبکه‌های عصبی مدولار (MNN) ۷۱

۳-۳-۲- تابع انتقال ۷۲

۳-۳-۳- مجموعه داده‌های آموزشی ۷۲

۳-۳-۴- ارائه داده‌ها ۷۶

۳-۳-۵- آموزش شبکه ۷۷

۳-۳-۶- پیاده سازی ۷۹

۳-۳-۷- بررسی نتایج ۸۰

۳-۴- ایجاد سیستم خبره ۹۱

۳-۴-۱- کسب دانش ۹۲

۳-۴-۲- ارائه دانش ۹۲

۳-۴-۳- پیاده سازی ۹۳

۳-۵- تلفیق سیستم خبره و شبکه عصبی در کنترل آماری فرآیند ۹۳

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۴-۱- نتیجه گیری ۹۸

۴-۲- پیشنهادها ۹۸

۴-۲-۱- شبکه عصبی ۹۹

۴-۲-۲- سیستم خبره ۹۹

۴-۲-۳- نرم افزار واسط ۱۰۰

منابع ۱۰۱

ضمائم ۱۰۹

فصل اول:

کلیـــات

۱-۱- مقدمه

دراین فصل، درابتدا موضوع و مسئله مورد تحقیق تشریح می‌شود. سپس به منظور آشنایی و مروری بسیار مختصر از مباحث مرتبط با تحقیق جاری ، توضیحاتی در مورد شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره ارائه می شود.

۱-۲- بیان مسئله

نمودارهای کنترل، ابزارهای مهمی در کنترل آماری فرآیند (SPC)[۱] هستند. این نمودارها در تعیین اینکه آیا فرآیند بصورت مطلوب رفتار می‌کند یا اینکه تحت علل خاصی غیر طبیعی است و انحراف دارد مفید می‌باشند. یک فرآیند در حالتی که یک نقطه در خارج از حدود کنترل بیافتد یا یک سری از نقاط یک الگوی غیر طبیعی را نشان دهند (به آن انحراف غیر تصادفی نیز گفته می‌شود.) خارج از کنترل است. تجزیه و تحلیل الگوهای غیر طبیعی یک جنبهٔ مهم از SPC می‌باشد. این الگوهای غیرطبیعی اطلاعات ارزشمندی را درباره استعدادها و توانایی‌های بهبود فرآیند مهیا می‌سازند و به خوبی مستند می‌سازد که یک الگوی غیرطبیعی معین در یک نمودار کنترل اغلب بخاطر علت های قابل تشخیص روی می‌دهد. تعیین هویت الگوهای غیرطبیعی می‌تواند به طور زیادی مجموعه علل ممکنی که باید تشخیص داده شود را محدود کند و بنابراین زمان جستجوی شناسایی می‌تواند کاهش یابد.

درطی سالها قواعد زیادی به نامهای تستهای Zone یا تستهای اجرایی به منظور تجزیه وتحلیل نمودارهای کنترل مورد نظر قرارگرفته‌اند. این قواعد به منظور کمک به اپراتورها در تشخیص الگوهای غیرطبیعی توسعه یافته‌اند. تفسیر داده‌های فرآیند هنوز به صورت یک مشکل باقی می‌باشد زیرا این امر درگیر با جنبه‌های تشخیص الگو می‌باشد. این عمل - تفسیر - به مهارت و تجربهٔ تحلیل‌گر در تعیین وجود یک الگوی غیرطبیعی بستگی دارد. این تحقیق روشی برپایه شبکه عصبی و سیستم خبره به منظور تجزیه و تحلیل و تفسیر الگوهای نمودار کنترل ارائه می‌کند.یکی از انگیزه‌های انجام این تحقیق افزایش روز افزون سیستم های هوشمند ساخت و تولید است. دراین سیستمها سنسورهابه منظور جمع‌آوری

---

۱)Statistical Process Control (SPC)

داده‌ها بکار می‌روند. و دلیل تفسیر داده‌های فرآیند امری اساسی می‌باشد. تجزیه وتحلیل داده‌های فرآیند دراین شرایط باید درحین تولید[1] و با حداقل دخالت انسان تکمیل شود. کوشش اصلی این تحقیق توسعه تشخیص دهنده‌های الگوی برپایه شبکه عصبی و سیستم خبره می‌باشد، که قادر باشند الگوهای غیرطبیعی را به منظور اصلاح علل قابل تعیین آنها تشخیص دهند. تشخیص دهنده‌های الگوی موردنظر به منظور پیاده سازی دریک محیط ساخت خودکار، جایی که داده‌ها به طور خودکار جمع‌آوری می‌شود، مورد توجه قرارگرفته‌اند. بااین روش، فرآیند بوسیله یک تشخیص دهنده الگوی برپایه کامپیوتر درحین تولید مورد بررسی قرارمی‌گیرد.در صورت بروز یک الگوی غیرطبیعی در فرایند ،اپراتور هشدار داده خواهد شد. توسط جایگزینی مهارتهای انسان با یک الگورتیم تشخیص ، دخالت انسان بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و یک محیط ساخت هوشمند بدست می‌آید. هدف اصلی این تحقیق کنترل میانگین فرآیند با یک مشخصه کیفی متغیر(یایک مشخصه کیفی قابل اندازه گیری) است.

همانطور که دربخشهای بعدی ارائه خواهد شد نتایج بدست آمده بسیار دلگرم کننده هستند و ارزش قطعی استفاده از شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره را برای مساله تشخیص الگوی نمودار کنترل نشان می‌دهد.

تحقیقات گذشته درنمودارهای کنترل اصولاً به تشخیص شیفت‌هادر میانگین فرآیند مرتبط شده است. تعداد الگوهای دیگری که ممکن است در فرآیند حالتهای خارج از کنترل را نشان دهند نیزوجود دارند که عبارتند از : روند انحراف سیستماتیک، سیکلها و ترکیبی . وقتی این الگوها روی میدهند آنالیز نمودارهای کنترل یک مساله تشخیص الگو می‌شود، یعنی تشخیص سیستماتیک یا الگوهای غیرطبیعی در نمودارکنترل و تعیین علل آن برای این رفتار. محققین و مربیان بسیاری چندین نوع از الگوهای خارج از کنترل و بعضی از علل قابل تعیین آنها را مشخص کرده‌اند. شکل (۱-۱)مثالهایی از انواع الگوهای غیرطبیعی بکار رفته دراین تحقیق را نشان میدهد.برای توضیحات بیشتر می‌توان به هندبوک وسترن الکتریک مراجعه نمود[۷۷].الگوهای غیرطبیعی مطالعه شده دراین تحقیق به صورت ذیل تعریف می‌شود:

۱- **روندها**[2]: یک روند به صورت یک حرکت پیوسته در یک جهت تعریف می‌شود. علل ممکن برای

---

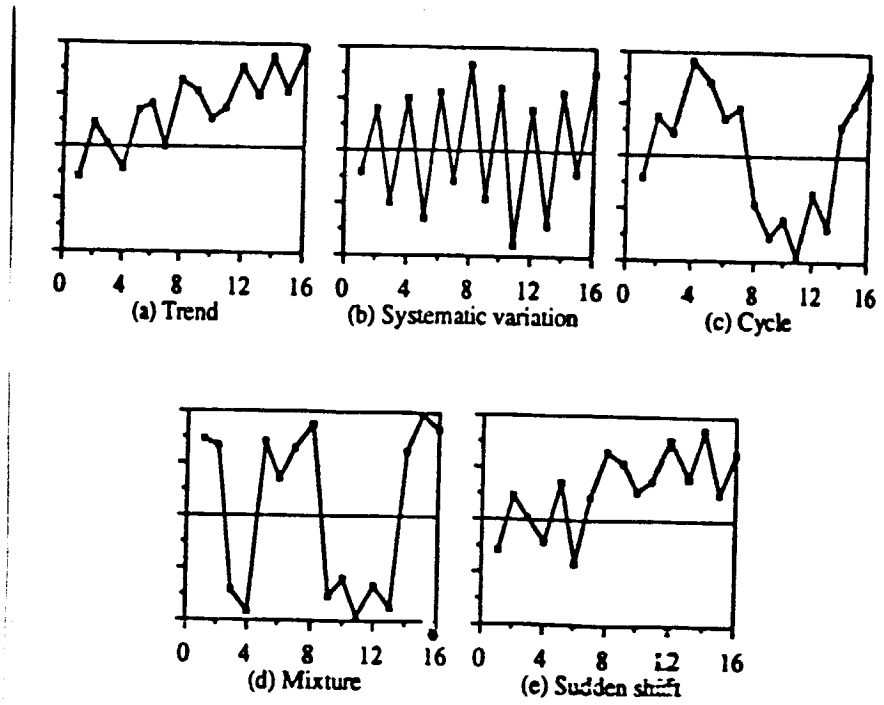
۱) On-line

۲) Trends

این حالت می‌تواند فرسودگی ابزار ، خستگی اپراتور،استهلاک تجهیزات و موارد دیگر باشد.

۲- شیفتهای ناگهانی[۱] : یک شیفت ممکن است به صورت یک تغییرناگهانی یا یک دفعه‌ای درمیانگین فرآیند باشد. این تغییر می‌تواند معلول یک تغییر در تنظیمات فرآیند، اختلاف در موادخام، شکست یا خرابی کوچک یک قطعه ماشین ، آغاز کاریک کارگر جدید ، مواد ، تغییر استانداردها یا روش بازرسی و غیره باشد.

۳- انحراف سیستماتیک[۲] : یکی از مشخصه‌های یک الگوی طبیعی این است که فراز و نشیبهای نقاط به طور غیرسیستماتیک یا غیرقابل پیش‌بینی هستند. درانحرافهای سیستماتیک یک نقطه پایین به دنبال‌خود یک نقطه بالا به همراه دارد و بالعکس. علل ممکن برای انحراف سیستماتیک عبارتنداز: اختلاف بین شیفتهای کاری ، اختلاف بین تنظیمات تست و اختلاف بین خطوط تولید جائیکه محصولات به طور چرخشی نمونه برداری می‌شود.



شکل (۱-۱) نمونه هایی از انواع الگوهای غیرطبیعی [۲۴]

۴- سیکل‌ها[۳] : رفتار سیکلی (دوره‌ای) میانگین فرآیند بوسیله فراز و نشیب یک سری نقاط بالایی و

---

۱) Sudden Shifts

۲) Systematic Variation

۳) Cycles