بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه تربیت مدرّس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد. مهندسی صنایع

تحلیل الگوهای همزمان در نمودارهای SPC با استفاده از هوش مصنوعی

حمید امرائی

استاد راهنما:

دکتر الیپس مسیحی

بهار ۱۳۸۸

تأییدیّه هیات داوران

(برای پایان نامه)

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه آقای:

را با عنوان:

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌کند.

اعضای هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنما			
استاد مشاور			
استاد مشاور			
استاد ممتحن			
استاد ممتحن			
نماینده گروه			

تشکر و قدردانی

خداوند مهربان را شاکرم که با الطاف بی دریغ خود، بار دیگر این بنده حقیر را در راه کسب دانش یاری نمود.

لازم است از زحمات و راهنمایی‌های ارزشمند استاد ارجمند جناب آقای دکتر الیپس مسیحی که در این مدت از ایشان درس علم و اخلاق فرا گرفتم سپاس و تشکر نمایم.

همچنین بر خود می دانم که از همسر محبوبم بخاطر زحماتی که تقبل نموده و در تمام فراز و نشیب های این راه، یار و همراهم بوده اند، سپاسگزاری فراوان نمایم.

در انتها از تمامی اساتید محترم و بزرگوار بخش مهندسی صنایع که از محضر آن عزیزان در طول دوران تحصیل بهره برده و از رهنمودهای ارزشمندشان تجربه اندوخته ام کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

نمودارهای کنترل فرآیند آماری نقش بسزائی را در سیستم های کنترل کیفیت بر عهده دارند که تحلیل صحیح آنها، منجر به کشف خطاهای موجود در فرآیند خواهد شد. در روشهای سنتی گذشته، این تحلیل بعهده افراد خبره و متکی بر تجربه آنها بوده است. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در این زمینه بعنوان رویکردی موثر در راستای خودکارسازی کنترل فرآیندهای صنعتی بکار گمارده شده اند. در تحقیقات گذشته، سیستم های هوشمند متنوعی به منظور تحلیل الگوهای منفرد در نمودارهای کنترل فرآیند آماری مورد استفاده محققین قرار گرفته است. در این تحقیق با بکارگیری ابزارهائی همچون تبدیل موجک و تحلیل مولفه های اصلی در کنار شبکه عصبی، امکان تشخیص و تحلیل الگوهای همزمان (ناشی از بیش از یک علت در فرآیند) فراهم گردیده است. نتایج آزمون روش بکارگرفته شده با استفاده از داده های شبیه سازی شده، کارائی و بهبود قابل توجهی را با نرخ تشخیص الگوهای همزمان ۹۴/۸۳٪ در نمودارهای کنترل فرآیند نشان می دهد.

کلید واژه: کنترل فرآیند آماری، الگوهای همزمان، شبکه عصبی، تبدیل موجک، تحلیل مولفه های اصلی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها..... ۴
فهرست شکل‌ها و نمودارها..... ۵
فصل ۱-معرفی و کلیات..... ۷
۱-۱- مقدمه..... ۷
۱-۲- تعریف موضوع..... ۷
۱-۳- اهداف انجام تحقیق..... ۸
۱-۴- مزایای انجام تحقیق..... ۸
۱-۵- اصطلاحات و تعاریف مرتبط با موضوع..... ۹
۱-۵-۱- کیفیت..... ۹
۱-۵-۲- فرآیند..... ۹
۱-۵-۳- کنترل..... ۱۰
۱-۵-۴- کنترل فرآیند..... ۱۰
۱-۵-۵- نمودار کنترل..... ۱۰
۱-۵-۶- از "کنترل کیفیت" به "بهبود کیفیت"..... ۱۱
۱-۵-۷- کنترل فرآیند آماری..... ۱۱
۱-۶- علائم و اختصارات..... ۱۲
۱-۷- آرایش کلی گزارش..... ۱۳
۱-۸- خلاصه فصل..... ۱۳
فصل ۲- نمودارهای SPC و مروری بر روشهای تشخیص الگو در آنها..... ۱۴
۲-۱- مقدمه..... ۱۴
۲-۲- تاریخچه کنترل فرآیند آماری..... ۱۴
۲-۳- نشانه های فرآیند خارج از کنترل..... ۱۵
۲-۴- بکارگیری سیستم های هوشمند در تشخیص الگوهای نمودارهای SPC..... ۱۹
۲-۴-۱- شبکه های عصبی..... ۲۰
۲-۴-۱-۱- درباره شبکه های عصبی..... ۲۱
۲-۴-۱-۲- بکارگیری شبکه های عصبی برای تشخیص الگو..... ۳۱

۲-۴-۲- سیستم های خبره..... ۳۴
۲-۴-۲-۱- کلیات سیستم های خبره..... ۳۴
۲-۴-۲-۲- کاربرد سیستم های خبره در تشخیص الگوهایSPC ۳۷
۲-۵- بکارگیری روشهای ترکیبی در تشخیص الگوهای نمودارهای SPC..... ۴۰
۲-۵-۱- تبدیل موجک..... ۴۱
۲-۵-۲- کلیات مدل مخفی مارکوف..... ۴۵
۲-۵-۳- بکارگیری روشهای ترکیبی برای تشخیص الگو..... ۴۷
۲-۵-۳-۱- بکارگیری ترکیبی ازشبکه عصبی و سایر روش ها..... ۴۷
۲-۵-۳-۲- بکارگیری ترکیبی از مدل های ریاضی– آماری..... ۴۸
۲-۶- نتیجه گیری..... ۵۱
فصل۳- روش تحقیق..... ۵۳
۳-۱- مقدمه..... ۵۲
۳-۲- ساختار کلی انجام موضوع تحقیق..... ۵۴
۳-۲-۱- روش پیشنهادی برای انجام تحقیق..... ۵۴
۳-۲-۲- متدولوژی انجام روش پیشنهادی..... ۵۵
۳-۲-۳- فرضیات روش پیشنهادی انجام تحقیق..... ۵۵
۳-۲-۴- مروری بر ساختار کلی انجام موضوع تحقیق..... ۵۵
۳-۳- تولید و پردازش داده های مورد نیاز..... ۵۷
۳-۳-۱- تولید داده (الگو)ها..... ۵۶
۳-۳-۱-۱- ابزارهای مورد نیاز جهت تولید داده..... ۵۷
۳-۳-۱-۲- تعداد حالات مختلف الگوهای تولید شده و اندازه نمونه ها..... ۵۷
۳-۳-۱-۳- فرمول تولید الگو (منفرد)..... ۵۹
۳-۳-۱-۴-تولید الگوهای همزمان..... ۶۱
۳-۳-۲- نرمال سازی الگوها..... ۶۱
۳-۳-۳- مروری بر تولید و پردازش داده های مورد نیاز..... ۶۳
۳-۴- تحلیل مولفه های اصلی و بکارگیری آن..... ۶۳
۳-۴-۱- کلیات روش تحلیل مولفه های اصلی..... ۶۳
۳-۴-۱-۱- مقادیر موردنیاز در تحلیل مولفه های اصلی..... ۶۴
۳-۴-۱-۲- مراحل انجام تحلیل مولفه های اصلی..... ۶۴

۳-۴-۲- بکارگیری تحلیل مولفه های اصلی در تشخیص الگوهای SPC.....۶۹
۳-۵- تبدیل موجک (Wavelet) و نحوه بکارگیری آن.....۶۹
۳-۵-۱- بکارگیری تبدیل موجک در الگوهای همزمان برای جداسازی الگوهای منفرد.....۷۰
۳-۵-۱-۱- حالتهای مختلف همزمانی الگوها جهت بررسی عملکرد تبدیل موجک.....۷۲
۳-۵-۱-۲- تعیین پارامترهای مورد نیاز در تبدیل موجک.....۷۳
۳-۵-۱-۳- نتایج بکارگیری حالات مختلف پارامترها در تبدیل موجک.....۷۴
۳-۵-۱-۴- بکارگیری حالتی تلفیقی و دو مرحله ای از توابع موجک.....۷۹
۳-۵-۲- بررسی امکان بکارگیری تبدیل موجک در جداسازی بیش از دو الگوی منفرد.....۸۲
۳-۵-۳- مروری بر بکارگیری تبدیل موجک ۸۳
۳-۶- بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی.....۸۳
۳-۶-۱- طراحی و پیاده سازی شبکه عصبی مصنوعی.....۸۳
۳-۶-۲- تعیین معماری و پارامترهای شبکه عصبی.....۸۴
۳-۶-۲-۱- معماریFeed-Forward BPN.....۸۵
۳-۶-۲-۲- نتایج نهائی بررسی شبکه عصبی Feed-Forward BPN.....۹۳
۳-۶-۲-۳- معماری PNN.....۹۵
۳-۶-۲-۴- نتایج نهائی بررسی شبکه عصبی PNN.....۹۷
۳-۶-۲-۵- انتخاب شبکه عصبی برتر.....۹۸
۳-۷- نتایج نهائی تشخیص الگوهای همزمان.....۹۸
۳-۸- نتیجه گیری..... ۱۰۰
فصل۴- نتیجه گیری.....۱۰۲
۴-۱- مقدمه.....۱۰۲
۴-۲- مروری بر فصل های قبل.....۱۰۲
۴-۳- مروری بر تحلیل و ادبیات موضوع.....۱۰۳
۴-۴- محدودیت ها و نکات قابل توجه.....۱۰۳
۴-۵- زمینه ها و موضوعات پژوهشی بر گرفته از مطالعه.....۱۰۴
۴-۶- خلاصه فصل.....۱۰۴
فهرست مراجع.....۱۰۶

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱، فرمول تولید الگوهای منفرد ۵۹
جدول ۳-۲، نتایج بکارگیری تابع db1 در تبدیل موجک الگوهای همزمان..... ۷۵
جدول ۳-۳، نتایج بکارگیری تابع db3 در تبدیل موجک الگوهای همزمان..... ۷۶
جدول ۳-۴، نتایج بکارگیری تابع coif1 در تبدیل موجک الگوهای همزمان..... ۷۷
جدول ۳-۵، نتایج بکارگیری تابع bior1.5 در تبدیل موجک الگوهای همزمان..... ۷۸
جدول ۳-۶، نتایج بکارگیری مرحله اول تبدیل موجک بر الگوهای همزمان ۸۱
جدول ۳-۷، نتایج بکارگیری مرحله دوم تبدیل موجک بر الگوهای همزمان ۸۲
جدول ۳-۸، تاثیر تعداد لایه های پنهان بر مقادیر epochs و mse در زمان توقف آموزش..... ۸۶
جدول ۳-۹، تاثیر تعداد گره های لایه ورودی بر میانگین خطا در خروجی شبکه BPN ۸۷
جدول ۳-۱۰، تاثیر تعداد گره های لایه پنهان بر مقادیر epochs و mse در زمان توقف آموزش..... ۸۹
جدول ۳-۱۱، خروجی های مورد انتظار از شبکه عصبی Feedforward BPN ۹۰
جدول ۳-۱۲، تاثیر توابع انتقال بر میانگین خطا در خروجی شبکه عصبیFeedforward BPN ۹۱
جدول ۳-۱۳، تاثیر توابع انتقال بر مقادیر epochs وmse در زمان توقف آموزشFeedforward BPN . ۹۲
جدول ۳-۱۴، نرخ تشخیص صحیح الگوها در معماری Feed-Forward BPN ۹۴
جدول ۳-۱۵، خروجی های مورد انتظار از شبکه عصبی PNN ۹۶
جدول ۳-۱۶، نرخ تشخیص صحیح الگوها در معماری PNN ۹۷
جدول ۳-۱۷، نرخ تشخیص صحیح الگوهای همزمان ۹۹

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱، شیفت ناگهانی ۱۶
شکل ۲-۲، سیکل ۱۶
شکل ۲-۳، روند ۱۷
شکل ۲-۴، چسبیدن به خط مرکز ۱۷
شکل ۲-۵، ترکیب ۱۸
شکل ۲-۶، آشفتگی ۱۸
شکل ۲-۷، مدل ریاضی نرون ۲۳
شکل ۲-۸، تابع انتقال ۲۵
شکل ۲-۹، ساختار لایه ای یک شبکه عصبی ۲۶
شکل ۲-۱۰، ترکیب مولفه های فرکانس بالا(در زمان کوتاه) و فرکانس پائین (سراسری) ۴۳
شکل ۲-۱۱، سیگنالهای کسینوسی مرتبط با مقیاس های مختلف در تبدیل موجک پیوسته ۴۴
شکل ۲-۱۲، پارامترهای احتمالی مدل مخفی مارکوف ۴۵
شکل ۲-۱۳، معماری کلی مدل مخفی مارکوف ۴۶
شکل ۳-۱، ساختار کلی انجام تحقیق ۵۳
شکل ۳-۲، فلوچارت مراحل مختلف روش پیشنهادی انجام تحقیق ۵۴
شکل ۳-۳، بکارگیری شبیه ساز Monte-Carlo ۵۸
شکل ۳-۴، نتایج بکارگیری شبیه ساز Monte-Carlo ۵۸
شکل ۳-۵، نمونه الگوهای روندهای صعودی و نزولی ۶۰
شکل ۳-۶، نمونه الگوهای شیفت های بالا و پائین رونده ۶۰
شکل ۳-۷، نمونه الگوهای سیستماتیک و سیکل ۶۱
شکل ۳-۸، نمونه هائی از الگوهای نرمال شده ۶۲
شکل ۳-۹، دستیابی به داده ها در PCA ۶۵
شکل ۳-۱۰، بردارهای مشخصه در PCA ۶۶
شکل ۳-۱۱، بردارهای مشخصه در PCA ۶۷
شکل ۳-۱۲، بردار ویژگی نهائی در PCA ۶۸
شکل ۳-۱۳، تجزیه و بازسازی در تبدیل موجک ۷۱

شکل ۳-۱۴، مرحله اول، استخراج شیفت ۸۰
شکل ۳-۱۵، مرحله دوم، استخراج روند ۸۰
شکل ۳-۱۶، نمودار تابع انتقال TanSig ۹۱
شکل ۳-۱۷، تولید و نمایش الگوها در نرم افزار واسط کاربری ۹۹
نمودار ۳-۱، نرخ دسته بندی صحیح الگوها در معماری Feed-Forward BPN ۹۴
نمودار ۳-۲، نرخ دسته بندی صحیح الگوها در معماری PNN ۹۷
نمودار ۳-۳، نرخ دسته بندی صحیح الگوهای همزمان ۱۰۰

فصل۱ : معرفی و کلیات

۱-۱- مقدمه

الگوهای نمودارهای کنترل[۱] به میزان بسیار زیادی به منظور تشخیص عوامل پنهان و موثر در مسائل و مشکلات فرآیندهای موجود در صنایع ساخت و تولید مدرن بکار گرفته می شوند. در گذشته تکنیک های آماری مشتمل بر نمودارهای $\overline{X}$ و R، بترتیب به منظور نظارت بر میانگین و انحراف معیار فرآیند مورد استفاده قرار می گرفتند.

اخیرا رویکردهای تشخیص الگوی مبتنی بر سیستم های هوشمند برای تشخیص الگوهای غیر طبیعی، بسیار مورد توجه محققین واقع شده اند، ولی اکثر این رویکردها محدود به تشخیص تنها الگوهای منفرد بوده و از تشخیص الگوهای همزمانی که ناشی از مشکلات توأم در فرآیند ساخت و تولید می باشند عاجز هستند. در این تحقیق سعی گردیده تا با بررسی نتایج تحقیقات انجام شده و توجه به نقاط ضعف و قوت آنها، راهکار مناسبی جهت تحلیل نمودارهای کنترل فرآیند و شناسائی الگوهای همزمان به منظور حذف آنها و بازگرداندن فرآیند به شرایط نرمال گامی نو برداشته شود.

۱-۲- تعریف موضوع:

نمودارهای کنترل، ابزارهای مهمی در کنترل فرایند آماری[۲] هستند. این نمودارها در تعیین اینکه آیا فرایند بصورت مطلوب رفتار می کند یا اینکه تحت عمل خاصی غیر طبیعی است و انحراف دارد مفید می باشند. 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 می شود) خارج از کنترل است. تجزیه و تحلیل الگوهای غیر طبیعی یک جنبه مهم از کنترل فرایند آماری می باشد. این الگوهای غیر طبیعی اطلاعات ارزشمندی را درباره استعدادها و توانایی های بهبود فرایند مهیا می سازند و به خوبی مستند می

---

[۱] CCPs:Control Chart Pattrens

[۲] SPC:Statistical Process Control

سازند که یک الگوی غیر طبیعی معین در یک نمودار کنترل اغلب بخاطر علت های قابل تشخیص روی می دهد. تعیین هویت الگوهای غیر طبیعی می تواند به طور زیادی مجموعه علل ممکنی که باید تشخیص داده شود را محدود کند و بنابراین زمان جستجو و شناسایی را کاهش دهد.

۱-۳- اهداف انجام تحقیق:

هدف اصلی در انجام تحقیق جاری این است که درصورت بروز همزمان الگوهای تصادفی ناشی از اختلالات فرآیند تولید، بتوانیم وجود اینگونه اختلالات را تشخیص داده و تحلیل مورد نیاز در رابطه با علل وقوع آنها را بدرستی انجام دهیم و هدف اساسی دیگر این است که بررسی نمائیم که روشهای عملی در هوش مصنوعی تا چه میزان (از نظر تعداد حالتهای مختلف همزمانی) قادر به پاسخگویی در حل مساله می باشند. دلیل اصلی برای بکار بردن شبکه های عصبی در کنترل فرایند آماری تفسیر اتوماتیک نمودارهای کنترل فرایند آماری است. ارائه دقیق فرآیند، بدون پیچیده سازی آن و پذیرش تغییرات جدید، از جمله ویژگی های مورد نظر یک سیستم کنترل فرایند آماری عملی و واقعی می باشند که در یک محیط ساخت و تولید یکپارچه و با درجه اتوماسیون بالا پیاده شده است. شبکه های عصبی بطور بالقوه این نیازمندیها را برطرف می نمایند. وضعیت خط تولید در حالتی که چندین علت معین بطور همزمان فرآیند را تحت تاثیر قرار میدهند ممکن است اشتباه تشخیص داده شود و این جائی است که شبکه های عصبی قادر به کمک می باشند. از این رو شبکه های عصبی را می توان بعنوان یکی از متدولوژی های رقابتی تشخیص الگو در نظر گرفت.

۱-۴- مزایای انجام تحقیق

کیفیت به عنوان یک مولفه حیاتی از استراتژی رقابتی در دنیای امروز بشمار میرود. از اینرو کنترل و بهبود کیفیت یکی از دغدغه های اصلی صاحبان صنایع می باشد که تحقق آن می تواند موجبات رضایتمندی مشتریان را فراهم آورد. روش سنتی برای دستیابی و حصول اطمینان از استانداردهای کیفیتی، استفاده از رویه های کنترل فرآیند آماری می باشد که از سالیان دور مورد استفاده قرار گرفته است.

روشهای سنتی کذشته هر کدام به نحوی متکی بر تجربه افراد ناظر بر نمودارهای کنترل فرآیند بوده اند که از جمله آنها می توان به قوائد اجرائی[۱] و تستهای ناحیه ای[۲] اشاره نمود. البته با ظهور هوش مصنوعی، تحقیقات فراوانی در خصوص کشف الگوهای غیر طبیعی در نمودارهای کنترل فرآیند آماری به کمک سیستم های هوشمند (و بدون نیاز زیاد به فرد کنترل کننده) صورت گرفته که در آنها عمدتا به الگوهای منفرد پرداخته شده است. در این تحقیق کاربرد سیستم های هوشمند در سیستم های بهبود کیفیت با هدف تشخیص و تحلیل الگوهای همزمان در نمودارهای کنترل فرآیند آماری مورد بررسی قرار می گیرد که در نتیجه آن در صورتیکه بعلت ترکیب همزمان بیش از یک الگوی غیر طبیعی با تغییرات ناشناخته ای در نمودارهای کنترل مواجه شویم، سیستم قادر به تفکیک و تشخیص الگوهای منفرد تشکیل دهنده اولیه خواهد بود.

۱-۵- اصطلاحات و تعاریف مرتبط با موضوع

۱-۵-۱- کیفیت

کلمه "کیفیت" اغلب برای "عالی بودن" محصول یا خدمات بکار برده می شود. در برخی کارخانجات ساخت و تولید "کیفیت" به معنای تطبیق با مشخصه های فیزیکی معین اطلاق می شود. تعاریف فراوانی از کیفیت توسط صاحبنظران ارائه گردیده که از جمله آنها به تعریف ذیل اشاره می گردد:

" کیفیت عبارتست از ترکیب جامع ویژگیهای محصول و خدمات مربوط به بازاریابی، مهندسی، ساخت و تولید و تعمیر و نگهداری، بنحوی که توقعات و نیازمندیهای مشتری به بهترین شکل ممکن محقق گردد."

۱-۵-۲- فرآیند

فرآیند عبارتست از تبدیل یکسری از ورودی ها مشتمل بر مواد اولیه، روشها و عملیات به خروجی های موردنظر بصورت محصول، اطلاعات و یا خدمات. در هر بخش از عملیات هر سازمانی فرآیندهای فراوانی به

---

[۱] Run Rule

[۲] Zone Test

وقوع می پیوندند و هر فرآیند ممکن است از طریق آزمایش ورودی ها و خروجی ها مورد ارزیابی قرار گیرد. برای کنترل و تحلیل هر فرآیندی لازم است که بدانیم کـه فرآینـد چیـست و ورودی و خروجـی هـای آن کدامند. فرآیندها بطور کلی به دو دسته ایستا[1] و پویا[2] تقسیم بندی می گردند.

۱-۵-۳- کنترل:

کلیه فرآیندها می توانند بررسی شده و" تحت کنترل" درآیند و این با جمع آوری و بکـارگیری داده هـا امکان پذیر است. کنترل به اندازه گیری کارائی فرآیند و بازخوردهای موردنیاز جهت انجام اقدامات اصلاحی (در صورت لزوم) بازمیگردد. عمل بازرسی به تنهائی نمی تواند بعنوان کنترل کیفیت تلقـی گـردد، بلکـه در صورتیکه پاسخ این پرسش که: "آیا ما فرآیند (عملیات) را بخوبی انجام داده ایم؟" مثبت باشد مـی تـوانیم ادعا کنیم که بدرستی کنترل کیفیت نموده ایم.

۱-۵-۴- کنترل فرآیند:

کنترل فرآیند عبارتست از روشـهای آمـاری و یـا مهندسـی کـه در آن بـر اسـاس معمـاری، مکانیـسم و الگوریتمهای نظم یافته عمل کنترل خروجی یک فرآیند صورت میگیرد(Oakland, 2003).

۱-۵-۵- نمودار کنترل:

نمودار کنترل که اغلب با نام "نمودار شوهارت" یا "نمودار رفتار فرآیند" شـناخته مـی شـود، یـک ابـزار آماری است که برای کمک به ارزیابی ماهیت تغییرات در یک فرآیند و تسهیل پیش بینی و مدیریت آن بکار گرفته می شود. نمودار کنترل یک نوع بسیار خاص از نمودار اجرائی[3] می باشد. نمودار کنترل یکی از هفـت

---

[1] Static

[2] Dynamic

[3] Run Chart

ابزار اصلی برای کنترل کیفیت می باشد که عبارتند از: هیستوگرام، نمودار پارتو[1]، برگه های بررسی[2]، نمودار کنترل، دیاگرام علت و معلول، فلوچارت، دیاگرام اسکاتر.

۱-۵-۶- از "کنترل کیفیت" به "بهبود کیفیت"

امروزه همگان با نمودارهای کنترلی برای کنترل کیفیت آشنائی دارند. بوسیله چارتهای کنترلی می توان عملکرد را مورد بررسی قرار داده و به نوسانات و اختلالات موجود واقف گردید. رایج ترین انواع نمودارها، چارت های کنترل فرآیند آماری می باشند که با بررسی و تجزیه و تحلیل آنها می توان به مشکلات کیفیتی پی برده و به برطرف نمودن مشکلات به منظور بهبود کیفیت مبادرت ورزید.

۱-۵-۷- کنترل فرآیند آماری:

کنترل فرآیند آماری عبارتست از روشهای علمی و متدولوژی های مبتنی بر داده ای که برای آنالیز و بهبود کیفیت بکار گرفته می شود.

در کنترل فرآیند آماری، داده های موردنظر از محصولات تولید شده جمع آوری شده، سپس بر روی نمودارهایی با حدود کنترلی (از پیش تخمین زده شده) ترسیم می شوند. "حدود کنترلی" بر اساس قابلیت کنترل فرآیند مشخص می شوند در حالیکه "حدود مشخصه ها" بر اساس نیاز مشتریان تعیین می گردند.

داده هایی که در بین حدود کنترلی قرار می گیرند بیانگر این مطلب هستند که همه چیز بر اساس توقع پیش میرود و مشکلی درمیان نیست. تغییرات موجود در محدوده حدود کنترلی به دلائل رایج و طبیعی یک فرآیند بوده و ایجاد مشکل نمی نمایند. داده هایی که در خارج ار حدود کنترلی واقع شوند بیانگر این موضوع هستند که یک "علت مشخص" در فرآیند وجود دارد که غیر طبیعی بوده و در بخشی از فرآیند تعمیر و یا تغییری بایستی صورت پذیرد تا از بوجود آمدن عیب و نقص ممانعت بعمل آید.

---

[1] Pareto Diagram

[2] Check Sheet

کنترل فرایند آماری مجموعه ابزارهای قدرتمندی برای حل مسائل است که از طریق کاهش تغییرات محصولات خروجی، قابلیت یک فرآیند را بهبود بخشیده و تثبیت می نماید.

کنترل آماری در یک فرآیند به چند منظور انجام می شود. اولین هدف کاهش تغییرات فرآیند است و ابزار این کار نمودارهای کنترلی هستند که با مشخص کردن زمان تنظیم فرآیند قبل از اینکه تغییرات قابل ملاحظه ای در محصول پدید آید و کالایی نامنطبق تولید شود، برای انجام این کار به ما کمک می کند.

هدف دیگر استفاده از کنترل فرآیند آماری، حفظ یا بهبود قابلیت فرآیند است. تلاش برای کاهش تغییرات در فرآیندها، با هدف کاهش قیمت تمام شده و افزایش سود، صورت می گیرد. چرا که با کاهش تغییرات، فرآیندها، شناخته شده تر و قابل کنترل تر خواهند شد. افزایش شناخت، منجر به برنامه ریزی دقیق تر شده و افزایش قدرت کنترل فرآیند، باعث کاهش ضایعات می شود. در نهایت دستیابی به این دو بهبود، سود بیشتری را به ارمغان می آورد.

نمودارهای کنترلی به خوبی نشان می دهند که فرآیند را در چه زمانی باید اصلاح کرد. فرآیندی پایدار تلقی می شود که به ندرت نیاز به تنظیم داشته باشد. یک نمودار کنترلی که مکرراً اعلام نیاز فرآیند به تنظیم را نشان می دهد، در واقع نشان دهنده وجود نوعی اشکال در فرآیند است.

۱-۶- علائم و اختصارات

- SPC: کنترل فرآیند آماری
- CCP: الگوی کنترل فرآیند
- ANN: شبکه عصبی مصنوعی
- BPN: شبکه پس انتشار (Back Propagation Network)
- MLP: پرسپترون چند لایه
- Feed-Forward: پیش خور
- TF: تابع انتقال
- WT: تبدیل موجک (Wavelet Transform)

- MRWA: تبدیل موجک با تفکیک پذیری جند گانه
- HMM: مدل مخفی مارکوف
- PCA: تحلیل مولفه های اصلی

۱-۷- آرایش کلی گزارش

نحوه نگارش این تحقیق مشتمل بر پنج فصل می باشد که در فصل اول به معرفی موضوع تحقیق و ضرورت انجام آن اشاره می شود. در فصل دوم مروری بر تحقیقات گذشته و کلیات روشهای بکار گرفته آنها صورت می پذیرد. در فصل سوم به روش انجام تحقیق مشتمل بر ساختار کلی، رویکردها، فرضیات، روش شناسی و جزئیات نحوه انجام تحقیق پرداخته خواهد شد. در فصل چهارم تحلیل نتایج روش تحقیق نشان داده شده و در انتها در فصل پنجم، نتایج نهائی بدست آمده از تحقیق جاری نشان داده می شوند.

۱-۸- خلاصه فصل

در این فصل ضمن اشاره به ماهیت نمودارهای کنترل فرآیند آماری و کاربرد آنها در سیستمهای کنترل و بهبود کیفیت به عنوان یک مزیت رقابتی در راستای کاهش هزینه های تولید و رضایتمندی هرچه بیشتر مشتریان، اهمیت موضوع تحقیق که تحلیل الگوهای همزمان نمودارهای کنترل فرآیند آماری می باشد توضیح داده شد. در ادامه مشخص گردید که دلیل بکارگیری رویکرد هوش مصنوعی در این تحقیق، قابلیت تفسیر اتوماتیک نمودارهای کنترل توسط این رویکرد می باشد که منجر به افزایش دقت و عدم نیاز به فرد متخصص و خبره جهت کنترل نمودارهای مذکور خواهد شد. همچنین به نشانه های خارج از کنترل بودن فرآیندها و قوانین وسترن الکتریک پرداخته شده و تاریخچه مختصری از کنترل فرآیند آماری نیز ارائه گردید.

فصل ۲ : نمودارهای SPC و مروری بر روشهای تشخیص الگو در آنها

۲-۱- مقدمه

در این فصل قصد داریم به نمودارهای کنترل فرآیند آماری و نیز بررسی و دسته بندی روش هائی بپردازیم که هر یک با بکارگیری ابزارهائی در راستای خودکارسازی تجزیه و تحلیل نمودارهای آماری کنترل فرآیند، مطالب ثمربخشی را ارائه نموده اند. بطور کلی رویکردهای بررسی شده در این تحقیق را می توان به دو دسته کلی زیر دسته بندی نمود:

۱- سیستم های هوشمند (شبکه های عصبی، سیستم های خبره)

۲- روشهای ترکیبی (از مدلهای آماری-ریاضی و سیستم های هوشمند)

قابل ذکر است که در بسیاری از تحقیقات انجام شده، محققین با توجه به نقاط قوت و ضعف هر یک از روشهای فوق، ترکیبی از این روشها ارائه نموده اند، بلکه بتوانند به نتایج بهتری در تشخیص و تجزیه و تحلیل الگوها دست یابند.

۲-۲- تاریخچه کنترل فرآیند آماری

کنترل کیفیت آماری در دهه ۱۹۲۰ توسط والتر شوهارت از ازمایشگاههای بل تلفن آمریکا پایه گذاری گردید. وی نتایج تحقیقات خود را در کتابی تحت عنوان "کنترل اقتصادی کیفیت محصولات ساخته شده " در سال ۱۹۳۱ منتشر ساخت. دو همکار شوهارت (داج و رومیگ) در سال ۱۹۴۴ جدول بازرسی داج-رومیگ را منتشر نمودند. مجموعه کارهای شوهارت، داج و رومیگ اساس علمی را تشکیل داد که امروزه کنترل کیفیت آماری خوانده می شود. پروفسور فریمن در انستیتوی ماساچوست[۱] جهت ترویج روشهای آماری کنترل کیفیت تلاش می کرد (نقندریان، ۱۳۸۴).

از اوائل سال ۱۹۴۰ انجمن استانداردهای امریکا به دعوت وزارت جنگ پروژه ای را آغاز کرد که منجر به تدوین استانداردهای آمریکائی: Z1.1-1941 (استانداردهای جنگی آمریکا)، Z1.2-1941 (راهنمای کنترل

---

[۱] M.I.T

کیفیت و روشهای نمودارهای کنترل برای تجزیه و تحلیل داده ها) و Z1.3-1941 (روش نمودارهای کنترل کیفیت در حین تولید) گردید.

در ژوئن ۱۹۴۲ یک دوره فشرده ۱۰ روزه کنترل کیفیت آماری در دانشگاه استانفورد برای نمایندگان صنایع نظامی برگزار شد.

در سال ۱۹۴۴ با همکاری دانشگاه بافالو، انجمن مهندسین کنترل کیفیت تاسیس و مجله"کنترل کیفیت صنعتی" منتشر شد.

در فاصله کوتاهی از پایان جنگ جهانی دوم، زمینه لازم برای تاسیس یک تشکیلات ملی بنام انجمن کنترل کیفیت آمریکا فراهم گردید.

در سال ۱۹۵۰ از تلفیق روش های نمونه گیری ارتش و جداول بازرسی وصفی ها، استاندارد MIL-STD-105D تهیه و منتشر شد.

در سال ۱۹۵۷، استاندارد MIL-STD-414 جداول بازرسی متغیرها منتشر گردد. عکس العمل صنایع انگلستان نسبت به روش های جدید آماری سریع و همه جانبه بود، بطوریکه تا ۱۹۳۷ در اکثر صنایع مهم آنجا از روش های جدید کنترل کیفیت آماری استفاده می شد. روشهای کنترل کیفیت آماری از آمریکا و انگلستان به سایر کشورها برده شد. تحت راهنمائیهای دکتر ادواردز دمینگ روشهای کنترل کیفیت آماری در ژاپن تا سطح بهترین سیستمهای کنترل کیفیت در جهان توسعه یافت. در اروپا انجمن اروپائی کنترل کیفیت بوجود آمد. امروزه تقریبا تمام کشورهای صنعتی جهان از روشهای کنترل کیفیت آماری استفاده می کنند (نقندریان، ۱۳۸۴).

۲-۳- نشانه های فرآیند خارج از کنترل

به طور کلی حالات زیر نشان دهنده وضعیت خروج از کنترل یک فرآیند است:

۱- وجود یک نقطه خارج از حدود کنترلی[۱] : وجود تنها یک نقطه خارج از حدود کنترل بیانگر وجود یک علت خاص می باشد.

---

[۱] Freak