دانشکده مهندسی- گروه مکانیک

عنوان پایان‌نامه:

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم عیب‌یاب مبتنی بر روش‌های بازشناسی الگو برای یک عملگر نیوماتیکی مورد استفاده در مکانیزم جابه‌جایی قطعات صنعتی

مولف:

محمد سعادتی

ارائه شده جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی‌کاربردی

استاد راهنما:

دکتر مجید معاونیان

بهمن ماه ۱۳۹۰

اظهارنامه

اینجانب **محمد سعادتی** دانشجوی دوره دکتری/کارشناسی ارشد رشته **مهندسی مکانیک** دانشکده **فنی و مهندسی** دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله/پایان‌نامه **طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم عیب‌یاب مبتنی بر روش‌های بازشناسی الگو برای یک عملگر نیوماتیکی مورد استفاده در مکانیزم جابه‌جایی قطعات صنعتی** تحت راهنمایی دکتر مجید معاونیان متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در رساله/پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه فردوسی مشهد» و یا «Ferdowsi University of Mashhad» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله/پایان‌نامه تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله/پایان‌نامه رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ: امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله/پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

بسمه تعالی

پایان نامه حاضر تحت عنوان:

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم عیب‌یاب مبتنی بر روش‌های بازشناسی الگو برای یک عملگر نیوماتیکی مورد استفاده در مکانیزم جابه‌جایی قطعات صنعتی که توسط آقای **محمد سعادتی** تهیه و به هیات داوران ارایه گردیده است، مورد تایید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه مکانیک می‌باشد.

تاریخ دفاع: نمره: درجه ارزشیابی:

اعضای هیات داوران:

نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه علمی	امضاء
۱- دکتر مجید معاونیان	استاد راهنما	دانشیار	
۲- دکتر فرهاد کلاهان	عضو دفاع	دانشیار	
۳- دکتر علی اکبر اکبری	عضو دفاع	استادیار	
۴- دکتر انوشیروان فرشیدیان فر	نماینده تحصیلات تکمیلی	استاد	

تقدیم به:

پدر، مادر

و

همسر مهربانم

سپاس گزاری:

برخود واجب می دانم از زحمات و راهنمائی های

جناب آقای دکتر معاونیان

که مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند، قدردانی نمایم.

از دوست عزیزم جناب آقای **مهندس سیداحسان موسویان جندقی** که دانش و تجربیات خویش را

بی دریغ به بنده عرضه نمودند و در کلیه مراحل نگارش این رساله راهنمای من بودند، سپاس گزارم.

بسمه تعالی

مشخصات رساله/پایان‌نامه تحصیلی دانشجویاندانشگاه فردوسی مشهد

عنوان رساله/پایان‌نامه: "طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم عیب‌یاب مبتنی بر روش‌های بازشناسی الگو برای یک عملگر نیوماتیکی مورد استفاده در مکانیزم جابه‌جایی قطعات صنعتی"		
نام نویسنده: محمد سعادتی	**نام استاد راهنما: دکتر مجید معاونیان**	
دانشکده: مهندسی	**گروه: مکانیک**	**رشته تحصیلی: طراحی کاربردی**
تاریخ تصویب:		**تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵**
مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد ■ دکترا□**		**تعداد صفحات:**

چکیده رساله/ پایان‌نامه:

اتکا به روش‌های تجربی و نیروی کار ماهر برای عیب‌یابی سیستم‌ها و مکانیزم‌های صنعتی، سال‌ها رواج داشته و امروزه هم در صنایع پایین دست و غیرپیشرفته شاهد آن هستیم. با افزایش جمعیت، رشد نیازهای جوامع انسانی و پیدایش تولید-کننده‌گان بی‌شمار و از طرفی افزایش رقابت در بازار جهانی، مکانیزم‌ها و روش‌های تولید، روز به روز پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر می‌شوند. لذا عیب‌یابی در سیستم‌های صنعتی به روش‌های تجربی گذشته مقرون به صرفه نبوده و حتی در برخی موارد غیرممکن می‌باشد. با توجه به پیشرفت روزافزون دنیای صنعت، روش‌های نرم‌افزاری جهت عیب‌یابی خودکار مکانیزم‌ها ضروری به نظر می‌رسند، تا علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه و کاهش زمان، وابستگی به نیروی کار ماهر نیز کاهش یافته و بتوان مبحث مهم عیب‌یابی را همچون مباحث تعمیرات و نگهداری، مکانیزه و مستندسازی نمود. در این پژوهش، در یک کار آزمایشگاهی یک عملگر نیوماتیکی مشابه‌سازی می‌شود. این عملگر در مکانیزم جابه‌جایی قطعات مشخص به عنوان عامل جابه‌جایی و نگهدارنده عمل می‌کند. عیوب متداول موجود درعملگر مذکور شامل موارد ذیل می‌باشد که هر کدام بر سرعت و شتاب حرکت و نیز نیروی اعمال شده از عملگر به قطعه اثر می‌گذارد.

۱- خرابی پیستون عملگر. ۲- خرابی اورینگ‌های انتهای سیلندر. ۳- ایجاد رسوب در مسیر هوای ورودی به عملگر. ۴- انسداد در مسیر هوای خروجی از عملگر. ۵- نشتی در مسیر هوای ورودی به عملگر. ۶- خراش در جداره داخلی سیلندر. ۷- خراب شدن فنر داخل سیلندر. ۸- ایجاد مانع در مسیر حرکت عملگر ناشی از تغیر در موقعیت صحیح نصب عملگر یا وجود اصطکاک در مسیر حرکت عملگر. ۹- لقی در محل اتصال پیستون به شفت.

به علت دقت بالای مورد نیاز در عملیات جابه‌جایی و ماشین‌کاری قطعات صنعتی، ضرورت دارد که سرعت و نیروی عملگر مذکور، حساب شده و در رنج مشخصی عمل نماید تا دقت مورد نیاز تأمین گردد. در یک کار آزمایشگاهی ابتدا سرعت و نیروی مکانیزم در حالت سالم و ایده‌ال توسط سنسور اندازه‌گیری و ثبت خواهد شد و سپس عیوب فوق مکرراً به عملگر اعمال شده و خروجی‌های مکانیزم اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد. از میان داده‌های جمع‌آوری شده، ویژگی‌های متعدد و مناسب که بیانگر تمایز بین داده‌ها باشند، انتخاب می‌شوند. این ویژگی‌ها، مشخصه‌های روش بازشناسی الگو جهت تشخیص عیب می‌باشند. در نهایت داده‌های منتخب توسط روش‌های غیرکلاسیک بازشناسی الگو، مانند شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرند و توان و کارایی روش‌های مذکور در عیب‌یابی عملگر نیوماتیکی سنجش شده و نتیجه حاصل ارائه می‌شود.

کلید واژه: ۱. عیب‌یابی ۲. عملگر نیوماتیک ۳. بازشناسی الگو	**امضای استاد راهنما:** **تاریخ:**

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ عنوان پایان‌نامه ۲

۱-۲ ضرورت تحقیق ۲

۱-۳ تاریخچه‌ی روش‌های عیب‌یابی ۳

۱-۴ روش انجام پژوهش و نتیجه‌گیری ۷

فصل دوم: روش‌های نوین بازشناسی الگو ۹

۲-۱ رویکردی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی و انواع آن ۱۰

۲-۱-۱ مقدمه ۱۰

۲-۱-۲ تاریخچه‌ی شبکه عصبی ۱۱

۲-۱-۲-۱ ۱۹۴۰: آغازی برای شبکه‌های عصبی ۱۱

۲-۱-۲-۲ ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ : اولین دوران طلایی شبکه‌های عصبی ۱۲

۲-۱-۲-۳ ۱۹۷۰ : دوران سکوت ۱۳

۲-۱-۲-۴ ۱۹۸۰: شکوفایی دوباره ۱۳

۲-۱-۳ معایب و مزایای شبکه‌های عصبی ۱۴

۲-۱-۳-۱ مزایای شبکه‌های عصبی ۱۴

۲-۱-۳-۲ معایب شبکه‌های عصبی ۱۴

۲-۱-۴ مفاهیم اولیه شبکه‌های عصبی ۱۵

۲-۱-۴-۱ مدل نرون‌های زیستی ۱۵

۲-۱-۴-۲ شبکه‌های عصبی مصنوعی و نرون مصنوعی ۱۶

۲-۱-۴-۳ از نرون طبیعی تا نرون مصنوعی ۱۶

۲-۱-۴-۴ مدل نرون تک‌ورودی ۱۷

۲-۱-۴-۵ مدل نرون چندورودی ۱۷

۲-۱-۵ توابع محرک ۱۹

۲-۱-۵-۱ تابع محرک خطی (linear) ۱۹

۲-۱-۵-۲ تابع محرک آستانه‌ای پله واحد و پله متقارن ۲۰

۲-۱-۵-۳ تابع محرک سیگموید ۲۰

۲-۱-۶ معماری شبکه عصبی ۲۱

۲-۱-۶-۱ معماری پیش‌رو ۲۲

۲-۱-۶-۲ معماری پس‌رو ۲۳

۲-۱-۷ یادگیری شبکه‌های عصبی ۲۵

۲-۱-۷-۱ آموزش با نظارت ۲۶

۲-۱-۷-۲ آموزش بی‌نظارت ۲۷

۲-۱-۷-۳ آموزش تقویت یافته ۲۷
۲-۱-۷-۴ آموزش هب ۲۸
۲-۱-۸ کاربردهای شبکه عصبی ۲۹
۲-۱-۸-۱ کاربرد اول: دسته‌بندی، خوشه‌بندی و بازشناسی الگو ۲۹
۲-۱-۸-۲ کاربرد دوم: تقریب توابع ۳۰
۲-۱-۸-۳ کاربرد سوم: بهینه‌سازی ۳۰
۲-۱-۸-۴ کاربرد چهارم: پیش‌بینی سری‌های زمانی ۳۱
۲-۱-۹ انواع شبکه‌های عصبی ۳۱
۲-۱-۹-۱ شبکه عصبی پرسپترون ۳۱
۲-۱-۹-۲ شبکه عصبی هاپفیلد ۳۵
۲-۱-۹-۳ شبکه‌های رقابتی ۳۶
۲-۱-۱۰ جمع‌بندی ۳۹
۲-۲ منطق فازی ۴۰
۲-۲-۱مقدمه ۴۰
۲-۲-۲ تاریخچه‌ی علم فازی ۴۱
۲-۲-۳ مجموعه‌های فازی ۴۲
۲-۲-۴ اعداد فازی ۵۲
۲-۲-۵ متغیرهای زبانی ۵۳
۲-۲-۶ قواعد اگر- آنگاه فازی ۵۴
۲-۲-۷ سیستم‌های فازی ۵۷
۲-۲-۷-۱ پایگاه قواعد فازی ۵۸
۲-۲-۷-۲ موتور استنتاج فازی ۵۸
۲-۲-۷-۳ فازی‌سازی ۶۰
۲-۲-۷-۴ نافازی‌سازی ۶۰
۲-۲-۸ انواع سیستم‌های فازی ۶۱
۲-۲-۹ سیستم استنتاج فازی ۶۳
۲-۲-۱۰ جمع‌بندی ۶۵
۲-۳ شبکه‌های نروفازی ۶۶
۲-۳-۱ مقدمه ۶۶
۲-۳-۳ علل پیدایش شبکه‌های عصبی- فازی ۶۷
۲-۳-۴ ساختار شبکه‌های نروفازی ۷۰
۲-۳-۵ شبکه‌های ANFIS ۷۵
۲-۳-۶ مقایسه کنترل‌کننده‌های سنتی با کنترل کننده‌های عصبی، فازی و عصبی- فازی ۷۹
۲-۳-۶-۱ کنترل سنتی ۷۹
۲-۳-۶-۲ کنترل عصبی ۸۱
۲-۳-۶-۳ کنترل فازی ۸۲
۲-۳-۷ کاربردها ۸۳

۲-۳-۸ جمع‌بندی ۸۵
فصل سوم: مفاهیم و روش‌های وضعیت‌سنجی و تشخیص عیب ۸۶
۳-۱ مقدمه ۸۷
۳-۲ مراحل تشخیص عیب ۸۸
۳-۲-۱ اخذ داده‌ها ۸۹
۳-۲-۲ تولید باقی‌مانده ۸۹
۳-۲-۳ ارزیابی باقی‌مانده ۹۰
۳-۲-۴ تحلیل آسیب ۹۰
۳-۳ ویژگی‌های مطلوب یک سیستم تشخیص‌عیب ۹۱
۳-۴ واژه‌های تشخیص عیب ۹۱
۳-۵ باقی‌مانده و انواع آن ۹۲
۳-۵-۱ باقی‌مانده جهت‌دار ۹۳
۳-۵-۲ باقی‌مانده‌های ساختاری ۹۴
۳-۶ روش‌های تشخیص عیب در فرآیندها ۹۵
۳-۶-۱ روش‌های سنتی ۹۵
۳-۶-۲ بازرسی مستقیم ۹۵
۳-۶-۳ بررسی سطح آستانه ۹۵
۳-۶-۴ استفاده ازسخت‌افزارهای اضافی (افزونگی سخت‌افزاری) ۹۶
۳-۶-۵ روش‌های تحلیلی ۹۶
۳-۶-۶ روش‌های بازشناسی الگو ۹۹
۳-۷ روش تبدیل موجک ۱۰۰
۳-۸ تبدیل موجک بسته‌ای ۱۰۵
فصل چهارم: شبیه‌سازی و عیب‌یابی عملگر نیوماتیکی ۱۰۷
۴-۱ شبیه‌سازی مدار نیوماتیک ۱۰۸
۴-۱-۱ اجزاء مدار مورد آزمایش ۱۰۸
۴-۱-۲ پارامترهای مدار ۱۱۴
۴-۱-۳ مقادیر پارامترهای مدار در حالت سالم (نرمال) ۱۱۴
۴-۲ عیب‌یابی عملگر نیوماتیکی ۱۱۷
۴-۲-۱ عیوب متداول ایجاد شده برای عملگر نیوماتیکی ۱۱۷
۴-۲-۲ شبیه‌سازی عیوب ۱۱۸
۴-۳ انجام آزمایش و استخراج متغیرها ۱۲۱
۴-۴ پیاده‌سازی سیستم عیب‌یاب ۱۲۹
۴-۴-۱ استخراج ویژگی‌های لازم از متغیرهای سیستم جهت تمایز عیوب ۱۲۹
۴-۴-۲ تشکیل ماتریس $\mathrm{DATASET} = [(\mathrm{Features})]_{144 \times 30}$ ۱۳۴
۴-۴-۳ نحوه کلاس‌بندی عیوب ۱۳۴
۴-۵ نحوه استفاده از ابزار انفیس ۱۳۶
۴-۵-۱ تحلیل و گسسته‌سازی خروجی انفیس ۱۳۷

فصل پنجم: نتیجه‌گیری ۱۳۸
۵-۱ مقدمه ۱۳۹
۵-۲ حالت اول: (Trainset=Dataset & Testset=Dataset) ۱۳۹
۵-۳ حالت دوم: (Trainset=66% Dataset & Testset=33% Dataset) ۱۴۲
۵-۴ نتایج آزمایش متوالی سیستم عیب‌یاب ۱۴۴
۵-۵ پیرامون نتایج ۱۴۶
۵-۶ پیشنهادات برای کارهای تحقیقاتی بیشتر ۱۴۷
منابع و مآخذ ۱۴۹
ضمائم ۱۵۴

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱: ارزش گزاره‌های شرطی درحالت قطعی ۵۵
جدول ۴-۱: تعداد آزمایش‌ها و کلاس عیوب ۱۳۵
جدول ۴-۲: نحوه تخصیص کلاس‌های هشت‌گانه به خروجی انفیس ۱۳۷
جدول ۵-۱: خروجی سیستم عیب‌یاب برای ۱۵ آزمایش ۱۴۵
جدول ۵-۲: میانگین درصد صحت تشخیص عیوب هفت‌گانه ۱۴۵

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۲-۱: نرون زیستی ۱۵
شکل ۲-۲: مقایسه نرون زیستی و نرون مصنوعی ۱۶
شکل ۲-۳: مدل نرون تک ورودی ۱۷
شکل ۲-۴: مدل چند ورودی یک نرون ۱۸
شکل ۲-۵: تابع محرک خطی ۲۰
شکل ۲-۶: نمونه‌ای از تابع محرک دومقداره (با خروجی = [1 0]) ۲۰
شکل ۲-۷: نمونه‌ای از تابع سیگموید ۲۱
شکل ۲-۸: یک شبکه‌ی عصبی ساده ۲۲
شکل ۲-۹: الف. معماری پیش‌رو، ب. معماری پس‌رو ۲۳
شکل ۲-۱۰: شبکه عصبی تک‌لایه ۲۴
شکل ۲-۱۱: شبکه عصبی چندلایه ۲۴
شکل ۲-۱۲: شبکه‌ی مورد استفاده برای مساله‌ی دسته بندی میوه‌ها ۲۵
شکل ۲-۱۳: خوشه‌بندی و دسته‌بندی ۳۰
شکل ۲-۱۴: مدل نرون فرانک روزنبلت (پرسپترون) ۳۲
شکل ۲-۱۵: نمونه‌ای از شبکه‌های عصبی هاپفیلد با ۵ نرون(si حالت نرون i ام است). ۳۵
شکل ۲-۱۶: ساختار شبکه رقابتی ۳۶
شکل ۲-۱۷: ساختار شبکه ART-1 ۳۸
شکل ۲-۱۸: معماری شبکه ARTMAP ۳۹
شکل ۲-۱۹: روند کلی حل مساله ۳۹
شکل ۲-۲۰: تابع عضویت مثلثی ۴۳
شکل ۲-۲۱: تابع عضویت ذوزنقه‌ای ۴۴
شکل ۲-۲۲: تابع عضویت گوسی ۴۵
شکل ۲-۲۳: تابع عضویت زنگوله ای ۴۵
شکل ۲-۲۴: نمایش اعداد فازی در قالب مثلثی ۵۲
شکل ۲-۲۵: نمایش اعداد فازی در قالب زنگوله‌ای با شیب نرمال ۵۲
شکل ۲-۲۶: نمایش اعداد فازی در قالب زنگوله‌ای با شیب درجه دوم ۵۲
شکل ۲-۲۷: نمایش اعداد فازی در قالب ذوزنقه‌ای ۵۳
شکل ۲-۲۸: نمایش متغیر زبانی ۵۴
شکل ۲-۲۹: معماری سیستم فازی ۵۷
شکل ۲-۳۰: ساختار اصلی سیستم فازی خالص ۶۲
شکل ۲-۳۱: ساختار اصلی سیستم فازی تاکاگی سوگنو و کانگ ۶۲
شکل۲-۳۲: ساختار اصلی سیستم فازی با فازی‌ساز و نافازی‌ساز (سیستم فازی ممدانی) ۶۲
شکل ۲-۳۳: مدل استنتاج ممدانی، استفاده از عملگرهای مینیمم و ماکزیمم به ترتیب برای t-norm و t-conorm ۶۳

شکل ۲-۳۴: مدل فازی سوگینو ۶۵
شکل ۲-۳۵: مدل کلی نرون فازی ۷۰
شکل ۲-۳۶: ساختار شبکه‌های نروفازی ۷۰
شکل ۲-۳۷: معماری شبکه عصبی- فازی ۷۲
شکل ۲-۳۸: شبکه نروفازی وابسته ۷۳
شکل ۲-۳۹: سیستم استدلال فازی رانده شده توسط شبکه عصبی ۷۴
شکل ۲-۴۰: معماری شبکه عصبی فازی ۷۶
شکل ۲-۴۱: لایه ۱ ..... ۷۶
شکل ۲-۴۲: لایه ۲ ..... ۷۷
شکل ۲-۴۳: لایه ۳ ..... ۷۸
شکل ۲-۴۴: لایه ۴ ..... ۷۸
شکل ۲-۴۵: لایه ۵ ..... ۷۹
شکل ۲-۴۶: مسیر واقعی و مورد نظر دستگاه ۸۰
شکل ۲-۴۷: کنترل کننده‌ی حلقه‌باز ۸۰
شکل ۲-۴۸: کنترل کنندی حلقه‌بسته ۸۰
شکل ۲-۴۹: یک کنترل کننده‌ی ANN حلقه‌باز ۸۱
شکل ۲-۵۰: یک کنترل کنندهٔ ANN حلقه‌بسته ۸۲
شکل ۲-۵۱: کنترل کنندهٔ فازی حلقه‌باز ۸۲
شکل ۲-۵۲: کنترل کنندهٔ FANN حلقه‌بسته ۸۳
شکل ۳-۱: روش‌های مختلف ساخت باقی‌مانده ۹۰
شکل ۳-۲: باقی‌مانده جهت‌دار (احتمال وجود آسیب نوع ۱ بیشتر از بقیه می‌باشد) ۹۳
شکل ۳-۳: سه نمونه از باقی‌مانده‌های ساختاری ۹۴
شکل ۳-۴: عیب‌یابی با استفاده از اندازه‌گیری ارتعاشات ۹۸
شکل ۳-۵: عیب‌یابی بر پایه مدل ۹۹
شکل ۳-۶: یک نمونه موجک ۱۰۱
شکل ۳-۷: نمونه یک scalogram ۱۰۲
شکل ۳-۸: تغییر رزولوشن با تغییر فرکانس ۱۰۲
شکل ۳-۹: ثابت بودن رزولوشن علیرغم تغییر فرکانس ۱۰۳
شکل ۳-۱۰: یکی ازمراحل اساسی تبدیل موجک، تجزیه ۱۰۴
شکل ۳-۱۱: عمل تجزیه پس از ۳ مرحله ۱۰۴
شکل ۳-۱۲: مثال عبور سیگنال از فیلترها و عمل Down sampling ۱۰۴
شکل ۳-۱۳: عمل تجزیه پس از ۳ مرحله ۱۰۵
شکل ۳-۱۴: تقسیم‌بندی صفحه زمان - فرکانس ۱۰۵
شکل ۳-۱۵: درخت تبدیل موجک بسته‌ای برای سه سطح تجزیه ۱۰۶
شکل ۴-۱: مدار نیوماتیک پیش از اجرا ۱۰۸
شکل ۴-۲: عملگر نیوماتیکی جهت آزمایش ۱۰۹
شکل ۴-۳: عملگر نیوماتیکی کمکی ۱۰۹

شکل ۴-۴: شیر تخلیه سریع ۱۱۰
شکل ۴-۵: ترانسمیتر فشار ۱۱۰
شکل ۴-۶: شیر کنترل جریان در مسیر هوای خروجی از عملگر ۱۱۱
شکل ۴-۷: شیر کنترل جریان در مسیر هوای ورودی به عملگر ۱۱۱
شکل ۴-۸: شیر برقی برگشت فنر نیوماتیکی .3/2N.C ۱۱۲
شکل ۴-۹: شیر تنظیم فشار هوای فشرده ۱۱۲
شکل ۴-۱۰: خط‌کش اهمی ۱۱۳
شکل ۴-۱۱: میکروکنترلر 8051 ..... ۱۱۳
شکل ۴-۱۲: مدار نیوماتیک درحال اجرا (مسیر رفت) ۱۱۵
شکل ۴-۱۳: مدار نیوماتیک در حال اجرا (مسیر برگشت) ۱۱۶
شکل ۴-۱۴: تصویر مدار واقعی در حال اجرا در آزمایشگاه ۱۱۶
شکل ۴-۱۵: پیستون های معیوب جهت شبیه‌سازی Fault 2&3 ..... ۱۱۸
شکل ۴-۱۶: فنرهای معیوب جهت شبیه‌سازی Fault 4 ..... ۱۱۹
شکل ۴-۱۷: F1 و F2، شیرهای کنترل جریان جهت شبیه‌سازی Fault 8 و Fault 1 ..... ۱۱۹
شکل ۴-۱۸: F1، شیر کنترل جریان جهت شبیه‌سازی Fault 8 ..... ۱۲۰
شکل ۴-۱۹: F2، شیر کنترل جریان جهت شبیه‌سازی Fault 1 ..... ۱۲۰
شکل ۴-۲۰: عملگر نیوماتیک کمکی برای ایجاد نیرو در خلاف جهت حرکت برای شبیه‌سازی Fault 9 ..... ۱۲۱
شکل ۴-۲۱: اورینگ‌های معیوب جهت شبیه‌سازی Fault 5&6 ..... ۱۲۱

فهرست نمودارها

عنوان صفحه

نمودار ۴-۱: گراف متغیرهای سیستم (فشار، سرعت و مکان) برای آزمایش اول از Fault 1 ..... ۱۲۶
نمودار ۴-۲: گراف متغیرهای سیستم (فشار، سرعت و مکان) برای آزمایش پنجم از Fault 4 ..... ۱۲۶
نمودار ۴-۳: گراف متغیرهای سیستم (فشار، سرعت و مکان) برای آزمایش پانزدهم از Fault 9 ..... ۱۲۷
نمودار ۴-۴: گراف متغیرهای سیستم (فشار، سرعت و مکان) برای آزمایش سیزدهم از Fault 7 ..... ۱۲۷
نمودار ۴-۵: گراف‌های فشار مربوط به آزمایش‌های Fault 1 ..... ۱۲۸
نمودار ۴-۶: گراف‌های سرعت مربوط به آزمایش‌های Fault 1 ..... ۱۲۸
نمودار ۴-۷: گراف‌های مکان مربوط به آزمایش‌های Fault 1 ..... ۱۲۸
نمودار۴-۸: گراف فشار کمینه‌ی محلی عملگر در مسیر رفت در مورد ۱۴۴ نمونه آزمایش ۱۳۳
نمودار۴-۹: گراف واریانس منحنی سرعت عملگر در طول مسیر رفت برای ۱۴۴ نمونه آزمایش ۱۳۳
نمودار ۴-۱۰: گراف فشار بیشینه‌ی مطلق عملگر در مسیر رفت در مورد ۱۴۴ نمونه آزمایش ۱۳۴
نمودار ۴-۱۱: نحوه کلاس‌بندی عیوب در مورد ۱۴۴ نمونه آزمایش ۱۳۶
نمودار ۵-۱: نمودار خروجی شبکه عیب‌یاب انفیس برای ۱۴۴ نمونه آزمایش در حالت اول ۱۴۰
نمودار ۵-۲: نمودار میانگین خطا در مورد ۱۴۴ نمونه آزمایش در حالت اول ۱۴۰
نمودار ۵-۳: نمودار خروجی شبکه عیب‌یاب انفیس برای ۱۴۴ نمونه آزمایش در حالت اول ۱۴۱
نمودار ۵-۴: نمودار میانگین خطا در مورد ۱۴۴ نمونه آزمایش در حالت اول ۱۴۱
نمودار ۵-۵: خروجی شبکه عیب‌یاب انفیس برای ۴۸ نمونه آزمایش در حالت دوم ۱۴۳
نمودار ۵-۶: میانگین خطا در مورد ۴۸ نمونه آزمایش در حالت دوم ۱۴۳
نمودار ۵-۷: خروجی شبکه عیب‌یاب انفیس برای ۴۸ نمونه آزمایش در حالت دوم ۱۴۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱ عنوان پایان‌نامه

عنوان پایان‌نامه به قرار زیر می‌باشد:

"طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم عیب‌یاب مبتنی بر روش‌های بازشناسی الگو برای یک عملگر نیوماتیکی مورد استفاده در مکانیزم جابه‌جایی قطعات صنعتی"

پایان‌نامه از چهار بخش عمده تشکیل شده است. در بخش نخست برخی روش‌های بازشناسی الگو نظیر شبکه‌های عصبی، منطق فازی و شبکه‌های نروفازی و مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها معرفی شده است. در بخش دوم به معرفی روش‌های عیب‌یابی و پایش وضعیت پرداخته شده، در بخش سوم یک عملگر نیوماتیکی همراه با مدار کنترل آن که در جابه‌جایی قطعات صنعتی از آن استفاده می‌شود، شبیه‌سازی شده است و در بخش چهارم یک سیستم عیب‌یاب برای تشخیص عیوب عملگر مذکور طراحی و اجرا شده است.

۱-۲ ضرورت تحقیق

اتکا به روش‌های تجربی و نیروی کار ماهر برای عیب‌یابی سیستم‌ها و مکانیزم‌های صنعتی، سال‌ها رواج داشته و امروزه هم در صنایع پایین‌دست و غیرپیشرفته شاهد آن هستیم. با افزایش جمعیت، رشد نیازهای جوامع انسانی و پیدایش تولیدکنندگان بی‌شمار و از طرفی افزایش رقابت در بازار جهانی، مکانیزم‌ها و روش‌های تولید، روز به روز پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر می‌شوند. لذا عیب‌یابی در سیستم‌های صنعتی به روش‌های تجربی گذشته مقرون به صرفه نبوده و حتی در برخی موارد غیرممکن می‌باشد. با توجه به پیشرفت روز افزون دنیای صنعت، روش‌های نرم‌افزاری جهت عیب‌یابی خودکار مکانیزم‌ها ضروری به نظر می‌رسند، لذا استفاده از فناوری‌های جدید و رایانه برای کمک به تصمیم‌گیری در زمینه‌های تخصصی از مقولاتی است که امروزه در تصمیم‌گیری‌های مدیران صنعت و مهندسین نگهداری و تعمیرات بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از آنجا که در بحث نگهداری و تعمیرات، اعمال وتصمیمات انسانی نقش به‌سزایی دارد و در این میان شرایط محیطی و روحی می‌تواند براین تصمیمات تاثیرگذار باشد، بنابراین افزایش خطا و در نتیجه آن افزایش هزینه‌های ناشی ازتعمیرات، تعویض قطعات و نگهداری امری اجتناب ناپذیر است. لذا استفاده از تکنیک‌هایی که بتواند این خطاها را کاهش داده یا از بین ببرد، ضروری می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است، فرآیند عیب‌یابی هوشمند مکانیزم های صنعتی، که از مباحث مهم در زمینه اتوماسیون صنعتی به شمار می‌رود، بر روی یک عملگر نیوماتیکی اجرا و نتیجه حاصل ارائه شود.

۱-۳ تاریخچه‌ی روش‌های عیب‌یابی

سیستم عصبی انسان از جمله قدیمی‌ترین و پیشرفته‌ترین سیستم‌های کنترلی و عیب‌یابی موجود می‌باشد، به طوری که سلامتی هر سلول را کنترل و به محض وجود خطا، تولید سیگنال می‌کند و این سیستم حفاظت طبیعی، قسمتی از شبکه سلامتی برای زندگی هر شخص است، نام بردن از تاریخ دقیق شروع تکنیک‌های عیب‌یابی به علت تنوع عیوب و گسترش روش‌های کنترلی و عیب‌یابی، صحیح نمی‌باشد، زیرا ساده‌ترین روش عیب‌یابی همان روش مشاهده چشمی و استفاده از سایر حواس است که حتی نخستین انسان‌ها برای ابزارآلات ساده خود به‌کار می‌بردند. لونبرگر تکنیک عیب‌یابی مدرن را در سال ۱۹۶۰ با معرفی روش‌های فضای حالت شروع کرد و سپس تئوری کاربرد مشاهده‌گرها[1] توسط کالمن[2] درسال ۱۹۶۳ با مدل‌سازی حالت سیستم‌های دینامیک خطی بنا نهاده شد. تکنیک‌های مختلفی جهت شناسایی و تشخیص عیب موجود است که در فصل سوم به آنها اشاره شده است. مهمترین روش‌های عیب‌یابی مدرن بر اساس استفاده از مدل شبیه‌سازی شده یا ثبت و اندازه‌گیری وضعیت متغیرهای سیستم به صورت زیر دسته‌بندی و ارائه می‌شود[۳۰].

۱- روش‌های تخمین حالت وتخمین پارامتر

۲-روش‌های جداکننده تطبیقی

۳- روش‌های تحلیل فرکانسی

۴- روش‌های تصمیم آماری

۵- روش‌های محاسبات نرم مانند شبکه‌های عصبی، منطق فازی، شبکه‌های عصبی- فازی.

تلاش‌هایی که تاکنون برای مدل‌سازی و عیب‌یابی سیستم‌های نیوماتیک انجام شده حول سه محور انجام گرفته است[۱]، که عبارتنداز:

۱- تحقیقات برای ارتقاء ساختار اجزاء و پایین آوردن عیوب اجزاء.

۲- تحقیقات برای قانونمندی تکنیک‌های کنترل.

۳- تحقیقات برای مدل‌سازی بهتر ودرک سیستم‌های نیوماتیک.

[1] Observers

[2] Kalman

مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های نیوماتیک از حدود سال ۱۹۵۰میلادی با فعالیت‌های شیرر[۱] و بلکبرن[۴] آغاز شده است[۲]و[۳]. سیستم‌های نیوماتیک و مدل‌سازی آنها از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است که به اختصار به آنها اشاره می‌شود.

الف) بررسی جریان هوا: سنویل[۲] [۴] نشان داد که ولوها یا شیرهای نیوماتیک معمولی رفتاری شبیه یک نازل ساده ندارند پس یک روش جدید برای تعیین دبی جریان ولوهای نیوماتیکی ارائه نمود. او مدل ریاضی و تجربی ساده‌ای برای جریان هوا در شیر ارائه نمود، تحقیقات بیشتر در این مورد را می‌توان در کارهای آندرسون[۳] [۵]، مارتین و مسولی[۴] [۶] ملاحظه نمود.

ب) بررسی ترمودینامیکی: بگ[۵] و همکاران [۷] پس از بررسی انجام داده، توصیفی از رابطه بین فشار، حجم، جرم و دما در محفظه سیلندر نیوماتیک ارائه دادند. ماساکی[۶] [۸] با استفاده از تکنولوژی جدید و دوربین‌های مادون قرمز حرارت سنج، مطالعات و آزمایشاتی انجام داد و توزیع حرارتی و تغییرات آن را مطابق با شرایط کاری ثبت نمود.

ج) بررسی دینامیکی: مدل دینامیکی یک عملگر نیوماتیکی بر اساس طراحی کنترل حرکت می‌باشد. تاکنون مطالب زیادی که دارای عمق و گستردگی در این درباره می‌باشند، منتشر گردیده است. آراکی[۷] [۹] با استفاده از پاسخ فرکانسی سروسیستم، رابطه‌ای بین ولتاژ محرک شیر و حرکت پیستون ارائه نمود. هاهن و پایپنبریف[۸] [۱۰] پیشنهادی تجربی ارائه کردند، و با استفاده از مشخصات مختصات بلوکی، رابطه‌ی ورودی شیر سرو و موقعیت حرکت پیستون را ارائه نمودند. در این کار، آنها شیر سرو را به وسیله یک معادله دیفرانسیل خطی مدل کرده و همچنین اصطکاک کلمب و ویسکوز را نیز اضافه نمودند. این عمل با استفاده از گسترش اندازه‌گیری متغیرها توسط سنسورهای مخصوص به انجام رسیده است. وبینگ، وایوگ هان[۹] [۱۱] مدل خطی برای یک سیستم سرو نیوماتیک و هیدرولیکی، شامل یک شیر سرو را ارائه نمودند. در این مقاله، مدل خطی، موقعیت پیستون، جهت حرکت و اختلاف فشار دو طرف

[1] Shearer
[2] Sanvile
[3] Anderson
[4] Martin, Mssoly
[5] Backe
[6] Masaaki
[7] Araki
[8] Piepenbrif , hahn
[9] Vaughan vebing