بسم الله الرحمن الرحيم

باسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب اکبر اسماعیلی متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضائ

دانشکده مهندسی مکانیک

عیب یابی موتور OHV از طریق تحلیل ارتعاشات و شبکه عصبی

نگارش

اکبر اسماعیلی

اساتید راهنما:دکتر غلامحسن پایگانه و دکتر مهرداد نوری خاجوی

استاد مشاور:دکتر امیر رضا رفاهی اسکویی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مکانیک(طراحی کاربردی)

اسفند ۱۳۹۰

شماره: ۱۱/۹۱/۱۰۵۲۲
تاریخ: ۱۳۹۱/۶/۱۸
پیوست:

بسمه تعالی

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

صورتجلسهٔ دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای **اکبر اسماعیلی** رشتهٔ **مهندسی‌مکانیک– طراحی‌کاربردی** تحت عنوان **عیب‌یابی موتور OHV از طریق تحلیل ارتعاشات**،که در تاریخ ۹۰/۱۲/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی برگزار گردید و نتیجه به شرح زیر اعلام گردید.

☐ قبول (بادرجه بسیار خوب امتیاز ۱۸/۵) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود.

۱ ـ عالی (۲۰ – ۱۹)

۲ ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ – ۱۸)

۳ ـ خوب (۱۷/۹۹ – ۱۶)

۴ ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ – ۱۴)

۵- غیرقابل قبول (کمتر از ۱۴)

اعضاء	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر غلامحسن پایگانه	استادیار	
استاد راهنما	دکتر مهرداد نوری‌خاجوی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر امیررضا رفاهی‌اسکویی	استادیار	
استاد داور داخلی	دکتر محمدرضا ارباب‌تفتی	استادیار	
استاد داور خارجی	دکتر مهدی زمانیان	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر جواد کدخداپور	استادیار	

دکتر غلامحسن پایگانه

رئیس دانشکده مهندسی مکانیک

تهران، لویزان، کد پستی: ۱۵۸۱۶-۱۶۷۸۸
صندوق پستی: ۱۶۳-۱۶۷۸۵
تلفن: ۲۲۹۷۰۰۳۲-۶۰۱۰ دکس: ۲۲۹۷۰۰۳۳
Email: sru@sru.ac.ir
www.sru.ac.ir

تقدیم به

رنج دستان پدرم . .

تقدیم به

نگاه آرام بخش همسرم که ایوب وار مرا در این مرحله همراهی کرد

و در آخر تقدیم به

پسر عزیزم پارسا که لحظه های ناب و بی بازگشت با او بودن را به خاطر این مرحله از تحصیل از دست دادم . .

قدردانی و تشکر

پس از حمد و سپاس بیکران به درگاه حضرت ابدیت که به بنده این توفیق را عطا نمود تا این کار را به اتمام برسانم;

از زحمات جناب آقای دکتر غلامحسن پایگانه و دکتر مهرداد نوری خاجوی که اگر راهنمایی های آنها نبود این کار به ثمر نمیرسید تشکر و قدر دانی نموده

واز جناب آقای دکتر امیر رضا رفاهی اسکویی استاد مشاور پروژه که در طی این تحقیق از مشورت با ایشان و پیشنهاد های ارزنده وی استفاده بسیار نموده ام تشکر میکنم.

چکیده

در حال حاضر پایش وضعیت به کمک تحلیل ارتعاشات نه تنها برای اجزای ساده‌ای مانند بیرینگها و چرخنده‌ها انجام می‌گیرد، در موتورها و ماشینهای ترکیبی نیز به منظور تعیین عیب یا پیش بینی عیوب در حال رخ دادن کاربرد فراوانی یافته است و در صنایع مختلف من جمله صنعت خودرو به عنوان یک روش مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد.یکی از تکنیکهای کارآمد در این زمینه استفاده از سیستم‌های هوشمند، با توجه به عملکرد قابل قبول این سیستم‌ها در شرایط عدم قطعیت می‌باشد. این تحقیق به صورت تجربی به بررسی یک سیستم تشخیص و طبقه بندی عیوب ناشی از عدم احتراق و لقی سوپاپ در یک موتور احتراق داخلی با استفاده از تکنیک آنالیز اجزای اصلی و شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌پردازد. سیگنالهای ارتعاشی با چهار سنسور شتاب سنج نصب شده بر روی بدنه موتور به کمک یک سیستم داده برداری ضبط شده و فرآیند حذف نویز و آنالیز اولیه روی داده‌های خام انجام شد. سپس تکنیک انالیز اجزای اصلی به منظور محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه و نهایتاً دسته بندی داده‌ها و کاهش حجم محاسبات بر روی داده‌های استخراج شده اجرا شد. آنگاه نتایج حاصل از اجرای این تکنیک به عنوان ورودی شبکه عصبی اعمال شد. حالت یک شمع معیوب، دو شمع معیوب، لقی بیش از حد مجاز سوپاپ‌ها در یک سیلندر و حالت سالم موتور به عنوان نرون‌های خروجی برای عیب یابی موتور در شبکه قرار گرفتند. سرانجام شبکه پرسپترون سه لایه با ساختار بسیار مناسب ۱:۲:۴ و با کارائی ٪ ۱۰۰ ارائه گردیده.

کلمات کلیدی: ارتعاش، عیب یابی، موتور احتراق داخلی آنالیز اجزای اصلی، شبکه عصبی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

تائیدیه هیئت داوران.....آ

تقدیم.....ب

تشکر و قدردانی.....ت

چکیده.....ث

فهرست مطالب.....ج

فهرست جداول.....ذ

فهرست شکل ها.....ر

فهرست علائم و اختصارت.....ش

فصل اول – مقدمه.....۱

۱- ۱- مقدمه.....۲

۱- ۲- .اهداف اصلی پژوهش.....۳

۱-۳-فرضیه های پژوهش.....۴

فصل دوم – پیشینه تحقیق ۵

۲-۱- مقدمه.....۶

۲-۲- مروری بر کاهای انجام شده ۷

فصل سوم – انجام آزمایشات عیب یابی و تحلیل آن.....۱۱

۳-۱- مقدمه ۱۲

۳-۲- مواد و روش اجرا.....۱۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۲-۱- موتور روآ(OHV) ۱۲

۳-۲-۲ تجهیزات داده برداری..... ۱۳

۳-۲-۲-۱- اسیلوسکوپ..... ۱۴

۳-۲-۲-۲-تجزیه و تحلیل کننده های پیشرفته..... ۱۴

۳-۲-۲-۳- نشان‌دهنده مقدار کلی ارتعاشات..... ۱۴

۳-۲-۲-۴- ذخیره کننده اطلاعات..... ۱۵

۳-۲-۲-۵-تحلیل گرهایFFT..... ۱۵

۳-۲-۳- سنسورهای شتاب سنج..... ۱۷

۳-۲-۴- نرم افزارهای استفاده شده ۲۱

۳-۲-۵ - تکنیک آنالیز اجزای اصلی (PCA)..... ۲۱

۳-۲-۶-روش های استخراج ویژگی..... ۲۳

۳-۲-۶-۱-روش های استخراج ویژگی در حوزه زمان..... ۲۴

۳-۲-۶-۲-روش های استخراج ویژگی در حوزه فرکانس..... ۲۵

۳-۲-۶-۳-روشهای استخراج ویژگی در حوزه زمان-فرکانس..... ۲۶

۳-۲-۶-۴-روشهای انتخاب ویژگی..... ۲۷

۳-۲-۷ شبکه عصبی..... ۲۷

۳-۲-۷-۱ شبکه عصبی مصنوعی..... ۲۹

۳-۲-۷-۲- بازشناسی الگوها..... ۳۰

۳-۲-۷-۳- آموزش تشویقی (مبنی بر تکرار و تصحیح خطا)درباز شناسی الگو..... ۳۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۲-۷-۴- شبکه های عصبی مصنوعی پرسپترون در مطلب..... ۳۴

۳-۲-۷-۵- طراحی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه MLP..... ۳۵

۳-۳- عیوب ایجاد شده در موتور..... ۳۷

۳-۳-۱-ایجاد عیب احتراقی در موتور ۳۷

۳-۳-۲- ایجاد عیب افزایش لقی سوپاپ ۳۸

۳-۴- تحلیل نتایج مربوط به اندازه گیری موج های زمانی و طیف های فرکانسی..... ۳۹

فصل چهارم–بحث و نتیجه گیری..... ۴۳

۴-۱- مقدمه..... ۴۴

۴-۲- نتایج حاصل از تاثیر ایجاد عیوب در خروجی الگوریتم PCA و تحلیل آن..... ۴۴

۴-۳- طبقه بندی و تشخیص عیوب توسط شبکه MLP و تحلیل آن..... ۴۷

فصل پنجم–نتایج و پیشنهادات..... ۵۱

۵-۱- مقدمه ۵۲

۵-۲- پاسخ به پرسشهای پژوهش و بررسی فرضیه های تحقیق..... ۵۳

۵-۳- نتیجه گیری کلی ۵۵

۵-۴- پیشنهادات ۵۵

پیوست..... ۵۷

مقالات ارائه شده..... ۶۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

منابع و مراجع..... ۶۳

چکیده انگلیسی ۶۷

عنوان انگلیسی..... ۶۸

فهرست جداول

جدول **صفحه**

جدول ۳-۱:خلاصه‌ای از مبدل‌های معمول ارتعاشی.....۱۸

جدول ۴-۱: نتایج حاصل از داده های آموزش و آزمایش شبکه.....۴۷

جدول ۴-۲: درصد آموزش شبکه با تغییر تعدادنرون لایه میانی.....۴۷

فهرست شکل ها

شکل **صفحه**

شکل۳-۱: موتور OHV.....۱۳

شکل ۳-۲ : تجزیه و تحلیل کننده‌های پیشرفته.....۱۴

شکل ۳-۳ : نشان دهنده مقدار کلی ارتعاشات.....۱۵

شکل ۳-۴: ذخیره کننده اطلاعات.....۱۵

شکل ۳-۵: تحلیل‌گرهای FFT.....۱۶

شکل ۳-۶: دستگاه آنالایزر مدل ADASH 4400.....۱۶

شکل ۳-۷: ساختار داخلی شتاب‌سنج پیزوالکتریک.....۱۷

شکل ۳-۸:سنسور شتاب سنج CTC.....۱۹

شکل ۳-۹: روش‌های نصب شتاب‌سنج و پاسخ فرکانسی نمونه آنها.....۱۹

شکل۳-۱۰: روش نصب سنسورها روی بلوکه موتور.....۲۱

شکل ۳-۱۱:قرارگیری محورهای جدید با توجه به بردارهای ویژه در جهت پرتراکم ترین نقاط.....۲۳

شکل ۳-۱۲: تقسیم بندی تکنیک های استخراج ویژگی.....۲۴

شکل ۳-۱۳: مفهوم و نحوه عملکرد.FFT.....۲۵

شکل۳-۱۴:نرون بیولوژیک.....۲۸

شکل ۳-۱۵: ارتباط نرون ها با هم ۲۸

شکل ۳-۱۶: نمایش ساده ای از نرون مصنوعی ۲۹

شکل ۳-۱۷:ترسیم مشخصات کشتی گیرها وبسکتبالیست ها د رفضای دوبعدی ۳۱

شکل ۳-۱۸:نمایش الگوی جدید در فضای دوبعدی ۳۲

فهرست شکل ها

شکل **صفحه**

شکل۳-۱۹:ساختاریک شبکه عصبی مصنوعی درMatlab.....۳۴

شکل۳-۲۰:ساختاریک شبکه عصبی مصنوعی ۳۴

شکل ۳-۲۱:طریقه اصلاح ضرایب ۳۵

شکل۳-۲۲: بیرون کشیدن وایر سیلندر دو به منظور ایجاد عیب احتراقی.....۳۸

شکل ۳-۲۳: افزایش لقی سوپاپ.....۳۸

شکل۳-۲۴ : سیگنال زمانی مربوط به موتور سالم.....۳۹

شکل۳-۲۵: طیف مربوط به موتور سالم.....۳۹

شکل ۳-۲۶: سیگنال زمانی مربوط به موتور بعد از کشیدن۱.....۴۰

شکل ۳-۲۷: طیف مربوط به موتور بعد از کشیدن وایر۱.....۴۰

شکل ۳-۲۸ : سیگنال زمانی مربوط به موتور بعد از کشیدن وایر۱و۲.....۴۱

شکل ۳-۲۹ : طیف مربوط به موتور بعد از کشیدن وایر۱و۲.....۴۱

شکل ۳-۳۰: سیگنال زمانی مربوط به موتور با لقی در سوپاپ دود.....۴۲

شکل ۳-۳۱: طیف مربوط به موتور با لقی در سوپاپ دود.....۴۲

شکل ۴-۱:سیگنال r برای داده های موتور سالم و معیوب در دور ۲۰۰۰.....۴۴

شکل ۴-۲:سیگنال r برای داده های موتور سالم و معیوب در دور آرام.....۴۵

شکل ۴-۳:سیگنال r برای داده های موتور سالم و حالت لقی سوپاپ.....۴۵

شکل ۴-۴:بررسی تاثیر دو ویژگی انتخابی در تفکیک عیوب احتراقی از حالت سالم.....۴۶

شکل ۴-۵: بررسی تاثیر دو ویژگی انتخابی در تفکیک حالت سالم و حالت لقی غیر مجاز سوپاپ.....۴۶

فهرست شکل ها

شکل **صفحه**

شکل ۴-۶:شبکه عصبی پیشنهاد شده..... ۴۸

شکل ۴-۷:درصد آموزش صحیح شبکه عصبی..... ۴۸

شکل۴-۸- همگرایی خطا درآموزش شبکه..... ۴۸

شکل۴-۹- همگرایی خطا درآزمایش شبکه..... ۴۹

شکل۴-۱۰: مقایسه همگرایی خطا درآموزش و آزمایش شبکه..... ۴۹

فهرست علائم و اختصارات

موتور روآ ..... OHV

آنالیز مودال حوزه زمان ..... TMA

بسط سری فوریه ..... FFT

میانگین سیگنالهای همزمان..... TSA

تبدیل موجک پیوسته ..... CWT

تبدیل موجک ناپیوسته ..... DWT

تبدیل فوریه سریع ..... STFT

شبکه عصبی ..... ANN

پایش وضعیت ..... CM

الگوریتم ژنتیک ..... GA

شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ..... MLP

مجموع مربعات خطا ..... MSE

شبکه های عصبی ..... NNS

آنالیز اجزای اصلی ..... PCA

ریشه میانگین مربعات ..... RMS

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

علم خودرو با سرعت بسیار زیاد به سوی پیشرفت حرکت می کند و خودروسازان جهت دستیابی به بازارهای بیشتری در رقابت با یکدیگر هستند. تحویل خودروهای بی عیب و نقص یکی از مهمترین پارامترها از دید مشتری است.

موتور خودرو اصلیترین قسمت خودرو به حساب می‌آید وبه علت پیچیدگیهایی که دارد طی پروسه های تولید بعضا بعد از مونتاژ وبکارگیری دارای معایبی است که پیدا کردن این عیوب خود یکی از تخصصی ترین مراحل تکمیل فرایند تولید خودروست. روشهای عیب یابی از طریق تحلیل ارتعاشات یکی از روشهای جدید مهندسی است که در مهندسی خودرو کاربرد فراوانی دارد با این روش نوین مهندسی، خودروسازان می توانند در آخرین قسمت تولید موتور آن رادر کمترین زمان و بالاترین دقت مورد بررسی قرار داده و در صورت وجود عیب آنرا پیدا کرده و برطرف نمایند.

در پروسه تولید موتور OHV(موتور خودروی روآ) ودر انتهای خط تولید عمل تست فنی[1]انجام می شود که همان بررسی کلی موتور از نظر صدا، لرزش، رزونانس و...است.در انتهای این تست خودروهایی که در بررسی پارامترهای مطرح شده انتظارات رابرآورده نکنند به منظور عیب یابی مورد بررسی دقیقتر قرار گرفته و تعمیر می شوند در انتها مجددا تست می شوند تا از نظر عملکرد مورد تایید قرار گیرند.

نحوه عیب یابی این موتور در حال حاضر از طریق آزمون و خطا است که در این روش احتمال عیب یابی غلط بسیار بوده و بعضا ممکن است به خاطر تشخیص اشتباه عیب و قطعه معیوب، یک موتور چندین بار تعمیر و باز و بست شود .

[1]-HOT TEST

این روش عیب یابی از نظر اقتصادی و زمانی قابل توجیح نبوده، کما اینکه تبدیل به یکی از مشکلات خط تولید شده است.یکی از بهترین روشهایی عیب یابی که می تواند جایگزین روش کنونی شود آنالیز ارتعاشات و نویز در موتور است چرا که با آنالیز ارتعاشات میتوان ارتباط بین پاسخ ارتعاشی و عیوب موتور را مشخص کرد.

اولین مشکل در شناسایی عیب ارتعاشی مشخص کردن منبع و محل آن است. شناسایی منبع به معنی انجام یک تحلیل فرکانسی به منظور یافتن فرکانس مؤثر و سپس ردیابی آن تا منبع ارتعاش، برای تعیین عامل آن است. سپس برای تشخیص شدت ارتعاش، دامنه‌ی آن اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به تجارب کارشناسان،اعتقاد براین است که منبع ارتعاش به طور کامل قابل تعیین و تشخیص نیست هر مشکل ارتعاشی دارای یک شرایط جدید است که شاید پارامترهای آن تا به حال دیده نشده باشد.

موضوع دیگر اینکه هنوز همه‌ی شکل‌های قابل تصور برای یک موتور ساخته نشده اند شاید صدها سال بعد از این یاتاقان‌هایی ساخته شود که مشخصات ارتعاشی آنها به کلی متفاوت باشند. کسی که یک مشکل ارتعاشی را تحلیل می‌کند وقتی به شرایط جدید برمی‌خورد باید به مبانی موجود رجوع کند. اول باید به یاد آورد که یک ارتعاش اجباری در اثر یک نیروی تکراری به وجود می‌آید. چه عاملی سبب می‌شود که یک نیرو با یک فرکانس مشخص تکرار شود ؟ دوم اینکه بعید نیست پدیده‌ی ارتعاشات طبیعی در آینده پیش بینی‌ها را تغییر ندهد. پس منابع ارتعاشی در یکی از این دو دسته قرار می‌گیرد : ارتعاشات اجباری و ارتعاشات طبیعی. معمولاً بهتر است که منبع مشخص و سپس تعمیر انجام شود[۱]. بنابراین پرسش‌های اساسی پژوهش به صورت زیر مطرح میشودکه :

۱-آیا می توان از نحوه ارتعاشات بدست آمده تعیین کرد چه عیبی در موتور احتراق داخلی ایجاد شده است؟
۲-آیا استفاده از روشهای آماری مانند PCA می تواند در افزایش دقت و سرعت سیستم های هوشمند همچون شبکه های عصبی موثر باشد؟
۳-آیا روش های هوشمند مانند شبکه عصبی جهت تشخیص عیوب در موتور خودرو میتوانند جایگزین مناسبی برای افراد خبره باشند؟

۱-۲-اهداف اصلی پژوهش:

الف:اهداف کلی

۱- تحلیل ارتعاشات موتورOHV

۲- مشخص کردن عیوب موتور از طریق آنالیز ارتعاشات.

ب: اهداف جزئی:

۱-اندازه گیری ارتعاشات موتور.
۲-تحلیل ارتعاشات اندازه گیری شده از بلوک موتور.
۳-طراحی شبکه عصبی جهت تشخیص عیب موتور.

۱-۳- فرضیه های پژوهش:

الف:عیوب را می توان به صورت مجزا و تکی روی موتور احتراق داخلی اعمال کرده و طیف‌های مربوط به هرعیب را توسط دستگاه اندازه گیری کرد.

ب: سیستم های هوشمند همچون شبکه های عصبی قابلیت آموزش و تشخیص عیوب موتور احتراق داخلی را دارند.