بسم الله الرحمن الرحيم

٢٤٨٦٦

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک
۲۳۷۸ /۲۱/ ۲۵

دانشگاه تهران

دانشکده فنی - گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک
گرایش طراحی کاربردی

عنوان:

بهبود فرمانپذیری خودرو از طریق بهینه سازی هندسی مکانیزم فرمان به کمک الگوریتم ژنتیک

استاد راهنما:آقای دکتر مسعود شریعت پناهی

نگارنده:حمیدرضا حاجی اسماعیلی

زمستان ۱۳۷۷

۲۴۸۶۶

۱۸۴۱/2

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر:

بدینوسیله از کلیه اساتید محترم و دوستان عزیز خصوصاً آقایان دکتر مسعود شریعت پناهی، دکتر رضا کاظمی، دکتر محمد رضا حائری یزدی، دکتر بهزاد مشیری، مهندس بهزاد حامدی، مهندس نریمان میرزاد زارع ، مهندس مجید ایزد خواه و مهندس محمدرضا مدیر زارع که اینجانب را در طول این پژوهش همواره با نظراتشان یاری نموده اند، تشکرمینمایم.

فهرست عناوین

مقدمه ۱

فصل اول: معرفی سیستم فرمان ٤

۱-۱)مقدمه ٥

۱-۲)هندسه سیستم فرمان ٦

۱-۳)ساختمان جعبه فرمان ۱۸

۱-٤)مکانیزم فرمان ۲٤

فصل دوم: دینامیک خودرو ۳۰

۲-۱)مقدمه ۳۱

۲-۲)نیروهای وارد بر خودرو ۳۲

۲-۳)بررسی سیستم مختصات خودرو و معادلات حاکم ۳۷

۲-٤)مدل دینامیکی خودرو ٤۳

فصل سوم: مدلسازی سینماتیکی و دینامیکی فرمان ٥۰

الف)مدلسازی سینماتیکی سیستم فرمان ٥۱

۳-۱)رابطه آکرمن ٥۱

۳-۲)مدلسازی خطی سینماتیکی ٥۳

۳-۳)مدلسازی غیر خطی سینماتیکی ٥٤

۳-٤)حل سینماتیکی مکانیزم فرمان دنده شانه ای ٥۷

۳-٥)مدلسازی سینماتیکی جعبه فرمان دنده- شانه ٦۲

ب)مدلسازی دینامیکی سیستم فرمان ٦٤

۳-٦)مدل یک درجه آزادی ٦٤

۷-۳)مدل یک درجه آزادی غیر خطی ٦٨

فصل چهارم: طرح مسأله بهینه سازی ٧٤

۱-٤)مقدمه ٧٥

۲-٤)متغیرهای مسأله ٧٨

۳-٤)قیود مسأله ٧٩

٤-٤)تابع هدف ٨١

فصل پنجم: الگوریتم ژنتیک ٨٦

فصل ششم: بیان نتایج ۱۰۷

ضمیمه یک ۱۱۱

مراجع ۱۲۱

چکیده

کیفیت «فرمانپذیری» (Handling) یک خودرو که بیانگر رفتار دینامیکی آن در حرکت بر روی مسیرهای منحنی است متأثر از ویژگیهای هندسی و عملکردی ساز و کارهای[۱] گوناگون بکار رفته در خودرو نظیر سیستم فرمان، سیستم تعلیق و سیستم ترمز می‌باشد. بر این اساس در طراحی هر یک از سیستم‌های یاد شده باید تأثیر ویژگیهای آن سیستم در فرمانپذیری خودرو بعنوان یکی از معیارهای مهم در نظر گرفته شود.

در این پژوهش، تأثیر هندسه (و بطور مشخص مختصات اتصالات[۲]) ساز و کار دنده شانه‌ای[۳] بکار رفته در سیستمهای معمول فرمان بر فرمانپذیری خودرو بررسی شد و روش جدیدی برای دستیابی به بهترین کیفیت فرمانپذیری با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک[۴] پیشنهاد شده است. بدین منظور مدل دینامیکی فرمان دنده – شانه‌ای با مدل دینامیکی کل خودرو تلفیق شده و پارامترهای دینامیکی و قیدهای سینماتیکی ساز و کار فرمان در مدل دینامیکی مناسبی که با استفاده از مدل خطی تایر برای بررسی فرمانپذیری خودرو انتخاب شده ادغام گردیده است. معادلاتی که به این طریق بدست می آید به ازاء ورودی پله‌ای[۵] به غربیلک فرمان و به کمک نرم افزار MATLAB حل شده و مقادیر شاخص‌های فرمانپذیری خودروی مورد نظر محاسبه میگردد. در روش پیشنهادی برای یافتن مختصات مطلوب اتصالات ساز و کار فرمان از یک الگوریتم ژنتیک استفاده شده و مزایای استفاده از این روش نیز توضیح داده شده است.

1- Mechanism

2- Joints

3- Rack and Pinion

4- Genetic algorithm

5- Step - input

مقدمه:

با توجه به بازار وسیعی که برای خودرو وجود دارد و سود آوری که تولید این محصول به همراه دارد تولید کنندگان بسیاری به طراحی و تولید خودرو رو آورده‌اند و لذا رقابت در بازار خودرو بسیار شدید است.

در این شرایط طراحان و تولید کنندگان برای بدست آوردن سهم بیشتری از این بازار بزرگ ناگزیرند کیفیت محصولات خود را بطور مستمر بهبود بخشند. برای اینکار می‌کوشند تا در یک یا چند زمینه از فرصتهای زیر به کیفیت محصولات خود بیفزائید:

- زیبایی
- ایمنی
- عملکرد
- قیمت
- آسایش
- سازگاری با محیط زیست

رفتار دینامیکی خودرو یکی از عوامل عمده‌ای است که دست کم بر سه عامل از عوامل فوق مستقیماً تأثیر می‌گذارد: عملکرد (از نظر کنترلپذیری)، آسایش (از نظر شتاب و نیروهای وارد بر سرنشینان) و ایمنی (از نظر پایداری خودرو و مقاومت آن در برابر انحراف از مسیر و واژگونی)

از مهمترین مباحث، در زمینه رفتار دینامیکی خودرو فرمانپذیری خود

روست بنحوی که کیفیت فرمان پذیری خودرو بصورت یکی از ملاک‌های اصلی قضاوت مشتری برای انتخاب خودرو می‌تواند قرار بگیرد.

فرمانپذیری (Handling) به بیان ساده عبارتست از شرایطی که برخودرو در هنگام دور زدن یا انحراف از مسیر مستقیم حاکم می‌گردد. خودرو سازان بزرگ جهان وقت و سرمایهٔ قابل توجهی را به تحقیق در زمینهٔ شناخت ماهیت و نحوهٔ بهبود فرمانپذیری خودروهای تولیدی خود اختصاص می‌دهند.

فرمانپذیری خودرو بنوبهٔ خود متأثر از ساختار و عملکرد زیر مجموعهٔ مختلفی از خودرو نظیر سیستم تعلیق، سیستم فرمان، سیستم فرمان، سیستم ترمز و... است. یکی از زمینه هایی که در تحقیقات انجام شده کمتر بدان پرداخته شده است، تأثیر هندسهٔ مکانیزم فرمان بر فرمانپذیری خودرو است.

کارهایی که عمدتاً در زمینه تأثیر سیستم فرمان بر هندلینگ خودرو به بحث و بررسی می‌پردازد، عواملی نظیر پارامترهای دینامیکی سیستم فرمان را در نظر می‌گیرد. [۱] و [۲] و [۳]

و همچنین بیشتر مقالات از نقش سیستم تعلیق و فرمان بصورت سینماتیکی در هندلینگ خودرو صحبت به عمل می‌آورند. [۴] و [۵] و [۶]

در این پروژه سعی گردیده است تا با معرفی و مطالعه عوامل مؤثر بر

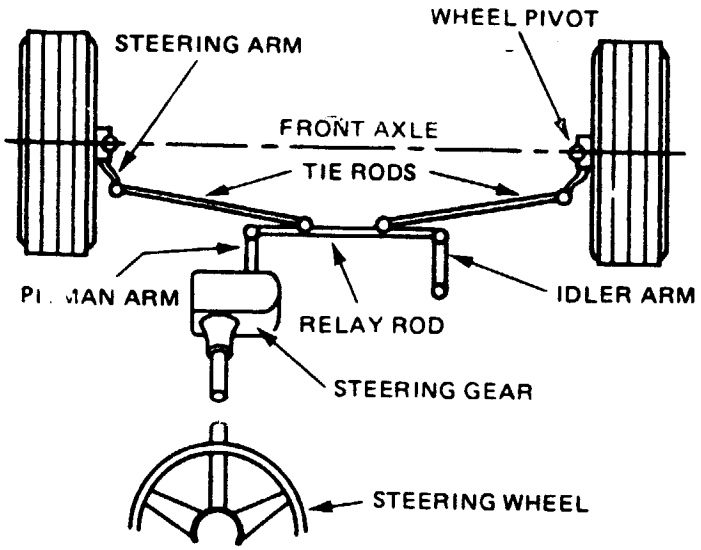
عملکرد دینامیکی سیستم فرمان و همچنین مطالعه و شناخت نحوهٔ تأثیر اجزاء مکانیزم سیستم فرمان انتخابی بر این عوامل، مشخصه‌های هندسی این نوع مکانیزم توسط الگوریتم بهینه سازی ژنتیک بنحوی انتخاب شوند که عاملهای ذکر شده بهینه گردند و در نهایت حاصل نتایج با استانداردهای موجود دراین زمینه مقایسه خواهد گردید و به عبارت دیگر تأثیر هندسهٔ مکانیزم فرمان و عملکرد آن بر کیفیت فرمانپذیری خودروها مورد بحث قرار میگیرد و از طریق بیان این مسأله بصورت یک مسئله بهینه سازی و حل آن، مقادیر پارامترهای هندسی سیستم فرمان برای بدست آمدن بهترین کیفیت فرمانپذیری خودرو تعیین می‌گردند.

فصل اوّل

معرفی سیستم فرمان

۱ ـ ۱ ـ مقدمه

سیستم فرمان برای کنترل و تغییر جهت مسیر حرکت اتومبیل بکار می‌رود. بدین منظور چرخهای جلوی اتومبیل (در اکثر موارد) باید قابلیت تغییر جهت داشته باشند. این حرکت چرخها توسط چرخ دنده و مکانیزم بین چرخ فرمان (در جلوی راننده) و چرخهای جلو تولید می‌شود. شکل (۱) یک نمای شماتیک ی ساده شده از سیستم فرمان را نشان می‌دهد.



شکل ۱ ـ شکل شماتیک سیستم فرمان

یک سیستم فرمان در واقع از دو جزء اصلی تشکیل شده است. اوّل دنده سیستم فرمان که در پایین ستون فرمان قرار دارد و دوّم مکانیزم بین دنده و

چرخهای جلو. قبل از بحث درباره دنده و مکانیزم فرمان مطالبی دربارهٔ هندسهٔ سیستم فرمان ارائه می‌شود.

۲ ـ ۱ ـ هندسهٔ سیستم فرمان

هندسهٔ سیستم فرمان رابطهٔ زاویه‌ای بین چرخهای جلو، قطعات متصل کنندهٔ چرخها و بدنهٔ ماشین می‌باشد. زاویهٔ محور فرمان یا کینگ پین [1] از حالت قائم، تمایل به داخل چرخهای جلو و انحراف چرخهای جلو از حالت قائم در بحث هندسهٔ سیستم فشرمان بررسی می‌شوند. هر کدام از آنها بر روی راحتی فرمان دهی، پایداری فرمان و کیفیت رانندگی تأثیر می‌گذارند و هر کدام تأثیر مستقیم بر سایش تایرها دارند.

فاکتورهایی که در هندسه فرمان دخیل هستند عبارتند از:

۱ ـ زاویهٔ چرخ با محور قائم (Camber)

۲ ـ محور تمایل فرمان (Steering - axis inclination)

۳ ـ زاویهٔ جهت یابی (Caster)

۴ ـ تمایل به داخل (Toe - in)

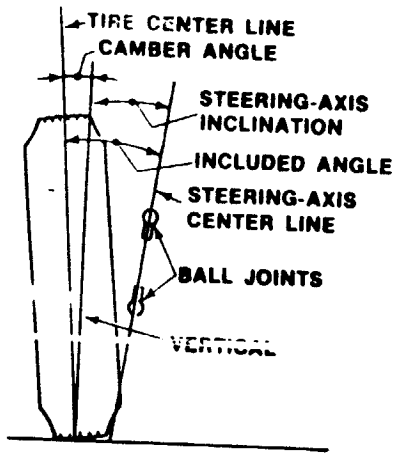
۵ ـ تمایل به خارج در پیچها

1- Kingpin

که درباره هر کدام از آنها صحبت می‌کنیم.

۱ـ۲ـ۱ـکمبر [۱]

کمبر انحراف چرخهای جلو از حالت قائم است. هنگامیکه این انحراف به سمت خارج است بنحویکه فاصلهٔ چرخها در بالا بیشتر از پائین است، کمبر مثبت است شکل (2)



شکل ۲ ـ نمایش هندسی زوایای چرخ

مقدار انحراف بر حسب درجه از حالت قائم اندازه‌گیری میشود. این اندازه آنگاه زاویهٔ کمبر نامیده می‌شود. چرخها در هنگام شروع ابتدا مقداری کمبر مثبت دارند. پس هنگامیکه ماشین بارگذاری شده و حرکت می‌کند بار وارده

1- (Camber)

چرخها را تقریباً بحالت قائم بر میگرداند. اگر از ابتدا به چرخها این کمبر مثبت را نمی‌دادیم آنگاه بار وارده باعث ایجاد کمبر منفی در چرخها می‌شد.

هر مقدار کمبر چه مثبت و چه منفی باعث ایجاد سایش غیر متقارن یا سریع تایرها می‌شود زیرا این انحراف بیشتر بار را روی یک طرف تایر نسبت به طرف دیگر وارد می‌کند.

برای اتومبیلی که روی یک جادهٔ کاملاً صاف حرکت می‌کند، کمبر ایده آل برای هر دو چرخ مساوی بوده و برابر مقداری است که بعد از بارگذاری و حرکت ماشین، تایرها کاملاً قائم باشند، ولی جاده‌ها غالباً دارای شیبی به سمت خارج هستند. در نتیجه اتومبیلی که روی این جاده حرکت می‌کند کمی به سمت خارج منحرف می‌شود که باعث می‌شود قسمت خارجی تایر بسرعت ساییده شود. در اتومبیلهای سواری که نسبتاً سبک هستند این پدیده چندان جدی نیست. ولی در اتومبیلهای سنگین این پدیده پس از مسافت نسبتاً کوتاهی رخ می‌دهد. بنابراین در این گونه ماشینها به چرخ جلوی سمت راست کمبر مثبت کمتری نسبت به چرخ چپ می‌دهند.

۲ـ۲ـ۱ـ تمایل محور فرمان

سابقاً تمام سیستمهای فرمان دارای یک کینگ پین یاپین اصلی بود نه که