شناسایی وتشخیص عیب سیستم فرمان در وسائل نقلیه

مجید معاونیان
استادیار گروه مکانیک-دانشگاه فردوسی
moaven@um.ac.ir

مرتضی گیوزاده
کارشناس ارشد مکانیک-دانشگاه فردوسی
mortezagivzadeh@yahoo.com

چکیده

دراین مقاله با هدف وضعیت سنجی سیستم فرمان در وسایل نقلیه، مقدمتا" مدلسازی بخش اهرم بندی مکانیکی فرمان وسپس وضعیت سنجی سیستم دردو مرحله شناسایی وتشخیص عیب انجام شده است .با استفاده ازاصول و مفاهیم پارامترهای آماری سیگنالهای باقیمانده، اقدام به تولید باقیمانده های اضافی جهتی شده و با استفاده از یک مدل الگوساز عیب ، درفضای برداری باقیمانده های عیوب سیستم شناسایی شده است . از مزایای روش ، امکان کاربرد آن در فرایندهای همزمان[1] تشخیص عیب ، تعریف عیوب سیستم به صورت تابعی از زمان ، شناسایی عیب به صورت توابع هشدار برحسب زمان فرایند ، عدم حساسیت به نویز و عدم قطعیتهای مدل و تشخیص عیوب قسمتهای مختلف فرمان وسیله می باشد .

کلمات کلیدی: تشخیص و شناسایی عیب -سیستم فرمان - باقیمانده جهتی

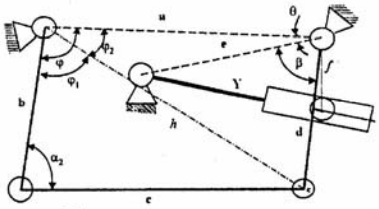
مقدمه

سیستم فرمان یکی ازمهمترین بخشهای یک وسیله نقلیه است که درقابلیت اطمینان وامنیت آن بسیارموثراست .بررسی سیستم فرمان درحالت کلی در سه قسمت انجام می شود. بخش اول ورودی فرمان ازکابین راننده وسیستم عملگرحرکت فرمان می باشد. این بخش در چهار حالت مکانیکی، الکتریکی، هیدرولیکی والکتروهیدرولیکی انجام می شود.بخش دوم مکانیزم اهرم بندی فرمان تاچرخش چرخهای وسیله می باشد . بخش سوم نیز دینامیک حرکت وسیله برروی سطح زمین می باشد.دربررسی های تشخیص و شناسایی عیب دو بخش اول دارای اهمیت زیادی می باشند.درگذشته بیشتر فعالیتها برروی بررسی عوامل عیب وشناسایی درقسمت اول انجام شده است . در تحقیقات گذشته کمتر فعالیتی روی شناسایی عیب یک سیستم فرمان که قابلیت شناسایی عیوب هردو بخش عملگر فرمان و مکانیزم اهرم بندی آن را داشته باشد، ارائه گردیده است.درمرجع[۱] تشخیص عیب برروی بخش سوم یعنی دینامیک حرکت وسیله و در مرجع [۲] شناسایی عیب براساس مشاهده گر غیرخطی برای یک سیستم الکتروهیدرولیک انجام شده است .

در بحث وضعیت سنجی سیستم فرمان ، طراحی برنامه عیب یابی که بتواند عیوب تمام بخشهای یک سیستم فرمان راشناسایی کند،مسأله مهم ومفیدی است . در این مقاله برنامه عیب یابی بر اساس ترکیب اصول باقیمانده های جهتی و پارامترهای آماری سیگنال ، طراحی شده است که قابلیت شناخت عیوب مرتبط با مکانیزم اهرم بندی فرمان و عملگر فرمان را دارد .

مدلسازی سیستم

چرخش چرخها نشان داده شده است. خروجی Y می تواند هر یک ازحالتهای چهارگانه عملگر فرمان باشد . معادلات حاکم براین قسمت بر اساس روابط غیرخطی هندسی مکانیزم نوشته شده است.حرکت میله جک باعث چرخش اهرم d وانتقال حرکت توسط میله c به اهرم b می شود. چرخش میله b نیز باعث چرخش چرخهای جلوی وسیله می شود. روابط به صورت کامل وغیرخطی با استفاده از مرجع [3] درمعادلات حرکت سیستم به کاررفته است.



شکل(۱) مکانیزم اهرم بندی فرمان،[3]

عیب یابی و وضعیت سنجی سیستم

از مهمترین مسائل در بحث عیب یابی، نحوه تعریف عیوب در مدل سیستم است.یکی از مزایای این روش، استفاده ازمدلهای غیر خطی وکامل سیستم و تعریف عیوب به صورت توابعی از زمان کار سیستم می باشد . در واقع عیوب می توانند به صورت هرتابع زمانی متناسب باعملکرد واقعی عیب در سیستم و در هر لحظه خاص به سیستم وارد شوند و سیستم قابلیت شناسایی لحظه وقوع عیب رادارد. شکل(۲)نحوه تعریف عیب درمدل سیستم رانشان میدهد.

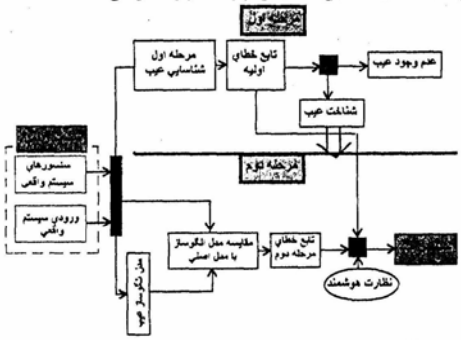
شکل(۲) نحوه تعریف عیب در مدل سیستم

دراین شکل مقداردامنه تابع عیب وابسته به نوع تغییرات پارامتر معیوب در سیستم می باشد.یعنی اگرتغییرات کاهنده باشد تابع عیب $0<F_i<1$ است و اگرعیب فزاینده باشد $F_i>1$ است .نکته قابل تمایز این روش با سایر روشها، انجام مراحل شناسایی وتشخیص عیب دردو مرحله جداگانه می باشد.مرحله شناسایی عیب مشتمل بر بررسی سیگنال خروجی اصلی سیستم و شناسایی تغییرات درآن می باشد. دراین مرحله بر اساس تغییرات آماری سیگنال باقیمانده سنسورخروجی(زاویه چرخ) وقوع عیب درسیستم شناسایی میشود

[1] On-Line -

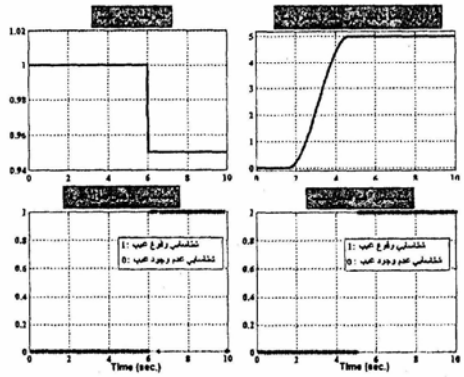
وتابع خطای اولیه تشکیل می شود. در صورت شناخت عیب در این مرحله ، دربخش دوم برنامه نوع ، مکان ، وزمان وقوع عیب شناسایی می شود.

فرض کنیدسیستم دارایm سنسور می باشد و از مقایسه سیگنال هرسنسور بامدل سالم سیستمm باقیمانده اصلی تشکیل می شود.در مرحله دوم با استفاده ازپارامترهای آماری خاص،ازهرباقیمانده اصلی تعدادk باقیمانده اضافی تولیدمی شود، به طوری که این باقیمانده ها دارای خاصیت جهتی می باشند،یعنی همواره جهت باقیمانده برروی بردارخاصی درفضای عیوب ثابت می ماندوفقط مقدارآن تغییرمیکند. به طورموازی بااستفاده از سیگنال ورودی سیستم اصلی دریک مدل الگوسازعیب، اقدام به تولید باقیمانده های جهتی بااستفاده ازالگوهای عیب سیستم برای هرعیب خاص می شود . سپس در یک الگوریتم تشخیص وبا استفاده ازآستانه های مرتبط با طبیعت سیستم وشرایط کاری آن، فضای برداری باقیمانده های سیستم واقعی و باقیمانده های مدل الگوسازعیب، بایکدیگرمقایسه می شوندوبا استفاده از شرطهای منطقی برروی کسینوسهای هادی هربردار، عیب سیستم شناسایی می شود. شکل(۳) طرح شماتیکی از روند کار را نشان می دهد.



شکل(۳) نحوه کار و ارتباط دو مرحله شناسایی وتشخیص عیب

باتوجه به اینکه باقیمانده های جهتی وبرنامه عیب یاب وابسته به نوع مدل الگوهای عیب نمی باشند، مدلهای الگوسازعیب می توانند به صورت مدلهای ریاضی، مدلهای شناسایی، مدلهای تجربی و یامدلهای تاریخچه ای از فرآیند کار سیستم باشند. نتایج اجرای برنامه برای کاهش طول میلهc و همچنین افت فشار پمپ هیدرولیک در یک سیستم فرمان الکتروهیدرولیک درشکل (۴) آورده شده است.



شکل(۴)معرفی ورودیهای سیستم وعیب و نتایج شناسایی عیب

ادراین شبیه سازی کاهش طول در لحظه ۶ ثانیه و افت فشار در ۵ ثانیه رخ داده و برنامه با دقت ۹۸٪ این عیوب راشناسایی کرده است .

نتیجه گیری

یکی از مهمترین مزایای این روش نحوه بیان عیب در سیستم عیب یاب می باشد.این مزیت باعث می شود که سیستم تمامی عیوب را از لحاظ نحوه وقوع تغییرات وزمان وقوع آن،بتواند شناسایی کند. در واقع عیوب مختلف به طرق گوناگون درسیستم ها رخ می دهند، (عیب به صورت تابع پله ، شیب ، پالس قطع و وصل شونده و ...) و تابع عیب در شکل(۱) قادر به تعریف انواع حالتهای عیب درسیستم می باشد . مزیت دیگر آن شناسایی عیب به صورت یک تابع خطا بر حسب زمان می باشد . بطور مثال سیستم قادر به شناسایی وقوع عیب دربازه زمانی$[t_1-t_2]$دربازه اندازه گیری سیگنالها$[t_0-t_1]$ می باشد که $t_0<t_1<t_2<t_3$ است . با استفاده از این تابع خطا می توان تاریخچه ای از عیوب شناسایی شده درسیستم راجمع آوری نمود که دربرنامه های تعمیر و نگهداری بسیارمفیداست. مزیت دیگر، عدم وابستگی برنامه به نوع مدلسازی سیستم و مدل الگوهای عیب می باشد. به عبارت دیگر با این روش می توان ازتمامی حالتهای مدلسازی (مدل ریاضی،مدل شناسایی،مدل تجربی،مدلهای دانش پایه و ...) استفاده نمود . از دیگر مزایای روش عدم حساسیت نویز و عدم قطعیتهای مدلسازی می توان نام برد . نکته قابل اهمیت در این مقاله قابلیت استفاده برنامه درشناسایی عیب تمامی قسمتهای یک سیستم فرمان، می باشد . مهمترین مزیت روش در این مقاله بررسی سیستم در دو مرحله است.درمرحله اول بایک ساختار ساده ترشناسایی اولیه عیب انجام می شود . این مرحله می تواندبه صورت همزمان درسیستم اجراشود. درصورت مشاهده عیب در مرحله اول بخش دوم برنامه اجراء و تشخیص دقیق عیب در این مرحله انجام می شود .

مراجع

1-Sanket Amberkar, Mark Kushion, Kirt Eschtruth and Farhad Bolourchi , 2000, Diagnostic Development for an Electric Power Steering System , SAE Technical Paper Series .

2- H. Khan a, Seraphin C. Abou b, N. Sepehri , 2005 , Nonlinear observer-based fault detection technique for electro-hydraulic servo-positioning systems , Mechatronics 15 pp. 1037–1059.

3-Q. Zhang , D. Wu, J.F. Reid, E.R. Benson ,2001, Model recognition and validation for an off-road vehicle electrohydraulic steering controller, Mechatronics 12 pp. 845–858 .