۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–کنترل

تشخیص مقاوم خطا برای سیستم‌های LTI دارای نامعینی

توسط:

حمید رنجبر

استاد راهنما :

خانم دکتر لبیبی

آقای دکتر نکویی

استاد مشاور :

آقای دکتر علیاری

تابستان ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

تأییدیّه هیات داوران

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه آقای : **حمیـــد رنجبـــر**

را با عنوان :

تشخیــص مــقاوم خــطا بــرای ســیستم‌های LTI دارای نامعینــی

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
۱ . استاد راهنما	بتول لبیبی	استادیار	
۲ . استاد راهنما	محمد علی نکویی	استادیار	
۳ . استاد مشاور	مهدی علیاری شوره دلی	استادیار	
۴ . استاد ممتحن	علی خاکی صدیق	استاد	
۵ . استاد ممتحن	محمدرضا عاروان	استادیار	
۶ . نماینده تحصیلات تکمیلی			

تقدیم به امام عصر

مهدی موعود (عج)

تشکر و قدردانی

از زحمات فراوان آقایان دکتر نکویی و دکتر علیاری و راهنمایی‌های فراوان خانم دکتر لبیبی که درتمامی مراحل انجام این پایان‌نامه مرا از راهنمایی خود محروم نساختند تشکر و قدردانی می‌شود .

چـکـیـده

تشخیص خطا مساله مهمی در حفظ عملکرد و امنیت یک فرآیند کنترل می‌باشـد. روش هـای مختلفـی برای تشخیص خطا در یک فرآیند وجود دارد. در این روشـها عـلاوه بـر مسـاله تشـخیص خطـا ، بحـث مقاومت سیستم نسبت به نامعینی‌ها و اغتشاش نیز مهم خواهد بـود . در نتیجـه بایـد مصـالحه مناسـبی بین حساسیت سیستم به خطا و قوام سیستم وجود داشته باشد.

هدف از انجام این پایان نامه بررسی و گسترش روشهایی است که بـه مسـاله تشـخیص خطـا درسیسـتم های دینامیکی با خطای مدلسازی و ورودی های نامعلوم می پردازد.

یکی از روش های پیشنهادی بر اساس تبدیل مساله تشخیص خطای مقاوم به یک مساله اسـتاندارد H_∞ تطابق مدل می‌باشد. ابتدا یک مدل مرجع مناسب از لحاظ تشـــخیص خطـــای مقاوم انتخـاب شـده ســـپس یک فیلتر تشخـــیص خطـــا بـــه صـورت یـک مـولـد مانده بر اســـاس مینیمـــم ســـازی نرم H_∞ اختـــلاف بین مدل مرجع و مولد واقعی مانـده بـا استفـــاده از ابـزار LMI طراحـی می‌شود.

کلید واژه : تشخیص مقاوم خطا – ورودی نامعلوم – خطای مدلسازی – مدل مرجع – LMI .

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها ..... ه

فهرست شکل‌ها ..... و

فهرست علایم و نشانه‌ها ..... ح

فهرست علائم اختصاری ..... ط

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۱

۱-۲- مفاهیم عیب یابی ۱

۱-۲-۱- سیگنال‌ها و حالت ها ۱

۱-۲-۲- انواع عیب ۲

۱-۳- افزونگی سخت افزاری ۴

۱-۴- تشخیص خطای مبتنی بر سیگنال ۵

۱-۵- تشخیص خطای مبتنی بر مدل ۵

۱-۶- تشخیص مقاوم خطا ۷

فصل ۲- مدلسازی سیستم همراه با خطا و ورودی نامعلوم ۹

۲-۱- توصیفی از رفتار یک سیستم نامی ۱۰

۲-۲- توصیف سیستم با ورودی نامعلوم ۱۰

۲-۳- توصیف مدل سیستم با نامعینی در مدلسازی ۱۱

۲-۴- مدلسازی خطا ۱۳

فصل ۳- روشهای اساسی تولید مانده ۱۵

۳-۱- افزونگی تحلیلی ۱۵

۳-۲- مانده و فرم‌های کلی مولد مانده ۱۹

۳-۳- پیاده سازی مولد مانده و مسائل طراحی ۲۱

۳-۴- فیلتر تشخیص خطا ۲۱

۳-۴-۱- معایب فیلتر تشخیص خطا ۲۲

۳-۵- رویتگر تشخیص ۲۲
۳-۵-۱- حل عددی شرایط لیونبرگر برای طراحی رویتگر تشخیص ۲۷
۳-۵-۲- حل جبری شرایط لیونبرگر برای طراحی رویتگر تشخیص ۲۸
۳-۶- روش فضای پریتی ۲۸
۳-۶-۱- ساختار مولدهای مانده مبتنی بر روابط پریتی ۲۸
۳-۷- ارتباط میان روشهای تولید مانده ۳۱
۳-۷-۱- ارتباط روش فضای پریتی و رویتگر تشخیص ۳۱
۳-۷-۲- رویتگر تشخیص و فیلتر تشخیص خطا ۳۳
۳-۸- چند نکته در نحوه پیاده سازی عملی مولد مانده ۳۵

فصل ۴- تولید مانده در حضور نامعینی (ورودی نامعلوم) ۳۷

۴-۱- حذف کامل اثر ورودی نامعلوم از سیگنال مانده ۳۸
۴-۱-۱- جداسازی کامل ورودی نامعلوم از مانده در حوزه فرکانس ۴۲
۴-۱-۲- جداسازی کامل اثر ورودی نامعلوم از مانده در فیلتر تشخیص خطا ۴۳
۴-۱-۲-۱- روش جایابی ساختار ویژه : ۴۴
۴-۱-۲-۲- حذف اغتشاشات به کمک ایده ی کنترل پذیری : ۴۵
۴-۱-۳- جداسازی کامل ورودی نامعلوم از مانده در رویتگر تشخیص ۵۱
۴-۱-۳-۱- رویتگرهای ورودی نامعلوم ۵۲
۴-۱-۳-۲- روش عددی در طراحی رویتگر ورودی نامعلوم ۵۷
۴-۱-۴- جداسازی کامل ورودی نامعلوم از مانده در فضای پریتی ۵۹
۴-۱-۵- جداسازی کامل ورودی نامعلوم از مانده با استفاده از فضای پوچه ۵۹
۴-۲- حداقل مرتبه مولد مانده ۶۰

فصل ۵- تولید مانده در حضور ورودی نامعلوم ۶۱

۵-۱- مولد مانده مبتنی بر فیلتر کالمن ۶۲
۵-۲- تخمین و تقریب ماتریس ورودی نامعلوم ۶۴
۵-۲-۱- تخمین در فضای حالت ۶۵
۵-۲-۲- تخمین در فضای پریتی ۶۸
۵-۲-۳- محاسبه خطای تخمین ۷۰
۵-۲-۴- تخمین در حوزه فرکانس ۷۲
۵-۳- تولید مانده تحت یک شاخص عملکرد مناسب ۷۳
۵-۳-۱- توصیف شاخص عملکرد (مقاومت در برابر حساسیت) ۷۴

۵-۳-۲- ارتباط میان انواع شاخصهای عملکرد ۷۵
۵-۳-۳- انتخاب ماتریس و بردار پریتی بهینه ۷۶
۵-۳-۴- شاخص عملکرد $S_{f,+}/R_d$ ۷۷
۵-۳-۵- شاخص عملکرد $S_{f,-}/R_d$ ۷۹
۵-۳-۶- شاخص عملکرد J_{S-R} و عملکرد آن در فضای پریتی ۸۲
۵-۳-۷- انتخاب بهینه مرتبه فضای پریتی در مصالحه میان حساسیت و مقاوم ۸۴
۵-۳-۸- مقایسه J_{S-R} و $J_{S/R}$ ۸۶

فصل ۶- طراحی مولد مانده به کمک LMI ، تحلیل مقاومت و حساسیت ۹۳

۶-۱- معیار ارزیابی H_- ۹۸
۶-۲- طراحی سیستم FDI توسط معیار ارزیابی H_-/H_∞ ۱۰۲
۶-۲-۱- مصالحه میان H_-/H_∞ به کمک lmi ۱۰۷
۶-۳- طراحی سیستم FDI توسط معیار ارزیابی H_2/H_2 ..... ۱۱۳
۶-۴- طراحی سیستم FDI توسط معیار ارزیابی H_-/H_2 ..... ۱۲۴
۶-۵- طراحی سیستم FDI توسط معیار ارزیابی H_2/H_∞ ۱۲۹
۶-۶- طراحی مولد مانده به کمک شاخص عملکرد H_i/H_∞ ۱۳۰
۶-۶-۱- فرم عمومی حل یکتا ۱۳۳

فصل ۷- مانده در برابر ورودی نامعلوم و نامعینی در مدلسازی ۱۳۷

۷-۱- تبدیل نامعینی در مدلسازی به ورودی نامعلوم ۱۳۷
۷-۲- روش مدل مرجع ۱۳۹
۷-۲-۱- روش مدل مرجع برای نامعینی نرم محدود ۱۴۱
۷-۲-۲- تولید مانده برای سیستم‌های با نامعینی ساختار یافته پلی تاپیک ۱۴۴
۷-۲-۳- تغییر در شاخص عملکرد و ارائه حل دیگری از مساله مدل مرجع ۱۴۶
۷-۲-۳-۱- طراحی سیستم FDI برای نامعینی نرم محدود ۱۴۸
۷-۲-۳-۲- طراحی سیستم FDI برای نامعینی پلی تاپیک ۱۵۰

فصل ۸- نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۵۵

ضمیمه أ -روش تجزیه به عوامل اول ۱۵۷

ضمیمه ب -روش تجزیه درونی – بیرونی..... ۱۵۹

فهرست مراجع..... ۱۶۱

واژه نامه فارسی به انگلیسی..... ۲-۱

واژه نامه انگلیسی به فارسی..... ۲-۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱ : مقایسه عملکرد روشهای طراحی در تعریف مناسب مدل مرجع ۱۵۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱ : مراحل انجام فرآیند تشخیص عیب ۳

شکل ۲ : نحوه برپایی سیستم FDI و ورودی ، خروجی‌های سیستم ۴

شکل ۳ : نمایش سیستم و محل وقوع خطاها و ورودی نامعلوم ۹

شکل ۴ : سیگنال مانده با جداسازی کامل اثر ورودی نامعلوم ۵۱

شکل ۵ : تولید مانده با جداسازی کامل اثر ورودی نامعلوم توسط رویتگر ورودی نامعلوم ۵۶

شکل ۶ : تخمین حالت بکمک رویتگر ورودی نامعلوم ۵۷

شکل ۷ : مانده تولیدی بکمک تخمین ماتریس ورودی نامعلوم ۶۷

شکل ۸ : تخمین حالات بوسیله رویتگر ورودی نامعلوم در حالت تخمین ماتریس ورودی نامعلوم ۶۸

شکل ۹ : اثر افزایش مرتبه فضای پریتی در بهبود عملکرد سیستم FDI ۸۵

شکل ۱۰ : مانده حاصل مصالحه مقاومت و حساسیت در روش پریتی به سه نوع خطای بردار خطا ۹۱

شکل ۱۱ : نمایش سیستم اصلی به همراه سیستم FDI ۹۴

شکل ۱۲ : مانده حاصل از طراحی بوسیله معادله ریکاتی ، مصالحه H_- / H_∞ ۱۰۵

شکل ۱۳ : رسم پاسخ فرکانسی مقادیر ویژه Gdr و Gfr در مصالحه H_- / H_∞ ۱۰۶

شکل ۱۴ : مانده در فرکانس بالا ، حالت H_- / H_∞ ۱۰۷

شکل ۱۵ : مانده در فرکانس پایین، حالت H_- / H_∞ ۱۰۷

شکل ۱۶ : مانده در فرکانس بالا ، حالت H_- / H_∞، روش LMI پیشنهادی ۱۱۱

شکل ۱۷ : مانده در فرکانس پایین ، حالت H_- / H_∞، روش LMI پیشنهادی ۱۱۱

شکل ۱۸ : مقایسه پاسخ فرکانسی مقادیر ویژه Gdr و Gfr قبل و بعد از طراحی H_- / H_∞ ۱۱۲

شکل ۱۹ : مقایسه مانده H_- / H_∞ روش پیشنهادی و روش قبلی ۱۱۳

شکل ۲۰ : مانده در مصالحه H_2/H_2 با خطا و ورودی نامعلوم سینوسی ۱۲۰

شکل ۲۱ : مانده در مصالحه H_2/H_2 با خطای پالس و ورودی نامعلوم نویز سفید ۱۲۱

شکل ۲۲ : پاسخ فرکانسی مقادیر ویژهGdr , Gfr قبل و بعد از طراحی H_2/H_2 ..... ۱۲۲

شکل ۲۳ : اثر اعمال پست فیلتر در مانده H_2/H_2 با خطای پالس و ورودی نامعلوم نویز سفید ۱۲۴

شکل ۲۴ : پاسخ فرکانسی مقادیر ویژه Gdr , Gfr در مصالحه H_{-}/H_{2} قبل و بعد از طراحی.....۱۲۸
شکل ۲۵ : مانده در مصالحه H_{-}/H_{2} با خطای پالس و ورودی نامعلوم نویز سفید.....۱۲۸
شکل ۲۶ : اثر فیلتر میانگذر روی مانده H_{-}/H_{2} برای خطای پالسی و ورودی نامعلوم نویز سفید.....۱۲۹
شکل ۲۷ : اثر پست فیلتر روی مانده H_{-}/H_{2} برای خطا و ورودی نامعلوم نویز سفید ۱۲۹
شکل ۲۸ : مانده تولیدی به روش مدل مرجع.....۱۵۲
شکل ۲۹ : اثر تغییر مقدار نامعینی روی مانده.....۱۵۳
شکل ۳۰ : انتخاب مدل مرجع به منظور جداسازی خطا.....۱۵۴

فهرست علایم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
ترانهاده A	A^T
معکوس A	A^{-1}
هرمیشن A	A^*
ماتریس واحد با بعد n	I_n
ماتریس صفر با ابعاد $n \times m$	$0_{m,n}$
کوچکترین مقدار ویژه A	$\underline{\sigma}(A)$
بزرگترین مقدار ویژه A	$\bar{\sigma}(A)$
نمایش خلاصه ماتریس انتقال $C(sI-A)^{-1}+D$	$\left[\begin{array}{c\|c} A & B \\ \hline C & D \end{array}\right]$
نرم H_2 تابع انتقال G	$\|G\|_2$
نرم H_∞ تابع انتقال G	$\|G\|_\infty$
مقدار H_- تابع انتقال G	$\|G\|_-$

فهرست علائم اختصاری

DO	Diagnostic Observer
DDP	Disturbance Decupling Problem
FDI	Fault Detection and Isulation
FDF	Fault Detection Filter
FDA	Fisher Discrimnant Analysis
GLR	Generalized Likelihood Ratio
LCF	Left Coprime Factorization
LMI	linear Matrix Inequality
MIMO	Multi Input Multi Output
NN	Neural Network
NMI	Nonlinear Matrix Inequality
PLS	Partial Least Square
PCA	Principal Component Analysis
RCF	Right Coprime Factorization
SVD	Singular Value Decomposition

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– پیشگفتار

به دلیل افزایش پیچیدگی سیستم‌های کنترل مدرن ، افزایش تقاضا برای بهبود کیفیت ، بهره وری هزینه ، قابلیت اطمینان و ایمنی ، تشخیص به موقع و بدون تاخیر خطا در سیستمهای کنترلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است .

عیب به معنای انحراف رفتار سیستم و یا اجزای آن از حالت طبیعی خود می‌باشد و یا به بیان ساده تغییر خصوصیات و ویژگی های سیستم تلقی می‌شود . این اجزا شامل سنسورها ، عملگرها و خود فرآیند تحت بررسی می‌تواند محسوب شود . بعنوان یک تعریف از عیب می‌توان رخداد آن را معادل با انحراف از مشخصه‌های مطلوب سیستم دانست که سبب ناتوانی در انجام اهداف مطلوب می‌شود . اینچنین اثر عیب در ایجاد اغتشاش در رفتار نرمال سیستم ممکن است منجر به عملکرد نامطلوب سیستم ، ناپایداری و یا نقص جزء و حتی کل سیستم شود .

با تولید میکروکنترلرها و میکروپروسسورها تحول عظیمی در سیستم های عیب یاب و عیب شناس رخ داد و این توسعه منجر به شکل گیری سیستم های کنترل و نمایش صنعتی شد.

یک سیستم مونیتورینگ ، که به منظور تشخیص و تعیین نوع خطا و مکان و لحظه رخداد آن بکار می‌رود ، در اصطلاح سیستم FDI[۱] نامیده می‌شود .

۱–۲– مفاهیم عیب یابی

۱–۲–۱– سیگنال‌ها و حالت ها

عیب[۲]: انحراف ناخواسته حداقل یکی از صفات و یا خصوصیات سیستم و یا پارامتر سیستم از حالت استاندارد و قابل قبول آن [۱] .

نقص[۳]: از بین رفتن دائم توانایی و قابلیت های سیستم برای انجام وظایف تعیین شده برای آن .

بد کار کردن[۴]: نامنظمی متناوب در انجام و تکمیل وظایف خواسته شده از سیستم .

---

۱ Fault Detection and Isulation

۲ Fault

۳ Failure

۴ Malfunction

خطا[۱]: انحراف بین مقدار خواسته شده تئوری و مقدار واقعی .

اغتشاش[۲]: سیگنال ورودی ناخواسته و ناشناخته که بر روی سیستم اثر می کند .

مانده[۳] : نشان دهنده عیب است که از مقایسه اندازه‌گیری‌ها و محاسبات بر پایه روابط تحلیلی سیستم بدست می آید .

نشانه[۴] : تغییر در رفتار رویت پذیر سیستم نسبت به رفتار استاندارد .

۱-۲-۲- انواع عیب

عیب از لحاظ تاثیر روی سیستم به یکی از گروه های زیر تعلق دارد[۲] :

عیب های جمع شونده : این عیب‌ها را می‌توان به صورت ورودی ناشناخته ای به فرآیند مدل کرد . حضور این عیب باعث تاثیر روی خروجی سیستم می‌شود . به طور مثال موتور جریان مستقیمی که دارای بار اضافی شده است ، این بار اضافی، عیبی است که می‌توان آن را به عنوان یک ورودی به سیستم مدل کرد . مثال دیگر یک درام فشار که دارای نشتی می‌باشد . نشتی درام نیز در این گروه قرار می گیرد . در ادامه این نوع عیوب مورد بررسی دقیقتر قرار خواهند گرفت .

عیب های ضرب شونده : این نوع عیب‌ها از تغییرات ناگهانی و یا مداوم در پارامتر های سیستم ایجاد می‌شود . از مثال‌هایی که به بهترین شکل این نوع عیب‌ها را تشریح می کند می‌توان به خراب شدن تجهیزات سیستم اشاره کرد که می‌تواند با از دست دادن بخشی و یا تمام توان سیستم ایجاد شود .

به طور کلی روش اجرای فرآیند تشخیص خطا شامل سه مرحله می‌باشد [۴,۳] :

تشخیص خطا[۵] – جداسازی خطا[۶] - شناسایی خطا [۷]

معمولا هر سه اصطلاح فوق در فارسی عیب یابی ترجمه شده اند . در اینجا مفاهیم این اصطلاحات را دقیق بیان می کنیم .

تشخیص خطا : تعیین حضور خطا در یک سیستم و زمان وقوع آن .

جداسازی خطا : تعیین محل دقیق عیب آشکار شده در سیستم به عنوان مثال کدام جزء .

---

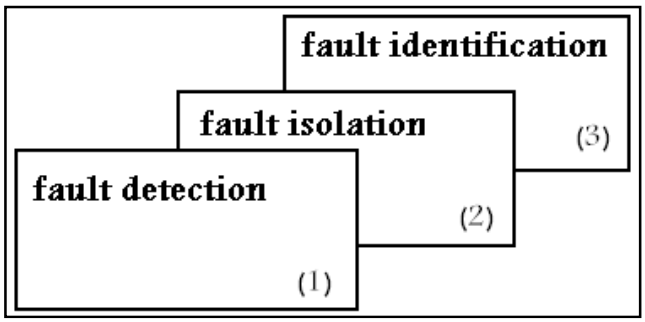
۱ Error
۲ Disturbance
۳ Residual
۴ Symptom
۵ Fault Detection
۶ Fault Isolation
۷ Fault Identification

شناسایی خطا : تعین زمان وقوع عیب و بزرگی عیب می‌باشد .

بسته به نوع عیب و عملکرد مورد انتظار از سیستم کنترل ، این سه مرحله می‌توانند نسبت بـه هـم دارای اولویت باشند ولی با این همه ، بحث تشخیص عیب تقریبا برای تمام سیستم‌های عملی مورد نیاز اسـت و بعد از آن مقوله جداسازی خطا نیز به همان اندازه اهمیت می‌یابد .

از طرف دیگر شناسایی نوع عیب معمولا در سیستمها ضروری نبـوده و اهمیـت زیـادی در سیسـتم هـای کنترلی پیدا نمی‌کند چرا که به محض وقوع عیب ، سیستم را در صورت امکان خاموش می کنند و یـا بـه سرعت ، در جهت تعمیر ، اقدام می کنند .

از این جهت در مطالعات و بررسی‌های موجود در تشخیص عیب ، اغلب این بحث بـه صـورت تشـخیص و جداسازی عیب در نظر گرفته می‌شود . بـه دو مقولـه تشـخیص و جداسـازی عیـب در اصـطلاح سیسـتم تشخیص خطا[1] گفته می‌شود [۳,۱] .



شکل ۱ : مراحل انجام فرآیند تشخیص عیب

معمولا تشخیص خطا و جداسازی خطا به صورت برخط انجام می گیرند و هر دو هم زمان ، و بـه مـوازات هم اجرا می‌شوند . در اکثر سیستم‌ها این دو مورد ، هم زمان فعال بـوده و در برخـی دیگـر از سیسـتم‌هـا تشخیص خطا به صورت دائم روشن است و به محض نمایش عیب جداسازی خطا فعال می‌شود.

تکنیک های عیب یابی با مشخصه های مهمی تعریـف مـی‌شـوند کـه در طراحـی عیـب یـاب بایـد ایـن ویژگی‌ها در نظر گرفته شوند :

حساسیت عیب: این مشخصه برای عیب های با اندازه کوچک مورد استفاده قرار می گیرد و از تکنیـک های جدیدی است که به علت دقت و مقاومت آن مورد استفاده قرار می گیرد .

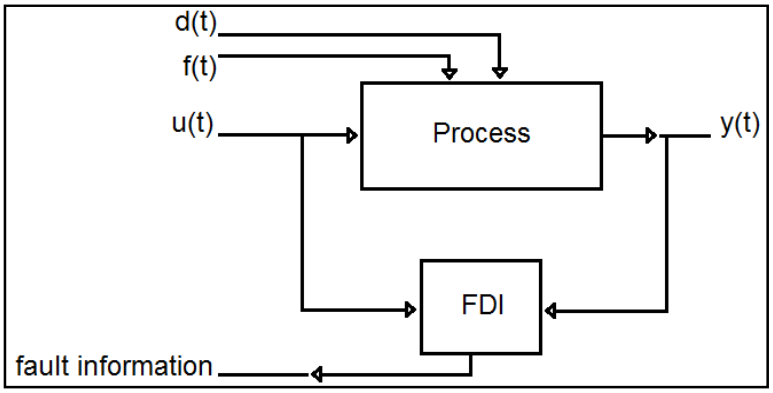
سرعت عکس العمل : معمولاً عیب‌ها با تاخیر در سیستم نمایش دهنده عیب ، مشخص می‌شوند . این تاخیر باعث می‌شود که مدت زمانی پس از وقوع عیب ، سیستم متوقف شود . اگر ایـن زمـان زیـاد باشـد باعث صدمه زدن به سیستم خواهد شد .

---

[1] Fault Diagnosis

مقاومت : این مشخصه زمانی اهمیت بیشتری پیدا می کند که عیب یاب در حضور نویز و اغتشاش و خطاهای مدل سازی کار می کند و باید تا حد امکان باید از عیب یابی اشتباه پرهیز شود . هدف از استفاده از عیب یاب کاهش زمان خاموشی است و هشدار های اشتباه از طرفی خود باعث افزایش زمان های خاموشی سیستم خواهد شد .

مطابق شکل زیر در یک سیستم همراه با ورودی کنترل ، دو ورودی دیگر نیز در فرآیند تاثیر گذارند . این دو ورودی شامل اغتشاشات نامعلوم و بردار عیب‌هایی است که باید تشخیص داده شود .



شکل ۲ : نحوه برپایی سیستم FDI و ورودی ، خروجی‌های سیستم

در یک سیستم FDI از دو سیگنال معلوم ورودی u و خروجی y فرآیند ، جهت تشخیص عیب استفاده می‌شود . بر اساس اطلاعات بدست آمده در رابطه با خطا ، می‌توان برای برخورد با نوع خطای ایجاد شده تصمیمات لازم را اتخاذ نمود . روشهای مختلفی برای تشخیص عیب ذکر شده است که تمام این روشها بر اساس نحوه اجرا و برخی خصوصیات در گروههایی دسته بندی می‌شوند :

۱-۳- افزونگی سخت افزاری

این روش از روشهای قدیمی در تشخیص عیب محسوب می‌شود که بر پایه استفاده از یک پشتیبان از سنسورها ، محرک‌ها ، سخت افزارها و نرم افزارهای موجود در فرآیند می‌باشد [۷,۶,۵] . استفاده از افزونگی سخت افزاری[۱] در سیستمهای با حساسیت بالا نظیر کنترل پرواز ، معمول و متداول است [۸] . با اینکه این روش قابلیت اطمینان بالایی در سیستم FDI ایجاد می‌کند ولی از معایب آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱ . نیازمند تجهیزات اضافه

۲ . عدم بهره وری هزینه

[۱] Hardware Redandancy

۳ . فضای اضافی مورد نیاز

با وجود این معایب ، عملا در اکثر سیستمها ، نظیر سیستمهای فیزیکی و اقتصادی ، این روش نشدنی بنظر می رسد .

۱-۴- تشخیص خطای مبتنی بر سیگنال

استفاده از این روش در کاربردهای عملی بسیار متداول بوده [۱۰,۹] و بر اساس نمایش خاصی از داده‌ها استوار می‌باشد . در این روش اعلام خطا زمانی رخ می دهد که سیگنالها به حد معینی از سطح آستانه[۱] برسند . از لحاظ هزینه و نحوه اجرا بسیار ساده بوده ولی در عین حال معایب عمده‌ای نیز دارد من جمله اینکه این روش ، از مقاومت کافی برخوردار نبوده و در حضور نویز ، تغییرات ورودی و تغییرات نقطه کار ، امکان اعلام خطای اشتباه وجود دارد . علاوه بر آن وقوع یک خطا می‌تواند سبب فراتر رفتن سیگنالها از مقدار حدی شان شود که این امر جداسازی خطاها را مشکل تر می‌سازد . این مشکلات باعث ارائه روشهای نوینی بر اساس ترکیب با روشهای آماری (نظیر ... , PLS , FDA , PCA) و کلاس بندی (شبکه عصبی[۲]) شده است که مشکل مقاوم بودن را تا حد زیادی بهبود می بخشند [۱۱] . دیگر مشکل عمده ی این روشها عدم بر خط بودن[۳] آنهاست که این عیب بسیار بر زمان تشخیص خطا موثر خواهد بود .

با این همه ، روشهای استخراج داده[۴] یا همان روشهای مبتنی بر سیگنال ، زمانی که دانشی در مورد ساختار سیستم و فرآیند تحت بررسی ، در دسترس نمی‌باشد ، بسیار موثر و کار آمد خواهند بود .

۱-۵- تشخیص خطای مبتنی بر مدل

در روشهای تشخیص خطای مبتنی بر مدل فرآیند ، با داشتن دانش در مورد سیستم اقدام به تشخیص خطا می‌شود . درحالتی که مدل سیستم تحت بررسی در دسترس باشد ، عموما روشهای مبنی بر مدل از روشهای مبنی بر سیگنال سریعتر و کاربردی تر هستند .

معمولا هرگاه سخن از تشخیص خطای مبنی بر مدل به میان می آید ، معمولا مراحل زیر به نوعی باید صورت پذیرند [۱۳,۱۲] :

---

۱ Therishould

۲ NeuralNetwork

۳ Online

۴ Data Driven