دی ۱۴۰۳

دوره پانزدهم شماره ۶

خبرنامه کنترل

ماهنامه انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران

CONTROL NEWS LETTERS

The monthly magazine of Instrumentation and Control

January 2024

Series 15th

18 Pages

صاحب امتیاز: انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران

۱۸ صفحه

نشانی : تهران ، خیابان شیخ بهایی شمالی ، کوچه قوام پور ، پلاک ۲۰ ، طبقه ۳

کد پستی : ۱۹۹۵۷۶۳۸۸۱

تلفن : ۰۲۱-۸۸۶۱۳۵۱۱
داخلی ۳۰۳

واتساپ : ۰۹۱۰۸۹۱۸۹۳۴

فکس : ۰۲۱-۸۸۶۰۲۵۴۷

سخن ماه

سلام گرم ما همراه با آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون نثار همراهان و خوانندگان گرامی خبرنامه کنترل بار دیگر خداوند متعال با مساعدت و کوشش اعضای هیأت مدیره ی انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران این افتخار را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم با شماره ای دیگر از خبرنامه در خدمت شما همراهان گرامی باشیم همواره تلاش کردیم تا با ارائه آخرین اطلاعات و دستاوردها در زمینه ی کنترل و ابزار دقیق قدمی هرچند کوچک در راستای توسعه و پیشرفت هرچه بیشتر این صنعت در میهن عزیزمان ایران برداریم از شما عزیزان که یار همیشگی این خبرنامه بوده و هستید؛ تقاضا داریم با همراهی و ارتباط مداوم از طریق ارسال مقالات، دیدگاه ها و نقطه نظرات خود ما را برای ارتقا هرچه بیشتر این خبرنامه یاری نمایید.

امیدواریم مطالب مطرح شده در این شماره مورد توجه شما عزیزان قرار گیرد

با آرزوی توفیق روزافزون
برای تمامی اعضای حقیقی و حقوقی

هیأت مدیره انجمن مهندسان کنترل و ابزاردقیق ایران

یادآوری می نماییم که نسخه الکترونیکی خبرنامه در سایت انجمن قابل دسترسی می باشد.

در این شماره از خبرنامه بخوانید:

برنامه عملیاتی انجمن مهندسین ابزاردقیق و کنترل درسال ۱۴۰۳

جدول برنامه عملیاتی کمیته ارتباط با صنعت									مسئول: رضا کرباسیان
هدف کلی: ارتقاء جایگاه ابزاردقیق و کنترل در بین سازمان‌های دولتی و خصوصی و صنایع									
O1: هدف اختصاصی : ایجاد پل ارتباطی بین متخصصان انجمن مهندسین ابزاردقیق و کنترل و سازمان‌ها و صنایع شاخص: کد متناسب با هدف بر اساس برنامه پیشنهادی:									
	فعالیت	تعداد پیش‌بینی شده برای سال بر حسب واحد مربوطه	شروع	پایان	بودجه مورد نیاز	پایش عملکرد			توضیحات
						انجام شد	انجام نشد		
A1									
1	فرهنگ‌سازی و ارتقاء دانش و آگاهی در رابطه با نقش و اهمیت کاربرد ابزاردقیق و کنترل در صنعت (سازمان‌ها، صنایع، مدارس، مراکز حرفه‌ای، دانشگاه‌ها)	تولید 2 محتوای الکترونیکی جهت معرفی نقش و اهمیت ابزاردقیق و کنترل در سازمان‌ها، صنایع، مدارس، مراکز حرفه‌ای، دانشگاه‌ها	1403/10/ 1	1403/12/28	-				
2	شناسایی ،حمایت، مشارکت، فعالسازی و ارتقاء بخش خصوصی با رویکرد توسعه دانش و تکنولوژی ابزاردقیق و کنترل (کارآفرینان، استارت آ پ‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری)	برگزاری حداقل 2جلسه جهت آگاه سازی مراکز ذکرشده، از رسالت انجمن مهندسین ابزاردقیق و کنترل و دادن مشاوره به آنها	1403/10/ 1	1403/12/28	با توجه به نوع فعالیت و شرایط برگزاری و میزان همکاری سازمان‌ها و صنایع، بودجه تعیین خواهد شد.				
3	عقد تفاهم نامه‌های همکاری با سازمان ها صنایع شرکت ها و مراکز علمی و دانشگاهی جهت ارائه خدمات پژوهشی و آموزشی	2مورد	1403/10/ 1	1403/12/28	توافقی				
4	گسترش همکاری‌ها در قالب تفاهم‌نامه‌ها با سایرانجمن‌ها و نهادهای علمی و تخصصی در سطح ملی	2مورد	1403/10/ 1	1403/12/28					
5	کمک دربرگزاری نمایشگاه معرفی توانمندیهای همه ذینفعان مرتبط با ابزاردقیق و کنترل	برگزاری 1 نمایشگاه	1403/10/ 1	1403/12/28	با توجه به نوع فعالیت و شرایط برگزاری و میزان همکاری سازمان‌ها و صنایع، بودجه تعیین خواهد شد.				
	تلاش برای کمک به جذب فعالان صنعت ابزاردقیق و کنترل جهت عضویت و فعالیت در انجمن	4 مورد	1403/10/ 1	1403/12/28					
	تهیه بانک اطلاعاتی اساتید و متخصصین ابزاردقیق و کنترل جهت تبادل دانش و تجربه فنی	صنعت پتروشیمی	1403/10/ 1	1403/12/28					
	شناسائی نیازهای علمی و فناورانه بخش صنعت و برنامه ریزی برای ارائه راهکارهای علمی و مهندسی در پاسخ به این نیازها در چهارچوب قراردادهای فیمابین	2 مورد							

شناسایی حمله تغییر بار دینامیکی در سیستم های قدرت

مرضیه صمیمیت، علی اکبر احمدی، ابوالفضل ناطقی
گروه مهندسی برق و کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی
samimiat@khu.ac.ir

چکیده

شناسایی حمله تغییر بار دینامیکی[1] (D-LAA) یکی از چالش های اصلی در بهره برداری سیستم های قدرت مدرن است. با توجه به تقاضای روزافزون برای انرژی و پیچیدگی های ناشی از ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر، D-LAA ممکن است به طور قابل توجهی بر پایداری و قابلیت اطمینان سیستم های قدرت تأثیر بگذارد. بنابراین، توسعه و اجرای استراتژی‌های مؤثر برای مدیریت این موقعیت‌ها نه تنها برای حفظ پایداری شبکه ضروری است، بلکه باعث بهبود کیفیت توان و افزایش قابلیت اطمینان سیستم می‌شود. در این مقاله، شناسایی D-LAA در سیستم های قدرت مورد بحث قرار می گیرد. با استفاده از بانک رویتگر تشخیص محل حمله، محل حمله و ماتریس اثر آن مشخص می شود. سپس با استفاده از یک رویتگر حالت مد لغزشی مکعبی، سیگنال D-LAA شناسایی می شود. در مقایسه با نتایج موجود، هیچ فرض محدود کننده ای در مورد سیگنال حمله انجام نمی شود. همچنین وجود واحدهای اندازه گیری فازور (PMUs)[2] در تمام باس ها ضروری نیست. استفاده از عبارت مکعبی در رویتگر، خطای شناسایی را در مقایسه با رویتگرهای مد لغزشی استاندارد کاهش می دهد. طراحی با استفاده از یک رویکرد متمرکز انجام می شود که انجام اقدامات لازم برای حفظ پایداری سیستم قدرت در مرکز کنترل را تسهیل می کند. نتایج شبیه سازی بر روی سیستم قدرت با سه شین ژنراتور و شش شینه بار نشان دهنده کارایی و قابلیت روش پیشنهادی است.

مقدمه

از روشنایی مسکونی گرفته تا کاربردهای مختلف صنعتی، اهمیت ویژه سیستم های قدرت را در شکل دادن دنیای مدرن نشان می دهد. سیستم های قدرت از سه بخش تولید، انتقال و توزیع انرژی تشکیل شده است. این سیستم ها از اجزای متعددی شامل نیروگاه ها، خطوط انتقال، پست ها، ترانسفورماتورها و شبکه های توزیع تشکیل شده اند. با پیشرفت ریزپردازنده ها و ارتباطات راه دور و به تبع آن استفاده از آنها در سیستم های سنتی، سیستم های فیزیکی سایبری (CPS) ایجاد شده است. این سیستم ها مزایایی مانند پیکربندی مجدد آسان تر، نصب سریع و کاهش سیم کشی دارند. به طور معمول، CPSها از سیستم های مختلف به هم پیوسته تشکیل شده اند که می توانند اشیاء و فرآیندهای دنیای واقعی را نظارت و دستکاری کنند. آنها ارتباط نزدیکی با سیستم های اینترنت اشیا (IoT) دارند، با این تفاوت که CPS ها بر تعامل بین فرآیندهای فیزیکی، شبکه و محاسبات تمرکز دارند. تکامل سریع و قابل توجه CPS ها بر جنبه های مختلف سبک زندگی افراد تأثیر می گذارد و طیف وسیع تری از خدمات و برنامه های کاربردی از جمله الکترونیک سلامت، خانه های هوشمند، تجارت الکترونیک و غیره را ممکن می سازد.

بنابراین، سیستم های قدرت نیز به عنوان یک CPS با کانال های مخابراتی و منابع محاسباتی در نظر گرفته می شوند. وجود لینک های مخابراتی و احتمال حملات سایبری می تواند مشکلات جدیدی ایجاد کند. امنیت سایبری عمل دفاع از رایانه ها، سرورها، دستگاه های تلفن همراه، سیستم های الکترونیکی، شبکه ها و داده ها در برابر حملات مخرب است. همچنین به عنوان امنیت فناوری اطلاعات یا امنیت اطلاعات الکترونیکی شناخته می شود. هر رویدادی که باعث از دست رفتن داده ها شود و روند یک سیستم را متوقف یا مختل کند در واقع امنیت سایبری را تحت الشعاع قرار می دهد [۱]. چالش های امنیتی خطرناک در نتیجه امنیت CPS توجه محققان و صنایع را به خود جلب کرده است [۲]. بحث امنیت سایبری در سیستم های قدرت با توجه به گستردگی خدمات آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به توسعه فناوری و مفهوم شهرهای هوشمند، یک حمله سایبری مانند حملات DoS و تزریق نادرست داده‌ها می‌تواند باعث اختلالات جدی در بخش‌های مختلف زیرساخت حیاتی شهر مانند مدیریت ترافیک و سیستم حمل‌ونقل شود [۳]. در [۴] حمله داده های نادرست مخفیانه در سیستم قدرت بررسی شده و دو شاخص امنیتی برای رویتگرهای حالت پیشنهاد شده است. در [۵]، خاموشی گسترده در شهر کیف اوکراین در سال ۲۰۱۵ بررسی شده است. مقاله [۶] به بررسی

مشکلات تشخیص و جداسازی حمله حسگر برای سیستم های فیزیکی-سایبری می پردازد. در [۷]، به عنوان یکی از حملات رایج در سیستم های قدرت، حملات تزریق داده های نادرست (FDIAs) در سیستم ۹ شینه با استفاده از فیلتر کالمن بررسی شده است. اخیراً یک حمله تغییر بار دینامیک (D-LAA) برای سیستم های قدرت معرفی شده است [۸]. از آنجایی که D-LAA دینامیک سیستم قدرت را تغییر می دهد، ممکن است باعث ناپایداری کل سیستم شود. بنابراین، آشکارسازی، تشخیص محل و شناسایی و کاهش اثر D-LAA یک چالش جدید در سیستم های قدرت است. در [۹]، یک رویتگر حالت مدلغزشی برای تشخیص D-LAA در شبکه های برق هوشمند بررسی شده است. در [۱۰]، مشکل تشخیص D-LAA با استفاده از فیلتر کالمن تطبیقی با فاکتور فراموشی (AFKF)در نظر گرفته شده که قادر است وضعیت شبکه هوشمند را در حضور نویزهای گوسی تخمین بزند. این فیلتر بهبود قابل توجهی را در دقت تشخیص حملات D-LAA به ویژه حملات ضعیف و غیرقابل شناسایی ارائه می دهد. تشخیص D-LAA بر اساس داده های خام به دست آمده از اندازه گیری های هوشمند در [۱۱] مطالعه شده است. هیچ دانش قبلی از دینامیک سیستم قدرت لازم نیست. روش پیشنهادی برای تشخیص D-LAA بر اساس تحلیل دامنه فرکانس است. همچنین، اگر داده‌های فرکانس در دسترس باشد، یک تحلیل همبستگی متقابل برای کمک به تشخیص D-LAA و تمایز آن از بارهای پاسخ‌دهنده به فرکانس پیشنهاد می‌شود. در [۱۲]، از سیستم های ذخیره انرژی (ESS) به عنوان یک راه حل موثر برای حفظ پایداری سیستم قدرت در برابر D-LAAاستفاده می شود. در رویکرد پیشنهادی، نیازی به تشخیص یا بازسازی D-LAA در زمان واقعی نیست. در [۱۳]، مسئله بازسازی D-LAA در سیستم های قدرت در نظر گرفته شده است. فرض بر این است که ماتریس اثر D-LAA شناخته شده است که یک فرض واقعی نیست. علاوه بر این، از مشتق خطای خروجی در فرآیند طراحی استفاده می‌شود که ممکن است به دلیل نویز اندازه‌گیری مشکلاتی را در پیاده‌سازی واقعی ایجاد کند. مشکل بازسازی D-LAA در [۱۴] با استفاده از رویتگر حالت مد لغزشی بررسی شده است. اما، مشابه [۱۳] فرض می شود که ماتریس اثر D-LAA شناخته شده است. طبق بررسی نویسندگان، آشکارسازی، جداسازی و شناسایی D-LAA تا به امروز به طور کامل بررسی نشده است.

اخیراً یک رویتگر مکعبی و نسخه های مختلف آن [۱۵] برای تخمین حالت سیستم های دینامیکی خطی و غیرخطی ارائه شده است. از آنجایی که رویتگر مکعبی از توان سوم خطای تخمین حالت استفاده می کند، در مقایسه با رویتگرهای سنتی، همگرایی سریعتر و خطاهای تخمینی کمتری را نشان می دهد [۱۶]، [۱۷]. بنابراین، این رویتگر در این مقاله برای بهبود عملکرد فرآیند شناسایی D-LAAاتخاذ شده است.

در این مقاله، هدف ما آشکارسازی و جداسازی D-LAA در سیستم های قدرت است. در ابتدا، بانکی از رویتگرهای جداساز حمله برای تشخیص محل حمله پیشنهاد می شود. با دانستن محل دقیق حمله که به معنای داشتن ماتریس اثر D-LAA است، یک رویتگر شناسایی مد لغزشی مکعبی طراحی می‌کنیم که سیگنال حمله را با دقت خوبی بازسازی می‌کند. نوآوری های این مقاله عبارتند از: الف) استراتژی جدیدی برای جداسازی D-LAA در سیستم های قدرت ارائه شده است که در تحقیقات قبلی به آن پرداخته نشده است. ب) هیچ فرض محدود کننده ای در مورد سیگنال حمله یا حضور PMU در همه باس ها در فرآیند طراحی گنجانده نشده است، که طرح پیشنهادی را در مقایسه با روش های قبلی واقعی تر و مقرون به صرفه تر می کند. پ) استفاده از رویتگر شناسایی مد لغزشی مکعبی، دقت تخمین سیگنال حمله را در مقایسه با رویتگرهای مد لغزشی سنتی افزایش می‌دهد. ت) طرح پیشنهادی می تواند به عنوان یک رویکرد متمرکز برای پایش حمله در سیستم های قدرت در نظر گرفته شود که به راحتی در مراکز دیسپاچینگ قابل استفاده است. نتایج شبیه‌سازی در سیستم قدرت با سه شین ژنراتور و شش شین بار نشان‌دهنده توانمندی و اثربخشی طرح پیشنهادی است.

ساختار ادامه این مقاله بدین صورت است: در بخش دوم، صورت مساله بیان شده است. نتایج اصلی در بخش سوم ارائه شده است. نتایج شبیه‌سازی عددی و برخی نکات به ترتیب در بخش چهارم و پنجم آورده شده‌اند.

بخش دوم- بیان مساله

در این بخش دینامیک سیستم های قدرت به همراه برخی مقدمات ارائه شده است. دینامیک سیستم قدرت را به صورت زیر در نظر بگیرید

$$\begin{bmatrix}\dot{\delta}(t)\\ \dot{\omega}(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & I\\ M^{-1}(-H_{gg}+H_{g\ell}H_{\ell\ell}^{-1}H_{\ell g}) & M^{-1}(-D)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\delta(t)\\ \omega(t)\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ M^{-1}\end{bmatrix}u(t)+\begin{bmatrix}0\\ M^{-1}H_{g\ell}H_{\ell\ell}^{-1}\end{bmatrix}P_L(t) \quad (۱)$$

که در آن $\delta \in R^n$، $\omega \in R^n$ به ترتیب زاویه فاز ولتاژ و انحراف فرکانس در باس های ژنراتور هستند. علاوه بر این، $P_L(t)$ و $u(t)$ تقاضای توان در باس های بار و توان ورودی مکانیکی هستند. ماتریس H قسمت های موهومی ماتریس ادمیتانس است [۱۳] $H=\begin{bmatrix}H_{gg} & H_{g\ell}\\ H_{\ell g} & H_{\ell\ell}\end{bmatrix}$.

علاوه بر این، M و D به ترتیب اینرسی روتور و ماتریس میرایی هستند.

همانطور که در [۸] بیان شد، برخی از باس های بار ممکن است در برابر حملات سایبری آسیب پذیر باشند. بنابراین، $P_L(t)$ را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$P_L(t)=P_{Ls}(t)+P_{LV}(t) \quad (۲)$$

که در آنK_ℓ یک ماتریس مثبت- معین است که ستون های آن D-LAA را تعیین می کنند.

فرض ۱. فرض بر این است که منابع مهاجم محدود است، بنابراین تنها یک حمله ممکن است در سیستم قدرت رخ دهد. به عبارت دیگر، تنها یک ستون از K_ℓ با تنها یک عنصر غیر صفر در همان زمان فعال می شود.

برای طراحی رویتگر آشکارساز D-LAA، K_ℓ باید معلوم باشد. بنابراین، در ابتدا طرحی برای جداسازی حمله سایبری پیشنهاد می شود که به نوبه خود K_ℓ را بدست می دهد. اجازه دهید، (۴) را به صورت زیر مرتب کنیم

$$\dot{x}(t)=Ax(t)+Bu(t)+EP_{LS}(t)+\sum_{i=1}^{n}G_i\,a_i(t)$$
$$y(t)=Cx(t) \quad (۳)$$

که در آن

$$x=\begin{bmatrix}\delta\\ \omega\end{bmatrix},\ A=\begin{bmatrix}0 & I\\ M^{-1}(-H_{gg}+H_{g\ell}H_{\ell\ell}^{-1}H_{\ell g}) & M^{-1}(-D)\end{bmatrix}$$

$$E=\begin{bmatrix}0\\ M^{-1}H_{g\ell}H_{\ell\ell}^{-1}\end{bmatrix},\quad G=E,\quad a(t)=-K_\ell\omega(t)$$

و G_i ستون i-ام G و $a_i(t)$ ورودی i-ام بردار حمله است.

بانک رویتگر های جداساز زیر را در نظر بگیرید:

$$\dot{\hat{\xi}}_i(t)=A\hat{\xi}_i(t)+Bu(t)+EP_{LS}(t)+L_i\left(y(t)-C\hat{\xi}_i(t)\right)$$
$$r_i(t)=V_i\left(y(t)-C\hat{\xi}_i(t)\right),\quad i=1,2,\dots,n \quad (۴)$$

که در آن L_i و V_i ماتریس های رویتگر هستند که بعدا طراحی خواهند شد. در این مقاله، استراتژی ارائه شده در جدول. ۱ برای طراحی رویتگرهای جداساز پذیرفته شده است. در واقع، i-امین رویتگر جداساز طوری طراحی شده است که نسبت به i-امین D-LAA حساس نباشد. در نتیجه، زمانی که همه رویتگرهای جداساز به جز i-امین دارای مقادیر غیر صفر باشند، اپراتور سیستم نتیجه می گیرد که حمله i-ام در باس i-ام رخ داده است.

اکنون، رویتگر آشکارساز مد لغزشی مکعبی زیر را در نظر بگیرید:

$$\dot{\hat{x}}(t)=A\hat{x}(t)+Bu(t)+EP_{LS}(t)+Le_y(t)+Fv(t)-e_y^T(t)Re_y(t)Te_y(t) \quad (۵)$$

$$e_y(t)=y(t)-C\hat{x}(t) \quad (۶)$$

که در آن، L، R، T و $v(t)$ به ترتیب ماتریس هایی با ابعاد مناسب و ورودی مد لغزشی کمکی هستند که باید بعدا طراحی شوند.

۳. طراحی ناظر شناسایی و شناسایی D-LAA

در این بخش، ابتدا بانکی از رویتگرهای جداساز برای تعیین محل D-LAA (ماتریس موثر حمله) طراحی شده است. سپس، بر اساس ماتریس موثر حمله، یک رویتگر آشکارسازی مد لغزشی مکعبی جدید طراحی شده است تا اطلاعات دقیقی در مورد سیگنال حمله بدهد. قضیه زیر نتایجی را برای طراحی بانک رویتگر برای D-LAA به دست می دهد.

جدول ۱. استراتژی جداسازی D-LAA

Localization observers	a_1	a_2	a_3	...	a_n
LO_1	−	+	+	...	+
LO_2	+	−	+	...	+
⋮					⋮
LO_n	+	+	+	...	−

+ sensitive to a_i − decouple from a_i

قضیه ۱. سیستم (۳) را تحت D-LAA با بانکی از رویتگرهای جداساز در (۴) در نظر بگیرید. اگر شرایط زیر برآورده شود:

i) $rank(CG_i)=rank(\begin{bmatrix}A_{\lambda i}\\ CG_i\end{bmatrix})$

ii) (C_{1i},A_{1i}) is a detectable pair, where

$$A_{1i}=A-A_{\lambda i}(CG_i)^{\dagger}C$$
$$C_{1i}=(I-CG_i(CG_i)^{\dagger})C$$
$$A_{\lambda i}=(A-\lambda_i I)G_i \quad (۷)$$

که در آن λ_i یک اسکالر منفی دلخواه است و† شبه معکوس یک ماتریس را نشان می دهد، و اگر $P_1 > 0$ و Y_1 وجود داشته باشد به طوری که

$$\mathcal{H}\{P_{1i}A_{1i} - Y_{1i}C_{1i}\} < 0 \quad (۸)$$

که در آن $\mathcal{H}\{.\}$ نشان دهنده هرمیتین یک ماتریس است. سپس، بهره های رویتگرهای جداساز به دست می آید:

$$L_i = A_{\lambda i}(CG_i)^{\dagger} + L_{1i}\left(I - CG_i(CG_i)^{\dagger}\right)$$

$$L_{1i} = P_{1i}^{-1}Y_{1i}. \quad (۹)$$

$$V_i = V_{1i}\left(I - CG_i(CG_i)^{\dagger}\right). \quad (۱۰)$$

که در آن V_{1i}ماتریس های دلخواه با ابعاد مناسب هستند.

قضیه ۲. سیستم (۳) را تحت D-LAA با رویتگر آشکارساز مد لغزشی مکعبی (۵) در نظر بگیرید. اگر ماتریس $P > 0, Y$ و N P وجود

داشته باشد که:

$$\mathcal{H}\{PA - YC\} < 0 \quad (۱۱)$$

$$PF = C^T N^T \quad (۱۲)$$

و $v(t)$, R و T به صورت زیر انتخاب می شوند:

$$v(t) = \eta.\frac{Ne_y}{||Ne_y||} \quad (۱۳)$$

$$\eta = a_0 + \varepsilon$$

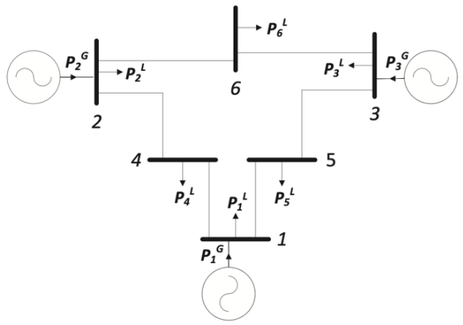
$$C^T RC \geq 0 \quad (۱۴)$$

$$T = -\gamma P^{-1}C^T R \quad (۱۵)$$

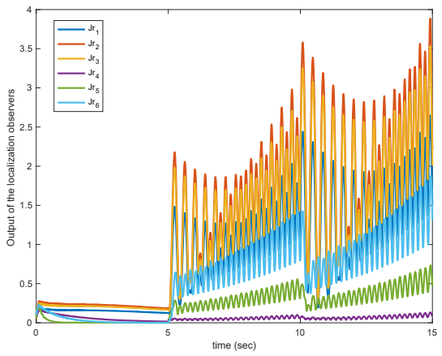
که ε یک اسکالر مثبت کوچک است. تخمین D-LAA از طریق زیر به دست می آید:

$$\hat{a}(t) = \mathfrak{LPB}\{v(t)\} \quad (۱۶)$$

که در آن $\mathfrak{LPB}\{.\}$ عملگر فیلتر پایین گذر را نشان می دهد.



شکل ۱. یک سیستم قدرت با ۳ باس ژنراتور و ۶ باس بار [۱۸].



شکل ۲. خروجی رویتگر آشکار ساز

۵. نتایج شبیه سازی

در این بخش، نتایج شبیه سازی عددی برای نشان دادن امکان سنجی و کاربردی بودن طرح پیشنهادی ارائه شده است. یک سیستم قدرت با ۳ ژنراتور و ۶ باس بار را در شکل ۱ در نظر بگیرید. پارامترهای سیستم از [۱۸] اخذ شده است. علاوه بر این، P_{LS} بصورت پله با را $0.8\ p.u.$ و $1\ p.u.$ در نظر بگیرید. فرض بر این است که انحراف فرکانس شین های ژنراتور اندازه گیری شده و در دسترس هستند. نتایج شکل ۲ نشان می دهند که آشکارسازی به خوبی انجام شده است و فقط خروجی رویتگر چهارم عکس العملی نشان نداده است که به معنی این است که حمله در باس چهارم اتفاق افتاده است. شکل های ۳ تا ۵ و شکل ۶ به ترتیب تخمین انحراف فرکانس زاویه ای و تخمین DLAA هستند که نشان دهنده کارآیی خوب روش پیشنهادی است.

References

[1] A. Guha, D. Samanta, M.Vinay, S. Pramanik, Cyber Security and Network Security, Wiley , 2022.
[2] H. Kayan, M. Nunes, O. Rana, C. Perera, "Cyber Security of OF Industrial Cyber-Physical Systems: A Review," ACM Computing Surveys (CSUR) , vol. 54, no. 11s, 2021.
[3] T. Mazri, O. Saber, "Smart City Security Issues: The Main Attacks and Countermeasures," The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,46, pp.465-472. 2021.
[4] H.Sandberg, A.Teixeira,Karl H. Johansson, "On Security Indices for State Estimators in Power Networks," First workshop on secure control systems (SCS), Stockholm, 2010.
[5] A. S. Musleh, G. Chen, Z. Y Dong, "A Survey on the Detection Algorithms for False Data Injection Attacks in Smart Grids," IEEE Transactions on Smart Grid , 2020.
[6] L. Ye, F. Zhu, J. Zhang, "Sensor attack detection and isolation based on sliding mode observer for cyber-physical systems," *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing* 34, no. 4, 2020.
[7] X. Luo, X. Wang, X. Pan, X. Guan, "Detection and isolation of false data injection attack for smart grids via unknown input observers," *IET* Generation, Transmission & Distribution 13, no. 8, 2019.
[8] S. Amini, F. Pasqualetti, H. Mohsenian-Rad, "Dynamic load altering attacks against power system stability: Attack models and protection schemes," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 9, no. 4, pp. 2862-2872, 2016.
[9] J. Li, C. Sun, S.Yang, Q. Su, "Dynamic load altering attack detection for cyber physical power systems via sliding mode observer," International Journal of Electrical Power & Energy Systems 153, 2023.
[10] Q. Ma, Z. Xu,W. Wang, L. Lin,T. Ren, S.Yang,J. Li, "Dynamic load-altering attack detection based on adaptive fading Kalman filter in power systems," Global Energy Interconnection 4, no. 2, 2021.
[11] S. Amini, F. Pasqualetti, H. Mohsenian-Rad "Detecting Dynamic Load Altering Attacks: A Data-Driven Time-Frequency Analysis," *International Conference on Smart Grid Communications*, pp. 503-508, 2015.
[12] R. Germanà, A. Giuseppi ,A. D Giorgio, "Ensuring the Stability of Power Systems Against Dynamic Load Altering Attacks: A Robust Control Scheme Using Energy Storage Systems," European Control Conference, pp. 1330-1335, 2020.
[13] J. Li, Ho. Li, Q. Su, "Dynamic load altering attack detection based on adaptive fading Kalman filter in smart grid," IET Generation, Transmission & Distribution, 2023.
[14] K.Pan, F. Yang, Z. Feng, Q. Pan"Attack Reconstruction for a Class of Cyber-physical Systems with Altering Load," *IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*, pp. 78-83, 2021.
[15] MM. Share Pasand and A.A. Ahmadi, "Cubic observers for state estimation of nonlinear systems," *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, vol. 32, no. 5, pp.1131-1142, 2021.
[16] MM. Share Pasand and A.A. Ahmadi, "Performance evaluation and simulation of cubic observers," *ISA Transactions*, vol.1no. 122, pp.172-181, 2022.
[17] S. X. Ding. Model-based fault diagnosis techniques: design schemes, algorithms, and tools. Springer Science & Business Media; 2008 Feb 23.
[18] S. Amini, H. Mohsenian-Rad and F. Pasqualetti, "Dynamic load altering attacks in smart grid," *in 2015 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference* (*ISGT*) 2015 Feb 18 (pp. 1-5). IEEE.

10th International Conference on Control, Instrumentation and Automation
5-7 November 2024
University of Kashan
دهمین کنفرانس بین المللی کنترل، ابزاردقیق و اتوماسیون
۱۵ الی ۱۷ آبان ۱۴۰۳
دانشگاه کاشان

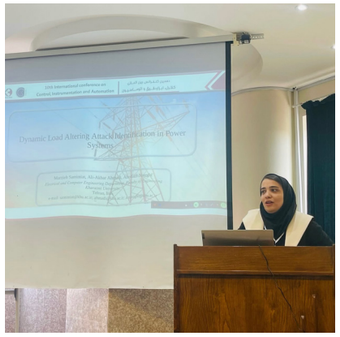
Dynamic Load Altering Attack Identification in Power Systems

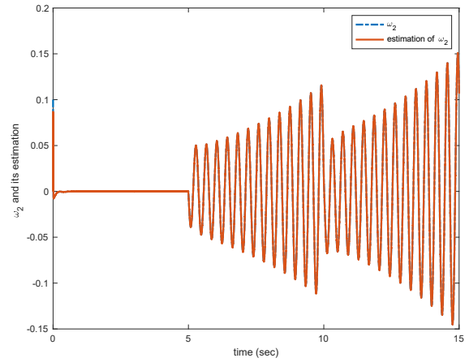
Marzieh Samimiat
Electrical and Computer Engineering Department
Kharazmi University,
Tehran, Iran.
samimiat@khu.ac.ir

Ali-Akbar Ahmadi
Electrical and Computer Engineering Department
Kharazmi University,
Tehran, Iran.
ahmadi@khu.ac.ir

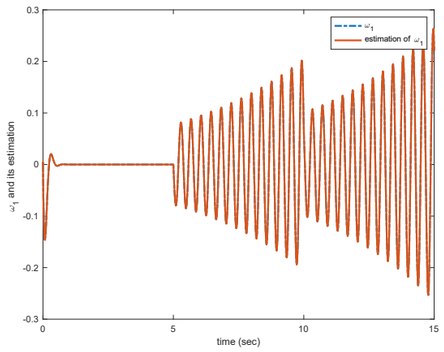
Abolfazl Nateghi
Electrical and Computer Engineering Department
Kharazmi University
Tehran, Iran.
a.nateghi@khu.ac.ir

Abstract— Identifying the dynamic load altering attack (D-LAA) is one of the main challenges in modern power systems operation. Due to the ever-increasing demand for energy and the complexities arising from the integration of renewable energy resources, the D-LAA may significantly affect the stability and reliability of the power systems. Therefore, the development and implementation of effective strategies to manage these situations is not only necessary to maintain the stability of the network, but also improves the power quality and increases the system reliability. In this paper, identification of the D-LAA in power systems is discussed. By using a bank of localization observer, the location of the attack and its signature matrix are determined. Then, using a cubic sliding mode observer, the D-LAA signal is identified. Compared to existing results, no limiting assumptions are made on the attack signal. Besides, presence of phasor measurement units (PMUs) in all buses is not necessary. Using the cubic term in the identification observer reduces the identification error compared to the standard sliding mode observers. All the design scheme is done using a centralized approach, which facilitates taking necessary measures to maintain the stability of the power system in the central control center. The simulation results on the power system with three generator buses and six load buses show the efficiency and capability of the proposed method.

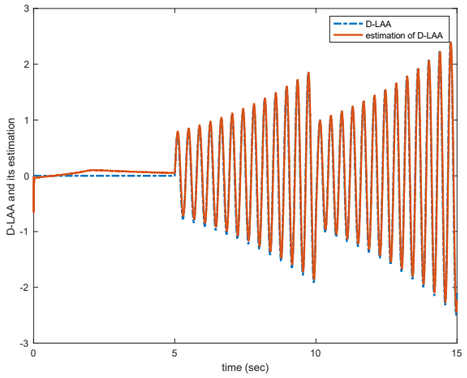




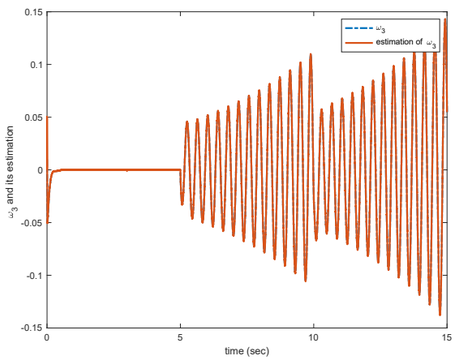
شکل ۴. انحراف فرکانس در باس ژنراتور ۲ و تخمین آن.



شکل ۳. انحراف فرکانس در باس ژنراتور ۱ و تخمین آن.



شکل ۶. D-LAA و تخمین آن.



شکل ۵. انحراف
فرکانس در باس ژنراتور ۳ و تخمین آن.

نتیجه گیری :

در این مقاله، دو رویکرد برای بومی‌سازی و شناسایی D-LAA در سیستم‌های قدرت ارائه شده است. در ابتدا، بانکی از رویتگران بومی سازی برای تعیین ماتریس موثر D-LAA استفاده می شود که تا به امروز در نظر گرفته نشده است. علاوه بر این، ناظر شناسایی مد لغزشی مکعبی پیشنهادی در مقایسه با ناظرهای مد لغزشی معمولی عملکرد برتری دارد. علاوه بر این، هیچ فرض محدود کننده ای در فرآیند طراحی وجود ندارد که طرح پیشنهادی را در برنامه های واقعی کاربردی تر می کند. طراحی کنترلر ارتجاعی D-LAA در کار آینده ما است.

گزارش جلسه ی هیأت مدیره دی ۱۴۰۳

جلسه ی ۲۷۳ انجمن در تاریخ ۱۷ دی ماه ۱۴۰۳ به صورت مجازی و با حضور اعضای محترم هیأت مدیره و بازرسان انجمن دوره ی چهاردهم برگزار گردید و اعم موارد مطرح شده در این جلسه به شرح ذیل می باشد:

* پیرو بند ۱ دستور جلسه ۲۷۳، همکاری و تفاهم نامه با آقای مهندس ماندگاری با توجه به اظهارات آقای مهندس کرباسیان و پیشنهادات اعضای محترم هیأت مدیره و بازرسان انجمن، با در نظر گرفتن ۱۰ تا ۲۰ درصد از هزینه دوره بلامانع و قابل اجرا است.
* پیرو بند ۲ دستور جلسه ۲۷۳، با توجه به توضیحات آقای دکتر شفیعی راد در خصوص تغییر ساختار سایت انجمن و تعیین هزینه جهت نگهداری آن و بنا بر پیشنهاد آقای دکتر صفوی مقررگردید شرح وظایفی از امور مرتبط با سایت تهیه و پس از بررسی تصمیم گیری شود.
* پیرو بند ۴ دستور جلسه ۲۷۳، در خصوص نامه ارسالی از وزارت علوم، نامه ای با امضای رئیس انجمن جهت ارسال گزارشات عملکرد سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در تاریخ ۱۴۰۳/۰۹/۱۳ به وزارت علوم ارسال گردید و نامه درحال بررسی می باشد.
* بنا به پیشنهاد اعضای محترم هیأت مدیره و بازرسان انجمن، نشست دویست و هفتاد و چهارم هیأت مدیره روز دوشنبه مورخ ۱۴۰۳/۱۱/۰۸ ساعت ۱۶:۰۰ به صورت حضوری/ مجازی برگزار خواهد شد. مراتب هرگونه تغییر احتمالی اطلاع رسانی خواهد شد.

اعضای هیأت مدیره دوره پانزدهم حاضر در جلسه ۲۷۳:		
دکتر الهه مرادی	دکتر سید علی اکبر صفوی	مهندس رضا کرباسیان
مهندس علی کیانی	دکتر احمد فخاریان	دکتر محمد منشوری
مهندس بهروز خلیلی	دکتر محسن شفیعی راد	
بازرسان دوره پانزدهم حاضر در جلسه ۲۷۳:		
مهندس مرتضی محسنی هماگرانی		

معرفی اعضای حقوقی انجمن

مزایای عضویت در انجمن

متقاضیان عضویت در انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران می توانند متناسب با شرایط خود به چهار صورت پیوسته، وابسته، دانشجویی و افتخاری به عضویت انجمن در آیند. مشروح شرایط عضویت از طریق سایت انجمن قابل دسترسی است.
عضویت در انجمن علاوه بر کمک به توسعه سیستم های کنترل و ابزار دقیق در کشور مزایای زیر را نیز به همراه دارد:

- دریافت رایگان خبرنامه انجمن
- اطلاع رسانی رویدادهای کنترل و ابزار دقیق ایران و جهان
- عضویت در کمیته های انجمن و دعوت برای جلسات مربوطه
- مشارکت در سیاست گذاری کشور در زمینه کنترل و ابزاردقیق
- معرفی به سایر انجمن های ایران و جهان
- معرفی برای ادامه تحصیل در دانشگاههای داخل و خارج
- تخفیف در درج آگهی ها و تبلیغات در سایت انجمن
- تخفیف در درج آگهی ها و تبلیغات در خبرنامه انجمن
- تخفیف در هزینه مربوط به کنفرانس ها و دوره های تخصصی انجمن
- تخفیف در خرید نشریات، کتب و جزوات انجمن

نرخ حق عضویت انجمن در سال ۱۴۰۳

اعضای دانشجو : کاردانی، کارشناسی	۵۰۰,۰۰۰ ریال
اعضای وابسته : فارغ التحصیل کارشناسی و کاردانی	۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال
اعضای پیوسته : کارشناسی که ۴ سال از دریافت مدرک گذشته باشد و همچنین دانشجوی کارشناسی ارشد و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و دکترا	۱,۵۰۰,۰۰۰ ریال
اعضای حقوقی : شرکت ها و سازمان ها - سطح ۱	۲۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال
اعضای حقوقی : شرکت ها و سازمان ها - سطح ۲	۱۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال
اعضای حقوقی : شرکت ها و سازمان ها - سطح ۳	۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال

اعضای محترم انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران
از این پس می توانید برای پرداخت حق عضویت های خود از شماره کارت زیر استفاده نمایید.

۵۸۵۹۸۳۷۰۰۲۰۸۶۹۰۴
به نام انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران

به اطلاع اعضای محترم حقیقی می رساند، طبق مصوبات انجمن، تمدید عضویت ایشان به عنوان عضو پیوسته، وابسته و دانشجویی انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران در سال جاری منوط به پرداخت حق‌عضویت می‌باشد. لذا خواهشمند است هرچه سریعتر نسبت به پرداخت مبلغ حق عضویت به حساب جاری انجمن در بانک تجارت کد ۲۵۵ شعبه ایرانشهر جنوبی
به شماره حساب ۰۱۲۹۱۹۸۸۷۷
و یا شماره شبا انجمن IR۳۱۰۱۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱۲۹۱۹۸۸۷۷
اقدام و فیش بانکی، کارت عضویت قبلی، یک قطعه عکس ۳ در۴ و فرم تکمیل شده زیر را اسکن کرده و به ادرس پست الکترونیکی انجمن ارسال فرمایید.

isice.info@gmail.com

دبیرخانه انجمن مهندسان کنترل ابزار دقیق ایران

نام و نام خانوادگی: (فارسی)	شماره عضویت:
نام و نام خانوادگی: (لاتین)	شماره تماس:
مدرک تحصیلی:	تاریخ دریافت مدرک تحصیلی:
آدرس پستی:	پست الکترونیکی:

جهت دریافت هر گونه اطلاعات بیشتر با دبیرخانه انجمن (۸۸۶۱۳۵۱۱-۰۲۱) داخلی ۴۰۳ سرکار خانم مهندس باقری تماس حاصل فرمایید.

تعرفه چاپ آگهی در خبرنامه کنترل

به استحضار می رساند با چاپ آگهی در خبرنامه کنترل به کلیه دانشجویان ، اساتید و کارشناسان کنترل و ابزاردقیق و نیز شرکتهای شاغل در بخش های مختلف تولیدی ، مهندسی ، نصب و تعمیرات و نظارت بر پروژه های احرایی ابزاردقیق و کنترل صنایع مختلف متصل شوید و همچنین انجمن مهندسان کنترل و ابزرادقیق ایران را در پیشبرد اهداف علمی خود یاری نمایید.

ابعاد	تعرفه به ریال
یک صفحه کامل	۲.۰۰۰.۰۰۰
نیم صفحه	۱.۲۰۰.۰۰۰
یک چهارم صفحه	۷۰۰.۰۰۰
کادر راهنمای ۴ در ۶ (دو ماهه)	۵۰۰.۰۰۰

شرایط :

۱. طرح آگهی بر عهده سفارش دهند می باشد.
۲. جهت اعضای حقیقی ۱۰ ٪ و اعضای حقوقی انجمن ۱۵ ٪ در نظر گرفته می شود.
۳. ۱۰ درصد تخفیف برای سه ماه متوالی در نظر گرفته می شود.
۴. ۲۰ درصد تخفیف برای شش ماه متوالی در نظر گرفته می شود.

جهت کسب اطلاعات بیشتر با دبیرخانه انجمن (۰۲۱-۸۸۶۱۳۵۱۱) داخلی ۴۰۳ سرکار خانم باقری تماس حاصل فرمایید.