



یک چارچوب کنترل دسترسی برای

سامانه‌های بر پایه پایگاه داده

پیام محمودی نصر

دانشگاه مازندران، دانشکده مهندسی و فناوری، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

چکیده

حمله به پایگاه داده در یک سامانه نرم‌افزاری می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیر به همراه داشته باشد. این حمله ممکن است در اشکال متفاوتی مانند سرقت داده، جعل داده و یا نقض حریم خصوصی نمایان شود. گستردگی این حمله، با توجه به کاربرد داده ذخیره‌شده، می‌تواند منجر به ایجاد خسارت‌های جانی و مالی فراوانی حتی در سطح ملی شود. از آنجایی که کاربران قانونی نقش کلیدی در تأمین امنیت پایگاه داده دارند، یکی از تهدیدهای خطرناک پایگاه داده حمله کاربران قانونی است. این حمله هنگامی به وجود می‌آید که کاربر خودی با سوءاستفاده از مجوزهای قانونی تلاش برای استفاده غیرمجاز از داده‌ها داشته باشد. در این مقاله یک چارچوب کنترل دسترسی بر پایه کارایی برای کاهش تهدید کاربران خودی ارائه شده است. در این چارچوب سطح دسترسی کاربر به جدول پایگاه داده با توجه به مقدار کارایی وی و سطح حساسیت جدول تعیین می‌شود. مقدار کارایی کاربر در فواصل زمانی معین و یا هنگام تشخیص سوءاستفاده به‌روزرسانی می‌شود. نتایج شبیه‌سازی با به‌کارگیری داده‌های واقعی از یک سامانه اطلاعات بیمارستانی نشان می‌دهد که چارچوب پیشنهادی از کارایی مناسبی برخوردار است.

واژگان کلیدی: امنیت سایبری، پایگاه داده، تهدید خودی، دیده‌بانی، کنترل دسترسی.

An Access Control Framework for Database Systems

Payam Mahmoudi-Nasr

Department of Computer Engineering and Information Technology, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran

Abstract

The use of database-based systems has expanded to all kinds of software systems. The range of database usage can be expressed from critical infrastructures such as power systems to application software on mobile phones. In a database system, attacking data can cause severe damage. The attack may be carried out in various ways, such as data theft, damaging data, and privacy breach. According to the sensitivity of the stored data, database attack could lead to significant financial losses even at the national level. Since legitimate operator plays a key role in a database system, his/her threat is one of the most dangerous threats to the security and integrity of a database system. This type of cyber-attack occurs when an insider operator abuses his/her legal permissions in order to access unauthorized data. In this paper, a new performance-based access control framework has been presented which is able to reduce the potential of insider threat in the database system. In the proposed framework, the access permission of the operator to a database table is determined using his/her performance and the level of sensitivity of the table. The operator's past performance is also used to calculate his/her current performance value. In addition, if the operator makes an unintentional mistake, he/she is given the opportunity to compensate. The operator's performance is calculated based on his ability to use and not abuse the permissions. The value of the operator performance is updated at periodic intervals or when an abuse is detected. The sensitivity level of each permission is proportional to the type of request and the sensitivity level of the table for which the permission is assigned. Simulation results, using real dataset from a hospital information system, indicate that the proposed framework has effective performance for mitigating insider threats.

Keywords: Access control, cyber security, database system, insider threat.

* Corresponding author

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات

داده‌ها و به طبع آن پایگاه داده‌ها نقش عمده‌ای در زندگی امروز نوع بشر ایفا می‌کنند. این نقش به حدی پراهمیت است که کمتر برنامه کاربردی را می‌توان پیدا کرد که از پایگاه داده استفاده نکند. گستره به‌کارگیری سامانه‌های برپایه پایگاه داده در انواع سامانه‌های نرم‌افزاری؛ از زیرساخت‌های حیاتی مانند صنایع برق، نفت، گاز گرفته تا برنامه‌های کاربردی بر روی گوشی همراه؛ گواه بر جایگاه کلیدی پایگاه داده است.

حمله به یک پایگاه داده در یک سامانه نرم‌افزاری، با توجه به درجه محرمانگی داده‌های ذخیره‌شده در آن، ممکن است منجر به ایجاد خسارت‌های جبران‌ناپذیر شود [1] (برای نمونه حمله به سامانه‌های بانکی). از این روی تأمین امنیت سایبری سامانه‌های نرم‌افزاری بر پایه پایگاه داده نقش عمده‌ای در تأمین امنیت ملی هر کشوری خواهد داشت. این در حالی است که شاهد رشد روزافزون تعداد و انواع حملات سایبری بر روی سامانه‌های نرم‌افزاری هستیم.

یکی از تهدیدهای خطرناک در سامانه‌های نرم‌افزاری، تهدید کاربران خودی^۱ است. این تهدید زمانی به‌وجود می‌آید که کاربر قانونی، با سوءاستفاده از مجوزهایی که در اختیار دارد موجب ایجاد نتیجه‌ای غیرقانونی در سامانه می‌گردد. بنا بر گزارش [2] در سال ۲۰۱۳، حملات خودی سهم ۳۴٪ را در بین انواع حملات به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که جلوگیری و تشخیص حملات خودی نسبت به حملات بیگانه^۲ بسیار مشکل‌تر است [3].

یکی از انواع تهدیدهای خودی در یک سامانه نرم‌افزاری بر پایه پایگاه داده که از کنترل دسترسی نقش مینا^۳ برای دسترسی به داده‌ها استفاده می‌کند، سوءاستفاده از مجوزها برای دسترسی به داده‌های حساس است [4]. هنگامی که مدیر سامانه نقش یک کاربر را در سامانه تعیین می‌کند، مجوزهای دسترسی به داده‌ها برای وی فراهم می‌گردد. اما نکته دارای اهمیت از نظر امنیت سایبری آن است که تمامی کاربرانی که دارای یک نقش هستند دارای عملکرد و کارایی^۴ یکسان نمی‌باشند [5]. این اختلاف کارایی می‌تواند به دلایل گوناگونی باشد از جمله سطح تحصیلات، تجربه کاری، میزان علاقه، اختلاف

سنی،... و حتی تفاوت‌های شخصیتی. از آنجایی که تعداد نقش‌ها در یک سامانه نرم‌افزاری محدود است و مدیر سامانه نمی‌تواند با توجه به خصوصیات فردی هر کاربر نقش جدیدی برای وی تعریف کند؛ لذا همواره این اختلاف کارایی در بین کاربرانی که دارای یک نقش هستند وجود خواهد داشت. در چنین شرایطی این احتمال همواره وجود دارد که کاربر با کارایی کمتر با ارسال دستور قانونی اشتباه (غیرعمدی) وظایف خود را به‌درستی انجام ندهد و در پی دسترسی به برخی از داده‌های حساس باشد. همچنین، این در حالی است که امکان سوءاستفاده عمدی از مجوزها نیز برای دسترسی به داده‌های حساس همواره برای تمامی کاربران وجود دارد.

در این مقاله یک چارچوب کنترل دسترسی برپایه کارایی کاربر به‌منظور کاهش تهدیدهای خودی در سامانه‌های نرم‌افزاری بر پایه پایگاه داده ارائه شده است. در این چارچوب فرض بر آن است که با تعیین سطح کارایی کاربر در استفاده مجاز از منابع پایگاه داده، از میزان تهدیدهای خودی کاسته خواهد شد. بدین ترتیب که هرچه سطح کارایی کاربر بیشتر باشد اجازه به‌کارگیری مجوزهای دسترسی بیشتری (در محدوده نقشی که به وی اختصاص داده شده) برای وی فراهم می‌گردد. چنانچه کاربر با سوءاستفاده از مجوزها به داده‌های حساس دسترسی پیدا کند، چارچوب پیشنهادی متناسب با مقدار سوءاستفاده کاربر از دسترسی وی به مجوزهای قانونی در محدوده نقش اختصاص داده‌شده به وی جلوگیری به‌عمل می‌آورد. در این چارچوب برای هر یک از جداول پایگاه داده یک درجه حساسیت، به‌عنوان حد آستانه برای دسترسی به داده‌های آن جدول، محاسبه و تعیین می‌گردد. کاربر به شرطی به داده‌های یک جدول دسترسی خواهد داشت که سطح کارایی وی از سطح حساسیت جدول بیشتر باشد.

برای محاسبه درجه حساسیت جدول از ویژگی‌های آن، و برای محاسبه سطح کارایی کاربر، از میزان سوءاستفاده وی به‌عنوان یک مقدار منفی استفاده شده است. سطح کارایی کاربر در فواصل زمانی مشخص (به‌عنوان بازرسی) و یا درمواقع اضطراری (هنگام شناسایی سوءاستفاده)، به‌روزرسانی می‌شود. به‌اختصار نوآوری این مقاله عبارت است از:

۱- ارائه راه‌کاری کارآمد برای تعیین درجه حساسیت جداول در یک پایگاه داده.

¹ Insider threat

³ Outsider attack

⁴ Role Base Access Control (RBAC)

⁴ Performance

۲- ارائه روشی جدید برای محاسبه کارایی کاربر در یک سامانه نرم‌افزاری بر پایه پایگاه داده.

۳- ارائه یک چارچوب کنترل دسترسی برای کاهش تهدیدهای خودی در سامانه‌های نرم‌افزاری بر پایه پایگاه داده بر پایه سطح کارایی کاربر و درجه حساسیت منابع پایگاه داده. در این مقاله برای نخستین بار از مقدار کارایی کاربر و درجه حساسیت جداول برای تعیین مجوزهای دسترسی به جداول پایگاه داده استفاده شده است.

این مقاله به صورت زیر ادامه داده می‌شود. بخش دوم مقاله به مرور پژوهش‌های پیشین می‌پردازد. در بخش سوم بحث‌های مقدماتی شامل مدل کنترل دسترسی نقش مبنا و تهدیدهای خودی بررسی شده‌اند. چارچوب پیشنهادی برای کنترل دسترسی کاربر پایگاه داده در بخش چهارم ارائه می‌شود. بخش پنجم نحوه ارزیابی و نتایج شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. در بخش ششم نتایج حاصل از این مقاله آورده شده است.

۲- پژوهش‌های پیشین

ایوان هومولیک و همکاران در [6] پس از ارائه تعریفی دقیق از حملات خودی، انواع آن را از منظر محل حمله، علت حمله، زمان حمله، مورد حمله، و مهاجم مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها همچنین مجموعه داده‌های رایج برای استفاده در پژوهش‌های مربوط به حملات خودی را معرفی و مورد ارزیابی قرار داده و سپس مهاجمان را به لحاظ رفتاری، روان‌شناسی فردی، و روان‌شناسی اجتماعی مورد آنالیز و تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. لیو لیو و همکاران [7] مقاله‌ای مروری بر روی پژوهش‌هایی که تاکنون برای شناسایی و جلوگیری از تهدیدهای خودی انجام شده ارائه کرده‌اند. کیوجیانگ و همکاران در [8] روش‌های شناسایی تهدیدهای خودی را به پنج گروه دسته‌بندی کرده‌اند: (۱) مدل‌های بر پایه قصد و نیت، (۲) مدل‌های بر پایه رفتار کاربر، (۳) مدل‌های بر پایه رفتار نقش کاربر، (۴) مدل‌های بر پایه توانایی کاربر، و (۵) مدل‌های ترکیبی. از بین این پنج گروه تمرکز اصلی بر روی روش‌های مبتنی بر رفتار کاربر و نقش کاربر است. در روش مبتنی بر رفتار کاربر، ابتدا ویژگی‌های رفتار عادی کاربر شناسایی شده تا بدین وسیله هرگونه تخطی از رفتار عادی به عنوان تهدید شناسایی شود. برای نمونه پراتیک چاتوپاتریاک و همکاران در [9] یک روش بر پایه یادگیری ماشین برای شناسایی تهدیدهای خودی ارائه کرده‌اند. در

این روش ابتدا ویژگی‌های رفتاری کاربر با به کارگیری داده‌های موجود در فایل ثبت وقایع و الگوریتم‌های سری زمانی استخراج شده و سپس با به کارگیری شبکه‌های عصبی دسته‌بندی می‌شوند. نویسندگان در این مقاله نشان داده‌اند که روش پیشنهادی آنها می‌تواند نسبت به الگوریتم دسته‌بندی جنگل تصادفی بهتر عمل کند.

در مدل‌های بر پایه رفتار نقش کاربر، تلاش برای به دست آوردن الگوی رفتاری کاربرانی است که همگی دارای یک نقش هستند. بدین ترتیب هرگونه رفتاری خارج از الگوی گروهی به عنوان تهدید شناسایی می‌شود. پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده نسبت به الگوی قبلی از تعداد کمتری برخوردار است. بری مثال اسلام و همکاران [10] با به کارگیری مدل مارکوف مخفی روش برای شناسایی تهدیدهای خودی در پایگاه داده‌های رابطه‌ای ارائه کرده‌اند.

در روش‌های بر پایه قصد و نیت کاربر، درحقیقت به جای توجه به شخصیت کاربر به چرایی و علت درخواست کاربر توجه کرده می‌شود. عبدالعزیز المهادی و همکاران [11] روشی نقش مبنا بر پایه قصد و نیت کاربر برای جلوگیری از تهدیدهای خودی ارائه کرده‌اند. در این روش نیت کاربر با به کارگیری آنالیز سیگنال‌های مغزی و یک پایگاه دانش استخراج می‌شود. از آنجایی که شرایط آنالیز سیگنال‌های مغزی کاربر در همه شرایط امکان‌پذیر نیست؛ لذا روش پیشنهادی در موارد محدودی قابل استفاده است.

به کارگیری روش‌های کنترل دسترسی روشی مناسب برای جلوگیری از تهدیدهای خودی است. از این روی پژوهش‌های فراوانی برای به کارگیری مدل‌های کنترل دسترسی در زمینه‌های مختلف تاکنون انجام شده است. برای نمونه لوسیانو آرگنتو و همکاران یک مدل کنترل دسترسی تطبیقی در [12] ارائه کرده‌اند. این مدل قوانین کنترل دسترسی موجود در سامانه را (که بر پایه ویژگی‌های کاربران و منابع است) بر اساس الگوریتم‌های یادگیری ماشین پالایش می‌کند. امینی و همکاران [13] یک مدل کنترل دسترسی پویا با حفظ حریم خصوصی و قابلیت وکالت دسترسی در حوزه سلامت الکترونیک ارائه کرده‌اند. در این مدل موارد مختلفی از جمله دسترسی پزشک به پرونده بیمار با توجه به موقعیت فیزیکی وی، شرایط اضطراری و اعطای حقوق دسترسی موقتی به پزشک حاضر، حفظ حریم خصوصی بیمار، و اعطای وکالت دسترسی به پزشک دیگر مورد مطالعه قرار گرفته است. محمودی و همکاران [14] یک سامانه مدیریت دسترسی

۳-۲- تهدیدهای خودی

تهدیدهای هر سامانه‌های نرم‌افزاری را می‌توان به دو دسته تهدیدهای غیرخودی (بیگانه) و خودی (داخلی) تقسیم کرد. تهدیدهای غیرخودی توسط کاربران خارج از سامانه (مانند تهدید هکرها) و به‌طور غیرمجاز انجام می‌شود. تهدیدهای خودی با سوءاستفاده از مجوزهای قانونی و توسط کاربران داخل سامانه انجام می‌شود [18]. اگرچه ممکن است تعداد تهدیدهای خودی کمتر از تعداد تهدیدهای غیرخودی باشد اما میزان موفقیت و آسیب آن‌ها به مراتب جدی‌تر و بیشتر از تهدیدهای غیرخودی است [19]. این امر به دلیل آن است که کاربران خودی (۱) از سامانه‌های کامپیوتری و نرم‌افزاری سازمان خود دانش کافی دارند و (۲) از قوانین و چارچوب‌های امنیتی لحاظ شده در سازمان آگاهی دارند.

تهدیدهای داده‌های ذخیره‌شده در پایگاه داده یکی از انواع تهدیدهای خودی در سامانه‌های نرم‌افزاری است. این تهدید می‌تواند هنگامی رخ دهد که کاربر با سوءاستفاده از مجوزهای قانونی اقدام به ارسال یک دستور پایگاهی کرده، درحالی‌که دستور صادره شده خارج از دستورهای معمول وی (برپایه اطلاعات فایل ثبت تراکنش‌ها در پایگاه داده) برای انجام وظایف سازمانی است [20]. برای نمونه کاربری که اجازه بازیابی داده‌ها از یک جدول را دارد اقدام به درج داده‌های جدید در آن جدول می‌کند. این در حالی است که بر اساس فایل ثبت تراکنش‌ها درج داده‌ها در فهرست دستورهای ارسالی برای انجام وظایف قانونی نیست. در مثالی دیگر حالتی را فرض کنید که یک کاربر به داده‌های چند جدول دسترسی دارد. این کاربر ممکن است با به‌کارگیری دانشی که کسب کرده اقدام به تهیه گزارشی از ترکیب داده‌های چند جدول نماید که خارج از وظایف سازمانی وی است. بر این اساس تهدیدهای خودی در پایگاه داده را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- (۱) دسترسی به مقادیر ستون‌های غیرمجاز (خارج از وظایف سازمانی) از یک یا چند جدول.
- (۲) دسترسی به داده‌های ترکیبی از اتصال مجاز ستون‌های چند جدول.
- (۳) ارسال دستور پایگاهی خارج از وظایف سازمانی برای منابع پایگاهی.

۴- چارچوب کنترل دسترسی پیشنهادی

در این بخش یک چارچوب کنترل دسترسی بر پایه کارایی به‌منظور تعیین سطح دسترسی کاربر به منابع پایگاه داده

را برای کاهش حملات خودی که منجر به تهدیدهای عملیاتی در سامانه اسکادا می‌شوند، ارائه کرده‌اند. در این سامانه حقوق دسترسی کاربران خودی متناسب با عملکرد عملیاتی در شبکه قدرت تنظیم می‌شود. چنانچه کاربر با ارسال دستور اشتباه عمدی یا غیرعمدی منجر به ایجاد نتیجه اشتباه در شبکه شود، از دسترسی وی به تجهیزات شبکه کاسته می‌شود. مناچای و همکاران [15] یک مدل کنترل دسترسی بر پایه اعتماد در محاسبات فراگیر ارائه کرده‌اند. در این پژوهش نویسندگان مقدار اعتماد اپراتور را بر اساس پارامترهای مشخصات فردی، میزان تجربه، و توصیه نامه‌های اپراتور محاسبه کرده‌اند. از آنجایی که تنها میزان تجربیات اپراتور در طول زمان تغییر می‌کند؛ لذا پویایی مقدار اعتماد محاسبه‌شده تنها وابسته به مقدار تجربه اپراتور است و دو پارامتر دیگر به‌صورت ایستا عمل می‌کنند. باراکالدو و همکاران [16] یک چارچوب کنترل دسترسی مبتنی بر مدیریت ریسک و اعتماد اپراتور برای کاهش تهدیدهای خودی ارائه کرده‌اند. در این چارچوب برای هر یک از مجوزها و اپراتورها به‌ترتیب مقداری از ریسک و اعتماد محاسبه می‌شود. در ادامه هر اپراتور تنها نقشی را می‌تواند فعال کند که حد آستانه ریسک آن از اعتماد کاربر کمتر باشد. حد آستانه ریسک یک نقش از مجموع ریسک مجوزهای نقش محاسبه می‌شود. اگر کاربر بتواند برای دسترسی به مجوزها از نقش‌های متفاوتی استفاده کند، در این‌صورت نقشی که کمترین ریسک را دارد، برای وی انتخاب خواهد شد.

۳- پیش‌زمینه

۳-۱- کنترل دسترسی نقش مبنا

در مدل کنترل دسترسی نقش مبنا [17]، نقش‌ها به کاربران، و مجوزهای دسترسی به نقش‌ها نسبت داده می‌شوند. بدین ترتیب هر کاربر می‌تواند دارای چندین نقش و هر نقش می‌تواند شامل چندین مجوز باشد. هر کاربر می‌تواند در هر جلسه کاری^۱ تعدادی از نقش‌هایی که پیشتر به وی اختصاص داده شده را فعال نماید. در مدل کنترل دسترسی نقش مبنا، نقش‌ها می‌توانند به‌صورت سلسله‌مراتبی تعریف شوند. در این صورت نقش‌ها مجوزهای دسترسی را از یکدیگر ارث‌بری می‌کنند. در این مدل کاربران نمی‌توانند مجوزهای دسترسی خود را با صلاحدید خود به دیگران منتقل کنند.

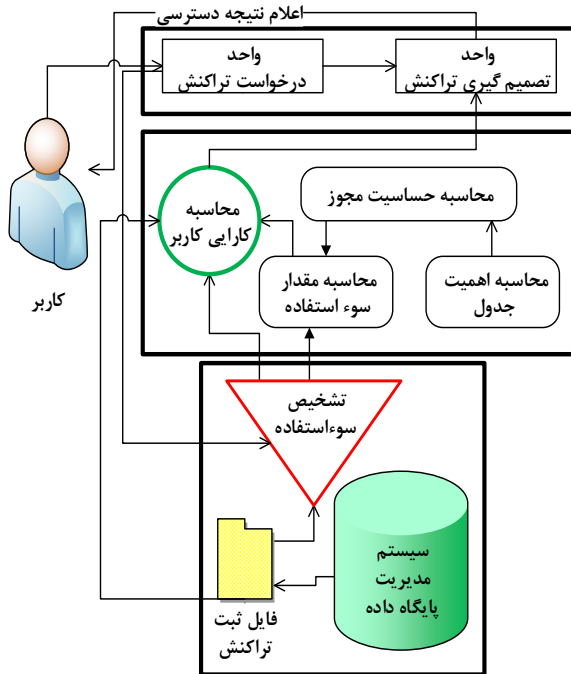
¹ Session

تعداد ستون‌های هیچ مقدار^۲ پذیر، و نرخ پویایی (جدول) برای تعیین سطح حساسیت جدول ارائه شده است. فرض کنید، مجموعه $\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ شامل ویژگی‌های جدول و $w_k^{Tab} \in [0,1]$ مقدار وزن ویژگی p_k و I تعداد جدول‌ها باشد. چنانچه $g_{ik} \in [0,1]$ امتیاز کسب‌شده جدول i ام برای ویژگی p_k باشد، سطح حساسیت یک جدول با به‌کارگیری رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$ST_i^{Abs} = \sum_{k=1}^K w_k^{Tab} g_{ik} \quad (1) \quad ST_i^{Max} = \max_{1 \leq i \leq I} ST_i^{Abs}$$

$$ST_i^{Rel} = \frac{ST_i^{Abs}}{ST_i^{Max}} \quad (3)$$

در این رابطه ST_i^{Rel} عبارت است از نسبت حساسیت کسب‌شده جدول i ام به حداکثر حساسیت کسب‌شده جدول‌ها در پایگاه داده.



شکل (۱): مدل کلی چارچوب پیشنهادی
(Figure 1): The proposed framework architecture.

۴-۲- تعیین سطح حساسیت مجوز

سطح حساسیت هر مجوز متناسب با نوع مجوز (بازیابی رکورد، حذف رکورد، به‌روزرسانی رکورد، ایجاد رکورد جدید) و سطح حساسیت جدولی است که مجوز برای آن تعیین می‌گردد. فرض کنید مجوزها به J نوع تقسیم‌شده باشند. چنانچه $w_j^{Per} \in [0,1]$ وزن مجوز j ام باشد سطح حساسیت مجوز j ام از جدول i ام به‌صورت زیر محاسبه خواهد شد.

جدول، دید^۱، رویه^۲ ارائه خواهد شد. هدف این چارچوب کاهش دسترسی کاربر مهاجم (سوءاستفاده عمدی و یا غیرعمدی) به منابع پایگاه داده بر اساس سطح اهمیت منابع است. در این چارچوب هنگامی کاربر مجوز دسترسی به یک منبع را دارد که میانگین مقدار کارایی وی در بازه‌های زمانی $(Perf_u \in [0,1])$ از سطح اهمیت منبع درخواستی $(ST_i^{Rel} \in [0,1])$ بیشتر باشد.

در این چارچوب پس از محاسبه کارایی کاربر در یک بازه زمانی O مقدار میانگین کارایی با توجه به سابقه وی محاسبه می‌گردد. چنانچه $Perf_u = 0$ باشد، کاربر از حداقل کارایی و هنگامی که $Perf_u = 1$ کاربر از بیشینه کارایی برخوردار است و می‌تواند به تمامی منابع در محدوده تحت مسئولیت خود دسترسی داشته‌باشد. فرض بر این است که منابع تحت مسئولیت کاربر درقبل توسط کاربر ارشد تعیین‌شده است. مقدار کارایی اولیه کاربر برابر با یک فرض شده‌است. بدین ترتیب کاربر به تمامی منابع تحت مسئولیت خود در ابتدا دسترسی دارد.

شکل (۱) ساختار چارچوب پیشنهادی را نشان می‌دهد. واحد محاسبه کارایی وظیفه تعیین مقدار کارایی کاربر را به عهده دارد. مقدار کارایی کاربر با توجه به سوءاستفاده کاربر از مجوزهای مجاز محاسبه می‌شود. واحد محاسبه حساسیت جدول وظیفه محاسبه اهمیت هر جدول را با توجه به ویژگی‌های جدول دارد. هرگاه واحد تشخیص سوءاستفاده یک سوءاستفاده از مجوزها را شناسایی کند، آن را به واحد محاسبه مقدار سوءاستفاده و واحد محاسبه کارایی اعلام کرده تا مقدار کارایی کاربر به‌روزرسانی شود. مقدار کارایی کاربر به‌تناوب در فواصل زمانی معین و یا هنگام تشخیص سوءاستفاده به‌روزرسانی می‌شود. واحد درخواست تراکنش، وظیفه دریافت درخواست کاربر به منابع پایگاه داده را داشته و آن را برای واحد تصمیم‌گیری تراکنش ارسال می‌کند. این واحد درخواست موردنظر را با توجه به مقدار کارایی کاربر و سطح دسترسی مورد تقاضا، بررسی و نتیجه را در غالب اجازه و یا عدم اجازه دسترسی به کاربر اعلام می‌کند. واحد محاسبه حساسیت مجوز وظیفه تعیین مقدار حساسیت مجوز را با توجه به نوع مجوز دارد. شکل (۲) روند اختصاص و تعیین مجوزهای کاربر را هنگام ورود به سامانه نمایش می‌دهد.

۴-۱- تعیین سطح حساسیت جدول

در این مقاله روشی جدید بر اساس ویژگی‌های جدول (مانند درجه محرمانگی داده‌ها، تعداد شاخص‌های جدول،

³ View

⁴ Procedure

² Null

$$SP_{ij} = ST_i^{Rel} \cdot w_j^{Per} \quad (4)$$

غیرعمدی سوءاستفاده‌ای تشخیص داده شده و در نتیجه از کارایی کاربر کاسته شده است، فرصت جبران (افزایش کارایی) به وی داده شود، (۲) علاوه بر کارایی جاری به سابقه کارایی کاربر نیز توجه شود.

در این چارچوب کارایی کاربر برپایه توانایی وی در استفاده مجاز از مجوزها و عدم سوءاستفاده از مجوزهای مجاز محاسبه می‌شود. در هر نوبت بازرسی از عملکرد کاربر، مجوزهای مجاز استفاده و سوءاستفاده شده کاربر مورد بررسی قرار می‌گیرند. فرض بر آن است که بازرسی‌ها در فواصل زمانی منظم و یا در مواقع اضطراری (هنگام تشخیص سوءاستفاده) انجام می‌شوند. فرض کنید در بازرسی O ، S_o^{Use} و S_o^{MisUse} به ترتیب مقدار استفاده و سوءاستفاده از مجوزها باشند، در این صورت مقدار کارایی کاربر با به کارگیری فرمول زیر محاسبه خواهد شد:

$$\begin{cases} Perf_o = 1 - \frac{S_o^{MisUse}}{S_o^{Use}} & , \text{if } S_o^{Use} \neq 0 \\ Perf_o = Perf_{o-1} & , \text{if } S_o^{Use} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

برای محاسبه S_o^{Use} ، مشابه رابطه (۵)، چنانچه مجوز $j \in [1, J]$ ام $i \in [1, I]$ مورد استفاده مجاز قرار گرفته باشد، به صورت زیر اقدام می‌کنیم.

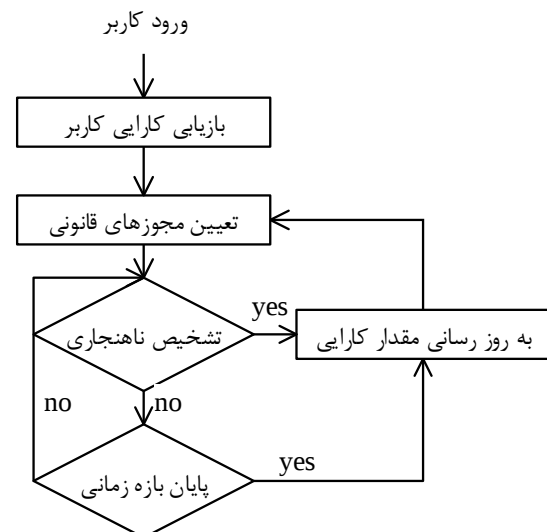
$$S_o^{Use} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J SP_{ij} \quad (7)$$

بدین ترتیب چنانچه کاربر در بازه زمانی O هیچ عملی انجام نداده باشد، مقدار کارایی وی بدون تغییر معادل کارایی $O-1$ باقی خواهد ماند، و در غیر این صورت چنانچه دارای سوءاستفاده نباشد، مقدار کارایی وی به مقدار بیشینه یعنی ۱ و در صورت سوءاستفاده به نسبت مقدار سوءاستفاده از مقدار ۱ کم خواهد شد.

به منظور در نظر گرفتن سابقه کارایی کاربر می‌توان از رابطه میانگین موزون متحرک نمایی^۱ [22] به صورت زیر استفاده کرد:

$$Perf_u = (1 - \beta) \cdot Perf_{u-1} + \beta \cdot Perf_o \quad (8)$$

در این رابطه $Perf_{u-1}$ میانگین وزنی کارایی‌های قبلی کاربر و $\beta \in [0, 1]$ ضریب کارایی جاری وی است. چنانچه در این رابطه از دو مقدار متفاوت برای β استفاده شود ($\beta_1 < \beta_2$)، در این صورت امکان جریمه کاربر هنگام مشاهده سوءاستفاده وجود خواهد داشت. بدین ترتیب چنانچه هنگام مشاهده سوءاستفاده از مقدار β_2 ، و در غیر این صورت از مقدار β_1 استفاده گردد،



شکل (۲): تعیین مجوزهای کاربر هنگام ورود به سامانه

(Figure 2): Privilege when logging into system e assignment

۴-۳- تشخیص سوءاستفاده

برای تشخیص سوءاستفاده ضروری است تا رفتار عادی کاربر هنگام به کارگیری جداول پایگاه داده تعیین شده و برپایه آن، هرگونه دسترسی غیرعادی به جداول به عنوان سوءاستفاده از داده‌ها به چارچوب پیشنهادی اعلام شود. جزئیات نحوه تعیین رفتار عادی کاربر و تشخیص سوءاستفاده، خارج از محدوده این مقاله است. برای این منظور می‌توان از روش‌های پیشنهادی در [20] و [21] استفاده کرد.

۴-۴- محاسبه مقدار سوءاستفاده

هرگونه عملیات غیرمجاز در پایگاه داده (که به عنوان سوءاستفاده در چارچوب تشخیص داده شده باشد)، شامل مجموعه‌ای از مجوزهای دسترسی است. بر این پایه چنانچه در بازه زمانی O (بازرسی دوره‌ای) مجوز $j \in [1, N]$ ام جدول $i \in [1, M]$ ام مورد سوءاستفاده قرار گرفته باشد، مجموع مقدار سوءاستفاده را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$S_o^{MisUse} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N SP_{ij} \quad (5)$$

۴-۵- محاسبه مقدار کارایی

در چارچوب پیشنهادی برای محاسبه مقدار کارایی راهکاری ارائه شده است تا (۱) چنانچه به علت اشتباه

¹ Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)

DName (not Null) (Index),
DDescription

```

}
VisitRecord {
    VID (Primary Key) (not Null) (Index),
    DID (Foreign Key) (not Null) (Index),
    PID (Foreign Key) (not Null) (Index),
    DDate (not Null) (Index),
    VTime
}
MedicalRecord {
    MID (Primary Key) (not Null) (Index),
    VID (Foreign Key) (not Null) (Index),
    DID (Foreign Key) (not Null) (Index)
}

```

جدول (۱) مقادیر در نظر گرفته شده برای تعیین درجه محرمانگی داده‌های هر جدول، جدول (۲) وزن در نظر گرفته شده برای مجوزهای پایگاهی (w_j^{Per})، و جدول (۳) ویژگی‌های در نظر گرفته شده جهت ارزش‌گذاری درجه حساسیت جداول را نشان می‌دهد. در جدول (۴) نحوه محاسبه درجه حساسیت جداول‌های شبیه‌سازی شده با به‌کارگیری ویژگی‌های جدول (۳) و روابطه (۱) تا (۳) نشان داده شده است.

فرض‌هایی که در انجام سناریوها در نظر گرفته شده عبارت‌اند از: (۱) فاصله زمانی بازرسی‌ها یک‌هفته در نظر گرفته شده است. (۲) مقدار پارامتر در نظر گرفته شده عبارت است از: $\beta = 0.125$.

جدول (۱): درجه محرمانگی داده‌ها در جدول

(Table 2): The confidentiality level of data

محرمانگی	سری (HH)	خیلی محرمانه (H)	محرمانه (L)	عادی (LL)
مقدار	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵

جدول (۲): وزن مجوزهای پایگاهی

(Table 3): The weighting coefficient for database commands

عنوان	Select	Update	Delete	Insert
w_j^{Per}	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱

جدول (۳): ویژگی‌های ارزش‌گذاری جهت تعیین درجه

حساسیت جدول

(Table 3): Weighting criteria to determine the sensitivity level of table

g_{ik}	معیار وزن دهی	توضیحات	w_k^{Tab}	p_k
۱	$\leq$ روزانه	نرخ پویایی	۰/۷۵	p_1
۰/۵	$<$ روزانه			
۱	خیلی زیاد (HH)	محرمانگی داده‌ها	۱	p_2
۰/۷۵	زیاد (H)			
۰/۵	کم (L)			
۰/۲۵	خیلی کم (LL)			
۱	همه ستون‌ها	تعداد ستون‌های	۰/۵	p_3
۰/۵	در غیر این صورت	هیچ مقدار پذیر		
۱	همه ستون‌ها	تعداد شاخص‌های	۰/۷۵	p_4

سرعت کاهش کارایی کاربر بیشتر از افزایش آن خواهد بود.

۴-۶- تصمیم‌گیری تراکنش

تصمیم‌گیری در مورد اجازه دسترسی کاربر به یک جدول بر اساس مقدار میانگین کارایی وی و سطح حساسیت جدول مورد تقاضا است. چنانچه مقدار کارایی کاربر بیشتر از سطح حساسیت جدول باشد، دسترسی مجاز شناخته شده و در غیر این صورت از دسترسی کاربر جلوگیری به عمل می‌آید.

تصمیم‌گیری در مورد دسترسی به یک دید و یا اجرای یک رویه برپایه مقدار میانگین کارایی کاربر متقاضی و سطح حساسیت جدول‌های مورد تقاضا بررسی می‌شود. از آنجایی که برای اجرای یک دید و یا رویه ممکن است، نیاز به دسترسی یک یا چند جدول باشد، ضروری است تا کاربر (۱) مجوز دسترسی به تمامی جداول مورد تقاضا را از پیش داشته و (۲) میانگین کارایی وی از سطح حساسیت هر یک از جداول مورد نیاز بیشتر باشد.

۵- راستی‌آزمایی و نتایج شبیه‌سازی

در این بخش به منظور آنالیز چارچوب پیشنهادی، دو سناریوی حمله (سوءاستفاده) و جبران سوءاستفاده از داده‌های پایگاه داده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج شبیه‌سازی و مجموعه داده استفاده شده برپایه یک سامانه اطلاعات بیمارستانی^۱ است. مجموعه داده مورد استفاده اطلاعات فایل ثبت تراکنش‌های سامانه مدیریت پایگاه داده MS SQL Server و شامل ۶۰۰۰ رکورد است. در این سامانه فرض بر آن است که دسترسی کاربران به جداول پایگاه داده بیشتر با به‌کارگیری مدل کنترل دسترسی RBAC مشخص شده است. بر این اساس موارد زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- نقش‌های سیستم: پزشک، پرستار
- جداول سیستم:

```

PatientRecord {
    PID (Primary Key) (not Null) (Index),
    PName (not Null) (Index),
    PJob (not Null),
    PPhone (not Null) (Index),
    PAddress (not Null),
    PGender (not Null),
    PDescription
}

```

```

StaffRecord {
    SID (Primary Key) (not Null),
    SName (not Null) (Index),
    SResidency (not Null)
}

```

```

DrugRecord {
    DID (primary Key) (not Null) (Index),

```

¹ Hospital Information System (HIS)

Where $vr.PID=pr.PID$ and $vr.SID=sr.SID$ and $vr.Vdate="dd/dd/dd"$

در این صورت مطابق محاسبات جدول (۶) مقدار کارایی وی به مقدار ۰/۷۵ کاهش می‌یابد و در نتیجه از دسترسی کاربر به جدول VisitRecord جلوگیری به عمل می‌آید.

جدول (۴): درجه حساسیت جدول‌ها

(Table 4): The sensitivity level of tables

جدول‌ها					عنوان
Medical Record	Visit Record	Drug Record	Staff Record	Patient Record	
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۷۵	p_1
۱	۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۷۵	p_2
۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	p_3
۰/۷۵	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	p_4
۳	۲/۴	۱/۳	۱/۵۵	۲/۱۵	جمع حساسیت
۱	۰/۸	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۷۲	حساسیت نسبی

جدول (۵): سطح حساسیت هر یک از مجوزهای پایگاهی

بر روی جدول‌ها

(Table 5): The sensitivity level for database commands

عنوان	جدول‌ها				
	Medical Record	Visit Record	Drug Record	Staff Record	Patient Record
Insert	۱	۰/۸	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۷۲
Delete	۱	۰/۸	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۷۲
Update	۰/۷۵	۰/۶	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۵۴
Select	۰/۷۵	۰/۶	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۵۴

جدول ۶: سناریوی حمله، کاهش مقدار کارایی در

بازرسی های مختلف

(Table 6): Attack scenario, Reduce of operator performance in two inspections

بازرسی (۱) - اولین سوءاستفاده					
عنوان	Patient Record	Staff Record	Drug Record	Visit Record	Medical Record
S_o^{MisUse}	۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۶	۰/۷۵
$Perf_o$	۰/۴۸				
$Perf_u$	۰/۹۳۵				

بازرسی (۲) - دومین سوءاستفاده					
عنوان	Patient Record	Staff Record	Drug Record	Visit Record	Medical Record
S_o^{MisUse}	۰/۵۴	۰/۳۹	۰	۰/۶	۰
$Perf_o$	۰/۵۳				
$Perf_u$	۰/۷۵				

۵-۲- سناریوی جبران حمله

در این سناریو فرض بر آن است که کاربری که در قبال به‌علت یک اشتباه غیرعمدی و کاهش مقدار کارایی، از

۵-۱- سناریوی حمله (سوءاستفاده)

به‌منظور آنکه نشان دهیم در سوءاستفاده‌هایی که توسط کاربران داخلی انجام می‌شود، چارچوب پیشنهادی چگونه قادر به شناسایی سوءاستفاده و کاهش دسترسی کاربر به جدول‌ها است، این سناریو مورد مطالعه قرار گرفته است. از آنجایی که شبیه‌سازی انجام‌شده فاقد سامانه تشخیص سوءاستفاده (در مقاله‌های دیگر به آن پرداخته شده است) است، مجموعه داده در نظر گرفته شده به نحوی تنظیم شده است که سوءاستفاده به آسانی شناسایی شود. در این سناریو کاربر پس از آنکه مقدار کارایی اولیه‌اش به میزان حداکثر فرض شده است $Perf_u = 1$ ، اقدام به یک سوءاستفاده می‌کند. جدول (۵) سطح حساسیت هر یک از مجوزهای پایگاه داده را با توجه به مقادیر جداول (۲) و (۴) و رابطه (۴) نشان می‌دهد. با توجه به فایل مجموعه داده که منطبق با داده‌های واقعی از یک سامانه بیمارستانی است، تعداد دفعات دسترسی انواع کاربران به جداول پایگاه داده مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین به‌منظور آنکه نتایج شبیه‌سازی به داده‌های واقعی نزدیک‌تر باشد در این سناریو فرض می‌شود که رفتار عادی کاربر با نقش پرستار برپایه، پنج نوبت ارسال دستور مجاز Insert در جدول MedicalRecord بوده است. گفتنی است که در داده‌های واقعی هیچ‌گونه داده‌ای در رابطه با حمله کاربر به پایگاه داده وجود ندارد؛ لذا در سناریوی شبیه‌سازی تنها رفتار عادی کاربر می‌تواند منطبق با داده واقعی در نظر گرفته شود. بر این اساس جدول (۶) محاسبات مربوط به حالتی را نشان می‌دهد که کاربر پرستار به‌منظور سوءاستفاده در نخستین اقدام دستور بازیابی زیر را صادر می‌کند:

```
Select Pname, Sname, Vdate
From MedicalRecord mr, VisitRecord vr,
StaffRecord sr, PatientRecord pr,
```

DrugRecord dr

Where $mr.VID=vr.VID$ and $vr.SID=sr.SID$ and $vr.PID=pr.PID$ and $mr.DID=dr.DID$

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، در این مرحله مقدار کارایی کاربر به مقدار ۰/۹۳۵ کاهش می‌یابد و در نتیجه از دسترسی کاربر به جدول MedicalRecord جلوگیری به‌عمل می‌آید. چنانچه در حمله‌ای دیگر کاربر با نقش پرستار اقدام به اجرای دستور زیر کند:

```
Select Pname, Sname
From PatientRecord pr, StaffRecord sr,
VisitRecord vr
```

پایگاه داده ارائه شده است. مقدار کارایی کاربر با توجه به کارایی وی در استفاده مجاز از مجوزها تعیین می‌شود. در این چارچوب، دسترسی کاربر به جدول‌ها با توجه به مقدار کارایی وی و سطح حساسیت جدول‌ها تعیین می‌شود؛ لذا چنانچه یک تهدید علیه داده‌های یکی از جدول‌ها صورت گیرد، از دسترسی کاربر به جدول‌های دیگر (متناسب با سطح حساسیت جدول‌ها) جلوگیری به عمل خواهد آمد.

به منظور ارزیابی روش پیشنهادی از مجموعه داده‌های واقعی در یک سامانه بیمارستانی، شامل ۶۰۰۰ رکورد استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی بر روی این داده‌ها نشان می‌دهد که روش پیشنهادی قادر است، تا در صورت مشاهده رفتارهایی که منجر به سوءاستفاده از منابع پایگاه داده می‌شود، از حقوق دسترسی کاربر به نحوی بکاهد که منجر به سوء استفاده‌های بیشتر وی نشود. در مقابل کاربر می‌تواند با رفتارهای منطبق با حقوق دسترسی اعطایی منجر به افزایش کارایی و در نتیجه بازایی حقوق از دست رفته‌اش شود.

با توجه به آنکه مدل ارزیابی شده فاقد سامانه تشخیص سوءاستفاده است، به عنوان کارهای آینده ارائه یک روش برای شناسایی و مدل سازی رفتار کاربر با پایگاه داده در حالت عادی و تشخیص رفتارهای منجر به سوء به کارگیری پایگاه داده مورد توجه قرار گرفته است.

7- Refrence

۷- مراجع

- [1] S. Dhal and V. Bhuwan, "Cryptanalysis and improvement of a cloud based login and authentication protocol, " in *2018 4th International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT)*, 2018: IEEE, pp. 1-6.
- [2] H. Bao, R. Lu, B. Li, and R. Deng, "BLITHE: Behavior rule-based insider threat detection for smart grid, " *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 190-205, 2016.
- [3] C.-C. Sun, A. Hahn, and C.-C. Liu, "Cyber security of a power grid: State-of-the-art," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 99, pp. 45-56, 2018.
- [4] P. A. Legg, O. Buckley, M. Goldsmith, and S. Creese, "Automated insider threat detection system using user and role-based profile assessment, " *IEEE Systems Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 503-512, 2017.
- [5] I. Agrafiotis, P. A. Legg, M. Goldsmith, and S. Creese, "Towards a User and Role-based Sequential Behavioural Analysis Tool for Insider Threat Detection, " *J. Internet Serv. Inf. Secur.*, vol. 4, no. 4, pp. 127-137, 2014.
- [6] I. Homoliak, F. Toffalini, J. Guarnizo, Y. Elovici, and M. Ochoa, "Insight into Insiders: A

دسترسی وی کاسته شده، هم‌اکنون در پی جبران و افزایش کارایی و در نتیجه رسیدن به مجوزهای قانونی قبل از اشتباه است. این سناریو نشان می‌دهد که چنانچه کاربر با استفاده مجاز از مجوزها سعی در جبران سوءاستفاده‌های پیشین کند، چارچوب پیشنهادی قادر است تا مقدار کارایی و در نتیجه تعداد جدول‌های تحت کنترل او را در محدوده نقش تعیین شده برای وی افزایش دهد. این سناریو هنگامی اتفاق می‌افتد که سوءاستفاده از داده‌ها به طور غیرعمدی اتفاق افتاده و کاربر در اسرع وقت اقدام مقتضی برای افزایش کارایی و دسترسی‌های مجاز را انجام دهد. بر این اساس سناریو به نحوی تنظیم شده است که دستورهای کاربر تنها در حوزه دسترسی‌های مجاز اختصاص داده شده به وی بوده و لذا مقدار کارایی وی در بازرسی انجام شده افزایش یافته است. جدول (۷) تغییر مقدار کارایی کاربر در دو بازرسی مختلف را نشان می‌دهد. در این سناریو فرض شده که به علت یک سوءاستفاده غیرعمدی مقدار کارایی کاربر پیشتر به مقدار ۰/۷۵ کاهش پیدا کرده است. جدول (۷) نشان می‌دهد که در پایان بازرسی نخست مقدار سوءاستفاده کاربر صفر بوده و در نتیجه مقدار کارایی وی به ۰/۷۸ افزایش یافته است. در این مرحله با توجه به مقدار حساسیت جدول‌ها همچنان محدوده دسترسی کاربر بدون تغییر باقی می‌ماند. در ادامه و در بازرسی دوم مقدار کارایی به مقدار ۰/۸ افزایش می‌یابد. بدین ترتیب در پایان بازرسی دوم اجازه دسترسی به جدول VisitRecord برای کاربر فراهم می‌شود.

جدول ۷: سناریوی جبران حمله، افزایش مقدار کارایی کاربر

(Table 7): Control scenario, Increase of operator performance in two inspections

بازرسی (۱)					
عنوان	Patient Record	Staff Record	Drug Record	Visit Record	Medical Record
S_o^{MisUse}	.	.	.	.	.
$Perf_o$	۱				
$Perf_u$	۰/۷۸				

بازرسی (۲)					
عنوان	Patient Record	Staff Record	Drug Record	Visit Record	Medical Record
S_o^{MisUse}	.	.	.	.	.
$Perf_o$	۱				
$Perf_u$	۰/۸				

۶- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

در این مقاله یک چارچوب کنترل دسترسی بر پایه کارایی برای کاهش تهدیدهای کاربر خودی در یک سامانه بر پایه

[۱۹] محمودی نصر پیام، یزدیان ورجانی علی. یک سامانه مدیریت دسترسی برای کاهش تهدیدهای عملیاتی در سامانه اسکادا. پردازش علائم و داده‌ها ۱۳۹۶؛ ۱۴ (۴): ۱۸-۳

- [20] C. Y. Chung, M. Gertz, and K. Levitt, "Demids: A misuse detection system for database systems," in *Integrity and Internal Control in Information Systems*: Springer, 2000, pp. 159-178.
- [21] E. Bertino, E. Terzi, A. Kamra, and A. Vakali, "Intrusion detection in RBAC-administered databases," in *Computer security applications conference, 21st annual*, 2005: IEEE, pp. 10 pp.-182.
- [22] D. C. Montgomery, *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons (New York), 2009.



پیام محمودی نصر تحصیلات
خود را در مقاطع کارشناسی و
کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر
به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۳ و
۱۳۷۵ از دانشگاه صنعتی
امیرکبیر و در مقطع دکترای

مهندسی قدرت در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه تربیت مدرس
به پایان رسانده و هم‌اکنون استادیار دانشکده مهندسی
کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه مازندران است.
زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان عبارتند از:
امنیت شبکه‌های صنعتی و کامپیوتری، امنیت داده‌ها و
شبکه‌های کامپیوتری.

نشانه رایانامه ایشان عبارت است از:

P.mahmoudi@umz.ac.ir

- Survey of Insider Threat Taxonomies, Analysis, Modeling, and Countermeasures, " *arXiv preprint arXiv:1805.01612*, 2018.
- [7] L. Liu, O. De Vel, Q.-L. Han, J. Zhang, and Y. Xiang, "Detecting and Preventing Cyber Insider Threats: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 20, no. 2, pp. 1397-1417, 2018.
- [8] Q. Lv, Y. Wang, L. Wang, and D. Wang, "Towards a User and Role-Based Behavior Analysis Method for Insider Threat Detection," in *2018 International Conference on Network Infrastructure and Digital Content (IC-NIDC)*, 2018: IEEE, pp. 6-10.
- [9] P. Chattopadhyay, L. Wang, and Y.-P. Tan, "Scenario-Based Insider Threat Detection From Cyber Activities," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 5, no. 3, pp. 660-675, 2018.
- [10] M. S. Islam, M. Kuzu, and M. Kantarcioglu, "A dynamic approach to detect anomalous queries on relational databases," in *Proceedings of the 5th ACM Conference on Data and Application Security and Privacy*, 2015: ACM, pp. 245-252.
- [11] A. Almeahmadi and K. El-Khatib, "On the possibility of insider threat prevention using intent-based access control (IBAC)," *IEEE Systems Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 373-384, 2017.
- [12] L. Argento, A. Margheri, F. Paci, V. Sassone, and N. Zannone, "Towards adaptive access control," 2018.
- [13] F. Ghofrani and M. Amini, "Privacy Preserving Dynamic Access Control Model with Access Delegation for eHealth," *Signal and Data Processing*, vol. 17, no. 3, pp. 109-140, 2020.
- [14] P. Mahmoudi Nasr and A. Yazdian Varjani, "An Access Management System to Mitigate Operational Threats in SCADA System," *Signal and Data Processing*, vol. 14, no. 4, pp. 3-18, 2018.
- [15] M. Toahchoodee, R. Abdunabi, I. Ray, and I. Ray, "A trust-based access control model for pervasive computing applications," in *IFIP Annual Conference on Data and Applications Security and Privacy*, 2009: Springer, pp. 307-314.
- [16] N. Baracaldo and J. Joshi, "An adaptive risk management and access control framework to mitigate insider threats," *Computers & Security*, vol. 39, pp. 237-254, 2013.
- [17] R. S. Sandhu, E. J. Coyne, H. L. Feinstein, and C. E. Youman, "Role-based access control models," *Computer*, vol. 29, no. 2, pp. 38-47, 1996.
- [18] M. Collins, "Common sense guide to mitigating insider threats," CERT Division, Technical Note, 2016.
- [19] P. Mahmoudi-Nasr, A. Yazdian Varjani, "An Access Management System to Mitigate Operational Threats in SCADA System," *JSDP* 2018; 14 (4) :3-18.