فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۸، شماره ۱۱۱، زمستان ۱۴۰۴(جلد سوم)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)
شماره ۱۱۱ / زمستان ۱۴۰۴ (جلد سوم)/ صص ۱۶۴-۱۷۸

بررسی استفاده از قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین در سیستم کنترل داخلی شرکتی

بهزاد خادم زاده
دانشجوی دکتری حسابداری، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، ایران.
Behzad.khademzadeh1998@gmail.com

چکیده
بلاکچین یکی از نوآوری‌های فنی متحول‌کننده در الگوهای محاسباتی اخیر است. بسیاری از برنامه‌های کاربردی که در حال حاضر به سختی و پیچیدگی شناخته می‌شوند، با بهره‌گیری از بلاکچین و قراردادهای هوشمند، بهبود بخشیده می‌شوند. یکی از حوزه‌هایی که بلاکچین می تواند در آن موثر باشد، حوزه کنترل داخلی شرکت‌ها است. در این پژوهش با بررسی تاثیر قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین بر سیستم کنترل داخلی با توجه به پژوهش‌های انجام شده و ویژگی‌های بلاکچین، مشخص شده است که قراردادهای هوشمند بلاکچینی ابزاری مناسب برای استفاده در راستای افزایش دقت سیستم‌های کنترل داخلی است، چراکه شفافیت و دقت از ویژگی‌های ذاتی فناوری بلاکچین است. همچنین شرکت در راستای استقرار بلاکچین با چالش‌هایی همچون هزینه زیاد و تخصص خاص در زبان برنامه نویسی بستر بلاکچین موجه هستند.

کلمات کلیدی: بلاکچین، قرارداد هوشمند، کنترل داخلی.

مقدمه
ظهور فناوری‌های جدید و تحول‌آفرین به شکل ارتباطات جدید و متعدد، ریسک‌هایی را به همراه دارد (پاپچف[1] و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین ارتباطات جدید، قابلیت همکاری و انتقال داده‌ها را تضمین می‌کنند و می‌توانند مدل‌های تجاری کاملاً جدیدی را توسعه دهند (فیلیپووا[2]، ۲۰۱۸). یکی از حوزه‌هایی که در آن پیشرفت‌های قابل توجهی ایجاد شده است، حوزه مربوط به سیستم کنترل داخلی شرکت‌ها است. در سال‌های اخیر با ظهور فناوری بلاکچین، شکل جدیدی از ارتباطات و انتقال داده‌ها ایجاد شد، که برای درک بیشتر از این نوع انتقال داده باید با مفهوم بلاکچین آشنا شد. بلاکچین یک دفتر کل غیرمتمرکز، توزیع‌شده و تغییرناپذیر بوده و از جمله ویژگی‌های مهم مرتبط با بلاکچین می‌توان به تمرکززدایی، تغییرناپذیری و پیوندی رمزنگاری شده اشاره نمود.

تمرکززدایی

[1] Popchev, Radeva and Velichkova
[2] Filipova

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

تمرکززدایی بلاکچین، اختیار انجام یک درخواست را به مشارکت‌کنندگان شبکه واگذار می‌کند. این یکی از ویژگی‌های متمایز بلاکچین است که افزونگی را در مقایسه با سیستم‌های متمرکز که توسط یک شخص ثالث مورد اعتماد اداره می‌شوند، تضمین می‌کند. تمرکززدایی، در دسترس بودن خدمات را تضمین می‌کند، خطر عدم اجرای درخواست را کاهش می‌دهد و در نهایت اعتماد به خدمات را با در دسترس بودن تضمین‌شده بهبود می‌بخشد.

تغییرناپذیری

سوابق تراکنش‌ها در دفتر کل، که بین گره‌ها توزیع می‌شوند، دائمی و تغییرناپذیر هستند. تغییرناپذیری یکی از ویژگی‌های متمایز بلاکچین از سیستم‌های پایگاه داده متمرکز است که برای یکپارچگی داده‌ها در دفتر کل به سطح بعدی ارتقا می‌یابد.

پیوند رمزنگاری

پیوند رمزنگاری بین هر رکورد مرتب شده به ترتیب زمانی و بلوک، زنجیره یکپارچگی را در کل بلاکچین ایجاد می‌کند. امضای دیجیتال، یکپارچگی هر رکورد را با استفاده از تکنیک‌های هشینگ و رمزنگاری کلید نامتقارن تأیید می‌کند. تغییر بلوک یا رکورد تراکنش، یکپارچگی را نقض کرده و در نهایت رکورد و بلوک را نامعتبر می‌کند. علاوه بر این، ارزهای دیجیتال امکان پرداخت‌های همتا به همتا را فراهم می‌کنند و زمینه مالی را که به عنوان اولین نسل بلاکچین در جهان برجسته شده است، گسترش می‌دهند.

صرف نظر از اینکه سیستم بلاکچین در کجای فرآیند کسب‌وکارها قرار دارد، پلتفرم بلاکچین منابع فنی و مالی مورد نیاز یک شرکت برای استقرار بلاکچین‌ها را تعیین می‌کند (پائولسون و برادی[1]، ۲۰۲۲). همچنین، اگرچه پیاده‌سازی‌های بلاکچین توانایی کاهش یا حتی حذف برخی از آسیب‌پذیری‌های کنترل داخلی فعلی را دارند و می‌توانند برای افزایش کنترل‌های موجود مورد استفاده قرار گیرند، اما در غیاب بهترین شیوه‌های تثبیت‌شده، ممکن است خطرات جدیدی نیز ایجاد کنند (فارکین و دلیو، ۲۰۲۰).

در این پژوهش به بررسی کاربرد قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین در سیستم کنترل داخلی با توجه به کاربردها و ویژگی‌های ذاتی بلاکچین و همچنین پژوهش‌های انجام شده پرداخته است.

مطالعات انجام شده در حوزه بلاکچین و کنترل داخلی

بلاکچین

فناوری بلاکچین برای پیگیری، پردازش و ثبت تراکنش‌های مالی استفاده می‌شود .در نتیجه، به دنبال وجود سیستم بلاکچین سیستم کنترل داخلی می‌تواند تغییر کند و شکل جدیدی به خود بگیرد .به لطف فناوری بلاکچین، متخصصان حوزه مدیریتی در لحظه به اطلاعات ایمن دسترسی دارند. پنج جزء اصلی فلسفه عملیاتی بلاکچین به صورت خلاصه شامل درخواست، اطلاع‌رسانی، تأیید، درج و انتشار است. در واقع، همه چیز با درخواست کاربر برای افزودن یک تراکنش به بلاکچین آغاز می‌شود .این تراکنش با هشدار دادن به همه کاربران، برای عموم قابل مشاهده است. در طول فرآیند تأیید، کاربران تراکنش‌ها را بررسی می‌کنند. سپس در بلوک‌ها دسته‌بندی می‌شوند و بلوک‌های دسته‌بندی شده به طور دائم در بلاکچین بارگذاری می‌شوند.

قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین و اهمیت آنها

[1] Paulsson and Brady

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

قراردادهای هوشمند، برنامه‌های خوداجرا هستند که شرایط و ضوابط یک توافق یا قرارداد خاص را با استفاده از کدهای نرم‌افزاری و زیرساخت‌های محاسباتی اعمال می‌کنند. بوترین[1] و همکارانش (۲۰۱۴)، مفهوم قرارداد هوشمند را با تأکید بر ویژگی‌های کلیدی آن، با اولین استقرار در صنعت مالی، مطرح کردند. قراردادهای هوشمند، امتدادی از استفاده از دفتر کل توزیع‌شده هستند و به عنوان برنامه‌های غیرمتمرکز در شبکه بلاکچین عمل می‌کند. این برنامه تغییرناپذیر است و این تغییرناپذیری به صورت رمزنگاری تأیید می‌شود تا اعتماد به برنامه تضمین شود. ویژگی‌های کلیدی قراردادهای هوشمند، اجرای همتا به همتا بدون دخالت شخص ثالث متمرکز و دسترسی به خدمات بدون هیچ وابستگی متمرکز است. بیشتر قراردادهای هوشمند، اجرای توافقات قراردادی را با شفافیت ذاتی و مقاومت در برابر تقلب تسهیل می‌کنند و ویژگی‌های متمایز قراردادهای هوشمند، آنها را کاربردی می‌کند. در راستای قراردادهای هوشمند تحقیقات زیادی در صنعت و همچنین دانشگاه‌ها به منظور بررسی نقاط قوت و کاربرد قراردادهای هوشمند در حوزه‌های مختلف کاربردی انجام شده است و علاوه بر این، پیشرفت‌های جنبه‌های فنی به شدت بر تنظیم دقیق قراردادهای هوشمند برای افزایش سازگاری قراردادهای هوشمند متمرکز شده‌اند.

در ارتباط با قراردادهای هوشمند، وانگ و همکاران[2] (۲۰۱۸)، مروری جامع بر قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین ارائه دادند که چالش‌های برجسته در قراردادهای هوشمند را به همراه روندهای آینده مشخص کرد. رایت و همکاران[3] (۲۰۱۵)، نیز مزایا و معایب فناوری غیرمتمرکز نوظهور و الزام آن به گسترش زیرمجموعه جدیدی از قانون به نام لکس‌کریپتوگرافیا[4] را ارائه داد و بر الزام تنظیم شرکت‌های مبتنی بر قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین تحت نظریه حقوقی تأکید کرد. اودوکو و همکاران[5] (۲۰۱۸)، مروری سیستماتیک بر مطالعات قبلی مانند چارچوب‌ها، شبیه‌سازی‌ها، روش‌ها و نمونه‌های اولیه کاری ارائه دادند که کاربرد قراردادهای هوشمند در شرکت را همراه با پیش‌بینی‌های اصلی قراردادهای هوشمند در شرکت از جمله ایجاد اعتماد نشان می‌داد. سیجاس و همکاران[6] (۲۰۱۶)، مروری سطح بالا بر زبان‌های اسکریپت‌نویسی مورد استفاده در ارزهای دیجیتال موجود و پلتفرم‌های قرارداد هوشمند از جمله اتریوم، بیت‌کوین ارائه دادند و نقاط قوت و ضعف آنها را بیان کردند. آگراوال و همکاران[7] (۲۰۱۹)، یک تحلیل جامع و عمیق در زمینه جامعه هوشمند با یک تحلیل تطبیقی با بررسی‌های موجود ارائه دادند. ووست و گراوایس[8] (۲۰۱۸)، به طور انتقادی قابلیت کاربرد بلاکچین را برای یک سناریوی کاربردی خاص تجزیه و تحلیل کردند و یک روش ساختاریافته برای تعیین راه‌حل‌های فنی مرتبط پیشنهاد دادند و آن را با برخی از کاربردهای مهم دنیای واقعی ارزیابی کردند. کلاک و همکاران[9] (۲۰۱۶)، چشم‌انداز طراحی قالب‌های بالقوه برای ذخیره‌سازی و انتقال توافق‌نامه‌های حقوقی هوشمند در ارتباط با فناوری بلاکچین را به طور خاص برای زمینه خدمات مالی بررسی کردند. چن و همکاران[10] (۲۰۱۷)، اجرای قرارداد هوشمند را بر روی یک شبکه غیرمتمرکز بر روی یک چارچوب مبتنی بر عامل مدل‌سازی کردند و مفاهیم جدیدی از جمله جریمه‌ها و مشوق‌ها را به مدل مبتنی بر عامل معرفی کردند. ژو و همکارانش[11] (۲۰۱۷)، یک روش طبقه‌بندی پیشنهاد کردند و سیستم‌های مبتنی بر بلاکچین و بلاکچین را برای کمک به طراحی و ارزیابی تأثیر آنها بر معماری نرم‌افزار مقایسه

[1] Buterin
[2] Wang, Yuan, Wang, Li, Qin and Wang
[3] Wright and De Filippi
[4] Lex Cryptographia
[5] Udokwu, Kormiltsyn, Thangalimodzi and Norta
[6] Seijas, Thompson and McAdams
[7] Aggarwal, Chaudhary, Aujla, Kumar, Choo and Zomaya
[8] Wust and Gervais
[9] Clack, Bakshi and Braine
[10] Chen, Xu, Shah, Gao, Lu and Shi
[11] Xu, Weber, Staples, Zhu, Bosch, Bass, Pautasso and Rimba

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

کردند. مارینو و ژولس[1] (۲۰۱۶)، مجموعه‌ای از استانداردها را توسعه دادند که قراردادهای هوشمند را قادر به تغییر یا لغو قرارداد منعقد شده می‌کرد و اهمیت آن را با اعمال بر روی پلتفرم قراردادهای هوشمند اتریوم بیان کردند. نورتا و همکارانش (۲۰۱۶)، مشکلات موجود مرتبط با قراردادهای کلاسیک غیرقابل خواندن توسط ماشین را که کاملاً مبتنی بر اعتماد هستند، نشان دادند. ماکرینیچی و همکاران[2] (۲۰۱۸)، مشکلات و راه‌حل‌های مربوطه را در یک دیدگاه وسیع‌تر همراه با روندهای تحقیقاتی مرتبط با زمینه قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین ارائه دادند و بر وضعیت نابالغ قراردادهای هوشمند تأکید کردند. همچنین پژوهشگران متعددی امنیت، حریم خصوصی، مقیاس‌پذیری و قابلیت برنامه‌ریزی قراردادهای هوشمند را که در تحقیقات قبلی بسیار مورد توجه قرار گرفته بود، به تفصیل شرح دادند؛ به عنوان مثال، ژنگ و همکاران[3] (۲۰۱۸)، بررسی در مورد چالش‌ها و فرصت‌ها در بلاکچین ارائه دادند. هی و همکاران[4] (۲۰۱۷)، (۲۰۱۷)، بررسی در مورد فناوری بلاکچین و چشم‌انداز کاربرد آن ارائه دادند. سانکار و همکاران[5] (۲۰۱۷)، بر تجزیه و تحلیل پروتکل‌های اجماع پیشنهادی با امکان‌سنجی و کارایی آنها در ویژگی‌هایی که برای تسهیل پلتفرم‌های مهم بلاکچین تمرکز کردند.

از ویژگی‌های مهم و مرتبط با قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین می‌توان به حذف شخص ثالث مورد اعتماد، مقاومت در برابر تقلب، شفافیت، اجرای خودکار و دقت اشاره نمود.

حذف شخص ثالث مورد اعتماد

بلاکچین قادر به همکاری با گره‌های غیرمتمرکز است. قراردادهای هوشمند، اجرای خودکار را در شرایط از پیش تعریف‌شده امکان‌پذیر می‌کنند. اینها ویژگی‌های کلیدی برای رفع اکثر محدودیت‌های مربوط به برنامه‌های متمرکز هستند. عدم تمرکز، نقطه شکست واحد را از بین می‌برد که این موضوع دسترسی مداوم به خدمات را تضمین می‌کند.

مقاومت در برابر تقلب

یکپارچگی هر تراکنش و بلوک در دفتر کل توزیع‌شده با امضاهای دیجیتال تأیید می‌شود. مقاومت در برابر تقلب یک ویژگی متمایز کلیدی است که ارزش بلاکچین را افزایش می‌دهد.

شفافیت

شفافیت تراکنش یکی دیگر از مزایای مهم قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین است و دفتر کل بلاکچین و منطق قرارداد هوشمند برای همه طرفین در اکوسیستم بلاکچین قابل مشاهده است.

اجرای خودکار

حالت فعال‌سازی را می‌توان با توافق همه طرفین در شبکه بلاکچین در قرارداد هوشمند تعریف کرد. این حالت می‌تواند هر شرطی مانند کاهش بودجه، رسیدن یک گره به یک موقعیت جغرافیایی خاص یا دریافت وجه توسط سیستم باشد. ویژگی مهم این است که اجراخودکار است و بدون دخالت شخص ثالث متمرکز، بر اساس شرط همتا فعال می‌شود.

دقت

شرایط برنامه‌ریزی‌شده در قراردادهای هوشمند تغییرناپذیر هستند و قبل از استقرار در گره‌های شبکه بلاکچین تأیید می‌شوند و پس از برآورده شدن شرط، اجرا به صورت خودکار انجام می‌شود، که در این راستا قرارداد با دقت زیاد و بدون هیچ خطای انسانی یا خطای دیگری در اجرا تضمین می‌شود.

---

[1] Marino and Juels
[2] Macrinici, Cartofeanu and Gao
[3] Zheng, Xie, Dai and Chen
[4] He, Yu, Zhang and Bao
[5] Sankar, Sindhu and Sethumadhavan

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پلتفرم‌های مختلف قرارداد هوشمند و کاربردهای آنها

قراردادهای هوشمند می‌توانند قوانین کسب‌وکار را به برنامه‌های کامپیوتری تبدیل کنند و در این راستا پلتفرم‌های مختلف قرارداد هوشمند برای پاسخگویی به نیازهای خاص در هر صنعت توسعه یافته‌اند. هر پلتفرم قرارداد هوشمند شامل مجموعه‌ای از ویژگی‌های خاص است که برای کاربرد خاص در نظر گرفته شده‌اند. در این پژوهش به صورت خاص به پلتفرم اتریوم که یکی از کاربردی‌ترین پلتفرم‌های مبتنی بر بلاکچین می‌باشد، اشاره شده است.

اتریوم

اتریوم به عنوان یک پلتفرم محاسباتی توزیع‌شده تعریف می‌شود که از شبکه‌ای از رایانه‌ها تشکیل شده است که به صورت غیرمتمرکز، خودگردان و دموکراتیک عمل می‌کنند و اتریوم عمدتاً برای کاربردهایی که نیاز به توکن‌سازی دارند، توسعه داده شده است. پلتفرم اتریوم قراردادهای هوشمند را اجرا می‌کند و برنامه‌های غیرمتمرکزی را که دی‌اپ[1] نامیده می‌شوند، مستقر می‌کند. رابط کاربری می‌تواند به عنوان یک برنامه وب با رابط کاربری مرتبط به عنوان یک قرارداد هوشمند سالیدیتی[2] مستقر شود.

مزایا پلتفرم اتریوم

• سیستم متن‌باز: نهاد حاکم بر اتریوم برای کدهای منبع هزینه‌ای دریافت نمی‌کند و کدهای منبع به‌صورت عمومی در دسترس هستند و برای مشارکت توسعه‌دهندگان در سراسر جهان باز هستند.

• یک جامعه توسعه‌دهنده جهانی در مشارکت: جامعه عظیمی از توسعه‌دهندگان در تکامل اتریوم مشارکت دارند و مسائل و بهبودهایی که رخ می‌دهد را می‌توان به‌طور عمومی با مشارکت توسعه‌دهندگان مختلف در سراسر جهان مدیریت کرد.

• در دسترس بودن در حالت خصوصی و عمومی: کوروم[3] حالت خصوصی بلاکچین اتریوم است. کاربران قابلیت تصمیم‌گیری در مورد حالت عملیاتی بلاکچین را طبق نیازهای خود دارند.

• در دسترس بودن ارز دیجیتال مرتبط با پلتفرم اتریوم: ارز دیجیتال اتریوم که براساس پلتفرم اتریوم است برای تجارت و همچنین ایجاد انگیزه برای اعضا طبق نیازهای مختلف در دسترس است.

معایب پلتفرم اتریوم

• هزینه‌های سربار ذخیره‌سازی دفتر کل عمومی: انتظار می‌رود دفتر کل عمومی هنگامی که یک گره نیاز به اتصال به شبکه دارد، دانلود شود. با این حال، فضای ذخیره‌سازی به‌طور مداوم در حال رشد است که باعث ایجاد برخی هزینه‌های سربار در فضای ذخیره‌سازی برای گره‌ها می‌شود.

• زمان تأیید تراکنش: زمان تأیید تراکنش از ثانیه تا دقیقه متغیر است که با الزامات پردازش تراکنش در لحظه مطابقت ندارد. به عنوان مثال، پرداخت‌های خرد با استفاده از اتریوم به دلیل زمان تراکنش به سختی پذیرفته می‌شوند. البته به تازگی سرعت تراکنش در پلتفرم اتریوم بهبود بسیار زیادی داشته است.

• هزینه تراکنش: سربار محاسباتی اجرای قرارداد هوشمند که به عنوان هزینه سوخت تعیین می‌شود، زیاد است. هزینه سوخت در نهایت هزینه‌های مالی را برای اعضای شبکه ایجاد می‌کند.

• پشتیبانی از زبان برنامه‌نویسی واحد: زبان برنامه‌نویسی قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین به سالیدیتی محدود می‌شود که عمدتاً شبیه جاوا اسکریپت است. این زبان برنامه‌نویسی واحد، متخصصان سایر زبان‌های برنامه‌نویسی را محدود می‌کند.

---

[1] dApp
[2] solidity
[3] Quorum

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

• محدودیت‌های ادغام: پشتیبانی از ادغام اتریوم هنوز با زمینه‌های کاربردی مختلف مانند اینترنت اشیا تکامل نیافته است.

کاربرد قراردادهای هوشمند

حوزه‌های کاربردی کلیدی و نقش قراردادهای هوشمند در این بخش ارائه شده است.

کاربردهای مالی

ماهیت خوداجرا، تغییرناپذیر و توزیع‌شده قراردادهای هوشمند، صنعت مالی را در چند بُعد با حل بسیاری از مسائل موجود، متحول می‌کند. قراردادهای هوشمند تضمین می‌کنند که عملیات تعریف‌شده در یک وضعیت خاص از سیستم اجرا شود و بدون هیچ خطایی اجرا شود. مزایای رقابتی قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای شرکت‌های مالی در ووچنگو و همکاران[1] (۲۰۱۷)، مطرح شده است.

مدیریت ارز

ارز یکی از مهمترین عناصر در صنعت مالی است. ارزهایی که توسط یک پول قانونی اعلام می‌شوند و توسط یک بانک مرکزی ملی کنترل می‌شوند، ارزهای فیات نامیده می‌شوند. دلار آمریکا و یورو نمونه‌های شناخته شده‌ای از این ارزها هستند.

استفاده از ارزهای فیات هزینه‌های سربار زیادی مانند ذخیره‌سازی و حمل و نقل با سطح بالایی از امنیت را برای ذینفعان به همراه دارد. از دیدگاه مصرف‌کننده، ارتباط متمرکز با بانک مرکزی در قالب ارز فیات، قدرت مالی هر فرد را در معرض دید دولت قرار می‌دهد. دولت یا بانک نیز می‌توانند بدون رضایت مصرف‌کننده، یک تراکنش انجام شده را لغو کنند.

علاوه بر این، سرقت هویت با ارزهای فیات به یک مسئله مهم در دنیای مالی امروز تبدیل شده است. اطلاعات حساب ذخیره شده در سیستم‌های متمرکز در تمام شرکت‌های پرداخت پیشرو اطلاعات هویتی مانند ارزش تأیید کارت[2]، کارت‌های اعتباری را در برابر هکرهای متخصص دامنه آسیب‌پذیر کرده است. حواله‌های بین‌المللی با ارز فیات نیز عمدتاً به صورت آنی انجام نمی‌شوند و مشمول کمیسیون‌های بانک‌های مداخله‌گر هستند. ارز دیجیتال یک نوآوری انقلابی در سال‌های اخیر است که برای حل اکثر این مسائل فوق‌الذکر ارائه شده است. ارز دیجیتال که با فناوری بلاکچین پشتیبانی می‌شود، یک دارایی دیجیتال است که با تکنیک‌های رمزنگاری ایمن شده و با قراردادهای هوشمند قابل اجرا است. از آنجایی که ارز دیجیتال یک دارایی "دیجیتال" است، برخلاف ارز فیات، امنیت فیزیکی قوی لازم نیست. در رابطه با ارزهای دیجیتال می‌توان به بیت‌کوین که توسط ساتوشی ناکاموتو معرفی شد و اولین ارز دیجیتال موفق در جهان است، اشاره کرد (ناکوموتو[3]، ۲۰۰۹). اگرچه بیت‌کوین مستقیماً از قراردادهای هوشمند پشتیبانی نمی‌کند، اما محققانی همچون لند و همکاران[4] (۲۰۱۸)، رویکردهای مختلفی را برای گنجاندن قراردادهای هوشمند دنبال می‌کنند. اتریوم یکی دیگر از نوآوری‌های برجسته ارزهای دیجیتال است. اتریوم نه تنها پلتفرمی است که یک محیط محاسباتی مجازی به نام ماشین مجازی اتریوم را فراهم می‌کند، بلکه زبان برنامه‌نویسی کامل تورینگ را نیز برای نوشتن قراردادهای هوشمند جهت اجرا در بلاکچین ارائه می‌دهد.

خدمات مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی

[1] Vovchenko, Andreeva, Orobinskiy and Filippov
[2] Card verification value (CVV)
[3] Nakamoto
[4] Lande, Zunino and SoK

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

تحقیق و توسعه در حوزه مراقبت‌های بهداشتی، امید به زندگی را افزایش داده است. در نتیجه، تعداد سالمندان در جهان که به مراقبت‌های پزشکی دوره‌ای نیاز دارند، به تدریج در حال افزایش است. طرح‌های بیمه‌ای جدید مانند ثبت نام در قانون مراقبت‌های مقرون به صرفه در ایالات متحده، تعداد بیمارانی را که به دنبال داروهای پیشگیرانه هستند و قبلاً به دلیل محدودیت‌های مالی تمایلی به مراقبت‌های پزشکی نداشتند، افزایش داده است. این دلایل، حجم بیماران را در چند دهه گذشته به طور قابل توجهی افزایش داده است. مدیریت چنین حجم بی‌سابقه‌ای از داده‌های بیمار به صورت دستی، فرآیندی طاقت‌فرسا است و هزینه‌های اداری قابل توجهی را متحمل می‌شوند و مستعد خطاهای انسانی حیاتی هستند. تحول دیجیتال، این مسائل مرتبط با فرآیند دستی را که در معرض مجموعه‌ای از تهدیدات امنیتی داده‌ها قرار دارند، از بین می‌برد. اگر این سیستم‌های اطلاعاتی با عملیات داروهای تجویزی ادغام شوند، پیچیدگی و نیاز امنیتی اکوسیستم به شدت افزایش خواهد یافت. بنابراین، ادغام قراردادهای هوشمند در اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی در ابعاد مختلف به طور قابل توجهی مؤثر خواهد بود. در همین راستا، کاندرلی و همکاران[1] (۲۰۲۰)، فرصت‌های موجود در مراقبت‌های بهداشتی را با تجزیه و تحلیل علم‌سنجی بررسی کردند. مک‌گین و همکاران[2] (۲۰۱۹)، نیز بررسی جامعی در مورد چالش‌ها و فرصت‌های تحقیقاتی در زمینه بلاکچین در زمینه مراقبت‌های بهداشتی ارائه دادند.

مدیریت اطلاعات سلامت

مؤسسات پزشکی مدرن عمدتاً با تکنیک‌های اتوماسیون برای مدیریت حجم بی‌شماری از بیماران توانمند شده‌اند. ادغام اینترنت اشیا دامنه وسیع‌تری از جمله درمان‌های از راه دور و نظارت بلادرنگ را در بر می‌گیرد. این سیستم‌ها حجم عظیمی از داده‌های بیمار را تولید می‌کنند که محرمانه و حیاتی هستند. اما اکثر سیستم‌ها در برخی کشورها با استانداردهای بین‌المللی مانند قانون حمل و نقل و حریم خصوصی بیمه سلامت مطابقت ندارند. برخی از سیستم‌ها هنوز هم سختگیرانه هستند و ممکن است نیاز به برخی کارهای اداری داشته باشند. سیستم اطلاعات سلامت باید حریم خصوصی و یکپارچگی داده‌ها و همچنین در دسترس بودن آنها را تضمین کند. این خدمات در زمینه سلامت نسبت به سایر صنایع ضروری هستند زیرا اطلاعات پزشکی از دارایی‌های ارزشمند زندگی هستند. فناوری بلاکچین و قراردادهای هوشمند را می‌توان برای فعال کردن سیستم‌های مدیریت اطلاعات سلامت برای تضمین حریم خصوصی، یکپارچگی و کنترل دسترسی به منظور دستیابی به انطباق با مقررات همراه با تجربه بهبود یافته بیمار به کار برد.

مدیریت هویت و کنترل دسترسی

مدیریت هویت و کنترل دسترسی از خدمات ضروری در هر شرکتی هستند. سیستم‌های مدیریت هویت کلاسیک عمدتاً متمرکز و با سخت‌افزارهای گران‌قیمتی مانند کارت‌های هوشمند و ماژول‌های امنیتی سخت‌افزاری مرتبط هستند. سیستم‌های متمرکز، ریسک نقطه شکست واحد را افزایش می‌دهند و به رویه‌های پشتیبان‌گیری، بازیابی و مدیریت بحران قوی نیاز دارند.

فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده، نسل بعدی سیستم‌های مدیریت هویت و کنترل دسترسی خواهند بود. سیستم‌های کنترل دسترسی مبتنی بر قراردادهای هوشمند، دقت، دسترسی بالا و تحمل خطا را تضمین می‌کنند.

املاک و مستغلات

[1] Candereli, Burmaoglu, Kidak and Gungor
[2] McGhin, Choo, Liu and He

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

صنعت املاک و مستغلات تجاری متشکل از انواع مختلف معاملات مانند اجاره، رهن و خرید با طبقات دارایی مختلف از جمله املاک تجاری، خانه، زمین و غیره می‌باشد. شرکت‌های دولتی مانند شرکت ثبت اسناد و املاک کشور، تمام اطلاعات مربوط به مالکیت املاک و مستغلات، اجاره و غیره را مدیریت می‌کنند و انتقال مالکیت و معاملات اجاره با دخالت تعداد کمی از اشخاص ثالث مورد اعتماد انجام می‌شود. چنین عملیاتی که به صورت دستی انجام می‌شود، در معرض خطاهای انسانی، خطرات دستکاری داده‌ها و زمان پردازش طولانی قرار دارد. قراردادهای هوشمند راه‌حل نسل بعدی خواهند بود که با امنیت افزایش یافته و زمان پردازش بهینه، صنعت معاملات املاک و مستغلات را به طرز چشمگیری متحول خواهند کرد.

دولت الکترونیک/قانون

تبدیل خدمات دولتی و اجرای قانون به حالت الکترونیکی توجه اکثر کشورها از جمله اروپا، آسیا و بسیاری از مناطق دیگر را به خود جلب کرده است. ذینفعان از خدمات الکترونیکی دولت، ویژگی‌های مختلفی را پیش‌بینی می‌کنند، که این ویژگی‌ها شامل اعتماد، دقت و بهبود کارایی و همچنین رضایت کاربر می‌شود. افزایش جمعیت و پیچیدگی نیازهای انسانی، نیاز به اتوماسیون برای مقابله با حجم عظیم تقاضا را افزایش داده است. صرف نظر از نوع خدمات، راه‌حل‌های دولت الکترونیک، داده‌های شخصی شهروندان را مدیریت کرده و در مقابل دسترسی بدون وقفه به خدمات نیز مورد انتظار ذینفعان است. قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین یکی از امیدوارکننده‌ترین راه‌حل‌ها با ویژگی‌های قابل توجه برای خدمات دولت الکترونیک و همچنین اجرای قانون هستند.

اینترنت اشیا

اینترنت اشیا یکی از مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی در تاریخ اخیر شبکه‌های کامپیوتری است، و پیش‌بینی می‌شود که میلیاردها دستگاه در صنایع آینده به هم متصل شوند، و در این راستا بسیاری از الزامات جدید در ابعاد مختلف برای تسهیل اینترنت اشیا شناسایی شده‌اند. علاوه بر این، بهبود امنیت نیز چالش برانگیز است. الزام به اشتراک‌گذاری منابع مستقل، یکی از ویژگی‌های کلیدی سیستم‌های مستقل نسل بعدی خواهد بود. قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین با ماهیت خودکار و غیرمتمرکز داخلی خود، بسیاری از این چالش‌ها را در سیستم‌های اینترنت اشیا آینده برطرف خواهند کرد و قراردادهای هوشمند می‌توانند برای برآورده کردن بسیاری از الزامات امنیتی در این زمینه اعمال شوند. فوتیو و پولیزاس[1] (۲۰۱۸)، فرصت‌ها و چالش‌های قراردادهای هوشمند را برای اینترنت اشیا نشان دادند.

خدمات مخابراتی

صنعت مخابرات تقریباً در تمام کشورهای جهان نقش حیاتی ایفا می‌کند. با افزایش مشتریان، پیچیدگی خدمات نیز بیشتر شده است و برای پاسخگویی به تقاضاهای فعلی و آینده، زیرساخت شبکه و ماژول‌های نرم‌افزاری نیاز به ارتقاء دارند.
قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین، صنعت مخابرات را در ابعاد مختلف تقویت می‌کنند و افزایش اعتماد و اجرای مستقل قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین، امنیت و همچنین مقیاس‌پذیری را تضمین می‌کند که از الزامات اجباری در سیستم‌های مخابراتی مدرن است.

چالش‌ها و راه‌حل‌های فنی در قراردادهای هوشمند

[1] Fotiou and Polyzos

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

در نهایت، قراردادهای هوشمند شامل برنامه‌ها و الگوریتم‌های کامپیوتری هستند. مسائل مربوط به برنامه‌های کامپیوتری و همچنین چرخه عمر توسعه نرم‌افزار کلاسیک برای قراردادهای هوشمند قابل اجرا هستند. در این رابطه روش‌های اعتبارسنجی که برای ارزیابی برنامه‌ها و الگوریتم‌های کامپیوتری قابل اجرا هستند، برای قراردادهای هوشمند نیز قابل اجرا خواهند بود.

تأیید و اعتبارسنجی برای حل مسائل مربوط به صحت

رفتار انحرافی از مشخصات عملکردی قراردادهای هوشمند، یک مشکل مهم در برنامه‌های قرارداد هوشمند خواهد بود. تأیید رسمی یک برنامه کامپیوتری، عملکرد برنامه خاص را مطابق با رفتار رسمی برای ورودی‌های تعریف شده بررسی می‌کند و صحت آن را اثبات می‌کند. فرآیند تأیید رسمی می‌تواند در دو سطح زبان و سطح بایت‌کد انجام شده و از آزمایش واحد و حتی اعمال توابع ریاضی پیچیده و تکنیک‌های بی‌شماری در این زمینه استفاده شود. لازم به ذکر است که تأیید رسمی قرارداد هوشمند با ویژگی‌های عملیاتی آن برجسته است.

همچنین قراردادهای هوشمند پس از استقرار تغییرناپذیر هستند و علاوه بر این، قراردادهای هوشمند ممکن است مقادیر مالی را در برنامه‌های مختلف نگه دارند و برای هر کسی قابل دسترسی باشد. بنابراین، تأیید رسمی در زمینه قراردادهای هوشمند بسیار مهم است.

آسیب‌پذیری‌های امنیتی و تکنیک‌های پیشگیری

آسیب‌پذیری‌های امنیتی، سیستم‌ها را در معرض خطرات مختلفی قرار می‌دهند. از آنجایی که سیستم‌های بلاکچین برای برنامه‌های مربوطه بر اساس برنامه‌های کامپیوتری ساخته شده‌اند، انتظار می‌رود نقص‌های امنیتی رایج در سیستم‌های کامپیوتری برای عملکرد ایمن سیستم‌ها بررسی و برطرف شوند. عملیات استقرار مجدد پس از رفع آسیب‌پذیری‌های امنیتی، با چرخه عمر استقرار نرم‌افزار سنتی متفاوت است و به دلیل هزینه‌های سربار زیادی که دارند، چالش‌برانگیز می‌باشد. به خصوص، هنگامی که یک برنامه خاص با یک شبکه بلاکچین عمومی ادغام می‌شود، اصلاح یک نقص، عملیاتی پرهزینه خواهد بود. با این حال، فناوری‌های مختلفی به موازات تکامل بلاکچین برای یافتن آسیب‌پذیری‌های نرم‌افزاری قراردادهای هوشمند ظهور کرده‌اند.

اشکالات نرم‌افزاری و تست نرم‌افزار

تست نرم‌افزار یک عمل ضروری در مهندسی نرم‌افزار است. تکنیک‌ها و ابزارهای مختلفی در بازار برای شناسایی اشکالات نرم‌افزاری و ارزیابی کیفیت وجود دارد. با این حال، برخی تحقیقات برای توسعه ابزارها و تکنیک‌هایی برای تضمین کیفیت قراردادهای هوشمند به طور خاص انجام شده است. لیائو و همکاران[1] (۲۰۱۷)، یک چارچوب توسعه رفتارمحور برای قراردادهای هوشمند اتریوم ارائه داده تا هزینه‌های سربار آزمایش کاهش پیدا کنند و فرآیند رفع اشکال راحت‌تر باشد. همچنین دلمولینو و همکاران[2] (۲۰۱۶)، برخی از بینش‌های مهم را از آموزش برنامه‌نویسی قرارداد هوشمند به دانشجویان کارشناسی در دانشگاه مریلند مستند کردند.

کنترل داخلی

[1] Liao, Cheng, Chen, Lai, Chiu and Wu-Lee
[2] Delmolino, Arnett, Kosba, Miller and Shi

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

در فرآیند حسابرسی، حسابرسان ملزم به ارزیابی کنترل داخلی شرکتی هستند (ایزدپور و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از اهداف سیستم کنترل داخلی، استفاده اثربخش و کارآمد از منابع موجود در شرکت برای دستیابی به اهداف، بهبود فرایندها و در نهایت ایجاد شفافیت است (تحریری و محمدحسن حسن‌زاده، ۱۴۰۱). علاوه بر این، وجود سیستم کنترل داخلی مناسب، احتمال دستکاری سود را کاهش داده و موجب شفافیت در پاسخگویی‌های مالی می‌شود (جامعی و همکاران، ۱۳۹۵؛ ابابکر، ۲۰۱۷).

چارچوب‌های کنترل داخلی

با توجه به پژوهش‌های انجام شده، باید میان فرایند استقرار، اجرا و ارزیابی سیستم کنترل داخلی تمایز قائل شد. در راستای سیستم کنترل داخلی، سه چارچوب مهم در پژوهش‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفته شده است:

- ✓ چارچوب کوزو در ایالت متحده آمریکا
- ✓ چارچوب ترنبال در انگلستان
- ✓ چارچوب کوکو در کانادا

به طور خاص چارچوب کوزو پنج جز و ۱۷ اصل است که در ادامه به صورت مختصری به اجزای آن اشاره شده است.

۱) محیط کنترلی: استانداردها و رویه‌هایی است که به عنوان مبنایی برای استقرار سیستم کنترل داخلی در تمام شرکت مورد استفاده قرار می گیرند. پنج اصل مربوط به محیط کنترلی به صورت خلاصه عبارتند از:

- ✓ شرکت
- ✓ هیئت مدیره
- ✓ مدیریت با نظارت هیئت مدیره
- ✓ شرکت متعهد به جذب
- ✓ شرکت افراد پاسخگو

۲) ارزیابی ریسک: شامل فرآیندهایی برای شناسایی و ارزیابی و تحلیل خطراتی است که شرکت را در جهت رسیدن به اهداف تهدید می کند، که شامل چهار اصل است که به صورت خلاصه عبارت است از:

- ✓ تعیین اهداف با توجه به توانایی شناخت و ارزیابی خطرات توسط شرکت
- ✓ شناسایی و تحلیل خطرهای پیش رو شرکت در راستای رسیدن به اهداف
- ✓ در نظر گرفتن تقلب‌های بالقوه توسط شرکت در راستای ارزیابی ریسک
- ✓ شناسایی و ارزیابی موارد تاثیرگذار بر سیستم کنترل داخلی شرکت

۳) فعالیت‌های کنترلی: شامل فعالیت‌هایی است که توسط سیاست‌ها و رویه‌های شرکت در راستای ایجاد اطمینان از این موضوع است که دستورهای مدیریت منجر به کاهش خطرات دستیابی به اهداف می‌شود و شامل سه اصل است که به صورت خلاصه عبارت است از:

- ✓ انتخاب و توسعه فعالیت‌های مورد نیاز توسط شرکت برای کاهش خطرهای دستیابی به اهداف
- ✓ انتخاب فعالیت‌های کنترلی توسط شرکت با توجه به فناوری‌های موجود در راستای دستیابی به اهداف
- ✓ استقرار فعالیت‌های کنترلی توسط شرکت از طریق تدوین سیاست‌ها و رویه‌های گوناگون

۴) اطلاعات و ارتباطات: شامل اطلاعات است که برای انجام مسئولیت‌های مرتبط با کنترل داخلی لازم است و شامل سه اصل است که به صورت خلاصه عبارت است از:

- ✓ بدست آوردن یا ایجاد اطلاعات کیفی مورد نیاز توسط شرکت برای کمک به اجرای سیستم کنترل داخلی

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

- ✓ برقرارسازی ارتباطات داخلی اطلاعات شامل اهداف و مسئولیت‌های مربوط به کنترل داخلی در جهت حمایت از اجرای فرآیندهای کنترل داخلی
- ✓ برقرارسازی ارتباط با افراد برون شرکتی توسط شرکت با درنظرگرفتن موارد تاثیرگذار بر سیستم کنترل داخلی

۵) فعالیت‌های نظارتی: شامل ارزیابی‌های لحظه ای یا جداگانه در جهت بررسی استقرار پنج بخش کنترل داخلی که شامل دو اصل است که به صورت خلاصه عبارت است از:

- ✓ انتخاب، توسعه و اجرای ارزیابی‌های مستمر یا جداگانه توسط شرکت در جهت حصول اطمینان از وجود اجزای مربوط به کنترل داخلی
- ✓ شناسایی و اطلاع رسانی ضعف‌های سیستم کنترل داخلی به افراد مربوطه

قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین و کنترل داخلی

سیستم کنترل داخلی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم و بنیادی در حاکمیت شرکتی، با هدف ایجاد اطمینان معقول از قابلیت اتکای گزارشگری مالی، اثربخشی و کارایی عملیات و رعایت قوانین و مقررات طراحی و اجرا می‌شود. پیشرفت‌های مربوط به فناوری اطلاعات همواره تأثیر بسزایی بر نحوه طراحی و اجرای این مؤلفه‌ها داشته‌اند و در این میان، فناوری بلاکچین و قراردادهای هوشمند به‌عنوان یکی از نوآورانه‌ترین تحولات دیجیتال، ظرفیت قابل‌توجهی برای بازتعریف سازوکارهای کنترل داخلی ایجاد کرده‌اند. بلاکچین به‌عنوان یک دفتر کل توزیع‌شده، غیرمتمرکز و تغییرناپذیر، امکان ثبت و نگهداری تراکنش‌ها را به‌گونه‌ای فراهم می‌سازد که دستکاری یا حذف داده‌های ثبت‌شده عملاً بسیار دشوار است؛ و این ویژگی با هدف اساسی کنترل داخلی، یعنی حفظ یکپارچگی و قابلیت اتکای اطلاعات، کاملا هم‌راستا است. در این بستر، قراردادهای هوشمند که به‌صورت کدهای برنامه‌نویسی‌شده بر روی بستر بلاکچین اجرا می‌شوند، قادرند قواعد، رویه‌ها و محدودیت‌های کنترلی را به‌شکل خودکار و بدون نیاز به مداخله انسانی اعمال کنند. در سیستم‌های سنتی، اجرای کنترل‌ها غالباً به نیروی انسانی وابسته بوده و در معرض خطا یا تقلب قرار دارد؛ در حالیکه قراردادهای هوشمند با اجرای خودکار شروط از پیش تعریف‌شده، امکان اعمال کنترل‌های پیشگیرانه را فراهم می‌آورند. این موضوع موجب انتقال تمرکز سیستم کنترل داخلی از کنترل‌های کشف‌کننده به کنترل‌های پیشگیرانه می‌شود که معمولاً از سطح اثربخشی بالاتری برخوردارند. علاوه بر این، قراردادهای هوشمند می‌توانند در کاهش عدم تقارن اطلاعاتی و ریسک نمایندگی نقش مؤثری ایفا کنند. بر اساس نظریه نمایندگی، یکی از چالش‌های اساسی شرکت‌ها، تضاد منافع و نبود شفافیت کافی میان مدیران و ذی‌نفعان است. شفافیت ذاتی بلاکچین در کنار اجرای خودکار قراردادهای هوشمند، امکان نظارت مستمر و قابلیت رهگیری بر تراکنش‌ها را فراهم ساخته و فرصت‌های رفتار فرصت‌طلبانه را کاهش می‌دهد. با وجود این مزایا، اثربخشی قراردادهای هوشمند در حوزه کنترل داخلی، به طراحی مناسب، انطباق با الزامات قانونی و وجود چارچوب‌های کنترلی مکمل وابسته است. به بیان دیگر، قراردادهای هوشمند صرفاً ابزارهایی فناورانه محسوب می‌شوند و نمی‌توانند جایگزینی کامل برای قضاوت حرفه‌ای، اخلاق شرکتی و نظارت انسانی شوند.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی گسترده‌ای از کاربردهای قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین در سیستم‌های کنترل داخلی پرداخته است.

بخش قابل توجهی از مطالعات بررسی‌شده تأکید دارند که ویژگی‌های ذاتی بلاکچین، از جمله تمرکززدایی، مقاومت در برابر تقلب، شفافیت، اجرای خودکار و دقت، قادر است بسیاری از کاستی‌های کنترل‌های داخلی سنتی، به‌ویژه در حوزه

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

ثبت، پردازش و گزارشگری اطلاعات مالی، را کاهش داده و در نتیجه، ریسک دستکاری داده‌ها، تقلب و بروز خطاهای عمدی یا غیرعمدی به‌طور قابل ملاحظه‌ای محدود می‌شود. بنابراین یافته‌های حاصل از این مطالعه مروری نشان می‌دهد که به‌کارگیری فناوری بلاکچین و قراردادهای هوشمند می‌تواند اثرات معناداری بر ارتقای کارایی و اثربخشی سیستم‌های کنترل داخلی داشته باشد.

از سوی دیگر، استفاده از بلاکچین موجب افزایش شفافیت و قابلیت اتکای اطلاعات می‌شود. به عبارت دیگر، ثبت دائمی، غیرقابل تغییر و قابل رهگیری تراکنش‌ها در دفاتر کل توزیع‌شده، امکان نظارت مستمر و بلادرنگ را برای مدیران، حسابرسان داخلی و سایر ذی‌نفعان فراهم می‌کند. این قابلیت می‌تواند نقش حسابرسی داخلی را از رویکردهای سنتی مبتنی بر نمونه‌گیری، به سمت نظارت پیوسته، تحلیلی و مبتنی بر داده‌های کامل سوق داده و در نهایت به ارتقای کیفیت سیستم کنترل داخلی بینجامد.

با این وجود، آثار مثبت بلاکچین و قراردادهای هوشمند بر کنترل داخلی مطلق و بدون چالش نیست. از جمله مهم‌ترین این چالش‌ها می‌توان به پیچیدگی فرآیند پیاده‌سازی، هزینه‌های اولیه بالا، کمبود دانش و مهارت‌های تخصصی در شرکت‌ها و عدم انطباق کامل استانداردها و مقررات حسابداری و کنترلی با فناوری‌های نوین اشاره کرد که همگی می‌توانند اثربخشی مورد انتظار از این فناوری را در عمل کاهش دهند. علاوه بر این، اتکای بیش از حد به قراردادهای هوشمند ممکن است ریسک‌های کنترلی جدیدی ایجاد کند. بروز خطا در طراحی کدها، ضعف در تعریف شروط کنترلی یا مواجهه با تهدیدات امنیتی و حملات سایبری می‌تواند پیامدهایی به همراه داشته باشد که اصلاح آن‌ها، به‌دلیل ماهیت تغییرناپذیر بلاکچین، با دشواری‌های جدی مواجه است. بنابراین، هرچند بلاکچین ظرفیت بالایی برای تقویت کنترل‌های داخلی دارد، اما نمی‌تواند جایگزین کامل قضاوت حرفه‌ای، نظارت انسانی و کنترل‌های مدیریتی شود.

در مجموع، بلاکچین و قراردادهای هوشمند فراتر از یک ابزار صرفاً فناورانه بوده و می‌توانند به‌عنوان رویکردی تحول‌آفرین در طراحی و استقرار سیستم‌های کنترل داخلی تلقی شوند. با این حال، بهره‌برداری کامل از مزایای این فناوری مستلزم بازنگری در ساختارهای کنترلی، توسعه دانش و مهارت‌های تخصصی نیروی انسانی و تدوین چارچوب‌های استاندارد و قانونی متناسب است. از این رو، به نظر می‌رسد مسیر آینده پژوهش در این حوزه باید بر مطالعات تجربی متمرکز بر تأثیر بلاکچین بر مؤلفه‌های مشخص کنترل داخلی و نقش حسابرسان در محیط‌های مبتنی بر فناوری‌های نوین تمرکز یابد.

پیشنهاداتی برای پژوهش‌ها و کاربردهای آتی قراردادهای هوشمند بلاکچینی

به طور خاص، قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین در طیف گسترده‌ای از حوزه‌های گوناگون و کاربردی نقش دارد؛ که در ادامه به ارائه پیشنهاداتی در جهت پژوهش‌های و کاربردهای آتی در رابطه با استفاده از قراردادهای هوشمند در حوزه‌های مالی، مراقبت‌های بهداشتی، دولت الکترونیک، اینترنت اشیا و مخابرات پرداخته شده است:

کاربردهای مالی

آینده تراکنش‌های مالی نیازمند مداخله قوی نهادهای حاکم برای تنظیم تراکنش‌های مالی مبتنی بر قرارداد هوشمند می‌باشد. اگرچه ماهیت غیرمتمرکز آن مورد توجه ذینفعان است، اما دولت باید قوانین و مقرراتی را برای قابل قبول کردن تراکنش‌های مالی مبتنی بر قرارداد هوشمند توسط شهروندان وضع کرده و بر آن نظارت کند. نکته مهم این است که اگر تراکنش‌های مبتنی بر قرارداد هوشمند برای تراکنش‌های خرده‌فروشی اعمال شوند، باید تاخیرهای تراکنش مانند بیت‌کوین و اتریوم حذف شوند. همچنین مصرف منابع محاسباتی باید بهینه‌سازی شود تا هزینه‌های سربار استخراج در زمینه تراکنش‌های مالی از بین برود.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

کاربردهای مراقبت‌های بهداشتی

تحقیقات آینده باید در مورد قراردادهای هوشمند بر بهبود حریم خصوصی سیستم‌های مدیریت اطلاعات سلامت متمرکز شوند. رعایت مقررات، یکی از ملاحظات اصلی در ادغام سیستم‌های قرارداد هوشمند برای مراقبت‌های بهداشتی است. در راستای پژوهش‌های آتی بهبود حریم خصوصی همراه با الزام شفافیت قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین و روش‌های تأیید رسمی تخصصی برای سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی، یک جهت تحقیقاتی مهم است که پژوهشگران می‌توانند به آن توجه کنند.

مدیریت هویت و کنترل دسترسی

سیستم مدیریت هویت در آینده قادر به مدیریت خودکار هویت و کنترل دسترسی خواهد بود. سیستم‌های مدیریت هویت مبتنی بر قرارداد هوشمند به عنوان منبع ملی اطلاعات هویتی شهروندان قابل توسعه هستند. در این رابطه به نظر می‌رسد که دسترسی به اطلاعات می‌تواند توسط کاربران کنترل شود و ارائه دهندگان خدمات مانند بانک‌ها، خدمات مخابراتی و بیمه‌ها می‌توانند اطلاعات را با رضایت صاحب داده از منبع مورد نظر بازیابی کنند. همچنین سوابق استفاده از اطلاعات باید به طور شفاف در دفتر کل موجود باشد تا به صاحب اطلاعات اطمینان داده شود که اطلاعات او به اشخاص ثالث منتقل نشده است. همچنین سیستم‌های مدیریت هویت باید با دستگاه‌های تلفن همراه ارتباط برقرار کنند تا قابلیت استفاده از سیستم‌های کنترل دسترسی غیرمتمرکز را افزایش می‌دهد.

املاک و مستغلات

سیستم‌های املاک و مستغلات مبتنی بر قرارداد هوشمند ممکن است برای فعالیت به عنوان یک سیستم مدیریت املاک و مستغلات ملی، نیاز به شناسایی قانونی داشته باشند. برای قانونی شدن، تعاریف موجود باید شناسایی شوند و سیستم قرارداد هوشمند باید با مقررات مربوط به شناسایی قانونی طراحی شود. همچنین شکاف بین سیستم قرارداد هوشمند و دستگاه‌های تلفن همراه برای افزایش قابلیت استفاده باید از بین برونده همچنین دستگاه‌های تلفن همراه باید قادر به تأیید فوری سوابق املاک مانند گزارش سند باشند.

دولت الکترونیک و قانون

آینده قراردادهای هوشمند برای خدمات دولت الکترونیک، کیفیت زندگی انسان را در جنبه‌های مختلف بهبود خواهد بخشید. اساساً، با توسعه شهرهای هوشمند در آینده، خدمات دولت الکترونیک مبتنی بر بلاکچین در ارتباط با شهرهای هوشمند فعالیت خواهند کرد و ادغام دستگاه‌های تلفن همراه، یک طراحی اصلی در آینده خواهد بود. همچنین تمرکززدایی، حالت‌های عملیاتی همتا به همتا را برای خدمات ساده فعال کرده و دفتر کل توزیع‌شده شفاف نیز نیاز به حسابرسی را از بین می‌برد. به بیانی دیگر، شهروندان، یک سیستم مدیریت هویت غیرمتمرکز منحصر به فرد خواهند داشت که می‌تواند با سایر خدمات دولت الکترونیک مانند خدمات رفاهی، حمل و نقل، بانکداری در ارتباط باشد.

اینترنت اشیا

قراردادهای هوشمند با گره‌های محاسباتی، یک اصل طراحی مهم در اکوسیستم‌های آینده اینترنت اشیا خواهند بود. سربارهای محاسباتی یک سیستم قرارداد هوشمند، مانند تولید بلوک، باید بر روی زیرساخت محاسبات مدیریت شوند، و بنابراین سیستم‌های بلاکچین آینده باید با تمهیداتی برای اتصال گره طراحی شوند.

خدمات مخابراتی

قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین، یک راهکار ارزشمند برای آینده مخابرات هستند، زیرا باعث رشد مشترکین می‌شود. حجم عظیم مشترکین تلفن همراه، از جمله حسگرهای صنعتی، نیازمند مقیاس‌پذیری زیرساخت‌های ارتباطی است و کنترل دسترسی به اطلاعات کاربر می‌تواند از طریق قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین تضمین شود، که در

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

نهایت سیستم کنترل دسترسی، رضایت کاربران را افزایش خواهد داد. بنابراین می‌توان مطرح نمود که منابع اطلاعات به عنوان سیستم اطلاعات هویتی پذیرفته شده جهانی برای خدمات مخابراتی در آینده قابل توسعه هستند.

منابع

- ✓ ایزدپور، مصطفی، محمدکردی، علی، طاووسی، فاطمه، حیدری‌سورشجانی، (۱۴۰۲)، دستکاری جریان نقد عملیاتی و اظهارنظر حسابرس: نقش تعدیلگر کنترل داخلی و حسابرس رتبه اول، قضاوت و تصمیم‌گیری در حسابداری، دوره ۲، شماره ۳، صص ۱-۲۴.
- ✓ تحریری، آرش، محمدحسن‌زاده، سهیل، (۱۴۰۱)، شناسایی عوامل مؤثر بر استقرار نظام کنترل داخلی (رویکرد نظریه داده‌بنیاد چندگانه)، بررسی حسابداری و حسابرسی، دوره ۲۹، شماره ۳، صص ۴۴۷-۴۷۴.
- ✓ جامعی، رضا، رضایی‌یمین، فائزه، ابراهیمی، ابراهیم، (۱۳۹۵)، بررسی ارزیابی مسئولیت پاسخگویی نظام حسابداری و گزارشگری مالی در شرکت امور مالیاتی استان کرمانشاه، دوفصلنامه علمی پژوهشی حسابداری دولتی، دوره ۲، شماره ۲، صص ۶۹-۸۰.
- ✓ B. Marino, A. Juels, Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts, in: International Symposium on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web, Springer, 2016, pp. 151–166.
- ✓ C. D. Clack, V. A. Bakshi, L. Braine, Smart Contract Templates: Essential Requirements and Design Options, arXiv preprint arXiv:1612.04496 (2016).
- ✓ C.-F. Liao, C.-J. Cheng, K. Chen, C.-H. Lai, T. Chiu, C. Wu-Lee, Toward a service platform for developing smart contracts on blockchain in bdd and tdd styles, in: 2017 IEEE 10th Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), IEEE, 2017, pp. 133–140.
- ✓ D. Macrinici, C. Cartofeanu, S. Gao, Smart Contract Applications within Blockchain Technology: A Systematic Mapping Study, Telematics and Informatics (2018).
- ✓ K. Delmolino, M. Arnett, A. Kosba, A. Miller, E. Shi, Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab, in: International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Springer, 2016, pp. 79–94.
- ✓ K. Wust, A. Gervais, Do You Need a Blockchain?, in: 2018 Crypto ¨ Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), IEEE, 2018, pp. 45–54.
- ✓ L. Chen, L. Xu, N. Shah, Z. Gao, Y. Lu, W. Shi, Decentralized Execution of Smart Contracts: Agent Model Perspective and its Implications, in: International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Springer, 2017, pp. 468–477.
- ✓ L. S. Sankar, M. Sindhu, M. Sethumadhavan, Survey of Consensus Protocols on Blockchain Applications, in: 2017 4th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), IEEE, 2017, pp. 1–5.
- ✓ N. Fotiou, G. C. Polyzos, Smart Contracts for the Internet of Things: Opportunities and Challenges, in: 2018 European Conference on Networks and Communications (EuCNC), IEEE, 2018, pp. 256–260.
- ✓ N. Vovchenko, A. Andreeva, A. Orobinskiy, Y. Filippov, Competitive Advantages of Financial Transactions on the Basis of the Blockchain Technology in Digital Economy, European Research Studies 20 (2017) 193.
- ✓ Norta, Designing a Smart-contract Application Layer for Transacting Decentralized Autonomous Organizations, in: International Conference on Advances in Computing and Data Sciences, Springer, 2016, pp. 595– 604.
- ✓ P. He, G. Yu, Y. Zhang, Y. Bao, Survey on Blockchain Technology and its Application Prospect, Computer Science 44 (2017) 1–7.

- ✓ P. L. Seijas, S. J. Thompson, D. McAdams, Scripting smart contracts for distributed ledger technology., IACR Cryptology ePrint Archive 2016 (2016) 1156.
- ✓ S. Aggarwal, R. Chaudhary, G. S. Aujla, N. Kumar, K.-K. R. Choo, A. Y. Zomaya, Blockchain for Smart Communities: Applications, Challenges and Opportunities, Journal of Network and Computer Applications (2019).
- ✓ S. Lande, R. Zunino, SoK: Unraveling Bitcoin Smart Contracts, Principles of Security and Trust LNCS 10804 (2018) 217.
- ✓ S. Nakamoto, Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System, 2009. URL: http://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf.
- ✓ S. Wang, Y. Yuan, X. Wang, J. Li, R. Qin, F.-Y. Wang, An Overview of Smart Contract: Architecture, Applications, and Future Trends, in: 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), IEEE, 2018, pp. 108–113.
- ✓ T. McGhin, K.-K. R. Choo, C. Z. Liu, D. He, Blockchain in Healthcare Applications: Research Challenges and Opportunities, Journal of Network and Computer Applications (2019).
- ✓ Udokwu, A. Kormiltsyn, K. Thangalimodzi, A. Norta, An Exploration of Blockchain Enabled Smart-contracts Application in the Enterprise, Technical Report, Technical Report, DOI: 10.13140/RG. 2.2. 36464.97287, Tech. Rep, 2018.
- ✓ V. Buterin, et al., A Next-generation Smart Contract and Decentralized Application Platform, white paper 3 (2014) 37.
- ✓ Wright, P. De Filippi, Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia, Available at SSRN 2580664 (2015).
- ✓ X. Xu, I. Weber, M. Staples, L. Zhu, J. Bosch, L. Bass, C. Pautasso, P. Rimba, A taxonomy of Blockchain-based Systems for Architecture Design, in: 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), IEEE, 2017, pp. 243–252.
- ✓ Z. O. Candereli, S. Burmaoglu, L. B. Kidak, D. O. Gungor, Applying blockchain technologies in healthcare: A scientometric analysis, in: Multidimensional Perspectives and Global Analysis of Universal Health Coverage, IGI Global, 2020, pp. 69–92.
- ✓ Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai, X. Chen, H. Wang, Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey, International Journal of Web and Grid Services 14 (2018) 352–375.