



مرکز ملی فضای مجازی
پروژه شبکه فضای مجازی

عصر
فضای
مجازی
صد و هفتم



نقش فناوری بلاکچین در دستیابی به IoT سبز

The role of blockchain technology
in achieving green IoT

سب

عصر
فضای
مجازی

گزارش شماره ۱۰۷

مرداد ۱۴۰۱



مرکز ملی فضای مجازی
پژوهشگاه فضای مجازی

نقش فناوری بلاکچین در دستیابی به IoT سبز

محتوای انتشار یافته در این اثر
الزاماً بیانگر دیدگاه مرکز ملی فضای مجازی نیست

تهیه شده در پژوهشگاه فضای مجازی
(گروه کشاورزی و منابع طبیعی دیجیتال)

تهیه کننده: مهتاب صفری شاد

ناظر علمی: مهندس میثم عباسی
کارشناسی ارشد مکترونیک (ریاتیک و هوش
مصنوعی)

حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مرکز ملی فضای
مجازی است و استفاده از آن با ذکر منبع مجاز می باشد.

نشانی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بهیقي، نبش
خیابان ۱۶ غربی، پلاک ۲۰
تلفن: ۰۲۱-۸۶۱۵۱۰۶۱
کد پستی: ۱۵۱۵۶۷۴۳۱۱

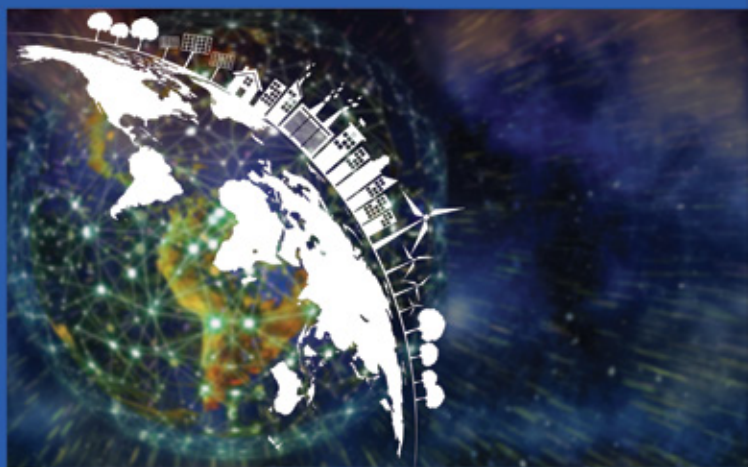
فهرست

۵	 سخن نخست
۹	 مقدمه مترجم
۱۳	 چکیده
۱۷	 مقدمه

جمع‌بندی — ۳۷

منابع — ۴۱

سخن نخست



فضای مجازی با شتاب شگرف و رو به تزایدی که در حال بسط و گسترش است تمام ساحات اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی زندگی بشر را درنوردیده و هر روز بخش بزرگی از زندگی واقعی را در خود فرو برده و حیات متفاوت و جدیدی به آن می‌دهد. لذا به نظر می‌رسد دو نگاه کلان به فضای مجازی وجود دارد: نگاه اول که بالاخص در ابتدای رشد و تکوین فضای مجازی مسلط شده بود، آن را همچون ابزاری کنار سایر ابزارهای بشری تصویر می‌کرد که تنها طریقت داشت. اما نگاه دوم، در نتیجه رشد تحولات خیره‌کننده فضای مجازی و سایه گسترش آن در حوزه‌ها و شئون بشر در یک دهه اخیر آن را چون سکویی می‌داند که بسیار فراتر از شأن ابزاری حیات انسان‌ها را سامان جدیدی داده و ادعای تمدن نوینی را دارد. رویکردی که از قضا از چشمان بصیر رهبر انقلاب نیز دور نمانده و انتظاری تمدنی از فضای مجازی در ایران را مطالبه داشته‌اند.

در همین راستا گزارش‌های عصر فضای مجازی تلاش می‌کند تا فهم سازمان‌ها و دستگاه‌های مرتبط با حوزه فضای مجازی را ارتقاء بخشیده و آن‌ها را برای مواجهه فعال و خردمندانه با تحولات این عرصه مهیا سازد.

سید ابوالحسن فیروزآبادی

دبیر شورای عالی ورزش مرکز ملی فضای مجازی

مقدمه مترجم



اینترنت اشیا سبز (Green IoT) به عنوان یکی از پیشران‌های دنیای هوشمند و پایدار با هدف کاهش انتشار کربن و مصرف انرژی الکتریسیته تبدیل به یک واژه محبوب روز شده است. در عین حال، تکنولوژی بلاکچین به عنوان یک تکنولوژی کاربردی در حصول IoT سبز نیز شناخته می‌شود.

بدین منظور مقاله Blockchain Technology Toward Green IoT: Opportunities and Challenges، منتشره در سال ۲۰۲۰ از سوی اساتید دانشگاه آبردین در اسکاتلند و انتشارات دانشگاه جهت ترجمه انتخاب گردید. از زمان انتشار تا کنون این مقاله مورد استناد ۶۵ مقاله و پژوهش علمی بوده است.

سهم علمی این مقاله به شرح زیر است:

- اول، این مطالعه اهمیت اکوسیستم IoT سبز را بررسی کرده و عوامل کلیدی که باید در توانمندسازی اکوسیستم IoT سبز در نظر گرفته شوند را شناسایی می‌کند.
- دوم، نقش و سهم تکنولوژی بلاکچین در ایجاد اکوسیستم IoT سبز را نشان می‌دهد.

- در نهایت، موضوعات تحقیقاتی که باید قبل از ایجاد یک اکوسیستم پایدار مبتنی بر IoT سبز با استفاده از فناوری بلاکچین در نظر گرفته شود، را ارائه می‌دهد.

چکیده

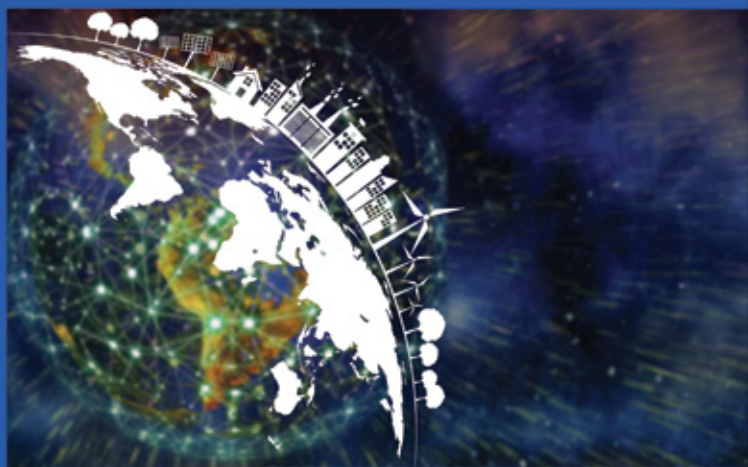


در دهه‌های اخیر، افزایش چشمگیر فعالیت‌های صنعتی در جهان منجر به افزایش قابل توجه استفاده از منابع انرژی بخصوص سوخت‌های فسیلی شده است. بعلاوه پیشرفت فناوری خود با افزایش میزان انتشار کربن و دما، گرم شدن جهانی هوای کره زمین را افزایش داده است. افزایش قابل توجه در مصرف انرژی ناشی از تکنولوژی اینترنت اشیا، چالش‌های جدیدی را به همراه داشته که تمرکز محققان را به سمت ایجاد یک اکوسیستم IoT سازگار با محیط‌زیست معطوف کرده است. Green-IoT از این نظر که خدمات کارآمد انرژی را فراهم می‌کند و تولید و استفاده از انرژی تجدید پذیر را ممکن می‌سازد، توجه بسیاری از محققان و صنایع را به خود جلب کرده است. در عین حال، تکنولوژی بلاکچین به عنوان یک تکنولوژی بسیار کارآمد در IoT علاقه قابل توجهی را از سوی شرکت‌های تأمین انرژی، شرکت‌های نوپا تجاری، موسسات مالی، دولت‌ها و محققان به خود جلب نموده است. این مطالعه بر نقش فناوری بلاکچین در حصول اکوسیستم اینترنت اشیا سبز تمرکز کرده و عوامل مهمی که باید به‌منظور ساخت اکوسیستم اینترنت اشیا سبز در نظر گرفته شوند

را ارائه می‌دهد، در عین حال درباره این که چگونه فناوری بلاکچین به اکوسیستم اینترنت اشیاء کمک می‌کند تا سازگاری بیشتری با محیط زیست داشته باشد بحث می‌کند. ارائه مسیرهای تحقیقاتی آینده در هنگام ایجاد اکوسیستم IoT سبز پایدار با استفاده از فناوری بلاکچین از جمله دیگر موارد کلیدی مقاله به شمار می‌روند.

واژگان کلیدی: اینترنت اشیاء سبز، بلاکچین، محیط زیست

مقدمه



در حال حاضر، به دنبال هزینه‌های روزافزون انرژی و تمایل به بهبود زندگی شهروندی، سازمان‌ها در سراسر جهان خود را وادار به تجدید نظر در مصرف انرژی کرده‌اند. با توجه به مقیاس وسیع محیط دیجیتال و اتخاذ دستگاه‌های هوشمند، الگوهای مصرف انرژی در طول دهه گذشته به سطوح هشدار دهنده‌ای رسیده‌اند. با توجه به پیش‌بینی‌های اخیر، تعداد دستگاه‌های متصله تا سال ۲۰۲۲ احتمالاً به ۲۹ میلیارد عدد می‌رسد، که حدود ۱۸ میلیارد آن مربوط به اینترنت اشیاء است [۱]. نگرانی دانشمندان بر این است که خروجی این حجم عظیم داده و محتوا به قیمت انتشار فوق‌العاده بالای کربن در محیط‌زیست تمام شود. با توجه به انتشار بالای کربن و نگرانی‌های زیست‌محیطی و بهداشتی، تکنولوژی تجدید پذیر و یا سبز به عنوان یک موضوع نوظهور و جذاب تحقیقاتی در تکامل تکنولوژی مطرح هستند [۲]. هدف اصلی این مطالعه ارائه درک از چگونگی استفاده از تکنولوژی‌های نوظهور برای فعال کردن یک IoT سبز بدون به خطر انداختن عملکرد و امنیت آن برای کاربر است. این مطالعه به بررسی نقش تکنولوژی بلاکچین در IoT سبز

می‌پردازد. به این ترتیب، عوامل کلیدی، فرصت‌ها و چالش‌هایی که باید در ایجاد یک اکوسیستم IoT سبز در نظر گرفته شوند، شناسایی شده‌اند. در این جا شالوده علمی مطالعه پیش رو را به صورت زیر خلاصه می‌کنیم:

- اول، این مطالعه اهمیت اکوسیستم IoT سبز را بررسی کرده و عوامل کلیدی و ملاحظات حیاتی که باید در توانمندسازی اکوسیستم IoT سبز در نظر گرفته شوند را شناسایی می‌کند.
- دوم، نقش و سهم تکنولوژی بلاکچین در ایجاد اکوسیستم IoT سبز را با یکپارچه‌سازی بلاکچین و دیگر تکنولوژی‌های در حال ظهور برای رسیدگی به عوامل کلیدی نشان می‌دهد.
- در نهایت، مسیرهای تحقیقاتی آینده را که باید در ایجاد یک اکوسیستم IoT سبز پایدار با استفاده از فناوری بلاکچین در نظر گرفته شوند، ارائه می‌دهد.

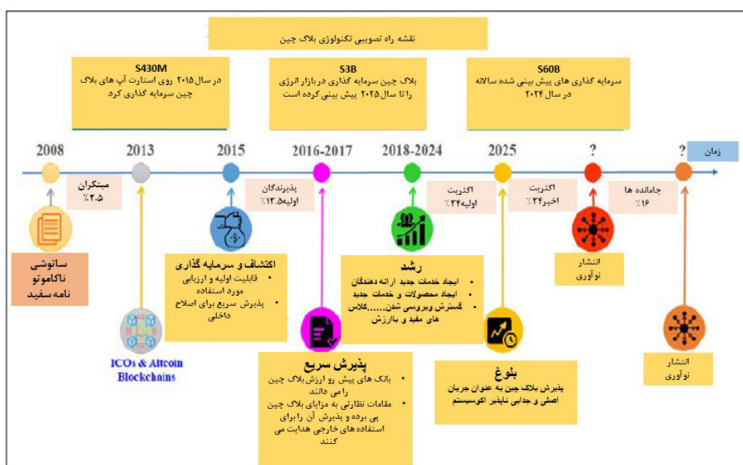
مروری بر بلاکچین و IoT سبز

فناوری بلاکچین در IoT

امروزه، با توجه به آسیب‌پذیری‌های امنیتی در اکوسیستم IoT، هر گونه خرابی منجر به آسیب دیدن چندین دستگاه، مقادیر عظیمی از داده‌های بسیار شخصی، شرکای زنجیره تأمین، و جامعه به عنوان یک کل می‌شود.

تعداد دستگاه‌های متصل و حجم داده‌ها به سرعت در حال افزایش اند، با این حال دستگاه‌ها از طریق خدمات پردازش و ذخیره‌سازی ابری متمرکز متصل می‌شوند که پایداری درازمدت ندارد.

اخیراً، تکنولوژی بلاکچین با قادر ساختن رفتار قراردادی نظیر به نظیر، بدون نیاز به شخص ثالث در معاملات اینترنت اشیا به طور مداوم به چالش‌های حریم خصوصی و امنیت، اعتماد پذیری، قابلیت اطمینان، نقطه تکی شکست^۱ و مقیاس‌پذیری پاسخ داده‌است. شکل شماره ۱ یک نقشه راه برای اتخاذ فناوری بلاکچین را نشان می‌دهد [۳]. بلاکچین از طریق پروتکل یا فضای ارتباطی امن و قابل اعتماد، معماری توزیع‌شده‌ای را فراهم می‌سازد که به دستگاه‌ها اجازه می‌دهد تا به طور مستقیم دارایی‌هایی مانند پول یا داده را انتقال دهند. با استفاده از بلاکچین به منظور مدیریت دسترسی به داده‌های دستگاه‌های مبتنی بر IoT، امنیت سیستم تقویت شده و هر مهاجم باید بتواند یک لایه امنیتی اضافی را دور بزند که متکی بر برخی از قوی‌ترین استانداردهای رمزگذاری موجود است.



شکل ۱. تشریح پذیرش تکنولوژی بلاکچین در IoT

IoT سبز

پیش بینی‌ها حاکی از رشد قابل توجه دستگاه‌های IoT و شبکه های مربوط به آن در آینده نزدیک‌اند. با توجه به محدودیت‌های منابع موجود و لزوم ایجاد یک اکوسیستم مناسب سازگار با محیط‌زیست، در آینده نزدیک ایجاد یک IoT سبز یک حوزه مهم مورد هدف است. به طور کلی، IoT سبز بر کاهش مصرف انرژی و اتخاذ منابع تجدیدپذیر به جای انرژی تولید شده توسط سوخت‌های فسیلی متمرکز می باشد. این کار به کاهش اثر گلخانه‌ای و انتشار دی‌اکسید کربن تولید شده توسط فرآیندهای موجود کمک خواهد کرد. IoT سبز به احتمال زیاد تغییرات قابل توجهی در زندگی روزمره ایجاد نموده و به تحقق چشم‌انداز هوش محیطی سبز^۱ کمک خواهد کرد. با بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش پهنای باند مورد استفاده، IoT سبز می‌تواند با کاهش اثر گلخانه‌ای به ایجاد یک اکوسیستم پایدار کمک کند [۴]. بخش بعدی به طور مفصل در مورد عواملی که باید در هنگام ساخت یک اکوسیستم سبز در نظر گرفته شوند، بحث می‌کند.

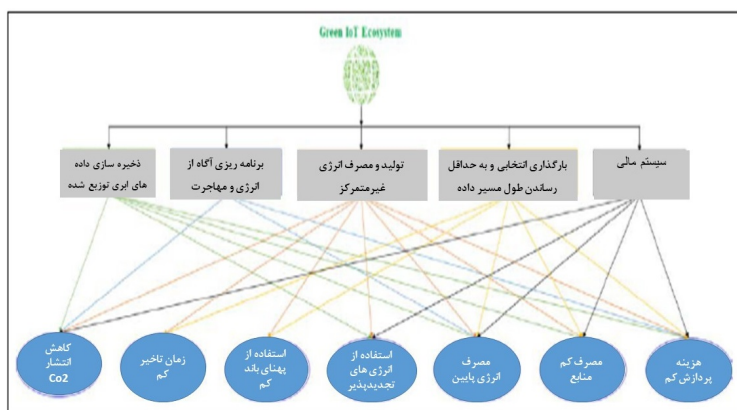
عوامل کلیدی و توجه به طرح های سبز

به عبارت ساده‌تر، اگر یک سازمان می‌خواهد سود خود را بدون تغییر محصولات یا طرح‌های بازاریابی افزایش دهد، باید از نظر عملکرد کارآمدتر شده و هزینه‌های خود را کاهش دهد. دستگاه‌های IoT می‌توانند به اینترنت متصل شوند و برای جمع‌آوری و انتقال مجدد اطلاعات مورد استفاده قرار گیرند این موضوع به کاربران

1. the vision of green ambient intelligence

اجازه می‌دهد تا بر کارایی فرآیندهای خود نظارت کرده و آن‌ها را بر این اساس سازگار کنند. با این حال، انطباق دستگاه‌های IoT بسیار فراتر از انتظارات است. روند رو به رشد تعداد و سازگاری دستگاه‌های IoT در خانه‌های هوشمند، صنایع هوشمند، شهرهای هوشمند و ... چالش‌های جدیدی را برای ایجاد یک اکوسیستم پایدار ایجاد کرده‌است. در نتیجه، نیاز به IoT سبز در حال مطرح شدن به حوزه مهمی از تحقیقات می‌باشد که برای ایجاد یک محیط اکوسیستم پایدار باید بر روی آن تمرکز نمود.

شکل شماره ۲ طبقه‌بندی عوامل مهم برای ایجاد یک اکوسیستم IoT سبز را نشان می‌دهد. همچنین عوامل کلیدی IoT سبز و اهمیت آن در جدول ۱ خلاصه شده است.



شکل ۲. طبقه‌بندی عوامل مهم در IoT برای ایجاد یک اکوسیستم سبزتر

جدول ۱. عوامل کلیدی اینترنت اشیاء سبز و اهمیت آن.

اهمیت	عامل کلیدی
تأخیر کم، استفاده کارآمد از منابع و انرژی و ... را در ایجاد یک اکوسیستم سبزتر فراهم می‌کند.	ذخیره‌سازی داده‌های ابری توزیع شده
هزینه‌های مصرف انرژی مربوط به زمان‌بندی و مهاجرت در بین مراکز داده را به حداقل می‌رساند.	برنامه‌ریزی درخواست انرژی و انتقال بین مراکز داده
این پلتفرم برای کاهش استفاده از منابع سوخت فسیلی، تغییر به سمت استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی را فراهم می‌کند.	مدیریت تولید و مصرف غیر متمرکز انرژی
اینترنت اشیاء سبز باعث کاهش هزینه‌ها و استفاده مجدد از منابع می‌شود.	بارگیری انتخابی و به حداقل رساندن طول مسیر داده‌ها
این پلتفرم افزایش کارایی و ایجاد انگیزه در افراد را برای دسترسی به انرژی پاک از طریق سیستم‌های پرداخت نوآورانه فراهم می‌کند.	سیستم‌های مالی سبز

نقش بلاکچین در ایده سبز

اخیراً، تکنولوژی بلاکچین با ارائه یک شبکه مش^۱ امن و اتصال داخلی قابل اعتماد، یک پلتفرم جدید برای IoT فراهم کرده‌است، این موضوع از تهدیدات مدل‌های سرور مرکزی اجتناب می‌کند. امروزه بسیاری از سهامداران، از جمله بانک‌ها، صنایع تولیدی، و نهادهای کشاورزی، از بلاکچین برای قدرت بخشیدن به سیستم‌های IoT که نیازمند سنسورهای از راه دور و اتوماسیون می‌باشند، استفاده

1. mesh network

می‌کنند. برای ایجاد یک اکوسیستم IoT سازگار با محیط‌زیست، تکنولوژی‌های بلاکچین یک شبکه امن و کم مصرف ایجاد می‌کنند که قادر است از راه دور عملیات فیزیکی را بدون نیاز به سرورهای ابری متمرکز مدیریت نماید. با رشد شبکه، رویکرد محاسباتی سنتی تاثیر مستقیم (بیشتری) بر سیستم‌های انرژی جهانی خواهد داشت. ارز دیجیتال یکی از نمونه‌های مناسب اکوسیستم سبز است. برخی کارآفرینان آگاه از محیط‌زیست، در راستای جلوگیری از آسیب رساندن به محیط زیست، فناوری زیربنایی خود را مجدداً طراحی کرده‌اند. برای مثال، می‌توان به نیروگاه‌های کوچک اشاره نمود که به طور مستقل کار می‌کنند و بر خلاف نیروگاه‌های بزرگ و سنتی متمرکز که باید برق را برای صدها کیلومتر در شبکه ارسال کنند می‌توانند تقریباً در هر جایی مستقر شوند. بسیاری از سازمان‌ها از بلاکچین استفاده می‌کنند تا به افراد اجازه دهند در رشد اقتصاد انرژی سبز با ارائه توکن به سرمایه‌گذاران واجد شرایط مشارکت نمایند. شکل ۳ نقش فناوری بلاکچین را در ایجاد اکوسیستم IoT سبز نشان می‌دهد. در ادامه در مورد سهم تکنولوژی بلاکچین در ایجاد اکوسیستم سبز پایدار بحث می‌شود.

انرژی سبز: اخیراً، منابع انرژی تجدیدپذیر به یک حوزه مهم تبدیل شده‌اند و به دلیل اثرات بسیار کم‌تر آن‌ها بر محیط‌زیست در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، باید مورد اهمیت واقع شوند. انرژی سبز با بهره‌برداری از منابع طبیعی مانند باد، گرمای زمین گرمایی، نور خورشید، باران و ... تولید می‌شود. انرژی تولید شده از این طریق دارای مزیت تجدیدپذیری است. پیشرفت‌ها در فناوری‌های مربوط

به انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به تولید برق توسط خود مردم به جای نفت، گاز و زغال سنگ کمک نموده و هزینه‌های کلی تولید برق را کاهش دهند. بنابراین، با توجه به استفاده از این منابع انرژی سبز گسترده و فراوان شبکه هوشمند یک فناوری کلیدی محسوب می‌شود. لازم به ذکر است که شبکه هوشمند یک شبکه برق مدرن با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات آنالوگ یا دیجیتال می‌باشد.

مواردی مانند امنیت، اتصال داخلی، تبادل داده‌ها، کنترل مجوز و ... در شبکه‌های هوشمند از جمله مسائل مهم این نوع از شبکه‌ها هستند. با این حال، ماهیت متغیر و غیرقابل پیش‌بینی منابع انرژی تجدید پذیر مشکلاتی را در به‌کارگیری آن‌ها ایجاد می‌کند که در ادامه نیاز به ادغام فناوری‌های پیچیده در شبکه موجود را افزایش می‌دهد.

ماگنیانی و همکاران^۱ (۲۰۱۸) معماری شبکه هوشمند مبتنی بر بلاکچین را به منظور تشویق استفاده از منابع تجدیدپذیر و ایجاد اکوسیستم سبزتر، پیشنهاد کردند. این مدل پیشنهادی براساس کاربرد معکوس حمله اخیر به بلاکچین مبتنی بر chain forking است. در شبکه انرژی، این مدل شامل قدرت مرکزی و همتایان توزیع شده به نمایندگی از ذینفعان است. این روش امیدوارکننده به نظر می‌رسد و می‌تواند به منظور بهبود سیستم‌های شبکه هوشمند کارا برای یک مدل محیطی سبز مورد استفاده قرار گیرد [۵].

ایمبالت و همکاران^۲ (۲۰۱۷) در تحقیقات خود، پیاده‌سازی فناوری بلاکچین با استفاده از گواهی‌نامه‌های سبز در یک سیستم عامل صنعتی را ارائه دادند. آن‌ها قابلیت‌های معاملات انرژی همتا به

1. Magnani et al.
2. Imbault et al.

همتا را از طریق یک معماری ریز شبکه‌ای با استفاده از بلاکچین مورد بحث قرار داده‌سند. استدلال آن‌ها این بود که ثابت شده‌است که بلاکچین یک فناوری امیدوارکننده برای اندازه‌گیری و نظارت قابل‌اعتماد بر دارایی‌های مربوط به انرژی به‌منظور سبزتر کردن محیط است [۶].

آندونی و همکاران^۱ (۲۰۱۹) با تیم تحقیقاتی‌شان به این نتیجه رسیدند که بلاکچین می‌تواند عملیات‌ها، بازارها و مصرف‌کنندگان سیستم انرژی را شفاف سازد. بلاکچین‌ها اشتراک‌گذاری کاربردهای اقتصادی در بخش انرژی را ممکن ساخته‌اند، این قابلیت منجر به این شده که چندین پژوهشگر در مورد مدل‌های جدید بازار و دموکراسی سازی منابع انرژی صحبت کنند. برای ایجاد یک اکوسیستم سبز، بلاک‌های زنجیری قابلیت ایجاد سیستم‌های شفاف، ضد رشوه و ایمن را می‌دهند که به خصوص زمانی که با قراردادهای هوشمند ترکیب شوند قادر به ارائه راه‌حل‌های تجاری جدید سازگار با محیط‌زیست هستند [۷].

در شکل شماره ۳ کاربرد های بلاکچین در ایجاد فرآیندهای IoT سبز در سیستم‌های کاربردی اداری، اجتماعی، صنعتی، آموزشی و... نشان داده شده‌اند.



شکل ۳. نقش بلاکچین در برنامه های کاربردی IoT سبز

محاسبات سبز: امروزه، محاسبات سبز، که به محاسبات پایدار زیست محیطی اشاره دارند در عین بهبود عملکرد، از منابع محاسباتی موثرتر استفاده می کنند. این موضوع یک روند در حال ظهور است. این روش استفاده از انرژی را به حداقل می رساند و پراکندگی محیطی را با شناسایی نقاط قوت و ضعف میسر می سازد. محاسبات سبز سازمان ها را قادر می سازد تا مدیریت زیست محیطی خود را از طریق بهبود بهره وری انرژی، مدیریت اطلاعات خود و ارائه ظرفیت تحلیلی مناسب به آنها بهبود بخشند. محاسبات سبز، ایده مهمی است که می تواند به حفظ محیط زیست و کاهش آسیب به اکوسیستم کمک کند.

مکانیزم تبادل منابع کارآمد، امن، شفاف، و کم هزینه به یک

مسیر اجتناب‌ناپذیر در توسعه ذخیره‌سازی ابری به‌منظور حصول یک آینده پایدار تبدیل شده‌است. ذخیره‌سازی داده‌های توزیع‌شده به دلیل مزایای آن از نظر قابلیت اطمینان، در دسترس بودن و مقیاس پذیری، توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌است. این امر هم فرصت‌ها و هم چالش‌هایی را برای تراکنش‌های ذخیره‌سازی داده توزیع‌شده فراهم می‌سازد. در این راستا، جو و همکارانش^۱ (۲۰۱۸) یک روش تراکنشی غیر متمرکز ذخیره‌سازی ابر را براساس یک قرارداد هوشمند، با حفظ محدودیت‌های معماری متمرکز و در نظر گرفتن سیاست ذخیره‌سازی با Erasure code ارائه دادند. این روش پیشنهادی هزینه منابع مورد نیاز برای ذخیره‌سازی داده توزیع‌شده را در نظر گرفته و از مزایای فناوری بلاکچین برای حل مشکل تراکنش‌های ذخیره‌سازی ابری استفاده می‌کند. برای اطمینان از در دسترس بودن و کاهش هزینه‌های ذخیره‌سازی، مکانیزم حراج معکوس^۲ از سوی ویکرری کلارک - گرووز^۳ برای انتخاب و معامله منابع ذخیره‌سازی با استفاده از فناوری بلاکچین ارائه شده‌است [۸]. مطالعه دیگر توسط خو و همکاران^۴ بر مسئله به حداقل رساندن هزینه در مراکز داده ابری (DCs)، مانند هزینه مصرف برق شبکه سنتی، هزینه برنامه‌ریزی درخواست، و مهاجرت درخواست در DCs، به منظور حرکت به سمت یک اکوسیستم سبز متمرکز شده‌است. آن‌ها یک مدل مدیریت منابع غیر متمرکز را با استفاده از بلاکچین برای به حداقل رساندن مصرف انرژی توسط زمانبندی درخواست پیشنهاد و از یک رویکرد یادگیری تقویتی براساس پیشینه داده موجود در یک قرارداد هوشمند برای کاهش هزینه انرژی استفاده کردند [۹].

1. Gu et al.

3. VickreyClarke-Groves

2. reverse auction mechanism

4. Xu et al.

مطالعات شارما و همکاران^۱ (۲۰۱۸) معماری‌های توزیعی مبتنی بر بلاکچین را برای یک شبکه IoT به منظور رسیدگی به محدودیت‌های منابع محاسباتی و ذخیره‌سازی دستگاه‌های IoT و سوق دادن منابع محاسباتی به سمت لبه شبکه به‌منظور کاهش مسیر داده، تاخیر، استفاده از پهنای باند و ... نشان داده‌اند [۱۰] [۱۱].

امور مالی سبز و نظارت الکترونیکی: امور مالی سبز، قادر به غلبه بر موانع برای حرکت به سمت اکوسیستم IoT سبز، به دلیل ظرفیت بی‌سابقه آن برای در دسترس قرار دادن داده‌ها به صورت مقرون‌به‌صرفه، سریع‌تر و دقیق‌تر، و آگاهی بهتر از تصمیم‌گیری مالی است. انتظار می‌رود که تحول امور مالی سبز و دولت الکترونیک با فناوری بلاکچین شکاف بین فناوری‌های تحول آفرین و تلاش‌های جهانی برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی را پر کند. در طول چند دهه آینده، مزایای بلاکچین تغییرات عمیق مختلف مانند پذیرش قراردادهای هوشمند برای بازتعریف ساختارهای نظارتی و حکومتی و سیستم‌های معاملاتی را به همراه خواهد داشت.

ایال^۲ (۲۰۱۷) به بررسی این موضوع پرداخت که چگونه تکنولوژی بلاکچین می‌تواند رویای آزادی پول دیجیتالی را به امور مالی و بانکداری تبدیل سازد [۱۲]. پیشرفت‌ها در توسعه پروتکل‌های بلاکچین، دستیابی به عملکرد بالا، امنیت کم‌هزینه، حفظ حریم خصوصی قابل تنظیم، قراردادهای هوشمند قوی و دستیابی به اهداف اکوسیستم اینترنت اشیا سبز را ممکن می‌سازند.

هاورتاس و همکارانش^۳ (۲۰۱۸) یک زنجیره مجاز را برای خریداران و تامین‌کنندگان کسب و کارهای کوچک و متوسط، بعلاوه ابزارهای

1. Sharma et al.
2. Ittay Eyal
3. Huertas et al.

بهینه‌سازی زنجیره تأمین و دسترسی به منابع مالی مقرون به صرفه، توسعه دادند. اکوسیستم پیشنهادی مبتنی بر قرارداد هوشمند، کسب و کارهای کوچک و متوسط را قادر می‌سازد تا به سرعت راهکارهای تأمین مالی سفرهای زنجیره تأمین را بر روی فورک مجاز پلتفرم اتریوم پیاده‌سازی کنند که از حریم خصوصی داده‌ها پشتیبانی می‌کند [۱۳]. در تحقیق شارما و همکاران (۲۰۱۹)، به منظور کاهش اصطکاک تجاری و افزایش اعتماد بین سازمان‌های زنجیره تأمین، یک چارچوب توزیعی مبتنی بر بلاکچین برای اکوسیستم IoT پایدار پیشنهاد گردید [۱۴]. مدل پیشنهادی، خدمات یکپارچه سفرهای شده بر اساس تقاضا را برای خودروهای متصل و مستقل در شهر هوشمند بدون اختلال در مقررات دولتی فراهم می‌کند. تیم تحقیقاتی فیلیپی و همکاران^۱ انتقال از کد سنتی که تأثیر قانونی دارد، به مفهوم جدیدی از قانون که به عنوان یک کد تعریف می‌شود را مورد بحث قرار دادند. آن‌ها اظهار داشتند که ظهور تکنولوژی‌های بلاکچین یک گام مهم به سمت استفاده گسترده از مقررات فنی است و نقش مهم‌تری را در تنظیم تعاملات بین مردم در اینترنت ایفا می‌کند [۱۵]. جدول ۲ نقش فناوری بلاکچین را در ایجاد اکوسیستم IoT سبز خلاصه می‌کند. این جدول عوامل کلیدی در ایجاد یک IoT سبز، یافته‌های اصلی طرح‌های مختلف پیشنهاد شده برای ساخت یک اکوسیستم سبز، و تکنولوژی‌هایی که نقش مهمی در دستیابی به اهداف دارند را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر، مشخص شده است که فناوری بلاکچین نقش مهمی در انتقال به سمت اکوسیستم IoT سبز ایفا می‌کند.

1. Filippi et al.

پیشنهادهای برای تحقیقات آینده

شکی نیست که نقش بلاکچین در ایجاد اکوسیستم IoT سبز بسیار مهم است، اما هنوز تا رشد کامل فاصله دارد و بسیاری از بخش‌ها (صنایع، کسب و کارها و...) هنوز از تمام ظرفیت این فناوری برای خود استفاده نمی‌کنند. در این بخش، در مورد پیشنهادهای برای آینده بحث می‌شود که باید در هنگام ایجاد یک اکوسیستم IoT سبز پایدار با استفاده از فناوری بلاکچین در نظر گرفته شوند. جدول ۳ موضوعات نیاز به توجه برای حصول اکوسیستم IoT سبز را خلاصه می‌کند.

جدول ۳. خلاصه موضوعات و موضوعات در تحقیقات آتی برای اکوسیستم IoT سبز

عوامل کلیدی برای IoT سبز	مسیر تحقیقات آینده
الگوریتم Lightweight consensus	به یک الگوریتم اجماع سبک برای اکوسیستم IoT سبز مبتنی بر بلاکچین نیاز است
سرعت و هزینه معامله	نیاز به افزایش سرعت معاملات و کاهش هزینه‌های معامله برای استفاده گسترده از فناوری بلاکچین در همه بخش‌ها.
فعال‌سازی قرارداد هوشمند با AI	ارائه قراردادهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل، که ایجاد و اجرای قراردادهای پیچیده‌ای را ممکن و آنها را کارآمدتر سازد.
چارچوب حقوقی	یک چارچوب قانونی که ضمن پشتیبانی از فناوری دفتر کل توزیع شده، ضمن جلوگیری از نقض داده‌ها و سایر سوءاستفاده‌ها، باید در آینده ایجاد شود
سادگی و بستر یکپارچه	استانداردسازی برای ایجاد سادگی و بستری یکپارچه به جهت ایجاد اکوسیستم IoT سبز مورد نیاز است.

الگوریتم Lightweight consensus^۱: در فناوری بلاکچین، الگوریتم اجماع مورد استفاده برای جمع‌آوری مقدار معینی از داده‌ها، آن‌ها را پس از حل یک مسئله ریاضی بسیار پیچیده، به عنوان یک «هش» رمزگذاری می‌کند. در بیت‌کوین، این فرآیند رمزنگاری، اثبات کار^۲ نامیده می‌شود و نیاز به قدرت محاسباتی زیادی برای حل این مشکل ریاضی است. الگوریتم اجماع بخش مهمی از تکنولوژی بلاکچین در ایجاد یک شبکه اعتماد پذیر می باشد. قدرت محاسباتی بالاتر به این معنی است که انرژی بیشتری توسط الگوریتم اجماع مصرف می‌شود. بنابراین، برای دستیابی به یک اکوسیستم IoT سازگار با محیط‌زیست، ارائه یک الگوریتم اجماع سبک یک عامل مهم است که باید در تحقیقات آینده در نظر گرفته شود.

سرعت انتقال و هزینه: برای اتخاذ تکنولوژی بلاکچین با مقیاس وسیع در همه بخش‌ها و کاهش هزینه کلی، سرعت و هزینه معاملات دو عامل حیاتی هستند که باید برای شبکه آینده اینترنت اشیاء سبز در نظر گرفته شوند. در حال حاضر، بیت‌کوین و اتریوم به ترتیب حدود ۷ و ۱۵ معامله در هر ثانیه را مجاز می‌دانند. به طور معمول، از کاربران انتظار می‌رود تا حد ممکن حداقل هزینه را پرداخت کنند، اما زمانی که شبکه مشغول است، هزینه‌ها افزایش می‌یابند. این نوسان در سرعت و هزینه معاملات در حال ایجاد مانعی بر سر راه اتخاذ فناوری بلاکچین در مقیاس بزرگ‌تر است. مشکل افزایش مقیاس نیز به دلیل ماهیت بی ثباتی سرعت و هزینه تراکنش ایجاد می‌شود.

هوش مصنوعی (AI) قرارداد هوشمند را ممکن می‌سازد: قراردادهای

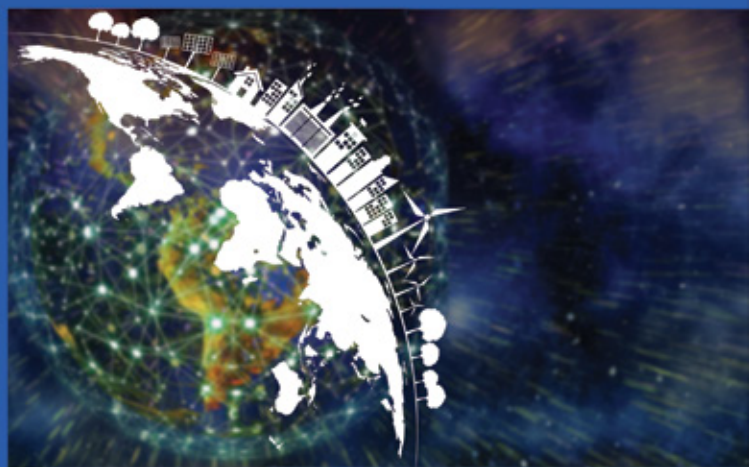
1. Lightweight consensus algorithm
2. Proof-of-Work

بلاکچین هوشمند پتانسیل قابل توجهی برای خودکار کردن روابط تجاری، کاهش نیاز به بروکراسی اداری، صرف پول و استخدام وکلا و خدمات قانونی برای تسهیل اعتمادپذیری دارند. با این حال، تکنولوژی قرارداد های هوشمند به دلیل ماهیت مبهم آن و فقدان قابلیت اجرای قانونی، نمی تواند در بسیاری از بخش ها پذیرفته شود. از سوی دیگر صنایع باید از استفاده از فناوری بلاکچین بدون هوش مصنوعی صرف نظر نمایند. قراردادهای هوشمند مبتنی بر استفاده از هوش مصنوعی تحلیل مورد نیاز برای ایجاد و اجرای قراردادهای پیچیده را میسر کرده و آن ها را کارآمدتر می سازد. هر چه داده های بیشتری در استفاده از AI وجود داشته باشند، این فناوری قادر به پیش بینی بهتر نتایج خواهد بود. علاوه بر این، در هنگام مذاکره در مورد یک قرارداد، AI می تواند مذاکرات گذشته را تجزیه و تحلیل کند تا ببیند که طرفین در گذشته چگونه مذاکره کرده اند و انواع جمله بندی و بندها را پیشنهاد دهد که به احتمال زیاد یک توافق را تضمین می کنند.

چارچوب قانونی: زمانی که تکنولوژی های تحول آفرین رشد کردند، یکی از مشکلات مهم در این رابطه مواجهه اثرات این فناوری ها با مقررات سنتی می باشد. با این حال، مقررات می توانند اثرات مثبت و منفی بر این تکنولوژی ها داشته باشند. بکارگیری مقررات رگولاتوری به منظور توسعه دادن و حمایت از استفاده از راه حل های مبتنی بر بلاکچین در زندگی روزمره ما، مانند امضاهای دیجیتال در نظر گرفته می شوند. این بدان معنی است که تا حدی که قانون مشروعیت امضاهای دیجیتال را تشخیص دهد، مبنای قانونی را

برای قراردادهای هوشمند فراهم می‌سازد تا از طریق احراز هویت دیجیتال اعتبار معامله دیجیتال را تضمین نماید. بنابراین، به‌منظور بهره‌برداری کامل از پتانسیل‌های بلاکچین لازم است یک چارچوب قانونی ایجاد گردد که از فناوری دفتر کل توزیعی پشتیبانی نماید در حالی که از نقض داده‌ها و دیگر سوء استفاده‌ها جلوگیری می‌کند. چالش‌های ساده سازی پلتفرم IoT سبز یکپارچه : اگرچه IoT با نرخ استثنایی در حال رشد است، توسعه دهندگان و تولیدکنندگان در سراسر جهان نمی‌توانند با توسعه آن همگام باشند. با توجه به نبود استانداردسازی های مدون، تحقق پلتفرم IoT یکپارچه با استفاده از تکنولوژی بلاکچین همچنان یک مسئله باقی می‌ماند. استانداردسازی می‌تواند با کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه‌های منابع و مصرف آن ها در عین افزایش بهره‌وری، به ما کمک کند تا یک اکوسیستم IoT سازگار با محیط‌زیست ایجاد نماییم. علاوه بر این، بسیاری از مردم با این تکنولوژی خیلی راحت نیستند که این حتی در مورد یک تکنولوژی ناشناخته هم صدق می‌کند به خصوص اگر این تکنولوژی شامل نقل و انتقالات مالی باشد که به سختی به دست آمده‌است. پذیرش نهایی فناوری IoT به سهولت استفاده توسط کاربران نهایی یا برنامه‌های کاربردی مبتنی بر آن بستگی دارد. این موضوع از عوامل مهمی به شمار می‌رود که باید در ساخت یک اکوسیستم IoT سبز پایدار در نظر گرفته شود.

جمع بندی

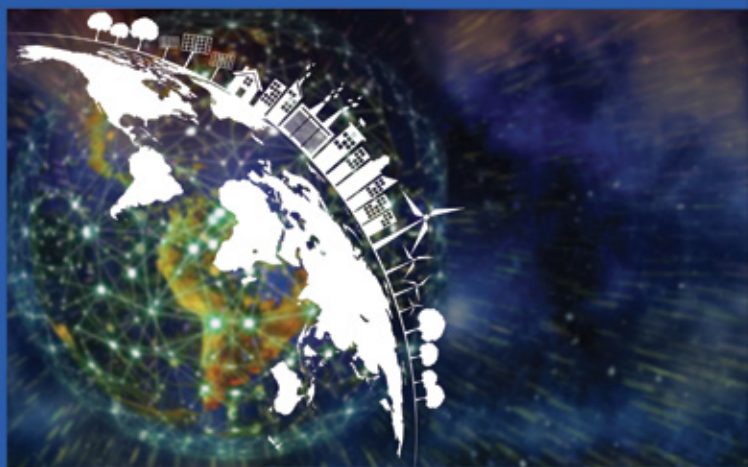


با توجه به آن چه بیان شد، فناوری بلاکچین به وضوح می‌تواند در مواردی مانند مدیریت سیستم انرژی، بازارهای مالی، حاکمیت الکترونیک و شهر هوشمند برای ایجاد یک اکوسیستم IoT سبزتر مفید باشد. بلاکچین معاملاتی ایمن، شفاف و مصون را ارائه کرده و نقش فعال تری در تولید و مصرف انرژی تجدید پذیر ایفا می‌کند. بلاکچین به سرعت در حال اتخاذ رویکردهای جدید در فناوری تحقیق و توسعه IoT است و قادر به غلبه بر مشکلات و تنگناهای مسیر توسعه این فناوری می‌باشد. با توجه به اهمیت مواردی مانند قابلیت اطمینان پذیری IoT و نگرانی‌های زیست محیطی بود که این مطالعه نقش فناوری بلاکچین را در حرکت به سمت اکوسیستم اینترنت اشیا سبز پایدار ارائه داد و در مورد عوامل کلیدی بحث نمود که می‌توانند با استفاده از فناوری بلاکچین برای ایجاد اکوسیستم اینترنت اشیا سبزتر مورد توجه قرار گیرند. نتیجه این تحقیق ارائه یک بررسی به موقع و هدایت‌شده از نقش بلاکچین در توسعه بکارگیری عملیاتی IoT سبز است. نقشه راه تحقیقات آینده از جمله بکارگیری هوش مصنوعی در هوشمند سازی قراردادهای

فرآیندهای مبتنی بر IoT که در هنگام ایجاد یک اکوسیستم پایدار IoT سبز باید بر روی آن‌ها تمرکز شود از جمله تأکیدات این پژوهش به شمار می‌رود.

حوزه‌های کاربرد متنوع فناوری بلاکچین در سیستم‌های آینده از جمله خدمات هوشمند، مدیریت و کنترل هوشمند، تولید و توزیع هوشمند و کسب و کارهای هوشمند در کنار قابلیت‌های حل مسئله آن به طور اساسی پروژه‌های توسعه بر اساس گسترش یک اکوسیستم IoT سبز پایدار را تغییر خواهد داد. IoT سبز مبتنی بر بلاکچین و هوش مصنوعی و درک ابعاد وسیع بکارگیری آن محققان را به مطالعه عمیق کاربرد نظریه‌های موجود برای درک بهتر اهمیت کاربردهای در حال ظهور فناوری‌های نوین در تلاقی فناوری بلاکچین و اکوسیستم IoT سبز تشویق می‌کند.

منابع



- [1] Internet of Things forecast, <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/internet-of-things-forecast>, accessed 11 Feb 2019.
- [2] J. Jo et al., "Emerging Technologies for Sustainable Smart City Network Security: Issues, Challenges, and Countermeasures," J. Inf. Processing Systems, vol. 15, no. 4, 2019, pp. 765–84.
- [3] Blockchain technology: Preparing for Change, <https://www.accenture.com/pl-en/~media/Accenture/next-gen/top-ten-challenges/challenge4/pdfs/Accenture-2016-Top-10-Challenges-04-Blockchain-Technology.pdf>, accessed 11 Feb 2019.
- [4] V. Mohammadi et al., "Trust-Based Recommendation Systems in Internet of Things: A Systematic Literature Review," Human-Centric Computing and Information Sciences, vol. 9, no. 1, 2019, p. 21.
- [5] A. Magnani, L. Calderoni, and P. Palmieri, "Feather Forking as a Positive Force: Incentivising Green Energy Production in a Blockchain-Based Smart Grid," in Proc. 1st Workshop on Cryptocurrencies and Blockchains for Distributed Systems, ACM, June 2018, pp. 99–104.
- [6] F. Imbault et al., "The Green Blockchain: Managing Decentralized Energy Production and Consumption," in 2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), IEEE, June 2017, pp.1–5.
- [7] M. Andoni et al., "Blockchain Technology in the Energy Sector: A Systematic Review of Challenges and Opportunities," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 100, 2019, pp. 143–174.

- [8] Y. Gu et al., "Decentralized Transaction Mechanism Based on Smart Contract in Distributed Data Storage, Information, vol. 9, no. 11, 2018, p. 286.
- [9] C. Xu, K. Wang, and M. Guo, "Intelligent Resource Management in Blockchain-Based Cloud Datacenters," IEEE Cloud Computing, vol. 4, no. 6, 2017, pp. 50–59.
- [10] P. K. Sharma, M. Y. Chen, and J. H. Park, "A Software Defined Fog Node Based Distributed Blockchain Cloud Architecture for IoT," IEEE Access, vol. 6, 2018, pp. 115–24.
- [11] P. K. Sharma et al., "SoftEdgeNet: SDN Based Energy-Efficient Distributed Network Architecture for Edge Computing," IEEE Commun. Mag., vol. 56, no. 12, Dec. 2018, pp. 104–11.
- [12] I. Eyal, "Blockchain Technology: Transforming Libertarian Cryptocurrency Dreams to Finance and Banking Realities," Computer, vol. 50, no. 9, 2017, pp. 38–49.
- [13] J. Huertas, H. Liu, and S. Robinson, "Eximchain: Supply Chain Finance Solutions on a Secured Public, Permissioned Blockchain Hybrid," Eximchain white paper, 2018, p. 13.
- [14] P. K. Sharma, N. Kumar, and J. H. Park, "Blockchain-based Distributed Framework for Automotive Industry in a Smart City," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 15, no. 7, July 2019, pp. 4197–4205.
- [15] P. De Filippi and S. Hassan, "Blockchain Technology as a Regulatory Technology: From Code is Law to Law is Code," 2018, arXiv preprint arXiv:1801.02507.



مرکز ملی فضای مجازی
پروژه فضای مجازی

csri.majazi.ir

حوزه فضای مجازی به اندازه انقلاب اسلامی اهمیت دارد. این فضا مثل یک رودخانه پر از آب و خروشان است که می آید و دائماً هم بر آب آن افزوده و خروشان تر می شود. اگر ما بر این رودخانه تدبیر کنیم و برنامه داشته باشیم، زهکشی کنیم و هدایت کنیم این رودخانه را تا به سد بریزد، می شود فرصت. اگر رهايش کنیم و برنامه ای برای آن نداشته باشیم می شود یک تهدید.



csri.majazi.ir