



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

بررسی کارایی و امنیت بلاک چین در قراردادهای هوشمند

گزارش سمینار کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر
گرایش نرم افزار

نگارش

شروین حاجی اسمعیلی

استاد راهنما

دکتر مقصود عباس پور

تابستان ۹۷



دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

گزارش سمینار کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر - گرایش نرم افزار
تحت عنوان:

بررسی کارایی و امنیت بلاک چین در قراردادهای هوشمند

در تاریخ پایان نامه دانشجو، ، توسط کمیته تخصصی داوران مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

امضا	نام و نام خانوادگی	۱- استاد راهنما اول:
امضا (در صورت نیاز)	نام و نام خانوادگی	۲- استاد راهنما دوم:
امضا (در صورت نیاز)	نام و نام خانوادگی	۳- استاد مشاور:
امضا	نام و نام خانوادگی	۴- استاد داور (داخلی):
امضا	نام و نام خانوادگی	۵- استاد داور (خارجی):
امضا	نام و نام خانوادگی	۶- نماینده تحصیلات تکمیلی:

با سپاس و قدردانی از

پدران و مادرانی که خود را فدای تربیت فرزندان خود کردند و
اساتید و معلمانی که در تمام دوران زندگی، راهنمای جانسوز ما بودند.

آوردن این صفحه اختیاریست.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه شهید بهشتی
می‌باشد.

به نام خدا

نام و نام خانوادگی: شروین حاجی اسمعیلی

عنوان پایان نامه: بررسی کارایی و امنیت بلاک چین در قراردادهای هوشمند

استاد راهنما: دکتر مقصود عباس پور

اینجانب شروین حاجی اسمعیلی تهیه کننده گزارش سمینار کارشناسی ارشد حاضر، خود را ملزم به حفظ امانت داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان بنابر قانون Copyright می دانم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال، جداول و مطالب سایر منابع، بلافاصله مرجع آن ذکر شده و سایر مطالب از کار تحقیقاتی اینجانب استخراج گشته است و امانت داری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود، مسئولیت کلیه عواقب قانونی با شخص اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی: شروین حاجی اسمعیلی

تاریخ و امضا:

تقدیم به

رهجویان علم و فناوری و دوستداران علم و دانش

آوردن این صفحه اختیاریست.

فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۵	تعریف مفاهیم	۲
۹	مروری بر پژوهش‌های مرتبط	۳
۱۰	۱.۳ امنیت بلاک چین و ماین کردن	۱۰
۱۱	۲.۳ امنیت قراردادهای اتریوم	۱۱
۱۲	۳.۳ حریم خصوصی	۱۲
۱۳	۴ طرح مسئله	۱۳
۱۶	۵ معرفی قابلیت‌های قالب	۱۶
۱۷	۱.۵ نگارش	۱۷
۱۸	۲.۵ بخش‌بندی	۱۸
۱۸	۱.۲.۵ یک زیربخش	۱۸
۱۸	زیربخشی در زیربخش	۱۸
۱۹	دومین زیربخش در زیربخش	۱۹
۱۹	۲.۲.۵ زیربخشی دیگر	۱۹
۲۰	۳.۵ ارجاعات	۲۰

۲۰	.....	نمایه‌ها	۴.۵
۲۰	.....	فرمول نویسی	۱.۴.۵
۲۱	.....	تصاویر	۲.۴.۵
۲۳	.....	جداول	۳.۴.۵

۲۴		مراجع	
----	--	-------	--

فهرست تصاویر

۱.۵	یک نمونه تصویر	۲۲
-----	----------------	----

فهرست جداول

۱.۵	نمونه‌ای جدول	۲۳
-----	---------------	----

چکیده

لورم ایپسوم (به انگلیسی lorem ipsum) متنی بی مفهوم است که تشکیل شده از کلمات معنی دار یا بی معنی کنار هم. کاربر با دیدن متن لورم ایپسوم تصور میکند متنی که در صفحه مشاهده میکند این متن واقعی و مربوط به توضیحات صفحه مورد نظر است واقعی است. حالا سوال اینجاست که این متن «لورم ایپسوم» به چه دردی میخورد و اساسا برای چه منظور و هدفی ساخته شده است؟ پیش از بوجود آمدن لورم ایپسوم، طراحان وب سایت در پروژه های وب سایت و طراحان گرافیک در پروژه های طراحی کاتولوگ، بروشور، پوستر و ... همواره با این مشکل مواجه بودند که صفحات پروژه خود را پیش از آنکه متن اصلی توسط کارفرما ارائه گردد و در صفحه مورد نظر قرار گیرد چگونه پر کنند؟؟ اکثر طراحان با نوشتن یک جمله مانند «این یک متن نمونه است» و یا «توضیحات در این بخش قرار خواهند گرفت» و کپی آن به تعداد زیاد یک یا چند پاراگراف متن میساختند که تمامی متن ها و کلمات، جملات و پاراگراف ها تکراری بود و از این رو منظره خوبی برای بیننده نداشت و ضمنا به هیچ وجه واقعی به نظر نمیرسید تا بتواند شکل و شمایل تمام شده پروژه را نشان دهد. از این رو متنی ساخته شد که با دو کلمه (به فارسی: لورم ایپسوم) آغاز میشد و با همین نام در بین طراحان وب و گرافیک شناخته و به سرعت محبوب شد. وب سایت های سازنده لورم ایپسوم میتوانند هر تعداد کلمه و پاراگراف که بخواهید به صورت تکراری یا غیر تکراری برایتان بسازند و تحویلتن بدهند تا از آنها در پروژه هایتان استفاده کنید. (لورم ایپسوم فارسی) متن های لورم ایپسوم را به زبان فارسی و علاوه بر زبان فارسی به انگلیسی، عربی، ترکی استانبولی و ... برایتان میسازد. زبان های دیگر نیز رفته رفته به بانک اطلاعاتی لورم ایپسوم فارسی اضافه خواهند شد.

واژگان کلیدی: بلاک جین، اتریوم، امنیت، رای گیری

فصل ۱

مقدمه

با معرفی بیت کوین^۱ به عنوان یک ارز دیجیتال بدون پشتوانه و ارزش ذاتی در سال ۲۰۰۸ و فراگیر شدن استفاده‌ی از این بستر برای تراکنش‌های مالی مطالعات بسیاری در مورد دلیل موفقیت آن شد. اما با گذشت زمان توجه‌ها بیشتر به تکنولوژی مورد استفاده‌ی این ارز دیجیتال و به طور خاص بلاک چین^۲ جلب شد. از استفاده‌های در بلاک چین بیت کوین برای تولید ابزارهای مالی جدید می‌توان به سکه‌های رنگی به عنوان ارزهای جدید و Namecoin برای بستر خرید و فروش دامنهی وبسایت اشاره کرد.

استفاده از بلاک چین به عنوان یک لیست تغییرناپذیر به کمک اثبات کار یک راه حل توزیع شده برای مسئله‌ی ژنرال‌های بیزنتین^۳ را ایجاد کرد که خود باعث تولید ارزهای جدید به روی بسترهای مستقل شده و برای کاربردهای جدید شد. یکی از بلندپروازانه‌ترین ایده‌هایی که تا به امروز دیده شده اتریوم است. تراکنش‌های بیت کوین توانایی ثبت اسکرپت‌هایی که قواعدی برای تراکنش ثبت کنند را دارند ولی تعدادی از خصوصیت‌های معمول زبان‌های برنامه‌نویسی turing-complete مانند حلقه را پشتیبانی نمی‌کنند. هدف از ساخت اتریوم ساخت یک زبان برنامه نویسی turing-complete برای این بستر است.

فلسفه‌ی ساخت پروتکل اتریوم رو می‌توان در این ۵ پایه خلاصه کرد:

- **سادگی:** پروتکل باید برای برنامه‌نویسان ساده و دردسترس باشد حتی به قیمت از کم شدن بهره‌وری کل سیستم.

- **کامل بودن:** اتریوم باید یک زبان turing-complete داشته باشد و هر مدل ریاضی را بتوان با آن پیاده کرد.

- **بخش‌پذیری^۴:** قسمت‌های اتریوم باید از هم جدا باشند و توانایی عوض کردن الگوریتم‌های و ساختار داده‌های سیستم مانند درخت پاتریشا وجود داشته باشد، بدون این که قسمت‌های دیگر سیستم از این تغییر باخبر شوند

- **جابجایی:** جزئیات پروتکل اتریوم باید قابل تغییر باشند.

- **برابری:** سیستم نباید فعالانه جلوی یک دسته از کاربردها رو بگیرد یا آن‌ها رو محدود کند.

¹ Bitcoin

² Blockchain

³ Byzantine generals

⁴ Modularity

با بوجود آمدن اتریوم به عنوان یک بستر کامل، بی اعتماد و توزیع شده برای قراردادهای هوشمند کاربردهای اشاره شده در بالا را می توان به سادگی با نوشتن چند خط کد پیاده کرد. این سادگی در پیاده سازی باعث جذب بسیاری از توسعه دهندگان می شود که می توانند کاربردهای جدیدی پیاده کنند که به عنوان یک کارپرداز خودکار در این بستر فعالیت کنند. تغییرناپذیری قراردادهایی که در بستر بلاک چین نوشته می شوند باعث اعتماد مشتریان آنها به آن قرارداد می شود ولی این تغییرناپذیری به معنی این است که اگر قرارداد «اشتباهی» در این بستر نوشته شود راهی برای تصحیح آن نیست. برای مثال در سال ۲۰۱۶ به اندازه ی ۵۰ میلیون دلار اتر از یک سازمان کثرتفاندینگ در اثر یک باگ امنیتی از یک قرارداد آنها دزدیده شد. با توجه به تغییر ناپذیر بودن بلاک چین هیچ راهی جز تغییر پروتکل برای بازگرداندن پول وجود نداشت و در نهایت با یک انشعاب سخت از این بستر پول به آن مجموعه بازگردانده شد. این تصمیم برای تغییر سیستم باعث شد کاربران اتریوم به دو دسته تقسیم شوند، دسته ی اول کسانی که از بازگردانده شدن پول به سازمان حمایت می کردند و بلاک چین جدید رو به عنوان بلاک چین اصلی اتریوم قبول کردند و دسته ی دوم که با این استدلال که قانون اتریوم کد قراردادهاست و چون قرارداد به درستی اجرا شده باید آن مبلغ به هکرها تعلق بگیرد، بلاک چین جدید را قبول نکرده و بلاک چین قبلی را ادامه دادند. از نمونه های دیگر این مسئله می توان به قفل شدن ۳۰۰ میلیون دلار اتر متعلق به شرکت parity در نوامبر ۲۰۱۷ اشاره کرد.

لازم به ذکر است که هیچ کدام از مشکلات امنیتی نام برده شده مشکل خود بستر اتریوم نبوده و مسئله استفاده ی اشتباه از زبان برنامه نویسی آن و قابلیت های آنها بوده است. با این وجود توجه به مسائل امنیتی در این بستر ناآشنا و جدید با توجه به طرز فکر متفاوت از برنامه نویسی عادی بسیار مهم است.

در ادامه ی این تحقیق به بررسی دقیق تر بعضی از این مشکلات امنیتی خواهیم پرداخت.

یک سوال مهم در زمینه ی قراردادهای هوشمند اتریوم کاربردهای ممکن و یا مناسب این بستر است. از کاربردهای معروف این بستر به کاربردهای زیر می توان اشاره کرد:

- ارزهای جدید
- سیستم های هویت
- فایل سیستم های توزیع شده

- سازمان‌های خودکار توزیع‌شده

در ادامه‌ی این تحقیق ابتدا به تعریف مفاهیم پرکاربرد آن می‌پردازیم و در ادامه ...

فصل ۲

تعريف مفاهيم

در این بخش تعریف مفاهیم مورد استفاده در این تحقیق می‌پردازیم.

- **بلاک چین:** بلاک چین یک ساختار داده متشکل از بلوک‌های پشت‌سرهم که هر بلوک شامل هشی از خودش بلوک قبلی هم هست. در نتیجه به تغییر یک بلوک باید تمام بلوک‌های بعد از آن را تغییر داد تا ساختار درست باشد.

- **اثبات کار:** روش اثبات کار بر اساس hashcash که یک روش برای جلوگیری از حملات DDoS طراحی شده بود ساخته شده است. روش کار hashcash به شکل زیر است:

برای این که یک ایمیل توسط سرور ارسال شود همراه متن ایمیل کلاینت باید که رشته‌ای ارسال کند که اگر هش SHA-1 آن از آن گرفته شود ۲۰ بیت اول آن صفر خواهند بود. به دلیلی تصادفی بودن هش رشته باید با امتحان کردن رشته‌های مختلف به یک رشته‌ی مناسب برسد. زمان حل این مسئله برای کامپیوترهای 1 GHZ آن زمان حدود یک ثانیه بود و زمان بررسی درست بودن آن هش تنها ۲ میکروثانیه است.

برای یک کاربر عادی که قصد ارسال یک ایمیل را دارد زمان یک ثانیه‌ای قابل قبول است اما اگر یک مهاجم قصد spam کردن توسط این سرویس را داشته باشد زمان یک ثانیه برای هر ایمیل هزینه‌ی بسیار بالایی خواهد بود.

در بستر بیت کوین از این روش برای توافق بر بلوک‌های بعدی بلاک چین به صورت زیر استفاده می‌شود: هر بلوک جدید حاوی تعدادی تراکنش برای ثبت در بلاک چین توسط ماینترها به یک بلوک تبدیل می‌شود. ولی برای این که این بلوک توسط بقیه پذیرفته شود باید در این بلاک یک nounce قرار دهند به صورتی که هش بلاک از یک عددی که توسط پروتکل بیت کوین انتخاب می‌شود کمتر باشد. این شرط در طول زمان به صورت خودکار به روزرسانی می‌شود به طوری که در هر لحظه به صورت میانگین اضافه کردن بلاک ۱۰ دقیقه از کل شبکه زمان ببرد. از آنجایی که تنها راه پیدا کردن همچین رشته‌ای بروتفورس است، توان محاسباتی بالاتر باعث شانس بیشتر برای پیدا کردن بلاک بعدی خواهد شد.

• مسئله‌ی جنرال‌های بیزنتین

مسئله‌ی جنرال‌های بیزنتین یا تحمل خطای بیزنتین مدلی از تحمل خطا در سیستم‌های توزیع شده است. در این مسئله تعدادی جنرال یک ارتش با هم به صورت پیام‌های یک به یک صحبت می‌کنند و در ساده‌ترین

حالت در مورد حمله کردن یا عقب نشینی در یک نبرد تصمیم می گیرند. ولی تعدادی از این جنرال ها خائن بوده و تلاش می کنند که جمع به توافق غلطی برسد (توافق درست توافقی است که اگر هیچ خائنی وجود نداشت به آن می رسیدند) و یا با جواب ندادن مانع تصمیم گیری آن ها شوند. در ساده ترین حالت و بدون استفاده از امضاهای دیجیتال ثابت می شود که برای $1 + 3k$ جنرال، با رای گیری می توان تا k خائن را تحمل کرد. راه حل خلاقانه ی بیت کوین برای حل این مسئله استفاده از بلاک چین برای ذخیره ی اطلاعات و استفاده از اثبات کار برای اضافه کردن بلوک به بلاک چین است.

برای نشان دادن نحوه ی حل این مسئله یک مثال را بررسی می کنیم. فرض می کنیم شخص A یک بیت کوین را به B منتقل کرده و این تراکنش در بلاک چین ثبت شده و در ازای آن کالایی دریافت کرده، حال قصد دارد که این تراکنش رو از بلاک چین بیت کوین حذف کند تا بتواند آن را ۲ بار خرج کند. از آنجایی که نودهای شبکه ی بیت کوین اگر ۲ زنجیره از بلوک ها دریافت کنند زنجیره ی بلندتر را قبول خواهند کرد باید ۲ بلوک سالم بسازد قبل از این که کل شبکه یک بلوک به شبکه اضافه کنند.

احتمال موفقیت حمله ی A مساوی $\left(\frac{A's \text{ computational power}}{Bitcoin \text{ network's computational power}}\right)^2$ است. اگر توان محاسباتی A از بقیه ی شبکه کمتر باشد این کسر یک عدد کوچک تر از ۰.۵ است. اگر در این کار به موقع موفق نشود سه بلاک عقب می افتد و توان فرمول بالا تبدیل به سه می شود و احتمال موفقیتش کمتر از پیش نیز می شود. این مسئله مسئله ی قمارباز نام دارد که نشان داده می شود در آن در طول زمان احتمال موفقیت مهاجم به صورت نمایی کاهش پیدا می کند.

- **انشعاب:** منظور از انشعاب در ارزهای دیجیتال تبدیل یک بلاک چین به دو بلاک چین است، گاهی برای ساخت ارزهای جدید از بلاک چین موجود یک ارز دیگر مثل بیت کوین استفاده می شود، این کار باعث می شود که شروع بلاک چین آسان تر و امن تر شود. در روال عادی کار بیت کوین نیز ممکن است انشعابی رخ دهد اما هر ماینری که متوجه انشعابی شود به صورت خودکار بلندترین زنجیره را به عنوان زنجیره ی درست انتخاب می کند. در صورتی که یک انشعاب برای تولید بلاک چین جدید انجام گیرد و بلوک هایی قبلی که در آن وجود داشتند همچنان درست حساب شوند این انشعاب را انشعاب نرم و اگر بلوک های قبلی مورد قبول سیستم جدید نباشند انشعاب را انشعاب سخت می نامیم.

- **ماین کردن:** به عملیات پیدا ساختن بلوک‌های جدید روی بلاک چین به هدف پیدا کردن بلاک‌های درست و دریافت جایزه‌ی آن‌ها ماین کردن می‌گوییم.
- **ماینینگ پول:** از آن جایی که ماین کردن برای یک نفر با توجه به احتمال پایین این که بتوانند بلاک معتبر را زودتر از بقیه‌ی شبکه پیدا کنند بسیار پایین است، ماینینگ پول‌ها شکل گرفته‌اند. با تقسیم کردن کار بین چندین ماشین شانس پیدا کردن بلوک معتبر بیشتر می‌شود و جایزه‌ی ماین کردن به نسبت توان محاسباتی بین شرکت کنندگان تقسیم می‌شود. برای بدست آوردن توان محاسباتی که هر ماشین برای این کار مصرف کرده از تعداد بلوک‌هایی که هش آن‌ها به اندازه‌ی کافی برای درست بودن کوچک نیست ولی به جواب درست نزدیکند استفاده می‌شود.
- **قرارداد هوشمند** لفظ قراردادهای هوشمند اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط N.Szabo به عنوان یک پروتکل تراکنش کامپیوتری که شروط یک قرارداد را اجرا می‌کند. در اولین مثال معروف قراردادهای هوشمند یک وندینگ ماشین را مثال زد که در ازای سکه‌ی به طور اتوماتیک کالای مورد نظر را به مشتری می‌دهد، همینطور از آنجایی که بدون پول دادن هرگز کالایی نمی‌دهد و امنیت سکه‌ها را از طریق صندوق خود تا حد معقولی تامین می‌کند قرارداد مناسبی بین مشتری و تولیدکننده‌ی کالا محسوب می‌شود. هدف نهایی قراردادهای هوشمند کاهش نیاز به اعتماد کردن و افراد میانی در یک قرارداد است و با بوجود آمدن بسترهای ارز دیجیتال و راه‌حل‌های جدید مسئله‌ی جنرال‌های بی‌زنتین بستر مناسبی برای ساخت قراردادهای هوشمند و توزیع شده بدون نیاز به اعتماد به شخص ثالث بوجود آمده است. با وجودی که به کمک زبان اسکریپتینگ بیت‌کوین می‌توان مدل‌های مختلفی از قراردادهای هوشمند را تولید کرد، با اتریوم به به کمک زبان برنامه‌نویسی turing-complete آن در تئوری می‌توان هر قرارداد هوشمند ممکن را تولید کرد.

فصل ۳

مروری بر پژوهش‌های مرتبط

در این بخش به مروری بر کارهای انجام شده تاکنون می‌پردازیم. این مقالات در در دسته‌های زیر تقسیم می‌کنیم (کامل شود!!!)

۱.۳ امنیت بلاک‌چین و ماین کردن

در روش امنیتی بیت‌کوین که از طریق حل کردن یک مسئله‌ی سخت محاسباتی ثابت بلاک‌های جدید به بلاک‌چین اضافه می‌شوند چند مسئله‌ی امنیتی رخ می‌دهد، اول این که به دلیل این که عملیات ماین کردن احتیاجی به کل بلاک چین ندارد و افراد می‌توانند کار را تقسیم کنند احتمال بوجود آمدن یک ماینینگ پول که بیش از پنجاه درصد توان محاسباتی را داشته باشد بالا می‌رود. بعضی پژوهش‌ها در این زمینه برای تولید مسائل مناسب برای اثبات کار که در عین حال قابل تقسیم و موازی انجام شدن هم باشند انجام شده است.

مسئله‌ی دیگر بوجود آمدن سخت‌افزارهای مخصوص این مسئله است که باعث می‌شود عملیات ماین کردن از یک عملیات توزیع شده که تمام افراد در آن شرکت می‌کنند به عملیاتی نیازمند سرمایه‌ی اولیه‌ی بالا شود. امنیت بیت‌کوین در گرو این موضوع است که به نفع تمام افرادی که ماین می‌کنند است که در پروتکل رو رعایت کنند اما در تحقیق X نشان داده شده که این گزاره همواره درست نیست و در بعضی شرایط با برای ماینینگ پول‌ها به صرفه است که از توان مصرفی خود در یک ماینینگ پول رقیب استفاده کنند و اگر هش درست را برای رقیب پیدا کردند آن را اعلام نکنند.

یک تحقیق دیگر نشان داد در شرایطی برای ماینینگ پول‌ها به صرفه است که اگر هش درست را پیدا کردند به بقیه اعلام نکنند تا برای بلوک بعدی به دلیل زودتر شروع کردن شانس بالاتری داشته باشند.

با توجه به این شرایط و همچنین هزینه‌ی محاسباتی بالایی که ماین کردن در شرایط فعلی بیت‌کوین و بسیاری از ارزهای دیجیتال دیگر دارد تحقیقات بسیاری برای پیدا کردن روش‌های دیگر به جای استفاده از اثبات کار برای اضافه کردن بلوک به بلاک‌چین شده که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

- **اثبات سهم:** به این صورت است که هر ماین‌کننده‌ای که سهم بیشتری از سکه‌های بستر را داشته باشد، شانس بیشتری برای ساختن بلوک بعدی دارد. ایده‌ی کلی این روش این است که در صورت پیش آمدن

مشکلی برای بستر این افراد بیشترین ضرر را خواهند کرد.

- **اثبات سن سکه:** یک روش ارائه شده توسط Peercoin است که در آن برای ماین کردن به مقدار سکه‌ی قدیمی (عمر سکه مدت زمانی که دی یک حساب ساکن مانده باشد تعریف می‌شود) هر ماین‌کننده توجه می‌شود.

- **اثبات سپرده:** در این روش برای ساخت بلوک جدید باید مقداری سکه توسط ماین‌کننده در یک حساب برای مدت زمانی قفل شوند.

- **اثبات سوزاندن:** در این روش برای ساخت بلوک باید مقداری سکه را به حسابی غیرقابل دسترس (مثلاً حسابی با کلید عمومی تماماً صفر) منتقل کرد.

- **اثبات فعالیت:** در این روش تعدادی کاربر در هر مرحله به صورت تصادفی برای اضافه کردن بلوک انتخاب می‌شوند و باید در مدت زمانی محدود با یک پیغام امضا شده به آن پاسخ دهند.

- **Stellar Consensus Protocol:** در این روش با بوجود آمدن طبیعی کاربرهای قابل اعتماد و ساخت لایه‌هایی از اعتماد که بی‌شباهت به لایه‌های ISP نیستند برای انتخاب بلوک بعدی تصمیم می‌گیرند. در این روش هر کاربر خود انتخاب می‌کند که چه افرادی در مورد درستی تراکنش او تصمیم بگیرند.

۲.۳ امنیت قراردادهای اتریوم

واضح است که با بوجود آمدن ارزهای دیجیتال مانند بیت‌کوین و تراکنش‌های نیمه‌ناشناس در آن‌ها بستری مناسبی برای تراکنش‌های غیرقانونی و مجرمانه بوجود آمد، به کمک بستر اسکرپیتینگ بیت‌کوین و در ادامه بستر کامل قراردادهای هوشمند مسئله‌ی قراردادهای مجرمانه به طور جدی‌تری مسئله خواهد شد. Juels (gyges) به بررسی دقیق‌تر این کاربردها پرداخته برای مثال قراردادهایی برای لو دادن اسناد مجرمانه و یا حتی دزدین کلیدهای رمزنگاری از جمله کاربردهای ممکن این قراردادها هستند.

همچنین atezi به بررسی مشکلات امنیتی معمول قراردادهای در بستر اتریوم و تله‌ی معمول این زبان برنامه‌نویسی

وروش‌های تصحیح آن‌ها پرداخت. از اشتباهاتی که وی در تحقیق خود به آن‌ها پرداخته می‌توان به نحوه‌ی نوشتن قراردادی که در سال ۲۰۱۶ باعث انشعاب بلاک‌چین اتریوم شد اشاره کرد.

۳.۳ حریم خصوصی

از کارهای دیگر بر روی امنیت تراکنش‌ها می‌توان به تلاش‌هایی برای تبدیل کردن این بسترها از بسترهای تراکنش نیمه‌ناشناس به تراکنش‌های ناشناس اشاره کرد. کارهایی مانند zerocash و بستر HAWK و یا E. Heilman در مقاله‌ی مقاله! به بررسی روش‌های تولید تراکنش‌های کاملاً ناشناس بر روی بسترهای موجود یا خارج از آن‌ها پرداخته‌اند.

فصل ۴

طرح مسئله

با بوجود آمدن سازمان‌های خودکار توزیع‌شده در بستر اتریوم تلاش‌های بسیاری برای ساخت سازمان‌هایی برای کاربردهایی که در ساختار فعلی جامعه احتیاج به اعتماد به یک سازمان مرکزی دارند در بستر بلاک‌چین شده است.

یکی از این کاربردها سیستم‌های رای‌گیری هستند. در شرایط فعلی برای راه انداختن یک سیستم رای‌گیری سیستم‌های خودکاری وجود دارند که استفاده از آن‌ها نیازمند اعتماد به نگه‌دارندگان آن سیستم‌ها (که در بسیاری از کاربردها دولت‌ها این نقش را به عهده دارند) و همچنین امنیت این سیستم‌هاست.

یک تحقیق معروف از دانشگاه NYU در سال ۲۰۱۵ توضیح داد که ماشین‌های رای‌گیری الکترونیکی که در ۴۳ ایالت آمریکا استفاده می‌شوند در سال ۲۰۱۶ به دهمین سال استفاده شدن می‌رسند. ساختار و نرم‌افزار قدیمی این دستگاه‌ها باعث می‌شود که احتمال هک شدن آن به شدت بالا برود.

در سال ۲۰۱۶ اوکراین و ایالات متحده‌ی آمریکا قراردادی برای ساخت یک سیستم رای‌گیری بر روی بستر اتریوم امضا کردند. این پتانسیل تکنولوژی بلاک‌چین در زمینه‌ی رای‌گیری باعث تولید چند نمونه از سیستم‌های رای‌گیری بر بستر بلاک‌چین نیز شده که از آن‌ها می‌توان به VoteBook توسط شرکت Kaspersky که یک شرکت پیشرو در زمینه‌ی امنیت است اشاره کرد.

فلسفه‌ی ساخت این سیستم به صورتی است که تلاش می‌کند برای کاربرانی که از سیستم‌هایی رای‌گیری فعلی استفاده می‌کنند کمترین تغییر در رفتار نیاز باشد.

از مثال‌های دیگر سیستم‌های رای‌گیری مبتنی بر بلاک‌چین می‌توان به استارت‌آپ Follow My Vote اشاره کرد. نحوه‌ی کار این سیستم با سیستم VoteBook تفاوت اساسی دارد و برای رای‌دادن احتیاج دارد که نرم‌افزاری برای رای‌دادن به روی کامپیوتر و یا تلفن همراه کاربران نصب شود.

و در نهایت یکی از موفق‌ترین سیستم‌های رای‌گیری مبتنی بر بلاک‌چین موجود در حال حاضر VoteWatcher ساخته شده توسط یک شاخه از شرکت blockchain Technologies Corporation است که یک شرکت بزرگ برای ارائه‌ی سرویس‌های مبتنی بر بلاک‌چین است. طبق وب‌سایت این محصول تاکنون بیش از صد هزار رای در بیشتر از ۲۰ رای‌گیری مختلف توسط این سیستم شمارش شده است.

مدل اسفاده‌ی VoteWatcher به سیستم VoteBook بسیار شبیه است و تفاوت رفتاری زیادی با مدل‌های

رای‌گیری الکترونیکی فعلی برای کاربران ندارد.

یک نکته‌ی مهم در مورد همه‌ی این نمونه‌ها این است که در آن‌ها استفاده‌ای از بلاک‌چین‌های عمومی نمی‌شود و با استفاده از بلاک‌چین‌های اختصاصی کار می‌کنند. در حالت کلی این یک نکته‌ی منفی ولی بسته به کاربرد می‌تواند استفاده از یک بلاک‌چین عمومی به شفافیت سیستم کمک کند.

یک مسئله‌ی دیگر که با وجود امنیت بالای این سیستم‌ها هنوز حل نشده و جای کار دارد سیستم‌های رای‌گیری برای شرایطی که امنیت رای‌دهندگان را نمی‌شود به خوبی تامین کرد است. با وجودی که اکثر سیستم‌های فعلی از قابلیت انتخاب این که رای این رای‌دهنده شمارش نشود پشتیبانی می‌کنند، سیستم پیگیری رای که برای امنیت و اطمینان بیشتر به سیستم اضافه شده می‌تواند حریم خصوصی کاربران را زیر سوال ببرد.

R. Sarres de Almeida در یک بلاگ پست به این مسئله در برزیل و مشکلاتی که این سیستم به وضعیت خرید و فروش و یا تهدید برای رای دادن به یک کاندیدای خاص بوجود می‌آورد پرداخت. در شرایطی که فردی که رشوه داده می‌تواند Ballot ID کسی که رای داده را از او گرفته و نتیجه‌ی رای او را چک کند، خطر خرید و فروش و بخصوص استفاده از خشونت برای جمع کردن رای دوچندان می‌شود.

با توجه به این خلا موجود در پیاده‌سازی‌های موجود در این زمینه، هدف این پژوهش طراحی یک سیستم رای‌گیری دیجیتال مبتنی بر بلاک‌چین است که در آن بتوان شمارش هر رای را بررسی کرد ولی امکان وصل کردن به رای داده شده به هیچ وجه ممکن نباشد.

فصل ۵

معرفی قابلیت‌های قالب

در این بخش با آوردن یک متن ساده به نمایش ظاهر و ساختار قالب و همچنین معرفی برخی دستورات لازم برای کار با آن قالب پرداخته می‌شود. این توضیحات بسیار مختصر بوده و صرفاً برای معرفی قالب می‌باشد و چنانچه با LaTeX آشنایی ندارید، بهتر است پیش از آغاز تدوین پایان‌نامه مختصری در مورد نحوه کار با LaTeX مطالعه بفرمایید.

۱.۵ نگارش

رعایت تمامی اصول نگارش در هنگام تدوین پایان‌نامه الزامیست، بسیاری از نکات نگارشی توسط قالب رعایت می‌شوند. در ادامه این بخش به معرفی برخی دستورات کاربردی برای این کار پرداخته می‌شود. به طور پیش‌فرض هر پاراگراف به صورت خودکار با فاصله از کنار آغاز می‌شود. چنانچه در حالت خاصی، نیاز به حذف این فاصله باشد می‌توانید از دستور

`\noindent`

استفاده کنید.

برای نوشتن متون انگلیسی لازم است آن‌ها را داخل تگ `\lr{}` قرار دهید. به عنوان مثال با نوشتن `\lr{word}` کلمه word به درستی داخل متن قرار می‌گیرد.

با نوشتن `\par` می‌توانید خط جدیدی را آغاز کنید و نوشتن `\par` نیز باعث ایجاد یک پاراگراف جدید خواهد شد. با قرار دادن متن در داخل تگ `\textbf{}` متن به صورت **ضخیم** و با قرار دادن نوشته در داخل تگ `\textit{}` نوشته کج خواهد شد. امکان استفاده هم‌زمان از این تگ‌ها نیز وجود دارد. برای آشنایی بیشتر با دستورات، پیشنهاد می‌شود به آموزش‌های LaTeX مراجعه کنید.

پانوشته‌ها یکی از بخش‌های اصلی در هر نوشته‌ای می‌باشد. در این قالب شماره‌های پانوشته در هر صفحه، مجدداً از ۱ آغاز می‌شود. با نوشتن

`\LTRfootnote{footnote}`

می‌توان یک پانوشته لاتین^۱ اضافه نمود.

^۱ footnote

برای افزودن پانوشتهای فارسی^۱ نیز از دستور زیر استفاده می‌شود.

`\RTLfootnote{پانوشت}`

نمونه‌های افزودن پانوشته نیز در همین قسمت وجود دارد.

۲.۵ بخش‌بندی

برای ساخت یک فصل جدید کافیهست از دستور

`\chapter{عنوان}`

استفاده شود. با نوشتن این دستور به صورت خودکار یک فصل جدید اضافه شده و عنوان آن در یک صفحه مجزا قرار می‌گیرد. هر بخش می‌تواند شامل تعدادی Section باشد. شماره‌های آن مانند آنچه در بالا نیز مشاهده می‌کنید با . از یک‌دیگر جدا شده و به صورت خودکار شماره‌گذاری شده و به فهرست اضافه می‌شوند. کافیهست برای ساخت بخش دستور

`\section{عنوان}`

را وارد کنید. همچنین با دستورات زیر می‌توانید زیربخش و حتی زیر زیر بخش، ایجاد کنید.

`\subsection{عنوان}`

`\subsubsection{عنوان}`

به عنوان مثال بخش زیر را در نظر بگیرید: (متون این زیربخش‌ها بی‌معنا و برای پر کردن صفحه می‌باشد).

۱.۲.۵ یک زیر بخش

اگر زیر بخش‌ها به سطح سوم برسند شماره‌گذاری نمی‌شوند ولی در فهرست مطالب قرار می‌گیرند، به عنوان

مثال:

زیر بخشی در زیر بخش

متن

^۱ یک پانوشته فارسی

دومین زیربخش در زیربخش

متنی دیگر

۲.۲.۵ زیربخشی دیگر

لورم ایپسوم (به انگلیسی lorem ipsum) متنی بی مفهوم است که تشکیل شده از کلمات معنی دار یا بی معنی کنار هم. کاربر با دیدن متن لورم ایپسوم تصور میکند متنی که در صفحه مشاهده میکند این متن واقعی و مربوط به توضیحات صفحه مورد نظر است واقعی است. حالا سوال اینجاست که این متن «لورم ایپسوم» به چه دردی میخورد و اساسا برای چه منظور و هدفی ساخته شده است؟ پیش از بوجود آمدن لورم ایپسوم، طراحان وب سایت در پروژه های وب سایت و طراحان کرافیک در پروژه های طراحی کاتولوگ، بروشور، پوستر و ... همواره با این مشکل مواجه بودند که صفحات پروژه خود را پیش از آنکه متن اصلی توسط کارفرما ارائه گردد و در صفحه مورد نظر قرار گیرد چگونه پر کنند؟ اکثر طراحان با نوشتن یک جمله مانند «این یک متن نمونه است» و یا «توضیحات در این بخش قرار خواهند گرفت» و کپی آن به تعداد زیاد یک یا چند پاراگراف متن میساختند که تمامی متن ها و کلمات، جملات و پاراگراف ها تکراری بود و از این رو منظره خوبی برای بیننده نداشت و ضمنا به هیچ وجه واقعی به نظر نمیرسید تا بتواند شکل و شمایل تمام شده پروژه را نشان دهد. از این رو متنی ساخته شد که با دو کلمه (به فارسی: لورم ایپسوم) آغاز میشد و با همین نام در بین طراحان وب و گرافیک شناخته و به سرعت محبوب شد. وب سایت های سازنده لورم ایپسوم میتوانند هر تعداد کلمه و پاراگراف که بخواهید به صورت تکراری یا غیر تکراری برایتان بسازند و تحویلشان بدهند تا از آنها در پروژه هایتان استفاده کنید. (لورم ایپسوم فارسی) متن های لورم ایپسوم را به زبان فارسی و علاوه بر زبان فارسی به انگلیسی، عربی، ترکی استانبولی و ... برایتان میسازد. زبان های دیگر نیز رفته رفته به بانک اطلاعاتی لورم ایپسوم فارسی اضافه خواهند شد. لورم ایپسوم (به انگلیسی lorem ipsum) متنی بی مفهوم است که تشکیل شده از کلمات معنی دار یا بی معنی کنار هم. کاربر با دیدن متن لورم ایپسوم تصور میکند متنی که در صفحه مشاهده میکند این متن واقعی و مربوط به توضیحات صفحه مورد نظر است واقعی است. حالا سوال اینجاست که این متن «لورم ایپسوم» به چه دردی میخورد و اساسا برای چه منظور و هدفی ساخته شده است؟ پیش از بوجود آمدن لورم ایپسوم، طراحان وب سایت در پروژه های وب

سایت و طراحان کرافیک در پروژه های طراحی کاتولوگ ، بروشور ، پوستر و ... همواره با این مشکل مواجه بودند که صفحات پروژه خود را پیش از آنکه متن اصلی توسط کارفرما ارائه گردد و در صفحه مورد نظر قرار گیرد چگونه پر کنند؟؟ اکثر طراحان با نوشتن یک جمله مانند «این یک متن نمونه است» و یا «توضیحات در این بخش قرار خواهند گرفت» و کپی آن به تعداد زیاد یک یا چند پاراگراف متن میساختند که تمامی متن ها و کلمات ، جملات و پاراگراف ها تکراری بود و از این رو منظره خوبی برای بیننده نداشت و ضمناً به هیچ وجه واقعی به نظر نمی‌رسید تا بتواند شکل و شمایل تمام شده پروژه را نشان دهد. از این رو متنی ساخته شد که با دو کلمه (به فارسی : لورم ایپسوم) آغاز میشد و با همین نام در بین طراحان وب و گرافیک شناخته و به سرعت محبوب شد. وب سایت های سازنده لورم ایپسوم میتوانند هر تعداد کلمه و پاراگراف که بخواهید به صورت تکراری یا غیر تکراری برایتان بسازند و تحویل‌تان بدهند تا از آنها در پروژه هایتان استفاده کنید. (لورم ایپسوم فارسی) متن های لورم ایپسوم را به زبان فارسی و علاوه بر زبان فارسی به انگلیسی ، عربی ، ترکی استانبولی و ... برایتان میسازد. زبان های دیگر نیز رفته رفته به بانک اطلاعاتی لورم ایپسوم فارسی اضافه خواهند شد.

۳.۵ ارجاعات

دادن ارجاعات با افزودن BibTeX مرجع به فایل thesis.bib و سپس آوردن نام آن انجام می‌شود. مانند همین ارجاعی که در این صفحه وجود دارد. ارجاعات می‌تواند به منابع انگلیسی [۱] یا فارسی [۲] باشد.

۴.۵ نمایه‌ها

در این بخش به نحوه افزودن فایل‌های خارجی و جداول به متن پرداخته می‌شود.

۱.۴.۵ فرمول‌نویسی

نگارش فرمول‌ها در LaTeX به صورتی که مشاهده می‌کنید انجام می‌شود، در ادامه چند فرمول به عنوان نمونه نوشته می‌شود. تمامی قواعد و قوانین فرمول‌نویسی در LaTeX بدون نیاز به هیچ‌گونه تغییری در این قالب

قابل استفاده می‌باشد.

$$MAP(Q) = \frac{1}{|Q|} \sum_{j=1}^{|Q|} \frac{1}{m_j} \sum_{k=1}^{m_j} Precision(R_{jk}) \quad (۱.۵)$$

$$MI(sa, w) = \sum_{A_{sa}=0,1} \sum_{A_w=0,1} p(A_{sa}, A_w) \log \frac{p(A_{sa}, A_w)}{p(A_{sa})p(A_w)} \quad (۲.۵)$$

برای ارجاع به فرمول‌ها می‌توان از دستور `\ref{label}` استفاده کرد. به عنوان مثال: معادله ۱.۵ از معادلات مهم است.

۲.۴.۵ تصاویر

برای افزودن تصاویر می‌توانید از فایل‌های برداری مانند PDF و یا تصاویر پیکسلی مانند PNG و JPG استفاده کنید. افزودن این تصاویر مانند تصویر زیر انجام می‌شود و به راحتی می‌توان برای آنها توضیح نوشت و به طور خودکار در فهرست تصاویر قرار می‌گیرند. این تصاویر به طور خودکار در مکان مناسب قرار می‌گیرند. آوردن نام تصاویر در متن نیز مانند فرمول‌ها می‌باشد به عنوان مثال: تصویر ۱.۵ لوگو دانشگاه را نشان می‌دهد.

متنی که در ادامه این بخش آمده فقط برای پرکردن فضا می‌باشد: لورم ایپسوم (به انگلیسی lorem ipsum) متنی بی مفهوم است که تشکیل شده از کلمات معنی دار یا بی معنی کنار هم. کاربر با دیدن متن لورم ایپسوم تصور میکند متنی که در صفحه مشاهده میکند این متن واقعی و مربوط به توضیحات صفحه مورد نظر است واقعی است. حالا سوال اینجاست که این متن «لورم ایپسوم» به چه دردی می‌خورد و اساسا برای چه منظور و هدفی ساخته شده است؟ پیش از بوجود آمدن لورم ایپسوم، طراحان وب سایت در پروژه های وب سایت و طراحان کرافیک در پروژه های طراحی کاتولوگ، بروشور، پوستر و... همواره با این مشکل مواجه بودند که صفحات پروژه خود را پیش از آنکه متن اصلی توسط کارفرما ارائه گردد و در صفحه مورد نظر قرار گیرد چگونه پر کنند؟؟ اکثر طراحان با نوشتن یک جمله مانند «این یک متن نمونه است» و یا «توضیحات در این بخش قرار خواهند گرفت» و کپی آن به تعداد زیاد یک یا چند پاراگراف متن می‌ساختند که تمامی متن ها و کلمات، جملات و پاراگراف ها تکراری بود و از این رو منظره خوبی برای بیننده نداشت و ضمنا به هیچ وجه واقعی به نظر نمی‌رسید تا بتواند شکل



شکل ۱.۵: یک نمونه تصویر

و شمایل تمام شده پروژه را نشان دهد. از این رو متنی ساخته شد که با دو کلمه (به فارسی : لورم ایپسوم) آغاز میشد وبا همین نام در بین طراحان وب و گرافیک شناخته و به سرعت محبوب شد. وب سایت های سازنده لورم ایپسوم میتوانند هر تعداد کلمه و پاراگراف که بخواهید به صورت تکراری یا غیر تکراری برایتان بسازند و تحویلشان بدهند تا از آنها در پروژه هایتان استفاده کنید. (لورم ایپسوم فارسی) متن های لورم ایپسوم را به زبان فارسی و علاوه بر زبان فارسی به انگلیسی ، عربی ، ترکی استانبولی و ... برایتان میسازد. زبان های دیگر نیز رفته رفته به بانک اطلاعاتی لورم ایپسوم فارسی اضافه خواهند شد. لورم ایپسوم (به انگلیسی lorem ipsum) متنی بی مفهوم است که تشکیل شده از کلمات معنی دار یا بی معنی کنار هم. کاربر با دیدن متن لورم ایپسوم تصور میکند متنی که در صفحه مشاهده میکند این متن واقعی و مربوط به توضیحات صفحه مورد نظر است واقعی است. حالا سوال اینجاست که این متن « لورم ایپسوم » به چه دردی میخورد و اساسا برای چه منظور و هدفی ساخته شده است؟ پیش از بوجود آمدن لورم ایپسوم ، طراحان وب سایت در پروژه های وب سایت و طراحان کرافیک در پروژه های طراحی کاتولوگ ، بروشور ، پوستر و ... همواره با این مشکل مواجه بودند که صفحات پروژه خود را پیش از آنکه متن اصلی توسط کارفرما ارائه گردد و در صفحه مورد نظر قرار گیرد چگونه پر کنند؟؟ اکثر طراحان با نوشتن

یک جمله مانند «این یک متن نمونه است» ویا «توضیحات در این بخش قرار خواهند گرفت» و کپی آن به تعداد زیاد یک یا چند پاراگراف متن می‌ساختند که تمامی متن‌ها و کلمات، جملات و پاراگراف‌ها تکراری بود و از این رو منظره خوبی برای بیننده نداشت و ضمناً به هیچ وجه واقعی به نظر نمی‌رسید تا بتواند شکل و شمایل تمام شده پروژه را نشان دهد. از این رو متنی ساخته شد که با دو کلمه (به فارسی: لورم ایپسوم) آغاز میشد و با همین نام در بین طراحان وب و گرافیک شناخته و به سرعت محبوب شد. وب سایت‌های سازنده لورم ایپسوم میتوانند هر تعداد کلمه و پاراگراف که بخواهید به صورت تکراری یا غیر تکراری برایتان بسازند و تحویل‌تان بدهند تا از آنها در پروژه هایتان استفاده کنید. (لورم ایپسوم فارسی) متن‌های لورم ایپسوم را به زبان فارسی و علاوه بر زبان فارسی به انگلیسی، عربی، ترکی استانبولی و... برایتان می‌سازد. زبان‌های دیگر نیز رفته رفته به بانک اطلاعاتی لورم ایپسوم فارسی اضافه خواهند شد.

۳.۴.۵ جداول

ساخت جداول در این قالب مانند بقیه متون نوشته شده توسط LaTeX می‌باشد. ابزارهای مختلفی نیز برای ساخت خودکار این جداول موجود می‌باشد که می‌توانید از آنها برای ساخت جداول پیچیده‌تر استفاده کنید. در ادامه نمونه‌ای جدول آورده می‌شود. برای ارجاع به نام جداول در متن نیز مانند تصاویر عمل می‌شود. به عنوان مثال در ادامه جدول ۱.۵ را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱.۵: نمونه‌ای جدول

روش	دقت	صحت	حساسیت	معیارِ اِف
روش اول	۹۸/۷۰ %	۰/۸۸۲۱	۰/۸۸۱۷	۰/۸۸۱۹
روش دوم	۹۸/۱۵ %	۰/۷۴۶۴	۰/۴۷۷۲	۰/۶۱۱۸

مراجع

[1] K. Balog, Y. Fang, M. de Rijke, P. Serdyukov, and L. Si, "Expertise retrieval," *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, vol.6, no.2-3, pp.127-256, 2012.

[۲] مصطفی واحدی، "درختان پوشای کمینه دورنگی مسطح"، مجله فارسی نمونه، جلد ۱، صفحات ۲۲-۳۰، آبان ۱۳۸۷.

Abstract:

This is Abstract in English.

Keywords: Blockchain, ethereum, security, voting



Shahid Beheshti University

Faculty of Computer Science & Engineering

Usage and Security of Blockchain in Smart Contracts

By

Shervin Hajiesmaili

A THESIS SUBMITTED
FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE

Supervisor :

Dr. Maghsoud Abbaspour

2018