

دانشکده مهندسی کامپیوتر
طراحی سیستم‌های دیجیتال
مستند پروژه

بررسی الگوریتم درهم‌سازی skein

نگارندگان:
حسن سندانی
محمد صالح سعیدی
مریم حاک
محمد مهدی عرفانیان
علی جندقی

۸ تیر ۱۳۹۸



فهرست مطالب

۲	۱	مقدمه
۳	۱.۱	توضیح الگوریتم
۳	۱.۱.۱	مثال‌هایی از درهم‌سازی
۳	۲.۱	مختصری درباره الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی
۴	۳.۱	هدف الگوریتم درهم‌سازی skein
۴	۴.۱	نحوه کلی عملکرد الگوریتم
۵	۱.۴.۱	The Threefish block cipher

فصل ۱

مقدمه

توضیحی اولیه مشتمل بر تعریف الگوریتم، نحوه کلی عملکرد الگوریتم، پایه‌های ریاضی، کاربردها و استانداردها

۱.۱ توضیح الگوریتم

الگوریتمی که در ادامه این مستند شرح و توضیح آن آمده است الگوریتم درهم سازی skein یا cryptographic hash function است. این الگوریتم از سری الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی یا cryptographic hash function و یکی از نامزدهای نهایی مسابقه انتخاب بهترین تابع درهم‌سازی NIST می‌باشد. این مسابقه برای انتخاب بهترین الگوریتم درهم‌سازی برای استاندارد جدید SHA-3 برگزار شد. طبق ادعای طراحان الگوریتم این الگوریتم می‌تواند در 6.1 کلاک در بایت داده‌ها را هش کند، که به این معنیست که در پردازنده دوهسته‌ای 64 بیتی با فرکانس پردازشی 3.1 GHz می‌تواند با سرعت 500 مگابایت بر ثانیه داده‌ها را هش کند. این مقدار سرعت تقریباً دو برابر سرعت هش کردن داده الگوریتم SHA-512 است. همچنین با گزینه درخت درهم‌سازی که می‌تواند به صورت اختیاری در الگوریتم پیاده‌سازی شود می‌توان در پیاده‌سازی موازی الگوریتم سرعت را به بیش از این هم رساند. نکته دیگری که در مورد الگوریتم skein لازم به ذکر است این است که این الگوریتم پیاده‌سازی آسان و ساده‌ای دارد و فقط از سه عملگر اصلی برای محاسبه هش استفاده می‌کند و نحوه عملکرد الگوریتم به راحتی قابل به خاطر سپاری و یادگیری است.

الگوریتم درهم‌سازی skein برای حالت‌های ورودی ۲۵۶، ۵۱۲ و ۱۰۲۴ بیتی و هر مقداری خروجی پیاده‌سازی شده است که این خاصیت در انعطاف الگوریتم در حالت‌های مختلف بسیار حیاتی است. در پیاده‌سازی سخت‌افزاری نیز این الگوریتم قوی عمل می‌کند، برای پیاده‌سازی skein-512 بر سخت‌افزار به حدود ۲۰۰ بایت فضای مموری نیاز داریم، برای skein-256 این مقدار به حدود ۱۰۰ بایت کاهش پیاده می‌کند که این الگوریتم را به یک الگوریتم مناسب برای پیاده‌سازی‌های روی قطعات کوچک سخت‌افزاری تبدیل می‌کند، مثلاً می‌توان از skein-256 در پیاده‌سازی smart card استفاده کرد. [۱]

۱.۱.۱ مثال‌هایی از درهم‌سازی

• Skein-256-256(“”)

c8877087da56e072870daa843f176e9453115929094c3a40c463a196c29bf7ba

• Skein-512-256(“”)

39ccc4554a8b31853b9de7a1fe638a24cce6b35a55f2431009e18780335d2621

• Skein-512-512(“”)

*bc5b4c50925519c290cc634277ae3d6257212395cba733bbad37a4af0fa06af4
1fca7903d06564fea7a2d3730dbdb80c1f85562dfcc070334ea4d1d9e72cba7a*

۲.۱ مختصری درباره الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی

در دنیای امروز الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی تقریباً در تمامی نقاط مختلفی که با اینترنت سر و کار دارند پیدا می‌شوند، بزرگ‌ترین کاربرد این الگوریتم‌ها ایجاد امضای دیجیتالی یا digital signature است که در ذخیره رمزهای عبور، اتصالات امنیتی به سرورها، مدیریت رمزنگاری‌ها و اسکن ویروس‌ها و بدافزارها به کار می‌رود، تقریباً تمامی پروتکل‌های امنیتی در دنیای اینترنت امروز بدون الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی به سختی قابل پیاده‌سازی خواهند بود.

بزرگترین الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی فعلی الگوریتم‌های خانواده SHA می‌باشند، الگوریتم‌های خانواده SHA به اختصار و فقط ذکر نام موارد زیر اند.

• SHA-0

• SHA-1

• SHA-256

• SHA-512

تمامی موارد بالا از روی الگوریتم‌های MD4 و MD5 اقتباس شده اند. در سال‌های اخیر کاستی‌ها و مشکلات امنیتی زیادی در الگوریتم‌های MD4, MD5, SHA-0, SHA-1 یافت شده‌اند اما هنوز باگ امنیتی بزرگی برای الگوریتم‌های SHA-256, SHA-512 یافت نشده است اما به دلیل وابستگی زیاد صنعت و امنیت فعلی اطلاعات به الگوریتم‌های درهم‌سازی در سال ۲۰۱۲ تصمیم بر این شد تا جایگزین مناسب و جدیدی برای الگوریتم‌های SHA-256, SHA-512 نیز انتخاب شود تا در صورتی که این الگوریتم‌ها شکسته شدند به سرعت الگوریتم‌های جدید در قالب نام SHA-3 جایگزین شوند.

۳.۱ هدف الگوریتم درهم‌سازی skein

هدف الگوریتم درهم‌سازی skein مانند دیگر الگوریتم‌های درهم‌سازی امنیتی ایجاد یک تابع برای درهم‌سازی داده‌های مختلف است به شکلی که ویژگی‌ها زیر برای آنان برقرار باشند.

- **قطعی بودن:** به شکلی که به ازای ورودی یکسان مقدار درهم‌سازی با تکرار الگوریتم برابر باشد، مثلاً با دادن ورودی "salam" به صورت متوالی به تابع مقدار هش تغییر نکند.
- **یک طرفه بودن:** نتوان از مقدار خروجی مقدار ورودی را یافت.
- **یک به یک بودن:** نتوان دو ورودی پیدا کرد به شکلی که به ازای این دو ورودی مقدار خروجی مساوی شود.
- **حساس بودن:** با تغییر اندک در ورودی خروجی به شکل قابل ملاحظه‌ای تغییر کند تا مقدار هش قابل حدس زدن نباشد.
- **سریع بودن:** الگوریتم باید بتواند هش را در مدت زمانی کوتاهی حساب کند تا به کاربردی بودن برسد.

۴.۱ نحوه کلی عملکرد الگوریتم

ایده اصلی الگوریتم بر ایجاد بلوک‌های رمزگذاری قابل تنظیم یا به زبان نویسندگان الگوریتم tweakable block cipher بنا نهاده شده است؛ به صورت دقیق‌تر می‌توان گفت که Skein از سه قسمت اصلی زیر تشکیل شده است و برای درهم‌سازی از ایشان استفاده می‌کند.

• Threefish

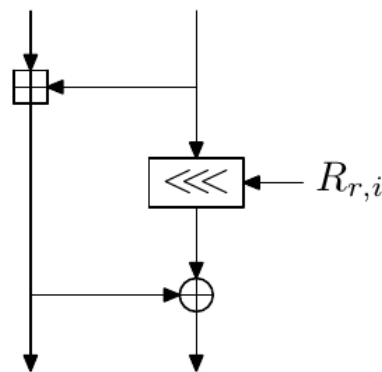
این قسمت یک بلوک رمزگذاری قابل تنظیم است که در هسته اصلی الگوریتم پیاده‌سازی شده است، این بلوک‌ها در سایزهای ۲۵۶، ۵۱۲، ۱۰۲۴ بیتی تعریف شده اند.

• Unique Block Iteration (UBI)

UBI یک حالت زنجیریست که با استفاده از بلوک قبلی به عنوان ورودی خود سعی در ایجاد یک الگوریتم فشرده‌سازی مخصوص ورودی می‌کند که بلوک ورودی با سایز دلخواه را به یک خروجی با سایز مشخص تبدیل کند.

• Optional Argument System

این ویژگی به الگوریتم اجازه می‌دهد تا از تعدادی ویژگی اختیاری بدون تحمیل هزینه بیش از حد اجرایی استفاده کند. [۲]



شکل ۱.۱: تابع MIX

هم‌زاه‌ی سه بخش یادشده باهم ویژگی‌های جالب و کاربردی بسیاری را به الگوریتم درهم‌سازی Skein افزوده است، در ادامه به صورت خلاصه به نحوه عملکرد هر بخش می‌پردازیم.^۱

۱.۴.۱ The Threefish block cipher

Threefish یک بلوک رمزگذاری قابل تنظیم است که برای سه سایز بلوک مختلف تعریف شده است، ۲۵۶، ۵۱۲ و ۱۰۲۴ بیت. اصل اساسی در طراحی Threefish توجه به این مورد است که تعداد زیادی از مراحل ساده امن‌تر از تعداد کمی مراحل پیچیده است. Threefish فقط از سه عملگر اصلی XOR، جمع کردن و دوران به اندازه یک عدد ثابت^۲ استفاده می‌کند. شکل ۱.۱ نحوه عملکرد تابع غیرخطی استفاده شده در Threefish را نشان می‌دهد، این تابع در زبان طراحان الگوریتم MIX نامیده می‌شود و بر روی دو کلمه ۶۴ بیتی اجرا می‌شود. هر تابع MIX شامل یک جمع، یک دوران و یک XOR است.

^۱ برای مطالعه بیشتر می‌توانید به بخش سوم [۲] مراجعه کنید.
^۲ Rotation Constant

کتاب نامه

<http://www.skein-hash.info/about>

[۱]

The Skein Hash Function Family

[۲]

Version 1.3 — 1 Oct 2010

<http://www.skein-hash.info/sites/default/files/skein1.3.pdf>