بررسی پایگاه داده NOSQL

آرزو اکبریان[۱]، سیمین امینی[۲]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، akbarian.arezoo@gmail.com
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، s_amini144@yahoo.com

چکیده

امروزه با توسعه فناوری‌های مختلف و قابلیت نمونه‌برداری و تولید حجم عظیمی از داده‌ها، امکان ذخیره‌سازی و تحلیل آن‌ها چالشی بزرگ بهشمار می‌آید. ذخیره‌سازی، مدیریت و بازیابی داده‌های گذرا که در بعضی موارد در مقیاس بالایی در برنامه‌های کاربردی امروزی تولید شده اند نیز یکی دیگر از چالش‌هایی است که راه حل مدیریت مناسب آن‌ها را، پایگاه‌های داده‌ای NOSQL ارائه‌کرده‌اند.

این مقاله ویژگیهای اصلی الگوی داده NOSQL را توصیف میکند و در مورد معماری جدیدی بنام CDSA بحث میکند که یک معماری پایگاه دادهای با حافظه توزیع شده برای محاسبات ابری است تا کارایی داده پرس-وجو و ذخیره حجم داده انبوه در ابر را با استفاده از استراتژی معقول بهبود ببخشد. علاوه بر این با اضافه کردن یا حذف هر Node از خوشه پایگاه داده توزیع شده، Nodeهای دیگر میتوانند بدون توقف سرویس کار کنند. CDSA فضای ذخیرهسازی را تداوم میبخشد، عملکرد را بالا میبرد و تأخیر دستیابی را کم میکند.

کلمات کلیدی: *NOSQL، CDSA، memory database*

۱. مقدمه

اخیراً NOSQL[۱] به معنای "نه‌فقط SQL" به دسته بزرگی از پایگاه‌داده‌ها اطلاق می‌شود که خصوصیات پایگاه‌داده‌های رابطه‌ای را ندارند و برای جستار زدن از زبان توصیفی SQL استفاده نمی‌کنند. از جمله بارزترین ویژگی‌های این دسته از پایگاه‌داده‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ✓ مدل داده غیر رابطه‌ای[۲]:

محدودیت مدل رابطه‌ای در پشتیبانی از ابر داده‌ها [۳] و داده‌هایی با ساختارهای ترکیب‌شده یعنی داده‌های ساخت‌یافته، نیمه ساخت‌یافته و غیر ساخت‌یافته یکی از دلایل اصلی معرفی NOSQL بود.

---

[1] NOT ONLY SQL
[2] Non-relational data model

- ✓ اهمیت کم‌تر به سازگاری داده‌ها:

پایگاه‌داده‌های NOSQLای از مدل همروندی و تراکنشی ضعیف‌تری نسبت به ACID بهره می‌برند.

- ✓ شمای منعطف‌تر:

بیشمایی یا شمای ضعیف در انبار داده‌ها یک پیشرفت در جستارهای تحلیلی حرفه‌های فاقد عمومیت به‌حساب می‌آمد که پایگاه‌داده‌های NOSQLای نیز بدان توجه وافری داشته‌اند.

- ✓ طراحی شده برای محیط‌های توزیع‌شده:

جهش‌های صورت گرفته در توسعه معماری کامپیوتر، پردازش‌های توزیع‌شده و موازی، محاسبات ابری و همچنین نیاز به تکرار و توزیع داده‌ها میان سرویس‌دهنده‌های متعدد؛ نیاز به یک پایگاه‌داده با قابلیت وسعت‌پذیری افقی را بیش‌از پیش روشن ساخته‌اند. یعنی پایگاهی که بتواند به‌سادگی و ارزانی با افزودن گره‌های جدید به شبکه‌اش توسعه یابد؛ برخلاف پایگاه‌داده‌های رابطه‌ای که تنها به وسعت پذیری عمودی یعنی ارتقا کارایی یک تک گره با افزودن به منابع آن یا با فناوری‌های مجازی‌سازی اهتمام ورزیده‌اند [1].

(Map Reduce) محیط محاسبات ابری گوگل را تشکیل میدهد، شرکتهای دیگر نیز سیستمهای ابری مشابه مثل EC2 آمازون و ابر آبی IBM را پیادهسازی کردند.

در صورت رویارویی با حجم عظیمی از داده، سیستم پایگاه دادهای موجود کارایی را از دست داده و نمیتواند از عهده هزینههای بالای نرمافزار پایگاه داده برآید و در آینده داده حجیم باید به ابر مهاجرت داده شود، اما ویژگیهای ACID که سیستم پایگاه داده نیاز دارد، وقتی داده توزیع شده را ذخیره میکند، منجر به کاهش کارایی خواهد شد. برای اطمینان از دسترسپذیری بالا، قابلیت اطمینان و صرفهجویی، انبار داده ابر باید افزونگی داشته باشد تا قابلیت اطمینان را تضمین کند. علاوه بر این سیستم محاسبات ابر باید در یک زمان با نیازهای تعداد زیادی از کاربران مواجه شود و به صورت موازی به کاربران سرویس دهد. بنابراین تکنولوژی انبار داده محاسبات ابری به عملکرد بالا و نرخ انتقال بالا نیاز دارد [2].

۲. پایگاه‌های داده NOSQL

راهکارهای NOSQL، برای مسائلی بسیار فراتر از دنیای سنتی پایگاه‌های داده‌ای به‌کار می‌روند و عملکردی به شدت بهتر از همتایان سنتی خود ارائه‌میکنند . لازم به تأکید است که گذار به سمت راهکارهای NOSQL، به دلیل مشکلات و محدودیت‌های زبان SQL نبوده است، بلکه به دلیل محدودیت‌های مدل رابطه‌ای پایگاه داده‌ای است.

راه‌حل‌های NOSQL در بسیاری از شرکت‌هایی که خدمات «وب اجتماعی» ارائه می‌کنند، به کار گرفته شده و به سرعت در حال گسترش است . این امر به دلیل سختی زیاد و محدودیت‌های سیستم‌های کاملاً رابطه‌ای در برآورده‌کردن نیازهای داده‌ای آن‌ها است. با نگاهی به نیازمندی‌های مقیاسپذیری یکی از شبکه‌های اجتماعی به راحتی می‌توانیم به این امر واقف شویم. این نیازمندی‌ها عبارتند از:

---

[3] big data

- ۵۷۰ میلیون مشاهده صفحات در ماه
- آپلود بیش از سه میلیارد عکس در ماه
- پردازش و ارائه بیش از ۱,۲میلیون عکس در ثانیه
- ارائه ۲۵ میلیون نوع محتوا که با استفاده از ۳۰ هزار سرور انجام می‌پذیرد.

با این نیازمندی‌ها، که به یقین با نیازمندی‌های یک دپارتمان حسابداری در دهه ۱۹۵۰ تفاوت‌های بسیاری دارد، این شبکه اجتماعی خود را با مجموعه‌ای غنی از ابزارها تطبیق‌داده است که هر کدام یکی از بهترین نمونه‌های پیشرو در حوزه پایگاه‌های داده‌ای Hadoop محسوب می‌شوند:

- ✓ Memcached:

این شبکه اجتماعی با استفاده از هزاران سرور Memcached، دهها ترابایت داده کش‌شده گذرا را در هر لحظه پردازش‌کرده و خدمات مرتبط را به کاربران خود ارائه می‌کند.

- ✓ Cassandra که هم اکنون با HBase جایگزین‌شده است:

با استفاده از این پایگاه‌های داده‌ای این شبکه اجتماعی عملیات ذخیره‌سازی گسترده طیف وسیعی از داده‌ها را بدون داشتن هیچ نقطه خطادار یا مشکلداری در مجموعه عظیمی از ماشینهای محاسباتی، به بهترین نحو به اجرا در می‌آورد.

- ✓ Hadoop و Hive:

با استفاده از این ابزارهای پیشرفته، این شبکه اجتماعی تحلیل دادههای عظیم و تحلیلهای بازاری و تبلیغاتی را با کارایی بالایی به انجام می‌رساند.

داده‌هایی مانند داده‌های هواشناسی، فعالیت‌های آنلاین کاربران یا تحلیل‌های اقتصادی در قالب پایگاه‌های داده‌ای سنتی کارایی چندانی نخواهند داشت و در ذخیره‌سازی‌های بدون قالب و توزیع شده‌ای مانند هادوپ به بهترین روش کار خواهندکرد [3].

با توجه به موارد ذکر شده در بالا، می‌توان معماری داده‌ای جدید و کارا را کلید رشد و توسعه سریع این شبکه اجتماعی دانست که به‌عنوان دلیل اصلی مقیاسپذیری خوب آن نیز به شمار میآید . عاملی که زمینه رشد و توسعه شرکت‌های بزرگ دیگری مانند یاهو، Foursquare و Twitter را نیز به ارمغان آورده است. با این‌که این‌گونه شرکت‌ها در زمینه استفاده از این فناوری پیشگام هستند، اما هسته اصلی فناوری NOSQL به کار گرفته شده در بسیاری از کاربردهای موجود به‌صورت کلی در دسترس همگان قرار دارد که در بیشتر موارد به‌صورت Open Source توسعه داده شده‌اند. به همین دلیل، طیف وسیعی از توسعهدهندگان در برنامه‌های‌کاربردی و تجاری خود در حال آزمایش و تطبیق با این فناوری نوپا هستند و به زودی شاهد موج عظیمی از به‌کارگیری چنین فناوریهایی در گوشه و کنار دنیای نرم - افزارها خواهیم بود [1].

این مقاله ویژگیهای اصلی الگوی داده NOSQL را توصیف میکند و کارایی بالای معماری انبار داده برای محاسبات ابری ارائه میدهد تا با استفاده از استراتژی عقلانی، کارایی ذخیره داده توزیع شده را بهبود ببخشد [2].

dataacademy.ir

۳. کارهای مرتبط

۱.۳. محاسبات ابری[۴]

در یک سیستم[۵] محاسبات ابری، سرور میتواند سرور فیزیکی یا مجازی باشد. ابرهای محاسبه ی پیشرفته معمولاً شامل تعداد زیادی از منابع محاسباتی هستند، مثل شبکههای حوزه ذخیرهسازی، تجهیزات شبکه، فایروال و سایر تجهیزات امن.

هر کاربر میتواند از طریق تجهیزات مناسب و یک مرورگر اینترنت استاندارد به برنامههای محاسبات ابری دسترسی پیدا کنند.

با وجود مفاهیم متفاوت از محاسبات ابری، اساساً سه ویژگی اصلی زیر را دارا هستند: پیدایش بر روی خوشههای سرور کم هزینه در مقیاس بزرگ، برنامههای توسعه داده شده به منظور همکاری با سرویسهای زیربنایی برای به حداکثر رساندن استفاده از منابع، تکثیر بر روی چندین سرور کم هزینه برای تضمین دسترسپذیری بالا.

قابلیت انبار داده در محاسبات ابری این است که: داده به صورت اتوماتیک روی Nodeهای ذخیرهسازی متفاوت در خوشه توزیع میشود، هر Node ذخیرهسازی داده فقط بخشی از داده را نگه میدارد، در همان زمان کاربر میتواند داده را بر روی Nodeهای متفاوت دیگری ذخیره کند تا مطمئن شود که یک نقطه خرابی باعث از دست دادن داده نخواهد شد [2].

۲.۳.پایگاه داده ابر

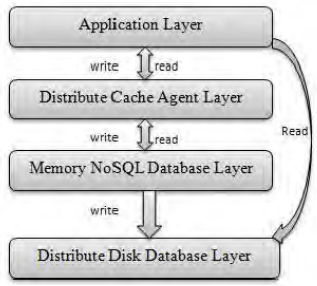
با توسعه سرویس توزیع شده با مقیاس بزرگ و انبار توزیع شده که محاسبات ابری نیاز دارند، پایگاه داده رابطهای سنتی با چالشهای زیادی روبرو است. پایگاه داده NOSQL نمونه قید پایگاه داده رابطهای سنتی را از بین برد. از لحاظ ذخیرهسازی، NOSQL یک پایگاه داده رابطه ای نیست، بلکه یک پایگاه داده hash با فرمت کلیدمقدار[۶] است. به خاطر متروک شدن زبان پرسوجوی قوی SQL، سازگاری تراکنش و قیدهایی در نمونه پایگاه داده سنتی، پایگاه داده NOSQL چالشهایی که پایگاه داده رابطه ای سنتی با آن روبرو بود را حل کرد.

۴. معماری CDS

طبق عملکرد اجزای متفاوت، سیستم به سه لایه منطقی تقسیم میشود: لایه Data Cache، لایه Memory پایگاه داده و لایه Disk پایگاه داده [2].

---

[4] Cloud Computing
[5] platform
[6] Key-Value



شکل ۱: معماری CDS

۱.۴. لایه DCL[7]

در حال حاضر روش گسترش متمرکز، برای بررسی مشکل از حافظه اصلی نهان[8] استفاده میشود. گسترش توزیع شده پایگاه داده، وقتی که داده در هر یک از Nodeها بروز رسانی شود منجر به تغییر حافظه اصلی نهان خواهد شد. ساختار حافظه اصلی نهان ذخیره شده باید مشابه ساختار جدول روی دیسک باشد و داده نمیتواند افزونگی داشته باشد. اگر چه استفاده منطقی از این روش میتواند کارایی را در پرسوجوهای پایگاه داده اثبات کند، اما بعضی از درخواستهای معمولی به موقع پاسخ داده نمیشود.

برای حل این مشکل از متد Optimal Prefetch استفاده میشود که یک متد پیشواکشی را ارائه میدهد، اما الگوی داده باید از قبل وارد شود. برای داشتن الگوی داده ناشناخته از پایگاه داده ابر، ایدههای اصلی از متد OP چنین است: بروز رسانی حافظه اصلی نهان توزیع شده قبل از اولین جستار زدن[9] کاربر، پیشبینی جستار زدنهایی که ممکن است اجرا شود، جستار زدنها در زمان مناسب برای فعالسازی حافظه اصلی نهان و ذخیره کردن اطلاعات مربوط در هر حافظه اصلی نهان توزیع شده. این متد مشکل اولین برخورد با حافظه اصلی نهان و کاهش زمان انتظار کاربر را در زمان اجرای اولین جستار زدن حل خواهد کرد، بنابراین حافظه اصلی نهان کارکرد بهتری میتواند داشته باشد.

OP Cache یک متد برای ضبط تغییرات داده است و مبتنی بر الگوریتم پیشبینی است. OP در لایه حافظه اصلی نهان استفاده میشود تا سرعت پاسخ به جستار زدن را بالا ببرد. سابقه جستار زدن را ضبط میکند، اسکریپت جستار زدن مناسبی ایجاد میکند، جستار زدن را با مقادیر پارامترهای متفاوتی به عنوان یک الگو، بصورت آمار Sort شدهای از پارامترهای جستار زدن احتمالی قبلی از تمام جستار زدنها خلاصه میکند. اشیاء OP الگویی با احتمالات بالا و پارامترهایش است [2].

۲.۴. لایه MDL[10]

قبل از ماندگاری داده، داده ابر ابتدا در Memory ذخیره میشود، چرا که کارایی Memory بیشتر از حافظه Disk است.

---

[7] Data Cache Layer
[8] Cache
[9] Query
[10] Memory Database Layer

- با ترکیب نیازمندیهای فضای ذخیرهسازی داده برای بالا بردن کارایی داده که قبلاً تحلیل شد و فضای ذخیره سازی انبوه در محیط محاسبات ابری، NOSQL به عنوان تنها راه حل به شمار میرود.

بنابراین این دو مورد قابل ملاحظه را میتوان از یک ایده استنباط کرد: حافظه پایگاه داده NOSQL، Memory را بعنوان یک Disk استفاده میکند. عملیات خواندن و نوشتن مستقیماً با پایگاه داده Disk انجام نمیگیرد بلکه با پایگاه دادههای Memory صورت میگیرد و باعث میشود از تأخیر زمانی و مشکلات آن که در NOSQL ساده وجود داشت جلوگیری شود.

- در سیستم پایگاه دادهی تراکنشی، در شروع کار پایگاه داده Memory برای سازگاری با پایگاه داده Disk نیاز می شود. بنابراین پایگاه داده Memory نیاز دارد که تعریف جدول یکسان با پایگاه داده Library را داشته باشد، در اولین شروع بکار لازم است همه دادهها از جدول پایگاه داده Disk به پایگاه داده Memory بارگذاری شود [2].

۳.۴. لایه DDL[11]

پایگاه داده Key-Value اساساً ویژگیهای از کارایی بالای خواندن و نوشتن هم زمان است. پایگاه داده حافظه Key-Value همه پایگاه داده را در Memory لود میکند و داده را به طور منظم از پایگاه داده Memory با اعمال آسنکرون روی Disk مینویسد. علاوه بر این با تنظیم زمان انقضای کلید-مقدار میتوان داده تغییر داده شده در پایگاه داده Memory را گرفت. از آنجا که عملیات کلاً در Memory اجرا میشود، کارایی پایگاه داده کلید-مقدار خیلی بالا است و بیش از میلیونها خواندن و نوشتن در هر ثانیه میتواند انجام شود.

dataacademy.ir

- تغییرات داده در پایگاه داده حافظه باید در پایگاه داده Disk کپی شود. پس کپی داده از Memory به Disk می تواند به عنوان فرایند نوشتن ناهمگام اصلی دیده شود، به وضوح نوشتن ناهمزمان سریعتر میشود [2].

۴.۴.انبار ذخیرهسازی توزیع شده درCDSA[12]

پایگاه داده توزیع شده در محاسبات ابری یک سیستم سرویس پایگاه دادهای است که از پایگاه داده توزیع شده در Nodeهای مختلف تشکیل یافته است و بر طبق این معماری توزیع شده مقیاسپذیری قابل انعطاف آنلاین فراهم می شود. به عنوان مثال، Nodeهای داده بیشتری میتوانند بدون توقف سرویس اضافه یا حذف شوند.

با جداسازی اعمال نوشتن و خواندن، تقسیم عمودی و افقی، داده انبوه میتواند درون خوشه پایگاه داده حافظه NOSQL ابر ذخیره شود و Proxy توزیع شده خوشه پایگاه داده مسئول کنترلها مثل مسیریابی داده است.

وقتی داده از پایگاه داده Memory به پایگاه داده Disk کپی میشود، از متد پارتیشنبندی ترکیبی استفاده خواهد کرد. پارتیشنی که توسط یک گره NOSQL در لایه Memory پایگاه داده نهایی میشود توسط یک گره Memory و یک Node معمولی NOSQL نهایی میشود. طرح پایگاه داده از دو پایگاه داده شکل گرفته است [2].

۵. کارایی CDSA

---

[11] Disk Database Layer
[12] Cloud Data Storage Architecture

MDL از CDSA با تجمیع حافظههای اصلی سرورها بوجود آمده است. CDSA میتواند حافظههای ذخیرهسازی در دسترس و بادوام با توان عملیاتی صد برابر از استفاده تنها از پایگاه داده Disk و با تأخیر دسترسی کمتر را فراهم کند.

ترکیب تأخیر پایین و مقیاس بزرگ، نسل جدیدی از برنامههای دادهای قدرتمند را ایجاد خواهد کرد.

این بخش روی تست الگوی دسترسی CDSA تمرکز دارد. از بین عملیات اصلی insert, read, update, delete هم عملکرد و هم متوسط زمان پاسخ در یک زمان تست شد تا صحت و کارایی CDSA بررسی شود. محیط آزمایش به صورت زیر است:

برای تست کارایی و زمان پاسخ CDSA، ابتدا nmoll به عنوان ابزاری برای اندازهگیری کارایی برنامه آزمایشی و نوشتن در یک فایل بکار رفت و سپس nmoll به عنوان تحلیلگر برای آنالیز فایل داده استفاده شد.

در نهایت نتایج آزمایش CPU و I/O دیسک برای ایجاد یک گزارش گرافیکی انتخاب میشود. برنامه آزمایشی اعمال insert, read, update, delete پانصد میلیون رکورد را به ترتیب انجام داد و زمان مصرفی ثبت شد. اول برنامه آزمایشی پایگاه داده را باز کرد، رکوردها از یک پایگاه داده Disk به Memory متناظر خوانده شد و سپس insert اجرا شد. اعمال read, update, delete نهایتاً داده را از Memory به فایل Disk همگامسازی کرد. نتایج مقالات بررسی شده نشان میدهدکه میانگین زمان پاسخ در حد مایکرو ثانیه است و از آنجایی که از لحاظ منطق بسیار ساده است به وضوح CDSA انتخاب خوبی برای ابر میباشد.

۶. نتیجه

این مقاله در ابتدا پیش زمینه NOSQL را توصیف کرد، سپس با معرفی پایگاه داده Memory و NOSQL، برای اهداف آدرسدهی محل ذخیرهسازی داده حجیم و برای مسائل دستیابی همزمان بالا در محیطهای محاسبات ابری، بر طبق ویژگیهای انبارهای ذخیرهسازی توزیع شده در ابر، یک معماری از پایگاه داده حافظه توزیع شده NOSQL برای ابر پیشنهاد داده است. داده آماری نشان میدهد این معماری خیلی خوب انجام پذیرفته و همچنین فواید زیادی به همراه داشته است. البته محدودیتی در مدیریت منابع دادهای که توسط کاربر تعریف میشود وجود دارد، مثل انعطاف در کنترلهای سرویس ابر و جستجو در منابع دادهی مختلف. برنامهریزیها برای دنبال کردن این مشکلات در آینده است.

مراجع

[1] Han, Jing ,E, Haihon, Le , Guan, Du ,Jian " Survey on NoSQLDatabase",IEEE,978-1-4577-0208,363-366 ,2011.
[2] Han ,Jing, Song,Meina, Song, Junde," A Novel Solution of Distributed Memory NoSQL Database for Cloud Computing", IEEE, 10.1109/ICIS.2011.61 ,351-355,2011.
[3] Farmad,A."NO SQL". Fourth International Conference on Information Technology Management.

dataacademy.ir