

## مروری بر شبکه تحویل محتوا<sup>۱</sup>

فرزانه زاهدی

گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات یزد، zahedi.shadi@yahoo.com

محمدرضا ملاخلیلی میبیدی

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، mollakhalili@maybodiau.ac.ir

چکیده - شبکه تحویل محتوا، محتوای سرویس دهنده اصلی را روی سرویس دهنده‌های ذخیره کننده و توزیع شده در سراسر جهان، بازپخش می کند. این کار به منظور تحویل محتوا به کاربران نهایی به صورتی بهینه، قابل اطمینان و به موقع، از نزدیکترین سرویس دهنده جایگزین<sup>۲</sup>، انجام می شود.

سیستم مبتنی بر گروه، علاوه بر این که ترافیک ارتباطی را کاهش می دهد، کارایی بهتر و مقیاس پذیری بیشتری را برای کل سیستم فراهم می کند. معماری های مبتنی بر گروه در *CDN* می تواند برای زمانی که محدودیت پهنای باند وجود دارد یا زمانی که مقیاس پذیری ضرورت دارد، یک راه حل خوب باشند. الگوریتم انتخاب همسایه، براساس فاصله و تاخیر ارسال رفت و برگشت داده<sup>۳</sup>، به منظور فراهم کردن زمان کمتر توزیع محتوا است و بهبود کیفیت سرویس با اتصال جایگزین هایی با ظرفیت بالاتر، انجام می شود. این مقاله، برای آشنایی با مفهوم شبکه های تحویل محتوا، *CDN*، و مزایای آنها و همچنین فواید و محیط های کاربردی *CDN* مبتنی بر دسته بندی جایگزین ها و همچنین چالش های *CDN* امروزی و برطرف کردن آنها در نسل آینده *CDN*، با مطالعه و دسته بندی برخی مطالعات موجود در این زمینه، ارائه می شود. خواهیم دید که توجه خاص به شبکه محتوا محور، موجب افزایش حریم خصوصی، در معماری *CDN* آینده می شود که این هدف از طریق پیشگیری از قابلیت ردیابی عملگر، به دست می آید.

کلید واژه- حریم خصوصی، سرور جایگزین، شبکه تحویل محتوا، فراهم کننده محتوا

### ۱- مقدمه

کاهش داده و موجب افزایش ترافیک قابل انتقال در شبکه می شود. *CDN* به صورت پویا، محتوا را مسیریابی می نماید؛ یعنی با استفاده از مسیریاب های خود، نزدیک ترین سرویس دهنده به کاربر را مشخص کرده و با برقراری ارتباط کاربر با آن سرویس دهنده، محتوا را به سوی مقصد هدایت می کند. هدف اصلی *CDN* ها بهبود کارایی تحویل محتوای اینترنتی، کاهش زمان پاسخ به درخواست ها و افزایش پهنای باند و در دسترس پذیری سرویس های مبتنی بر اینترنت، به ویژه سرویس های مبتنی بر وب است [4]. در *CDN*، استفاده از ظرفیت سرویس دهنده های مختلف در نقاط جغرافیایی متفاوت موجب می شود تا ظرفیتی برای شبکه به وجود آید که از ظرفیت زیرساخت اولیه فراتر است [5].

*CDN*، یک سیستم توزیع شده بزرگ شامل سرویس دهنده های مستقر در مراکز داده ای مختلف در اینترنت است که محتوای وب را به سرعت برای تعداد زیادی از کاربران، با تکرار محتوا روی چندین سرویس دهنده و هدایت محتوا به

رشد رسانه های دیجیتالی و نفوذ روزافزون آنها در دنیای اینترنت، چالش های جدیدی نیز در عرصه خدمات مبتنی بر اینترنت به وجود آورده است. انتظار مشتریان این است که حتی محتواهایی مانند تصاویر ویدیویی را - که ترافیک بالایی را بر شبکه تحمیل می کنند- در کمترین زمان ممکن دریافت کنند. با گسترش اینترنت، خدمات وب نیز اغلب از ازدحام و تنگنانهایی دیگر رنج می برند و ممکن است با پیدایش جریانهای انفجاری از ترافیک وب، خیلی از درخواست ها گم شوند [1].

شبکه های تحویل محتوا یا *CDN* ها، برای به حداکثر رساندن پهنای باند، بهبود دسترسی و حفظ صحت داده ها، از طریق تکرار، پیشنهاد شده اند [2]. یک *CDN*، مقیاس پذیری، تحمل پذیری خطا و توازن بار را برای تحویل محتوا فراهم می کند [3]. ساختار *CDN* یک بستر کمکی نوین است که با کاهش فاصله محل ذخیره محتوا از کاربران، ترافیک تحمیلی به کل شبکه را

ای می‌شود. کاربران به نزدیک ترین سرورس‌دهنده جایگزین، تعیین مسیر می‌شوند که باعث کاهش زمان پاسخ درخواستهای کاربران می‌شود.

یک CDN، ترکیبی از زیرساخت‌های تحویل محتوا، مسیریابی درخواست‌ها، توزیع و حسابداری است. زیرساخت تحویل محتوا شامل مجموعه‌ای از سرورس‌دهنده های جایگزین است که کپی‌های محتوا را به کاربر نهایی تحویل می‌دهند. زیرساخت مسیریابی درخواست، مسئول هدایت درخواست مشتری به سرورس‌دهنده جایگزین مناسب است و با زیرساخت توزیع که برای نگهداری یک دید به‌روز از محتوای ذخیره شده در حافظه‌های نهان CDN است، تعامل دارد. زیرساخت توزیع، محتوا را از سرورس‌دهنده اصلی به سرورس‌دهنده های جایگزین CDN منتقل می‌کند و سازگاری محتواها در حافظه‌های نهان را تضمین می‌کند. زیرساخت حسابداری، log‌های دسترسی مشتریان را نگه می‌دارد و نحوه و میزان استفاده از سرورس‌دهنده های CDN را ضبط می‌کند. این اطلاعات برای گزارش ترافیک و صورت‌حساب بر اساس استفاده، میزان بارگذاری بر روی شبکه به صورت لحظه‌ای، گزارش تقاضای محتواهای مختلف و همینطور منطقه‌ای که بیشترین تقاضا را داده است، به کار می‌رود و به تولیدکنندگان خدمات و اپراتورها کمک می‌کند.

یک CDN، بر ایجاد زیرساخت شبکه برای فراهم کردن سرورس‌ها و قابلیت‌های زیر تمرکز می‌کند: ذخیره و مدیریت محتوا، توزیع محتوا در بین جایگزین‌ها، مدیریت حافظه‌های نهان، تحویل محتوای پویا و ایستا، راه‌حل‌های ترمیم و پشتیبانی، نظارت، اندازه‌گیری کارایی و گزارش دادن [1]. فرایند ارتباطی درون یک CDN می‌تواند به دو شبکه مجزا تفکیک شود: شبکه توزیع بین سایت اصلی و جایگزین‌ها و شبکه تحویل بین جایگزین‌ها و مشتریان [3].

یک فراهم کننده محتوا (یعنی مشتری) می‌تواند با فراهم کننده CDN برای سرورس‌دهی و قراردادن محتوا روی سرورس‌دهنده‌ها، قرارداد امضاء کند. CDN نیز به نوبه خود به ISP، حاملان و اپراتورهای شبکه برای میزبانی سرورس‌دهنده هایش در مراکز داده‌شان، هزینه پرداخت می‌کند [5].

سه مولفه کلیدی معماری CDN عبارتند از فراهم کننده محتوا، فراهم کننده CDN و کاربران نهایی. فراهم کننده محتوا یا مشتری<sup>۶</sup> وب سایت‌هایی هستند که اطلاعات آنلاین را تهیه می‌کنند. منابع داده، عبارتند از سازمانهای بزرگ، ارائه دهندگان خدمات وب، شرکت‌های رسانه‌ای و موسسات خبرپراکنی. فراهم کننده CDN، شرکت یا سازمان اختصاصی است که

کاربران بر اساس مجاورت مکانی، فراهم می‌کند. CDN‌ها توسط ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی برای تحویل صفحات وب ایستا و پویا استفاده می‌شوند.

در CDN محتوا در چندین نسخه، روی سرورس‌دهنده های پراکنده، موجود است و به عنوان تکرار محتوا شناخته می‌شود. یک CDN بزرگ می‌تواند هزاران سرورس‌دهنده داشته باشد که محتوای یکسان را برای تعداد زیادی از کاربران به صورت کارا و قابل اعتماد، حتی در زمانهای اوج ترافیک اینترنت، فراهم کند. وقتی یک صفحه، فایل یا برنامه مشخص توسط یک کاربر درخواست می‌شود، نزدیک ترین سرورس‌دهنده به آن کاربر (برحسب حداقل تعداد گره های بین سرورس‌دهنده و کاربر) به طور پویا تعیین می‌شود. این کار سرعت تحویل محتوا به کاربر را بهینه می‌کند [6].

در این مقاله ابتدا مروری کلی بر مفهوم CDN، مزایا، استفاده‌های آن و اهداف تجاری موردنظر آن ارائه شده و سپس در بخش ۳، مسائلی که CDN‌ها در عمل با آن سروکار دارند توضیح داده شده است، در بخش ۴ یک نمونه CDN، تحت عنوان CDN مبتنی بر گروه و مزایا و کاربردهای آن بیان شده است. اگرچه پیشنهادهای فعلی برای معماریهای CDN آینده، در ماموریتشان موفق به نظر می‌رسند ولی در رابطه با حریم خصوصی کاربران دچار شکست می‌شوند و مکانیسم واضح و طبیعی برای محافظت از تراکنش‌های مشتری فراهم نمی‌کنند. چون افزایش حریم خصوصی ویژگی کلیدی برای اینترنت نسل بعد است، در بخش ۵ معماری شبکه‌بندی محتوا محور<sup>۴</sup> برای غلبه بر موضوعات قابلیت ردیابی<sup>۵</sup> در شبکه‌های نسل جاری و آینده توضیح داده شده است.

## ۲- مرور کلی

یک CDN، کارایی بهتر را از طریق ذخیره سازی و تکرار محتوا روی چند سرورس‌دهنده وب آینه‌ای (سرورس‌دهنده‌های جایگزین) که از نظر مسائل استراتژیک، در مکان‌های مختلف قرار گرفته‌اند (به منظور پایداری در درخواستهای محتوای وب که اغلب بر اثر افزایش حجم ترافیک یا ازدحام لحظه‌ای رخ می‌دهد)، فراهم می‌کند. منظور از محتوا هر منبع داده‌ای دیجیتال است که شامل دو قسمت اصلی می‌باشد: داده های کد شده و متاداده. داده های کد شده شامل داده های پیوسته، پویا و ایستا (مثل صدا، ویدئو، مستندات، تصاویر و صفحات وب) است. متاداده شرح محتوای که باعث شناسایی، کشف و مدیریت داده چندرسانه‌ای و همچنین تسهیل در تفسیر داده چندرسانه-

## ۲-۲- اهداف کسب و کار مورد نظر CDN

یک CDN، اساساً هدف مشتریان یا فراهم کنندگان محتوایی است که می‌خواهند برای کاربران نهایی، کیفیت سرویس در حین دسترسی به محتوای وب را تضمین کنند. یک CDN، حداقل روی اهداف تجاری (کسب و کار) زیر تمرکز می‌کند: مقیاس پذیری، امنیت، قابلیت اطمینان، پاسخ دهی<sup>۱۲</sup> و کارایی [1].

### ۲-۲-۱- مقیاس پذیری

مقیاس پذیری به قابلیت سیستم برای گسترش، به منظور رسیدگی به مقدار زیاد و جدیدی از داده، کاربران و تراکنش‌ها بدون کاهش قابل توجه کارایی، اشاره دارد. برای گسترش در مقیاس سراسری، CDNها نیاز به سرمایه‌گذاری زمان و هزینه، در تأمین زیرساخت‌ها و اتصالات شبکه‌های اضافی دارند که شامل تأمین منابع به صورت پویا برای مقابله با ازدحام لحظه‌ای و ترافیک متفاوت است. یک CDN باید به طور خودکار، به عنوان ضربه‌گیر ترافیک، عمل کند. این قابلیت، به یک CDN، اجازه می‌دهد تا از تأمین پرهزینه منابع دوری کرده و کارایی بالا را به هر کاربر، ارائه کند.

### ۲-۲-۲- امنیت

یکی از نگرانی‌های عمده CDN، ارائه راه‌حل‌های امنیتی بالقوه برای محتوای پرارزش و محرمانه است. امنیت، محافظت از محتوا در برابر دسترسی و تغییر غیرمجاز است. بدون کنترل امنیت مناسب، یک پلت‌فرم CDN، در معرض تقلب اینترنتی، حمله‌های توزیع شده از نوع غیرقابل دسترس کردن اینترنت<sup>۱۳</sup>، ویروس‌ها یا دیگر تجاوزهای ناخواسته است که می‌توانند کسب و کار را فلج کنند.

### ۲-۲-۳- قابلیت اطمینان، پاسخ دهی و کارایی

قابلیت اطمینان به زمانی که یک سرویس در دسترس است، اشاره می‌کند. یک ارائه دهنده CDN، می‌تواند دسترسی مشتری به محتوای تخصیص داده شده را از طریق تحویل آن از چندین مکان، بهبود بخشد. برای این کار شبکه‌های تحمل پذیر خطا با مکانیزم موازنه بار مناسب پیاده‌سازی شده‌اند. پاسخ دهی نشان می‌دهد که در صورت بروز قطعی، بعد از چه مدت، سیستم اجرای دوره عادی عملکردش را شروع خواهد کرد. کارایی CDN معمولاً با زمان پاسخ (یعنی زمان تاخیر) حس شده توسط کاربران نهایی مشخص می‌شود. زمان پاسخ کند، تنها و بزرگترین عامل ترک

امکانات زیرساختی لازم را برای فراهم کننده محتوا، به منظور تحویل محتوا به روشی قابل اعتماد و به موقع، فراهم می‌کند. فراهم کنندگان CDN، تحویل سریع هر نوع محتوای دیجیتالی را تضمین می‌کنند. کاربران نهایی یا مشتریان<sup>۷</sup>، هویت‌هایی هستند که از طریق وب سایت‌های فراهم کننده محتوا، به محتوا دسترسی دارند.

CDNها محتوا را طوری روی جایگزین‌ها توزیع می‌کنند که تمامی سرویس دهنده‌های ذخیره‌گاه<sup>۸</sup> یک محتوا و URL را به اشتراک بگذارند. محتوا یا به محض درخواست کاربر یا پیشاپیش، روی سرویس دهنده‌های جایگزین تکرار می‌شود و بدون اطلاع کاربر (با شفافیت)، از نزدیکترین سرویس دهنده تکرار شده، به او سرویس داده می‌شود. درخواست‌های مشتری به نزدیکترین جایگزین تعیین مسیر شده و سرویس دهنده جایگزین انتخاب شده، محتوا را به کاربر نهایی تحویل می‌دهد. به علاوه جایگزین‌ها اطلاعات حسابداری محتوای تحویل داده شده را به سیستم حسابداری فراهم کننده CDN می‌فرستند.

در یک CDN ارتباط مشتری-سرویس دهنده، با دو جریان ارتباطی جایگزین می‌شود، یک ارتباط بین مشتری و سرویس دهنده جایگزین و دیگری بین سرویس دهنده جایگزین و سرور اصلی. این تمایز بین دو جریان ارتباطی ازدحام را کاهش داده و توزیع محتوا و در دسترس پذیری را افزایش می‌دهد. برای نگهداری نسخه‌های توزیع شده از محتوای یکسان، کار CDN این است که سرویس دهنده جایگزین را در مراکز داده استراتژیک (با تکیه بر چندین فراهم کننده شبکه)، روی یک زیرساخت توزیع شده سراسری، مستقر کند.

## ۲-۱- وظایف CDN

- یک شبکه تحویل محتوا وظایف زیر را به عهده دارد:
- تعیین مسیر درخواست و تحویل محتوا (هدایت یک درخواست به نزدیکترین سرویس دهنده جایگزین مناسب)، با استفاده از مکانیسم‌هایی برای غلبه بر ازدحام لحظه‌ای<sup>۹</sup> یا اثرات افزایش حجم ترافیک<sup>۱۰</sup>.
  - انتقال<sup>۱۱</sup> محتوا به منظور برآورده کردن نیازهای مشخص یک یا گروهی از کاربران.
  - مدیریت مولفه‌های شبکه، اداره حسابداری و نظارت و گزارش کاربرد محتوا [1].

### ۳-۱- گمارش<sup>۱۶</sup> سرویس‌دهنده‌های جایگزین

انتخاب بهترین موقعیت برای هر سرویس‌دهنده جایگزین به دلیل وابستگی به فرایند تحویل محتوا، برای هر زیرساخت CDN مهم است. تعیین بهترین موقعیت‌های شبکه برای سرویس‌دهنده های جایگزین CDN، برای کارایی برون سپاری<sup>۱۷</sup> محتوا و فرایند توزیع کل محتوا حیاتی است. توپولوژی CDN، چنان ایجاد می‌شود که کارایی حس شده توسط مشتری حداکثر و هزینه زیرساخت حداقل باشد. بنابراین گمارش مناسب سرویس دهنده جایگزین، ممکن است تعداد سرویس‌دهنده های جایگزین موردنیاز و اندازه محتوا (تکرار شده روی آنها) را با تلاش برای ترکیب سرویسهای با کیفیت بالا و قیمت های پایین CDN، کاهش دهد.

### ۳-۲- انتخاب محتوا

مسئله مهم دیگر، انتخاب محتوایی است که به منظور برآورده کردن نیازهای مشتری باید برون سپاری شود. یک انتخاب بدیهی، برون سپاری کل مجموعه اشیا سرویس دهنده اصلی به سرویس دهنده‌های جایگزین است (تکرار کل). بزرگترین مزیت تکرار کل، سادگی است. به هر حال چنین راه حلی شدنی یا کاربردی نیست، چون علیرغم کم شدن مداوم قیمت دیسک، اندازه اشیا وب همچنان افزایش می‌یابد. علاوه براین، مسئله به روزرسانی چنین مجموعه عظیمی از اشیا وب، مهار نشدنی است. بنابراین چالش مسئله انتخاب محتوا، یافتن استراتژی مدیریت پیشرفته برای تکرار محتوای وب است. یک روش نمونه، دسته‌بندی محتوای وب براساس همبستگی یا فرکانس دسترسی و سپس تکرار اشیا در خوشه‌هایی از محتواسست. نمونه‌ای از خوشه بندی محتوا خوشه‌بندی مبتنی بر نشست‌های کاربر است؛ یعنی محتوای فایل‌های log (شامل اطلاعاتی درمورد فعالیت‌های انجام شده توسط کاربر از لحظه ورود کاربر به وب سایت تا لحظه ترک آن) به منظور دسته بندی مجموعه‌ای از جستجوهای<sup>۱۸</sup> کاربران با مشخصات مشابه، استخراج می‌شود.<sup>۱۹</sup> خوشه‌بندی نشست‌های کاربران هم برای کشف گروه‌هایی از کاربران با الگوهای جستجوی مشابه و هم گروه‌هایی از صفحات دارای محتوای مرتبط، مفید است. تکرار مبتنی بر خوشه‌بندی می‌تواند زمان بارگذاری محتوا توسط مشتری و بار سرویس دهنده را از ۴/۶ تا ۸ برابر در مقایسه با تکرار کل، کاهش دهد [2].

وب سایت‌ها و فرآیندها توسط مشتریان است. قابلیت اطمینان و کارایی CDN، توسط مکان محتوای توزیع شده و مکانیزم مسیریابی و استراتژی های تکرار داده و ذخیره‌کردن در حافظه نهان، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. از این رو CDN، ذخیره‌کردن و جویباری‌سازی<sup>۱۴</sup> را برای افزایش کارایی، به ویژه برای تحویل محتوای رسانه‌ها، بکار می‌گیرد.

### ۳-۲- مزایای استفاده از CDN

- استفاده از شبکه‌های تحویل محتوا شامل مزیت‌های زیر است:
- کاهش نیاز مشتری برای سرمایه‌گذاری<sup>۱۵</sup> در زیرساخت وب سایت و کاهش هزینه‌های عملیاتی مدیریت چنین زیرساخت‌هایی.
  - کاهش تراکم ترافیک در وب، چون داده به کاربر نزدیکتر است و نیازی به پیمایش همه مسیرهای پرازدحام و نقاط peering نیست.
  - بهبود کیفیت تحویل محتوا، سرعت و قابلیت اطمینان.
  - کاهش بار سرویس دهنده‌های اصلی [2].
  - اگر صدها کاربر، یک صفحه وب یا محتوا را همزمان انتخاب کنند، CDN، محتوا را به هریک از آنها بدون تاخیر یا توقف می‌فرستد. مشکلات تاخیر بیش از اندازه و اختلاف زیاد در تاخیر از لحظه‌ای به لحظه دیگر که می‌تواند باعث لرزش در ارسال صدا و تصویر شود، به حداقل می‌رسد، همچنین پهنای باند هر کاربر حداکثر به نظر می‌رسد.
  - افزونگی محتوا که ویژگی شکست امن را فراهم می‌کند و اثر آن افت قابل قبول در قبال وقوع خرابی در بخشی از اینترنت است. حتی در حین حملات با مقیاس بزرگ که خیلی از سرویس دهنده‌ها را از کار می‌اندازند، محتوای روی یک CDN برای حداقل بعضی از کاربران، در دسترس باقی خواهد ماند.
  - CDN به طور ذاتی تهیه نسخه پشتیبان، بایگانی و ظرفیت ذخیره‌سازی بهتر داده را عرضه می‌کند که برای افراد و سازمانهایی که به سرویسهای پشتیبان داده آنلاین اعتماد می‌کنند، مفید است [6].

### ۳-۲- CDN ها در عمل

مسائل بحرانی درگیر در روشهای تحویل محتوا عبارتند از [2]:

### ۳-۳- برون سپاری محتوا

علاوه بر زیرساخت CDN با مجموعه‌ای از سرویس دهنده های جایگزین و محتوای انتخاب شده برای تحویل، روش برون سپاری محتوا نیز مهم است. روش های برون سپاری محتوا عبارتند از:

#### ۳-۳-۱- همکاری مبتنی بر PUSH

محتوا (فعالانه) از سرویس دهنده اصلی بر روی سرویس دهنده های جایگزین CDN، جایگزین می شود. ابتدا محتوا در سرویس دهنده های جایگزین، پیش واکشی<sup>۲۰</sup> شده (بارگذاری در حافظه نهان قبل از دسترسی)، سپس سرویس دهنده های جایگزین به منظور کاهش تکرار و هزینه به روزرسانی، همکاری می کنند. در این مدل، CDN، نگاهی بین محتوا و سرویس دهنده های جایگزین برقرار کرده و هر درخواست به نزدیکترین سرویس دهنده جایگزین که شیء درخواستی را دارد و در غیر این صورت به سرویس دهنده اصلی، هدایت می شود.

#### ۳-۳-۲- عدم همکاری مبتنی بر PULL

درخواستهای مشتری با استفاده از مکانیسم های تعیین مسیر DNS (نگاشت بین نام نمادین سرویس دهنده جایگزین و آدرس IP عددی) یا بازنویسی URL (سرور اصلی، مشتریان را به سرویس دهنده جایگزین متفاوت، با بازنویسی لینک های URL صفحات تولید شده به طور پویا، تعیین مسیر می کند)، به نزدیکترین سرویس دهنده جایگزین، هدایت می شوند. اگر تلاش ناموفق برای خواندن حافظه نهان<sup>۲۱</sup> وجود داشته باشد و محتوای درخواستی یافت نشود، درخواست یا به سرویس دهنده اصلی یا به سرویس دهنده جایگزین همتا از CDN هدایت می شود. سرویس دهنده های جایگزین که به عنوان ذخیره گاه ها سرویس دهی می کنند، وقتی که تلاش ناموفق برای خواندن حافظه نهان، رخ دهد، محتوا را از سرور اصلی خارج می کنند. مشکل این روش این است که CDN ها همیشه سرویس دهنده بهینه را برای توزیع محتوا انتخاب نمی کنند.

#### ۳-۳-۳- همکاری مبتنی بر PULL

درخواستهای مشتری از طریق تعیین مسیر DNS، به نزدیکترین سرویس دهنده جایگزین، هدایت می شوند. نکته مهم در این روش این است که سرویس دهنده های جایگزین با یکدیگر در حالت تلاش ناموفق برای خواندن حافظه نهان، همکاری می کنند. مخصوصاً سرویس دهنده های جایگزین با استفاده از

شاخص توزیع شده، نسخه های نزدیک اشیاء درخواست شده را پیدا کرده و آنها را در حافظه های نهان شان ذخیره می کنند.

### ۳-۴- قیمت گذاری CDN

فراهم کنندگان CDN حساب مشتریان خود را با توجه به محتوای تحویل داده شده (ترافیک) توسط سرویس دهنده های جایگزین خود به کاربران نهایی، تهیه می کنند. CDN ها، مکانیسمی برای حسابداری دارند که اطلاعات مربوط به مسیریابی درخواست، توزیع و تحویل مورد استفاده مشتریان را جمع آوری و پی گیری می کنند که برای اهداف صورتحساب، نگهداری و حسابداری در CDN ها استفاده می شود. مهمترین عوامل موثر در قیمت خدمات CDN عبارتند از:

- هزینه پهنای باند
- تغییرات در توزیع ترافیک
- اندازه محتوا تکرار شده روی سرورهای جایگزین
- تعداد سرورهای جایگزین
- قابلیت اطمینان و پایایی کل سیستم
- مسائل امنیتی برون سپاری تحویل محتوا

### ۴- شبکه های تحویل محتوای مبتنی بر گروه

برای اتصال بین جایگزینها، کارهای زیادی انجام شده است. توسعه یک مدل جدید، به معنی داشتن یک سیستم اتصال جدید بین جایگزین های CDN است. برای سازمان دهی جایگزین ها، سیستم های کلاستر یکی از بیشترین رویکردهای استفاده شده هنگام نیاز به مقیاس پذیری هستند. شبکه های مبتنی بر کلاستر زیرمجموعه ای از شبکه های مبتنی بر گروه هستند، چون هر کلاستری تواند به عنوان یک گروه در نظر گرفته شود، اما یک شبکه مبتنی بر گروه قادر به داشتن هر نوع توپولوژی درون گروه بجز کلاسترها است. جایگزینها با محاسبه موقعیت شان و محلی که جایگزینها با جایگزین های گروه همسایه متصل خواهند شد، در گروه هایی خودسازماندهی می شوند.

یک گروه، به مجموعه کوچکی از گره هایی که به منظور اشتراک منابع یا زمان محاسبه یا برای به دست آوردن محتوا یا داده و تولید نتایج مشترک، با هم تعامل دارند، اشاره می کند. در یک معماری مبتنی بر گروه فیزیکی، نودها بدون هیچ توپولوژی از پیش تعریف شده ای، به هم نزدیک (بر حسب مکان جغرافیایی یا زمان ارسال رفت و برگشت داده<sup>۲۲</sup>) هستند. در CDN های

pull، هنگام توزیع کنترل روی دریافت داده از نقاط انتهایی شبکه به خود شبکه، پیشنهاد می‌کند. در PSIRP هر بخش از داده هم برچسب عمومی و هم برچسب خصوصی دارد که ناشر را مشخص می‌کند و برای تصمیمات مسیریابی استفاده می‌شود.

معماری شبکه داده گرا<sup>۲۶</sup> یک معماری ارتباطی است که نامهای DNS را با نامهای مسطح خودتاییدکننده و یک اولیه هر بخشی<sup>۲۷</sup> مبتنی بر نام روی اینترنت امروزی، جایگزین می‌کند. DONA به جای تایید محتوا، ناشر و برچسب‌های داده را تایید می‌کند. همچنین داده نمی‌تواند به طور پویا تولید شود، بلکه باید ابتدا در RH های<sup>۲۸</sup> مطمئن ثبت شود. وقتی محتوای درخواست شده توسط یک مشتری یافت شد، با استفاده از مسیریابی IP تحویل داده می‌شود. بالاخره امنیت در DONA با ارزیابی فراهم کننده و محتوا، به دست می‌آید.

معماری شبکه‌بندی محتوامحور، بر این اساس است که تا زمانی که داده، معتبر، مطمئن و قابل اطمینان است، مهم نیست که از کجا می‌آید. معماری CCN، با مکانیزم انتشار / اشتراک کار می‌کند که در آن مشتریان، علاقه خود نسبت به محتوای خاصی را، اعلام کرده و سپس علاقه در بین عناصر واسطه، ارسال شده تا زمانیکه به منبع محتوا برسد، منبع نیز به نوبه خود محتوا را به عناصر واسطه درخواست کننده پس می‌فرستد و بدین ترتیب محتوا تحویل داده می‌شود. امنیت این معماری بر اساس محافظت زمینه‌ای و اعتماد به محتوای توزیع شده از طریق اعتبارسنجی است.

اگرچه تمام معماری‌های توصیف شده فوق، وظیفه تحویل محتوا را با سعی بر غلبه بر چالش‌های اینترنت نسل آینده انجام می‌دهند، ولی همه آنها فاقد قابلیت‌های امنیتی در مورد چگونگی رفتار هویت‌ها<sup>۲۹</sup> پشت ارتباطات، هستند که این قابلیت‌ها مهم و اساسی هستند و عبارتند از:

- محافظت صریح از حریم خصوصی با تمرکز ویژه روی پیشگیری از قابلیت ردیابی.
- شناسایی امن هویت‌هایی که بخشی از یک ارتباط هستند.
- استفاده از نقش‌ها به عنوان نقاط انتهایی ارتباط به جای میزبانها یا افراد.
- مدیریت پویا و تامین ذخیره ویژگی‌های هویت در مذاکرات امنیتی.

این قابلیت‌ها در CDN مطلوب هستند چون حتی اگر بخشی از داده بتواند از طریق مکانیسم‌های رمزگذاری، ایمن شود، منبع و بخشی از خود اطلاعات می‌تواند به آسانی در حین ارتباط دنبال شود، بنابراین یک مهاجم یا همچنین غیرمهاجم، ممکن است

مبتنی بر گروه، جایگزین‌ها در گروه‌هایی سازمان دهی شده و اتصالات آنها برحسب مجاورتشان (که ترکیبی از فاصله فیزیکی و RTT بین آنهاست، گرچه می‌تواند با آدرس‌های IP یا موقعیت‌های سراسری<sup>۳۳</sup> تغییر کند) و ظرفیت در دسترسشان برقرار می‌شود. شبکه‌های مبتنی بر گروه مزایایی از قبیل موارد زیر را برای کل شبکه فراهم می‌کنند:

- پخش کار در گروه‌هایی در شبکه، منجر به کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتر و تاخیر کمتر می‌شود.
- در دسترس‌پذیری محتوا به علت تکرار در گروه‌های دیگر، افزایش می‌یابد.
- به دلیل انجام وظایف گروه خراب توسط گروه‌های دیگر، تحمل پذیری خطا ممکن می‌شود.
- مقیاس‌پذیر است، چون گروه‌ها و جایگزین‌های جدید به راحتی می‌توانند به سیستم اضافه شوند.

یک شبکه مبتنی بر گروه، اجازه تعامل بین گروه‌های تحویل محتوا را می‌دهد و قابلیت عملکرد انعطاف‌پذیرتر، کاراتر و در زمان کمتر را فراهم می‌کند. از طرف دیگر، به طور قابل توجهی می‌تواند هزینه ارتباطات بین میزبانهای انتهایی را با اطمینان از اینکه یک پیام با سرباری کم و هدایت بسیار مناسب به مقصد می‌رسد، کاهش دهد. بنابراین نودهای دسته‌بندی شده، بهره‌وری و کارایی شبکه را با ترافیک بسیار پایین شبکه، افزایش می‌دهند و مقیاس‌پذیری خوب در معماری مبتنی بر گروه دست‌یافتنی است. توپولوژی مبتنی بر گروه در محیط‌های کاربردی زیادی می‌تواند به کار برده شود:

- CDN ای را فرض کنید که کاربران یک ناحیه جغرافیایی، به علت موضوعات فرهنگی، محتوای خاصی را که متفاوت از نواحی جغرافیایی دیگر است (اگرچه محتوای نواحی دیگر باید در دسترس باشد)، دریافت می‌کنند. در اینصورت اگر CDN را به گروه‌هایی تقسیم کنیم، کارایی CDN افزایش خواهد یافت.
- CDN ای را فرض کنید که انواع مختلفی از محتوا را تحویل می‌دهد و جایگزین‌ها باید با در نظر گرفتن نوع محتوا برای فراهم کردن تاخیر کمتر یا کیفیت سرویس بالاتر، دسته بندی شوند.

## ۵- CDN های نسل بعد

پروژه پارادایم مسیریابی اینترنتی انتشار/ اشتراک<sup>۳۴</sup>، استفاده از rendezvous را به عنوان اولیه<sup>۳۵</sup> شبکه برای جایابی کنترل از فرستنده به گیرنده با تغییر معماری شبکه از push به

- 18 navigation
- 19 exploited
- 20 prefetch
- 21 cache miss
- 22 Round Trip time (RTT)
- 23 global positions (GPS)
- 24 Publish/Subscribe Internet Routing Paradigm (PSIRP)
- 25 primitive
- 26 Data-Oriented Network Architecture (DONA)
- 27 anycast
- 28 resolution handlers
- 29 entity

بداند چه اطلاعاتی مورد دستیابی مشتری قرار می‌گیرد و بدین گونه حریم خصوصی‌اش مورد تجاوز قرار می‌گیرد. بنابراین از معماری مبتنی بر هویت برای پیشگیری از قابلیت ردیابی استفاده می‌شود.

## ۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله، مروری کلی بر مفهوم شبکه‌ی تحویل محتوا (شبکه‌ی توزیع یا انتقال محتوا)، به منظور آشنایی با آن، کاربردها، مزایا و چالش‌های آن صورت گرفت. یکی از انواع CDNها، شبکه انتقال محتوای مبتنی بر گروه است که مزایا و کاربردهای آن بیان شد. در اکثر معماری‌های CDN، قابلیت‌های امنیتی در مورد چگونگی رفتار هویت‌ها وجود ندارد که معماری مبتنی بر هویت برای پیشگیری از قابلیت ردیابی استفاده می‌شود و بدین ترتیب امنیت حریم خصوصی، برآورده می‌شود.

## مراجع

- [1] Pathan, AMK., Buyya, R., *Content Delivery Networks*, Verlag Berlin Heidelberg, springer, pp. 33-77, 2008.
- [2] Pallis, G., Vakali, A., "*Insight and Perspectives for Content Delivery Networks*". Communications of the ACM , Vol. 49, No. 1, pp. 101-106, 2006.
- [3] Lloret, J., Garcia, M., Bri, D., Diaz, J.R., "*Study and performance of a group-based Content Delivery Network*". Journal of Network and Computer Applications , Vol. 32, No. 5, pp. 991-999, 2009.
- [4] Martinez-Julia, P., Gomez-Skarmeta, A.F., "*Using identities to achieve enhanced privacy in future content delivery networks*". Computers & Electrical engineering , Vol. 38, No. 2, pp. 346-355, 2012.
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Content\\_delivery\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Content_delivery_network)
- [6] <http://whatis.techtarget.com/definition/content-delivery-network-CDN>

## زیرنویس‌ها

- 1 Content Delivery Network (CDN)
- 2 Surrogates
- 3 Round Trip Delay Time
- 4 Content-Centric Networking (CCN)
- 5 Traceability
- 6 customer
- 7 client
- 8 cache
- 9 flash crowds
- 10 SlashDot
- 11 negotiation
- 12 responsiveness
- 13 DDoS
- 14 streaming
- 15 invest
- 16 Placement
- 17 outsourcing