

UNDERSTANDING CDN TECHNOLOGY

An indepth update on CDN (Content Delivery Network) Technology & the Market Growth.

Part - 1

CDN is a system of distributed group of servers and networks that deliver pages and other web content to a user, based on the geographic location of the user, the origin of the webpage, and the content delivery server. The group of servers works together to provide fast delivery of internet content. CDNs have emerged as overlay networks on the internet to provide better support for delivering commercial content than was available using basic, best-effort internet packet transport services. A CDN allows for the quick transfer of assets needed for loading internet content, including HTML pages, JavaScript files, stylesheets, images, and videos. The content delivery with and without CDN is shown in Figure 1.

To minimize the distance between the users' computer and the websites' server, a CDN stores a cached version of its content in multiple geographical locations (points of presence or PoPs). Each PoP contains several caching servers responsible for content delivery to visitors within its proximity.

The global CDN market is forecasted to grow by \$48.48 bn during 2021-2025, progressing at a CAGR of almost 30% during the forecast period. According to the Cisco Annual report (2018-2023), video comprises more than 50% of the overall data consumed over the internet, which is expected to increase up to 80% by 2025. The demand for various online video formats, such as on-demand video streaming, live video streaming, cloud TV, and over-the-top (OTT), has been continuously increasing over the past few years. Therefore, the rising consumption of web-based, high-definition videos is the major factor contributing to the

सीडीएन तकनीकी को पहचाने

5जी रोलआउट उद्योग को एक प्रमुख विकास चरण में ले जा रहा है। क्या 5जी का केवल टीवी उद्योग पर असर पड़ेगा?

भाग - 1

सीडीएन, सर्वर और नेटवर्क के वितरित समूह की एक प्रणाली है जो उपयोगकर्ता की भौगोलिक स्थिति, वेबपेज की की उत्पत्ति और सामग्री वितरण सर्वर के आधार पर उपयोगकर्ता को पेज और अन्य वेब सामग्री वितरित करता है। इंटरनेट सामग्री का तेजी से वितरण प्रदान करने के लिए सर्वरों का समूह एक साथ काम करता है। सीडीएन इंटरनेट पर ओवरले नेटवर्क के रूप में उभरे हैं, जो बुनियादी, सर्वोत्तम प्रयास वाली इंटरनेट पैकेट परिवहन सेवाओं का उपयोग करने की तुलना में वाणिज्यिक सामग्री वितरित करने के लिए बेहतर समर्थन प्रदान करते हैं। एक सीडीएन एचटीएमएल पेजों, जावास्क्रिप्ट फाइलों, स्टाइलशीट्स चित्रों और वीडियो सहित इंटरनेट सामग्री लोड करने के लिए आवश्यक संपत्तियों के शीघ्र

हस्तांतरण की अनुमति देता है।

सीडीएन के साथ और बिना सामग्री वितरण चित्र 1 में दिखाया गया है।

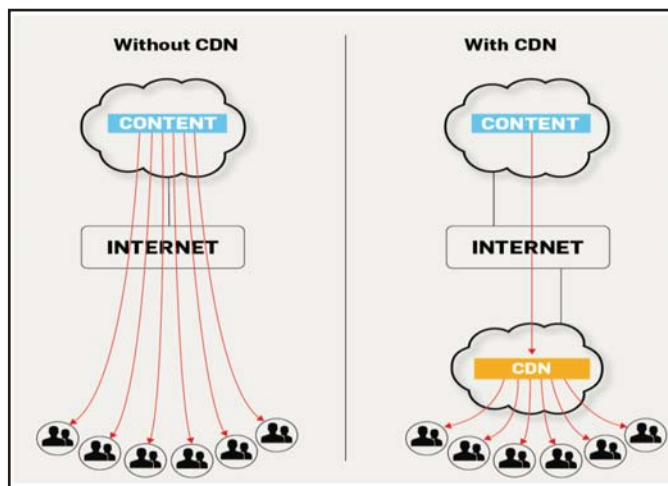
उपयोगकर्ताओं के कंप्यूटर और वेबसाइटों के सर्वर के बीच की दूरी को कम करने के लिए एक सीडीएन अपनी सामग्री के कैंड संस्करण को कई भौगोलिक स्थानों (उपस्थिति की बिंदु या पीओपी) में संग्रहित करता है। प्रत्येक पीओपी में कई कैशिंग सर्वर होते हैं जो आगंतुकों को इसकी निकटता के भीतर सामग्री वितरण के लिए जिम्मेदार होते हैं।

वैश्विक सीडीएन बाजार में

2021-2025 के दौरान 48.48

अरब डॉलर के वृद्धि का अनुमान है, इस पूर्वानुमान अवधि के दौरान यह लगभग 30% की सीएजीआर से प्रगति कर रहा है। सिस्को वार्षिक रिपोर्ट (2018-2023) के अनुसार वीडियो में इंटरनेट पर खपत किये गये कुल डेटा का 50% से अधिक शामिल है जिसके 2025 तक 80% तक बढ़ने की उम्मीद है। ऑन डिमांड वीडियो स्ट्रीमिंग, लाइव वीडियो स्ट्रीमिंग, क्लाउड टीवी और ओवर-द-टॉप (ओटीटी) जैसे विभिन्न ऑनलाइन वीडियो प्रारूपों की मांग पिछले कुछ वर्षों में लगातार बढ़ रही है। इसलिए, वेब आधारित हाई डेफिनिशन वीडियो की खपत सीडीएन को अपनाने में

Figure 1.: Content distribution with and without CDN



increase in the adoption of CDN. In addition, the explosion in the use of social networking sites is also one of the major reasons for the increase in videos, photos, animations, and text over the internet. Activities such as transferring, sharing, and posting rich media files, by the content providers as well as individuals have increased the burden on the existing networks requiring the addition of CDN's for smooth operations.

A Content Delivery/Distribution Network (CDN) is a geographically distributed network of proxy servers and their Data Centres at various points of presence (PoP), working together to deliver pages and other web content to a user based on the geographic location of the user. The distributed servers are called cache or edge servers, which store a cached version of the content in Data Centres operated by IXPs and Internet Service Providers (ISPs). Content delivery networks accelerate the delivery of diverse content, especially video delivery, to the user.

The major factors driving the growth of the CDN market include the rising need for effective solutions to enable live and uninterrupted content delivery over a high-speed data network, increasing demand for enhanced QoE (Quality of Experience) and QoS (Quality of Service), the proliferation of video and rich media content over websites, increasing demand for enhanced video content, latency-free online gaming experience, increasing internet penetration and adoption of mobile devices leading to rising opportunities for mobile CDN.

CDNs have been used to improve the video streaming experience to end-users while at the same time limiting the need for Content Providers (CP) to own infrastructure. By massively deploying servers in strategic locations, CDN providers assign users to a close-by server, thus reducing hop count and avoiding potential congestion occurrences while ensuring scalability and reliability. Shortening the physical distance between a user and the webserver is the

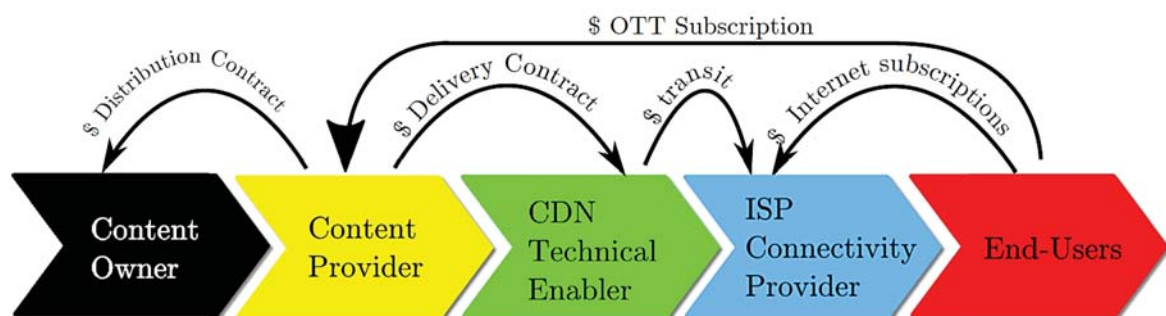
वृद्धि में योगदान देने वाला प्रमुख कारक है। इसके अलावा सोशल नेटवर्किंग साइटों के उपयोग में विस्फोट भी इंटरनेट पर वीडियो, फोटो, एनिमेशन और टेक्स्ट में वृद्धि के प्रमुख कारकों में से एक है। सामग्री प्रदाताओं के साथ-साथ व्यक्तियों द्वारा समृद्ध मीडिया फाइलों को स्थानांतरित करने, साझा करने और पोस्ट करने जैसी गतिविधियों ने मौजूदा नेटवर्क पर बोझ बढ़ा दिया है जिसके लिए सुचारू संचालन के लिए सीडीएन को जोड़ने की आवश्यकता है।

एक सामग्री वितरण/वितरण नेटवर्क (सीडीएन) प्रॉक्सी सर्वर और उनके डेटा केंद्रों का एक भौगोलिक रूप वितरित नेटवर्क है जो उपस्थिति के विभिन्न बिंदुओं (पीओपी) पर है, जो उपयोगकर्ता की भौगोलिक स्थिति के आधार पर उपयोगकर्ता को पेज और अन्य वेब सामग्री वितरित करने के लिए मिलकर काम करता है। वितरित सर्वर को केशे या एज सर्वर कहा जाता है जो आईएसपी और इंटरनेट सेवा प्रदाताओं (आईएसपी) द्वारा संचालित डेटा केंद्रों में सामग्री के केशड संस्करण को संग्रहित करता है। सामग्री वितरण नेटवर्क उपयोगकर्ताओं को विविध सामग्री, विशेषरूप से वीडियो वितरण के वितरण में तेजी लाता है।

सीडीएन बाजार के विकास को चलाने वाले प्रमुख कारकों में उच्च गति डेटा नेटवर्क पर लाइव और निर्बाध सामग्री वितरण को सक्षम करने के लिए प्रभावी समाधानों की बढ़ती आवश्यकता, बढ़ी हुई क्यूओआई (अनुभव की गुणवत्ता) और क्यूओएस (सेवा की गुणवत्ता) की बढ़ती मांग शामिल है। वेबसाइटों पर वीडियो और समृद्ध मीडिया सामग्री का प्रसार, बढ़ी हुई वीडियो सामग्री की बढ़ती हुई मांग, लैटेंसी मुक्त ऑनलाइन गेमिंग अनुभव, इंटरनेट की पहुंच में वृद्धि और मोबाइल उपकरणों को अपनाने से मोबाइल सीडीएन के अवसर बढ़ रहे हैं।

सीडीएन का उपयोग अंतिम उपयोगकर्ता के लिए वीडियो स्ट्रीमिंग अनुभव को बेहतर बनाने के लिए किया गया है, साथ ही साथ सामग्री प्रदाताओं (सीपी) के लिए बुनियादी ढांचे के स्वामित्व की आवश्यकता को सीमित कर दिया गया है। रणनीतिक स्थानों में सर्वरों को बड़े पैमाने पर तैनात करके, सीडीएन प्रदाता उपयोगकर्ताओं को एक करीबी सर्वर के लिए असाइन करते हैं, इस प्रकार स्केलेबिलिटी और विश्वनीयता सुनिश्चित करते हुए हॉप गिनती को कम करते हैं और संभावित भीड़ की घटनाओं से बचते हैं। एक उपयोगकर्ता और वेबसर्वर के बीच भौतिक दूरी को कम

Figure 2: Value Chain for delivery of content



main job of CDN, resulting in faster load times, increased server uptime, reduced bandwidth usage, improved security, and better website performance.

Figure 2 displays the value chain for video content distribution. On the one hand, the Content Owner sells its content to online Content Providers (CP). On the other hand, ISPs sell plain connectivity to end-users, and CPs sell them access to OTT content. Finally, CDNs are placed between CPs and ISPs as a technology enabler.

CDN topology distinguishes between the two types of servers: origin server at the source location ensuring the efficient intra-CDN distribution of content, and cache servers for handling end-user to server communications.

ORIGIN SERVER:

An origin server is a web server that handles all the internet traffic, processes incoming requests from end-users, and responds to them. An origin server takes on all the responsibility of serving up the content for an internet property such as a website or video. The physical distance between the origin server and the user adds latency to the connection during the data transmission.

EDGE/CACHE SERVER:

A CDN edge or cache server is a computer that exists at the logical extreme or edge of a network, i.e., closer to the user. The primary purpose is to store content as close as possible to a requesting user device, thereby reducing latency and improving page load times. CDN edge servers store cache content in the strategic locations or PoPs to off-load one or more origin servers; they also keep a track of changes at the origin server. Content delivery across the globe with and without CDN is presented in Figure 3 for a better overview. It can be seen that content transfer directly from the origin server to the end user adds more latency due to large distances, whereas latency is

करना सीडीएन का प्रमुख काम है जिसके परिणामस्वरूप से तेजी से लोड समय, सर्वर अपटाइम में वृद्धि, बैंडविड्थ उपयोग में कमी, बेहतर सुरक्षा और बेहतर वेबसाइट प्रदर्शन होता है। चित्र 2 वीडियो सामग्री वितरण के लिए मूल्य श्रृंखला प्रदर्शित करता है। एक ओर सामग्री स्वामी अपनी सामग्री को ऑनलाइन सामग्री प्रदाताओं (सीपी) को बेचता है। दूसरी ओर आईएसपी अंतिम उपयोगकर्ताओं को सादा कनेक्टिविटी बेचते हैं, और सीपी उन्हें ओटीटी सामग्री तक पहुंच बेचते हैं। अंत में, सीडीएन को सीपी और आईएसपी के बीच एक प्रौद्योगिकी प्रवर्तक के रूप में रखा जाता है।

सीडीएन टोपोलॉजी दो प्रकार के सर्वरों के बीच अंतर करती है: स्रोत स्थल पर मूल सर्वर सामग्री के कुशल इंद्रा सीडीएन वितरण को सुनिश्चित करता है और अंत, उपयोगकर्ताओं से सर्वर संचार को संभालने के लिए कैश सर्वर।

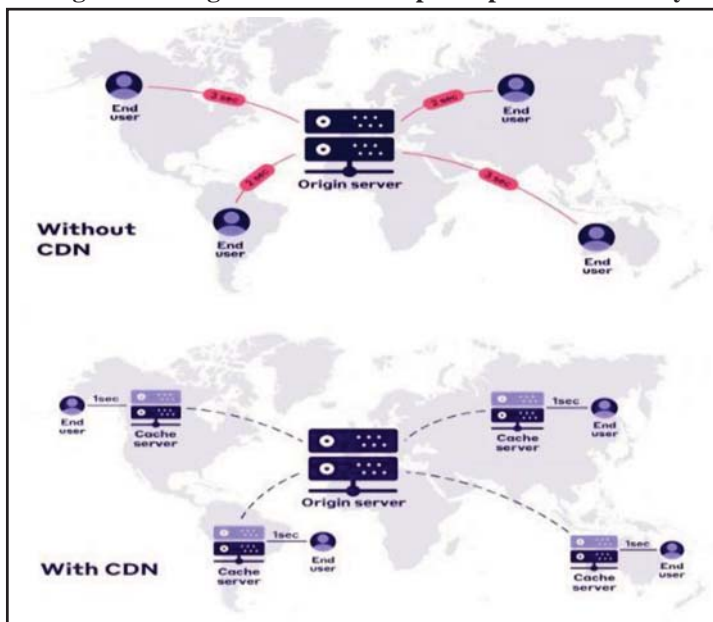
मूल सर्वर:

मूल सर्वर एक वेब सर्वर है जो सभी इंटरनेट ट्रैफिक को संभालता है, अंतिम उपयोगकर्ताओं से आने वाले अनुरोधों को संसाधित करता है और उनका जवाब देता है। एक मूल सर्वर एक वेबसाइट या वीडियो जैसी इंटरनेट संपत्ति के लिए सामग्री की सेवा करने की सभी जिम्मेदारी को लेता है। मूल सर्वर और उपयोगकर्ता के बीच भौतिक दूरी डेटा ट्रांसमिशन के दौरान कनेक्शन में विलंबता को जोड़ती है।

एज/कैश सर्वर:

एक सीडीएन एज या कैश सर्वर एक ऐसा कंप्यूटर है जो नेटवर्क के तार्किक चरम या किनारे पर मौजूद होता है, यानी उपयोगकर्ता के करीब। प्राथमिक उद्देश्य सामग्री को अनुरोध करने वाले उपयोगकर्ता उपकरण के जितना संभव हो सके स्टोर करता है जिससे विलंबता को कम किया जा सके और पेज लोड समय में सुधार किया जा सके। सीडीएन एज सर्वर एक या अधिक मूल सर्वरों को ऑफलोड करने के लिए रणनीतिक स्थानों या पीओपी में कैश सामग्री को स्टोर करता है, वे मूल सर्वर पर परिवर्तनों का ट्रैक रखते हैं। सीडीएन के साथ और बिना, दुनिया भर में सामग्री वितरण को बेहतर अवलोकन के लिए चित्र 3.2 में प्रस्तुत किया गया है। यह देखा जा सकता है कि मूल सर्वर से सीधे अंतिम उपयोगकर्ता तक सामग्री स्थानांतरण बड़ी दूरी के कारण अधिक विलंबता को

Figure 3: Using cache servers to speed up content delivery



reduced using cache servers at various PoPs near the end user. CDN providers employ complex software to match incoming requests for content to the 'best' server for meeting each end-user request.

TYPES OF CDN PROVIDERS

CDNs could be private or public networks. There are essentially two basic setups in distributing the content by CDN: A Peer/Private model and a Peer-to-Peer (P2P) model.

a. Peer-to-Peer (P2P) provider:

A P2P CDN provider leverage users for the distribution of content. When an end user visits a website that has been cached by this CDN, their browser's HTTP requests will be redirected to the edge server closest to them and the site will load faster to the user. A P2P CDN works by creating a mesh network (refer to Figure 4 (b) consisting of users who are watching the same content and coordinating these users so that they share video data segments with each other instead of everyone always fetching the segments from an edge server. Due to fewer hardware and resource requirements, many CDN providers tend to offer P2P services free of cost.

b. Private/Peer provider:

The peering/private CDN model is the more traditional and preferred approach by CDN companies maintaining a network of servers across a wide geographic area. These server nodes in a router-based peer CDN are closely coordinated by the centralized knowledge, as shown in Figure 4 (c). Each server will have copies of the data saved, and whenever a user requests for data, it will download the data from the edge servers that are physically closest to them, reducing the loading time and preventing request timeouts. Compared to the conventional CDN approach, a peer CDN provider employs network resources much closer to users, and this model can serve as much as 80% of the content requests by peer nodes.

जोड़ता है जबकि अंतिम उपयोगकर्ता के पास विभिन्न पीओपी पर कैश सर्वर का उपयोग करके विलंबता को कम किया जाता है। सीडीएन प्रदाता प्रत्येक अंतिम उपयोगकर्ता अनुरोध को पूरा करने के लिए सर्वश्रेष्ठ सर्वर से सामग्री के लिए आने वाले अनुरोधों को मिलान करने के लिए जटिल सॉफ्टवेयर का उपयोग करते हैं।

सीडीएन प्रदाताओं के प्रकार

सीडीएन, निजी या सार्वजनिक नेटवर्क हो सकते हैं। सीडीएन द्वारा सामग्री के वितरण में अनिवार्य रूप से दो बुनियादी व्यवस्थायें हैं: एक पीयर/प्राइवेट मॉडल और पीयर-टू-पीयर (पी2पी) मॉडल।

ए. पीयर-टू-पीयर (पी2पी) प्रदाता:

एक पी2पी सीडीएन प्रदाता सामग्री के वितरण के लिए उपयोगकर्ताओं का लाभ उठाते हैं। जब कोई अंतिम उपयोगकर्ता किसी ऐसी वेबसाइट पर जाते हैं जिसे सीडीएन द्वारा कैश किया गया है तो उनके ब्राउजर के एचटीटीपी अनुरोधों को उनके निकटतम किनारे सर्वर पर रीडायरेक्ट कर दिया जायेगा और साइट उपयोगकर्ता के लिए तेजी से लोड हो जायेगी। एक पी2पी सीडीएन एक मेश नेटवर्क बनाकर काम करता है (चित्र 4.3 (बी) देखें) जिसमें ऐसे उपयोगकर्ता शामिल हैं जो समान सामग्री देख रहे हैं और इन उपयोगकर्ताओं को समन्वित कर रहे हैं ताकि वे हमेशा एक किनारे से सेगमेंट लाने के बजाय एक दूसरे के साथ वीडियो सेगमेंट साझा

करें। कम हार्डवेयर और संसाधन आवश्यकताओं के कारण, कई सीडीएन प्रदाता पी2पी सेवाओं को मुफ्त में पेश करते हैं।

बी. निजी/पीर प्रदाता:

पीयरिंग/निजी सीडीएन मॉडल सीडीएन कंपनियों द्वारा व्यापक भौगोलिक क्षेत्र में सर्वरों के नेटवर्क को बनाये रखने का अधिक पारंपरिक और पसंदीदा तरीका है। राउटर आधारित पीयर सीडीएन में ये सर्वर नोड्स केंद्रीकृत ज्ञान द्वारा बरीकी से समन्वित होते हैं, जिसका चित्र 4.3 सी में दिखाया गया है। प्रत्येक सर्वर में सहेजे गये डेटा की प्रतियां होंगी और जब भी कोई उपयोगकर्ता डेटा के लिए अनुरोध करता है तो वह किनारे के सर्वर से डेटा डाउनलोड करेगा जो भौतिक रूप से उनके सबसे करीब है, लोडिंग समय को कम करते हैं और अनुरोध टाइमआउट को रोकता है। पारंपरिक सीडीएन दृष्टिकोण की तुलना में एक पीयर सीडीएन प्रदाता नेटवर्क संसाधनों को उपयोगकर्ताओं के बहुत करीब रखता है और यह मॉडल पीयर नोड्स द्वारा सामग्री अनुरोधों के 80% तक की सेवा कर सकता है।

Figure 4: System architecture for CDN, P2P CDN and Peer CDN

