Archive of SID

FET 2017 ۷ اسفند ۱۳۹۵ 25 February 2017
اولین کنفرانس ملی
آینده مهندسی و تکنولوژی
1st national Conference On Future Of Engineering And Technology
تهران - ایران Iran - Tehran

راه کارهایی برای طراحی شبکه CLOUD DATA CENTER

سهیل ساجدی
دانشجوی دانشگاه آزاد واحد ملارد
SSAJEDI@LIVE.

رامین کریمی
استادیار دانشگاه آزاد واحد ملارد
SSAJEDI@LIVE.

چکیده

در این مقاله ما به دنبال راه کاری برای طراحی دیتا سنترهای بزرگ برای سیستم‌های ابری هستیم که بتوانیم بر خلاف معماری معمول و سنتی سه لایه‌ای شبکه، با استفاده روش‌های نوین طراحی شبکه راهکاری بهتر را برای طراحی دیتا سنتر شبکه ابر و شرکت‌های ارایه دهنده خدمات CDN برای سرویس‌دهی به شبکه به همراه مقیاس‌پذیر پیدا نماییم تا مرکز داده‌ای با پایداری بیشتر در مقابل خرابی‌های شبکه و سرورها داشته باشیم. به همین خاطر با معرفی سه معماری fat tree و DCELL ,CCUBE,BCUBE, می‌پردازد و پیشنهاد استفاده از آنها را در دیتا سنترها می‌دهد.

واژگان کلیدی: CLOUD ,SDN ,FAT TREE,CDN

www.SID.ir

مقدمه

رایانش ابری نه یک تکنولوژی بلکه مدلی عملیاتی برای استفاده با شرایط تعیین شده از تکنولوژی‌های مختلف محاسباتی به صورت یکپارچه و بر اساس نیاز است. ویژگی اساسی ذکر شده توسط NIST (خودسرویس و بنا به تقاضا، دسترسی فراگیر شبکه، اشتراک منابع، مقیاس پذیری و کشسانی سریع) است. که در سه مدل اصلی SaaS، PaaS و Iaas تعریف شده‌اند. (P. Mell and T. Grance, 2011)

داده‌ها و برنامه‌های کاربردی که در مراکز داده ابر به صورت یکپارچه متصل شده‌اند و نگهداری می‌شوند، قابل توجه است. انتزاع مفهوم منابع ابر، به طوری که بدون توجه به مکان قرارگیری سرویس، دسترسی به آن با کارایی یکنواخت و با کیفیتی همراه باشد از وظایف شبکه است.

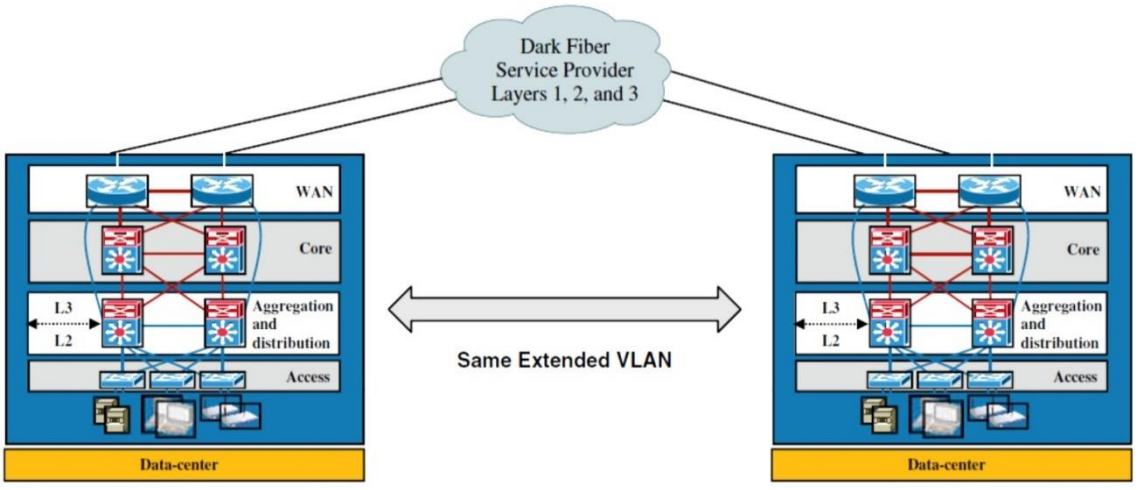
شبکه ابر

شبکه ابر را می‌توان در سه بخش اصلی بستر اینترنت، شبکه بین مراکز داده و شبکه مرکز داده تقسیم‌بندی کرد. به غیر از شبکه اینترنت که معماری خاص خود را دارد، شبکه بین مراکز داده و شبکه مرکز داده از مواردی است که میتوان روی آن بررسی نمود. (G. Lin and M. Devine, 2010)

شبکه بین مراکز داده

تأمین‌کنندگان ابر، نیاز به یک شبکه مسطح بین مراکز داده دارند، به طوری که هزینه و سربار جابجایی در آن حداقل باشد. به همین دلیل بهترین انتخاب یعنی اترنت را برگزیده‌اند که یک شبکه لایه 2 است. مطابق شکل (۱) لایه تجمیع از شبکه-فیزیکی یک مرکز داده با سایر مرکز داده در یک دامنه لایه ۲ قرار می‌گیرند. در این صورت جابجایی عناصر آن‌ها بین هم نیازی به تغییر مشخصات IP نخواهد داشت.

شبکه مرکز داده یک شبکه اتصال با افزونگی زیاد و تأخیر کم بین ده‌ها و صدها هزار از سرورها و محل‌های دخیره‌سازی واقع در آن مرکز داده به صورت امن و قابل اطمینان ایجاد می‌کند. علت اهمیت شبکه مرکز داده، گلوگاه بودن آن برای سرویس ابر از نظر هزینه، قابلیت اطمینان و کارایی است.



شکل (۱)

شبکه مراکز داده

معماری سه لایه سلسله مراتبی رایج‌ترین توپولوژی استفاده شده در ساختار شبکه‌های مرکز داده است. این معماری از سه لایه اصلی تشکیل شده است به نام‌های دسترسی، تجمیع و هسته که هر یک وظیفه جابجایی ترافیک لایه پایین‌تر و ارسال آن

www.SID.ir

Archive of SID

به لایه‌های بالاتر را بر عهده دارد. این معماری دارای اشتراک بیش از حد[1] می‌باشد که می‌تواند توسط طراح تعیین شود و بیان‌کننده میزان سهم پهنای باندی است که در اختیار هر سرور قرار می‌گیرد تا با سایر سرورها ارتباط برقرار کند. نسبت m:nدر اشتراک بیش از حد بدین معنی است که به ازای هر n منبع، m مصرف‌کننده وجود دارد، به طور مثال برای یک سوئیچ 24 پورت که 4 پورت Uplink دارد اشتراک بیش از حد برابر 20:4 یا 5:1 می‌باشد. مقدار رایج معرفی شده آن در بین 5:1 .2 تا8:1 می‌باشد که برای لینک 1Gbps برابر 400Mbps تا 125Mbps است. (G. Lin and M. Devine, 2010)

مجازی سازی در شبکه ابر

رویکرد شبکه در لایه مجازی ارائه خدماتی است که در بستر فیزیکی به راحتی امکان‌پذیر نیست. نیازهای کاربردهای روی ابر و محدودیت‌هایی که در شبکه فیزیکی مرکز داده وجود دارد، باعث توسعه وسیع راهکارها به صورت مجازی در ساختار ابر شده است. این نیازها شامل جداسازی، آدرس‌دهی مسطح، مدیریت شبکه، ارتباط بین سوییچ‌ها و استفاده از ساختار مجازی برای استفاده از ماشین‌های مجازی و همچنین ایجاد راهکارهای امنیتی، می‌باشد. پروتکل‌های معرفی شده روش‌های مجازی، با استفاده از لایه مجازی ایجاد شده روی شبکه ابر، به عدم وابستگی به محل فیزیکی در ابر می‌انجامند. با داشتن این قابلیت، کل شبکه ابر به صورت یک شبکه محلی بزرگ به نظر می‌رسد که ماشین‌های مجازی به راحتی و با استفاده از شناسه خود در آن جابجا می‌شوند.

تحمل خرابی نیز از موارد مهم در بررسی شبکه مرکز داده است. آنچه که در تحمل خرابی میتوان مورد بررسی قرار بگیرد ادامه سرویس‌دهی شبکه با وجود خرابی‌های سرورها سوییچ‌ها و لینک‌ها باشد. (M. F. Bari, 2013)

روش تحقیق

مشکلات طراحی دیتا سنتر مراکز ابر را می‌توان مواردی مانند:

اندازه شبکه و رشد آن

برای ارائه سرویس رایانش ابری در یک مرکز داده، نیاز به شبکه زیرساختی است که به طور خلاصه ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱. پهنای باند و گذردهی بالا
۲. تأخیر کم
۳. توانایی گستر و توسعه بالا
۴. مقاوم در برابر خطا و خرابی
۵. یکسان بودن شبکه از دید تمام سرورها
۶. پشتیبانی کامل از مجازی‌سازی و مهاجرت ماشین مجازی

معماری طراحی مرکز داده در رایانش ابری را میتوان به دو قسمت معماری با توپولوژی ثابت و منعطف تقسیم نمود:

[1] Oversubscription

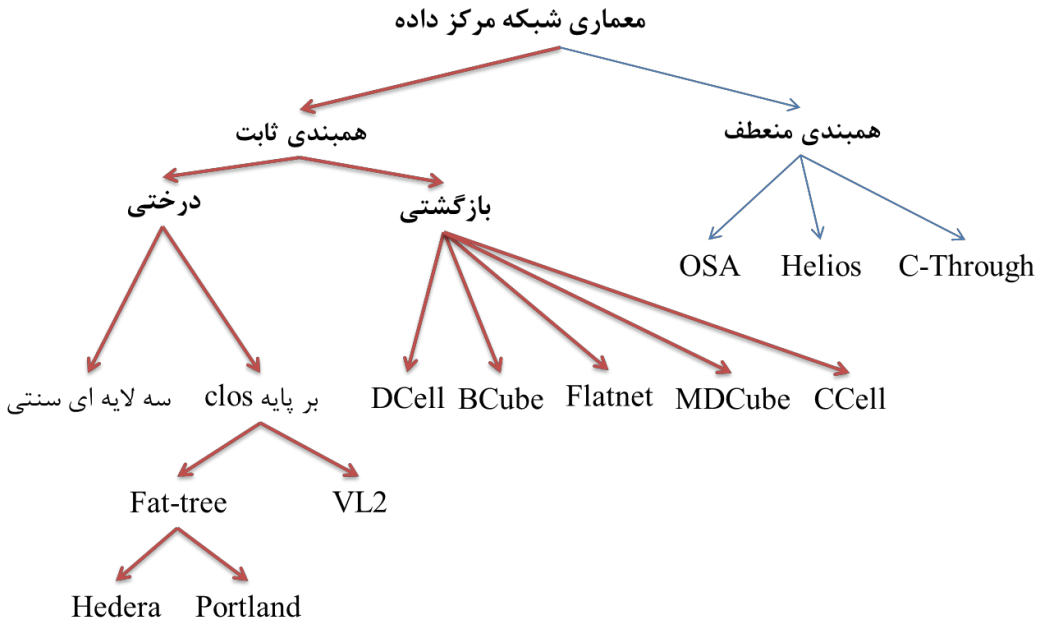
www.SID.ir

معماری ثابت:

دو رویکرد اصلی موجود در طراحی معماری‌های ثابت برای شبکه مراکز داده سوئیچ‌محور و سرورمحور می‌باشد. در روش سوئیچ محور فقط از سوئیچ و روتر برای انجام عملیات شبکه استفاده می‌شود ولی در معماری سرورمحور، بخشی از عملیات شبکه توسط سرورهای مرکز داده انجام می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد اکثر توپولوژی‌های سرورمحور و برخی از توپولوژی‌های سوئیچ محور بر مبنای روش‌های استفاده شده در شبکه‌های میان ارتباطی سیستم‌های پردازش موازی می‌باشد. به طور مثال معماری‌های Portland ، Hedera و توپولوژی معماری VL2 بر اساس شبکه‌های چند سطحی Clos و Fat-Tree می‌باشند. دو روش سرورمحور Dcell و Bcube به صورت بازگشتی تولید می‌شوند. شکل(۲) دسته‌بندی کلی این روش‌ها را نشان می‌دهد.

این معماری‌ها با استفاده از ویژگی‌های سوئیچ‌های نوری به دو شکل ترکیبی مثل Helios، HyScale و c-Through و کاملاً نوری مانند OSA طراحی می‌شوند. سرعت بالای سیگنال‌های نوری حامل داده در کنار استفاده از WDM به ارائه پهنای باند بالا و انعطاف‌پذیری منجر می‌شود؛ به طوری که ساختار شبکه در حالت زیربر هم قابل تنظیم و تغییر است. مشکلات عمده‌ای که توسعه این روش‌ها را محدود می‌کند شامل هزینه بالای تجهیزات، افت بالا، تأخیر نسبتاً زیاد سوئیچینگ و آماده‌سازی لینک (۱۵ تا ۲۵ میلی ثانیه) و غیر بهینه بودن پردازش سربار بسته‌ها می‌باشد.

بدیهی است ایده‌آل‌ترین روش توپولوژی سرورها، یک گراف کامل است که در آن همه رأس‌ها به هم اتصال مستقیم دارند و هیچ گره میانی بین آنها نیست. این توپولوژی را توری کاملاً متصل به هم می‌نامند و در آن تعداد لینک‌ها با تعداد سرورها به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند یعنی برای اتصال n سرور نیاز به (n(n-1)/2) لینک ارتباطی مستقیم است که هزینه بالا و مقیاس‌پذیری کمی دارد. (Han QI, 2014)



شکل (۲)

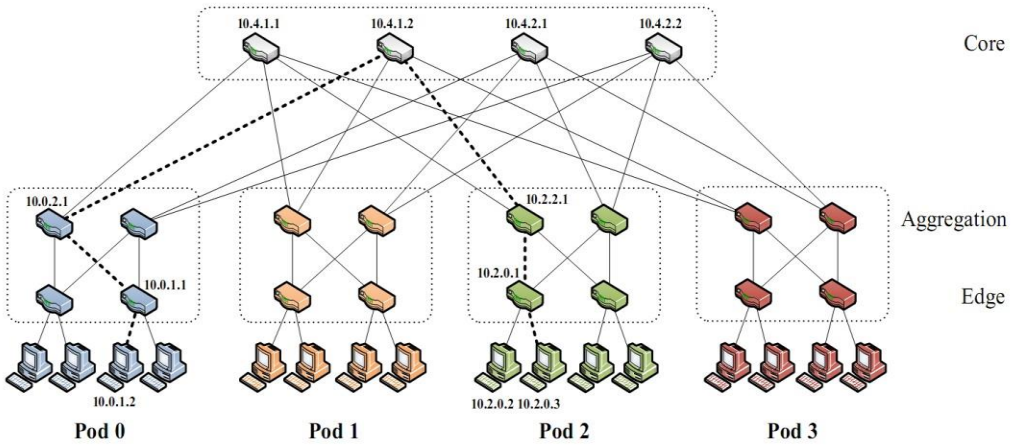
FAT TREE

معماری مرکز داده بر پایه توپولوژی Fat-Tree با هدف افزایش کارایی و مقیاس‌پذیری بالاتر پهنای باند ارتباطی با استفاده از تجهیزات رایج و ارزان قیمت شبکه معرفی شده است.

توپولوژی نوع خاصی از توپولوژی Clos می‌باشد و در دسته‌بندی شبکه‌های سلسله‌مراتبی غیرمسدود قرار می‌گیرد. یک Fat-Tree با ظرفیت nتایی همانطور که در شکل(۳) مشاهده می‌شود، تماماً از سوئیچ‌های n پورت تشکیل می‌شود. مقدار n با

www.SID.ir

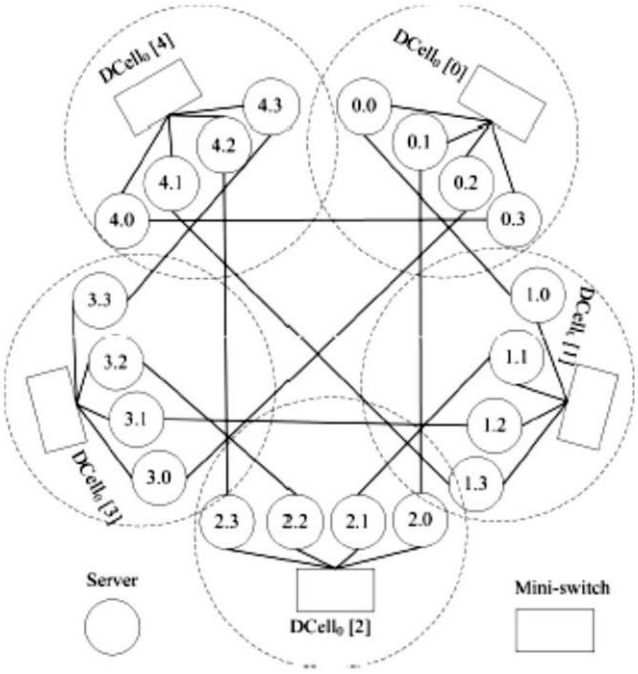
توجه به شرط ارزان و کالای رایج بودن[۲] حداکثر ۴۸ پورت در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند ۲۷۴۸۶ سرور را به هم متصل کند. درجه Over-subription این معماری 1:1 است و هر سرور می‌تواند به طور کامل از پهنای باند لینک ارتباطی آن به سایر سرورها استفاده کند. نحوه تولید این معماری بازگشتی نیست و تعداد پورت سوئیچ استفاده شده تعیین کننده‌ی اندازه معماری است (M. Al-Fares, 2008)



شکل (۳)

DCELL

ساختار dcell از یک سلول اولیه تشکیل شده که حاوی n سرور متصل به یک سوئیچ کوچک است. در مراحل بعدی سلول‌های بزرگ‌تر به صورت بازگشتی از اتصال به صورت گراف کامل سلول‌های کوچک‌تر ایجاد می‌شوند. سلول سطح ۰ یا Dcell0 عنصر پایه‌ای تشکیل دهنده معماری Dcell می‌باشد. هر Dellk-1 به همه متصل می‌شود تا در کنار هم تشکیل یک Dcellk بدهند. شکل (۴)یک Dcell سطح یک را نشان می‌دهد که عنصر تشکیل دهنده آن دارای سوئیچ ۴ پورت است. (C. Guo, 2008)



شکل (۴)

[۲] Commodity of the shelf

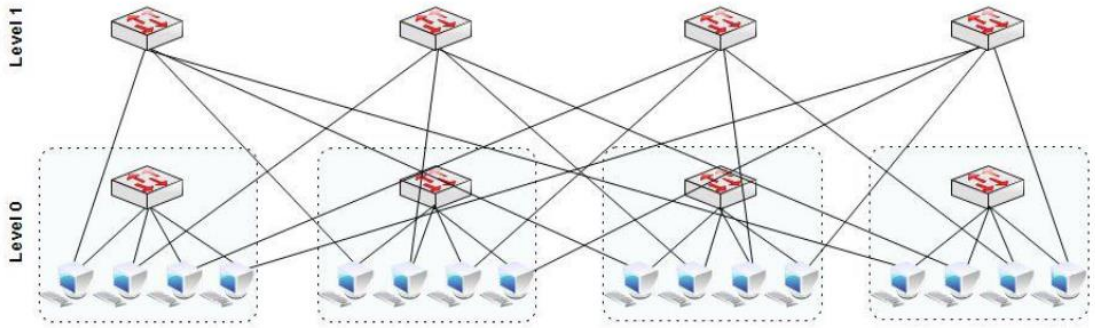
www.SID.ir

BCUBE

معماری Bcube با هدف ایجاد مراکز داده به صورت ماژولار ارائه شده است و توپولوژی سرورها در داخل یک کانتینر مرکز داده را ارائه می‌دهد. این معماری ترافیک‌های حساس به پهنای باند را بهبود می‌بخشد و الگوهای ترافیکی پردازش داده مثل MapReduce را سرعت بخشیده است.

همچنین با توجه محدودیت‌هایی که برای تعمیر و نگهداری اجزای کانتینرها بعد از استفاده در مرکز داده وجود دارد، معماری ارائه شده امکانات تحمل خرابی دارد. این معماری یک توپولوژی برگرفته از Hypercube دارد و به صورت بازگشتی تولید می‌شود. چون سرورها نیز عملیات مسیریابی انجام می‌دهند در دسته معماری‌های سرور محور قرار می‌گیرد.

(C. Guo G. L., 2009)

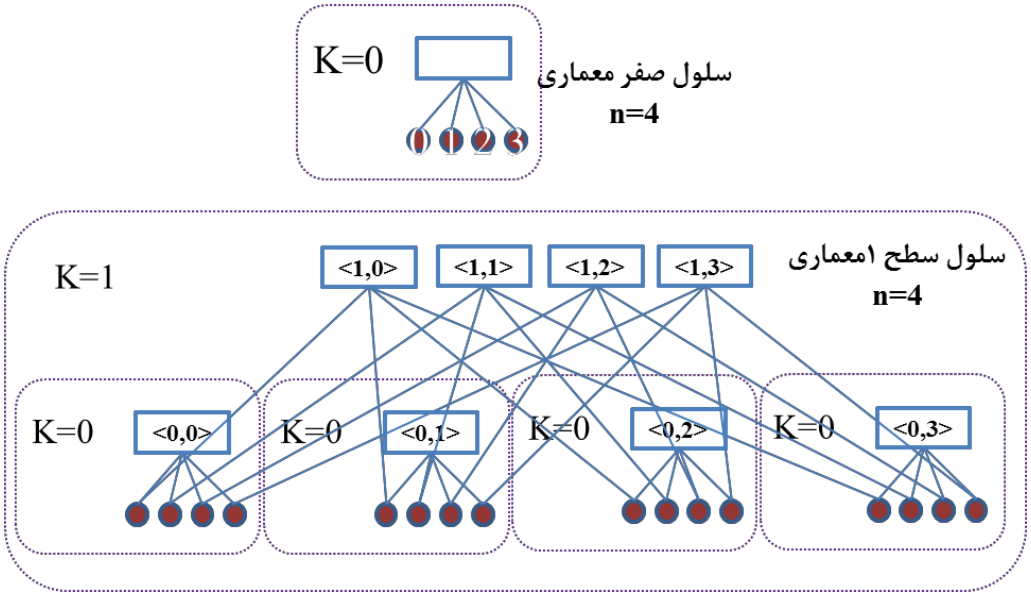


شکل (۵)

CCUBE

معماری مکعبی یک معماری سرورمحور برای مرکز داده ابر است که در کنار هزینه کمتر ساخت نسبت به معماری‌های مشابه، دارای مقیاس‌پذیری و گذردهی بالاتر نسبت به اندازه معماری است. هم‌بندی این معماری بر اساس Hypercube و روش مسیریابی آن از مبدأ با استفاده از پروتکل‌های نوینی مانند openflow است. در واقع ایده مسیریابی از مبدأ و بر اساس بُعد در معماری CCube، از Hypercube ایده گرفته است. تفاوت هم‌بندی CCube با Hypercube در روش اتصال گره‌های هر بُعد است که در اولی از طریق سوئیچ و در دومی از طریق یک شبکه مش به هم متصل می‌شوند. نحوه تولید آن به صورت بازگشتی است و هر سلول معماری از اتصال سلول‌های کوچکتر تشکیل می‌شود. آدرس‌دهی آن با استفاده از دو بخش محلی و سراسری، مسیریابی از مبدأ را بر اساس فاصله همینگ ممکن می‌سازد. روش چند مسیری و تحمل خرابی ارائه شده نیز باعث افزایش دسترس‌پذیری شبکه فیزیکی می‌شود.

www.SID.ir



شکل (۶)

حال اگر معماری‌های مورد بحث را با یکدیگر مقایسه نماییم و همه را در یک جدول قرار دهیم به جدول ۱ می‌رسیم که در صورتی که با سوییچ‌های سبک ۱۶ پورت در صورت ۳ لایه‌ای در نظر گرفته شود. که نشان از برتری مقیاس‌پذیری دو معماری ccube ,dcell نصبت به سایر معماری‌ها دارند.

جدول ۱- مقایسه اندازه معماری‌ها با سوئیچ‌های مختلف

تعداد پورت‌های سوییچ	Fat tree	dcell3	bcube3	ccube3
4	16	168151	256	768
8	128	27249053	4096	12288
16	1024	5. 49E+09	65536	196608

حال اگر موارد مورد بررسی را در کنار هم قرار دهیم و فرمول‌بندی نماییم به مقدار زیر (جدول ۲) می‌رسیم.

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه پارامترهای همبندی و هزینه

معیار	fattree	bcube	dcell	ccube
نوع معماری	سوئیچ محور	سرورمحور	سرورمحور	سرورمحور
تعداد پورت سرور	1	k+1	k+1	2
تعداد پورت سوییچ	n	n	n	n , nk
تعداد لینک	$3n38$	(k+1)nk+1	$(k2+1)N$	2knk+1
تعداد سوئیچ	$5n24$	(k+1)nk	Nn	knk , nk
تعداد سرور	$n34$	nk+1	$(n+12)2k-12<N<(n+1)2k-1$	knk+1
حداکثر سرور پشتیبانی شده	27684	4096	168151	196608
قطر شبکه	6	k+1	2k+1-1	2k+1
پهنای برشی	$n38$	nk+12	$N4\log nN$	nk+12
تعداد لایه‌ها	3	k	k	k
اشتراک بیش از حد	1:1	1:1	1:1	1:1

با توجه به فرمول‌های بالا و با توجه به بررسی انجام شده بین اکثر معماری‌های نشان می‌دهد که ccube معماری‌ای است که توانایی به عنوان معماری مرجع برای طراحی یک دیتا سنتر کلود برای سرویس‌دهی‌هایی ارایه کنندگان CDN و شبکه‌های کلود محلی را دارد. (Han QI, 2014)

FAT TREE & SDN

طی بررسی‌های انجام شده با کنترل OFDP از مدل fat tree با استفاده از پروتوکل OPENFLOW استفاده شده درSDN نشان داده است که معماری FAT TREE قابلیت بهتری در تحمل خطا، مصرف منابع در بخش‌های مختلف در مقابل معماری‌های سنتی سه لایه‌ای دارد. و این برتری در زمینه مصرف انرژی نیز برتری خود را نشان می‌دهد. (Farzaneh Pakzad, 2016)

بحث و نتیجه‌گیری

با مقایسه معماری fat tree با دیگر معماری‌ها و مقایسه‌های انجام شده در معماری‌های لایه ۳ سنتی میتوان به این نتیجه رسید که با توجه به اینکه معماری‌های ccube , dcell درصد بالاتری را نسبت به باقی معماری‌های ارایه شده همراه با تحمل خطا در مقیاس‌پذیری دارند. و با توجه به روش آدرس‌دهی‌ای از مبدا که میتوان روی سوییچ‌های جدید قرار داد، به دسترس‌پذیری و مقیاس بهتری با استفاده از معماری مکعبی رسید و روی سوییچ‌های جدید مسیریابی و ارتباط بین سوییچ‌ها را با استفاده از مسیریابی‌های ccube استفاده کرد. و پیشنهاد می‌شود که با توجه به گسترش شبکه ابر و استفاده از مواردی مانند SDN ,OPNFV این مورد به صورت عملی انجام شود که سخت افزار ها و سوییچ‌های فیزیکی و مجازی طراحی شده و عمومی امروزی می‌توانند این مسیریابی را پشتیبانی کنند. یا نیاز به کامپایلری برای بهینه سازی در واقعیت این مورد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

C. Guo, G. L. (2009). BCube: a high performance, server-centric network architecture for modular data centers,. *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev. , vol. 39, no. 4*, 63-74.

C. Guo, H. W. (2008). Dcell: a scalable and fault-tolerant network structure for data centers. *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev. , vol. 38*, 75-86.

D. Lin, Y. L. (2012). *Hyper-BCube: A scalable data center networ*.

Farzaneh Pakzad, M. P. (2016). Efficient Topology Discovery in Software Defined Networks.

G. Lin and M. Devine, ". (2010). The Role of Networks in Cloud Computing," in Handbook of Cloud Computing. *springer*, 65-82.

Han QI, M. S. -y. (2014). Data-center-network-architecture-in-cloud-computing-a-taxonomy-and-review. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE C (Computers & Electronics)*. Retrieved from docplayer: http://docplayer. net/1590879-Data-center-network-architecture-in-cloud-computing-a-taxonomy-and-review. html#show_full_text

M. Al-Fares, A. L. (2008). A scalable, commodity data center network architectureP. *roc. ACM SIGCOMM 2008 Conf. Data Commun. - SIGCOMM*, 63.

M. F. Bari, R. B. (2013). Data Center Network Virtualization: A Survey,. *IEEE Commun. Surv. Tutorials, vol. 15*, 909-928.

Min Sang Yoon, a. A. (n. d.). Power Minimization in Fat-Tree SDN Datacenter.

P. Mell and T. Grance. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology.

www.SID.ir