دانشگاه پیام نور
دانشکده فنی‌مهندسی

پایان‌نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی کامپیوتر - گرایش نرم‌افزار
گروه علمی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

ارائه روشی برای جداسازی ترافیک شبکه با استفاده از پروتکل OpenFlow در مراکز داده مبتنی بر مدل رایانش ابری

استاد راهنما:
دکتر داود کریم‌زاده‌گان مقدم

استاد مشاور:
دکتر سام جبه‌داری

نگارش:
بهنام صابری

زمستان ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به :

مادر عزیز و گرامی‌ام که در تمام لحظات زندگی به من یاری رساند

و

تقدیم به پدرم که روحش همواره یاور من بوده است

تشکر و قدرداني:

تشکر و سپاس بیکران از اساتید فرزانه و حکیم جناب آقای دکتر داود کریم‌زادگان‌مقدم و جناب آقای دکتر سام جبه‌داری که اینجانب را در طول تحقیق و نگارش این اثر با راهنمایی‌های حکیمانه و مدبرانه خود رهنمون ساختند و کمک‌های بی‌بدیل ایشان راه را برای تهیه و تدوین و نهایی سازی این تحقیق هموار نمود.

چکیده

مراکز داده ابری را می‌توان به‌عنوان قلب تپنده رایانش ابری برشمرد. مکانی که تمامی سرویس‌های مورد نیاز کاربران را در خود تامین می‌کند. کاربران مختلف از سراسر دنیا درخواست خود را برای دریافت سرویس، ارائه می‌دهند. از همین رو ارائه سرویسی با کیفیت هم برای سرویس‌دهندگان و هم برای سرویس‌گیرندگان از اهمیت ویژه‌ایی برخودار است.

با مطرح شدن پروتکل OpenFlow به‌عنوان یک تحول عظیم در صنعت شبکه، ورود آنرا در محیط‌های رایانش ابری به امری محتمل تبدیل کرد. قابلیت‌هایی که این پروتکل ارائه می‌دهد، می‌تواند در تفکیک ترافیک داده بسیار کارآمد باشد.

در این تحقیق سعی شده است که روشی برای جداسازی ترافیک شبکه در مراکز داده ابری با استفاده از پروتکل OpenFlow ارائه شود. این روش مبتنی بر جدا سازی سرویس خواهد بود. در این روش ما سعی کردیم، در بستر مجازی و با استفاده از سوئیچ مجازی، تفکیک ترافیک داده را براساس نوع سرویس UDP و TCP انجام دهیم. نتایج حاصله در بستر مجازی و در بستر فیزیکی مورد آزمایش قرار گرفت که بهبود خوبی را به‌همراه داشت.

کلید واژه: مراکز داده ابری، IaaS، معماری شبکه، OpenFlow، جداسازی ترافیک داده، سرویس–محور

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... أ

فهرست جدول‌ها ..... د

فهرست شکل‌ها ..... و

فهرست نمودارها ..... ح

فهرست علایم و نشانه‌ها ..... ی

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مساله و سوال‌های اصلی تحقیق ۲

۱-۳- فرضیه‌ها ۵

۱-۴- سابقه و ضرورت انجام تحقیق ٦

۱-۵- کاربردهای متصور از تحقیق ۹

۱-۶- روش انجام تحقیق: ۹

۱-٦-۱- روش و ابزار گرد آوری اطلاعات : ۹

۱-٦-۲- روش تجزیه و تحلیل داده ها ۹

۱-۷- نوآوری ۱۰

۱-۸- هدف و روش تحقیق ۱۰

۱-۹- ساختار پایان‌نامه ۱۱

فصل ۲- ادبیات تحقیق ۱۲

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- رایانش ابری ۱۳

2-3- پروتکل OpenFlow ۱۷

۲-۴- شناخت سرویس‌ها و جریان ها در مراکز داده ابری ۲۲

فصل ۳- بررسی کارهای مرتبط ۲۵

۳-۱- مقدمه ۲۶

۳-۲- معماری ۳ لایه‌ای شبکه با محوریت کاربر ۲۶

۳-۳- معماری VL2 ..... ۳۴

۳-۴- معماری Netlord برای شبکه چند مستاجری در مراکز داده ابری ۴۰

۳-۵- نتیجه‌گیری ۴۳

فصل ۴- روشی برای جداسازی ترافیک شبکه با استفاده از پروتکل OpenFlow در مراکز داده ابری ۴۴

۴-۱- مقدمه ۴۵

۴-۲- مفروضات مساله ۴۵

۴-۳- روش پیشنهادی ۴۶

۴-۴- نتیجه‌گیری ۵۳

فصل ۵- ارزیابی و آزمایش روش پیشنهادی ۵۴

۵-۱- مقدمه ۵۵

۵-۲- ابزار آزمایش ۵۵

۵-۲-۱- ۲ عدد سرور ۵۶

۵-۲-۲- فوق ناظرKVM ۵۶

۵-۲-۳ سوئیچ مجازی OVS ۵۷

۵-۲-۴ کنترل‌کننده Floodlight ۵۷

۵-۲-۵- نرمافزار Iperf برای تولید جریان ۵۸

۵-۲-۶- نرمافزار NetPIPE وتولید جریان ۵۸

۵-۳- معرفی نرمافزار Jperf و Gnuplot ۵۹

۵-۴- سناریو پیاده‌سازی روش پیشنهادی ۵۹

۵-۴-۱- سناریو اول- ایجاد یک جریان بین دو ماشین مجازی ۵۹

۵-۴-۲- سناریو دوم- ایجاد دو ترافیک بین دو ماشین مجازی برروی بستر اشتراکی ۶۳

۵-٤-۳- سناریو سوم- دو گره، دو ترافیک داده و در بستر مجزا ۷۲
۵-٤-٤- سناریو چهارم- یک ترافیک داده در بستر فیزیکی ۷۹
۵-٤-۵- سناریو پنجم- دو ترافیک داده در بستر اشتراکی فیزیکی ۸٤
۵-٤-٦- سناریو ششم- دو ترافیک داده در بستر مجزای فیزیکی..... ۹۲
۵-۵- ارزیابی کارائی..... ۱۰۰
۵-۶- نتیجه‌گیری ۱۰۵
فصل ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۰٦
۶-۱- مقدمه ۱۰۷
۶-۲- یافته‌های تحقیق ۱۰۷
6-3- پیشنهادها..... ۱۰۷
مراجع ۱۰۹
واژه نامه انگلیسی به فارسی ۱۱۱

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: جدول جریان نسخه اولیه سوئیچ‌های انحصاری OpenFlow ۲۰

جدول ۲-۲: سرویس‌های درون مرکز داده [8] ۲۳

جدول ۴-۱: جدول جریان برای انتخاب مسیر براساس شماره پورت ۵۱

جدول ۵-۱مشخصات سرورهای فیزیکی ۵۶

جدول ۵-۲: مشخصات سرورهای مجازی استفاده شده ۵۶

جدول ۵-۳: میانگین نتایج حاصل از سناریو ۱ ..... ۶۳

جدول ۵-۴ نتایج سناریو ۲–قسمت اول ۶۶

جدول ۵-۵ نتایج سناریو ۲–قسمت دوم ۶۹

جدول ۵-۶ تعریف یک جریان UDP از Server-2 به Server-1 برروی سوئیچ br0– سناریو ۳–قسمت اول ۷۳

جدول ۵-۷ تعریف یک جریان TCP بین Server-1 و Server-2 برروی سوئیچ br1– سناریو ۳ قسمت اول ۷۴

جدول ۵-۸ نتایج سناریو سوم–قسمت اول ۷۶

جدول ۵-۹ تعریف جریان TCP بین Server-1 و Server-2 برروی سوئیچ br0– سناریو ۳ قسمت دوم ۷۷

جدول ۵-۱۰ تعریف یک جریان TCP بین Server-1 و Server-2 برروی سوئیچ br1– سناریو ۳ قسمت دوم ۷۷

جدول ۵-۱۱ میانگین نتایج حاصل از سناریو سوم–قسمت دوم ۷۹

جدول ۵-۱۲ تعریف جریان TCP بین Server-1 و Client-3 برروی سوئیچ br0– سناریو چهارم ۸۱

جدول ۵-۱۳ تعریف جریان TCP بین Server-1 و Client-3 برروی سوئیچ br2– سناریو چهارم ۸۱

جدول ۵-۱۴ میانگین نتایج حاصل از سناریو چهارم ۸۳

جدول ۵-۱۵ میانگین نتایج حاصل از برروی سرویس B سناریو پنجم–قسمت اول ۸۷

جدول ۵-۱۶ میانگین نتایج حاصل از سناریو پنجم- قسمت دوم ۹۱
جدول ۵-۱۷ میانگین نتایج حاصل از سناریو ششم- قسمت اول ۹۶
جدول ۵-۱۸ میانگین نتایج حاصل از سناریو ششم- قسمت دوم ۹۹
جدول ۵-۱۹ ارزیابی روش پیشنهادی (سناریو ۳ –قسمت اول) نسبت به روش اشتراکی ۱۰۱
جدول ۵-۲۰ ارزیابی روش پیشنهادی (سناریو ۳ –قسمت دوم) نسبت به روش اشتراکی ۱۰۲
جدول ۵-۲۱ ارزیابی روش پیشنهادی (سناریو ۶ –قسمت اول) نسبت به روش اشتراکی ۱۰۲
جدول ۵-۲۲ ارزیابی روش پیشنهادی (سناریو ۶ –قسمت دوم) نسبت به روش اشتراکی ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ اجزای اصلی مرکز داده ابری ۳

شکل ۱-۲ جدا سازی ترافیک براساس مدل کاربر–محور ٤

شکل ۲-۱: مولفه‌های شکل‌گیری پروتکل OpenFlow..... ۱۹

شکل ۲-۲: طیف گسترده از شبکه‌هایی که می‌توانند توسط OpenFlow پشتیبانی شوند[11] ۲۱

شکل ۳-۱ مدل معماری سه لایه‌ای..... ۲۷

شکل ۳-۲ جداسازی ترافیک در مدل سه لایه‌ای ۲۹

شکل ۳-۳: سوییچ مجازی و اختصاص VLAN در داخل یک سرور فوق ناظر ۳۰

شکل ۳-۴: جریان داده از کاربر به سرور، در معماری سه لایه‌ای موسوم به مدل کاربر–محور..... ۳۲

شکل ۳-۵: مدل همبندی سوئیچ‌های شبکه در معماری VL2..... ۳۷

شکل ۳-۶: نحوه ارسال بسته در شبکه‌های VL2..... ۳۹

شکل ۳-۷: محدوده مسیریاب‌های مجازی برای هر مستاجر[6]..... ٤۲

شکل ۴-۱: جداسازی ترافیک با محوریت سرویس ٤۷

شکل ۴-۲: تخصیص آدرس در مراکز داده ابری..... ۵۰

شکل ۴-۳: تقسیم بندی شبکه به نواحی مختلف بر حسب نوع سرویس..... ۵۲

شکل ۴-۴: تغییر آدرس MAC در عبور از مسیریاب..... ۵۳

شکل ۵-۱ ارتباط سرورها در سناریو ۱..... ٦۱

شکل ۵-۲ نحوه ارتباط سرورها در سناریو ۲– قسمت اول..... ٦٤

شکل ۵-۳ نحوه ارتباط سرورها در سناریو ۲–قسمت دوم..... ٦۷

شکل ۵-۴ جداسازی ترافیک با استفاده از دو سوئیچ مجازی در سناریو سوم–قسمت اول ۷۳

شکل ۵-۵ جداسازی ترافیک با استفاده از دو سوئیچ مجازی در سناریو سوم–قسمت دوم..... ۷٦

شکل ۵-۶ سناریو چهارم – آنالیز بستر فیزیکی با ارسال ترافیک TCP..... ۸۰

شکل ۵-۷ تداخل ترافیک UDP و TCP برروی بستر اشتراکی در سناریو پنجم– قسمت اول..... ۸۵

شکل ۵-۸ تداخل دو سرویس A و B برروی بستر اشتراکی در سناریو پنجم- قسمت دوم ۸۹
شکل ۵-۹ جداسازی سرویس A و سرویسB بطور کامل در سناریو ششم –قسمت اول ۹۳
شکل ۵-۱۱ ارائه ۲ سرویس برروی بستر جداسازی شده در سناریو ششم- قسمت دوم.....۹۷

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۵-۱ نسبت اندازه بلاک در برابر میزات گذردهی در سناریو ۱..... ٦١

نمودار ۵-۲ میزان تاخیر در سناریو ۱..... ٦٢

نمودار ۵-۳ اندازه بلاک در میزان گذردهی – سناریو اول و سناریو دوم –قسمت اول..... ٦٥

نمودار ۵-۴ میزان تاخیر در سناریو ۲–قسمت اول و مقایسه آن با سناریو ۱..... ٦٦

نمودار ۵-۵ اندازه بلاک در میزان گذردهی در سناریو اول و سناریو دوم –قسمت دوم..... ٦٨

نمودار ۵-۶ میزان تاخیر در سناریو ۲–قسمت دوم و مقایسه آن با سناریو ۱..... ٦٩

نمودار ۵-۷ اندازه بلاک در برابر گذردهی در سناریو ۱و۲..... ٧٠

نمودار ۵-۸ میزان تاخیر در سناریو ۱ و سناریو ۲..... ٧١

نمودار ۵-۹ اندازه بلاک در برابر گذردهی در سناریو ۲ قسمت اول و ۳ قسمت اول..... ٧٤

نمودار ۵-۱۰ اندازه بلوک در برابر زمان انتقال بلاک در ۲–قسمت اول و سناریو ۳ قسمت اول..... ٧٥

نمودار ۵-۱۱ اندازه بلاک در برابر گذردهی در سناریو ۲ قسمت دوم و ۳ قسمت دوم..... ٧٨

نمودار ۵-۱۲ اندازه بلوک در برابر زمان انتقال بلاک در سناریو ۲ قسمت دوم و ۳ قسمت دوم..... ٧٨

نمودار ۵-۱۳ اندازه بلاک نسبت به میزان گذردهی در سناریو چهارم..... ٨٢

نمودار ۵-۱۴ اندازه بلاک نسبت به مدت زمان انتقال در سناریو چهارم..... ٨٣

نمودار ۵-۱۵ اندازه بلاک نسبت به میزان گذردهی سناریو پنجم–قسمت اول و سناریو چهارم..... ٨٦

نمودار ۵-۱۶ اندازه بلاک نسبت به مدت زمان انتقال در سناریو پنجم– قسمت اول و سناریو چهارم.... ٨٦

نمودار ۵-۱۷ تغییرات در ترافیک ایجاد شده از سمت Server-2 به client-1..... ٨٧

نمودار ۵-۱۸ اندازه بلاک نسبت به میزان گذردهی سناریو پنجم–قسمت اول و سناریو چهارم..... ٩٠

نمودار ۵-۱۹ اندازه بلاک نسبت به مدت زمان انتقال در سناریو پنجم– قسمت اول و سناریو چهارم.... ٩٠

نمودار ۵-۲۰ تغییرات ایجاد شده برروی سرویس TCP ثانویه..... ٩١

نمودار ۵-۲۱ اندازه بلاک نسبت به میزان گذردهی سناریو ششم–قسمت اول و سناریو پنجم–قسمت اول..... ٩٤

نمودار ۵-۲۲ اندازه بلاک نسبت به مدت زمان انتقال در سناریو ششم- قسمت اول و سناریو پنجم- قسمت اول..... ۹۵
نمودار ۵-۲۳ تغییرات ترافیک ایجاد شده از سمت Server-2 به client-1 در سناریو ۶-قسمت اول..... ۹۵
نمودار ۵-۲۴ اندازه بلاک نسبت به میزان گذردهی سناریو ششم-قسمت دوم و سناریو پنجم-قسمت دوم..... ۹۷
نمودار ۵-۲۵ اندازه بلاک نسبت به مدت زمان انتقال در سناریو ششم- قسمت دوم و سناریو پنجم- قسمت دوم..... ۹۸
نمودار ۵-۲۶ تغییرات ترافیک ایجاد شده در سرویس Aدر سناریو ۶-قسمت دوم..... ۹۹
نمودار ۵-۲۷ مقایسه سناریو ۱، سناریو ۲-قسمت ۱ و سناریو ۳-قسمت ۱ (روش پیشنهادی)..... ۱۰۰
نمودار ۵-۲۸ مقایسه سناریو ۱، سناریو ۲-قسمت ۲ و سناریو ۳-قسمت ۲ (روش پیشنهادی)..... ۱۰۱
نمودار ۵-۲۹ مقایسه سناریو ۱، سناریو ۵-قسمت ۱ و سناریو ۶-قسمت ۱ (روش پیشنهادی)..... ۱۰۳
نمودار ۵-۳۰ مقایسه سناریو ۱، سناریو ۵-قسمت ۲ و سناریو ۶-قسمت ۲ (روش پیشنهادی)..... ۱۰٤

فهرست علایم و نشانه‌ها

عنوان		علامت اختصاری
آدرس خاص برنامه	Aplication-specific Address	AA
آدرس خاص مکان	Locator-specific Address	LA
عامل لایه ۲ مجازی	Virtual Layer 2 Agent	VA
لایه ۲ مجازی	Virtual Layer 2	VL2

فصل ۱-مقدمه

۱-۱- مقدمه

مراکز داده ابری[1] را می‌توان به‌عنوان قلب تپنده رایانش ابری[2] برشمرد. مکانی که تمامی سرویس‌های مورد نیاز کاربران را در خود تامین می‌کند. کاربران مختلف از سراسر دنیا درخواست خود را برای دریافت سرویس، ارائه می‌دهند. از همین رو ارائه سرویسی با کیفیت هم برای سرویس‌دهندگان و هم برای سرویس‌گیرندگان از اهمیت ویژه‌ایی برخودار است.

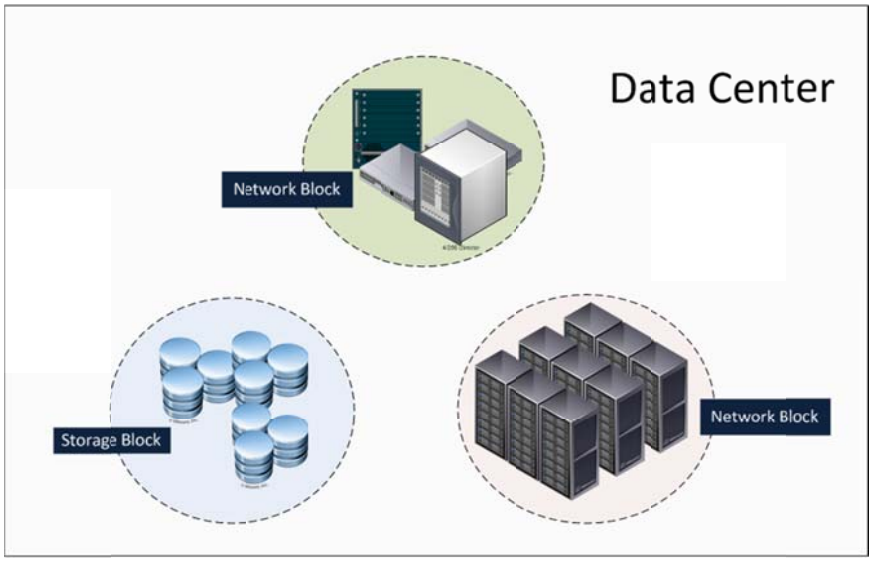
با مطرح شدن پروتکل OpenFlow به‌عنوان یک تحول عظیم در صنعت شبکه، ورود آنرا در محیط‌های رایانش ابری به امری محتمل تبدیل کرد. قابلیت‌هایی که این پروتکل ارائه می‌دهد، می‌تواند در تفیکیک ترافیک داده بسیار کارآمد باشد.

۱-۲- تعریف مساله و سوال‌های اصلی تحقیق

امروزه و پس از مطرح‌شدن سرویس EC2 شرکت آمازون (در سال ۲۰۰۷ میلادی)، مدل رایانش-ابری به یکی از مهم‌ترین موضوعات روز در دنیای فناوری اطلاعات تبدیل شده است. سرویس-های مختلفی که در این بستر ارائه می‌شود باعث کاهش هزینه‌ها و کاهش پیچیدگی می‌شوند. اما در اصل پیچیدگی در پیاده‌سازی و نگهداری از سمت مصرف‌کننده به سمت تامین‌کننده خدمات رفته و باعث ایجاد چالش‌های زیادی برای مدیران IT شده است.

مراکز داده ابری بعنوان مرکز ارائه‌دهنده کلیه سرویس‌های ابری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. مراکز داده ابری همچون مراکز داده سازمانی از ۳ جز اصلی یعنی منابع پردازشی، منابع ذخیره‌سازی و منابع ارتباطی تشکیل شده است.(شکل ۱-۱)

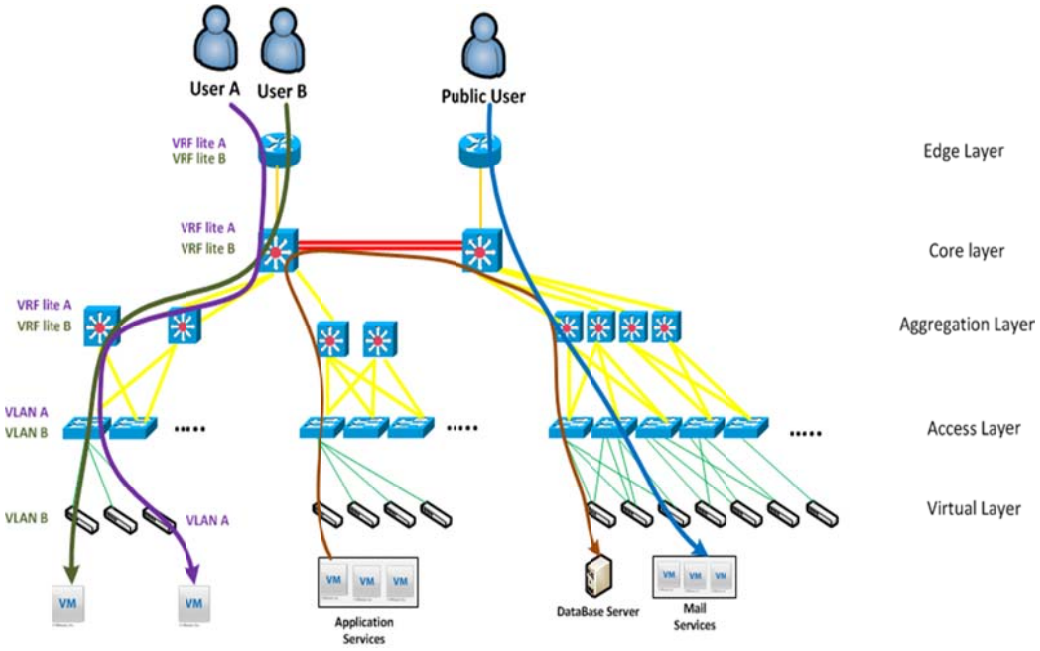
[1] Cloud Data Center
[2] Cloud Computing



شکل ۱-۱ اجزای اصلی مرکز داده ابری

مراکز داده ابری برای ایجاد امنیت در ارتباطات خود در اولین گام، از جدا سازی بستر اشتراکی استفاده می‌کنند. در بخش منابع پردازشی، مجازی سازی سرور اولین راهکار و در بخش منابع ذخیره سازی استفاده از قابلیت های LUN و VSAN وجود دارد. در بخش شبکه مراکز داده مبتنی بر مدل ابری برای جداسازی ترافیک از مدل کاربر–محور استفاده می‌کند و مجبور به پیاده سازی پروتکل‌های پیچیده‌ایی هستند که محدودیت‌هایی را نیز بهمراه دارند. استفاده از VLAN[۱] در لایه ۲ و ایجاد ACL[۲] در لایه ۳ مهمترین ابزاری است که برای جداسازی ترافیک کاربران مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاهی استفاده از VRF lite[۳] در لایه ۳ برای کاربران خاص ، مدیران شبکه را با چالش مواجه می‌کند[1].(شکل ۱-۲)

[1] Virtual Local Area Network
[2] Access Control List
[3] Virtual Routing and Forwarding



شکل ۱-۲ جدا سازی ترافیک براساس مدل کاربر-محور

در سال ۲۰۰۸ دانشگاه استنفورد پروتکلی را طراحی کرد که در ابتدا با نام اتان[1] و پس از تکمیل، با نام OpenFlow معرفی شد[11]. پروتکل فوق را می‌توان در زمره نرم افزار تعریف شبکه[2] دسته بندی کرد که در ابتدا برای شبکه های محلی مورد استفاده قرار گرفت. این پروتکل به‌دلیل قابلیت‌های زیادی که ایجاد می‌کرد، در مباحث مرتبط با Future Internet مورد بحث قرار گرفت. از سال ۲۰۱۰ به بعد، صحبت در مورد استفاده از این پروتکل در مراکز داده ابری مطرح شد. در مقالات مختلف در مورد استفاده از این پروتکل به‌عنوان فایروال، جدا کننده بستر فیزیکی و غیره صحبت شده است.

یکی از مباحثی که همواره در شبکه مطرح می‌شود دسته‌بندی ترافیک است. برای دسته‌بندی ترافیک داده در مراکز داده از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. نوعی از دسته‌بندی ترافیک، براساس نوع سرویس عبوری است. بستر شبکه هنگامی که بصورت اشتراکی مورد استفاده قرار

[1] Ethane
[2] Software Defined Network

می‌گیرد، دچار مخاطراتی می‌شود، و گاهی تداخل ترافیک سرویس‌ها، تاثیرات منفی را برروی یکدیگر می‌گذارند. گاهی ترافیکی مانند ویدئو که ماهیت UDP دارد، با هر تاخیر در ارسال و یا دریافت بسته، افت کیفیت پیدا می‌کند، یا برخی مواقع مانند انتقال فایل‌های پایگاه داده ممکن است باعث از دست رفتن بسته شود. اعمال QoS بر بستر شبکه‌های مراکز داده، برای بهبود سرویس دهی همواره نمی‌تواند بطور کامل جوابگوی مشکلات موجود باشد. با اعمال QoS، می‌توان اولویت عبور ترافیک خاصی را افزایش داد و در نتیجه کیفیت سرویس‌دهی به برخی از سرویس‌ها بهتر شده و ممکن است سرویسی دیگر دچار تاخیر شود. به همین خاطر دست یافتن به یک پیکربندی مناسب(بهینه) از پیچیدگی زیادی برخوردار خواهد بود.

همانطور که بیان شد، ماهیت اصلی پروتکل Openflow ، ایجاد Slicing در شبکه است، پس آیا می‌توان از این پروتکل در مباحث مرتبط با جداسازی ترافیک استفاده کرد؟

در ادامه این تحقیق، سوالات زیر مطرح می‌شود:

- چرا نیاز به تفکیک ترافیک شبکه در مراکز داده ابری احساس می‌شود؟
- امروزه جدا سازی ترافیک شبکه در مراکز داده ابری بر چه اساسی انجام می‌شود؟
- امروزه معماری شبکه در مراکز داده ابری در حال حاضر بر چه اساس است؟
- چرا از پروتکل OpenFlow برای جدا سازی ترافیک استفاده خواهیم کرد؟
- جداسازی ترافیک براساس نوع سرویس، چه تاثیری برروی جریان‌های ترافیکی در شبکه مراکز داده خواهد داشت؟

۱-۳- فرضیه‌ها

- فرض می‌شود که هر جریان ترافیک ورودی با شماره پورت تعریف شده مخصوص سرویس مربوط به خود، وارد مرکز داده می‌شود. به عبارت دیگر، گاهی ممکن است که جریانی وارد مرکز داده شود که از شماره پورت‌های معتبر استفاده کند، اما سرویسی بجز سرویس معتبر تعریف شده را درخواست کند؛ این نوع جریان در این تحقیق مدنظر نبوده است.