

معماری SDN برای شبکه های رادیو شناختی

چکیده

بنا به حجم ترافیک خدمات متنوع و کمبود طیف، مفهوم ابر شبکه و رادیو شناختی می تواند ویژگی های جدیدی در نسل بعدی تلفن های همراه و شبکه های دسترسی بی سیم ایجاد کند. به عنوان مثال، برای استقرار femtocells LTE و شبکه های Wi-Fi در فضاهای سفید تلویزیون راه های جدیدی برای تخلیه ترافیک فراهم می کند که قادر به اشتراک گذاری طیف به عنوان یک شبکه ی رادیویی شناختی است. در این مقاله، ما یک نمونه ی اولیه از شبکه با تعریف معماری نرم افزار و پروتکل OpenFlow برای به اشتراک گذاری ناهمگن طیف شبکه در فضای سفید تلویزیون ارائه می کنیم. سپس، معماری کنترلر برای رادیو شناختی و زیرساخت معماری OpenFlow را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم. ما یک نمونه ی اولیه از نرم افزار با تعریف شبکه های رادیو شناختی با کنترلر SDN و شبیه ساز شبکه / LTE Wi-Fi پیاده سازی می کنیم. برخی از توابع کنترل ضروری از رادیو شناختی اجرا می شوند و حالات بالقوه جدید بر اساس شبکه های رادیو شناختی داده می شود.

کلمات کلیدی: شبکه های رادیو شناختی؛ نرم افزار با تعریف شبکه؛ OpenFlow؛

1. مقدمه

بنا به روند طراحی شبکه ی نشات گرفته از شبکه محور به مشتری محور، مفاهیم شبکه با تعریف نرم افزار (SDN) و عملکرد مجازی سازی شبکه (NFV) تکنیک هایی برای نسل بعدی اینترنت مانند ارتباطات تلفن همراه G5 هستند. شبکه ی سرویس گرا دسترسی مردم به اطلاعات درست مثل برق، آب و گاز در زندگی روزمره را پیش بینی می کند،

بنابراین ما استدلال می‌کنیم که استفاده از طیف رادیویی یک سرویس است. متأسفانه، در حال حاضر دسترسی به فضای شبکه‌های رادیویی (RAN) کاملاً ناهمگن است و آنها مانند LTE، Wi-Fi و WCDMA از یکدیگر جدا هستند. با این دیدگاه از رادیو شناختی، پارادایم استفاده از طیف جدید به منظور دسترسی کاربر تلفن همراه به هر طیف ناهمگون قابل دسترس در اطراف آن لازم است. علاوه بر این، کیفیت تجربه کاربری (QoE) را می‌توان تضمین کرد. از این رو، ما معتقدیم که معماری SDN/NFV حالت بالقوه‌ای برای فعال کردن استفاده از طیف با تکنیک‌های رادیویی شناختی در نسل بعدی اینترنت تلفن همراه و یا G5 دارد.

حجم ترافیک برای آینده‌ی اینترنت تلفن همراه در قالب دستورات در سال آینده افزایش خواهد یافت و منجر به آستانه‌ی داده‌های بزرگ در آینده خواهد شد. انتقال فیزیکی و کارایی طیفی برای ترویج بیشتر دشوار است، به این دلیل است که بهره‌وری طیف LTE به بیست درصد رسیده است، که به مقدار شانون بسیار نزدیک است [1]. به عنوان یک نتیجه، رادیو شناختی یک راه مهم برای فروش ترافیک برای شبکه‌های با سلول کلان به شبکه‌های Wi-Fi در G5 است. تراکم سلول کوچک با femtos LTE و Wi-Fi بدون برنامه‌ریزی سلول ممکن است برای ارائه‌ی طیف اشغال بیشتر برای هر کاربر با کاهش تعداد کاربران در هر سلول به نظر برسد. با این حال، این مسئله منجر به یک مدیریت جامع شبکه، تحت معماری مشخص شبکه می‌شود. بنابراین، مفهوم جدیدی از SDN/NFV راه امیدوارکننده‌ای برای دخالت مدیریت و به اشتراک‌گذاری فعال طیف فراهم می‌کند.

بر اساس این دو دیدگاه، برای معماری نرم‌افزاری با تعریف شبکه‌های بی‌سیم (SDWN) برای RAN های ناهمگن و پهنای باند و برای ساده‌سازی مدیریت شبکه با یک پارادایم از طیف‌گرایی به G5 یک تعریف اختصاص دادیم. به عنوان مثال، همزیستی Wi-Fi و LTE femtocells در فضای سفید تلویزیون بررسی شده است [2] [3]. موضوع اصلی مقاله می‌تواند به دو صورت خلاصه شود. یکی معماری ابر چند لایه پیشنهادی برای SDWN است. نمونه‌ی اولیه برای سناریوهای رادیو شناختی تعریف شده با معماری SDN برای رادیو شناختی اجرا شده است. دیگری نمایش طیف توسعه یافته و مدیر طیف تحت معماری SDWN ارائه شده است. طیف جدید سناریوهای دسترسی/تحويل در شبکه‌های رادیویی شناختی بر اساس SDWN پشتیبانی می‌شوند.

ساختار مقاله به صورت زیر بیان می‌شود: در بخش دوم، به مرور پیش زمینه‌ای از SDWN و مفهوم توسعه یافته‌ی اخیر در G5 بر اساس رادیو شناختی می‌پردازیم. سپس، معماری چند لایه SDWN برای RAN های ناهمگن را در بخش سوم تعریف می‌کنیم، که قادر به اشتراک‌گذاری طیف در فضای سفید تلویزیون و جداسازی داده‌ها/نقشه‌های کنترل با رابط OpenFlow در زیرساخت‌ها است. بخش چهارم طراحی نمونه اولیه و اجرا با ویژگی‌های جدید برای SDWN فعال با اشتراک‌گذاری طیف را معرفی می‌کند. در پایان، نتیجه‌گیری مقاله در بخش پنج ارائه می‌شود.

2. پیش‌زمینه‌ی رادیو شناختی و SDWN

این مقاله به منظور توسعه‌ی رادیو شناختی با استفاده‌ی عملی در معماری نرم‌افزار با تعریف شبکه مصمم است، چون بحث ما، استفاده از طیف به‌عنوان یک سرویس در شبکه‌های تلفن همراه G5 است و سیاست اشتراک‌گذاری طیف و برنامه‌ریزی مجدد نرم‌افزار به‌عنوان یک کنترلر SDWN می‌تواند تعریف شود. اندازه‌گیری گسترده در مناطق شهری در جهان نشان داده است که کارایی طیفی در محدوده‌ی 300MHz به 3GHz با تنوع بالای فضا-زمانی ضعیف است [4]. تحقیقات قبلی در رادیو شناختی تمرکز بر بهبود منابع استفاده از طیف رادیویی به‌طور عمده در مدل‌های کاربر اولیه-ثانویه در باند تلویزیون UHF دارد. به‌عنوان مثال، سناریوی LTE femtocell و Wi-Fi مستقر در فضای سفید تلویزیون اجازه می‌دهد تا اپراتورهای تلفن همراه، میزان و ظرفیت شبکه را بهبود دهند و با این‌حال CAPEX و OPEX را کاهش دهند.

بنابراین در ارتباطات بی‌سیم G5، برای مشاهده‌ی چالش مورد ظرفیت بزرگ، اتصال عظیم، قابلیت اطمینان بالا و زمان تاخیر کم، انتظار می‌رود رادیو شناختی نقش مهمی در دو جنبه بازی کند. ابتدا، طیف برای G5 را به 60GHz محدودی موج میلیمتری تمدید خواهد کرد، استفاده از رادیو شناختی را می‌توان به‌منظور بهبود استفاده از طیف در نوع جدیدی از به اشتراک‌گذاری مدل طیف، مانند طیف پویا توسعه داد [5]. ثانیاً، G5 استفاده‌ی مجدد فضایی تهاجمی از طیف را به‌عنوان یک توانمندساز با روش‌های جدید مانند MIMO و فوق‌العاده مترکم را در بر خواهد گرفت. در این زمینه، رادیو شناخت را می‌توان برای کنترل مسائل دخالت از فضا، فرکانس و دامنه‌ی زمان با شیوه‌ای بسیار هوشمندانه

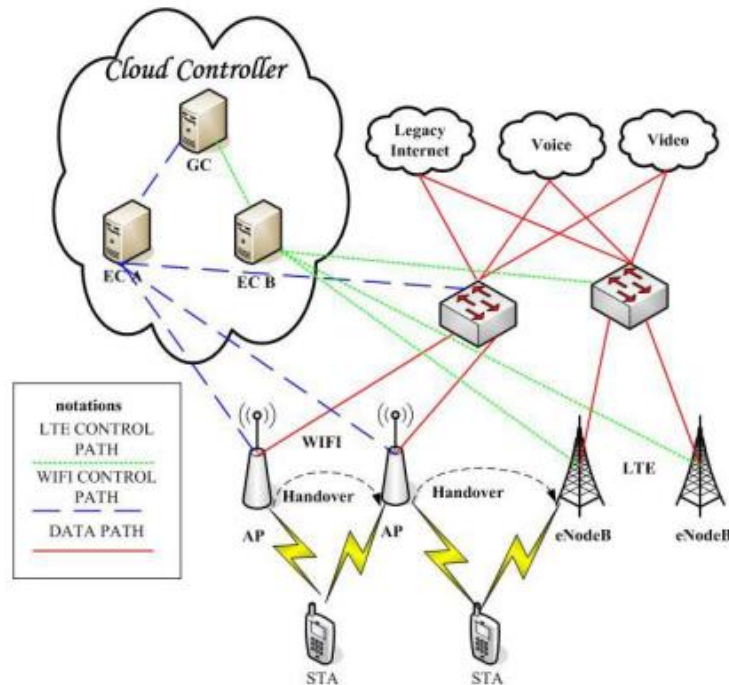
مورد استفاده قرار داد. از سوی دیگر، معماری SDWN مبتنی بر کنترل هماهنگی فرصتهایی برای مدیریت شبکه‌های بی‌سیم ناهمگن در طیف را فراهم می‌کند، که یک سرویس جدید در کنترل را تعریف می‌کند و به‌عنوان یک جزء اساسی از سیستم‌عامل شبکه، به‌عنوان مثال، نورافکن اجرا می‌کند. در این مقاله، یک معماری لایه‌بندی SDWN برای سناریو همزیستی در یک شبکه ناهمگن از LTE femtocell و شبکه Wi-Fi در فضای سفید تلویزیون با OpenFlow طراحی می‌کنیم. OpenFlow یک پروتکل است که، در دانشگاه استنفورد، برای فعال کردن سوئیچ‌ها در شبکه سیمی هوشمند و برنامه‌ریزی از طریق یک رابط استاندارد آغاز شده است. پروتکل OpenFlow توسط ONF برای کاهش هزینه عملیات استاندارد استاندارد شده است در حالی که مدیریت شبکه و نوآوری سرعت شبکه به‌سادگی انجام می‌گیرد [6]. علاوه بر این، OpenFlow از شبکه سیمی به زیرساخت‌های بی‌سیم به عنوان OpenRoad تمديد شده است. OpenRoad برای حل مشکل تحرک با توپولوژی 5 سوئیچ، 30 Wi-Fi و یک وایمکس اختصاص داده شده است [7] [8]. کنترلر SDN از مشکل تحویل بدون درز بین Wi-Fi و وایمکس با موفقیت رد شده است. تا حال حاضر، OpenFlow در شبکه‌های مش بی‌سیم [9]، شبکه‌های حسگر [10] و شبکه‌های تلفن همراه استفاده شده است [11]. flowvisor یک تکنیک اولیه NFV برای SDWN است [12].

3. مسائل مربوط به معماری در شبکه‌های رادیو شناختی براساس SDN

A) معماری SDN برای شبکه‌های رادیو شناختی

با نگاه به رادیو شناختی برای نسل بعدی ارتباطات تلفن همراه، فرض می‌کنیم که هر eNodeB یا STA می‌تواند در بخشی از باند و رادیو در یک طیف وسیعی با نرم‌افزار تکنیک‌های رادیویی مجدداً پیکربندی شود، که پشتیبانی ضروری برای اجرای رادیو شناختی در این مقاله است. ما در تلاش برای تجزیه و تحلیل نیازمندی‌های طراحی با چشم‌انداز و مفروضات هستیم. طرح کنترل جدید و پیشنهاد شده انتظار می‌رود که برای مدیریت تداخل و کنترل در همزیستی شبکه‌های بی‌سیم ناهمگن پاسخگو باشد. مکانیسم ارزیابی تداخل و تشخیص رویداد باید با عملکرد نظارت شبکه ارائه

شده باشد. هنگامی که کنترلر تشخیص اتفاق می‌افتد، کنترلر برای ارسال تحویل طیف به مشتریان دستور خواهد داد. این نوع روش برای تحرک طیف باید برای مشتریان آشکار شود و QoE باید در آن در نظر گرفته شود.



شکل 1: معماری شبکه رادیو شناختی براساس SDN

به‌منظور کاهش زمان پاسخ‌دهی و کاهش بار ترافیک به یک کنترلر SDWN، یک معماری لایه‌ای ابر برای استقرار کنترلر با دو نوع از کنترلر پیشنهاد می‌کنیم: کنترلر محلی (LC) و کنترلر جهانی (GC). LC یک اتفاق را در یک دامنه RAN پردازش می‌کند و GC با حوادث بین دامنه و اطراف S سروکار دارد. همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، LC1، RAN1 را مدیریت می‌کند، به‌عنوان مثال LTE femtocell و LC2، RAN2 را کنترل می‌کند، به‌عنوان مثال شبکه Wi-Fi. مدل GC با حوادث رادیو شناختی از شبکه‌های ناهمگن، به‌عنوان مثال، LTE و Wi-Fi سروکار دارد، که یک ورود از دسترسی اینترنت است. به‌عنوان مثال، LC2، یک کنترلر شبکه Wi-Fi است که می‌تواند طیف با فرکانس 2.4 GHz، 5.8 GHz و UHF فضای سفید تلویزیون را اسکن کند و سپس تصمیم به انتقال از فرکانس 2.4 GHz، یک گروه متراکم، به باند UHF فضای سفید تلویزیون براساس ترافیک شبکه و با نظارت بار کند. اگر هیچ طیف خالی نیافت، LC2 این درخواست را به GC ارسال می‌کند، GC می‌داند که یک HeNB LTE در دسترس برای

معاشرت با STA وجود دارد. به این ترتیب، STA می‌تواند به هر باند طیف دسترسی پیدا کند و در میان هر نوع RAN در اطراف آن بدون هیچ دانش قبلی رومینگ کند.

مدیریت منابع رادیویی شناختی یک عملکرد اساسی در GC و LC است، همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است. تفاوت موجود تنها در رویداد پردازش وجود دارد. پردازش رویداد در کنترلر SDWN نقش مهمی ایفا می‌کند. ابتدا، LC می‌تواند آمار تمام AP ها در یک شبکه‌ی پایگاه‌داده را جمع‌آوری کند. این مورد به عنوان نظارت شناخته شده است، که در بخش بعدی ارائه خواهد شد. ثانیاً، LC تجزیه و اعزام خواهد کرد و حوادث آینده را از نظارت سرور و مشتریان تلفن همراه رسیدگی خواهد کرد. با توجه به نوع رویداد، LC آن را بر روی خط پردازش تراکنش (OLTP)، بر روی بلوک خط پردازش تحلیلی (OLAP) ارائه خواهد کرد، و یا آن را به GC تغییر مسیر خواهد داد. این مولفه از OLTP و همچنین دسته OLAP با رویدادهای الگوریتم‌های از پیش تعریف شده و شناخته شده به عنوان یک پلت‌فرم در نمونه‌ی اولیه سروکار دارند. به طور معمول، OLTP محدودیت زمان و حوادث سطح پایین با اندازه‌گیری زمان واقعی، به عنوان مثال دسترسی طیف را به کار می‌گیرند. OLAP رویدادهای سطح بالا را با توجه به تغییرات در شبکه، به عنوان مثال، تعادل بار در تحویل طیف به کار می‌گیرند. ثالثاً، LC همیشه برخی از تصمیم‌ها مربوط به موضوع خاصی را در شبکه با کمک تجزیه و تحلیل آمار تهیه می‌کند. به عنوان مثال، LC یک دستور کنترل به AP برای به‌روزرسانی استفاده از طیف می‌فرستد. ماژول مدیریت منابع رادیویی شناختی و کنترل رویداد برای رادیو شناختی می‌تواند با نرم‌افزار و برنامه‌ریزی تعریف شود.

به علاوه، وقتی SDWN با تکنیک NFV در طیف رادیویی ملاقات می‌کند، ما معتقدیم که NFV یک سهم مهمی در رادیو شناختی در فضای سفید تلویزیون و G5 براساس رادیو شناختی خواهد داشت. NFV شاید عامل منطقی را از مجوز فیزیکی و یا به اشتراک‌گذاری طیف جدا کند. برخی از پارادایم‌های استفاده از طیف جدید مانند طیف برش و تجارت فعال خواهد شد. هر تکه از طیف می‌تواند در فضای نام تعریف شده خود با توجه به برخی از برچسب‌های ویژگی مشترک، سیاست و غیره تعریف شود. طیف در یک ابر مجازی از RANS که اجازه دسترسی طیف پویا در تقاضا برای مشتریان را می‌دهد، درست مثل نوشیدن آب روزانه ما و شلیک گاز تقسیم شده است. مشتری‌های تلفن همراه

می‌تواند به اینترنت و اطلاعات اطراف آن بدون مراقبت از منابع طیف دسترسی داشته باشند، هر نوع شبکه و هر اپراتوری می‌تواند باشد. مدیریت شبکه به صاحب فیزیکی شبکه واگذار خواهد شد.

(B) مدیریت شبکه با نظارت برای رادیو شناختی

نظارت بر وضعیت شبکه یک جزء اساسی و منبع شبکه‌های اطلاعاتی برای شبکه‌های رادیویی شناختی است. مانیتورینگ شبکه شامل دو پروتکل جمع‌آوری و آمار شبکه است. در اینجا، نظارت را در کنترلر تعریف شده تعریف می‌کنیم، به‌عنوان مثال، در داخل دامنه CL و داخل حوزه GC، با رویداد نوع کنترلر، به‌عنوان مثال OLTP و OLAP. ما آمار بالقوه و تجزیه و تحلیل را در جدول 1 خلاصه کرده‌ایم.

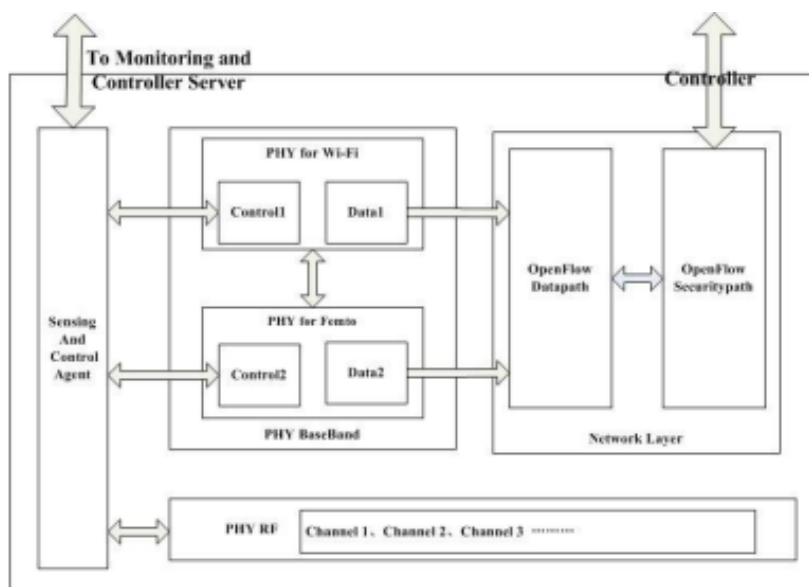
Event-Handler	Scenarios	Statistics collection for cognitive radio
OLTP	spectrum access	RSSI, Policy/Interest
	Proactive spectrum handover	Policy/Interest, RSSI
OLAP	Reactive spectrum handover	Traffic load/Power saving/ Channel quality report/ Channel utilization rate
	QoS aware traffic-offloading	End-to-end latency /Packet error rate

جدول 1: تعریف آمار در OLTP/OLAP

معماری SDN عملکرد سنجش عمومی در رادیو شناختی برای نظارت بر هوش شبکه را افزایش می‌دهد. کنترلر منابع طیف را به شیوه‌ی کاربر محور، از جمله نرخ استفاده از طیف، تعدادی از مشتریان در ارتباط، بار ترافیک هر AP را می‌تواند مدیریت و هماهنگ کند، SINR و RSSI هر مشتری تمام آمارهای بالقوه در اجزای نظارت را دارد. از سوی دیگر، طراحی پروتکل مجموعه پتانسیل نیز از مسائل مهم در نظارت بر شبکه است. پروتکل SNMP یک طراحی اولیه از نمونه اولیه به‌دلیل سادگی و محبوبیت آن در میان محصولات صنعتی است. Snmp_agent در هر AP آمار اندازه‌گیری شده از محیط رادیویی و ویژگی‌های سیگنال‌های رادیویی براساس مشخصات رابط هوا، 3GPP یا IEEE 802 را جمع‌آوری می‌کند. Snmp_manager آمار اندازه‌گیری شده از AP های OpenFlow را از طریق

SNMP جمع‌آوری می‌کند. پلت‌فرم الگوریتم، اطلاعات را از پایگاه‌داده با یک دوره تنظیم از طریق جیسون، XML و غیره پرس‌وجو می‌کند.

(C) طرح جداسازی داده/کنترل برای رادیو شناختی



شکل 2: معماری جداسازی داده‌ها/کنترل از OF-AP

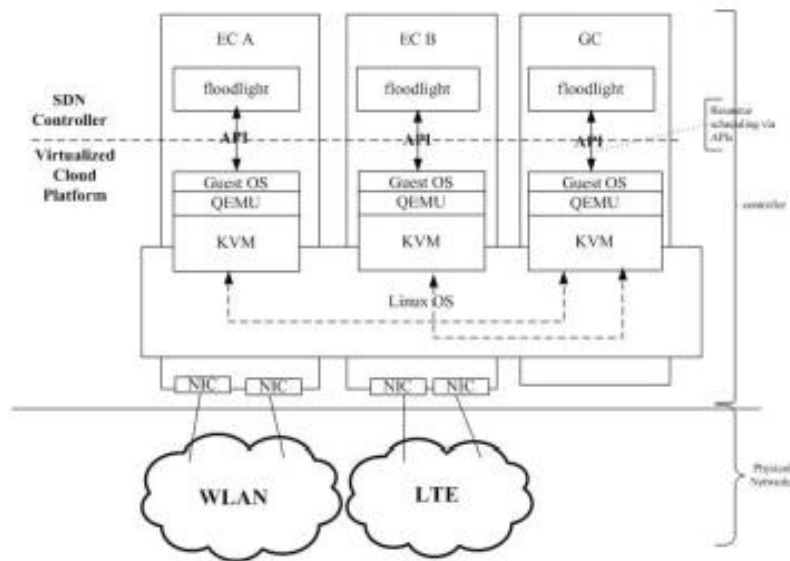
مدیریت تحرک و مدیریت منابع رادیویی، دو تا از مهم‌ترین نهادهای عملکرد در تعریف معماری GPP3 هستند. جداسازی طرح کنترل از طرح داده در زیرساخت‌های اصلی به کنترلر SDWN مهاجرت خواهد کرد، به طوری که HeNB و Wi-Fi AP زیرساخت خالصی با انتقال لایه فیزیکی هستند. همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است، مسیر داده به رنگ خاکستری کشیده شده است، در حالی که مسیر کنترل سفید است. ما فرض می‌کنیم انتقال لایه فیزیکی برای LTE/Wi-Fi یک پیکربندی مجدد با نرم‌افزار تعریف شده با تکنیک‌های رادیویی است.

طرح داده، تابع حمل بسته از طریق مسیر داده OpenFlow را کامل می‌کند. پروتکل OpenFlow مدیریت حمل و نقل انعطاف‌پذیر مبتنی بر جریان برای اجازه دادن به اپراتورها برای توزیع طرح‌های داده خود بر روی سوئیچ‌های ارزان‌تر و رسیدگی به کنترل ترافیک بیش از طیف، به عنوان مثال، فضای سفید تلویزیون فراهم می‌کند. با این حال، انتزاع دستور عملیات داده‌ها برای رادیو شناختی هنوز برای گسترش پروتکل OpenFlow باز است. زیرساخت‌های شبکه

شامل سوئیچ‌های OpenFlow و AP ها بی‌سیم است. هر نقطه دسترسی را می‌توان با دو نوع رابط رادیویی، به‌عنوان مثال، LTE و Wi-Fi پیکربندی کرد. کارت اترنت سیمی باید دو رابط منطقی، به‌عنوان مثال SSL برای گزارش رویداد و SNMP برای نظارت را پشتیبانی کند. عامل سنجش برای جمع‌آوری اطلاعات MIB به‌عنوان مثال SNMP استفاده می‌شود. از هر لایه‌ی پروتکل، به‌عنوان مثال، عامل SNMP، تعریف شده در نمونه اولیه، کانال‌های خالی در ماژول‌های فیزیکی و رادیویی و نرخ استفاده از کانال در ثبات پردازنده را فراهم می‌کند. یک عامل کنترل، که به‌عنوان یک CtrlActor در نمونه اولیه تعریف شده است، برای تصمیم‌گیری در مدیریت شبکه استفاده شده است. کنترل سیگنال از انتقال داده‌ها برای فعال کردن MAC Cloud از طریق لینک امنیتی (SSL) برای کنترلر جدا خواهد شد. این معماری یک طیف برش شفاف فراهم می‌کند و اجازه می‌دهد تا هر تکه رادیویی جدا شده‌ی خود و پیکربندی پایه را از آن خود کند. پروتکل لایه بالاتر یک انتزاع از یک رادیو باریک است. برای مثال، پروتکل جلسه می‌تواند ثبت‌نام پویای PU/SU و طرح مدیریت عضو برای یک مشتری شبکه را فراهم کند.

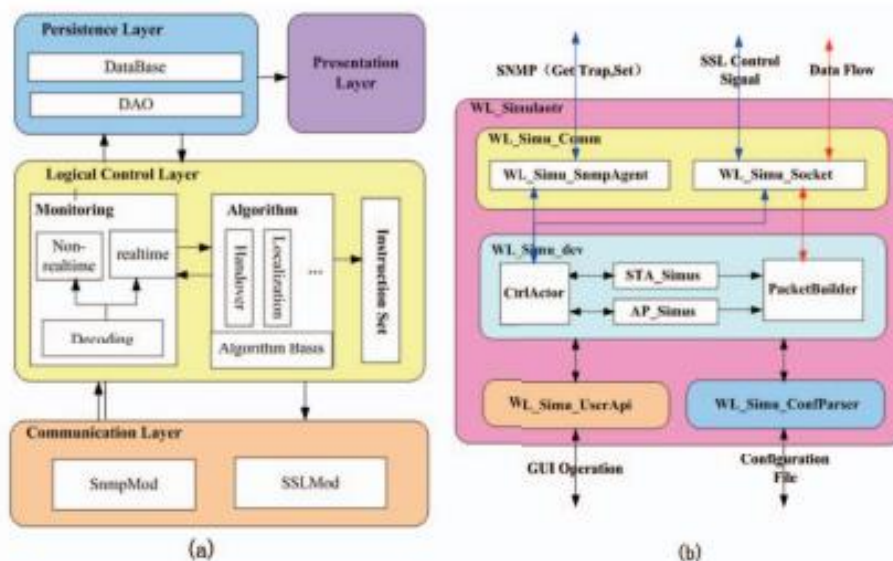
4. نمونه‌ی SDN برای رادیو شناختی

نمونه اولیه فعلی از یک کنترلر ابر، سوئیچ باز جریان و یک شبیه‌ساز شبکه تشکیل شده است. یک GC و دو EC تعریف شده است و به‌عنوان یک کنترلر ابر در این نمونه با تکنیک‌های مجازی‌سازی تعریف شده است، همان‌گونه که در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3: معماری مجازی یک کنترلر ابر

معماری نرم‌افزار برای کنترلر و OpenFlow، شبیه‌ساز شبکه را همانطور که در شکل 4 (الف) و (ب) نشان داده شده است، فعال می‌کند. دو سناریو از رادیو شناختی پشتیبانی می‌شود: دسترسی طیف بر اساس تقاضا و تحویل طیف فعال. دسترسی طیف یک رویداد در زمان واقعی است و تحویل طیف فعال برای حفظ تعادل بار یک رویداد در زمان غیر واقعی است.



شکل 4: کنترلر و معماری شبیه‌ساز برای رادیو شناختی

(A) اجرای مجازی سازی کنترلر ابر

در پلت فرم مجازی کنترلر ابر، KVM و QEMU برای اجرای پلت فرم ابر مجازی استفاده می شود. پروژه KVM گسستگی QEMU را به عنوان QEMU-KVM حفظ می کند. در حال حاضر هنوز هم بهترین عملکرد و ویژگی های اضافی برای استفاده از KVM با QEMU در 86x فراهم می کند [14]. در نمونه اولیه، دو EC با GC از طریق "پل" مجازی ارتباط برقرار می کند. کنترلر ابر دو southinterfaces برای شبکه فیزیکی فراهم می کند، به عنوان مثال، LTE، WLAN، NICها. با محدودیت های OpenFlow زیرساختها فعال می شود، ما یک نرم افزار شبیه ساز شبکه بر روی یک کامپیوتر برای تقلید رفتارها در سناریوهای شبکه های رادیویی شناختی با یک رابط OpenFlow و یک رابط SNMP پیاده سازی می کنیم.

(B) معماری کنترلر برای رادیو شناختی

لایه ی ارتباطی مسئول تبادل پیام با زیرساخت های حمل و نقل به عنوان یک رابط از کنترل کننده است. در این سیستم، لایه های ارتباطی توابع SNMP_Mgr و SSLServ را فراهم می کند. برای توابع Set، Get و Trap از SNMP. S فراهم می کند. SLL_Serv یک کانال SSL برای تعامل با شبیه ساز شبکه به عنوان یک سرور SSL کامل می کند. پیام کنترل در OpenFlow محصور قاب می شود. لایه کنترل منطق مسئول توابع کنترل منطق بی سیم مرتبط است. بر اساس پیکربندی خاص تعریف شده توسط الگوریتم، ماژول نظارت آمار و دارایی دستگاه های بی سیم در فواصل معین را جمع آوری می کند و اطلاعات لایه های ارتباطی را به پایگاه داده می فرستد. ماژول الگوریتم پیام های زمان واقعی را برای نظارت بر ماژول ها می کشد، به عنوان مثال، تحویل فعال و تصمیم گیری باعث می شود تا، اطلاع مجموعه دستورالعمل ماژول، عمل خاصی را انجام دهد. مطابق با الزامات، ماژول الگوریتم اطلاعات مربوط به پایگاه داده را درخواست می کند و با تحویل الگوریتم محاسبه می کند. بنا به نتیجه محاسبه، فرمانی برای تنظیم ماژول دستورالعمل برای کنترل شبکه از طریق رابط های برنامه کاربردی مناسب صادر می کند. لایه تداوم اطلاعات عملیات را کامل می کند،

که همچنان در پایگاه داده ادامه دارد و API کاربر پسند برای کاربران پایگاه داده فراهم می‌کند. لایه ارائه برای کاربران، اطلاعات مدیریت رادیو تصویری و یک برنامه تعریف شده سمت کاربر فراهم می‌کند.

(C) شبیه‌ساز شبکه‌های بی‌سیم جریان باز

WL_Simu_Comm عمدتاً مسئول تحویل پیام و ارتباط بین کنترلر، گسترش جریان سوئیچ‌های مجازی (OVS) و شبیه‌ساز شبکه است. دستگاه لایه تقلید WL_Simu_dev پیام‌های کنترل را از WL_Simu_Comm دریافت می‌کند و همچنین بسته‌های داده به OVS می‌فرستد. بنابراین، دو کانال مجزا بین لایه‌های ارتباطی و لایه دستگاه شبیه‌سازی، کانال کنترل پیام و کانال انتقال داده‌ها وجود دارد. از آنجا که کنترل پیام ممکن است از SSL و یا مکانیسم ارتباط SNMP مشتق شود، بنابراین دو عامل ارتباطی در این WL_simulator، عامل SNMP و عامل SSL وجود دارد. با این حال، همه دستورالعمل‌های کنترل باید از طریق CtrlActor به لایه دستگاه شبیه‌ساز یکپارچه منتقل شوند. CtrlActor اندازه‌ی جفت STA-AP را یک بار که دستورات SNMP_get را دریافت کرد جمع‌آوری خواهد کرد. Packet_builder بسته‌های داده شبیه‌سازی شده بر اساس دستورات AP و Stas را تولید خواهد کرد. WL_simu یک رابط برای کاربران جهت پیکربندی سناریو شبیه‌سازی شبکه اولیه است. WL_simu_userapi اجازه می‌دهد تا کاربران به‌صورت پویا پیکربندی سناریو پس از شروع به اجرای آن را تغییر دهند.

(D) سناریو: دسترسی / اجازه طیف

دسترسی طیف پویا به شکل زیر تعریف می‌شود:

1) مشتریان می‌توانند به فضای سفید تلویزیون UHF، LTE دارای مجوز، طیف GHZ5GHZ / 2.4ISM با RSSI بالاتر دسترسی داشته باشند.

2) مشتریان می‌توانند به فضای سفید تلویزیون UHF، LTE دارای مجوز، طیف GHZ5GHZ / 2.4ISM با بار ترافیک نور دسترسی داشته باشند.

برای افزایش بهره‌برداری از منابع شبکه بر روی انواع شبکه، طرح ابر-MAC برای دسترسی شبکه ناهمگن پیشنهاد شده است [16]. به‌منظور بهبود بهره‌وری در منابع استفاده شده در طیف، ما نیاز به یک الگوریتم دسترسی طیف پویا در محیط ابر رادیو ناهمگن، به‌عنوان یک چالش فنی مهم داریم.

(E) سناریو: تحویل / تحرک طیف

شبکه‌های رادیویی شناختی براساس SDN باید از دست به دست کردن طیف با توجه به تحرک طیف در فضای سفید تلویزیون حمایت کنند. سناریوی تحویل / حرکت طیف در نمونه اولیه به‌صورت زیر تعریف شده است:

1) یک طیف خالی می‌تواند در طول زمان و فضا در شبکه‌های رادیویی شناختی، تحویل واکنش با هدف تعادل بار تغییر کند.

2) یک طیف خالی می‌تواند در طول زمان و فضا در شبکه‌های رادیویی شناختی، تحویل واکنش با اندازه‌گیری RSSI تغییر کند.

با این حال، یک مسئله مهم برای ارائه بدون درز و تضمین ارتباطات قابل اعتماد برای کاربران تلفن همراه در شبکه‌های رادیویی شناختی است. تصمیم در مورد هدف، متکی بر تجزیه و تحلیل اطلاعات تاریخی، به‌عنوان مثال، نرخ استفاده از کانال است.

(F) سناریو: برش / مجازی‌سازی طیف

روش برش طیف و ترافیک با برش‌های مختلف و با برچسب‌های تعریف شده در یک فضای معنایی جدا شده است. سناریوی برش طیف به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

1) Spectrumvisor می‌تواند حداقل تکه طیف را ایجاد/حذف کند [12]. به‌عنوان مثال، یک تکه به کاربر در Wi-Fi اختصاص داده شده است، به‌عنوان مثال مشتری b802.11.

2) طیف گیر می‌تواند یک فضای معنایی در سطح بالا را پشتیبانی کند. برشی از فضای معنایی مجموعه‌ای از بسته‌ها است که ویژگی‌های مشترک را برآورده می‌کند.

3) طیف گیر می‌تواند برش را به طیف در فضاهای سفید تلویزیون با فضای معنایی سطح بالا برساند. در یک خانه شبکه، فضاهای معنایی شامل شبکه هوشمند، امنیت نظارت و کنترل لوازم خانگی هوشمند است.

5. نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک بررسی انتقادی در سرویس‌گرایی کاربر محور ارائه شد، OpenFlow معماری SDWN را با شبکه‌های اطلاعاتی برای سناریوهای رادیو شناختی فعال کرد. افتراق داده‌ها/کنترل برای OpenFlow زیرساخت را قادر به ارائه می‌کند. علاوه‌براین، یک نمونه‌ی اولیه برای سناریوهای رادیو شناختی femtocells LTE و Wi-Fi در فضای سفید تلویزیون و ویژگی‌های جدید معرفی شده، ارائه شده است. در گام بعدی، ما در حال تلاش برای ارزیابی عملکرد و جایگزینی شبیه‌سازی شبکه با سخت‌افزار OpenFlow هستیم، به‌عنوان مثال، Openflow Wi-Fi AP.

REFERENCES

- [1] Akyildiz I F, Gutierrez-Estevez D M, Reyes E C. "The evolution to 4G cellular systems: LTE-Advanced". Elsevier Physical Communication, 2010, 3(4): 217-244.
- [2] Karonis, Ilias. "RAN Evaluation of LTE-Femtocell Deployment and TV White Space Secondary Usage," Ph.D. Dissertation, KTH, Sweden, 2012.
- [3] L. Simic, M. Petrova, P. Mähönen, "Wi-Fi, but not on Steroids: Performance Analysis of a Wi-Fi like Network Operating in TVWS under Realistic Conditions" In proceedings of IEEE ICC 2012, Ottawa, Canada, June 2012
- [4] T.Erpek, M.Lofquist and K.Patton, "Spectrum occupancy measurements: Loring Commerce Centre, Limestone, Maine, Sept.18-20, 2007," Shared Spectrum Company Report, 2007.
- [5] IEEE TCCN SIG on Cognitive Radio for 5G, <http://cms.comsoc.org/>.
- [6] The OpenFlow Consortium, OpenFlow Switch Specification 1.1, 2012.
- [7] K.-K. Yap, M. Kobayashi, R. Sherwood, T.-Y. Huang, M. Chan, N. Handigol, and N. McKeown, "Openroads: empowering research in mobile networks," SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 40, pp. 125–126, Jan. 2010.
- [8] K.-K. Yap, R. Sherwood, M. Kobayashi, T.-Y. Huang, M. Chan, N. Handigol, N. McKeown, and G. Parulkar, "Blueprint for introducing innovation into wireless mobile networks," in Proc. ACM SIGCOMM Workshop on Virtualized Infrastructure Systems and Architectures, pp. 25–32, ACM, 2010.
- [9] Peter Dely, Andreas Kessler, Nico Bayer. "OpenFlow for Wireless Mesh Networks," In Proc. of 20th International Conference on Computer Communications and Networks(ICCCN), Workshop on Wireless Mesh and Ad Hoc Networks, Hawaii, USA, Aug. 2011.
- [10] T. Luo, H.-P. Tan, and T. Quek, Sensor openflow: Enabling software defined wireless sensor networks, IEEE Communications Letters, vol. 16, no. 11, pp. 1896–1899, November 2012.
- [11] Li Erran Li, Z. Morley Mao, and Jennifer Rexford, "Toward softwaredefined cellular networks," Proc. of European Workshop on Software Defined Networking, Oct. 2012.
- [12] Sherwood R, Gibb G, Yap K K, et al. "Flowvisor: A network virtualization layer", OpenFlow Switch Consortium, Tech. Rep, 2009.
- [13] Website: <http://www.linux-kvm.org/>.
- [14] Website: <http://www.qemu.org>.
- [15] Website: <http://www.projectfloodlight.org/floodlight/>.
- [16] Vestin J, Dely P, Kessler A, et al., "CloudMAC: Towards Software Defined WLANs," ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 2013, 16(4): 42-45.