

Redes Definidas por Software: beneficios y riesgos de su implementación en Universidades

Ramón Parra Loera¹, Víctor Manuel Morales Rocha², Jesús Israel Hernández Hernández³
 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. Del Charro 450 Norte, C.P. 32310, Ciudad Juárez Chihuahua.

¹rparra@uacj.mx,

²victor.morales@uacj.mx,

³israel.hernandez@uacj.mx

Fecha de recepción: 6 de noviembre 2015

Fecha de aceptación: 16 de diciembre 2015

Resumen. El advenimiento de las redes de cómputo, especialmente la Internet, trajo como consecuencia la creación de un sin número de servicios, que a la fecha, han rebasado las capacidades de estas y en el proceso, han hecho muy difícil su operación, expansión y administración. Los viejos paradigmas de redes jerárquicas con dispositivos de red (ruteadores, conmutadores, etc.) con programación y control interno, ya no son lo suficientemente flexibles ni expandibles para acomodar las demandas de los usuarios. Se requieren redes mas inteligentes, adaptables y flexibles para poder satisfacer estas demandas. Una de las respuestas mas prometedoras es el paradigma de Redes Definidas por Software. En este paradigma, las funciones de control y de conmutación de paquetes se separan, permitiendo así una mas inteligente operación y administración de la red. En este artículo presentamos las redes definidas por software, describimos su funcionalidad, sus ventajas y sus riesgos de implementación, sobre todo en el contexto de las universidades.

Palabras clave: Redes Definidas Por Software, Redes Avanzadas, Virtualización de la Red, Redes de Computo de alto desempeño, Computo en la Nube.

1 Antecedentes

El advenimiento de Internet así como también la maduración de las redes de comunicaciones de alta velocidad, trajo como consecuencia que las universidades tuvieran que cambiar su manera de operar para incluir estas nuevas tecnologías en todos sus procesos sustantivos. Sus funciones de docencia, investigación, extensión y administración, no solamente mejoraron, sino que también, estas tecnologías propiciaron nuevas formas y nuevos procesos que potenciaron la capacidad y la calidad de los servicios de las universidades.

En la parte de docencia, la calidad y sobretodo la cobertura, se vieron altamente beneficiadas con la generación de esquemas de enseñanza-aprendizaje virtuales apoyados por bibliotecas virtuales, repositorio de contenidos electrónicos distribuidos por todo el mundo, así como también por redes de comunicación y colaboración (sistema de video conferencia, sistemas de telefonía IP, etcétera) de alcance mundial.

En la parte de investigación, la generación de redes de comunicación y colaboración de alta velocidad tales como Internet 2, propició que los investigadores no solamente pudieran comunicarse y colaborar con otros investigadores en el resto del mundo, sino que también, pudieron utilizar recursos de investigación tales como repositorios electrónicos, bases de datos, laboratorios, centros de cómputo de alto desempeño, telescopios electrónicos, etcétera, con la consecuente mejora de la calidad y la pertinencia que sus investigaciones.

En todo esto y sobre todo por su misión de “generación y distribución del conocimiento”, las universidades no sólo son grandes usuarios y beneficiarios de estas tecnologías, sino que también, son creadoras e innovadoras de nuevos conocimientos y tecnologías, que las convierten en punta de lanza para la adopción y utilización de éstas, con la consecuente adquisición de nuevos conocimientos y experiencias que son transmitidos al resto de la sociedad.

Sin lugar a duda, las universidades por la cantidad de servicios que ofrecen y el número elevado de usuarios que atienden, son también empresas de alta complejidad donde una buena administración es de extrema importancia. Los altos volúmenes de información tanto del personal como de estudiantes y de contenidos académicos y de investigación, la cantidad de procesos tanto administrativos como académicos, las hacen usuarias y dependientes de grandes centros de datos, de centros de cómputo avanzado y de redes y conectividad de alta velocidad, necesarios para poder mantener los altos niveles de servicio requeridos por su comunidad.

Todo lo anterior, ha traído como consecuencia que las universidades tengan que diseñar, operar y administrar redes de datos de alta velocidad, confiables y seguras para soportar la operación de la universidad y todos sus servicios. Aunado a esta situación, el aumento constante de la cantidad y la calidad de los servicios que la universidad provee, ha conducido a un crecimiento y a una complejidad muy grande de sus redes de datos, dificultando mucho su crecimiento, y sin lugar a dudas, su operación y administración. Es aquí donde

tanto universidades como grandes empresas han tenido que buscar alternativas en el diseño sus redes que faciliten el crecimiento de las mismas, simplifiquen y faciliten su administración, y en lo posible, reduzcan costos, tanto de operación y mantenimiento como de equipamiento. Como podemos ver de la Figura 1, las preocupaciones más importantes del estado actual de las redes de acuerdo a la empresa Gigaom Resarch [1], en orden ascendente son:

1. Lento aprovisionamiento de nuevos clientes o servicios.
2. Complejidad de la red.
3. Retraso en el despliegue de nuevo servicios.
4. Adopción a tiempo de nuevas tecnologías.
5. Conectividad de la red.
6. Costo de la operación de la red.
7. Costo del equipamiento de la red.
8. Niveles de servicio de la red.
9. Seguridad y vulnerabilidades de la red.

Este orden de importancia en las preocupaciones del estado actual de las redes no es exclusivo de las grandes empresas. Como comentamos anteriormente, las universidades cuando se trata de su operación, se comportan prácticamente como las empresas, por lo tanto comparten las mismas preocupaciones.

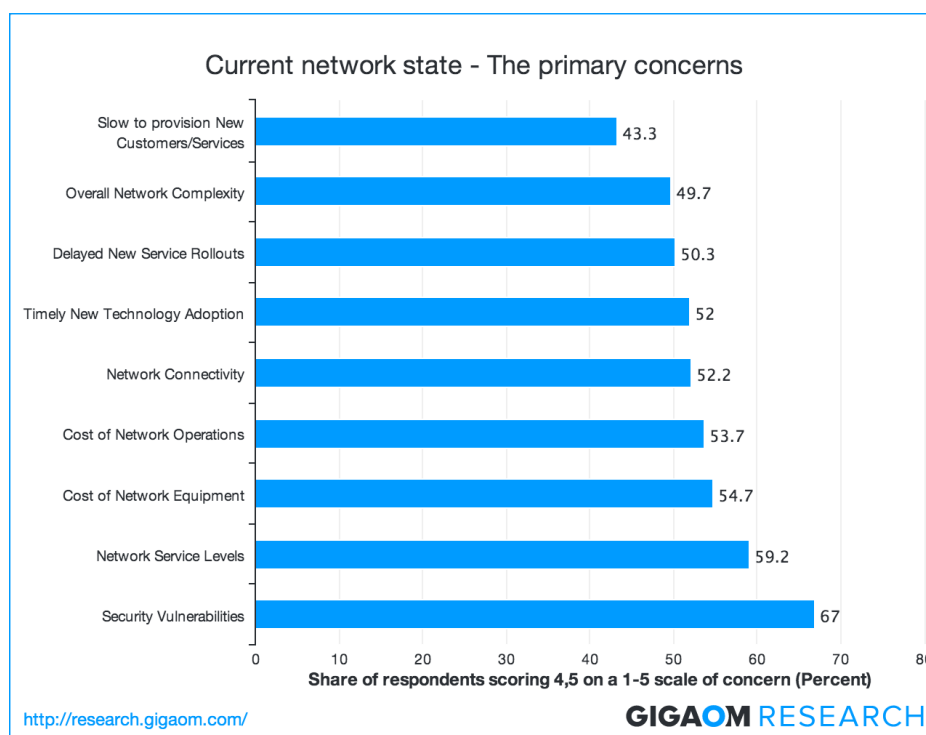


Figura 1. Preocupaciones más importantes del estado actual de las redes.

Como veremos en las secciones posteriores, el uso de redes definidas por software (SDN por sus siglas en inglés), en conjunción con el uso de hardware y software estandarizado es una alternativa que está siendo utilizada por un gran número de grandes empresas y universidades para afrontar estas problemáticas.

2 Redes Definidas por Software

2.1 ¿Qué son?

Para visualizar mas claramente lo que son las redes definidas por software, hablemos un poco de las redes tradicionales. En un sentido muy amplio, una red de datos es una jerarquía de dispositivos de red (*switches* y *ruteadores*) interconectados, que permiten el flujo de datos de un punto a otro de la red conectando usuarios y aplicaciones. En una red tradicional estos dispositivos están “programados” para movilizar datos de un punto a otro de la red de acuerdo a las políticas de operación de la empresa. En este ambiente, cada uno de los dispositivos debe ser programado con estas políticas individualmente y por adelantado para que la red opere. Esta programación define lo que cada dispositivo debe hacer con cada paquete de información que pasa a través de él, en otras palabras, la “inteligencia” de qué hacer está en cada dispositivo y es producto de la programación recibida por el dispositivo con anterioridad. ¿Pero qué sucede en una red tradicional si por ejemplo: cambian los patrones de uso la red debido a usuarios móviles o nuevas aplicaciones, o si la institución quiere desplegar un nuevo servicio, o si la red necesita ampliarse o modificar su topología?. Dado que las reglas de operación (“inteligencia”) de la red están preprogramadas individualmente en cada dispositivo y que cada dispositivo sólo “ve” la parte de la red donde está instalado, estas redes tradicionales no pueden adaptarse a estas situaciones sin una reprogramación masiva del todos los dispositivos de la red. Y si estos cambios son dinámicos, es imposible para las redes tradicionales manejar estos escenarios.

Dado que los escenarios mencionados anteriormente son cada vez más comunes, especialmente en las universidades, habrá que desarrollar alternativas en el diseño de las redes que sean adaptables a estas circunstancias y otras más que no se han mencionado aquí. Como se describió en el párrafo anterior, el problema principal es que las reglas de operación de la red están preprogramadas en cada uno de los dispositivos y estos a su vez no son fácilmente u oportunamente programables. En una red tradicional un dispositivo de red está compuesto de dos partes: el plano de control (es donde se almacenan y ejecutan las reglas de operación de la red) y el plano de datos (es donde se conmutan y propagan los datos). Una posible solución sería separar el plano de control de cada dispositivo y pasar esta funcionalidad a un controlador centralizado con injerencia en toda la red. Si además, se le da a este controlador la capacidad de vigilar y monitorear todo lo que sucede en la red y si lo hacemos altamente programable, posiblemente vía software, definitivamente esta alternativa de diseño de red podría resolver los problemas mencionados anteriormente. Este diseño de red es lo que se conoce como redes definidas por software [2]. Mas formalmente y de acuerdo a Open Network Foundation (ONF) [3]:

“Una red definida por software es una arquitectura emergente que es dinámica, administrable, rentable, y adaptable, lo cual la hace ideal para naturaleza dinámica y de alto consumo de ancho de banda de las aplicaciones de hoy en día. Esta arquitectura separa las funciones control y de envío de paquetes de la red, permitiendo que el control de la red sea directamente programable y que la infraestructura subyacente pueda ser abstraída para las aplicaciones y los servicios de red.”

Una ilustración de la arquitectura de SDN [4] se muestra en la Figura 2.

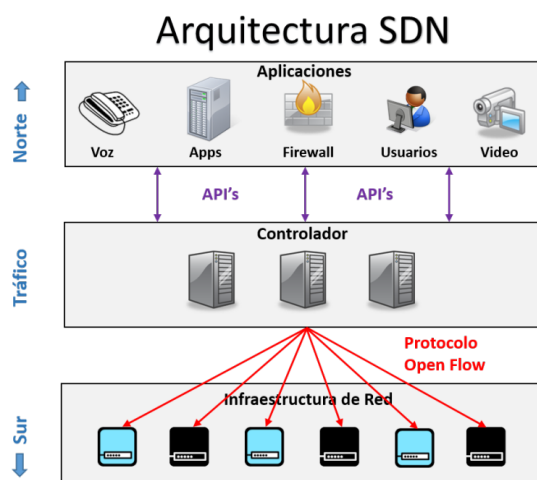


Figura 2. Arquitectura de las Redes Definidas por Software.

2.2 ¿Por qué son importantes?

Como mencionamos anteriormente, las redes actuales no están preparadas para afrontar una serie de situaciones cada vez más comunes tales como: cambios en los patrones de uso de la red debido a los usuarios móviles con nuevas aplicaciones, despliegue de nuevos servicios, y ampliaciones o cambios de topología de la red. Tampoco éstas son fácilmente administrables ni adaptables a situaciones inesperadas a las que están sujetas las redes empresariales actualmente (ataques, falla de dispositivos de la red, etc.). Todo esto conduce a gastos excesivos en la operación de éstas debido a constantes reprogramaciones de los dispositivos de la red para afrontar estos cambios o situaciones. También, el mantener compatibilidad tecnológica o de marca en los dispositivos de red, a veces contribuye a elevados costos de inversión para renovación tecnológica o ampliaciones de la red.

Por otro lado, las redes definidas por software tienen una serie de ventajas que eliminan o minimizan la mayoría de los problemas de las redes tradicionales. Algunas de las más importantes son:

- Control y administración centralizada de los dispositivos de red.
- Una red ágil y flexible que puede adaptarse automáticamente a través del uso de interfaces de software comunes.
- Mayor confiabilidad debido a las anteriores características.
- Mucho mayor rapidez para la innovación y la improvisación debido a que los cambios son hechos en software y no en el hardware.
- Facilidad para implementar funciones complejas de red a través del uso de algoritmos definidos por los usuarios e implementados en software en el controlador.
- Despliegue rápido de nuevas características de la red.
- Mayor eficiencia en la utilización de los recursos de la red.
- Independencia de marca de fabricante en los dispositivos de red. Dado que la inteligencia de la red está centralizada en el controlador y los dispositivos de red son solamente manejadores de los flujos de datos, éstos pueden provenir de múltiples fabricantes.

Por todo lo anterior, las redes definidas por software permiten el diseño y la implementación de redes que se ajustan a las necesidades de los usuarios y no al revés, por lo que su importancia queda ampliamente demostrada.

2.3 ¿Cuáles son sus beneficios?

De acuerdo a la encuesta realizada por Gigaom Research [1], ver Figura 3, en opinión de los encuestados, estos son los beneficios más importantes en orden ascendente del uso de SDN's:

1. Habilitación de la programación de la red bajo demanda.
2. Aprovechamiento acelerado de nuevos clientes y servicios.
3. Bajo costo de inversión.
4. Bajo costo de operación.
5. Simplificación en el despliegue y operación de la red.
6. Altos niveles de utilización de la red.
7. Fortalecimiento de la seguridad de la red.

Sin lugar a dudas esto conduce a tener redes más flexibles, más adaptables, más expandibles, y sobre todo más baratas para implementar y operar.

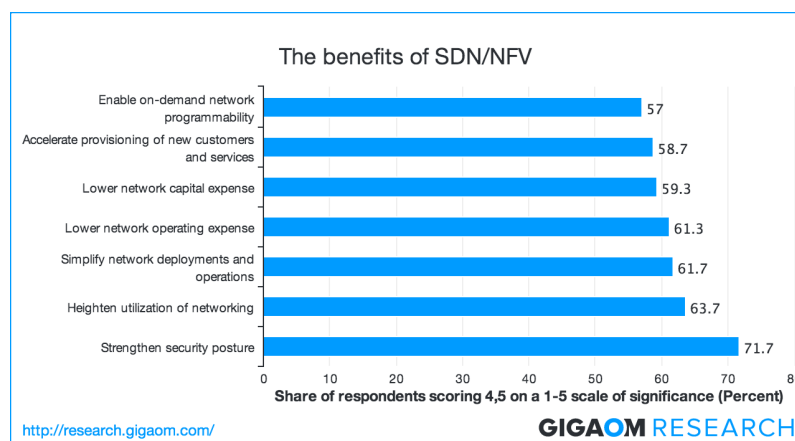


Figura 3. Beneficios de las redes definidas por software.

Adicionalmente y en contraste con las redes tradicionales que mayoritariamente operan con tecnologías y protocolos propietarios, que en la mayoría de los casos no son interoperables, las SDN's tienen a su favor las siguientes ventajas [5]:

1. Cuerpos internacionales de estándares (ONF) definiendo protocolos y todos los estándares esenciales para las tecnologías de SDN,
2. Fabricantes de equipo desarrollando y mejorando productos compatibles con SDN,
3. Universidades implementando proyectos iniciales de SDN para validar los nuevos diseños de red, sus tecnologías, y sus aplicaciones.

2.4 ¿Cuáles son sus riesgos?

Como toda nueva tecnología, las redes definidas por software traen su propio set de problemas. Para empezar, este nuevo paradigma está en pleno desarrollo y por lo tanto muchas de sus funciones aún no están completamente definidas o entendidas. Esto es normal para una nueva tecnología y se irá resolviendo conforme la tecnología vaya madurando y la base instalada aumente. Para continuar, habrá necesidad de capacitar y entrenar al personal de TI en el uso de esta nueva tecnología. Además de esto y de acuerdo a los resultados de la encuesta realizada por la empresa Gigaom Research, los encuestados enumeraron las áreas de mayor preocupación de las soluciones actuales de SDN's que a continuación se enlistan y se muestran la Figura 4.

1. Los gastos asociados con nuevo hardware y sistemas de software.
2. La falta de interoperabilidad comprobada de las soluciones existentes.
3. Características y funciones inconsistentes de las distintas soluciones.
4. La falta de confiabilidad y desempeño comprobada de las soluciones actuales.

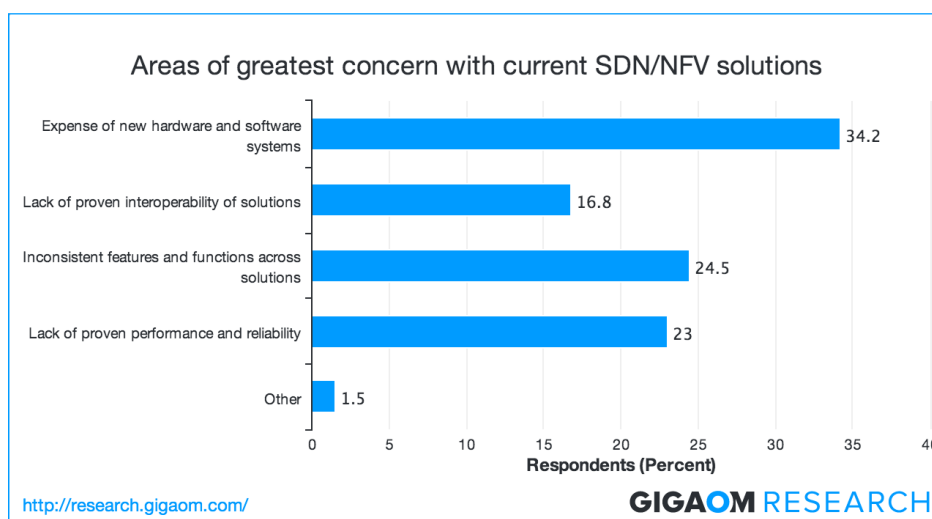


Figura 4. Áreas de mayor preocupación de las soluciones actuales de SDN.

Sin lugar a dudas, todas estas preocupaciones ponen en riesgo el desarrollo de proyectos basados en redes definidas por software. Sin embargo, como si mencionó anteriormente, la mayoría estas preocupaciones irán disminuyendo conforme la tecnología madure y el nivel de experiencia en su uso vaya aumentando y se vaya disseminando. Pero definitivamente, el no hacer nada no es una opción viable para la mayoría de las organizaciones puesto que está comprobado que las redes tradicionales no solamente no resuelven las problemáticas actuales, sino que también limitan el crecimiento de la red y dificultan el desarrollo e implementación de nuevos servicios.

3 SDN's para las Universidades

3.1 ¿Por qué?

Al igual que las grandes empresas, las universidades tienen problemáticas muy similares a éstas, dado que, desde el punto de vista de operación de la red, una universidad se maneja como una gran empresa, con los mismos requerimientos de desempeño, seguridad, confiabilidad etc., por lo tanto, en este sentido, comparten las mismas problemáticas que las empresas, tal y como se describió anteriormente. Además de estas problemáticas, las universidades, de acuerdo a sus funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión, imponen aún más requerimientos en las redes de datos. Adicionalmente, y dado que las universidades no solamente son usuarios de las redes, sino que también desarrollan y distribuyen conocimiento acerca de éstas, lo que resulta en aún más requerimientos para las redes universitarias de datos. Entre estos requerimientos podemos mencionar:

- Ancho de banda y servicios dedicados para la investigación científica (zonas de red desmilitarizadas DMZ, redes de capa 2 entre sitios y aplicaciones, etc.) [6].
- Escalabilidad para el manejo de altos volúmenes de datos involucrados en la investigación científica (imágenes, video, realidad virtual, etc.).
- Flexibilidad para el manejo de grandes flujos de datos de manera no continua u ocasional (experimentos científicos, opera por internet, etc.).
- Uso eficiente de los recursos de almacenamiento y servidores en los centros de datos y en ambientes de cómputo de alto desempeño.
- Entrega segura de aplicaciones y servicios basados en Internet o nubes de datos privadas a toda la comunidad universitaria (redes privadas por grupos de usuarios, servicios o aplicaciones) [7].
- Ambientes para el desarrollo y prueba de nuevas tecnologías y diseños de redes de datos.

Sin lugar a dudas, de acuerdo a las características mencionadas anteriormente, las redes definidas por software pueden satisfacer ampliamente todos estos requerimientos, por lo que si alguna organización, viendo hacia el futuro, no puede abstenerse del uso de las SDN son precisamente las universidades.

3.2 Beneficios

Adicionalmente a los beneficios de las SDN descritos con anterioridad, las universidades están en posibilidad de obtener los beneficios adicionales como los que continuación se describen:

- **Ahorros en el costo del desarrollo de la red.** SDN están basados en estándares abiertos y sistemas interoperables de múltiples fabricantes.
- **Ahorros en la operación y mantenimiento de la red.** SDN permite la operación y monitoreo centralizado de toda la red y el reemplazo de equipo de red con sistemas interoperables de múltiples fabricantes.
- **Más colaboración interinstitucional.** A través de las SDN muchas instituciones podrán participar en proyectos de investigación conjuntos, así como también, del uso compartido a través de la red de sistemas y equipos remotos (laboratorios avanzados, centros de cómputo de alto desempeño, centros de datos, telescopios, etc.).
- **Mayor desempeño y flexibilidad de sus redes.** SDN permiten la creación de redes efímeras o puntuales muy necesarias para los proyectos de investigación.
- **Mayor seguridad.** SDN permite la creación de redes privadas encriptadas basadas en aplicaciones o grupos de usuarios o servicios, todas compartiendo la misma infraestructura física.
- **Más y mejor oferta de servicios de red.** SDN permite la creación y la operación segura de nubes privadas para alojamiento de aplicaciones y servicios tales como centros virtuales de cómputo, escritorios remotos, laboratorios virtuales, etc.
- **Menos dependencia de equipo y sistemas propietarios.** SDN permite el uso y desarrollo de sistemas y protocolos abiertos (OpenFlow, OpenStack, OpenDaylight, Linux, etc.), así como también interfaces de programación de aplicaciones abiertas API y aplicaciones o sistemas de código abierto.

4 Conclusiones

Definitivamente las redes tradicionales de datos han llegado al límite de sus capacidades. Para las empresas, y sobre todo para las universidades, el seguir operando bajo este esquema, no solamente representaría un aumento en sus costos de operación e inversión, sino que también limitaría la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios y productos de calidad a sus clientes y usuarios, con la consecuente pérdida de competitividad, y en el caso de las universidades, además de esto, una disminución de su prestigio académico. Por otro lado, la adopción de nuevas tecnologías como SDN, siempre trae como consecuencia resistencia al cambio. Esta resistencia, justificada por los riesgos descritos con anterioridad, irá disminuyendo conforme las problemáticas causadas por el no hacer el cambio se vayan potencializando y los beneficios de hacerlo se hagan más evidentes. Aunado a esto, la resistencia al cambio irá disminuyendo con la rápida maduración de la tecnología SDN. Esta maduración que está alimentada por varios factores: la rápida creación y expansión de las organizaciones de estándares y de usuarios, la temprana adopción por parte de universidades y organizaciones afines tales como Internet 2 en Estados Unidos de América (EUA), Clemson University, Indiana University, y otras más en etapa de planeación, así como también, por el financiamiento de organismos de gobierno como la National Science Foundation que el 2012 otorgó mas de \$21 MDD a 39 Universidades en los EUA para el desarrollo e implementación de proyectos de redes avanzadas [8]. Todos estos factores, no solamente están contribuyendo a la rápida adopción de SDN, sino que también, están validando la tecnología y generando experiencias necesarias para facilitar su adopción en otras organizaciones.

Referencias

- [1] Mark Leary, SDN, NFV, and open source: The operator's view, <http://research.gigaom.com/subscription/sign-up/>, March 19, 2014.
- [2] Spotlight on software-defined networks, IT World, <http://www.itworld.com/networking/323240/spotlight-software-defined-networks>
- [3] Open Network Foundation, <http://www.opennetworking.org>
- [4] Vivek Tiwari, SDN and Openflow for beginners with hands on labs M.M.D.D. Multimedia LLC., (2013-09-04).
- [5] SDN Deployment for Research Networks, <http://campustechnology.com/~media/E513FAA4B96342729DC342A5665B2A2D.pdf>
- [6] Science DMZ: Scalable Network Design Model for Optimizing Science Data Transfers, <http://fasterdata.es.net/science-dmz/>
- [7] Internet2 SDN Working Group: www.internet2.edu/