Universidad Nacional del Litoral

Proyecto Final de Carrera

Diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real de tráfico de red en capa de transporte.

Pineda Leandro

dirigido por
Ing. Gabriel Filippa

Santa Fe
11 de agosto de 2016

Resumen

En la actualidad las redes informáticas están presentes en nuestro día a día, así como también en las operaciones diarias de prácticamente cualquier organización. Debido a la demanda de contenido multimedia, la telefonía celular y el surgimiento del *BigData*, el tamaño y el volumen de datos que manejan las empresas proveedoras de este tipo de servicios incrementa año tras año. Por esto, las herramientas que facilitan la tarea de administración y diagnóstico de redes son de gran utilidad para ofrecer un servicios de mejor calidad, y aprovechar la utilización de recursos existentes. El documento describe un proyecto para el desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real del tráfico de red, que puede ser puesto en funcionamiento en la infraestructura existente de cualquier organización con un bajo impacto y a un bajo costo.

Palabras claves *tiempo real*, *redes informáticas*, *Data Streaming*, *monitoreo*, *visualización*

Justificación

Las redes informáticas son esenciales para que las empresas o instituciones públicas puedan realizar sus tareas diarias. A medida que estas entidades crecen también lo hace el volumen de datos que generan, demandando así una infraestructura de red con mayor tamaño. Debido a esto, mantener una buena performance en el funcionamiento general de un sistema que se encuentra constantemente en crecimiento se convierte en una tarea desafiante.

Algunas de las herramientas disponibles para monitoreo de redes brindan reportes basados en estadísticas. La empresa Cisco® introduce una característica en algunos modelos de routers y switches llamada NetFlow, la cual permite recolectar información sobre el tráfico de red que atraviesa las distintas interfaces del dispositivo. Sin embargo, estar limitado exclusivamente a modelos particulares de routers y switches significa una desventaja pues en algunas ocasiones no se dispone del hardware mencionado, lo que implica una inversión en infraestructura considerable. Otros fabricantes introducen características similares a NetFlow, pero con nombres diferentes: Traffic Flow de MikroTik, NetStream de HP, entre otros. Otra alternativa para monitorear el tráfico que pasa a través de una interfaz de red es el analizador de paquetes *tcpdump* (disponible en sistemas GNU/Linux), el cual permite observar una descripción en texto plano del contenido de los paquetes que atraviesan la interfaz.

Disponer de la información más actualizada posible de los eventos que han ocurrido en la red facilita la tarea de administrar y diagnosticar fallas. Es por esto que el monitoreo en tiempo real es un herramienta de gran utilidad pues permite contar con información de una serie de métricas muy descriptivas al instante. El proceso de toma de decisiones a la hora de invertir en infraestructura puede realizarse de forma adecuada si se incluye la información que puede extraerse observando la utilización de la infraestructura actual. Por ejemplo, una empresa podría decidir si invertir en una conexión a Internet de mayor velocidad o limitar el ancho de banda disponible para ciertos servicios que hacen uso intensivo de las redes. El monitoreo y la visualización en tiempo real puede hacer también que el proceso de detección de problemas en una red sea rápido y sencillo.

Se propone entonces diseñar un sistema capaz de registrar los eventos ocurridos en capa de transporte y mostrar información acerca del tráfico de red que está siendo transmitido por una red. El mismo desarrollará utilizando técnicas llamadas *Real-Time Stream Processing* para analizar la salida de texto plano del analizador de paquetes *tcpdump* y producir en tiempo real informes acerca de los parámetros de performance más importantes[1] . El uso de estas técnicas permite diseñar un sistema escalable el cual pueda adaptarse a redes que están en crecimiento constante.

Sin duda alguna, la cantidad de dispositivos conectados a Internet crece día a día y con ellos lo hace la demanda de la infraestructura de red necesaria para brindar un servicio de calidad. Contar con información del uso de las redes es fundamental para hacer estimaciones para inversiones a futuro, y permite determinar si los recursos disponibles están siendo utilizados de manera eficiente.

Finalmente, contar con esta información es una gran ayuda para mejorar la seguridad de las redes. Muchos de los ataques a redes informáticas son realizados por usuarios fuera de la red que no tienen acceso físico a la misma, pero muchos de los ataques más peligrosos son llevados a cabo por usuarios internos. Tener este tipo de información sobre el tráfico de la red puede ser una herramienta de enorme valor para identificar estos sucesos.

[1] IP Performance Metrics Working Group https://datatracker.ietf.org/wg/ippm/documents/ (IPPM)

Objetivos

Generales

Diseñar un sistema que permita monitorear en tiempo real parámetros de performance del tráfico que atraviesa una interfaz de red.

Específicos

- Identificar un conjunto de tecnologías y herramientas adecuadas para el diseño del sistema.
- Diseñar un sistema de monitoreo de redes que funcione en *commodity hardware*.
- Construir una herramienta de software que permita visualizar cómo varían los parámetros de performance de la red (ver Alcances).
- Elaborar un documento que describa la arquitectura del sistema.

Alcances

Funcionales

- El sistema permitirá visualizar en tiempo real los parámetros de performance de la red. Se podrá monitorear el tráfico a nivel de *host* (capa de red) y a nivel de servicios (capa de transporte)
- Los informes mostrarán información de la Capa de Transporte y la Capa de Red[2]. [1][2][3]
- El sistema proveerá al usuario una interfaz para la visualización de los informes. Estos contaran con los siguientes parámetros:
  - Utilización de la red
  - Paquetes por segundo transmitidos
  - Cantidad de peticiones de conexión
  - Cantidad de conexiones realizadas
  - Cantidad de conexiones rechazadas y expiradas
  - Cantidad de conexiones activas
  - Tráfico entrante y saliente por host
  - Tráfico entrante y saliente por proceso
- El sistema ofrecerá estadísticas generales de uso de la red.
- El sistema almacenará información de las conexiones establecidas.
- El sistema no identificará patrones o generará alarmas.

[2]Modelo TCP/IP

No Funcionales

- El sistema será escalable. Las tecnologías seleccionadas permiten configurar un cluster de nodos de procesamiento en caso que el volumen de datos a procesar aumente.
- Se proveerá un manual de instalación y configuración.

Exclusiones

El proyecto no contempla la instalación del sistema en un ámbito de producción. El sistema a desarrollar solo analizará el tráfico que atraviesa una única interfaz de red, y no contempla el caso de conexiones múltiples con balance de carga, ni la utilización de múltiples nodos configurados en modo cluster. No se implementará ningún mecanismo de detección ataques o de patrones de comportamiento sospechoso.

Supuestos

Los datos necesarios para realizar pruebas pueden ser generados arbitrariamente. El término *tiempo real* refiere al denominado *tiempo real blando*, es decir, no es necesario asegurar la ejecución de ciertas tareas o mostrar informes en el mismo instante en el que se generan los datos. La generación de los informes tendrá entonces demoras de cientos de milisegundos.

Criterios de Aceptación

Se considera que el proyecto está aceptado cuando cumple en un 90 % los requisitos funcionales, con un nivel mínimo de aceptación del 75 %. Los prototipos deben tener implementadas todas las funcionalidades planificadas.

Metodología

La metodología de desarrollo del proyecto será incremental e iterativa. Incremental porque varias componentes del sistema se desarrollarán en momentos diferentes y serán integradas cuando sean completadas. Iterativa pues se invertirán esfuerzos en revisar constantemente partes del sistema, tanto para mejorar la calidad externa como interna del software[4].

Con esta metodología se puede dividir el trabajo en incrementos que son revisados constantemente a lo largo de la ejecución del proyecto. Luego de una investigación preliminar acerca de las tecnologías disponibles y sus características, correspondiente a la primera fase, se tiene el punto de partida para comenzar el desarrollo. Dado que es necesario que el sistema cumpla con los requisitos de *tiempo real*, el incremento donde se implementan las funcionalidades esenciales de captura de paquetes es revisado constantemente para mejorar su calidad mientras se desarrollan los incrementos de informes y visualización (ver Plan de Tareas). Una vez todos los incrementos son terminados, serán integrados y se llevarán a cabo las pruebas de integración correspondientes.

Plan de Tareas

El proyecto se divide en 4 incrementos. A continuación se da una breve descripción de los mismos:

Incremento 1: Diseño La primer parte del proyecto consiste en determinar que conjunto de tecnologías serán utilizadas, y elaborar una descripción a alto nivel de las diferentes componentes del sistema y cómo se relacionan.

Incremento 2: *Core* o Núcleo En esta etapa se implementa la funcionalidad que permite capturar la información de entrada, visualizarla en texto plano y prepararla para procesamientos posteriores. También se implementa la funcionalidades de registro de eventos en la capa de transporte.

Incremento 3: Filtrado Se implementa el módulo que procesa el tráfico de la red y se implementan las funcionalidades de filtrado junto con los filtros predeterminados.

Incremento 4: Visualización En este incremento se integran las funcionalidades de captura y filtrado. Además se implementa la interfaz de usuario en la plataforma determinada en la etapa de diseño.

Al finalizar la primera iteración de cada incremento se obtiene una herramienta de software con las funcionalidades descriptas y calidad de producto final, con excepción de la etapa de diseño donde se obtendrá un informe en soporte escrito o digital.

Entregable	Fecha de entrega
Informe de avance 1	16/09/2016
Informe de avance 2	04/11/2016
Informe de avance 3	10/02/2016
Informe de avance 4	17/03/2017

Cuadro 1: Fechas de entrega de informes de avance.

Plan de Tareas

La duración total del proyecto es de 520 horas, con una dedicación de 20 horas semanales. A continuación se define el plan de tareas.

1. **Diseño** (84hs)
   - 1.1. Estudio comparativo de las tecnologías disponibles. (24hs)
   - 1.2. Diseño conceptual del sistema. (40hs)
   - 1.3. Diseño de interfaz de usuario y filtros predeterminados. (20hs)
2. ***Core* o Núcleo** (120hs)
   - 2.1. Instalación y configuración de servidor de aplicación. (32hs)
   - 2.2. Implementación de funcionalidad de captura de tráfico de red. (52hs)

2.3. Implementación de funcionalidad de registro de eventos. (24hs)

2.4. Documento de instalación. (12hs)

3. **Filtrado y visualización** (176hs)

3.1. Implementación de funcionalidad de filtrado en capa de red. (52hs)

1) Módulo de filtrado por host. (20hs)
2) Módulo de obtención de métricas. (32hs)

3.2. Implementación de funcionalidad de filtrado en capa de transporte. (60hs)

1) Módulo de filtrado por servicio. (20hs)
2) Módulo de obtención de métricas. (40hs)

3.3. Implementación de filtros predeterminados. (24hs)

3.4. Implementación de interfaz de usuario. (40hs)

4. **Integración** (140hs)

4.1. Integración de funcionalidades e interfaz de usuario. (60hs)

4.2. Pruebas de integración. (40hs)

4.3. Elaboración de informe. (40hs)

Informes de avance

Se presentarán 4 informes de avance en las fechas de finalización de cada etapa, detalladas en el Cuadro 2. A continuación se detalla que información será incluida en cada informe:

Informe de avance 1 Contendrá los resultados obtenidos en los estudios comparativos de las tecnologías y justificará la elección de las mismas. Además se incluirá una descripción general de la arquitectura del sistema.

Informe de avance 2 Contendrá información sobre el desempeño del núcleo del sistema. Se proveerá la guía de instalación y configuración de la plataforma. Además tendrá información sobre cambios realizados en los entregables anteriores.

Informe de avance 3 Contendrá una descripción de los mecanismos de filtrado utilizados y los resultados obtenidos. Además tendrá información sobre cambios realizados en los entregables anteriores.

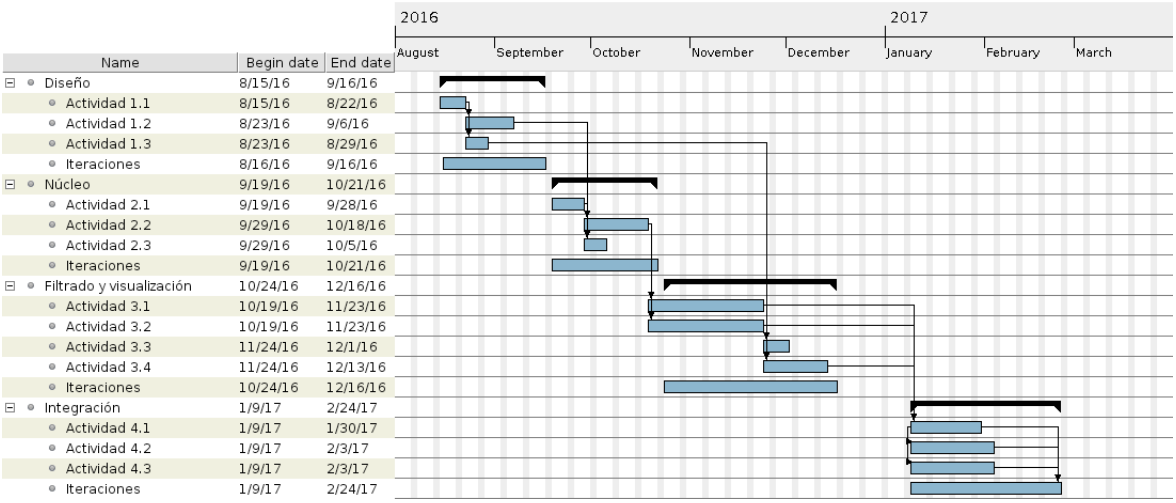
Etapa	Inicio	Finalización	Duración
Diseño	15/08/2016	23/09/2016	5 semanas
Core o Núcleo	26/09/2016	11/11/2016	6 semanas
Filtrado y visualización	14/11/2016	03/02/2017	11 semanas
Integración	06/02/2017	31/03/2017	7 semanas

Cuadro 2: Fechas estimativas de inicio y fin de actividades.

Informe de avance 4 Contendrá una información sobre los avances en el desarrollo de la interfaz de usuario. Se describirán las pruebas de integración del sistema. Además tendrá información sobre cambios realizados en los entregables anteriores.

Diagrama de Gantt

A continuación se muestra el diagrama de Gantt del proyecto.



Name	Begin date	End date
Diseño	8/15/16	9/16/16
Actividad 1.1	8/15/16	8/22/16
Actividad 1.2	8/23/16	9/6/16
Actividad 1.3	8/23/16	8/29/16
Iteraciones	8/16/16	9/16/16
Núcleo	9/19/16	10/21/16
Actividad 2.1	9/19/16	9/28/16
Actividad 2.2	9/29/16	10/18/16
Actividad 2.3	9/29/16	10/5/16
Iteraciones	9/19/16	10/21/16
Filtrado y visualización	10/24/16	12/16/16
Actividad 3.1	10/19/16	11/23/16
Actividad 3.2	10/19/16	11/23/16
Actividad 3.3	11/24/16	12/1/16
Actividad 3.4	11/24/16	12/13/16
Iteraciones	10/24/16	12/16/16
Integración	1/9/17	2/24/17
Actividad 4.1	1/9/17	1/30/17
Actividad 4.2	1/9/17	2/3/17
Actividad 4.3	1/9/17	2/3/17
Iteraciones	1/9/17	2/24/17

Figura 1: Diagrama de Gantt del proyecto.

Riesgos

En esta sección se enumeran los riesgos identificados, indicadores y estrategia a adoptar según corresponda. Para realizar el análisis cualitativo de los riesgos se asigna una probabilidad de ocurrencia y un impacto a cada riesgo. Luego se priorizan según su *severidad*. Los riesgos identificados son:

1. **No se pueden satisfacer las restricciones de performance:** la característica principal del sistema es la posibilidad de procesar tráfico en tiempo real. Puede darse un escenario donde las tecnologías disponibles no permitan alcanzar este requisito.

   Indicador: se observan demoras o un progreso lento en las etapas de Núcleo y/o Integración.
   Probabilidad de ocurrencia: Media.
   Impacto: Muy alto.
   Estrategia a adoptar: Mitigar (probabilidad). Se revisan continuamente los entregables de la etapa de Diseño con el fin de mejorar su calidad.

2. **No se dispone del hardware necesario:** el servidor de aplicaciones necesario para el desarrollo de la aplicación no se encuentra disponible

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

Cuadro 3: Probabilidad/impacto.

Severidad	Estrategia
menor que 4	Aceptar
5 a 15	Mitigar
16 a 25	Evitar

Cuadro 4: Estrategia según severidad.

Indicador: la etapa de Núcleo no puede comenzar.
Probabilidad de ocurrencia: Media.
Impacto: Alto.
Estrategia a adoptar: Mitigar (impacto). Se utilizará la infraestructura provista por la facultad.

3. **Los módulos del sistema no pueden ser integrados correctamente:** aunque cada uno de los módulos cumpla con los requisitos funcionales del sistema, puede ocurrir que el rendimiento se vea degradado producto de los retardos que puede introducir las interfaces de comunicación entre los módulos.

   Indicador: se observan demoras o un progreso lento en la etapa de Integración.
   Probabilidad de ocurrencia: Baja.
   Impacto: Muy alto.
   Estrategia a adoptar: Mitigar (probabilidad). Se revisan continuamente los entregables de la etapa de Integración con el fin de mejorar su calidad.

4. **Las tecnologías seleccionadas no pueden ser integradas:** se utilizarán un conjunto de tecnologías que deben coexistir para realizar el procesamiento de los datos. Es posible que se encuentren incompatibilidades entre alguna de ellas y no sea posible utilizarlas de forma conjunta.

   Indicador: se observan demoras o un progreso lento en la etapa de Diseño.
   Probabilidad de ocurrencia: Baja.
   Impacto: Alto.
   Estrategia a adoptar: Mitigar (impacto).
   Se realiza un estudio comparativo de varias tecnologías para disponer de alternativas a las determinadas inicialmente.

5. **El progreso del proyecto no es monitoreado adecuadamente:** es necesario elaborar una cierta cantidad de informes de avance. Puede ocurrir que debido a un monitoreo pobre del avance del proyecto estos documentos estén incompletos para la fecha de entrega.

   Probabilidad de ocurrencia: Media.
   Impacto: Bajo.
   Estrategia a adoptar: Mitigar (ocurrencia).
   Los cambios y avances realizados serán registrados mediante un sistema de control de versiones, agregando una breve descripción del trabajo realizado. Estas descripciones serán luego utilizadas para la elaboración de los informes de avance.

Análisis Riesgos

En esta sección se muestra el análisis realizado de los riesgos del proyecto, luego se definen las estrategias a adoptar y los riesgos ordenados por importancia según su severidad.

Riesgo	Imp.	% ocur.	Sev.
No se pueden satisfacer las restricciones de performance.	5	3	15
No se dispone del hardware necesario.	4	3	12
Los módulos del sistema no pueden ser integrados correctamente.	5	2	10
Las tecnologías seleccionadas no pueden ser integradas.	4	2	8
El progreso del proyecto no es monitoreado adecuadamente.	2	3	6

Cuadro 5: Lista de riesgos ordenados por severidad.

Presupuesto

A continuación se detalla el presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto. El servidor de desarrollo cuenta con hardware de red específico y será utilizado para ejecutar las pruebas del sistema.

Bienes de capital			
Estación de trabajo (costo de amortización)			$2691.
Procesador AMD FX6			
Memoria 8GB DDR3			
Monitores (configuración dual)			
Servidor de desarrollo			$18000.
Procesador Intel i5 o similar			
Memoria 16GB DDR3			
Interfaz de red para servidor (2 puertos)			
Impresora (costo de amortización)			$318
Servicios			
Servicio de Internet			$4000
Insumos			
Resma de Hojas			$80
Toner			$200
Artículos de librería			$150
Recursos humanos	**Costo por hora**	**Horas**	
Director de proyecto	$150	40	$6000
Diseñador	$110	84	$9420
Desarrollador	$100	364	$36400
Tester	$85	40	$3400
Costo total			$**80659**.

Bibliografía

[1] J. Postel, *Internet Protocol*, RFC 791 (INTERNET STANDARD), Updated by RFCs 1349, 2474, 6864, Internet Engineering Task Force, sep. de 1981. dirección: `http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt`.

[2] ——, *Transmission Control Protocol*, RFC 793 (INTERNET STANDARD), Updated by RFCs 1122, 3168, 6093, 6528, Internet Engineering Task Force, sep. de 1981. dirección: `http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt`.

[3] T. Socolofsky y C. Kale, *TCP/IP tutorial*, RFC 1180 (Informational), Internet Engineering Task Force, ene. de 1991. dirección: `http://www.ietf.org/rfc/rfc1180.txt`.

[4] ISO/IEC, *ISO/IEC 9126. Software engineering – Product quality.* ISO/IEC, 2001.

[5] A. Tanenbaum, *Computer Networks*, 4th. Prentice Hall Professional Technical Reference, 2002, ISBN: 0130661023.

[6] W. Stallings, *Data and Computer Communications (5th Ed.)* Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1997, ISBN: 0-02-415425-3.

[7] Q. Anderson, *Storm Real-Time Processing Cookbook.* Packt Publishing, 2013, ISBN: 1782164421, 9781782164425.

[8] P. Hunt, M. Konar, F. P. Junqueira y B. Reed, "Zookeeper: wait-free coordination for internet-scale systems", en *Proceedings of the 2010 USENIX Conference on USENIX Annual Technical Conference*, ép. USENIXATC'10, Boston, MA: USENIX Association, 2010, págs. 11-11.

[9] F. Junqueira y B. Reed, *ZooKeeper: Distributed Process Coordination.* O'Reilly Media, 2013, ISBN: 9781449361280.

[10] J. Leibiusky, G. Eisbruch y D. Simonassi, *Getting Started with Storm.* O'Reilly Media, Inc., 2012, ISBN: 1449324010, 9781449324018.