

INSTITUTO TECNOLÓGICO BUENOS AIRES

PROYECTO FINAL

PROYECTO TIX

Desarrollo e implementación de una arquitectura horizontalmente escalable

Autores

Matías Gabriel
DOMINGUES
Facundo Nahuel
MARTINEZ CORREA
Javier PÉREZ CUÑARRO

Tutor

Dr. Ing. José Ignacio
ALVAREZ-HAMELIN

12 de diciembre de 2017

Índice

1. Introducción	3
1.1. Sobre el Proyecto TiX	3
1.1.1. Sincronización de Relojes	3
1.1.2. Estimación de Calidad y Uso de la Conexión	3
1.2. Sobre la presente iteración	4
1.2.1. Motivación	4
1.2.2. Objetivos	4
1.2.3. Desarrollo del presente documento	5
2. Arquitectura	6
2.1. Arquitectura previa	6
2.1.1. Responsabilidades e implementación de los subsistemas	6
2.1.2. Funcionamiento conjunto del sistema	7
2.1.3. Fortelazas de esta arquitectura	7
2.1.4. Problemas y debilidades de esta arquitectura	8
2.2. Arquitectura actual	9
2.2.1. Responsabilidades y consideraciones de los subsistemas	11
2.2.2. Funcionamiento conjunto del sistema	16
2.2.3. Fortelazas de esta arquitectura	16
2.2.4. Debilidades y problemas de esta arquitectura	17
2.3. Conclusiones de la arquitectura actual	17
3. Implementación	18
3.1. Protocolo TiX	18
3.1.1. Diseño general del Protocolo	18
3.1.2. Funcionamiento del Protocolo	19
3.1.3. Taxonomía de los paquetes	19
3.1.4. Taxonomía de los reportes	21
3.2. El Subsistema de Ingesta y Procesamiento	21
3.2.1. Servicio tix-time-server	21

3.2.2.	Servicio tix-time-condenser	22
3.2.3.	Servicio tix-time-processor	23
3.2.4.	Despliegue y puesta en producción	27
3.3.	El Subsistema Cliente	27
3.3.1.	Aplicación Cliente	27
3.3.2.	Reporter	29
3.4.	El Subsistema de Presentación y Administración de Datos	29
3.4.1.	Despliegue y puesta en producción	31
4.	Ensayos	32
4.1.	Prueba de Sistema	32
4.1.1.	Objetivos	32
4.1.2.	Indicadores propuestos	32
4.1.3.	Consideraciones	32
4.1.4.	Metodología	33
4.1.5.	Resultados	34
4.2.	Prueba de Carga	34
4.2.1.	Objetivos	34
4.2.2.	Indicadores propuestos	34
4.2.3.	Consideraciones	35
4.2.4.	Metodología	35
4.2.5.	Resultados	35
4.3.	Beta-testing	35
5.	Conclusiones	37
5.1.	Aprendizajes y resultados	37
5.2.	Trabajo pendiente y posibles mejoras o ampliaciones	37
	Referencias	38

1. Introducción

1.1. Sobre el Proyecto TiX

El Proyecto TiX (Traffic Information eXchange) busca crear una herramienta para la medición de calidad y uso en las conexiones a Internet con la menor saturación posible del canal.

El sistema del Proyecto consta de dos partes bien definidas: el cliente, instalado en cada uno de los usuarios, y el servicio, instalado en la infraestructura de TiX. Mediante la recolección de los tiempos de viaje de paquetes entre el cliente y el servicio, se hace un análisis usando un algoritmo que devuelve el porcentaje de Utilización y de Calidad de conexión, tanto de subida como de bajada.

Dichas mediciones son realizadas con paquetes UDP [1] en una especie de ping-pong entre el cliente y el servidor. Estos paquetes cuentan con cuatro marcas de tiempo con la cantidad de nanosegundos desde el comienzo del día. Los mismos corresponden a los momentos en que:

- se envía el paquete desde el cliente al servidor
- se recibe en el servidor
- se envía el paquete desde el servidor al cliente
- se recibe en el cliente

1.1.1. Sincronización de Relojes

Para la toma de tiempos en las mediciones se usan los relojes de los Sistemas Operativos donde residen el cliente y el servicio. Si bien muchos Sistemas Operativos mantienen sus relojes sincronizados mediante el uso de NTP [2], esto no necesariamente es cierto para todos los equipos conectados a Internet. A su vez, el protocolo NTP no es lo suficientemente preciso, dando en el mejor de los casos sincronizaciones dentro del milisegundo. También puede haber saltos abruptos de tiempo debido a una sincronización de relojes que pudo haber sucedido entre dos tomas de tiempo de una misma medición.

Todo esto concluye en que los tiempos que son usados en las mediciones no son confiables. Es por ello que hay un método de sincronización de relojes dentro del sistema que permite mejorar la precisión de las diferencias entre las marcas de tiempo.

1.1.2. Estimación de Calidad y Uso de la Conexión

Para la estimación de la Calidad y Uso de la Conexión modelamos el tráfico en Internet como si fuera un proceso auto-similar. Existen estudios que indican

que el tráfico paquetizado en Internet tiene varias propiedades típicas de estos procesos [3, 4]. Además, este modelo permite describir el comportamiento del tráfico tanto para corta como para larga dependencia con sólo tres parámetros: la media de la tasa de tráfico, la varianza del tráfico y el coeficiente de Hurst.

1.2. Sobre la presente iteración

1.2.1. Motivación

El proyecto se tomó luego de dos iteraciones por parte de dos equipos distintos. En estas los objetivos fueron de inicio y avance del proyecto, agregando mejoras y funcionalidades.

Por un lado, existía la necesidad de seguir agregando funcionalidades. Tales incluían, pero no se limitaban, a:

- Portar el cliente a dispositivos móviles para medir la calidad de las conexiones de redes celulares
- Lograr que el sistema tenga una alta estabilidad y disponibilidad
- Lograr que el sistema tenga una alta escalabilidad, suficiente para cubrir más de cinco mil usuarios
- La posibilidad de lograr pruebas comparativas simultáneas de distintos métodos para las estimaciones.

Por otro lado, se quería mejorar la calidad del producto con la idea de que sea considerado un proyecto de Código Libre de calidad.

Sin embargo, por diversos motivos, la calidad del sistema en ese momento era difícil de medir y comprobar. La instalación era compleja y su reproducción laboriosa, ya que se necesitaba que el entorno estuviese preparado de manera similar al servidor de pruebas. Además, muchos de estos conocimientos no estaban documentados, con lo que hubo que recurrir a los creadores originales.

Todo esto redundó en la imperiosa necesidad de ordenar el código y la arquitectura, con el fin de que el sistema pudiera llegar a los ideales especificados. Esto también implicaba la provisión de documentación on-line, en el código y facilidades para la implementación del sistema del servicio por parte de privados.

1.2.2. Objetivos

Dadas las motivaciones y las necesidades de continuidad del proyecto, se destilaron los siguientes objetivos:

- Hacer un sistema que logre proveer servicio a por lo menos 5.000 usuarios concurrentes.
- El cliente del sistema debe ser de fácil instalación para el usuario y debe estar pensado para múltiples plataformas por diseño.
- El servicio del sistema debe ser de fácil instalación para cualquier persona que desee replicarlo en su infraestructura, dados los conocimientos básicos necesarios para el mantenimiento de la misma.
- El Proyecto TiX debe contar con una calidad suficiente para que pueda ser continuado de forma ininterrumpida por otro grupo totalmente ajeno al proyecto.

1.2.3. Desarrollo del presente documento

A lo largo de este documento se procede a explicar el desarrollo de la iteración actual, intentando justificar con la mayor profundidad posible la lógica detrás de las decisiones tomadas.

En la sección de Arquitectura se explica en alto nivel el diseño del sistema en general. Se hace un repaso de la arquitectura previa, su funcionamiento, y las ventajas y desventajas de dicho enfoque.

Luego se detalla la arquitectura actual, haciendo hincapié en las razones del cambio, su funcionamiento, y las ventajas y desventajas del nuevo enfoque. También se detalla y justifica la selección de herramientas y tecnologías de desarrollo, operaciones, orquestación, pruebas y puesta en producción.

En la sección de Implementación se explica a bajo nivel cada una de las partes del sistema. Explayándose debidamente de acuerdo a su funcionalidad, diseño e interoperabilidad con el resto de las partes del sistema. Es necesario aclarar que dicha sección está pensada como documentación explícita para desarrolladores del sistema.

En la sección de Ensayos se explican los distintos tipos de pruebas que le fueron realizados al sistema con el fin de comprobar su actual calidad y el grado de cumplimiento para con los objetivos pactados.

Por último, en la sección de Conclusiones se desarrollan los resultados finales de la actual iteración, así como se plantean los lineamientos para la continuación del proyecto.

Referencias

- [1] J. Postel, “User datagram protocol,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., aug 1980. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>
- [2] D. Mills, “Network time protocol (NTP),” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., sep 1985. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc958>
- [3] M. E. Crovella and A. Bestavros, “Self-similarity in world wide web traffic: evidence and possible causes,” *IEEE/ACM Transactions on networking*, vol. 5, no. 6, pp. 835–846, 1997.
- [4] W. E. Leland, M. S. Taqqu, W. Willinger, and D. V. Wilson, “On the self-similar nature of ethernet traffic (extended version),” *IEEE/ACM Transactions on networking*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 1994.
- [5] Oracle, “Java Language Documentation.” [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/en/java/>
- [6] R. Johnson, J. Hoeller, K. Donald, C. Sampaleanu, R. Harrop, A. Arendsen, T. Risberg, D. Davison, D. Kopylenko, M. Pollack, T. Templier, E. Vervaet, P. Tung, B. Hale, A. Colyer, J. Lewis, C. Leau, M. Fisher, S. Brannen, R. Laddad, A. Poutsma, C. Beams, T. Abedrabbo, A. Clement, D. Syer, O. Gierke, and R. Stoyanchev, “Spring Framework Documentation.” [Online]. Available: <https://docs.spring.io/spring/docs/3.1.1.RELEASE/spring-framework-reference/html/>
- [7] Red Hat JBoss Middleware, “Hibernate ORM Documentation.” [Online]. Available: <http://hibernate.org/orm/documentation/>
- [8] Apache Software Foundation, “Apache Wicket Framework Documentation.” [Online]. Available: <https://ci.apache.org/projects/wicket/apidocs/1.5.x/index.html>
- [9] R. Mordani, Oracle, N. Abramson, Apache Software Foundation Art Technology Group Inc.(ATG), K. Avedal, BEA Systems, H. Bergsten, Boeing, Borland Software Corporation, Developmentor, J. Hunter, IBM, InterX PLC, R. Johnson, Lutris Technologies, New Atlanta Communications, LLC, Novell, Inc., Persistence Software, Inc., Pramati Technologies Progress Software, SAS Institute, Inc., Sun Microsystems, Inc., Sybase, and G. Wilkins, “Java™ Servlet 2.4 Specification,” Java Community Process, techreport 154, Nov. 2003. [Online]. Available: <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=154>
- [10] Python Software Foundation, “Python 2 Language Documentation.” [Online]. Available: <https://docs.python.org/2/>
- [11] R Development Core Team, “The R Language Manuals.” [Online]. Available: <https://cran.r-project.org/manuals.html>

- [12] J. Buck and L. Hambley, “Capistrano Documentation.” [Online]. Available: <http://capistranorb.com/>
- [13] Y. Matsumoto, “Ruby Language Documentation.” [Online]. Available: <https://www.ruby-lang.org/en/documentation/>
- [14] The Open Group and IEEE Std, “crontab,” The Open Group, techreport, 2001. [Online]. Available: <http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799/utilities/crontab.html>
- [15] R. T. Fielding, “Architectural styles and the design of network-based software architectures,” phdthesis, University of California, 2000. [Online]. Available: <http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>
- [16] Travis-CI Community, “Travis-CI.” [Online]. Available: <http://travis-ci.org/>
- [17] Docker, Inc., “Docker.” [Online]. Available: <https://www.docker.com/>
- [18] —, “Dockerhub.” [Online]. Available: <https://hub.docker.com/>
- [19] —, “Docker Compose Documentation.” [Online]. Available: <https://docs.docker.com/compose/>
- [20] Apache Software Foundation, “Apache Maven.” [Online]. Available: <https://maven.apache.org/>
- [21] T. Lindholm, F. Yellin, G. Bracha, and A. Buckley, *The Java Virtual Machine Specification, Java SE 8 Edition*, A.-W. Professional, Ed. Addison-Wesley Professional, 2014. [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/javase/specs/jvms/se8/html/index.html>
- [22] Facebook, Instagram, and Community, “React framework (reactjs).” [Online]. Available: <https://reactjs.org/>
- [23] T. Koppers, S. Larkin, J. Ewald, J. Vepsäläinen, K. Kluskens, and W. contributors, “Webpack.” [Online]. Available: <https://webpack.js.org/>
- [24] M. Jones, J. Bradley, and N. Sakimura, “JSON web token (JWT),” IETF, Tech. Rep., may 2015. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>
- [25] E. R. Fielding and E. J. Reschke, “Hypertext transfer protocol (HTTP/1.1): Authentication,” IETF, Tech. Rep., jun 2014. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc7235>
- [26] Netty Project Community, “Netty.” [Online]. Available: <https://netty.io/>
- [27] P. Webb, D. Syer, J. Long, S. Nicoll, R. Winch, A. Wilkinson, M. Overdijk, C. Dupuis, S. Deleuze, and M. Simons, “Spring Boot Documentation,” 2017. [Online]. Available: <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/htmlsingle/>

- [28] The Scipy Community, “NumPy Reference Guide.” [Online]. Available: <https://docs.scipy.org/doc/numpy-1.13.0/reference/>
- [29] —, “Scipy reference guide.” [Online]. Available: <https://docs.scipy.org/doc/scipy-1.0.0/reference/>
- [30] J. D. Hunter, M. Droettboom, T. A. Caswell, and The Matplotlib Community, “Matplotlib user’s guide.” [Online]. Available: <http://matplotlib.org/users/index.html>
- [31] The scikit-learn Community, “scikit-learn documentation.” [Online]. Available: <http://scikit-learn.org/stable/documentation.html>
- [32] Jupyter Team, “Jupyter documentation.” [Online]. Available: <https://jupyter.readthedocs.io/en/latest/contents.html>
- [33] A. Solem, “Celery user manual.” [Online]. Available: <http://docs.celeryproject.org/en/latest/>
- [34] Pivotal, “Rabbitmq documentation.” [Online]. Available: <https://www.rabbitmq.com/documentation.html>
- [35] J. Postel, “Transmission control protocol,” DARPA Internet Program, Tech. Rep., sep 1981. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc793>
- [36] J. Nagle, “Congestion control in IP/TCP internetworks,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., jan 1984. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc896>
- [37] F. Yergeau, “UTF-8, a transformation format of ISO 10646,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., nov 2003. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc3629>
- [38] R. L. Rivest, A. Shamir, and L. M. Adleman, “Cryptographic communications system and method,” United States Patent Patent 4,405,829, 1983. [Online]. Available: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PALL&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&r=1&f=G&l=50&s1=4405829.PN.&OS=PN/4405829&RS=PN/4405829>
- [39] M. Cooper, Y. Dzambasow, P. Hesse, S. Joseph, and R. Nicholas, “Internet x.509 public key infrastructure: Certification path building,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., sep 2005. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc4158>
- [40] Q. H. Dang, “Secure hash standard,” National Institute Of Standards and Technology, Tech. Rep., jul 2015. [Online]. Available: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.180-4.pdf>

- [41] B. Kaliski, “PKCS #1: RSA encryption version 1.5,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., mar 1998. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc2437>
- [42] S. Aiyagari, A. Richardson, M. Arrott, M. Ritchie, M. Atwell, S. Sadjadi, J. Brome, R. Schloming, A. Conway, S. Shaw, R. Godfrey, M. Sustrik, R. Greig, C. Trieloff, P. Hintjens, K. van der Riet, J. O’Hara, S. Vinoski, and M. Radestock, “Advanced message queuing protocol,” , techreport, 2008. [Online]. Available: <https://www.rabbitmq.com/resources/specs/amqp0-9-1.pdf>
- [43] T. Bray, “The JavaScript object notation (JSON) data interchange format,” Internet Engineering Task Force, Tech. Rep., mar 2014. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc7159>
- [44] F. Wasilewski, “Pywavelets documentation.” [Online]. Available: <https://pywavelets.readthedocs.io/en/latest/#license>
- [45] Oracle, “Javafx.” [Online]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/javafx-overview-2158620.html>
- [46] —, “Swing.” [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/javax/swing/package-summary.html>
- [47] —, “Fxml.” [Online]. Available: https://docs.oracle.com/javafx/2/api/javafx/fxml/doc-files/introduction_to_fxml.html
- [48] E. Syse and F. contributors, “Fxlauncher.” [Online]. Available: <https://github.com/edvin/fxlauncher>
- [49] Azureus Software, Inc., “Vuze bittorrent client web page.” [Online]. Available: <https://www.vuze.com/>
- [50] H. Hope, “inxi documentation.” [Online]. Available: <https://smxi.org/docs/inxi-man.htm>