

Método para realizar copias de seguridad de imágenes médicas basado en tareas automatizadas

Method to perform medical images backups based on automated tasks

Felipe Rodrigues Martinez Basile¹, Leonardo Juan Ramirez-Lopez², Flávio Cezar Amate³

¹Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Campus São Paulo Pirituba

²Professor da Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia,

³Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Campus Bragança Paulista

felipe.basile@ifsp.edu.br, leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co, amate@ifsp.edu.br

Resumen, Se necesitan métodos de respaldo mejorados para servicios que utilizan tecnologías que involucran procesos de informatización actuales en hospitales, clínicas y consultorios médicos. Los servicios médicos necesitan constantemente mantener y acceder a la información a través de tecnologías de comunicación para administrar la información médica en las infraestructuras de la red de atención médica. Este estudio utilizó herramientas informáticas dentro del entorno Linux, para desarrollar un software basado en el script bash, que proporciona un sistema de respaldo automatizado para tareas de infraestructura de red de atención médica. El software se evaluó realizando 48 tareas de respaldo y enviando los correos electrónicos correspondientes notificando al profesional médico sobre el respaldo. El uso de este método basado en computadora para tareas de copia de seguridad automatizadas permitió la copia de seguridad de la información médica y sobre la infraestructura de la red de atención médica en el entorno Linux.

Palabras clave: sistemas de imagen médica, telemedicina, seguridad, redes de salud

Abstract, Improved backup methods for services using technologies involving current computerization processes in hospitals, clinics and physician's offices are needed. Medical services constantly need to maintain and access information through communication technologies to manage medical information in health care network infrastructures. This study used computing tools such as inside the Linux environment, to develop a software based on the bash script programming language, that provides an automated backup system for health care network infrastructure tasks. The software was evaluated performing 48 back-up tasks and sending corresponding e-mails notifying the medical professional of the backup. The use of this computer-based method for automated backup tasks allowed the backing up of medical information and sending information on the health care network infrastructure in the Linux environment.

Keywords: medical image systems, security, telemedicine, health networks.

1 Introducción

El proceso de información relacionada con la infraestructura de atención médica que utiliza PACS y el uso de imágenes médicas está aumentando rápidamente [1] [2] [3]. Los consultorios médicos y las clínicas dependen cada vez más de obtener y acceder a la información médica de forma electrónica. En el caso de una falla en la infraestructura de la red de salud local, es necesario que los profesionales de la salud tengan acceso a información de respaldo segura [4].

El sistema operativo Linux es muy adecuado para proporcionar rendimiento y seguridad para la información médica no solo en grandes hospitales, sino también en consultorios médicos y clínicas. El hospital INCOR en São Paulo, Brasil (Instituto Nacional del Corazón) representa una gran infraestructura de atención médica y ha utilizado con éxito el sistema operativo Linux [5]. Se han desarrollado nuevos sistemas de información para mantener y enviar información sobre las infraestructuras de la red de atención médica, por ejemplo, sistemas de monitoreo para mantener y mantener datos tales como resultados de ECG, registros electrónicos de pacientes, información de hospitales y clínicas, y diagnósticos [6].

Del mismo modo, la transmisión de datos médicos mediante WLAN (Wireless Local Area Network) permite el acceso en tiempo real a la información del paciente [7]. El SBIM es otro ejemplo de un sistema informático para almacenar y administrar datos médicos. Este sistema proporciona herramientas para administrar y compartir imágenes, contiene una plataforma para el análisis de imágenes utilizando tecnologías web y permite el intercambio de información entre usuarios [8].

Las aplicaciones de código abierto se han desarrollado para establecer conexiones seguras para la transmisión de imágenes médicas mediante protocolos seguros en entornos Linux [9], incluidos dispositivos móviles en la plataforma de Android para respaldar información médica [10].

Sin duda, la regulación de la privacidad de los datos médicos que se transmitirán es crítica para garantizar la confidencialidad médica, especialmente cuando surgen nuevos desafíos de seguridad de conectividad con ciudades inteligentes e internet de las cosas [11] [12].

Por lo tanto, los estudios en informática sanitaria son necesarios para el desarrollo de nuevos métodos basados en tareas automatizadas para hacer copias de seguridad de imágenes médicas en sistemas de información utilizados en infraestructuras de redes de atención médica.

2 Métodos

El desarrollo de un nuevo método con tareas automatizadas para la copia de seguridad de imágenes médicas implicaba cuatro procesos: desarrollo del software, tarea de copia de seguridad de imágenes médicas, tarea de envío de información y uso de herramientas computacionales. Estos elementos permitieron el acoplamiento y la cohesión entre cada proceso para realizar tareas en un entorno computacional como GNU/Linux.

2.1 Desarrollo de software

Se usó un patrón predeterminado para la creación de scripts para ejecutar copias de seguridad automáticas de imágenes médicas y la transmisión de información. Se utilizó el modelo de vida clásico, basado en el principio de las secuencias de pasos en el que se pueden definir los requisitos de un paso antes del desarrollo de otro paso. Por lo tanto, se aplicaron las mejores prácticas de ingeniería de software y los pasos principales en el proceso de desarrollo incluyeron la recopilación de requisitos, análisis y diseño, implementación, pruebas e instalación.

La recopilación de requisitos se considera requisitos funcionales y no funcionales. Requisitos funcionales del software previstos para la ejecución de copias de seguridad y la transmisión de información sobre la infraestructura sanitaria. Los requisitos no funcionales del software (1) se ajustan a la ejecución de tareas en modo automático utilizando un cronograma determinado por el administrador de la infraestructura, (2) deben desarrollarse dentro de un contexto de código abierto, (3) utilizarán protocolos seguros para transmitir información médica.

2.3 Copia de seguridad de imagen medica

La copia de seguridad de las imágenes médicas se implementó ejecutando scripts en el lenguaje bash; Este lenguaje se usa a menudo en el entorno Linux. Estas secuencias de comandos contienen parámetros que permiten el uso del protocolo SSH (shell seguro) y el registro de información sobre la copia de seguridad. La versión 2 del protocolo SSH se usó y configuró en el extremo del cliente y del servidor considerando la conexión segura punto a punto, incluidos aspectos como la autenticidad, la privacidad y la confidencialidad en la transmisión de imágenes médicas. El código de programa muestra el script creado en lenguaje bash que contiene el comando principal para hacer una copia de seguridad de las imágenes médicas utilizando el protocolo SSH versión 2.

```
#!/bin/bash
rync -avh stats --progress -e ssh /home/a/medicalserverA/dicom_images/
user@10.20.34.1:/home/a/medicalserverB/dicom_images
```

3 Enviando información

El envío de información sobre las tareas de respaldo se realizó utilizando los scripts creados para capturar información sobre la infraestructura de la red de atención médica; esta información se enviará por correo electrónico a los administradores del sistema. Se escribió un encabezado de correo electrónico dirigido al administrador del sistema para notificar que se proporcionó información importante. Este encabezado se compone de la información principal que se incluirá dentro de un archivo de texto (message.txt). Esta información incluye el destinatario (Para: administrador), la dirección del remitente (De: username@provider.com) y la descripción del asunto (asunto) del mensaje.

La unión entre los comandos computacionales para capturar detalles sobre la infraestructura de la red de atención médica se muestra en lo código del programa

descrito. Los comandos como ifconfig y grep permiten capturar y registrar la información dentro del archivo de texto (allinfo.txt).

Del mismo modo, la fecha de comando computacional se utilizó para permitir el registro de la fecha de un evento específico dentro de un archivo de texto. Esta información es muy importante para la organización y administración de eventos en un sistema. Además, los detalles sobre los comandos computacionales utilizados para capturar información son importantes para la evaluación del espacio de almacenamiento disponible en el servidor. La disponibilidad de espacio de almacenamiento es información crítica para los administradores al tomar decisiones sobre tareas de respaldo.

Estos detalles son muy importantes para que los administradores decidan continuar o detener las tareas de respaldo considerando el espacio de almacenamiento:

```
#!/bin/bash
cat <<EOF > /home/a/doc/art/allinfo.txt
Network information
EOF
/sbin/ifconfig | grep -e 10.20.>> /home/a/doc/art/allinfo.txt
Date of capture
EOF
date >> /home/a/doc/art/allinfo.txt
cat <<EOF >> /home/a/doc/art/allinfo.txt
hard disk information
EOF
/bin/df -h | grep -e Filesystem -e sda1 >> /home/a/doc/art/allinfo.txt
```

El sistema operativo GNU/Linux crea registros sobre intentos válidos e inválidos para establecer conexiones seguras con el protocolo SSH. La información sobre la fecha, el servicio y los mensajes enviados se registraron para cada evento, en cada intento de conexión utilizando el protocolo SSH, entre un cliente y el servidor. Por lo tanto, estos registros se capturaron en el servidor desde el contexto (/ var / log) en los archivos auth.log, como se describe a continuación:

```
#!/bin/bash
find /var/log -cmin -60 | xargs grep -E 'Accepted password' /var/log/auth.log >
/home/a/Document/art/logininfo.txt
grep -E "'date+%b%d'" /home/a/doc/art/logininfo.txt >
/home/a/doc/art/logininfo2.txt | xargs sort
/home/a/doc/art/logininfo2.txt | uniq >
/home/a/doc/art/finalinfo.txt
```

Toda la información sobre conexiones seguras fue capturada y guardada dentro del archivo de texto de acuerdo con su ocurrencia. Este archivo de texto contiene información sobre el intento de conexión que se aceptó durante las tareas de copia de seguridad, como se describe abajo:

```
#!/bin/bash
```

```
/home/a/doc/art/scriptsshcon.sh
cat <<EOF >> /home/a/doc/art/message.txt
SSH connections
EOF
cat /home/a/doc/art/floginalinfo.txt >> /home/a/doc/allinfo.txt
```

Después de la captura de información de red, fecha, espacio de almacenamiento y datos sobre conexiones seguras a la copia de seguridad, se usaron comandos computacionales para compilar toda la información (allinfo.txt) dentro del archivo de texto (message.txt) que se enviará mediante el comando ssmtp:

```
#!/bin/bash
cat /home/a/doc/art/allinfo.txt >> /home/a/doc/art/message.txt
/usr/sbin/ssmtp user@provider.com < /home/a/doc/art/message.txt
```

4 Herramientas computacionales

CRONTAB y SSMTP se utilizaron como herramientas computacionales para organizar y definir algunas tareas relacionadas con la creación de scripts en el entorno Linux. El comando SSMTP se utilizó con scripts para enviar la información médica. Además, algunos parámetros de configuración se definieron en el servidor dentro del siguiente contexto: /etc/ssmtp/ssmtp.conf. El protocolo TLS se aplicó para establecer un túnel de criptografía para enviar la información de la infraestructura de atención médica por correo electrónico:

```
#!/bin/bash
root=user@provider.com
mailhub=smtp.provider.com:port
FromLineOverride=YES
UseTLS=YES
UseSTARTTLS=YES
AuthUser=username@provider.com
AuthPass=password
```

El comando CRONTAB se utilizó para organizar y definir las tareas automatizadas siguiendo el cronograma establecido por el administrador del sistema de red. El código del programa descrito muestra el cronograma aprobado por el administrador de la red utilizando el comando CRONTAB utilizando scripts bash para automatizar las tareas de respaldo y enviar información.

```
#!/bin/bash
MIN HOUR * * SUN-FRI /home/a/doc/art/backup_medical_images.sh >>
/dev/pts/4
```

5 Experimentos

El software desarrollado se utilizó para probar el respaldo de imágenes médicas y el envío de información sobre el respaldo a los administradores durante un período de seis días; Se evaluó el rendimiento y la tasa de éxito para el cumplimiento de tareas automatizadas programadas específicas. La Fig. 1 muestra la infraestructura de atención médica implementada.

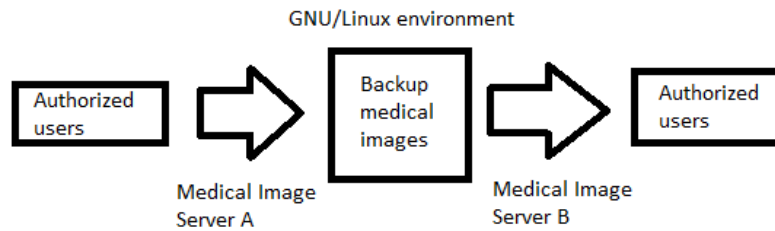


Fig. 1. Tareas Automatizadas en entorno GNU / Linux

Los requisitos mínimos de hardware para instalar esta infraestructura de red de atención médica son: computadora 1 (Medical Image Server A) con 2 GBytes de RAM, disco duro con 32 GBytes y tecnología de procesador de un solo núcleo (procesador AMD Athlon 64 3000+) con Linux sistema operativo (Ubuntu Lucid 10.04 - 32 bits) junto con la computadora 2 (Medical Image Server B) con 512 MBytes, disco duro con 32 GB y procesador Pentium IV 1.9 GHz con el sistema operativo Linux (Ubuntu Precise Pangolin 12.04 LTS).

6 Resultados y discusión

Se realizaron un total de 48 copias de seguridad de imágenes médicas y 48 eventos de envío de correos electrónicos cumpliendo con las actividades programadas, durante 6 días dentro de una semana, y utilizando el comando CRONTAB para tareas automatizadas (Tabla 1).

Tabla 1. Scheduled automated tasks.

Tasks	Scheduled automated tasks	Total tasks
Medical Image Backups	12 am, 3 am, 6 am, 9 am, 12 pm, 3 pm, 6 pm, 9 pm	48 backups per week
Sending Report E-mails	1:30 am, 4:30 am, 7:30 am, 10:30 am, 1:30 pm, 4:30 pm, 7:30 pm, 10:30 pm	48 e-mails sent per week

La Tabla 1 muestra las tareas realizadas en los siguientes horarios programados: 12 a.m., 3 a.m., 6 a.m., 9 a.m., 12 p.m., 3 p.m., 6 p.m., 9 p.m. en un total de 8 copias de seguridad diarias del servidor médico A al servidor médico B, que comprende 48 respaldos médicos dentro de una semana. El envío de información del servidor médico

B a los administradores de atención médica siguió los horarios programados a las 1:30 a.m., 4:30 a.m., 7:30 a.m., 10:30 a.m., 1:30 p.m., 4:30 p.m., 7 : 30 pm, 10:30 pm que representan un total de 48 correos electrónicos enviados dentro de una semana. Estos mensajes de correo electrónico contienen informes detallados sobre la información de la infraestructura de la red de atención médica que considera los datos sobre las tareas de copia de seguridad automatizadas.

Estos informes contienen información sobre la configuración de la red, las fechas de transmisión de datos, el espacio de almacenamiento disponible para respaldos posteriores e información sobre intentos válidos de respaldar tareas utilizando el protocolo SSH para conexiones seguras.

Se desarrolló un nuevo método que permite automatizar la copia de seguridad de las imágenes médicas y enviar información sobre las infraestructuras a los administradores de sistemas médicos. Este nuevo método ayuda a los profesionales informáticos que trabajan en los sistemas de atención médica a administrar las infraestructuras de red de atención médica. Los resultados demuestran que este método puede reflejarse en servidores dentro de infraestructuras locales o remotas que son confiables para la recuperación de información médica [4].

El entorno Linux proporciona rendimiento y seguridad, dos características que son importantes para los profesionales de la informática que trabajan en redes de infraestructuras de atención médica [5]. Por lo tanto, usar el entorno Linux para desarrollar nuevos sistemas de información para informática médica considerando las mejores prácticas de ingeniería de software, usando scripts bash e incluyendo aspectos funcionales de transmisión de imágenes médicas a través de protocolos seguros es muy relevante [10] [13] [14].

7 Conclusión

Los resultados demuestran que el método desarrollado en un entorno Linux para respaldar automáticamente las imágenes médicas y notificar a los administradores del sistema por correo electrónico fue eficiente y se realizó de acuerdo con todas las tareas programadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Grupo de Informática y Tecnología en Educación y Sociedad (GITES) del campus IFSP São Paulo Pirituba pelo apoio logístico, y también a la Universidad Militar Nueva Granada.

References

1. Fu, H., Jin, Z., Dai, J., Chen, K., Wang, T., Li, T., & Gao, P., "Picture archiving and communication system in China: The development, problem, and integrating strategy with IHE," *International Congress Series*, vol. 1256, pp. 915–923, Jun. 2003. doi:10.1016/S0531-5131(03)00246-2
2. M. Hood, H. Scott, "Introduction to picture archive and communication systems," *Journal Radiology Nursing*, vol. 25, no. 3, pp. 69–74, Sep. 2006. doi: 10.1016/j.jradnu.2006.06.003

3. Dinesh Kapoor, "Picture Archiving and Communication Systems (PACS) – A New Paradigm in Healthcare," *Apollo Medicine*, vol. 7, no. 3, pp. 181–184, Sep. 2010.
4. Tese: Doutorado - Faculdade de Medicina da USP Ambiente Computacional de Apoio à Prática Clínica (2000) Chao Lung Wen.
5. R. Silveira, "Informatização do Incor racionaliza serviços e recebe prêmio Gestão-SP," *Diário Oficial da União – Poder Executivo*, vol. 114, no. 228, Dec. 2004. São Paulo.
6. Hung, K., Zhang, Y. T., "Implementation of a WAP-Based telemedicine system for patient monitoring," *Ieee Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 7, no. 2, pp. 101-107, Jun. 2003.
7. Lin, Y.H., Jan, I.C., Ko, P.C.I., Chen Y.Y., Wong, J.M., Jan, G.J., "A wireless PDA-based physiological monitoring system for patient transport," *Ieee Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 8, no. 4, pp. 439-447, Dec. 2004.
8. Neves, L. A. P., Porcides, G. M.; Giraldo, G. A., "SBIM: An Internet Manager for Sharing Biological and Medical Images," *Journal of Health Informatics*, vol. 3, pp. 137-145, 2011.
9. Basile, F.R.M, Amate, F.C., "Secure Transmission of Medical Images by SSH Tunneling," *HCI International 2011 – Posters' Extended Abstracts Communications in Computer and Information Science*, vol. 173, pp. 486-490, Jul 2011.
10. Basile, F.R.M.; Amate, F.C., "Application to management of medical images backup using mobile devices by ssh tunneling," *CBIS 2012 – Congresso Brasileiro de Informática na Saúde*, Curitiba, Brazil, Nov 2012.
11. Armstrong DG, Kleidermacher DN, Klonoff DC, Slepian MJ. Cybersecurity regulation of wireless devices for performance and assurance in the age of "medjacking". *Journal of diabetes science and technology*. 2016 Mar;10(2):435-8.
12. Zeadally, S., Isaac, J. T. and Baig, Z., 2016. Security attacks and solutions in electronic health (e-health) systems. *Journal of medical systems*, 40(12), p.263.
13. Rezaeibagha, F. and Mu, Y., 2018. Practical and secure telemedicine systems for user mobility. *Journal of biomedical informatics*, 78, pp.24-32.
14. Thilakanathan, D., Calvo, R.A., Chen, S., Nepal, S. and Glozier, N., 2016. Facilitating secure sharing of personal health data in the cloud. *JMIR medical informatics*, 4(2), p.e15