

Automatización de las Tareas de Administración de Redes de Ordenadores bajo Linux

Rafael Ángel García Leiva*
Universidad Autónoma de Madrid

Maite Barroso Lopez, Germán Cancio Melia, Lionel Cons, Ian Neilson y Piotr Poznanski
CERN: Laboratorio Europeo de Física de Altas Energías (Suiza)

Enrico Ferro
INFN: Instituto Nacional de Física Nuclear (Italia)

Cristina Aiftimiei
INIPNE: Instituto Nacional de Física e Ingeniería Nuclear (Rumania)

Paul Anderson y Alexander Holt
Universidad de Edimburgo

Michael George y Andrew Washbrook
Universidad de Liverpool

4 de septiembre de 2003

Resumen

En el presente documento se describe un nuevo conjunto de herramientas de ayuda para la instalación, configuración y mantenimiento de una red de ordenadores bajo el sistema operativo GNU/Linux. Las herramientas descritas permiten reducir sustancialmente los costes de administración y operación de una red de ordenadores.

1. Introducción

DataGrid [1] es un proyecto financiado por la Unión Europea con el objetivo de crear el software y las herramientas necesarias para instalar y operar un entorno de computación *Grid*. Los entornos *Grid* nos permiten realizar tareas de cálculo inten-

sivo y de gestión de grandes volúmenes de datos. Una introducción a las características de los sistemas *Grid* puede encontrarse en [2].

El software *DataGrid* ha sido especialmente diseñado para el análisis de los datos provenientes de la exploración científica, como por ejemplo, el gran volumen de datos que generará el nuevo Gran Colisionador de Hadrones que actualmente se encuentra en construcción en el Laboratorio Europeo de Física de Altas Energías CERN [3].

Citando los requerimientos del proyecto *DataGrid*:

El objetivo del proyecto DataGrid es construir la siguiente generación de infraestructuras de cálculo, proporcionando computación intensiva y análisis de bases de datos compartidas de gran tamaño, desde cientos de TeraBytes hasta PetaBytes,

*Dirección de Contacto: angel.leiva@uam.es

a lo largo de comunidades científicas ampliamente distribuidas.

El proyecto DataGrid se compone de varios grupos de trabajo, cada uno de ellos encargado de realizar una tarea específica. El objetivo del grupo de trabajo WP4 (*Work Package 4 - Fabric Management* [4]) es desarrollar un conjunto de herramientas y técnicas que nos facilite la gestión de redes de ordenadores de gran tamaño, reduciendo los costes de administración y operación de sistemas.

En este artículo se presenta parte del trabajo realizado dentro del grupo de trabajo WP4 del proyecto DataGrid. En concreto, se presentan aquellas herramientas que son más interesantes desde el punto de vista del administrador de sistemas responsable del mantenimiento de una red de equipos Linux.

2. Motivación

Una red de ordenadores para cálculo científico típica contiene una gran variedad de equipos, con distintas características hardware y con funciones muy dispares. Ejemplos de los equipos que podemos encontrar en este tipo de redes son:

- nodos de cálculo donde se ejecutan los trabajos,
- nodos maestro que coordinan el trabajo de los nodos de cálculo,
- servidores de almacenamiento de datos, como servidores de disco (NFS, AFS, GridFTP, etc.), o equipos de almacenamiento en cinta,
- servidores de instalación y repositorios de software,
- servidores de información, como por ejemplo gestores de bases de datos,
- equipos de infraestructura de red, tales como servidores DNS o servidores DHCP, y
- otros muchos tipos de servidores, como equipos de sincronización horaria, gestores de claves y credenciales, etc.

Gestionar una red de ordenadores de esta complejidad es una tarea ardua y difícil. El mantenimiento

de la red no sólo implica la gestión de los componentes individuales (actualizaciones, parches, etc.), sino también la gestión de las interdependencias entre los distintos componentes, lo que exige un orden preciso de las tareas a realizar. Por ejemplo, parar un servidor NFS para mantenimiento implica una modificación previa de la configuración de todos los clientes para que utilicen un servidor alternativo. Este caso tan trivial implica la necesidad de modelar las dependencias entre los distintos elementos de la red, en concreto, la dependencia entre los clientes y el servidor NFS.

También es importante que la ejecución de las tareas de administración tenga en cuenta la integridad de los trabajos. Por ejemplo, una operación de administración no debería abortar un trabajo o su entorno de ejecución a menos que haya buenas razones para ello (como por ejemplo una emergencia debido a un incidente de seguridad).

Normalmente, estas complejas operaciones de administración se realizan de manera manual, aunque se trata de procedimientos difíciles, caros, y muy propensos a errores, sobre todo en redes de gran tamaño.

Herramientas de Administración de Sistemas

Existen numerosas herramientas de ayuda para la instalación, configuración y mantenimiento de una red de ordenadores bajo Linux. En [5] podemos encontrar una comparativa de las principales herramientas existentes, y en [6] un análisis más detallado de aquellas herramientas que han sido específicamente diseñadas para la instalación y gestión de *clusters* bajo Linux.

De entre todas las herramientas existentes, las que más se ajustan a los requerimientos del proyecto DataGrid son *Cfengine* [7] y *LCFGng* [8].

Cfengine (del inglés *Configuration Engine*) se compone de un conjunto de utilidades, junto con un lenguaje de alto nivel, que nos permiten construir sistemas expertos para la administración y configuración de redes de ordenadores. *Cfengine* usa las ideas de clases y de inteligencia primitiva para definir y automatizar la configuración y mantenimiento del estado del sistema. *Cfengine* puede ser usado tanto en entornos de pequeño tamaño como en grandes redes de ordenadores.

LCFGng es un sistema de instalación y configu-

ración de equipos desarrollado en la Universidad de Edimburgo. LCFGng está diseñado para instalar y configurar automáticamente una red de equipos con configuraciones muy diversas, y que evolucionan. LCFGng se basa en un repositorio central donde se almacena una descripción abstracta de los parámetros de configuración de los equipos, organizada en ficheros basados en categorías. Un mecanismo simple de inclusión de ficheros nos proporciona herencia, así como una forma modificada de herencia llamada mutación. Este repositorio centralizado de configuración, y la representación abstracta de los parámetros de configuración, son los elementos clave de LCFGng. Además, también existe un conjunto de scripts en los equipos cliente que leen los parámetros abstractos de configuración y, o bien generan los ficheros de configuración tradicionales, o directamente manipulan algunos de los servicios del equipo.

El Sistema desarrollado por WP4 se basa en los mismos elementos clave de diseño de LCFGng, aunque supone una reimplementación completa del sistema, incorporando nuevas e importantes características.

3. Descripción General del Sistema WP4

El grupo de trabajo WP4 se divide a su vez en los siguientes subgrupos o tareas (en la Figura 1 se puede ver un esquema de cómo se relacionan entre sí las distintas tareas):

- **configuración:** gestión y almacenamiento centralizado de la información de configuración de los equipos de la red, incluye información sobre el hardware, configuración del sistema y configuración de las aplicaciones,
- **instalación:** instalación inicial de los equipos, distribución e instalación de paquetes software, y configuración y mantenimiento de los equipos de acuerdo a la información proporcionada por el subsistema de configuración,
- **monitorización:** recopilación, almacenamiento y consulta de la información sobre el estado actual de los equipos,
- **tolerancia a fallos:** correlación de la información proporcionada por el subsistema de monitorización con una información patrón, y ejecución de acciones correctoras en caso de ser necesario,
- **gridificación:** proporciona un interfaz de consulta de los recursos disponibles en la red, para su integración dentro de un entorno Grid, encargándose además de las tareas de autenticación y autorización,
- **gestión de recursos:** gestión de la distribución de la carga entre los elementos de computación de la red, proporcionando una capa de abstracción sobre los gestores locales.

En el presente documento se describe únicamente el trabajo realizado por las tareas de Instalación y Configuración (una descripción general de todo el sistema puede encontrarse en [9]). El software desarrollado por estos dos grupos constituye por sí mismo una solución completa para la instalación y configuración de redes de ordenadores basadas en Linux.

Consideraciones Generales de Diseño

Las características más importantes del diseño de las herramientas de instalación y configuración de WP4 son:

- se trata de un sistema no intrusivo, es decir, no se sustituye ninguno de los elementos de instalación y configuración de Linux, sino que éstos son ampliados,
- es un sistema altamente modular, con unos interfaces entre módulos bien definidos, lo que facilita la sustitución o actualización de módulos individuales, y el desarrollo de nuevas versiones del sistema para distintas distribuciones Linux, e incluso para otras versiones de Unix,
- se han reutilizado tantos componentes externos como ha sido posible, lo que facilita el mantenimiento del software,
- estándares de facto de la industria son integrados y reutilizados en la arquitectura, por ejemplo, protocolos estándar como HTTP y formatos como XML, son utilizados siempre que es posible,

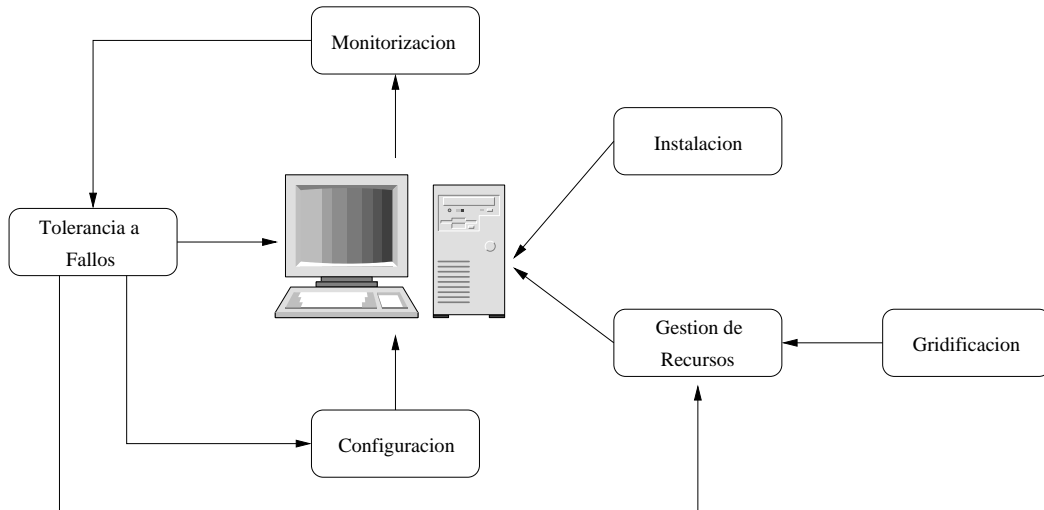


Figura 1: Arquitectura Global del Sistema WP4

- se ha optado por un diseño distribuido donde la autonomía de los equipos de la red se mantiene tanto como sea posible, existiendo instancias locales en los equipos cliente de casi todos los subsistemas, realizando localmente todas las operaciones siempre que sea posible, asegurándose de esta manera la escalabilidad del sistema, y
- se proporciona un conjunto de librerías de base para acceder a cada subsistema vía funciones de control, y una librería de métodos comunes a todos los subsistemas.

4. Sistema Gestor de Configuraciones

El *Sistema Gestor de Configuraciones* proporciona un entorno para la gestión de la información de configuración de los equipos de una red. Por información de configuración entendemos cualquiera de los elementos de información necesarios para configurar de manera estática un equipo. No se incluye aquella información que es dinámica o que cambia, por ejemplo el contenido de una base de datos residente en el equipo, ni aquella información que es generada por la propia máquina, como por ejemplo la carga del sistema.

El Sistema Gestor de Configuraciones se compone de los siguientes elementos (véase la Figura 2):

- un servidor central donde se almacenan todos los elementos de configuración de los equipos de la red, junto con un lenguaje de alto nivel específicamente diseñado para describir estos elementos de configuración,
- un gestor local de configuraciones residente en los equipos cliente, junto a una librería que permite a las aplicaciones acceder a su información de configuración, y
- un conjunto de módulos de acceso, que nos facilitan la consulta de la información almacenada en el servidor central.

A continuación se describe cada uno de éstos elementos.

4.1. Servidor CDB

La información sobre la configuración de los equipos de la red se almacena de manera centralizada en una base de datos llamada CDB (del inglés *Configuration DataBase*). Los elementos de configuración de los clientes están organizados en esta base de datos en forma de *perfiles*. Por cada equipo cliente a instalar debe existir en el servidor CDB

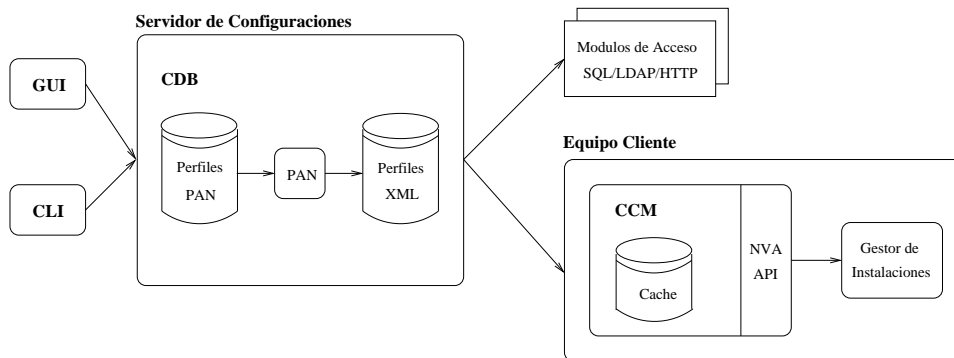


Figura 2: Sistema Gestor de Configuraciones

el correspondiente perfil que nos describa la configuración final deseada para el equipo. Los perfiles de configuración son escritos por el administrador de sistemas utilizando para ello un nuevo lenguaje llamado *Pan* (que será descrito en la Sección 4.2), y a continuación son compilados a ficheros XML.

Pan (véanse [10] y [11]) es un lenguaje de alto nivel específicamente diseñado para escribir perfiles de configuración. Pan nos proporciona una vista de la información de configuración optimizada para realizar tareas de alto nivel, tales como la gestión de un gran número de equipos cliente. Por ejemplo, con Pan podemos agrupar los elementos de configuración comunes de los equipos de un mismo entorno de trabajo, describir la configuración de un determinado tipo de servicio, o caracterizar los elementos hardware de los clientes.

Los perfiles de configuración en formato XML están optimizados para realizar operaciones de instalación y configuración de los equipos cliente, por lo que contienen sólo aquella información que es relevante para estas tareas. Los perfiles XML, generados a partir de los correspondientes perfiles Pan, son descargados por el subsistema de configuración de los clientes (descrito en la Sección 4.3) para su propio uso. La información contenida en los perfiles XML es transformada por los clientes en información de configuración que pueda ser entendida por el sistema operativo y las aplicaciones, como por ejemplo, en un fichero de configuración de `sendmail/etc/sendmail.cf`, o en el fichero `/etc/xinetd.conf`.

CDB dispone de dos interfaces públicas para gestionar la información de configuración:

- un interfaz de lectura/escritura para mantener la información de configuración expresada en lenguaje Pan, y que es accesible a través de una herramienta en línea de comandos, o de un interfaz gráfico, y
- un interfaz de sólo lectura para que los clientes recuperen su información de configuración en forma de perfiles XML.

El servidor CDB no es sólo un lugar de almacenamiento y gestión de perfiles de configuración, sino que además, también nos proporciona mecanismos para validar la información introducida. CDB trabaja en modo transaccional: una vez que la validación y la compilación han sido realizadas con éxito, los cambios introducidos por el usuario son almacenados en la base de datos, y publicados para que sean accesibles a los clientes.

4.2. El Lenguaje Pan

En una red de ordenadores compuesta por decenas de miles de equipos con configuraciones muy parecidas, resulta natural estructurar la información de configuración utilizando capas jerárquicas. De esta manera, los elementos de configuración comunes entre equipos pueden ser compartidos mediante un mecanismo de herencia.

El lenguaje de descripción de perfiles Pan nos permite estructurar los elementos de configuración de los equipos de una red de manera jerárquica. La información de configuración se organiza mediante una estructura en forma de árbol, parecido a cómo se estructura la información en el sistema de

ficheros de Unix. Este árbol de elementos de configuración está compuesto por un conjunto de nodos, que pueden ser nodos hoja llamados *propiedades* (y que serían equivalentes a los ficheros Unix), o nodos interiores llamados *recursos* (equivalentes a los directorios).

Así, las entradas:

```
/hardware/disks/1/dev = /dev/hda
/dardware/disks/1/size = 4200
```

podrían ser parte de un árbol de configuración típico, donde `/hardware/disks/1` es un nodo recurso, que representa al primer disco (y quizás el único) del equipo, y `/hardware/disks/1/size` un nodo propiedad, indicando el tamaño del disco.

El lenguaje Pan incluye otras características importantes, como son las sentencias `include`, con un significado muy parecido a la directiva `#include` del pre-procesador de C, o `delete` que borra parte de la información de configuración de un árbol. Estas sentencias nos permiten agrupar conjuntos de declaraciones en ficheros plantilla, que a su vez serán incluidas en los perfiles. Las plantillas nos permiten reutilizar la información de configuración común a varios equipos.

Pan incorpora un mecanismo muy flexible para el control del tipo de los datos. Pan contiene varios tipos de datos empotrados, tales como `boolean`, `string`, `long` y `double`, y nos permite construir tipos derivados utilizando éstos tipos como base. Una vez que el tipo del elemento es conocido, el compilador se asegura de que sólo valores del tipo correcto le son asignados.

Para tener incluso un mayor control sobre la información generada por el compilador, el administrador de sistemas puede incluir código de validación junto al tipo de dato o a la ruta de configuración. El código de validación se representa mediante un lenguaje simple, pero potente, de manipulación de elementos, con una sintaxis muy parecida a la de lenguajes como C o Perl.

En el Listado 1 se puede ver un extracto de la descripción de la configuración de un sistema utilizando Pan:

4.3. Clientes CCM

El *Gestor de Configuración de Clientes* o CCM (del inglés *Configuration Client Manager*) reside en

Listado 1 Ejemplo de Pan

```
declaration template types;
define type network_type = {
    "ip"      : string
    "netmask" : string
    "gateway" : string
}

structure template ram;
"type" = "DDR";
"speed" = "133";
"size" = "128";

object template heppc11;
include hepum;
include types;
"/hardware/ram/0" = create("ram");
"/network/ip" = "192.168.0.1";
```

cada uno de los clientes a configurar, y es el responsable del almacenamiento y la gestión de la información de configuración del cliente.

Los clientes acceden a su información de configuración descargándose desde el servidor CDB su perfil en formato XML. La comunicación entre el servidor y el cliente se realiza mediante un protocolo de distribución de perfiles basado en HTTP. Una vez descargado el perfil y almacenado localmente, CCM ejecuta el Sistema Gestor de Instalaciones (descrito en la Sección 5), que es el encargado de hacer efectiva la nueva configuración. El servidor CDB envía una notificación de actualización (basada en UDP) a los equipos cliente cada vez que el administrador de sistemas modifica su perfil de configuración. Cuando se recibe una notificación de actualización, CCM procede a la descarga del perfil actualizado.

El Sistema Gestor de Instalaciones puede acceder a los diferentes elementos de configuración del equipo cliente utilizando la librería NVA-API. Esta librería proporciona un acceso fácil y transparente a la información contenida en los perfiles.

4.4. Módulos de Acceso

El Sistema Gestor de Configuraciones incorpora un conjunto de *Módulos de Acceso* que nos proporcionan un interfaz avanzado de consulta de la información de configuración de los clientes. Estos

módulos de acceso mantienen una copia de la información de configuración residente en CDB, pero utilizando formatos de almacenamiento distintos. Los módulos de acceso nos proporcionan los mecanismos de consulta que son requeridos por los diferentes tipos de clientes, por ejemplo, nos permiten realizar consultas SQL o LDAP.

Los módulos de acceso también son utilizados para duplicar la información de configuración entre varios servidores, de una manera que resulta totalmente transparente para los clientes. Así se garantiza la escalabilidad del sistema a redes de gran tamaño, ya que es posible dividir las descargas de perfiles de clientes entre varios servidores.

Para mantener actualizada la información ofrecida por los módulos de acceso se utiliza un sistema de notificaciones de sincronización, similar al sistema de notificaciones de actualización utilizado por CCM.

5. Sistema Gestor de Instalaciones

El Sistema Gestor de Instalaciones o IMS (del inglés *Installation Management Subsystem*) proporciona las herramientas necesarias para instalar y configurar el sistema operativo y las aplicaciones en los equipos de la red. IMS nos permite gestionar la instalación y la actualización del sistema operativo y del software de aplicaciones, configurar correctamente los parámetros del sistema, y aplicar todas aquellas políticas y restricciones que hayamos definido para nuestra red.

En la figura 3 podemos ver un esquema simplificado de la arquitectura interna de IMS. Básicamente, el sistema se compone de los siguientes elementos:

- un gestor de la configuración de los equipos cliente, que se encarga de hacer efectivos los perfiles de configuración definidos en CDB,
- un repositorio de paquetes software, que contiene todos los paquetes software necesarios para instalar el sistema operativo y las aplicaciones,
- un gestor y distribuidor de paquetes software, encargado de descargar del repositorio softwa-

re los paquetes a instalar, y de instalarlos en el equipo, y

- un conjunto de herramientas para la instalación inicial y desatendida de los equipos.

Nótese que la configuración de los elementos que forman IMS también es gestionada por el Sistema Gestor de Configuraciones. A continuación se describen los elementos que forman IMS.

5.1. Configuración de los Equipos

El Sistema Gestor de la Configuración de los Equipos o NCM (del inglés *Node Configuration Manager*) es el responsable de hacer efectiva en los equipos la información de configuración proporcionada por CDB. NCM proporciona un entorno de trabajo para adaptar la configuración actual de un equipo a su configuración deseada, tal y como está descrita en el perfil del equipo residente en CDB.

NCM se basa en un conjunto de módulos software responsables de configurar localmente los servicios y las aplicaciones. Estos módulos, llamados *componentes*, son los encargados de mantener la correcta configuración de los equipos. Para ello acceden a la información contenida en los perfiles de configuración, utilizando la librería NVA-API, y crean, borran o actualizan los ficheros de configuración de los servicios y las aplicaciones locales. Cada componente contiene el conocimiento necesario para trasladar la información contenida en los perfiles, a la sintaxis específica de cada fichero de configuración. En caso de que la configuración del equipo se ajuste a la descrita por su perfil, los componentes no modifican ningún fichero. Los componentes también son responsables de notificar a los servicios la existencia de cambios en su configuración (por ejemplo, ejecutando la orden `restart` de un script de inicio de System V).

Nótese que los componentes no se encargan de realizar tareas de administración repetitivas, tales como limpiar el directorio `/tmp`, que han de ser realizadas mediante otras utilidades (por ejemplo con la herramienta `tmpwatch`).

Los componentes pueden ser ejecutados de múltiples maneras:

- por un demonio local, cada vez que cambie alguno de los elementos de configuración que les afectan,

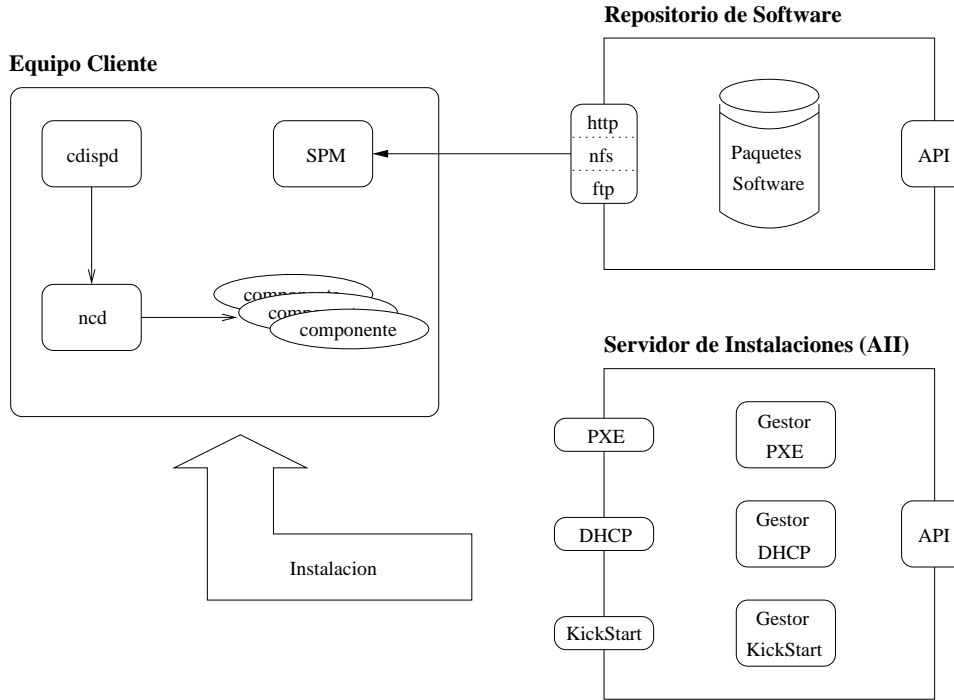


Figura 3: Sistema Gestor de Instalaciones

- bajo demanda, por ejemplo manualmente por el administrador del sistema, o mediante algún mecanismo de ejecución remota, o
- a intervalos regulares, por ejemplo utilizando la herramienta `cron`.

Ejemplos de componentes son: un componente que se encargue de gestionar la configuración del programa `sendmail`, un componente para gestionar todos los parámetros de red (TCP/IP, DNS, etc.), o un componente para configurar el propio sistema NCM.

Además de los mencionados componentes, el sistema NCM incluye los siguientes elementos:

- `ncd`: (del inglés *Node Configuration Deployer*) es el entorno de trabajo bajo el cual se ejecutan los componentes,
- `cdispd`: (del inglés *Configuration Dispatch Daemon*) está encargado de monitorizar los perfiles de configuración del equipo, y en caso de modificación del perfil, ejecutar (vía `ncd`) a aquellos componentes que se vean afectados,

- librerías de soporte para componentes, proporcionan ayuda para las tareas de gestión rutinarias (información del sistema, interfaces a servicios del sistema, edición de ficheros), manejo de ficheros de log, etc.

5.2. Distribución e Instalación de Paquetes Software

El Sistema Gestor de Paquetes Software o SPM (del inglés *Software Package Management*) es el responsable del almacenamiento y la gestión de los paquetes software, así como de la distribución e instalación de los mismos en los equipos cliente.

El sistema SPM se compone de los siguientes elementos:

- un repositorio de software: donde se almacenan todos los paquetes software a instalar en los clientes, tanto los paquetes correspondientes al sistema operativo, como aquellos que correspondan al software de aplicación,
- un gestor avanzado de paquetes (`rpmt`): una

aplicación construida sobre la utilidad `rpm`, y que le añade la capacidad de realizar múltiples operaciones en múltiples paquetes software en una única transacción,

- herramienta SPMA: (del inglés *SPM Agent*) encargada de calcular la lista operaciones de instalación, desinstalación y/o actualización de paquetes necesarias para actualizar el equipo,
- componente SPM: integrado dentro del sistema NCM, se encarga de configurar y ejecutar la herramienta SPMA con la lista de paquetes a instalar en el equipo en base al contenido de su perfil,
- procedimientos CDB: un conjunto de procedimientos del lenguaje Pan pensados para facilitar la definición y validación de listas de paquetes.

Todos los paquetes software a instalar en los equipos cliente son almacenados de manera centralizada en un repositorio de software. Este repositorio cuenta con un interfaz de usuario para facilitar su gestión, permitiendo a los administradores del sistema añadir, borrar, y consultar los paquetes disponibles. Los clientes pueden acceder al contenido del repositorio utilizando los protocolos HTTP o FTP, o también, mediante algún sistema de ficheros compartidos, como por ejemplo NFS. Los clientes pueden incluso almacenar localmente los paquetes a instalar, asegurándonos de esta manera la escalabilidad del sistema.

La lista de paquetes que han de ser instalados en cada equipo viene dada por su perfil de configuración. El componente SPM es el encargado de extraer esta lista de paquetes, con la ayuda de la librería NVA-API, y de crear un fichero de configuración local para la utilidad SPMA. A continuación, el componente SPM ejecuta la aplicación SPMA, que lee el fichero de configuración con los paquetes objetivo a instalar en el equipo, los compara con la lista de paquetes actualmente instalados, y calcula las operaciones de instalación, desinstalación y/o actualización necesarias para actualizar el equipo. Finalmente, SPMA ejecuta la herramienta avanzada de instalación de paquetes `rpmt`, que se encarga de llevar a cabo la transacción necesaria para hacer efectiva la nueva lista de paquetes.

La herramienta SPMA puede ser utilizada para instalar la totalidad de los paquetes de los equipos

clientes, o sólo un subgrupo de ellos, dependiendo si se trata de equipos sobre los que tenemos un control total, o si lo que se quiere es garantizar que los equipos disponen de un grupo de aplicaciones determinado.

5.3. Instalación Automática de Equipos

El Subsistema de Instalación Automática de Equipos o AII (del inglés *Automated Installation Infrastructure*) proporciona un conjunto de herramientas para la instalación inicial del sistema operativo en los equipos cliente. Esta primera instalación se realiza de manera automática y desatendida, a través de la propia red, y mediante el uso de servicios y herramientas estándar como son PXE, DHCP o TFTP.

Para poder llevar a cabo la instalación inicial de un equipo de manera remota, hay que realizar previamente los siguientes pasos:

- configurar los servicios de red necesarios, como añadir las correspondientes entradas en el servidor DNS y en el servidor DHCP para cada uno de los equipos a instalar,
- configurar el programa cargador, los equipos descargan desde la red un programa cargador o NBP (*Network Bootstrap Program*), que basado en un fichero de configuración, decidirá la manera de arrancar el equipo (desde disco local, o iniciar la instalación a través de la red), y
- configurar el programa de instalación del sistema operativo, si el programa NBP decide que hay que iniciar la instalación del sistema operativo, el programa instalador necesita de un fichero que contenga todos los datos básicos de configuración del sistema, tales como el esquema de particiones, el software inicial a instalar, los detalles del hardware, etc.

AII proporciona las herramientas necesarias para simplificar las tareas descritas. Estas herramientas están totalmente integradas con el sistema CDB, desde donde recuperan todos los datos de configuración que son necesarios, aunque también podrían ser utilizadas de manera aislada.

El sistema AII se compone de los siguientes módulos:

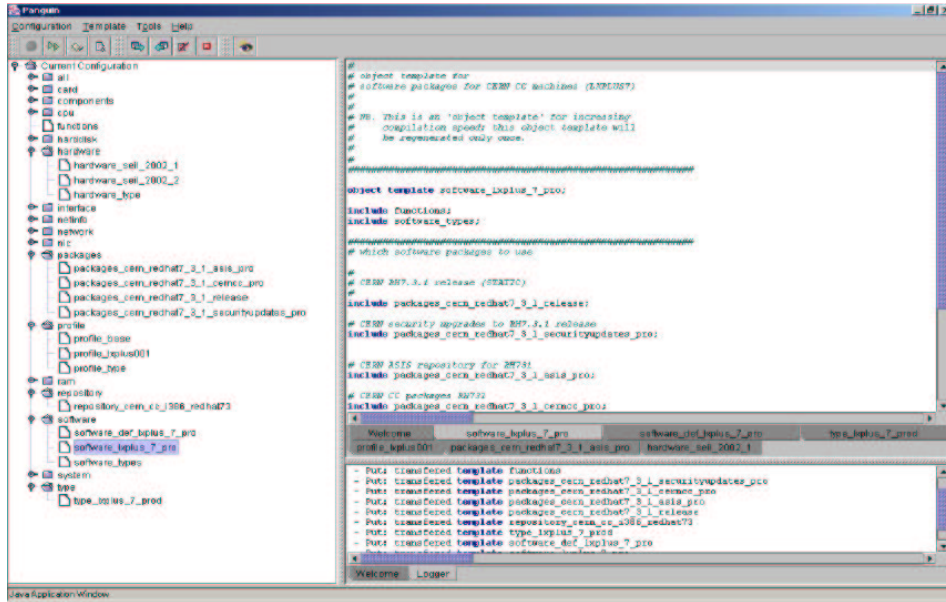


Figura 4: Herammieta Panguin

- **aii-dhcp**: que gestiona la parte de configuración del servidor DHCP para cada nodo (añadir, modificar o borrar una entrada correspondiente a un nodo),
- **aii-nbp**: encargado de gestionar la configuración de NBP para cada equipo (arrancar desde disco local, o iniciar un proceso de reinstalación remota desde red), y
- **aii-osintall**: que gestiona los ficheros de configuración del instalador del sistema operativo.

Mientras que para redes del orden de varios centenares de equipos, los servicios involucrados (DHCP, TFTP, instalador del sistema operativo) pueden ejecutarse en una única máquina sin que ésta se sobrecargue, en redes de mayor tamaño es esencial que los equipos a instalar puedan ser particionados, debido a problemas de escalabilidad. Por esta razón, es posible instalar los tres módulos en máquinas diferentes. E incluso, para proporcionar redundancia al sistema, es también posible instalar el mismo módulo en más de una máquina (por ejemplo, tener dos servidores de DHCP, o tres de instalación del SO). La elección de qué servidores

son utilizados por los clientes se realiza mediante los perfiles de configuración almacenados en CDB.

6. Estado Actual del Proyecto

En la última revisión del proyecto WP4, realizada en Mayo de 2003, se pudo comprobar que el estado actual de los distintos sistemas era el siguiente:
Sistema Gestor de Configuraciones:

- CDB: finalizado,
- lenguaje Pan: finalizado,
- CCM y librería NVA-API: finalizados, y
- módulos de acceso: en progreso.

Sistema Gestor de Instalaciones:

- repositorio de software: finalizado,
- AII: en progreso,
- SPMA: en progreso,
- NCM: en progreso, y
- componentes: pendiente.

Durante la revisión del proyecto, se acordó el siguiente calendario de desarrollo:

- versión beta en Septiembre de 2003, y
- versión estable en Diciembre de 2003.

El despliegue del sistema para pruebas se está llevando a cabo actualmente en los distintos centros colaboradores. Este despliegue se realiza de manera simultánea a los desarrollos, lo que nos permite validar los mismos. También se están desarrollando un conjunto de interfaces gráficos de usuario y de asistentes que simplifiquen la tarea del administrador de sistemas, como por ejemplo la herramienta Panguin (ver Figura 4) que nos permite gestionar de manera una cómoda los perfiles almacenados en el servidor CDB.

7. Conclusiones

El software desarrollado por WP4 permite incrementar significativamente la automatización de las tareas de instalación y mantenimiento de una red de ordenadores Linux, simplificando las tareas de administración y por tanto, reduciendo los costes. Además, el sistema WP4 permite mantener el control global y la supervisión de las tareas en las manos de un administrador de sistemas experto.

La validez de las herramientas desarrolladas se demostrará dentro del propio proyecto, utilizando para ello una red de prueba de varios miles de equipos, aunque el sistema, por su diseño, debería ser capaz de escalar a decenas de miles de equipos.

Referencias

- [1] *European Union DataGrid Project*, <http://www.eu-datagrid.org>.
- [2] Foster, Ian, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, Morgan-Kaufmann, Julio 1998.
- [3] *CERN: European Organization for Nuclear Research*, <http://www.cern.ch>.
- [4] *EU DataGrid Fabric Management workpackage*, <http://hep-proj-grid-fabric.web.cern.ch/hep-proj-grid-fabric>.
- [5] Barroso, Maite, “WP4 Report on Current Technology”, *DataGrid Technical Report DataGrid-04-TED-0101-3_0*, Apr. 2001 (http://hep-proj-grid-fabric-config.web.cern.ch/hep-proj-grid-fabric-config/Tools/DataGrid-04-TED-0101-3_0.pdf)
- [6] García Leiva, Rafael y Peso, Jose del, “Open Source Solutions for Installation and Management of PC Clusters under Linux for ATLAS”, *ATLAS Notes ATLASOFT-2003-001*, Oct. 2002.
- [7] Burgess, Mark, “Cfengine: a site configuration engine”, *USENIX Computing systems, Vol8, No. 3 1995*.
- [8] Anderson, Paul y Scobie, Alastair, “LCFG: The Next Generation”, *Proceedings of UKUUG Winter Conference, 2002*.
- [9] Barring, Olof et. al., “Towards automation of computing fabrics using tools from the fabric management workpackage of the EU DataGrid project”, *CHEP Conference Proceedings, 2003*.
- [10] Cons, Lionel and Poznański, Piotr, “Pan: A High-Level Configuration Language”, *LISA Conference Proceedings, 2002*.
- [11] Cons, Lionel and Poznański, Piotr, “Pan Language Specification”, *DataGrid Technical Report DataGrid-04-TED-0153*, Nov. 2002 (<http://hep-proj-grid-fabric-config.web.cern.ch/hep-proj-grid-fabric-config/pan-spec.pdf>)