

| HISTORIAL DE REVISIONES |       |                |        |
|-------------------------|-------|----------------|--------|
| NÚMERO                  | FECHA | MODIFICACIONES | NOMBRE |
|                         |       |                |        |

Tema 5 - Compilación de grandes proyectos (DCA)

Índice

|   |   |
|---|---|
| 1. Preliminares                             | 1 |
| 2. Make (I)                                 | 1 |
| 3. Make (II). Fichero Makefile              | 1 |
| 4. Make (III). Fichero Makefile             | 1 |
| 5. Make (IV). Ejemplo Makefile              | 2 |
| 6. Make (V). Ejemplo Makefile con variables | 2 |
| 7. Make (VI).                               | 3 |
| 8. Make (VII). Multinivel                   | 3 |
| 9. Ccache (I)                               | 3 |
| 10. Ccache (II). Características            | 4 |
| 11. Ccache (III). Limitaciones              | 4 |
| 12. Ccache (IV). Formas de ejecutarlo       | 4 |
| 13. Ccache (V). ¿Cómo funciona?             | 4 |
| 14. Ccache (VI). ¿Cómo funciona?            | 5 |
| 15. Distcc (I)                              | 5 |
| 16. Distcc (II). Funcionamiento             | 5 |
| 17. Distcc (III). Funcionamiento            | 6 |
| 18. Distcc (IV). Guía rápida                | 6 |
| 19. Distcc (V). A tener en cuenta           | 6 |
| 20. ¿Se puede integrar distcc con ccache?   | 6 |
| 21. Parecido pero no-igual                  | 7 |
| 22. Trabajo en grupo en clase               | 7 |
| 23. Prácticas individuales.                 | 7 |
| 24. Aclaraciones                            | 7 |

Logo DLSI

Tema 5 - Compilación de grandes proyectos  
Curso 2018-2019

1. Preliminares

- Incluso el proyecto de software más sencillo necesita de varios ficheros que dependen entre ellos de distinta manera.
- Estos ficheros deben compilarse, enlazarse, etc. . . y si se modifica alguno, se ha de repetir el proceso. En proyectos pequeños esto no importa mucho. . . pero en proyectos **grandes** sí que lo hace. En este **thread** de StackOverflow tienes algunos otros ejemplos de tiempos de compilación de otras versiones de Windows. Dado que el código del S.O. Windows es *cerrado* puedes comparar con la alternativa *libre* llamada **ReactOS**.
- La herramienta **make** simplifica todo este proceso. Para ello tiene en cuenta las fechas de la última modificación de cada fichero.
- Podemos concluir por tanto que **make** es un generador de órdenes en base a marcas de tiempo.

2. Make (I)

- Nos da información de lo que hace y porqué con la opción **-d**.
- Con la opción **-k** continúa la ejecución aunque haya errores.
- Al invocar a **make** podemos dar valor a variables, por ejemplo: "**make CC=clang**". Cambia el compilador de **C** guardado en la variable **CC**. El compilador de **C++** suele guardarse en la variable **CXX**.

3. Make (II). Fichero Makefile

- Es un fichero en formato ASCII.
- Se permiten comentarios, comienzan por un símbolo #.
- El **Makefile** más sencillo consta sólo de reglas:

```
1      objetivo ... : dependencias
2      (TAB)      orden
3      (TAB)      ...
4      (TAB)      ...
```

4. Make (III). Fichero Makefile

**objetivo o target**  
Nombre de un fichero a generar o el de una acción a ejecutar (**clean**)—objetivo especial **.PHONY**—.

**dependencias**  
Es una lista de ficheros de los que depende el **objetivo**.

**orden**

Son las acciones que make realiza para obtener el objetivo.

El objetivo se puede separar de las dependencias por un ":". Si hay varias reglas con el mismo objetivo, se comportan como si fueran diferentes.

Para un mismo **objetivo** sólo podemos emplear un tipo de separador, o ":" o " : ":".

## 5. Make (IV). Ejemplo Makefile

```

1  edit : main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o files.o utils.o
2      cc -o edit main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o \
3          files.o utils.o
4
5  main.o : main.c defs.h
6      cc -c main.c
7  kbd.o : kbd.c defs.h command.h
8      cc -c kbd.c
9  command.o : command.c defs.h command.h
10     cc -c command.c
11     .....
12  clean :
13     rm edit main.o kbd.o command.o display.o \
14         insert.o search.o files.o utils.o

```

## 6. Make (V). Ejemplo Makefile con variables

```

1  objects = main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o files.o utils.o
2
3  edit : $(objects)
4      cc -o edit $(objects)
5
6  main.o : main.c defs.h
7      cc -c main.c
8  kbd.o : kbd.c defs.h command.h
9      cc -c kbd.c
10  command.o : command.c defs.h command.h
11     cc -c command.c
12     .....
13     .PHONY : clean
14  clean :
15     rm edit $(objects)

```

### VARIABLES ESPECIALES:

**\$?**

Representa la lista de dependencias de una regla que son *más jóvenes* que el objetivo actual.

**\$^**

Representa la lista completa de dependencias.

**\$@**

Representa el objetivo actual.

## 7. Make (VI).

### OBJETIVOS ESPECIALES

- Cada proyecto tendrá un Makefile general asociado, y éste siempre tendrá (al menos) los siguientes objetivos:

- **all**: Será el primero y representa el objetivo por defecto.
- **clean**: Borra todos los ficheros intermedios que se puedan volver a generar al ejecutar make.
- **dist**: Crea un fichero `.tar.gz` que contiene la *distribución* del proyecto.
- **install**: Instala el resultado de crear el proyecto.
- **uninstall**: Desinstala el resultado de crear el proyecto.

### APROVECHAMIENTO DE LOS NUCLEOS DEL PROCESADOR

- Make puede lanzar compilaciones en paralelo.
- Para ello debes emplear la opción `-j` seguida del numero de trabajos en paralelo a lanzar, por ejemplo: **make -j2**
- Lanzar trabajos en paralelo suele descubrir fallos a la hora de especificar las dependencias, no es lo mismo satisfacerlas de forma secuencial que en paralelo.

## 8. Make (VII). Multinivel

- Si el proyecto que desarrollamos tiene la entidad suficiente, lo dividiremos en varios módulos, estando el código de cada uno de ellos en un subdirectorio.
- Cada subdirectorio tendrá su propio *Makefile* y el directorio principal del proyecto tendrá uno que gestiona los *sub-Makefile* de cada subdirectorio.
- **make** permite llamadas recursivas, de manera que el **make** ejecutado en el directorio principal irá invocando un **make** por cada subdirectorio.
- Hay **desarrolladores que descartan el uso de make recursivo**, introduce complejidades y puede ser más lento que usar un solo Makefile en el directorio principal del proyecto.

## 9. Ccache (I)

- Se trata de una herramienta basada en una **idea muy sencilla**: *una caché para el compilador*. De ahí su nombre: **ccache**.
- **¿Y cómo funciona?** : Se *cachean* ( `guardan` — `~/ccache/` — ) los resultados de compilaciones previas (ficheros `".o"`) los cuales se proporcionan instantaneamente cuando se detecta que se debe volver a compilar el mismo código otra vez. Por lo tanto no se deben volver a regenerar ( *tiempo ahorrado* ).
- La versión actual de ccache soporta los lenguajes: "C", "C++", "Objective-C" y "Objective-C++".
- ccache está hecho de manera que produce la misma salida del compilador que obtendríamos si no lo estuviéramos usando.
- Esto es así hasta tal punto, que la única manera de saber que lo estamos usando es por los tiempos de compilación obtenidos.

## 10. Ccache (II). Características

- Mantiene estadísticas de aciertos/fallos
- Gestión automática del tamaño de la cache
- Puede cachear compilaciones con "warnings".
- Es fácil de instalar
- Añade una sobrecarga mínima al proceso de compilación
- Opcionalmente puede usar enlaces *duros* cuando sea posible para evitar copias
- Opcionalmente comprime los archivos en la cache para ahorrar sitio

## 11. Ccache (III). Limitaciones

- Sólo cachea los resultados de compilaciones de ficheros individuales de C/C++/Objective-C/Objective-C++.
- Solo funciona con GCC o compiladores que se comporten de forma similar.
- No se soportan algunas opciones de compilación. Si se detecta alguna de esas opciones, ccache invocará automáticamente al compilador real.

## 12. Ccache (IV). Formas de ejecutarlo

Usándolo como prefijo en las órdenes de compilación que empleemos, p.e.:

```
ccache gcc main.c -o main
```

Suplantando al compilador.

```
1 cp ccache /usr/local/bin/
2 ln -s ccache /usr/local/bin/gcc
3 ln -s ccache /usr/local/bin/g++
4 ln -s ccache /usr/local/bin/cc
5 ln -s ccache /usr/local/bin/c++
```

## 13. Ccache (V). ¿Cómo funciona?

VEAMOSLO CON UN PAR DE EJEMPLOS:

- `apt-get source tcc` o desde su [página web](#).

```
1 time make
2 make clean
3 time make
4 ...
5 make clean
6 time make CC="ccache gcc"
7 make clean
8 time make CC="ccache gcc"
```

*Por cierto*, prueba a compilar `tcc` con el propio `tcc`: ¿Qué tiempos de compilación observas? ¿Qué pasa si tratas de usar `tcc` con `ccache`?

- `apt-get source wmaker` o desde su [página web](#).

Repetimos los mismos pasos que antes.

## 14. Ccache (VI). ¿Cómo funciona?

- Interrogamos la cache: `ccache -s`
- La borramos completamente (ojo!)...: `ccache -C`
- A nivel interno la manera que tiene `ccache` de saber cuándo recompilar un fuente y cuando no, es calculando la suma hash de varias informaciones que deberían ser únicas en cada compilación.
- Emplea el algoritmo MD4... hoy en día en entornos criptográficos es débil, pero para lo que lo usa `ccache` (obtener un índice) es suficiente.
- `ccache` puede trabajar en uno de dos modos:
  - *modo directo* : es el usado por defecto
  - *modo preprocesador* : se emplea si se define la variable de entorno `CCACHE_NODIRECT`.
- El modo directo es el más rápido ya que no ejecuta el preprocesador

## 15. Distcc (I)

- `ccache` es muy útil compilando todo en una máquina.
- Cuando el volumen del código que queremos compilar es muy grande... sería interesante poder distribuir la compilación del código.
- Para que esta distribución de la compilación se haga de manera **eficiente** debemos ayudarnos de una herramienta como **distcc**
- `distcc` distribuye la compilación de código C, C++, Objective C y Objective C++ entre diversas máquinas conectadas en red.
- Se compone de un cliente (`distcc`) y de un servidor (`distccd`).
- Es muy fácil de instalar y de usar.
- Está pensado para ser usado con `gcc` pero en determinadas situaciones también puede ser usado con el **compilador de C++ de Intel** y el de **Oracle**.
- Se basa en una premisa: `distcc` siempre debe generar el mismo resultado que una compilación local.

## 16. Distcc (II). Funcionamiento

- También tiene dos modos de funcionamiento: *sencillo* y *bombeo* (**pump**).
- En **modo sencillo** `distcc` envía al servidor el código preprocesado y los argumentos para el compilador.
- En **modo bombeo** envía al servidor el fichero a compilar y todos los archivos `#include` (de manera recursiva) que necesita para ser compilado. De estos `#include` se excluyen aquellos que se encuentran en los directorios de cabeceras estandar del sistema. Se estima que en este modo de funcionamiento puede distribuir los ficheros a compilar hasta 10 veces más rápido que en el *modo sencillo*.
- La compilación es controlada por la máquina que ejecuta el cliente (el `pc` del programador) y es el cliente `distcc` ejecutado en esta máquina el encargado de enviar el código a compilar a aquellas máquinas de la red que ejecutan el servidor `distccd`.

## 17. Distcc (III). Funcionamiento

- `distcc` puede funcionar sobre TCP y sobre SSH, en este último caso es un poco más lento.
- El servidor `distccd` se puede ejecutar manualmente por un usuario o desde `inetd`.
- `distcc` está pensado para hacer uso de la opción `-j N` de `make`. Como regla sencilla el valor de `N` se puede ajustar al doble del número de CPUs disponibles en la red.

## 18. Distcc (IV). Guía rápida

- En cada servidor de compilación ejecutamos:

```
distccd --daemon --allow IP-permitida --allow IP2 ...
```

- Ponemos el nombre del computador/ip del servidor de compilación en la variable de entorno `DISTCC_HOSTS`:

```
export DISTCC_HOSTS="localhost red green blue"
```

- Compilamos:

```
make -j8 CC=distcc
```

## 19. Distcc (V). A tener en cuenta

- En `DISTCC_HOSTS` colocamos por orden de preferencia o rapidez los servidores preferidos o más rápidos primero. Estos servidores también pueden estar en el archivo:

```
$HOME/.distcc/hosts
```

- En determinados S.O. la configuración del servidor al inicio suele estar en:

```
/etc/default/distcc
```

- Es conveniente tener la misma versión del compilador en todas las máquinas de compilación. Sobre todo si trabajamos en C++ ya que el ABI puede cambiar, incluso entre versiones distintas de un mismo compilador.

## 20. ¿Se puede integrar distcc con ccache?

- Se puede, es sencillo ya que pueden funcionar como programas independientes que interactúan.
- A tener en cuenta:
  - No usar en `distcc` el modo de bombeo (pump). Así ejecutamos el preprocesador una sola vez.
  - Es mejor ejecutar `ccache` antes que `distcc`.

- Basta con hacer una llamada al compilador así:

```
export CCACHE_PREFIX="distcc"
CC="ccache gcc"
```

## 21. Parecido pero no-igual

- **GNU Parallel** permite poner en marcha trabajos en paralelo.
- Puedes ver el tutorial de uso en este [enlace](#).
- En la página de la [wikipedia](#) tienes ejemplos sencillos de uso.
- Y en YouTube tienes [vídeos de ejemplo](#).

## 22. Trabajo en grupo en clase

- En grupos de 4 personas echad un vistazo a **IceCream**. Explicad qué es y en qué se diferencia de *distcc*.

## 23. Prácticas individuales.

MAKE:

- Bien con una práctica tuya, bien con un código descargado, comprueba tiempos de ejecución de la compilación con diversos valores para `N` en `-jN`. ¿A partir de qué valores de `N` ya no supone una mejora sustancial el incremento en el número de trabajos en paralelo?
- ¿Hay fallos de compilación con ejecuciones en paralelo? Si es así trata de ver por qué se producen y procura solucionarlos.

CCACHE:

- Bien con una práctica tuya, bien con un código descargado, comprueba tiempos de ejecución de la compilación usando y sin usar `ccache`.

DISTCC:

- Configura un par de máquinas del laboratorio para aceptar solicitudes de `distcc` y bien con una práctica tuya, bien con un código descargado, comprueba tiempos de ejecución de la compilación al usar `distcc` y compáralos cuando se compila todo el código en tu máquina.

ENTREGA:

- La práctica se entregará en [pracdlsi](#) en las fechas allí indicadas.

## 24. Aclaraciones

EN NINGÚN CASO ESTAS TRANSPARENCIAS SON LA BIBLIOGRAFÍA DE LA ASIGNATURA.

- Debes estudiar, aclarar y ampliar los conceptos que en ellas encuentres empleando los enlaces web y bibliografía recomendada que puedes consultar en la página web de la [ficha de la asignatura](#) y en la [web propia de la asignatura](#).