Outils de développement et compilation

Construction de projets avec Make, les Autotools, CMake

Timothée Ravier

LIFO, INSA-CVL, LIPN

1re année cycle ingénieur STI
2013 – 2014

Plan global

Plan

Objectifs

- Automatiser la construction d'un projet :
  - Ne plus avoir à taper 'gcc -o myprog main.c' à répétition ;
  - Éviter les erreurs dans la commande du dessus ;
  - Remplacer les scripts écrits à la main pour chaque projet.
- Gérer dépendances entre les fichiers pour éviter de recompiler les fichiers qui n'ont pas changé depuis la compilation ;
- Ne se limite pas à la compilation de code source.

Makefile : Exemple

```
$ cat Makefile
all: main.c
    gcc -o main main.c -Wall -Wextra -lpthread

clean:
    rm -f main
$ ls
main.c          Makefile
$ make
gcc -o main main.c -Wall -Wextra -lpthread
$ ls
main.c          main            Makefile
$ make clean
rm -f main
$ ls
main.c          Makefile
```

Concepts : Cibles (targets) & règles (rules) I

- Un Makefile est constitué d'un ensemble de règles (avec des dépendances) qui visent à construire ou mettre à jour des cibles ;
- Syntaxe d'une règle (tabulation importante, ne pas utiliser d'espaces) :

```
cible1: dependance1 dependance2
    commande1 argument1 argument2
    ...
```

- Lorsque l'on fait appel à `make` sans préciser quelle cible il doit construire, c'est la première cible rencontrée dans le fichier qui est construite. Sinon il construit les cibles indiquées en argument :

```
$ make
$ make cible1 cible2
```

Concepts : Cibles (targets) & règles (rules) II

- Par défaut, ces cibles correspondent à des fichiers que make va essayer de construire ;
- Il est aussi possible d'utiliser des cibles avec des noms ne correspondant pas à des fichiers ;
- Il faut alors l'indiquer à `make` en utilisant une variable spéciale :

```
.PHONY: cible_qui_n_est_pas_un_fichier clean all
```

Concepts : Cibles (targets) & règles (rules) III

- Pour chaque cible, make essaie de construire (ou de mettre à jour) en premier les dépendances listées ;
- Celles ci peuvent correspondre à d'autres cibles ou à des fichiers ;
- `make` peut construire ces dépendances en parallèle :

```
$ make -jX
```

- Avec X le nombre de tâches que `make` va pouvoir effectuer en parallèle (généralement on utilise le nombre de cœurs sur un système).

Concepts : Cibles (targets) & règles (rules) IV

- L'ordre de construction des dépendances n'est pas fixé ;
- Pour les construire dans l'ordre, il faut utiliser le symbole `|` avant les dépendances concernées (extension spécifique à GNU Make) ;

```
.PHONY: clean build rebuild

build: main.c
    gcc -o main main.c -Wall -Wextra -lpthread

clean:
    rm -f main

rebuild: | clean build
```

Concepts : Cibles (targets) & règles (rules) V

- Une fois les dépendances construites, `make` exécute les commandes définies dans la règle dans l'ordre et ce tant que les processus ne retournent pas de code d'erreur ;
- De nombreuses règles implicites sont inclues par défaut dans Make et permettent de construire automatiquement certains fichiers ;
- Exemple sans aucun `Makefile` :

```
$ ls
main.c
$ make main
cc main.c -o main
$ ls
main.c       main
```

Concepts : Variables I

- Il est possible de définir des variables que l'on peut utiliser par la suite dans le Makefile ;
- Un seul type : chaînes de caractères ;
- Exemple :

```
MON_PROGRAMME = programme
SOURCES = main.c fichier1.c fichier2.c
COMPILATEUR = cc
OPTIONS = -Wall -Werror
BIBLIOTHEQUES = -lpthread

$(MON_PROGRAMME): $(SOURCES)
    $(COMPILATEUR) -o $(MON_PROGRAMME) $(SOURCES) \
        $(OPTIONS) $(BIBLIOTHEQUES)
```

Concepts : Variables II

- Certaines variables sont conventionnellement utilisées :
  - `CARCH="x86_64"`
  - `CHOST="x86_64-unknown-linux-gnu"`
  - `CPPFLAGS="-D_FORTIFY_SOURCE=2"`
  - `CFLAGS="-march=x86-64 -mtune=generic -O2 -pipe -fstack-protector -param=ssp-buffer-size=4"`
  - `CXXFLAGS="-march=x86-64 -mtune=generic -O2 -pipe -fstack-protector -param=ssp-buffer-size=4"`
  - `LDFLAGS="-Wl,-O1,-sort-common,-as-needed,-z,relro"`

Concepts : Variables III

- Les variables peuvent être redéfinies lors de l'appel à `make` :

```
$ cat Makefile
CC = cc

main: main.c
    $(CC) -Wall -Wextra -o main main.c
$ make main CC=clang
clang -Wall -Wextra -o main main.c
```

Makefile complet

```
.PHONY: clean build rebuild
CC = cc
CFLAGS = -Wall -Wextra
LD_LIBS = -lpthread -lm
FICHIERS = fichier1.c fichier2.c
PROG = monprogramme

build: $(FICHIERS)
    $(CC) -o $(PROG) $(FICHIERS) $(CFLAGS) $(LD_LIBS)

clean:
    rm -f *.~ $(PROG)

rebuild: | clean build
```

Redéfinitions et ajouts de règles

- Il est possible d'ajouter des dépendances à une cible existante sans la redéfinir :

```
ma_cible_deja_definie: dependance_en_plus1 dep2
```

- Il est possible d'ajouter des éléments dans les variables :

```
FICHIERS += fichier_oublie.c
```

Recursive Make

- On peut être tenté de faire des appels à `make` dans un Makefile ;
- Malheureusement c'est une très mauvaise idée :
  - `make` a besoin de connaître l'état complet du projet pour pouvoir prendre certaines décisions sur la construction ou la mise à jour d'une cible ;
  - Ces appels récursifs ralentissent la construction du projet sans aucun avantage.
- Explications détaillées en [2] ;

Makefile et inclusions successives

- Évite les problèmes créés par les appels récursifs à make ;
- Solution : utiliser l'instruction `#include`.
- Exemple :

```
all: monprog

clean:
    rm -f src/monprog

#include src/Makefile.inc
```

Règles basées sur les motifs (pattern)

- Une règle est basé sur un motif si la cible contient exactement un caractère '%' ;
- `make` essaie de faire correspondre une chaine de caractères non nulle avec '%' ;
- Fonctionne exactement comme les autres règles ;
- Utilise souvent des variables automatiques :
  - `$@` : le nom de la cible ;
  - `$<` : le nom de la première dépendance ;
  - `$^` : toutes les dépendances.
- Exemple :

```
% : %.c
    gcc -Wall -Wextra -O0 -o $@ $< -lpthread
```

Plan

Objectifs

- Remplacer les Makefile écrits à la main pour chaque projet ;
- Utiliser plus de fonctionnalités de Make par défaut ;
- Standardiser le processus :
  - $ autoreconf -fiv && ./configure && make && make install

autoreconf : autoconf et automake

- Généralement inclus dans un script appelé `autogen.sh` par convention ;
- Génère :
  - le script configure à partir d'un fichier `configure.ac` qui décrit quel programmes et bibliothèques sont nécessaires pour construire le projet (autoconf) ;
  - le fichier `Makefile.in`, pour générer le `Makefile` final (automake) ;

configure

- Script shell qui génère :
  - le fichier `config.h` qui contient une suite de `#define` à utiliser dans le projet qui défini quelle fonctions sont disponibles suivant le système d'exploitation par exemple ;
  - le fichier `Makefile` à partir des information stockées dans le fichier `Makefile.in`.
- De nombreuses options : on utilise `--help` pour les afficher et utiliser ainsi celles qui sont pertinentes ;
- Exemple : `./configure --libexecdir=/usr/lib --localstatedir=/var --sysconfdir=/etc --enable-feature1 ...`

configure.ac : exemple

```
AC_INIT(helloworld, 0.1, foo@bar.com)
AC_CONFIG_SRCDIR([hello.c])
AC_CONFIG_HEADER([config.h])
AM_INIT_AUTOMAKE(helloworld, main)

# Checks for programs.
AC_PROG_CC
AC_PROG_INSTALL
AC_PROG_MAKE_SET
# Checks for libraries.
AM_PROG_LIBTOOL
# Checks for header files, typedefs, structures, compiler
# characteristics, library functions...

AC_CONFIG_FILES([Makefile])
AC_OUTPUT
```

Makefile

- Fichier `Makefile` classique (généré à partir du fichier `Makefile.am`);
- Penser à utiliser les options courante pour changer le répertoire d'installation par exemple :
  - `make DESTDIR="~/build/project/" install`

Makefile.am : exemple

```
AUTOMAKE_OPTIONS = foreign

CFLAGS = -Wall -pedantic
include_HEADERS = hello.h

lib_LTLIBRARIES = libhello.la
libhello_la_SOURCES  = hellolib.c

bin_PROGRAMS = hello
hello_SOURCES = hello.c
hello_LDADD = .libs/libhello.a
```

Plan

CMake

- Générateur de fichiers de règles de construction de projets ;
- Supporte les Makefiles, les projets VisualStudio, XCode... (Cross-platform) ;
- Nouveau processus :
  - $ mkdir build && cd build && cmake (-i) .. && make && make install
- Configuration regroupée dans les fichiers `CMakeLists.txt`. Un par dossier ;

CMakeLists.txt

- Exemple :

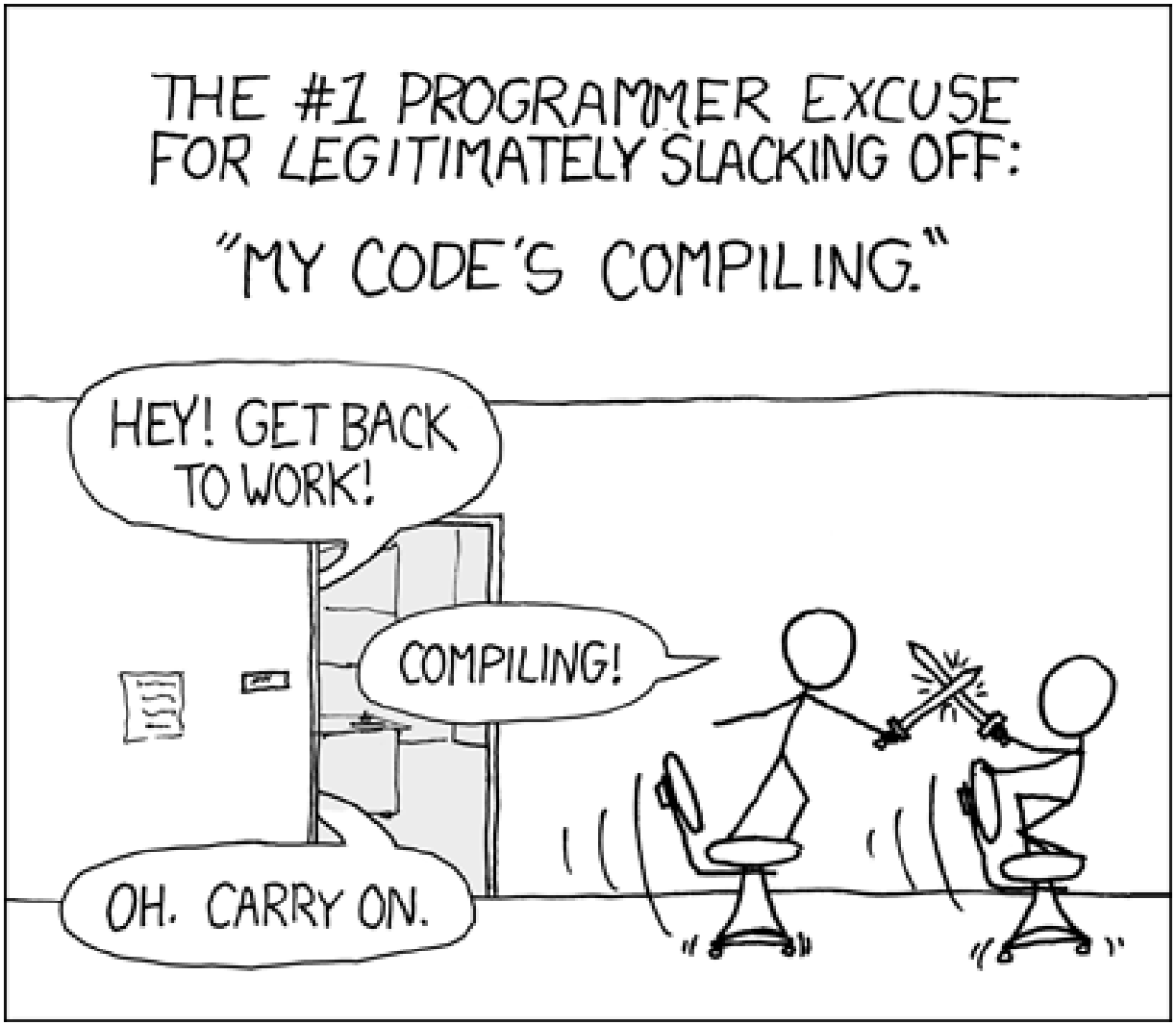
```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8)

project(app_project)

add_executable(myapp main.c)

install(TARGETS myapp DESTINATION bin)
```

Plan

Autres outils

- Il existe plein d'outils pour construire des projets, avec des cas d'usage particuliers :
  - ninja : Make est « lent » pour des gros projets avec beaucoup de fichiers ;
  - scons, ...
  - qbuild : Qt ;
  - Outils de build/packaging lié à un langage de programmation (python, nodejs...).

L'excuse de base du développeur



http://xkcd.com/303/

Références I

1. Documentation officielle de make : `http://www.gnu.org/software/make/manual/html_node/index.html`
2. Recursive Make Considered Harmful : `http://miller.emu.id.au/pmiller/books/rmch/`
3. Autotools Mythbuster : `http://www.flameeyes.eu/autotools-mythbuster/`