Introduction à CMake et C++

Benoit DESROCHERS

ENSTA Bretagne

Fevrier 2016

V1.00

Supports de cours disponibles sur . . .

Section 1

Introduction

UV 4.7 Outils logiciels pour la robotique

Objectif de l'UV

Définir et structurer une architecture logicielle appliquée à la robotique.

Middleware

Un *middleware* (anglicisme) ou *intergiciel* est un logiciel tiers qui crée un réseau d'échange d'informations entre différentes applications informatiques. Il doit :

- Faciliter le développement/réutilisation des composants logiciels
- Définir les interfaces et comportement des sous modules
- Fournir une suite d'outils (affichage, analyse de logs,...)
- Être robuste et "sans bugs"

UV 4.7 Outils logiciels pour la robotique

Exemples de middleware

ROS, MOOS, Pocolibs, yarp, HLA, zmq, mavlink, DDS, ...

Organisation

- Introduction C++ et CMake
- MOOS (2 séances)
- ROS (3 scéances)
- Simulation MORSE (2 séances)

ENSTA Bretagne

Introduction à la compilation et à CMake

Objectifs

Être capable d'organiser / compiler et déployer un projet C++

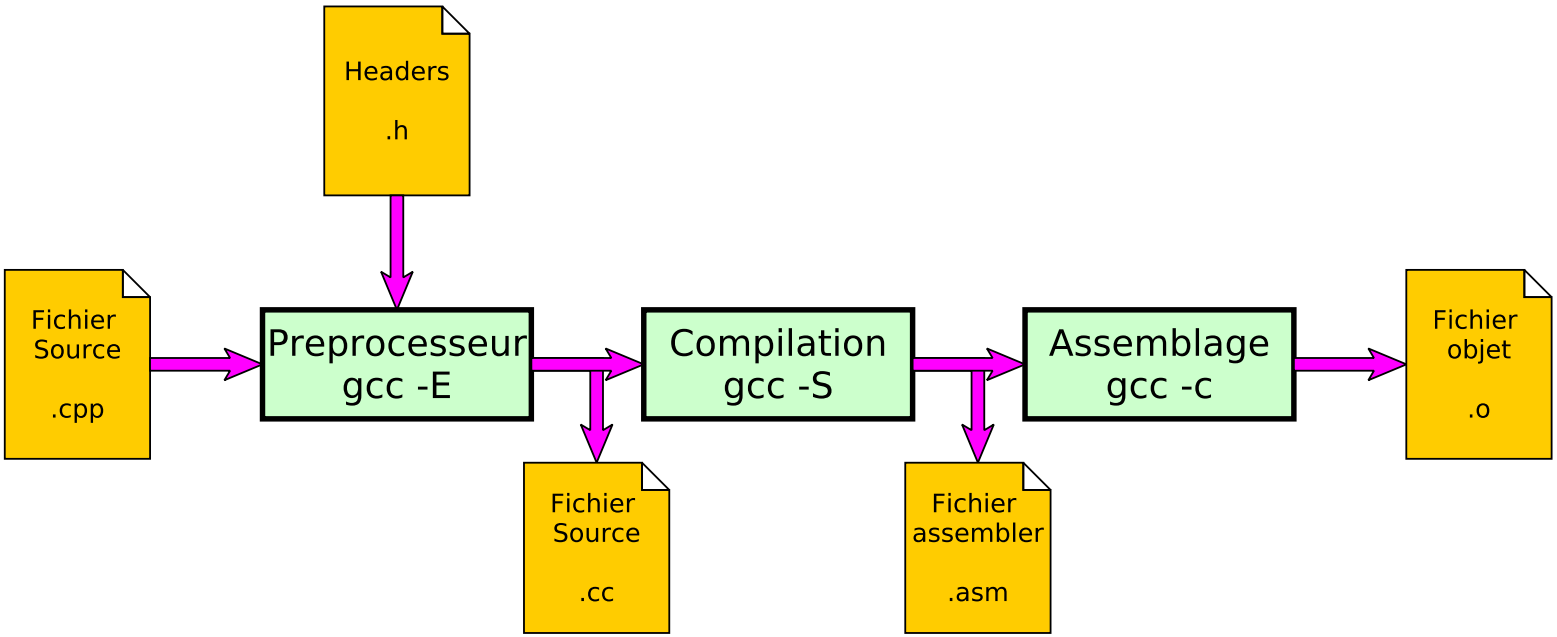
Points abordés

- Déroulement du processus de compilation
- Introduction à CMake
- TD de mise en application

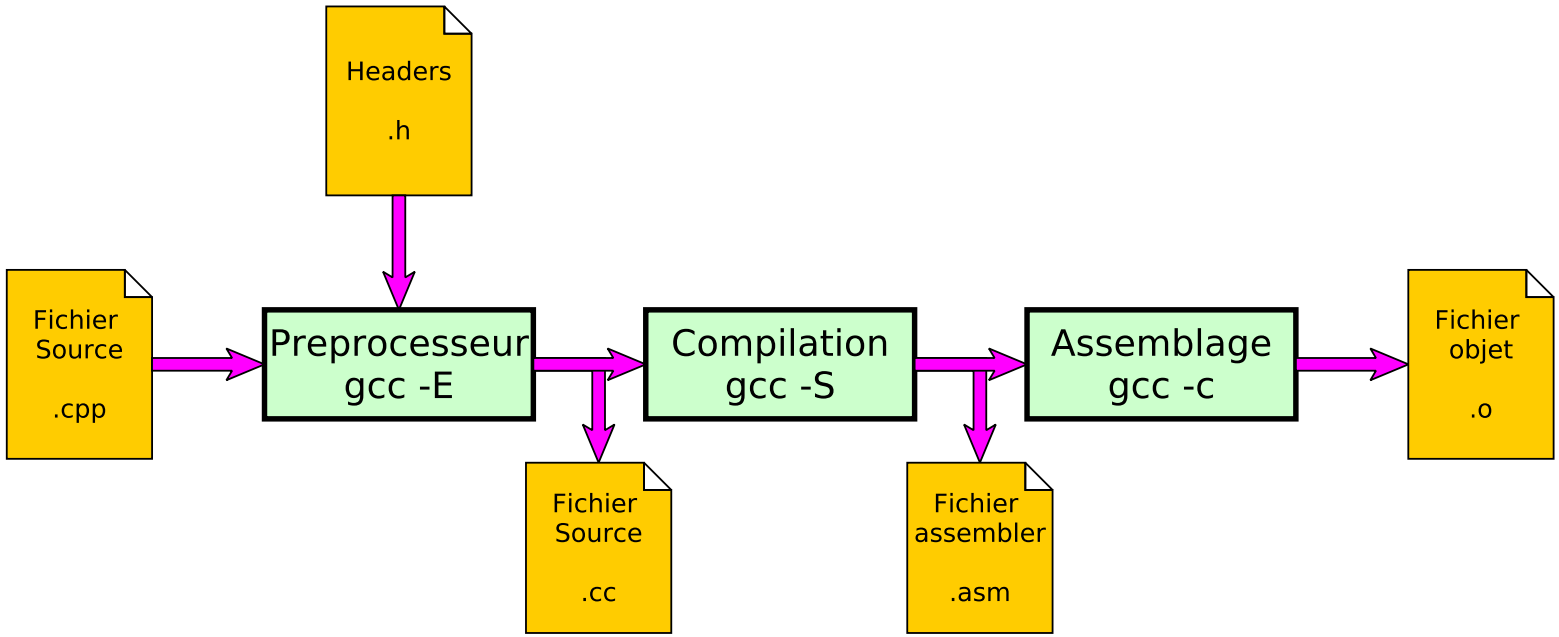
Section 2

Compilation

Étapes de la compilation



Étapes de la compilation



Commandes pour obtenir les fichiers intermédiaires

```
> # Execution du preprocesseur
> gcc -E main.cpp -o main.cc
> # Compilation
> gcc -S main.cpp -o main.
> # Assemblage
> gcc -c main.cpp -o main.o
> # Edition des liens
> gcc -c main.o -o main
```

Exemple 1

main.cpp

```
1  int foo(){
2    return 3;
3  }
4
5  int main(){
6    return foo();
7  }
```

Compilation / Exécution en ligne de commande

```
> gcc main.cpp -o main
> # execution
> ./main
> # affichage de la valeur de retour
> echo $?
> 3
```

Exemple 1

Code assembleur *main.s*

```
1     .file "main.cpp"
2     .text
3     .globl  _Z3foov
4     .type _Z3foov, @function
5   _Z3foov:
6   .LFB0:
7     .cfi_startproc
8     pushq %rbp
9     .cfi_def_cfa_offset 16
10    .cfi_offset 6, -16
11    movq  %rsp, %rbp
12    .cfi_def_cfa_register 6
13    movl  $3, %eax
14    popq  %rbp
15    .cfi_def_cfa 7, 8
16    ret
17    .cfi_endproc
18  .LFE0:
19    .size _Z3foov, .-_Z3foov
20    .globl  main
21    .type main, @function
22  main:
23  .LFB1:
24    .cfi_startproc
25    pushq %rbp
26    .cfi_def_cfa_offset 16
27    .cfi_offset 6, -16
28    movq  %rsp, %rbp
29    .cfi_def_cfa_register 6
30    call  _Z3foov
31    popq  %rbp
32    .cfi_def_cfa 7, 8
33    ret
34    .cfi_endproc
35  .LFE1:
36    .size main, .-main
37    .ident  "GCC: (Ubuntu 4.8.4-2ubuntu1~14.04.1) 4.8.4"
38    .section  .note.GNU-stack,"",@progbits
```

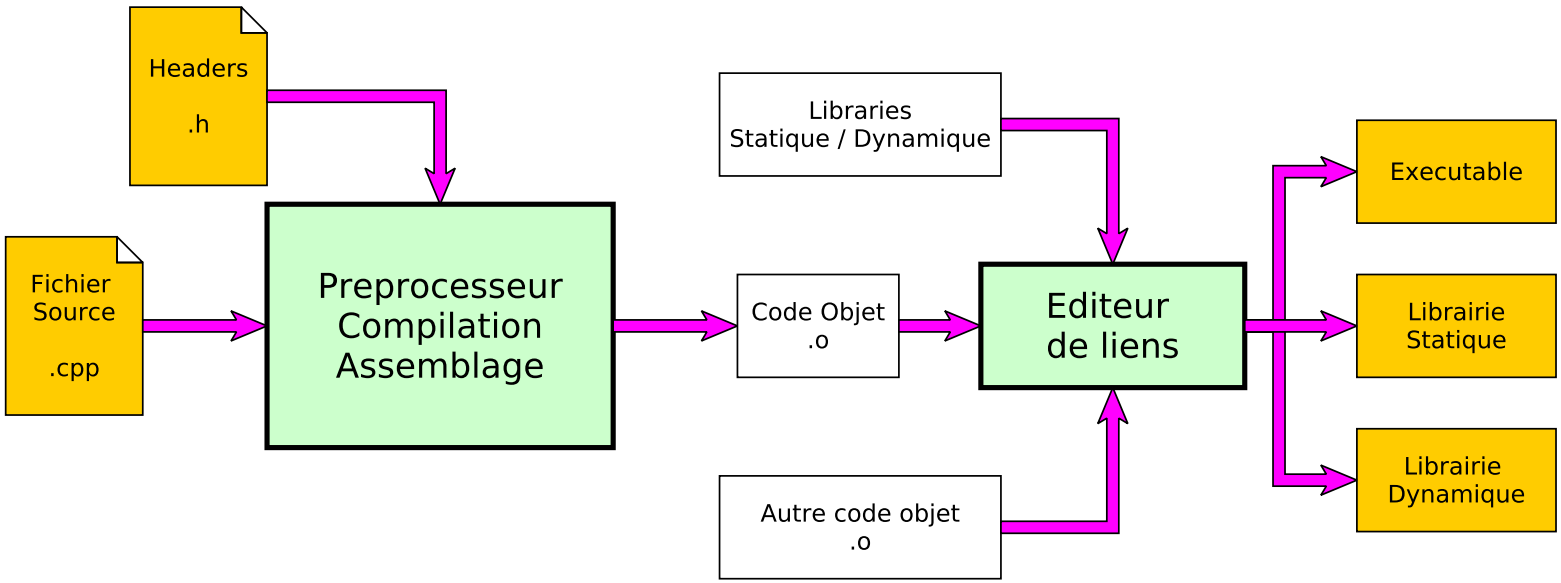
Affichage des symboles contenus dans *main.o*

```
> nm  -gC main.o
   000000000000000b T main
   0000000000000000 T foo()
```

Édition des liens

Problématique

Lorsque le code est réparti sur plusieurs fichiers *objet* et/ou librairies il faut pouvoir faire les liens entre les symboles.



Exemple 2

foo.h

```
1  // Definition du prototype de la fonction <foo>
2  int foo(int a);
```

foo.cpp

```
1  #include "foo.h"
2
3  int foo(int a){ return a+1; }
```

main.cpp

```
1  #include "foo.h"
2
3  int main(){
4    return foo(4);
5  }
```

Code assembleur géneré

main.s

```
  .file "main.cpp"
  .text
  .globl  main
  .type main, @function
main:
.LFB0:
  .cfi_startproc
  pushq %rbp
  .cfi_def_cfa_offset 16
  .cfi_offset 6, -16
  movq  %rsp, %rbp
  .cfi_def_cfa_register 6
  movl  $4, %edi
  call  _Z3fooi
  popq  %rbp
  .cfi_def_cfa 7, 8
  ret
  .cfi_endproc
.LFE0:
  .size main, .-main
  .ident  "GCC: (Ubuntu 4.8.4-2ubuntu1~14.04.1) 4.8.4"
  .section  .note.GNU-stack,"",@progbits
```

Code assembleur géneré

main.s

```
  .file "main.cpp"
  .text
  .globl  main
  .type main, @function
main:
.LFB0:
  .cfi_startproc
  pushq %rbp
  .cfi_def_cfa_offset 16
  .cfi_offset 6, -16
  movq  %rsp, %rbp
  .cfi_def_cfa_register 6
  movl  $4, %edi
  call  _Z3fooi
  popq  %rbp
  .cfi_def_cfa 7, 8
  ret
  .cfi_endproc
.LFE0:
  .size main, .-main
  .ident  "GCC: (Ubuntu 4.8.4-2ubuntu1~14.04.1) 4.8.4"
  .section  .note.GNU-stack,"",@progbits
```

foo.s

```
  .file "foo.cpp"
  .text
  .globl  _Z3fooi
  .type _Z3fooi, @function
_Z3fooi:
.LFB0:
  .cfi_startproc
  pushq %rbp
  .cfi_def_cfa_offset 16
  .cfi_offset 6, -16
  movq  %rsp, %rbp
  .cfi_def_cfa_register 6
  movl  %edi, -4(%rbp)
  movl  -4(%rbp), %eax
  addl  $1, %eax
  popq  %rbp
  .cfi_def_cfa 7, 8
  ret
  .cfi_endproc
.LFE0:
  .size _Z3fooi, .-_Z3fooi
  .ident  "GCC: (Ubuntu 4.8.4-2ubuntu1~14.04.1) 4.8
  .section  .note.GNU-stack,"",@progbits
```

Résolution des liens

Contenu des fichiers objets

```
> nm -gC main.o
> 0000000000000000 T main
>                  U foo(int)
> nm -gC foo.o
> 0000000000000000 T foo(int)
> nm -gC main_exe
```

Génération de l'executable

Il faut indiquer explicitement où trouver les symboles manquant.

```
> gcc main.o foo.o -o main_exe
```

Librairies Statiques / Dynamiques

Les librairies permettent de ne pas recompiler le code à chaque fois. Il existe deux types de librairies

Librairies Statiques

Le code utilisé est copié dans le binaire à l'édition des liens.

```
> # Creation d'une library statique
> ar rcs libfoo.a foo.o
```

Librairies dynamiques

Les symboles sont résolus lors de l'éxécution du programme. La libraire peut être partagée entre plusieurs éxécutables.

```
> # Creation d'un library dynamique
> gcc -shared foo.o -o libfoo.so
```

Librairies Statiques / Dynamiques

Commande pour lier la librairie

```
> # linkage (ordre des parametres est important)
> gcc  main.o -L. -lfoo -o main
```

Section 3

CMake

CMAKE - Générateur de projet

Outil de génération automatique de projet **libre** et **multiplateforme.**
Il permet de [1] :

- gérer l'ordre de compilation des fichiers sources et leurs dépendances
- générer des fichiers de configuration en fonction du système
- Instller et tester

1. Pour un tutoriel complet visiter http ://www.kitware.com/products/books.php

Commandes de Base

Ossature minimale d'un fichier CMakeLists.txt

```
cmake_minimum_required (VERSION 2.6)
# Ceci est une commantaire
project (myProjectName)
```

Création des binaires

```
# Creation de l'executable NOM_EXECUTABLE avec
# les fichiers sources src1.cpp src2.cpp, ...
add_executable( NOM_EXECUTABLE src1.cpp src2.cpp)

# Creation d'une librarie
add_library(NOM_LIB STATIC mylib.cpp )

add_target_libraries(NOM_EXECUTABLE lib1 )
```

Autres commandes utiles

Ajout d'une librairie externe

```
#Ajout des chemins pour les headers
INCLUDE_DIRECTORIES(path/to/include/dir)
# ajout d'une library externe detectable par cmake
find_package(myExternalLib REQUIRED)
INCLUDE_DIRECTORIES(${myExternalLib_INCLUDES})
...
target_link_library(myTarget ${myExternalLib_LIBRARIES} )


# Ajout d'un sous-repertoire
add_subdirectory(SUBDIR)

# Installation des binaires
install(TARGETS myExe  DESTINATION bin)
install(TARGETS myLib  DESTINATION lib)
install(FILES myheader DESTINATION include)
```

Utilisation

Organisation

- myProject/
  - CMakeLists.txt
  - foo.cpp
  - foo.h
  - main.cpp

CMakeLists.txt

```
cmake_minimum_required (VERSION 2.6)
project (myProject)
add_executable(main foo.cpp main.cpp)
install(TARGETS main  DESTINATION bin)
```

Construction du projet

```
> mkdir build && cd build
> cmake -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/tmp -CMAKE_BUILD_TYPE=Debug ../
> make && make install
```

Questions

Questions ?

Introduction C++

Example de code

```
#include <cmath>
int foo(int useless){
return 0;
}

int main(int argc, char **argv){
std::cout << "Hello world" << std::endl;
return 0;
}
```

Questions

Example classe *Robot.h*

```
#include <cmath>

class Robot{
public:
Robot(); // Constructeur sans arguement
Robot(double &x0, double &y0);
private :
// Variables publiques
double x, y;
}
```

Questions

Example classe *Robot.cpp*

```
#include "Robot.h"
Robot::Robot(){
this->x = 0;
y = 0;
}
Robot::Robot(double &x0, double &y0):
x(x0), y(y0)
{

}
```