

Makefile

Il file dependency system di Unix
(serve ad automatizzare il corretto
aggiornamento di più file che hanno
delle dipendenze)

makefile: idea di fondo

- (1) Permette di esprimere dipendenze fra file
 - es. **f.o** dipende da **f.c** e da **t.h** ed **r.h**
- in terminologia **make** :
 - **f.o** è detto *target*
 - **f.c**, **t.h**, **r.h** sono una *dependency list*

makefile: idea di fondo (2)

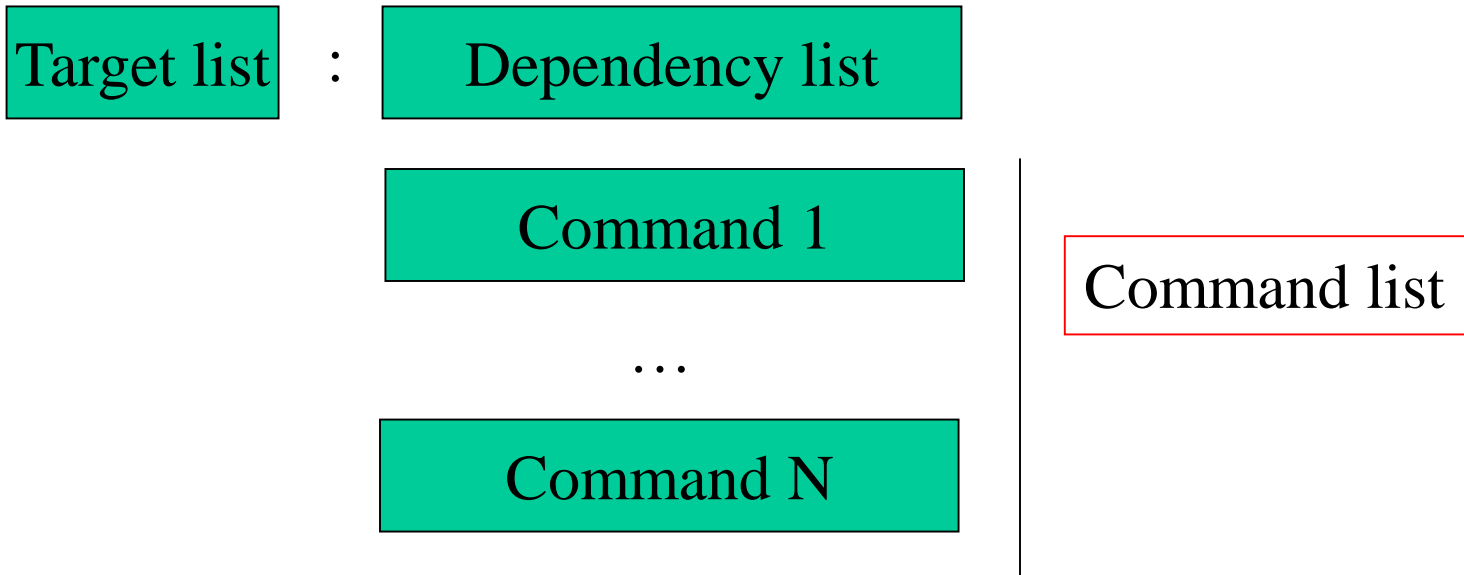
- (2) Permette di esprimere cosa deve fare il sistema per aggiornare il target se uno dei file nella *dependency list* è stato modificato
 - es. se qualcuno ha modificato **f.c**, **t.h** o **r.h**, per aggiornare **f.o** semplicemente ricompilare **f.c** usando il comando
gcc -Wall -pedantic -c f.c
- In terminologia make :
 - la regola di aggiornamento di uno o più target viene detta make rule

makefile: idea di fondo (2)

- (3) L'idea fondamentale è:
 - descrivere tutte le azioni che devono essere compiute per mantenere il sistema consistente come make rule in un file (*Makefile*)
 - usare il comando **make** per fare in modo che tutte le regole descritte nel *Makefile* vengano applicate automaticamente dal sistema

Formato delle 'make rule'

- Formato più semplice

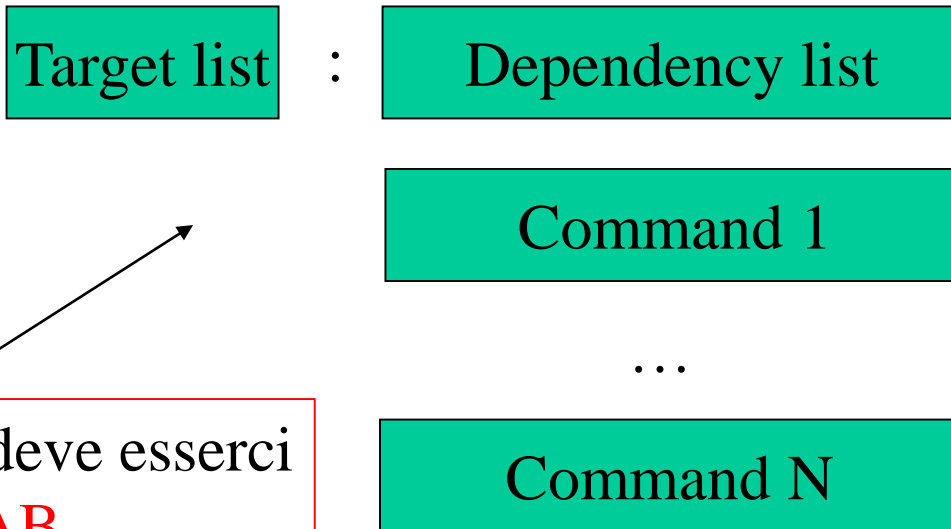


```
f.o : f.c t.h r.h
```

```
gcc -Wall -pedantic -c f.c
```

Formato delle 'make rule' (2)

- ATTENZIONE!!!



Qua deve esserci
un **TAB**

```
f.o : f.c t.h r.h  
gcc -Wall -pedantic -c f.c
```

Formato delle 'make rule' (3)

- Esempio con più regole

```
exe: f.o r.o
```

```
gcc f.o r.o -o exe
```

Fra due regole
deve esserci almeno
una **LINEA VUOTA**

```
f.o: f.c t.h r.h
```

```
gcc -Wall -pedantic -c f.c
```

```
r.o: r.c r.h
```

```
gcc -Wall -pedantic -c r.c
```

Il file deve terminare
con un **NEWLINE**

Formato delle 'make rule' (4)

- L'ordine delle regole è importante!
 - Il make si costruisce l'albero delle dipendenze a partire dalla prima regola del makefile

Il/I target della prima regola trovata è/sono la radice dell'albero

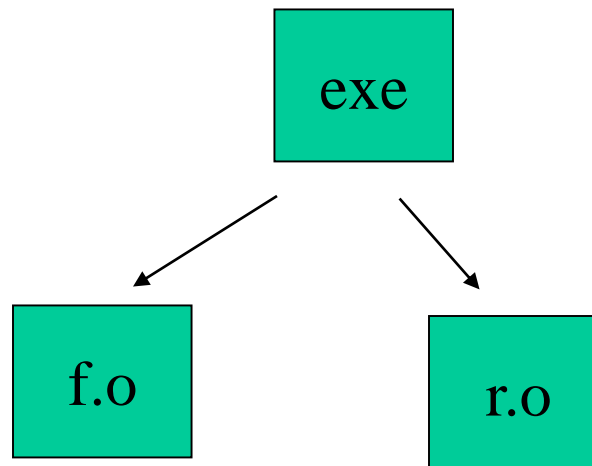


exe

Formato delle 'make rule' (5)

- L'ordine delle regole è importante!
 - Il make si costruisce l'albero delle dipendenze a partire dalla prima regola del makefile

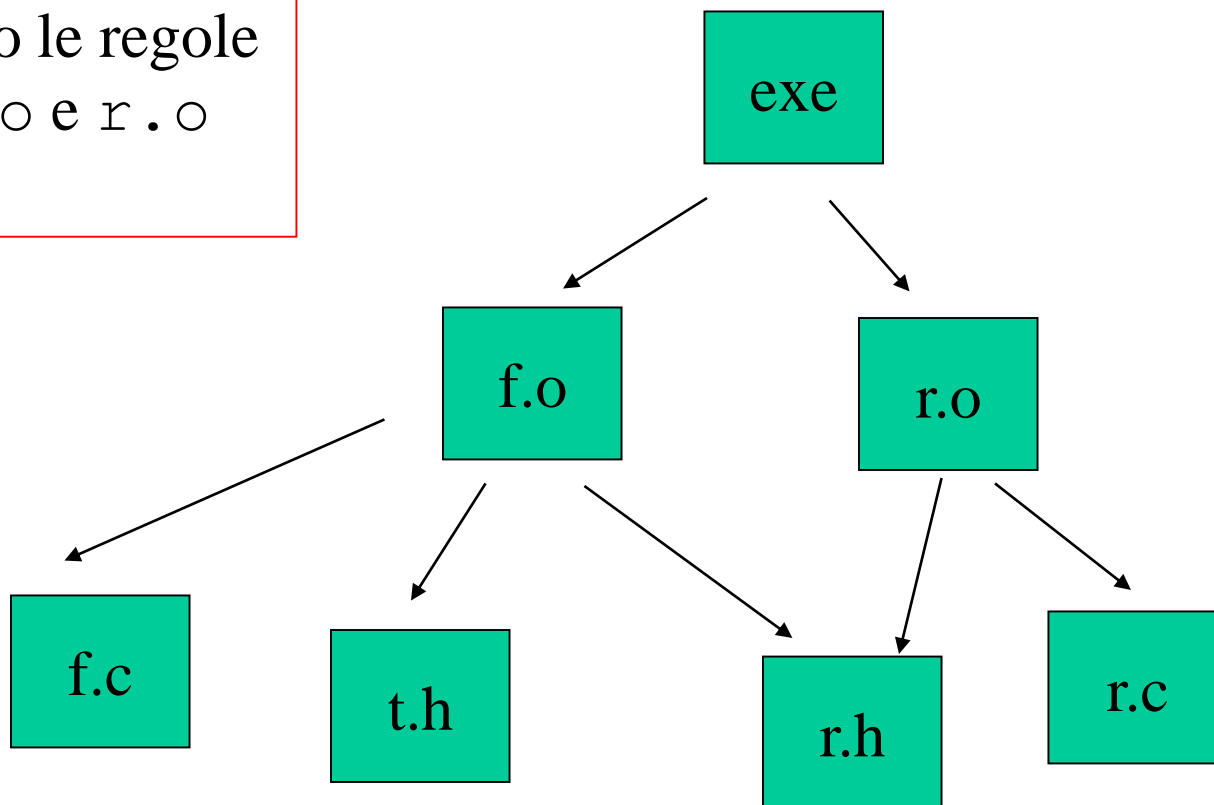
Ogni nodo nella dependency list della radice viene appeso come figlio



Formato delle 'make rule' (6)

- L'ordine delle regole è importante!
 - Poi si visitano le foglie e si aggiungono le dipendenze allo stesso modo

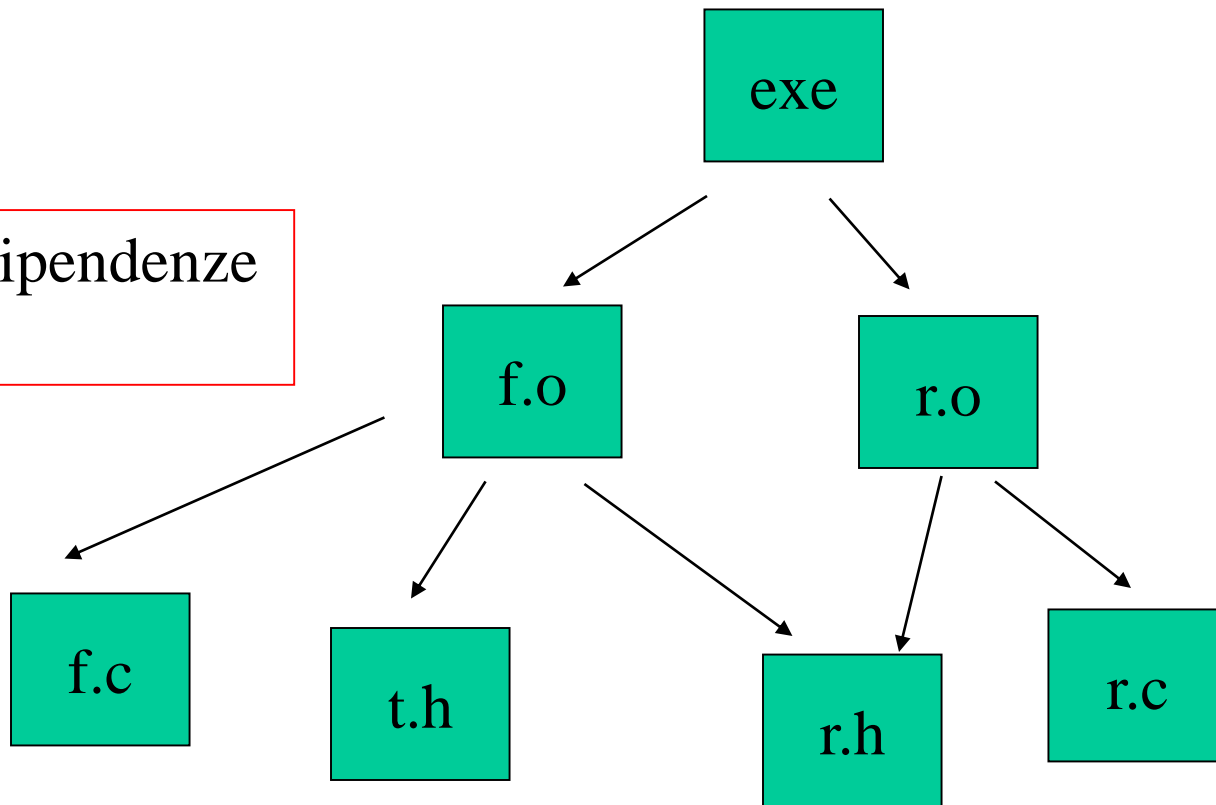
Si considerano le regole che hanno `f.o` e `r.o` come target



Formato delle 'make rule' (7)

- L'ordine delle regole è importante!
 - La generazione dell'albero termina quando non ci sono più regole che hanno come target una foglia

Albero delle dipendenze complessivo



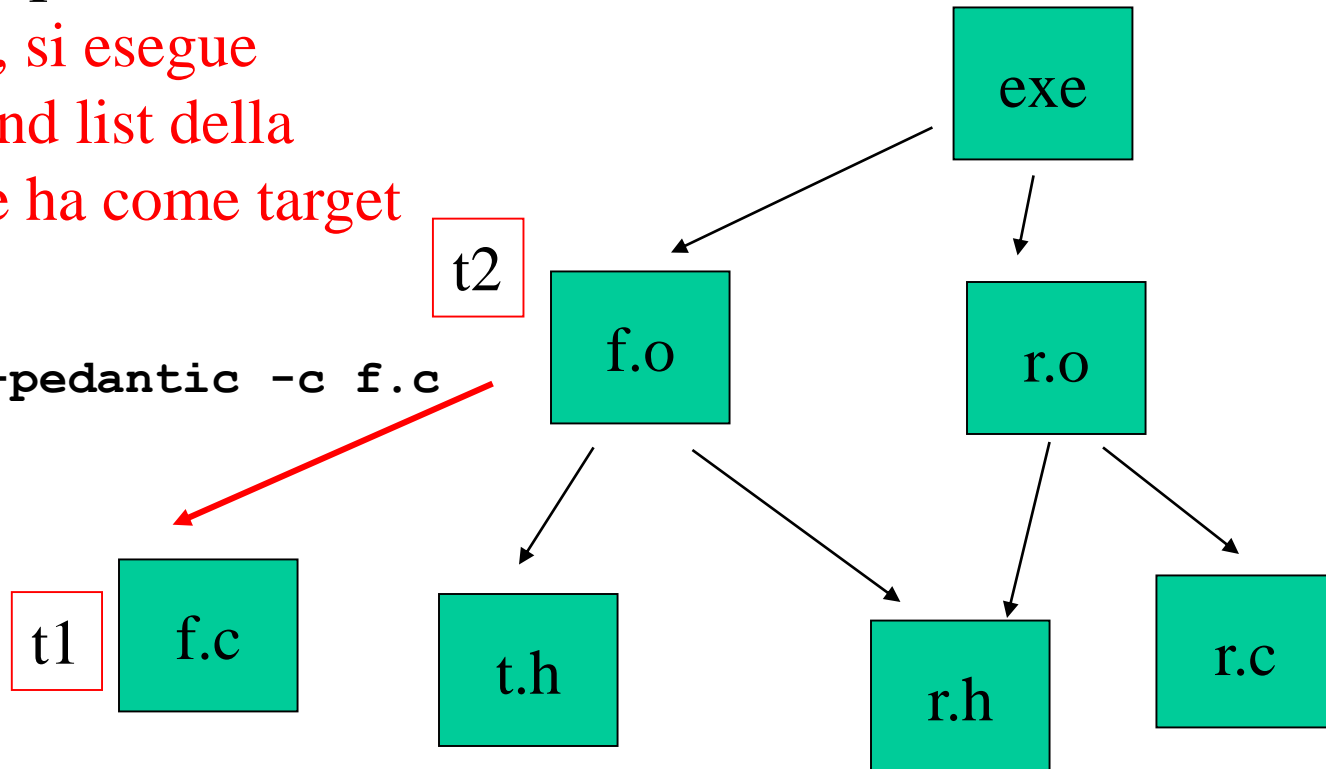
Come viene usato l'albero ...

- Visita bottom up

- Per ogni nodo X si controlla che il tempo dell'ultima modifica del padre sia successivo al tempo dell'ultima modifica di X

Se $t_1 > t_2$, si esegue la command list della regola che ha come target il padre

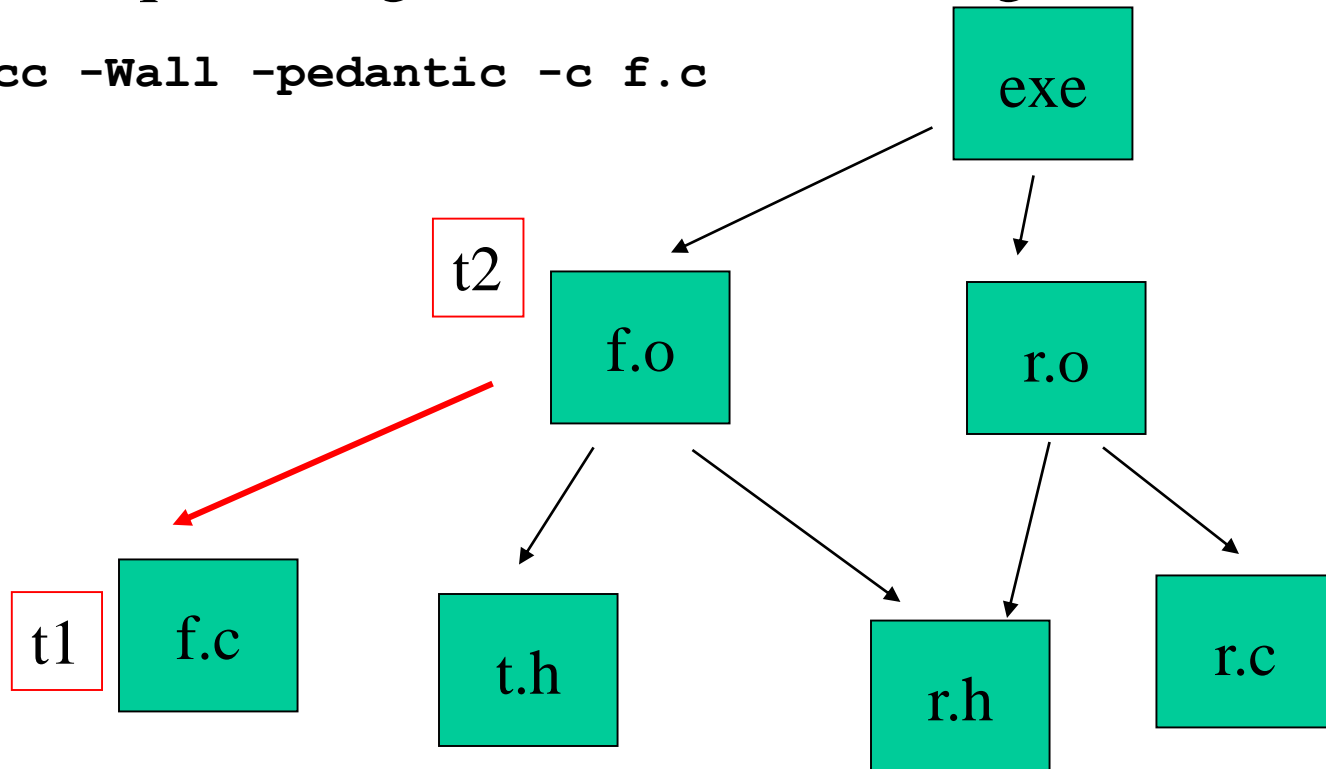
`gcc -Wall -pedantic -c f.c`



Come viene usato l'albero ... (2)

- Visita bottom up
 - Se il file corrispondente ad un nodo X non esiste (es. è stato rimosso) ... Si esegue comunque la regola che ha come target X

```
gcc -Wall -pedantic -c f.c
```



Come si esegue il make ...

- Se il file delle regole si chiama 'Makefile'
 - basta eseguire

```
$ make
```
- altrimenti

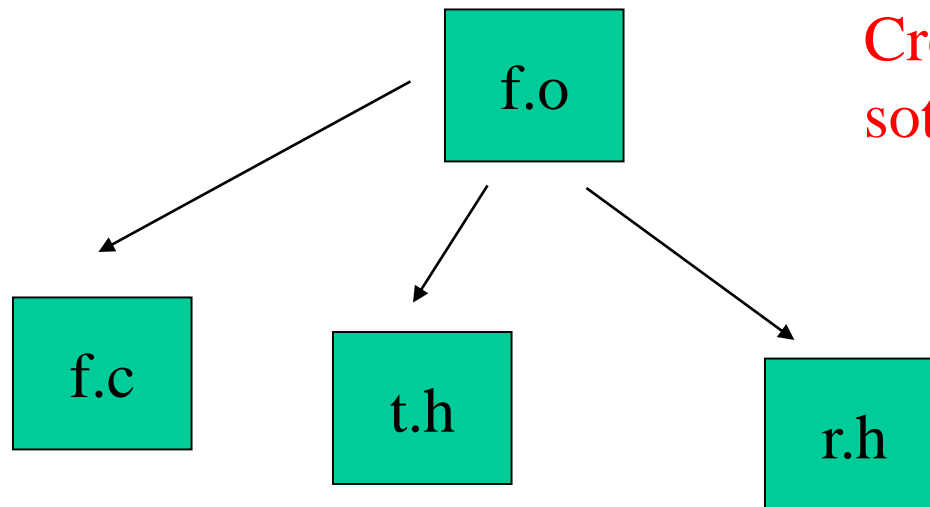
```
$ make -f nomefile  
gcc -Wall -pedantic -c f.c  
$
```

 - stampa dei comandi eseguiti per aggiustare i tempi sull'albero delle dipendenze
 - **-n** per stampare solo i comandi (senza eseguirli)

Come si esegue il make ... (2)

- È possibile specificare una radice dell'albero diversa dal target nella prima regola del file
 - dobbiamo passare il nome del target come parametro al make. Es.

```
$ make f.o
```



Crea solo questo sottoalbero

Variabili ...

- È possibile usare delle variabili per semplificare la scrittura del makefile
 - stringhe di testo definite una volta ed usate in più punti
- Vediamo un esempio ...

Esempio di nuovo

```
exe: f.o r.o  
gcc f.o r.o -o exe
```

```
f.o: f.c t.h r.h  
gcc -Wall -pedantic -c f.c
```

```
r.o: r.c r.h  
gcc -Wall -pedantic -c r.c
```

Variabili ...

- È possibile usare delle variabili per semplificare la scrittura del makefile
 - stringhe di testo definite una volta ed usate in più punti

```
# nomi oggetti
```

```
objects = r.o f.o
```

```
# regole
```

```
exe: $(objects)
```

```
    gcc $(objects) -o exe
```

Variabili (2)

- Inoltre ci sono delle variabili predefinite che permettono di comunicare al make le nostre preferenze, ad esempio :
 - quale compilatore C utilizzare per la compilazione
CC = gcc
 - le opzioni di compilazione preferite
CFLAGS = -Wall -pedantic
- a che serve poterlo fare ?

Esempio di nuovo

```
exe: $(objects)  
      $(CC) $(objects) -o exe
```

```
f.o: f.c t.h r.h  
      $(CC) $(CFLAGS) -c f.c
```

```
r.o: r.c r.h  
      $(CC) $(CFLAGS) -c r.c
```

Regole implicite ...

- Le regole che abbiamo visto finora sono più estese del necessario
 - Il make conosce già delle regole generali di dipendenza fra file, basate sulle estensioni dei nomi
 - *es : nel caso del C, sa già che per aggiornare un **XX.o** è necessario ricompilare il corrispondente **XX.c** usando **\$CC** e **\$CFLAGS***
 - quindi una regola della forma
XXX.o: XXX.c t.h r.h
gcc -Wall -pedantic -c XXX.c

Regole implicite ... (2)

– È equivalente a

```
XXX.o: XXX.c t.h r.h
```

```
$(CC) $(CFLAGS) -c XXX.c
```

– e sfruttando le regole implicite del make può essere riscritta come

```
XXX.o: XXX.c t.h r.h
```

– Si può generare automaticamente con

```
gcc -MM XXX.c
```

Regole implicite ... (3)

- Riscriviamo il nostro esempio con le regole implicite e le variabili :

```
CC = gcc
```

```
CFLAGS = -Wall -pedantic
```

```
objects = f.o r.o
```

```
exe: $(objects)
```

```
$(CC) $(objects) -o exe
```

```
f.o: f.c t.h r.h
```

```
r.o: r.c r.h
```

Altre variabili

- Si possono usare altre variabili predefinite
 - `$@` : nome del target
 - `$$` : la dependency list
 - `$$` : il primo nome nella dependency list

```
exe: $(objects)
      $(CC) $$ -o $@
```

```
f.o: f.c t.h r.h
      $(CC) $(CFLAGS) -c $$
```


Phony targets ...

- È possibile specificare target che non sono file e che hanno come scopo solo l'esecuzione di una sequenza di azioni

clean:

```
rm $(objects) *~ core
```

- siccome la regola non crea nessun file chiamato 'clean', il comando **rm** verrà eseguita ogni volta che invoco

```
$make clean
```

- 'clean' è un target fittizio (*phony*) inserito per provocare l'esecuzione del comando in ogni caso

Phony targets ... (2)

- Questo stile di programmazione è tipico ma ha qualche controindicazione :
 - se casualmente nella directory viene creato un file chiamato ‘clean’ il gioco non funziona più
 - siccome la dependency list è vuota è sempre aggiornato!
 - La lista dei comandi non viene mai eseguita
 - È inefficiente!
 - Il make cerca prima in tutte le regole implicite per cercare di risolvere una cosa che è messa apposta per non essere risolta

Phony targets ... (3)

- Soluzione :

- prendere l'abitudine di dichiarare esplicitamente i target falsi

```
.PHONY : clean
```

```
clean:
```

```
    -rm $(objects) *~ core
```

'**-rm**' significa che l'esecuzione del make può continuare anche in caso di errori nell'esecuzione del comando **rm** (es. uno dei file specificati non c'è)

altrimenti make si blocca al primo comando che ritorna errore ($\neq 0$)

Esempio

- un makefile per la libreria di array di double:

```
CC=gcc
```

```
CFLAGS=-Wall -pedantic
```

```
objects=vect.o
```

```
.PHONY: test cleanall lib
```

```
vTest: vTest.o
```

```
    $(CC) $^ -o $@ -L. -lVect
```

```
vTest.o: vTest.c vect.h
```

```
vect.o: vect.c vect.h
```

```
lib: $(objects)
```

```
    ar -r libVect.a $(objects)
```

Esempio ... (2)

- Esempio (cont.):

```
test: vTest
```

```
@echo "Eseguo i test ... "
```

```
./vTest 1> output
```

```
diff output output.atteso
```

```
@echo "Test superato!"
```

```
cleanall:
```

```
@echo "Removing garbage"
```

```
-rm -f *.o core *.*
```

Esempio ... (3)

- Una possibile esecuzione

```
bash$ make cleanall
```

```
Removing garbage
```

```
rm -fr *.o core *.*
```

```
bash$ make vTest
```

```
gcc -Wall -pedantic -c vTest.c
```

```
gcc vTest.o -o vTest -L. -lVect
```

Esempio ... (4)

- Una possibile esecuzione dei test

```
bash$ make test
```

```
Eseguo i test
```

```
./vTest 1> output
```

```
diff output output.atteso
```

```
Test superato!
```

```
bash$ make lib
```

```
gcc -Wall -pedantic -c vect.c
```

```
ar -r libVect.a vect.o
```