Make

Nikola Brković

15. januar 2025

Kaj je Make?

- Orodje, ki avtomatizira proces izgradnje programske opreme
- Omogoča opis odvisnosti med izvornimi datotekami v konfiguracijski datoteki - Makefilu

Različice

- GNU, BSD, NMAKE, dmake
- Danes se bomo osredotočili na GNU Make
- Podpira Linux, Mac OS, Windows, OS/2, DOS..

Makefile

- Vsebuje seznam definicij ciljev - pravil
- Pravilo lahko vsebuje ukaze
- Cilj je odvisen od predpogojev
- Cilji so lahko umetni (*PHONY*)
- Podpira tudi spremenljivke, pogojno izvajanje, itd.

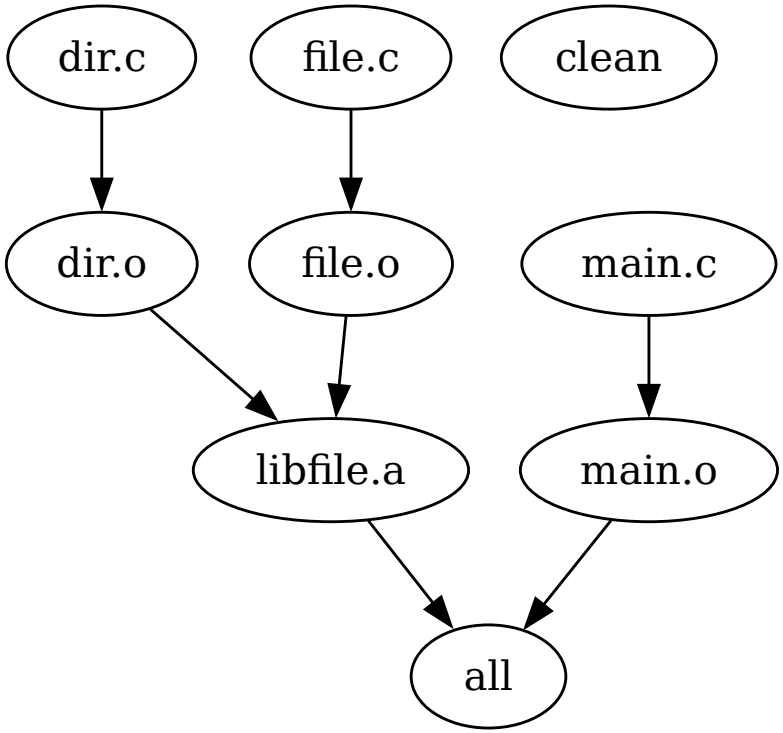
Osnovna sintaksa Makefila

```
cilj [cilj ...]: [predpogoj ...]
 [prvi ukaz]
 ...
 [zadnji ukaz]
```

Primer preprostega Makefila

```
all: libfile.a main.o
	ld libfile.a main.o

main.o: main.c
	gcc -c main.c -o main.o

dir.o: dir.c
	gcc -c dir.c -o dir.o

file.o: file.c
	gcc -c file.c -o file.o

libfile.a: dir.o file.o
	ar rcs libfile.a dir.o file.o
```

Graf odvisnosti

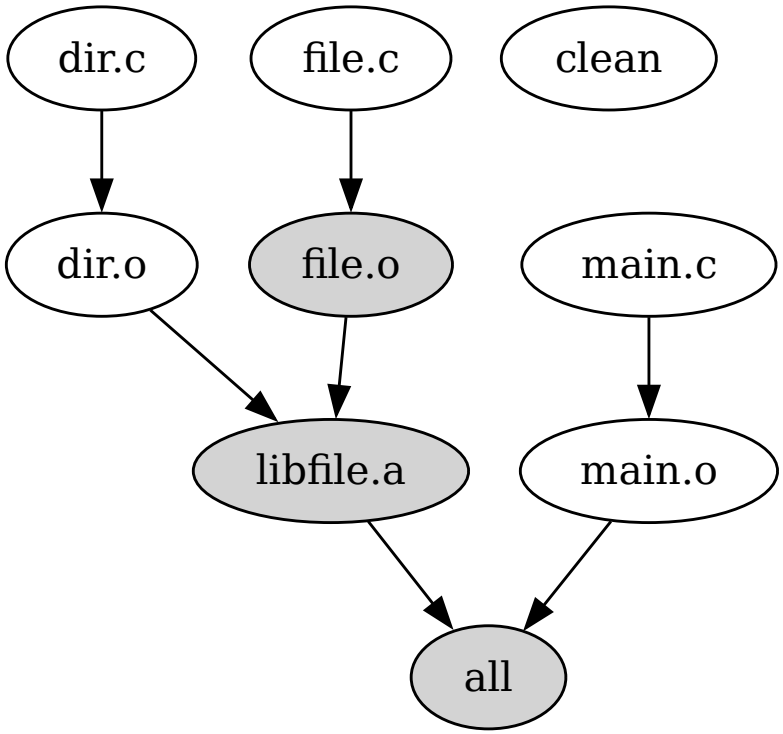


Izvajanje ciljev

1. Če je začetni cilj umeten, in nima nobenih predpogojev, se bo izvedel in se postopek konča. (*clean*)
2. Spustimo se po grafu odvisnosti, od vključno trenutnega cilja, v nasprotni smeri povezav, dokler ne naletimo na cilj, katerega čas zadnje spremembe je starejši kot čas zadnje spremembe enega od njegovih predpogojev.
3. Če ni nobenega zastarelega cilja v celotnem grafu, se postopek konča, sicer pa najdeni cilj izvedemo.
4. Vrnemo se v prejšnji cilj, poskušamo ponoviti korak 2 čim večkrat. Preskočimo cilje, ki smo jih morebiti že izvedli. Če zastarelih ciljev ne najdemo več, izvedemo trenutni cilj in ponovimo ta korak.
5. Končamo, ko smo prišli nazaj v začetni cilj.

Izvajanje ciljev

Spremenili smo datoteko file.c:



Vzporedno izvajanje

- Izvajanje več poslov hkrati
- Poslovne reže (ang. *job slots*)

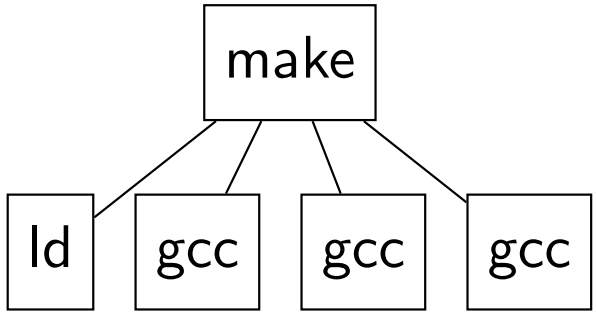
```
make -j 4
```

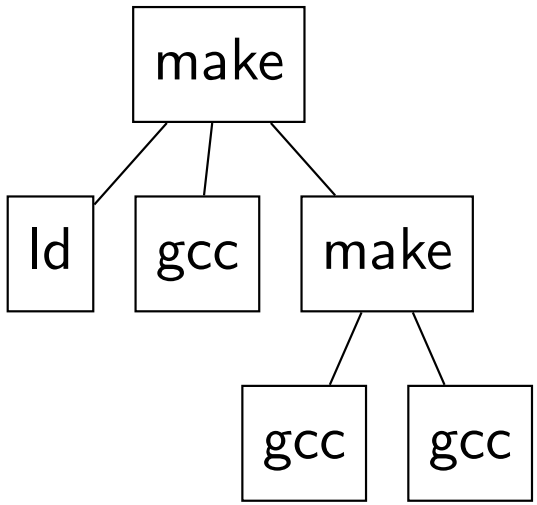
- Ključno pri velikih projektih
- Primer: Linux (linux-6.13-rc7)

```
$ find . -name '*.c' | wc -l
34788
```

Vzporedno izvajanje

Pri enem procesu je preprosto, ampak na težave naletimo pri rekurzivnih Makih, kjer je potrebna medprocesna komunikacija. Rešeno z jobserverjem.





Jobserver na sistemih POSIX

Implementiran z uporabo poimenovane cevi (FIFO), imamo N poslovnih rež. Cev vsebuje največ $N - 1$ žetonov.
Ko želi zagnati posel, mora zasesti režo. Ko se posel konča, pa sprosti režo.

1. Začetno stanje
   $\rightarrow$ | 3 | 7 | 2 | $\rightarrow$
2. Reža zasedena, prebran žeton
   $\rightarrow$ | 3 | 7 | $\rightarrow$
3. Reža sproščena, zapisan žeton
   $\rightarrow$ | 2 | 3 | 7 | $\rightarrow$

Na starejših sistemih na režo čaka z *read*, na novejših pa *pselect*.
Še podrobneje: Paul D. Smith, `https://make.mad-scientist.net/papers/jobserver-implementation/`

Jobserver na sistemih POSIX

```
static int job_rfd = -1;

static int
make_job_rfd ()
{
  EINTRLOOP (job_rfd, dup (job_fds[0]));
  // ...
  return job_rfd;
}
```

Jobserver na sistemih POSIX

```
void
jobserver_signal ()
{
  if (job_rfd >= 0)
    {
      close (job_rfd);
      job_rfd = -1;
    }
}
```

Jobserver na sistemih POSIX

```
unsigned int
jobserver_acquire (int timeout)
{
  // ...
  EINTRLOOP (got_token, read (job_rfd, &intake, 1))
  // ...
}
```

Jobserver na Windowsih

Implementiran z uporabo poimenovanega semaforja - sistemskega atomskega števca.
Semafor se ustvari s funkcijo *CreateSemaphore*.
Lahko čakamo na proces in semafor hkrati z *WaitForMultipleObjects*.

Jobserver na Windowsih

```
unsigned int
jobserver_setup (int slots, const char *style)
{
  sprintf (jobserver_semaphore_name,
    "gmake_semaphore_%d", _getpid ());

  jobserver_semaphore = CreateSemaphore (
      NULL, /* Use default security descriptor */
      slots, /* Initial count */
      slots, /* Maximum count */
      jobserver_semaphore_name); /* Semaphore name */
```

Jobserver na Windowsih

```
unsigned int jobserver_acquire (int timeout UNUSED) {
    HANDLE *handles;
    DWORD dwHandleCount;
    DWORD dwEvent;

    handles = xmalloc(process_table_actual_size()
                      * sizeof(HANDLE));

    /* Add jobserver semaphore to first slot. */
    handles[0] = jobserver_semaphore;

    /* Build array of handles to wait for.  */
    dwHandleCount = 1 + process_set_handles (&handles[1]);

    dwEvent = process_wait_for_multiple_objects (
        dwHandleCount,  /* number of objects in array */
        handles,        /* array of objects */
        FALSE,          /* wait for any object */
        INFINITE);      /* wait until object is signalled */
```