

[MAC0211] Laboratório de Programação I
Aula 15
GNU Make
—
Análise Léxica

Kelly Rosa Braghetto

DCC-IME-USP

23 de abril de 2013

[Aula passada] GNU Make

- ▶ É um utilitário que determina automaticamente quais pedaços de um grande programa precisam ser recompilados e dispara os comandos que os recompilam
- ▶ Pode ser usado com qualquer linguagem de programação cujo compilador possa ser executado com um comando *shell*
- ▶ Não se limita à construção de programas. Pode ser usado para descrever qualquer tarefa em que alguns arquivos precisam ser atualizados automaticamente a partir de outros sempre que houver alterações nesses outros

[Aula passada] *Makefile*

- ▶ para usar o *Make*, é preciso escrever um arquivo chamado *makefile*, que descreve os relacionamentos entre os arquivos do seu programa e indica comandos para atualizar cada arquivo. **Exemplo:** em um programa, o arquivo executável é construído a partir de arquivos objetos que, por sua vez, são gerados a partir de código-fonte. O *makefile* pode indicar como os fontes são compilados e ligados para gerar o executável.
- ▶ Uma vez que um *makefile* correto exista, basta executar o comando `make` para que todas as recompilações necessárias para a atualização do programa sejam executadas
- ▶ O *Make* usa as informações contidas no *makefile* e os horários da última modificação dos arquivos para decidir quando um arquivo precisa ser atualizado. O próprio *makefile* indica como a atualização deve ser feita

[Aula passada] Uma introdução a *Makefiles*

Regras

- ▶ Um *makefile* é composto por regras do tipo:

alvo ... : pré-requisitos ...

receita

...

...

- ▶ ***alvo***: geralmente é o nome de um arquivo que é gerado por um programa (ex.: arquivos executáveis ou objeto). Mas pode ser também o nome de uma ação a ser executada
- ▶ ***pré-requisito***: é um arquivo que é usado como entrada na criação do *alvo*. Um alvo pode depender de vários arquivos
- ▶ ***receita***: ação que o `make` executará. Pode possuir um ou mais comandos (na mesma linha ou um em cada linha). **Importante**: é preciso colocar um caractere de tab no início de cada linha da receita

[Aula passada] Uma introdução a *Makefiles*

Regras

- ▶ Em um regra, uma receita geralmente serve para criar o arquivo alvo quando há alteração em algum dos arquivos pré-requisitos.
- ▶ Mas uma regra não é obrigada a ter pré-requisitos (veremos um exemplo disso a seguir)
- ▶ Um makefile pode conter outras coisas além das regras. Mas um makefile simples só precisa delas para ser feito

[Aula passada] Um *makefile* simples

```
edit : main.o kbd.o command.o display.o \  
      insert.o search.o files.o utils.o  
gcc -o edit main.o kbd.o command.o display.o \  
      insert.o search.o files.o utils.o  
  
main.o : main.c defs.h  
      gcc -c main.c  
kbd.o : kbd.c defs.h command.h  
      gcc -c kbd.c  
command.o : command.c defs.h command.h  
      gcc -c command.c  
display.o : display.c defs.h buffer.h  
      gcc -c display.c  
insert.o : insert.c defs.h buffer.h  
      gcc -c insert.c  
search.o : search.c defs.h buffer.h  
      gcc -c search.c  
files.o : files.c defs.h buffer.h command.h  
      gcc -c files.c  
utils.o : utils.c defs.h  
      gcc -c utils.c  
clean :  
      rm edit main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o files.o utils.o
```

[Aula passada] Um *makefile* simples – funcionamento

- ▶ O caractere ‘\’ é usado para dividir uma linha longa
- ▶ Para gerar o executável chamado `edit`, basta executar `make`
- ▶ Para apagar o arquivo executável e todos os arquivos objeto do diretório, executar `make clean`

Observações:

- ▶ Por padrão, o *Make* começa com o primeiro alvo do *makefile*. Ele é chamado de meta padrão (default goal). Metas são alvos que o *Make* se esforça para atualizar por último.
- ▶ Uma outra regra do *makefile* só é processada de forma automática no `make` se seu alvo aparece como pré-requisito para a meta ou se é pré-requisito para alguma outra regra da qual a meta depende

[Aula passada] *Makefile* – funcionamento

- ▶ Quando o alvo é um arquivo, ele precisa ser recompilado ou religado se um dos seus pré-requisitos mudam
- ▶ Um pré-requisito que é automaticamente gerado (ou seja, que é o alvo de uma regra também), deve ser atualizado antes de ser usado
- ▶ Por exemplo: `edit` depende de cada um dos 8 arquivos objeto. O objeto `main.o` depende do fonte `main.c` e o cabeçalho `def.h`
- ▶ O alvo `clean` não é um arquivo; é apenas o nome de uma ação. Ela não é pré-requisito para nenhuma outra regra e também não tem pré-requisitos. Por essa razão, a regra do `clean` só será executada pelo `make` quando isso for solicitado explicitamente.
- ▶ Alvos que são apenas ações (e não arquivos) são chamados de *alvos falsos* (*phony targets*)

[Aula passada] O uso de variáveis em *makefiles*

- ▶ *Variáveis* nos ajudam a evitar replicações no *makefile* e, conseqüentemente, diminuem a possibilidade de introdução de erros durante a manutenção
- ▶ Exemplo: a sequência de arquivos
main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o
files.o utils.o
aparece mais de uma vez no *makefile* do editor de texto
- ▶ É uma prática frequente definir em um *makefile* uma variável de nome *OBJECTS*, *objs*, *OBJS*, *obj*, ou *OBJ* contendo a lista de todos os nomes dos arquivos objeto:

```
objects = main.o kbd.o command.o display.o insert.o \  
          search.o files.o utils.o
```

[Aula passada] Um *makefile* simples (agora com variáveis)

```
objects = main.o kbd.o command.o display.o insert.o search.o files.o utils.o

edit : $(objects)
    gcc -o edit $(objects)

main.o : main.c defs.h
    gcc -c main.c
kbd.o : kbd.c defs.h command.h
    gcc -c kbd.c
command.o : command.c defs.h command.h
    gcc -c command.c
display.o : display.c defs.h buffer.h
    gcc -c display.c
insert.o : insert.c defs.h buffer.h
    gcc -c insert.c
search.o : search.c defs.h buffer.h
    gcc -c search.c
files.o : files.c defs.h buffer.h command.h
    gcc -c files.c
utils.o : utils.c defs.h
    gcc -c utils.c
clean :
    rm edit $(objects)
```

Regras implícitas

- ▶ Quando o alvo de uma regra é um arquivo com extensão `.o`, o *Make* é capaz de deduzir que ele deve usar o arquivo `.c` correspondente para gerar o alvo usando um comando `'gcc -c'`. Por isso, podemos omitir as receitas para a geração de arquivos objeto
- ▶ Exemplo de regra que pode ser omitida no *makefile*

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

- ▶ Exemplo de regra válida no *makefile*

```
main.o : def.h
```

- ▶ No exemplo acima, note que o arquivo `.c` usado para a geração do `.o` também é deduzido (ou seja, ele não precisa aparecer nos pré-requisitos da regra)
- ▶ Regras que omitem a receita são chamadas de *regras implícitas*

Um *makefile* simples (agora com regras implícitas)

```
objects = main.o kbd.o command.o display.o insert.o \  
          search.o files.o utils.o
```

```
edit : $(objects)  
      gcc -o edit $(objects)
```

```
main.o : defs.h  
kbd.o : defs.h command.h  
command.o : defs.h command.h  
display.o : defs.h buffer.h  
insert.o : defs.h buffer.h  
search.o : defs.h buffer.h  
files.o : defs.h buffer.h command.h  
utils.o : defs.h  
clean :  
      rm edit $(objects)
```

Uma outra forma de definir *makefiles*

- ▶ Quando os objetos de um *makefile* são criados somente por regras implícitas, é possível usar um outro estilo de definição
- ▶ Nesse estilo de *makefile*, as entradas são agrupadas de acordo com seus pré-requisitos (e não por seus alvos)
- ▶ Exemplo:

```
objects = main.o kbd.o command.o display.o insert.o \  
          search.o files.o utils.o
```

```
edit : $(objects)  
      gcc -o edit $(objects)
```

```
$(objects) : defs.h  
kbd.o command.o files.o : command.h  
display.o insert.o search.o files.o : buffer.h
```

Regras falsas

- ▶ As regras falsas possibilitam a execução de comandos não relacionados à compilação
- ▶ Exemplo: remoção dos arquivos do programa

```
clean :
```

```
    rm edit $(objects)
```

- ▶ Como `clean` não é um pré-requisito para `edit`, sua regra nunca será executada com a chamada de `make` sem parâmetros. Ela só será executada quando for invocada explicitamente, com o comando `make clean`
- ▶ Um regra como a `clean` não deve aparecer como a primeira regra em um *makefile*, porque não queremos que seja a meta padrão

Regras falsas

- ▶ Considerando o exemplo da regra falsa `clean`, se um arquivo com o nome `clean` fosse criado no diretório do *makefile*, a receita de remoção dos arquivos do programa nunca mais seria executada. Como a regra falsa não tem pré-requisitos, o arquivo alvo criado “externamente” estaria sempre atualizado (o que faria com que a receita nunca mais fosse executada)
- ▶ Para se contornar esse problema, podemos declarar explicitamente que o alvo da regra é falso usando o alvo especial `.PHONY`. Exemplo:

```
.PHONY : clean
clean :
    -rm edit $(objects)
```

- ▶ No exemplo, usamos `-rm` em lugar do `rm`. O caracter `'-'` forçará que o `make` continue executando mesmo que a execução do `rm` retorne erros.

Erros em receitas

- ▶ Depois da execução no *shell* de uma linha de uma receita, o `make` olha para o status de saída. Se o *shell* completou com sucesso (status = 0), a próxima linha na receita é executada em um novo *shell*; depois que a última linha é terminada, a regra é terminada
- ▶ Se um erro ocorre na execução de um comando, o `make` abandona a regra atual e, possivelmente, as demais regras
- ▶ Em algumas situações, a falha em um comando da receita não precisa implicar na falha da regra toda. Por exemplo, na regra

```
main.o : main.c
    mkdir saida
    gcc -c main.c
```

poderia não haver problema algum em continuar a receita em caso de falha no `mkdir`

- ▶ Colocar o caractere '-' no início do texto da linha (depois do tab) força o `make` a ignorar erros que ocorram nessa linha

Variáveis automáticas

- ▶ `$<` : armazena o nome do primeiro pré-requisito da regra
- ▶ `$@` : armazena o nome do alvo
- ▶ `$?` : armazena a lista de nomes de todos os pré-requisitos mais novos que o alvo
- ▶ `$$` : armazena a lista de nomes de todos os pré-requisitos

Exemplo de uso:

```
edit : main.o kbd.o command.o display.o \  
      insert.o search.o files.o utils.o  
      gcc -o $$ $^
```

Geração automática de dependências

- ▶ Existem ferramentas que geram automaticamente regras de dependências entre arquivos e até mesmo *makefiles* completos
- ▶ Exemplos:
 - ▶ *gcc -M* e *gcc -MM*
(<http://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-4.1.2/gcc/Preprocessor-Options.html>)
 - ▶ *makedepend*
(<http://manpages.ubuntu.com/manpages/hardy/man1/makedepend.1.html>)
 - ▶ *GNU Automake*
(<http://www.gnu.org/software/automake/>)

Processamento de Linguagens de Programação

- ▶ **Sintaxe de uma linguagem:** especifica **como** os programas de uma linguagem são construídos
- ▶ **Semântica de uma linguagem:** especifica **o quê** os programas significam

Exemplo

Suponha que datas são construídas a partir de dígitos representados por *D* e o símbolo /, da seguinte maneira: *DD/DD/DDDD*

- ▶ De acordo com essa sintaxe, *01/02/2013* é uma data
- ▶ O dia a que essa data se refere não é identificado pela sintaxe. Por exemplo, no Brasil, essa data corresponde ao dia primeiro de fevereiro de 2013. Entretanto, nos EUA, ela corresponde ao dia dois de fevereiro de 2013
- ▶ Portanto, **podemos ter mais de uma semântica associada à uma mesma sintaxe**

Processamento de Linguagens de Programação

Etapas envolvidas em um processo de compilação:

- ▶ **Análise Léxica** – responsável por identificar os itens léxicos (palavras, números, símbolos, etc.) no código-fonte do programa
- ▶ **Análise Sintática** – responsável por identificar a estrutura sintática do programa e construir uma estrutura de dados (normalmente uma árvore sintática) para representar este programa em memória
- ▶ **Análise Semântica** – responsável por definir o que significa cada comando e gerar o código correspondente

Processamento de Linguagens de Programação

Neste curso abordaremos formalmente apenas a Análise Léxica

Processamento de programas é visto em:

- ▶ **MAC 316 – Conceitos de Linguagens de Programação** (construção de um interpretador)
- ▶ **MAC 414 – Linguagens Formais e Autômatos** (análise sintática em profundidade)
- ▶ **MAC 410 – Introdução à Compilação** (construção de um compilador)

Expressões e notações

- ▶ Expressões como $a + b * c$ são usadas há séculos e foram o ponto de início para o projeto de linguagens de programação
- ▶ Linguagens de programação usam um misto de notações. Por exemplo:
 - ▶ $a + b$ – operador aparece entre os operandos
 - ▶ $\text{sqrt}(a)$ – operador aparece antes do operando
 - ▶ $a++$ – operador aparece depois do operando
- ▶ **Notação infixa**: um operador binário é escrito entre os seus dois operandos (ex.: $a + b$)
- ▶ **Notação prefixa**: um operador binário é escrito antes dos seus dois operandos (ex.: $+ab$)
- ▶ **Notação pós-fixa**: um operador binário é escrito depois dos seus dois operandos (ex.: $ab+$)

Notação infixa

Vantagem dessa notação:

- ▶ É a mais “familiar” das notações e, por isso, mais fácil de se ler

Desvantagem dessa notação:

- ▶ Ambiguidade na decodificação. Exemplo: a expressão pode $a + b * c$ conduzir a duas decodificações diferentes:
 - ▶ a soma de a e $b * c$
 - ▶ a multiplicação de $a + b$ e c
- ▶ Desambiguação é feita com:
 - ▶ precedência de operadores
 - ▶ associatividade de operadores de mesma precedência
 - ▶ parênteses

Notação infixa

Exemplos:

- ▶ Operadores associativos-à-esquerda: +, -, * e /

Correto: $4 - 2 - 1 = (4 - 2) - 1 = 2 - 1 = 1$

Errado: $4 - 2 - 1 = 4 - (2 - 1) = 4 - 1 = 3$

- ▶ Operador associativo-à-direita: exponenciação

$$2^{3^4} = 2^{(3^4)} = 2^{81}$$

Notação prefixa

Uma expressão em notação prefixa é escrita do seguinte modo:

- ▶ A notação prefixa de uma constante ou variável é a própria constante ou variável
- ▶ A aplicação de um operador **op** às sub-expressões E_1 e E_2 é escrita na notação prefix como **op** E_1 E_2

Vantagens dessa notação:

- ▶ É fácil de decodificar fazendo uma varredura da esquerda para a direita na expressão
- ▶ Dispensa o uso de parênteses (não há ambiguidade na identificação dos operandos de um operador)

Exemplos

- ▶ $* + 20 30 60 = * 50 60 = 3000$
- ▶ $* 20 + 30 60 = * 20 90 = 1800$

Notação pós-fixa (= *notação polonesa*)

Uma expressão em notação pós-fixa é escrita do seguinte modo

- ▶ A notação pós-fixa de uma constante ou variável é a própria constante ou variável
- ▶ A aplicação de um operador **op** às sub-expressões E_1 e E_2 é escrita na notação pós-fixa como $E_1 E_2 \text{ op}$

Vantagens dessa notação:

- ▶ São fáceis de se avaliar de forma automatizada com o auxílio de uma estrutura de pilha
- ▶ Dispensa o uso de parênteses (não há ambiguidade na identificação dos operandos de um operador)

Exemplos

- ▶ $20\ 30\ +\ 60\ * = 50\ 60\ * = 3000$
- ▶ $20\ 30\ 60\ +\ * = 20\ 90\ * = 1800$

Notação “*mixfixa*”

Operações especificadas por uma combinação de símbolos não se enquadram na classificação infix, prefixa e pós-fixa.

Exemplo

```
if  $a > b$  then  $a$  else  $b$ 
```

Análise Léxica (na prática)

Exemplo: Calculadora HP

- ▶ **Notação pós-fixa** (também chamada de **notação polonesa**)
- ▶ Ver código da implementação disponível no Paca

Bibliografia e materiais recomendados

- ▶ Manual do GNU Make
<http://www.gnu.org/software/make/manual/>
- ▶ Capítulo 2 do livro *Programming Languages – Concepts & Constructs*, de Ravi Sethi
- ▶ Notas das aulas de MAC0211 de 2010, feitas pelo Prof. Kon
<http://www.ime.usp.br/~kon/MAC211>

Materiais recomendados sobre Latex

- ▶ Página do projeto: <http://www.latex-project.org/>
- ▶ Instalação no Linux: pacote `texlive-latex-base`
- ▶ Editores para Latex:
 - ▶ *Texmaker* (pacote `texmaker`), *TeXstudio* (pacote `texstudio`), *Kile* (pacote `kile`)
 - ▶ Tabela comparativa: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_TeX_editors
- ▶ *A Not so short introduction to Latex*:
<http://mirrors.ctan.org/info/lshort/english/lshort.pdf>
Versão em português de Portugal:
<http://mirrors.ctan.org/info/lshort/portuguese/pt-lshort.pdf>
- ▶ *Wiki Guide*: <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>
- ▶ Um guia bem curto para iniciantes:
<https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring10/cos433/Latex/latex-guide.pdf>

Cenas dos próximos capítulos...

Na próxima aula:

- ▶ Revisão para a prova
- ▶ Mais sobre análise léxica
- ▶ Processamento de macros (?)