



Universidade de Brasília
Departamento de Ciência da Computação

Estruturas de Dados

Trabalho 1

Avaliação de Expressões Aritméticas e Calculadora (Forma Posfixa)

Aluno: Felipe de Oliveira Hargreaves

Matrícula: 15/0009313

Data: 09/10/2016

Sumário

Sumário	1
1 Introdução - Notação Polonesa Reversa	2
2 Objetivos	2
3 Estrutura do Programa	2
3.1 Resolução de Expressão	3
3.2 Calculadora	4
4 Organização do Código	6
5 Doxygen	7
6 Smoke Test	7
6.1 Menu	7
6.2 Resolução de Expressão	8
6.3 Calculadora	9

1 Introdução - Notação Polonesa Reversa

A notação posfixa, também conhecida como **Notação Polonesa Reversa** (RPN), é uma notação matemática onde os operadores são posicionados após seus operandos, em contraste às notações prefixa e infixa, onde os operadores são posicionados, respectivamente, antes e entre os operandos. Foi desenvolvida nos anos 1950 pelo cientista da computação Charles Hamblin.

Essa forma de se representar expressões matemáticas é útil em várias áreas, pois elimina a ambiguidade existente na representação usual em relação a precedência de operadores. Não se torna necessário o uso de parênteses e outros delimitadores para definir essa prioridade. Na computação, é frequentemente usada em linguagens de programação baseadas em pilhas de dados.

Como exemplo do funcionamento da RPN, consideremos a seguinte expressão:

$$\frac{(a + b).(c - d)}{e * f}$$

Representada na forma usual infixa, essa expressão seria equivalente a $((a+b)*(c-d))/(e*f)$. Como pode se notar, o grande número de parênteses utilizado dificulta a compreensão da operação e pode até mesmo induzir a erros de cálculo. Em comparação, a mesma operação em notação posfixa pode ser expressada por $ab+cd-*ef*/$.

2 Objetivos

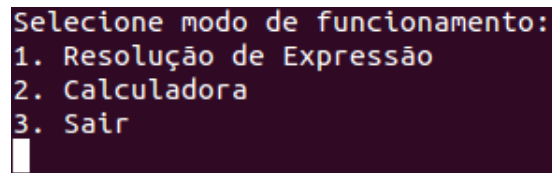
O *software* desenvolvido tem por objetivo a avaliação e resolução de expressões no formato posfixo. Ele possui dois modos de funcionamento, um de conversão de expressões infixas e outro de calculadora em formato de pilha. Ambos os modos terão seu funcionamento explicado em detalhe nos tópicos a seguir.

3 Estrutura do Programa

Como mencionado, a aplicação implementada possui duas formas de operação, sendo estas:

- Resolução de expressões.
- Calculadora.

É apresentado um menu ao usuário, onde se pode selecionar qual modo deseja ser usado. Ao terminar a operação com sucesso ou ao encontrar um erro, o programa retorna ao menu, permitindo alternar modos ou realizar novas operações quantas vezes se desejar.



```
Selecione modo de funcionamento:
1. Resolução de Expressão
2. Calculadora
3. Sair

```

Figura 1: *Screenshot* do menu.

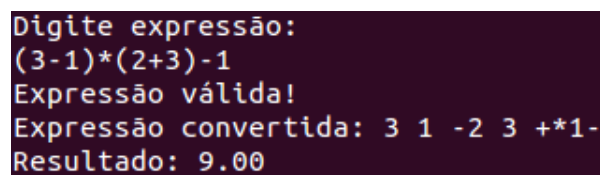
3.1 Resolução de Expressão

Ao selecionar o modo 1, o usuário é solicitado a digitar uma expressão aritmética no formato infixo. A expressão passará então por três etapas, sendo estas:

- Avaliação;
- Conversão para formato posfixo;
- Resolução.

Ao terminar a etapa de avaliação, o programa informará ao usuário se a expressão digitada é válida ou não. Em caso de erro, o sistema retorna ao menu. Caso contrário, a aplicação segue para a etapa de conversão. Realizada com sucesso, exibe a expressão convertida e prossegue para resolvê-la. Ao final, exibe o resultado da expressão.

Na última etapa ainda podem ser detectados erros, como presença de caracteres inválidos ou tentativa de divisão por 0. Nessas situações, como no caso anterior, o programa exibirá um indicativo de erro e retornará ao menu.



```
Digite expressão:
(3-1)*(2+3)-1
Expressão válida!
Expressão convertida: 3 1 -2 3 +*1-
Resultado: 9.00

```

Figura 2: *Screenshot* do modo de avaliação em caso de sucesso.

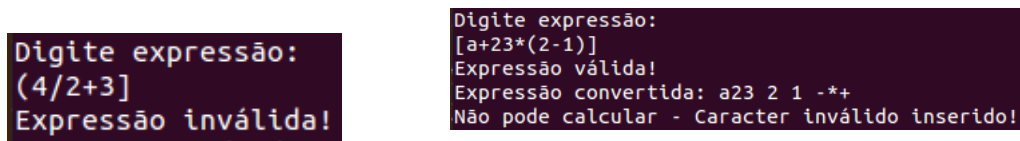


Figura 3: *Screenshots* do modo de avaliação em caso de erro.

3.2 Calculadora

Sendo selecionado o segundo modo, o usuário é apresentado a uma breve introdução ao funcionamento da calculadora e deve prosseguir inserindo valores. A cada novo operando digitado, a pilha é atualizada e exibida na tela. Ao inserir um operador a conta é realizada, a pilha novamente atualizada e exibida.

Caso se tente realizar uma operação em cima de uma pilha vazia ou com apenas um operando, é exibida uma mensagem de erro e o programa retorna ao menu. O mesmo acontece caso seja detectado um caso de tentativa de divisão por 0. Na situação de ser inserido um caracter inválido (ou seja, nem dígito nem operador válido), o programa informará ao usuário mas não voltará ao menu, sendo necessário apenas inserir um caracter válido em seguida. Pode-se ainda voltar ao menu a qualquer momento pressionando a tecla 'q'.

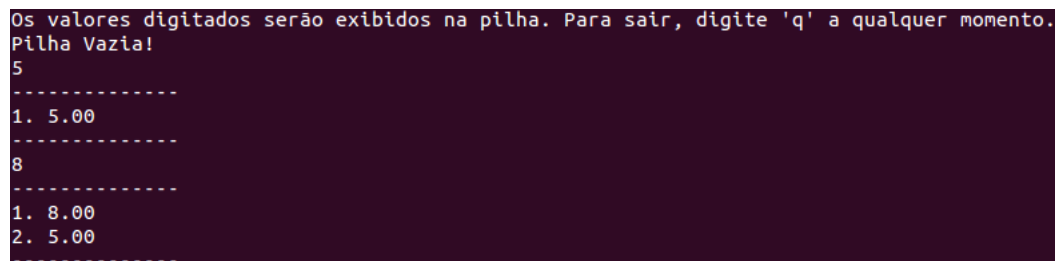


Figura 4: *Screenshot* do programa em modo calculadora.

Na demonstração acima, iniciou-se a calculadora, exibindo inicialmente uma pilha vazia. Foram adicionado então números novos, e a pilha foi atualizada com os valores correspondentes. Ao se realizar uma operação em cima dessa pilha, o resultado é o seguinte:

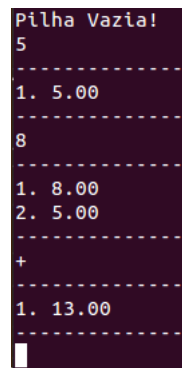


Figura 5: *Screenshot* de operação no modo calculadora.

Os valores foram retirados da pilha, somados, e o resultado da operação foi devolvido a pilha e exibido. Nesse mesmo exemplo, vamos supor que o usuário tente realizar outra operação. Como a pilha possui apenas um operando, a operação será considerada inválida e o programa retornará ao menu.

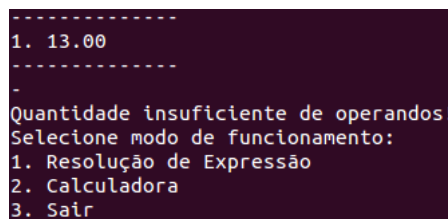


Figura 6: *Screenshot* de operação inválida no modo calculadora.

Além das operações básicas, foram implementados os dois operadores especiais, de repetição de operação e de cópia de operando. O funcionamento dos mesmos pode ser visto abaixo:



Figura 7: *Screenshots* dos operadores especiais no modo Calculadora.

4 Organização do Código

O código foi estruturado em múltiplos arquivos, de forma a facilitar sua organização e compreensão, dividindo as funcionalidades específicas da aplicação. O programa conta com 4 arquivos de código fonte, sendo estes:

- `pilha.c` - Contém a estrutura de pilha, que é utilizada ao longo de todo o programa, e todas as suas funções de manipulação.
- `conversao.c` - Implementa o primeiro modo de funcionamento do programa. Possui funções distintas para avaliar a expressão inserida, convertê-la para o modo posfixo e calculá-la.
- `calculadora.c` - Implementação do segundo modo de funcionamento do *software*. Contém uma única função na qual estão contidos todos os detalhes necessários para o funcionamento da calculadora.
- `main.c` - Organizada de forma a ser o mais enxuta possível, contém apenas uma estrutura simples de menu e as chamadas para as funções presentes nos outros arquivos.

À exceção da *main*, foram criados os respectivos arquivos de cabeçalho para cada um dos arquivos de código fonte. Além disso, criou-se um Makefile para auxiliar na compilação e execução dos diferentes arquivos. Dentro do diretório principal do projeto, foram criadas as seguintes pastas para complementar a organização dos arquivos:

- `bin` - Contém o arquivo binário gerado a partir da compilação e linkagem;
- `doc` - Contém todos os arquivos referentes à documentação do projeto, incluindo este relatório;
- `inc` - Contém os arquivos de cabeçalho;
- `obj` - Contém os arquivos objeto gerados durante a compilação;
- `src` - Contém os arquivos com o código fonte em si.

Foi realizado ainda controle de versão do código, através da plataforma Git. Todas as alterações no código podem ser visualizadas no repositório remoto localizado no Github, com o seguinte link: <https://github.com/Hargre/EDA-T1>.

5 Doxygen

Como especificado, foi realizada a documentação do código através do *Doxygen*. O arquivo gerado está separado deste relatório por motivos de organização e se encontra na mesma pasta doc. Nele pode se encontrar informações mais detalhadas sobre os arquivos já descritos e o funcionamento de seus procedimentos.

6 Smoke Test

A seguir se encontram a série de testes a se realizar para confirmar o funcionamento desejado do programa, de acordo com as especificações. Os testes são divididos em três categorias: Menu, modo Resolução de Expressão e modo Calculadora.

6.1 Menu

- Apresentação do menu
Ação: Abrir o programa
Expectativa: Exibição do menu com 3 opções: 1 e 2 sendo os modos de operação e 3 opção de saída.
- Escolha de opção - 1
Ação: No menu, selecionar a opção 1.
Expectativa: Programa entra no modo de Resolução de Expressão.
- Escolha de opção - 2
Ação: No menu, selecionar a opção 2.
Expectativa: Programa entra no modo de Calculadora.
- Escolha de opção - 3
Ação: No menu, selecionar a opção 3.
Expectativa: Programa termina execução.
- Escolha de opção - Valor inválido
Ação: No menu, inserir qualquer valor ou caractere não válido.
Expectativa: Programa exibe mensagem de erro e exibe novamente o menu, aguardando inserção de opção válida.
Mensagem de erro: Entrada Inválida!

6.2 Resolução de Expressão

Todos os testes desta categoria devem ser realizados dentro do modo Resolução de Expressão.

- Avaliação - Expressão simples

Ação: Inserir uma expressão com apenas números e operadores, sem delimitadores de escopo. Fazer uso de números com um dígito e múltiplos dígitos.

Expectativa: Programa valida, converte e resolve a expressão, exibindo resultado ao final.

- Avaliação - Expressão com delimitadores

Ação: Inserir uma expressão, dessa vez com delimitadores de escopo além de números e operandos. Repetir o teste até fazer uso de todos os delimitadores.

Expectativa: Programa valida, converte e resolve a expressão, exibindo resultado ao final.

- Avaliação - Expressão com delimitadores incorretos

Ação: Inserir uma expressão com delimitadores de escopo propositalmente incorretos. Repetir o teste até fazer uso de todos os delimitadores, nas seguintes condições:

- Inicializador de escopo sem finalizador correspondente;
- Finalizador de escopo sem inicializador correspondente.
- Inicializador e finalizador de tipos diferentes.

Expectativa: Programa exibe mensagem de erro, volta ao menu sem realizar conversão e resolução.

Mensagem de erro: Expressão Inválida!

- Resolução - Expressão com caracteres inválidos

Ação: Inserir uma expressão com delimitadores corretos mas com presença de pelo menos um caractere inválido, como uma letra.

Expectativa: Programa valida os delimitadores e converte a expressão, mas exibe mensagem de erro ao tentar calcular a expressão. Retorna ao menu.

Mensagem de erro: Não pode calcular - Caractere inválido inserido!

- Resolução - Expressão com número insuficiente de operandos

Ação: Inserir uma expressão com delimitadores corretos, mas com número insuficiente de operandos. Os três casos possíveis são:

- Expressão consta apenas de operadores;
- Expressão possui dois ou mais operadores seguidos;
- Expressão possui apenas um operando e um ou mais operadores.

Expectativa: Programa valida os delimitadores e converte a expressão, mas exibe mensagem de erro ao tentar calcular a expressão. Retorna ao menu.

Mensagem de erro: Operandos insuficientes para calcular a expressão!

- Resolução - Tentativa de divisão por 0

Ação: Inserir uma expressão, onde em algum momento, aconteça uma tentativa de divisão por 0.

Expectativa: Programa valida os delimitadores e converte a expressão, mas exibe mensagem de erro ao tentar calcular a expressão. Retorna ao menu.

Mensagem de erro: Não pode dividir por 0!

6.3 Calculadora

Todos os testes desta categoria devem ser realizados dentro do modo Calculadora.

- Inicialização da Calculadora

Ação: Entrar no modo Calculadora.

Expectativa: Programa exibe mensagem com instruções de uso da calculadora. Indica que a pilha está vazia e aguarda entrada de valor pelo usuário.

- Opção de saída

Ação: Inserir caractere 'q' na calculadora.

Expectativa: Retornar ao menu.

- Leitura - Operandos
Ação: Inserir um valor na calculadora.
Expectativa: Adicionar o valor a pilha, imprimir a pilha com o valor inserido em seu topo.
- Resolução - Operadores básicos - Operandos suficientes
Ação: Inserir um dos 4 operadores básicos na calculadora, com uma pilha apresentando 2 ou mais operandos. Repetir o teste até testar todos os operadores básicos.
Expectativa: Realizar a operação adequada, atualizar a pilha com o resultado, imprimir a pilha atualizada.
- Resolução - Operadores especiais - Operandos suficientes
Ação: Inserir um dos 2 operadores especiais na calculadora, com uma pilha apresentando 2 ou mais operandos. Repetir o teste de forma a testar os dois operadores. No caso do operador '!', repetir o teste com todos os operadores básicos.
Expectativa: Realizar a operação adequada, atualizar a pilha com o resultado, imprimir a pilha atualizada.
- Resolução - Operandos insuficientes
Ação: Inserir qualquer um dos operadores válidos, com uma pilha vazia ou com apenas um operando. Repetir o teste para todos os operadores.
Expectativa: Exibir mensagem de erro, retornar ao menu.
Mensagem de erro: Quantidade insuficiente de operandos!
- Resolução - Tentativa de Divisão por 0
Ação: Inserir o operando 0, seguido de qualquer outro operando, seguido do operador de divisão.
Expectativa: Exibir mensagem de erro, retornar ao menu.
Mensagem de erro: Não pode dividir por 0!
- Leitura - Caractere inválido
Ação: Inserir um caractere que não seja número, operador válido ou opção de saída.
Expectativa: Programa exibe mensagem de erro, imprime a pilha sem alterações, espera uma entrada válida.
Mensagem de erro: Comando Inválido!