



Grupo de Estudo de Políticas Macroeconômicas e Crescimento Econômico
Departamento da Ciência da Computação – DCOMP
Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ

9º Desafio da Ciência da Computação

(Inspirado no filme Gênio Indomável do diretor Gus Van Sant - 1997)

Parceria Grupo de Estudo

Data do Desafio: 15/08/2019

Data do Resultado: 25/09/2019

9º Desafio

Programa de Impressão de Código de Barras

Atualmente, os produtos comercializados são identificados com um código de barras, que é simplesmente um número escrito de forma a permitir uma leitura rápida por meio de um leitor óptico. Normalmente, o número representado pelo código de barras aparece abaixo dele, caso seja necessário uma pessoa digitar o código.

Figura 1 - Exemplo de código de barra



Fonte: **Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.**

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de código de barras. Nele é possível notar listras (ou barras) brancas e pretas alternadas. A espessura de cada listra pode ser fina, média, grossa ou muito grossa. Cada listra representa um conjunto de

zeros ou uns, como mostrado na Tabela 1. As duas listras mais compridas no início, no meio e no fim não têm tradução e servem apenas para demarcar o início e o fim do código e dividi-lo em dois lados: esquerdo e direito. Assim, as primeiras quatro listras válidas da Figura 1 são uma listra branca grossa, uma preta média, uma branca fina e uma preta fina. Juntas elas formam o código 0001101.

Tabela 1 - Significado das listras do código de barras

Espessura	Listra Branca	Listra Preta
Fina	0	1
Média	00	11
Grossa	000	111
Muito Grossa	0000	1111

Fonte: *Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.*

O *Universal Product Code* (UPC) foi o primeiro e mais simples padrão de código de barras. Ele define um código formado por 12 dígitos. A Tabela 2 mostra a codificação UPC de cada dígito (0 a 9) em uma sequência de sete zeros (0) e uns (1). Assim, a sequência 0001101, identificada no lado esquerdo do código de barras na Figura 1, representa o dígito 0. A segunda sequência é 0111011, que corresponde ao 7.

Tabela 2 - Correspondência entre dígitos e sequências lidas no código de barras

Dígito	Código do lado esquerdo	Código do lado direito
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

Fonte: *Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.*

Na Tabela 2 é possível perceber que cada dígito tem um código diferente dependendo se está do lado esquerdo ou direito do código de barras. Os códigos do lado direito têm os zeros e uns invertidos em relação aos do lado esquerdo. Portanto, no lado esquerdo, o código de todos os dígitos tem uma quantidade ímpar de uns e, no lado direito, uma quantidade par. Isso permite ao leitor identificar o sentido da leitura e, dessa forma, traduzir o código de barras independentemente se está lendo da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda. Além disso, também provoca uma inversão nas listras. Por exemplo, note que, no código de barras na Figura 1, o dígito 6 no lado esquerdo fez surgir uma listra preta muito grossa e o dígito 6 no lado direito fez surgir uma listra branca muito grossa.

Atualmente, o padrão UPC-A (uma variante do UPC original) é usado apenas nos EUA e Canada. Os demais países adotam o padrão *European Article Numbering system* (EAN), também chamado de EAN-13, pois é formado por 13 dígitos. Desses, os 3 primeiros servem para indicar o país, depois 4 para o fabricante, 5 para o produto e 1 para verificação. Por exemplo, o código de barras de todos os produtos fabricados no Brasil começa com 789.

Figura 2 - O código nos padrões UPC-A e EAN-13. O último possui um 0 a mais no início



Fonte: **Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.**

A Figura 2 mostra uma comparação entre os padrões UCP-A e EAN-13 usando o mesmo código numérico. Note que o código de barras é exatamente o

mesmo, contudo, há um 0 (zero) a mais no início do número resultante do código de barras no padrão EAN-13. Isso ocorre porque o EAN-13 usa 3 dígitos para identificar os países.

Essa diferença entre os padrões UPC-A e EAN-13 gerou um problema. Mesmo tendo um dígito a mais, o tamanho do código de barras deveria ser o mesmo nos dois padrões para que os leitores ópticos não tivessem que ser todos substituídos. A solução foi fazer com que o novo dígito estivesse implícito nos demais. Para isso, a codificação do lado esquerdo varia, dependendo do dígito inicial, com uma alternância diferente de pares e ímpares para os dígitos seguintes, conforme é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Alternância de leitura de cada dígito do lado esquerdo no EAN-13

Dígito Inicial	2o	3o	4o	5o	6o	7o
0	ímpar	ímpar	ímpar	ímpar	ímpar	ímpar
1	ímpar	ímpar	par	ímpar	par	par
2	ímpar	ímpar	par	par	ímpar	par
3	ímpar	ímpar	par	par	par	ímpar
4	ímpar	par	ímpar	ímpar	par	par
5	ímpar	par	par	ímpar	ímpar	par
6	ímpar	par	par	par	ímpar	ímpar
7	ímpar	par	ímpar	par	ímpar	par
8	ímpar	par	ímpar	par	par	ímpar
9	ímpar	par	par	ímpar	par	ímpar

Fonte: **Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.**

Já a Tabela 4 mostra a codificação de cada dígito a depender se ele aparece no lado esquerdo (podendo ter uma quantidade par ou ímpar de uns) e do lado direito.

Tabela 4 - Codificação dos dígitos no padrão EAN-13

Dígito	Lado Esquerdo Ímpar	Lado Esquerdo Par	Lado Direito
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

Fonte: **Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.**

Para facilitar o entendimento, tome como exemplo um produto identificado pelo código 7895000266241. O primeiro dígito (7) ficará implícito na codificação dos demais (não aparece nas listras do código de barras) e indica que, no lado esquerdo, a ordem de codificação deverá ser **ímpar, par, ímpar, par, ímpar, par** (sequência do dígito 7 na Tabela 3). Portanto, seguindo a codificação do EAN-13 (Tabela 4), obtém-se:

8 → 0110111 9 → 0010111 5 → 0110001
 0 → 0100111 0 → 0001101 0 → 0100111

Para os dígitos do lado direito não a paridade do dígito inicial não interfere. Assim, a partir da Tabela 3 (coluna lado direito), obtém-se a seguinte codificação:

2 → 1101100 6 → 1010000 6 → 1010000
 2 → 1101100 4 → 1011100 1 → 1100110

A Figura 3 mostra o código de barras correspondente ao número 7895000266241 de acordo com o padrão EAN-13. As primeiras 4 listras do lado esquerdo (branca fina, preta média, branca fina e preta grossa) correspondem ao dígito 8.

Figura 3 - Código de barras correspondente ao exemplo



Fonte: Será divulgada na resolução por conter, em parte, a solução do Desafio.

Então, como os leitores funcionam? Os países que utilizam o UPC são identificados com um 0 na frente. Nesses casos, a construção do código de barras segue as regras das Tabelas 1 e 2. Nos demais países, segue-se a regra do padrão EAN-13, conforme as Tabelas 3 e 4.

Como foi dito anteriormente, o último dígito serve para verificação. Por exemplo, imagine em um caixa do supermercado, o leitor não conseguiu identificar o código de barras porque este estava arranhado ou molhado. Nesse caso, o funcionário teve que digitar o código. Porém, ele pode cometer um erro de digitação, trocando um dígito por outro.

No padrão EAN-13, o código é uma sequência de 13 dígitos. Para facilitar o entendimento, imagine os 13 dígitos como o vetor:

$$\alpha = (a_1, a_2, \dots, a_{11}, a_{12}, x) \quad (1)$$

onde x é o décimo terceiro dígito, ou seja, o de verificação. Além disso, o padrão EAN-13 utiliza um vetor de pesos denominado por:

$$w = (1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1)$$

Então, o produto escalar de ambos vetores é definido por:

$$\alpha \cdot w = (a_1, \dots, a_{12}, x) \cdot (1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1) = \\ a_1 + 3a_2 + a_3 + 3a_4 + a_5 + 3a_6 + a_7 + 3a_8 + a_9 + 3a_{10} + a_{11} + 3a_{12} + x \quad (2)$$

O dígito de verificação x é definido de forma que a soma acima seja múltiplo de 10, ou seja, o resto da divisão de $\alpha \cdot w$ por 10 deve ser 0. Por exemplo, no caso do código da Figura 3, os números que indicam o país de origem, o

fabricante e o produto são 789500026624. O dígito de verificação foi determinado da seguinte forma:

$$7 + 3 \times 8 + 9 + 3 \times 5 + 0 + 3 \times 0 + 0 + 3 \times 2 + 6 + 3 \times 6 + 2 + 3 \times 4 + x = 99 + x$$

Para que o resto da divisão de $(99 + x)$ por 10 seja 0, então, $x = 1$.

Agora, considere um produto com o código de barras 9781402002380, mas que, por um erro de digitação no quarto dígito, este número foi digitado como 9782402002380. Ao fazer a verificação de leitura, o computador faz a operação $\alpha \cdot \omega$ e obtém:

$$9 + 3 \times 7 + 8 + 3 \times 2 + 4 + 3 \times 0 + 2 + 3 \times 0 + 0 + 3 \times 2 + 3 + 3 \times 8 + 0 = 73.$$

Como o resultado não é múltiplo de 10, ele avisa que foi cometido algum erro. Note que essa verificação não é perfeita. Por exemplo, se o primeiro e o terceiro dígitos forem trocados um pelo outro, o código fica incorreto, mas nenhum erro é detectado. O código UPC é muito semelhante. A diferença é que, por possuir um dígito a menos, o vetor de pesos também é menor: $\omega = (3, 1, 3, 1, 3, , 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1)$.

Considerando as regras citadas, implemente um programa em C++ ou Java (não vale outras linguagens) que solicite ao usuário que digite um código numérico o código de barra correspondente ou a mensagem indicando que ele é inválido. Considere que a leitura sempre é feita da esquerda para a direita.

Para simular as listras do código do código de barras, troque os zeros (0) por espaços () e os uns (1) por barras verticais (|). Use, também, o caractere de underline () para delimitar o início, o meio e o fim do código de barras.

Portanto, o programa deve funcionar da seguinte forma:

1. Solicitar que o usuário digite a versão numérica do código;
2. Identificar o padrão utilizado (UPC-A ou EAN-13);
3. Verificar se o código digitado é válido;
 - 3.1. Caso não seja válido, imprimir uma mensagem ao usuário;
 - 3.2. Caso seja válido, imprimir o código de barras correspondente.

Por exemplo, se o usuário digitar o código da Figura 3 (7895000266241):

1. O programa deve perceber que o padrão é EAN-13 (inicia com 7);
2. Validar que o código é válido ($x = 1$ e $99 + x = 100$, que é múltiplo de 10);
3. Imprimir o código da seguinte forma:

— |||| | ||| || | | || | || | ||| — | || |||| | |||| | || | || || —

Neste programa, é obrigatório usar o **Padrão de Projeto Strategy** para alterar entre o UPC-A e o EAN-13, tanto na verificação do dígito final quanto na montagem do código de barras. Ou seja, o caminho a ser seguido objeto não deve ser selecionado por um simples IF-ELSE. O programa não deve criar um objeto de uma classe ou de outra ou chamar uma função ou outra para alternar entre uma opção e outra. Ao invés disso, o objeto que recebe o código digitado pelo usuário deve mudar de comportamento em tempo de execução a depender do padrão (UPC ou EAN) a ser usado.

Encaminhar Resolução com o Título “9º Desafio da Ciência da Computação”, entre os dias 15/08/2019 e 10/09/2019 para o PORTAL DIDÁTICO (NEAD/UFSJ), em formulário próprio (disponível no Portal) e em PDF.

Atenção:

O código da solução (programa) deve ser enviado em PDF no formato próprio e, junto a ele, o arquivo-fonte original deve ser anexado ao portal didático para que os avaliadores possam baixar e executar o código. Qualquer diferença entre o código no arquivo PDF e no arquivo-fonte desclassificará a solução.

O vencedor será o primeiro aluno que entregar, corretamente elaborada, a solução do desafio proposto. A questão deve ser elaborada mostrando-se todos os passos na resolução.

PREMIAÇÕES

- Certificado de vencedor (DCOMP);
- 4 Rodízios de Pizza¹ (**Restaurante Cantina do Ítalo**).

Comissão de Avaliação:

Professor Charles Figueredo de Barros	DCOMP
Professor Elverton Carvalho Fazzion	DCOMP
Professor Daniel Luiz Alves Madeira - Coordenador	DCOMP
Professor Dárlinton Barbosa Feres Carvalho	DCOMP
Professor Diego Roberto Colombo Dias	DCOMP
Professor Edimilson Batista dos Santos	DCOMP
Professor Matheus Carvalho Viana	DCOMP
Professor Vinicius Humberto Serapilha Durelli	DCOMP
Professor Marlon Bruno Salazar	DCECO
Professor Sérgio Magno Mendes – Coord. Geral	DCECO

* Em negrito, o Professor que elaborou o Desafio.

PARTICIPE E BONS ESTUDOS!

Participe dos Desafios Matemáticos e Estatísticos da UFSJ. Desde 2015.

Conheça o Grupo de Estudos. Acesse:

UFSJ: www.ufsj.edu.br/grupo_de_economia

Facebook: Grupo de Estudo de Políticas Macroeconômicas e Crescimento Econômico

Ver as resoluções de todos os Desafios de cursos em:

http://www.ufsj.edu.br/grupo_de_economia (Desafios de Cursos)

¹ O Graduando Vencedor terá o direito a 4 rodízios de Pizza no Restaurante “Cantina do Ítalo”, podendo ir 4 vezes sozinho, levar mais pessoas limitado ao Voucher de 4 rodízios. Não inclui nenhum tipo de bebida.