

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyza()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

gda
heb
78)
zvc ABP r41 LOR
(xf DEM o52 KNQ
96i GHJ lyu IFC
st3
knq
jmp
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

Pb9
2nq
1Dp
)KL afI uyC j4r
tNF m58 BE6 kxH
s03 JMR gh7 A(G
loz
dev
iQc
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

741
85F
96I
ABC jku pmJ 3bc
def DEy qnK 2NO
ghi GH) roL 1QR
stP
vxM
z(a
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75565 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu           III
vxy           III
z()           III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplice o operador **6** ao cubo

```

JKL
MNO
j4i
1o9 Cbs Gda 123
yx8 Bet H56 knq
7vP )QR gfu IFC
r(z
hED
Amp
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **3** e C= **2** o valor

- Aplice o operador **2** ao cubo

```

uy)
fx(
Lvz
IDa 1hg RQP rqp
FEb 4ed ONM onm
cts i89 jKJ lkA
GBC
H52
763
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= **3** e C= **2** o

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

987
654
321
jkl JKL abc ABC
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75572 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

pmj
qn4
lkl
uyJ 36L ab9 CFI
QNK 25f DE8 Bx(
ROA ct) roi Gvz
7HP
deM
ghs
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **3** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **5** ao cubo

```

GDj
HEh
PQu
str )(p Iv9 Cfi
beq yxm Fnk 654
adc 78R gol 321
ABz
ONM
LKJ
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

987
654
321
jkl JKL abc ABC
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75589 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyza()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **2** ao cubo

```

RQA
tey
sK)
ghG i2P rq7 c(z
f5d ONM oxv hED
L8J lkj Cmp uba
369
BnF
14I
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **3** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

iy)
8eD
adC
GB1 L0j 9fP rqs
KNQ (x4 bEv h52
JMp utg zFc 763
IHR
onm
lkA
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

741
85F
96I
ABC jku pmJ 3bc
def DEy qnK 2NO
ghi GH) roL 1QR
stP
vxM
z(a
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75596 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

Cda
Beb
Amp
987 cFI u41 L0j
vxy qEH t52 KNh
z() rDG s63 JMg
Pfi
Qnk
Rol
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **1** e C= **2** o valor

- Aplique o operador **1** ao cubo

```

jkR
mnQ
uts
CFp IHG i(z g69
25M oED fxv hNK
14J lBA cqr POL
387
bey
ad)
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= **3** e C= **2** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

CFI
258
147
9KL abc ABu pmj
def DEy qnk 6NO
ghi GH) rol 3QR
stP
vxM
z(J
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75608 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **6** ao cubo

```

pmj
456
ROs
ubz gdG ik9 CFI
MNV heD fEH tno
PQ1 a8A cKJ lqr
LB7
(x2
)y3
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **1** e C= **2** o

valor

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

Gq9
dn8
gKJ
sOR z23 lBC jyi
(56 kEF mx4 bNQ
)fc 7HI pv1 aMP
Atu
Deh
rol
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **inferior** na posição L= **1** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

36p
25m
14j
JKL ab9 CFI ukl
de8 BEH tno MNO
gh7 ADG sqr PQR
cfi
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75615 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplice o operador 4 ao cubo

```

ihg
fed
L(J
GDa 1Q3 10R zvs
HEB 85b 4N6 kxt
)yu IFc 7K9 jmp
pmA
qn2
roC
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= 3 e C= 1 o

valor

- Aplice o operador 1 ao cubo

```

gdG
heD
uBA
zvp I87 cfi sOR
(xt HEM o54 bNQ
96P )yJ 121 aFC
rq3
knK
jml
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **inferior** na posição L= 1 e C= 3 o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12C
45F
pqr
abI uy) Pmj 9KL
de8 BEH tnk 6NO
gh7 ADG sol 3QR
cfi
vxM
z(J
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75622 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebracabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

JKR
mnQ
pq1
lFI uyL a(z g23
Mxv hNb 456 kEo
Pts i0c 789 jDr
GdA
HeB
)fC
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **6** ao cubo

```

98z
bev
adu
j41 L0p Ihg RBC
qEH t52 KNm Fxy
rDG s63 JMA c()
ikl
fno
PQ7
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **direita** na posição L= **2** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

PMJ
258
147
)KL abc AB3 lor
def DE6 knq yNO
ghi GH9 jmp uQR
stC
vxF
z(I
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75639 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador 4 ao cubo

```

1oC
05F
L8r
3da 1B) Pmj 9MJ
2eb 4E( Qnk 6NK
RHI pq7 ADG svz
uyc
txf
ghi
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= 1 e C= 1 o

valor

- Aplique o operador 3 ao cubo

```

AB)
de(
pqz
cOI uyg RQP r87
bNH txm FED f54
aMG svJ lkj C21
ih3
on6
LK9
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= 2 e C= 1 o

valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12P
45M
ifc
abs GDA 7or )KL
det HEB 8nq yNO
ghC 963 Jmp uQR
jkl
vxF
z(I
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75646 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **9** ao cubo

```

PMa
QNb
ROC
)(z gdj 941 Lor
yxv het H52 Knq
Jms ifu IBA c63
GDp
FE8
lk7
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **3** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

Lti
fe4
Cdg
1Dj 90R zbs GHa
q52 KNQ (xm FEy
IBA c63 JMP )hu
7kl
8no
pvr
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **3** e C= **1** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

PMJ
258
147
)KL abc AB3 lor
def DE6 knq yNO
ghi GH9 jmp uQR
stC
vxF
z(I
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75653 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

Chg
ted
cba
9HA 741 LOR zvj
6EB 852 KNQ (xk
ros if3 Jyu IF)
GD1
Mnq
Pmp
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

PMj
QN4
AD1
)(7 cfJ 3b9 Cor
knh vxK 2e8 B56
ut1 adG sqz Rmp
LOi
HEy
IFg
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **1** e C= **1** o

valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

123
456
uts
abp IHG ikl JKL
dem FED fno MNO
ghj CBA cqr PQR
987
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75660 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador 4 ao cubo

```

C23
B56
Rmp
98z gFI ukl JKJ
4EH tno MNv heb
70L 1qr PQs ifc
ay)
dx(
ADG
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **direita** na posição L= 1 e C= 1 o valor

- Aplique o operador 3 ao cubo

```

abc
def
ghi
LOR zvs GDA 741
(xt HEB 852 KNQ
)yu IFC 963 JMP
pmj
qnk
rol
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **direita** na posição L= 3 e C= 3 o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

36c
25f
14i
JKL abs GDA 7kl
det HEB 8no MNO
ghu IFC 9qr PQR
pmj
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75765 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **1** ao cubo

```

c0r
yxv
uts
7qp IHG ih) PdA
8NM omm FE( QeB
9ba LKJ lkz RfC
123
456
jDg
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **inferior** na posição L= **3** e C= **2** o valor

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

pmJ
vxO
z(r
uhg RQ) PM3 lFI
ted ONK 2nB 8EH
s47 AkL lqC 9DG
c6a
b5y
ifj
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **inferior** na posição L= **1** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12P
45M
lkj
abJ 369 Cor )KL
de8 BEH tnq yNO
gh7 ADG smp uQR
cfi
vxF
z(I
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75677 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

)z
yxv
uts
rqp IHG ihg RQP
onm FED fed ONM
lkj CBA cba LKJ
987
654
321
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **3** e C= **3** o valor

- Aplique o operador **8** ao cubo

```

Ck1
tno
uyG
9Hp Iqi sMJ 36j
25m FE8 Bx( QNK
14P )D7 Avz ROL
rfc
beh
adg
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **3** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

741
852
Jmp
AB3 lFI uKL abc
de6 KEH tno MNO
gh9 jDg sqr PQR
Cfi
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75684 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

123	SSS
456	SSS
789	SSS
abc ABC jkl JKL	EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO	ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR	EEE FFF DDD PPP
stu	III
vxy	III
z()	III

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

123	SSS
456	SSS
789	SSS
abc ABC jkl JKL	EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO	ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR	EEE FFF DDD PPP
stu	III
vxy	III
z()	III

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```
)HG
yED
uBA
rqp I87 cfi stP
beh vxM onm F54
adg z(J lkj C21
RQ3
ON6
LK9
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **2** e C= **3** o valor

--

- Aplique o operador **1** ao cubo

```
JfI
M54
G21
loi sKL abu pD3
knh vNO dey qE6
78g zH) rFC 9Qc
RtP
Bxm
A(j
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **inferior** na posição L= **1** e C= **1** o valor

--

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```
987
654
321
jkl JKL abc ABC
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
```

a fim de resolvê-lo ?

--	--



404-75691 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **1** ao cubo

```

abc
Dxy
G()
Lfi sQP rQA 741
vNM ont HEB 8eh
zKJ lku IFC 9dg
36p
25m
ROj
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **2** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **9** ao cubo

```

ihg
fed
Pkj
GDr )69 COR zvs
HEq y58 BNQ (xt
aMp u47 AF1 321
Ibc
onm
LKJ
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12P
45M
ifc
abs GDA 7or )KL
det HEB 8nq yNO
ghC 963 Jmp uQR
jkl
vxF
z(I
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75703 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

123	SSS
456	SSS
789	SSS
abc ABC jkl JKL	EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO	ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR	EEE FFF DDD PPP
stu	III
vxy	III
z()	III

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxyz()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplice o operador **8** ao cubo

```
RQj
ony
LK)
gMa 12P rq9 C(z
hNb 458 BEH txv
uOs ifJ lk7 Amp
GD3
de6
IFc
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **2** e C= **3** o valor

--

- Aplice o operador **5** ao cubo

```
LOR
fe2
cb3
1DA 741 JKz gda
hEB 85o MNq yxv
iFC 96r PqP uts
jk)
mn(
GHI
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **frontal** na posição L= **2** e C= **1** o valor

--

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```
369
258
Amp
JK7 cFI uEC jkl
de4 BEH tno MNO
gh1 aDG sqr PQR
Lfi
vxy
z()
```

a fim de resolvê-lo ?

--	--



404-75710 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **9** ao cubo

```

AKL
DNO
GQR
cfi s(z gda 127
6xv heb 45y qnk
rol 389 jmp ut)
JBC
MEF
PHI
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **1** e C= **3** o

valor

- Aplique o operador **3** ao cubo

```

PMJ
tx(
RkL
)Hz g6a 1Q3 lor
fev hNb 4nq yED
uBs i0c 7K9 jmp
GdA
852
IFC
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **3** e C= **2** o

valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12C
45F
ifc
abs GDA 7mj 9KL
det HEB 8nk 6NO
ghP )yu Iol 3QR
rqp
vxM
z(J
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75727 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

123	SSS
456	SSS
789	SSS
abc ABC jkl JKL	EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO	ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR	EEE FFF DDD PPP
stu	III
vxy	III
z()	III

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplice o operador 4 ao cubo

JKC
MNF
py7
loI uqc Amj 923
v5Q (nf Dx4 beh
ztP )ki G81 adg
r6s
HEB
ROL

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= 2 e C= 3 o valor

--

- Aplice o operador 4 ao cubo

)DA
yEB
9ba
rqC j41 L87 cfP
onF m52 Keh vxM
lki GHI pdg z(J
stu
6NO
3QR

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= 2 e C= 1 o

--

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

12A
45B
ifC
abs GDj 987 cKL
det HEy qnk 6NO
ghu IF) rol 3QR
pmP
vxM
z(J

a fim de resolvê-lo ?

--	--



404-75734 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc ABu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **6** ao cubo

```

GmP
25t
IBA
sKu p87 chr )Fi
def DEy qnk 6NO
gh1 abj Col 3QR
L49
vxM
z(J
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **posterior** na posição L= **1** e C= **1** o

valor

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

p4s
q5t
R0P
uyz gdr )HG ibI
FNv hef DEK 2nm
CQc 783 JML 1kj
AB1
(xo
96a
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= **3** e C= **1** o

valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

123
456
uts
abp IHG ikl JKL
dem FED fno MNO
ghj CBA cqr PQR
987
vxy
z()
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75741 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C

## O cubo RUBIK

Criado por Erno Rubik em 1974, tem um mecanismo simples que surpreende tanto do ponto de vista mecânico – ao estudar seu interior, como pela complexidade das combinações que se conseguem ao girar suas faces.

O invento, descendente de um protótipo que tinha apenas duas faces é um tipo de quebra-cabeças que consiste de um cubo em que cada uma das 6 faces está dividida em 9 peças. Elas se articulam graças ao mecanismo da peça interior central que fica oculta dentro do cubo. O resto das peças são visíveis e pode-se observar 3 tipos de peças que não perdem sua condição, a despeito de qualquer movimento que o cubo sofra. São elas:

Central As 6 peças centrais definem a cor da face. Mantém sempre a orientação relativa entre elas. No modelo original o branco se opunha ao amarelo, o vermelho ao laranja e o verde ao azul.

Aresta Peças formadas por 2 cores, em número de 12.

Vértices Peças dos cantos do cubo, em número de 8 e formadas por 3 cores.

## Representação

Para representar em 2D um cubo (que é 3D), vai-se fazer o seguinte mapeamento:

- Cada instância de cubo vai ser mostrado como

```

123          SSS
456          SSS
789          SSS
abc ABC jkl JKL   EEE FFF DDD PPP
def DEF mno MNO   ou EEE FFF DDD PPP
ghi GHI pqr PQR   EEE FFF DDD PPP
stu          III
vxy          III
z()          III
    
```

onde a face marcada com 1 corresponde à aresta superior do cubo. A 2 é a face esquerda, a 3 é a frontal, a 4 é a direita e a 5 é a face posterior. Finalmente, a face 6 é a face inferior do cubo.

- Note que as 6 peças centrais das 6 faces são fixas (5,e,E,n,N,x) e não mudam de orientação entre si (umas em relação à outras).
- Finalmente, para economia de papel, a configuração acima vai ser apresentada como 123456789abcdefghijklmnpqrstuvwxy z()

## Operadores

Na tentativa de escrever um programa de computador que resolva o cubo de Rubik, usa-se em geral o algoritmo A\* (Hart, 68 e 72). Uma parte importante do algoritmo é a lista de operadores que se aplicam a um estado qualquer.

Para os operadores que virão a seguir, considere o estado inicial como

```

123
456
789
abc ABC jkl JKL
def DEF mno MNO
ghi GHI pqr PQR
stu
vxy
z()
    
```

Podem-se definir os seguintes operadores:

nome	como ficou
1=girar cubo no eixo vertical, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl MNO def DEF mno PQR ghi GHI pqr zvs (xt )yu
2=girar cubo no eixo frontal, anti-horário	lor knq jmp 369 CFI uy) PMJ 258 BEH tx( QNK 147 ADG svz ROL cfi beh adg
3=girar cubo no eixo lateral, anti-horário (observador à esquerda)	ABC DEF GHI cfi stu pmj 987 beh vxy qnk 654 adg z() rol 321 RQP ONM LKJ
4=girar face superior, anti-horário	369 258 147 JKL abc ABC jkl def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()
5=girar face frontal, anti-horário	123 456 jmp ab9 CFI ukl JKL de8 BEH tno MNO gh7 ADG sqr PQR cfi vxy z()
6=girar face lateral direita, anti-horário (observador à esquerda)	12C 45F 78I abc Abu pmj 9KL def DEy qnk 6NO ghi GH) rol 3QR stP vxM z(J
7=girar face superior, horário	741 852 963 ABC jkl JKL abc def DEF mno MNO ghi GHI pqr PQR stu vxy z()

nome	como ficou
8=girar face frontal, horário	123 456 ifc abs GDA 7kl JKL det HEB 8no MNO ghu IFC 9qr PQR pmj vxy z()
9=girar face lateral direita, horário (observador à esquerda)	12P 45M 78J abc AB3 lor )KL def DE6 knq yNO ghi GH9 jmp uQR stC vxF z(I

Observação importante: Note que quando ocorrem giros na face direita, a posição do operador SEMPRE é a esquerda do cubo. Se tiver dúvidas sobre este operador, olhe as tabelas acima nos casos 3, 6 e 9.

## Para você fazer

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

j41
DEF
GHI
Cfi stu pmL ab9
Bxy qnk 650 de8
A() rol 32R gh7
PMJ
QNK
cvz
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **esquerdo** na posição L= **3** e C= **1** o valor

- Aplique o operador **7** ao cubo

```

cfP
vxd
z(a
7hg RQ1 LOr )DA
8e2 KNq ynt HEB
9b3 JM s iku IFC
loG
456
jmp
    
```

e obterá como resposta um cubo que terá, na face **superior** na posição L= **1** e C= **1** o valor

- Quais (2) operadores devem ser usados no cubo

```

12P
45M
jmJ
ab9 CF3 lor )KL
de8 BE6 knq yNO
gh7 ADp uts iQR
cfI
vxH
z(G
    
```

a fim de resolvê-lo ?



404-75758 - /

Obs: vide o programa RUBIK135.C