Коды Грея

Определение

Код Грея — такое упорядочение k-ичных (обычно двоичных) векторов, что соседние вектора отличаются только в одном разряде.

Определение

Код Грея — такое упорядочение k-ичных (обычно двоичных) векторов, что соседние вектора отличаются только в одном разряде.

Пример:

000, 010, 011, 001, 101, 111, 110, 100

Построение

Простейший способ – зеркальный код Грея

Построение

Простейший способ – зеркальный код Грея

Для получения кода длины n производится n шагов.

На первом шаге код имеет длину 1 и состоит из двух векторов 0 и 1.

На каждом следующем шаге в конец списка заносятся все уже имеющиеся вектора в обратном порядке, и затем к первой половине получившихся векторов дописывается 0, а ко второй 1.

Пример

$n=1$

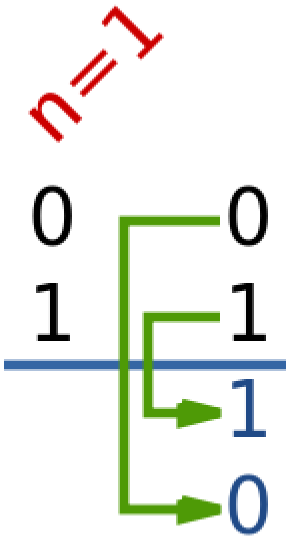
0
1

Пример

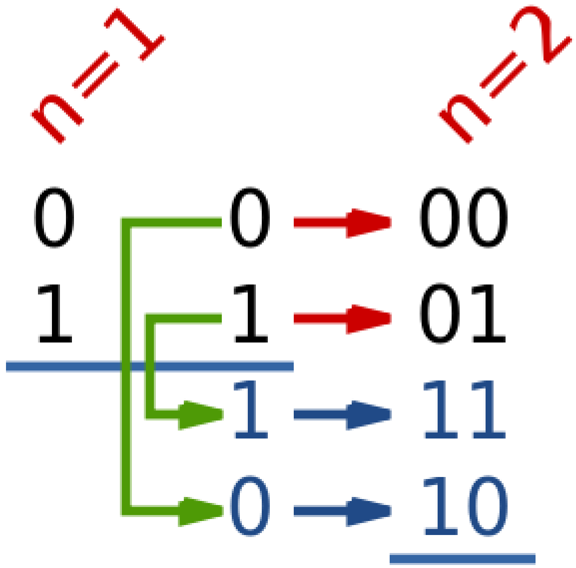
n=1

0	0
1	1

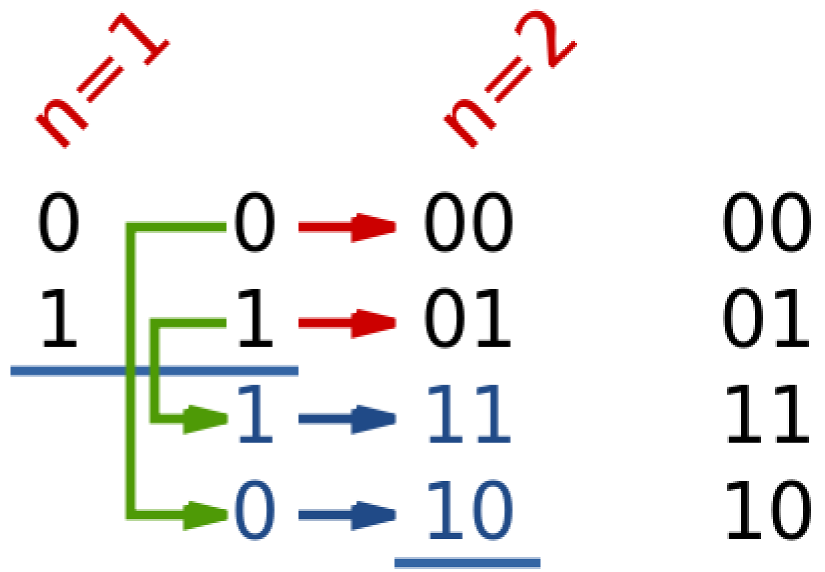
Пример



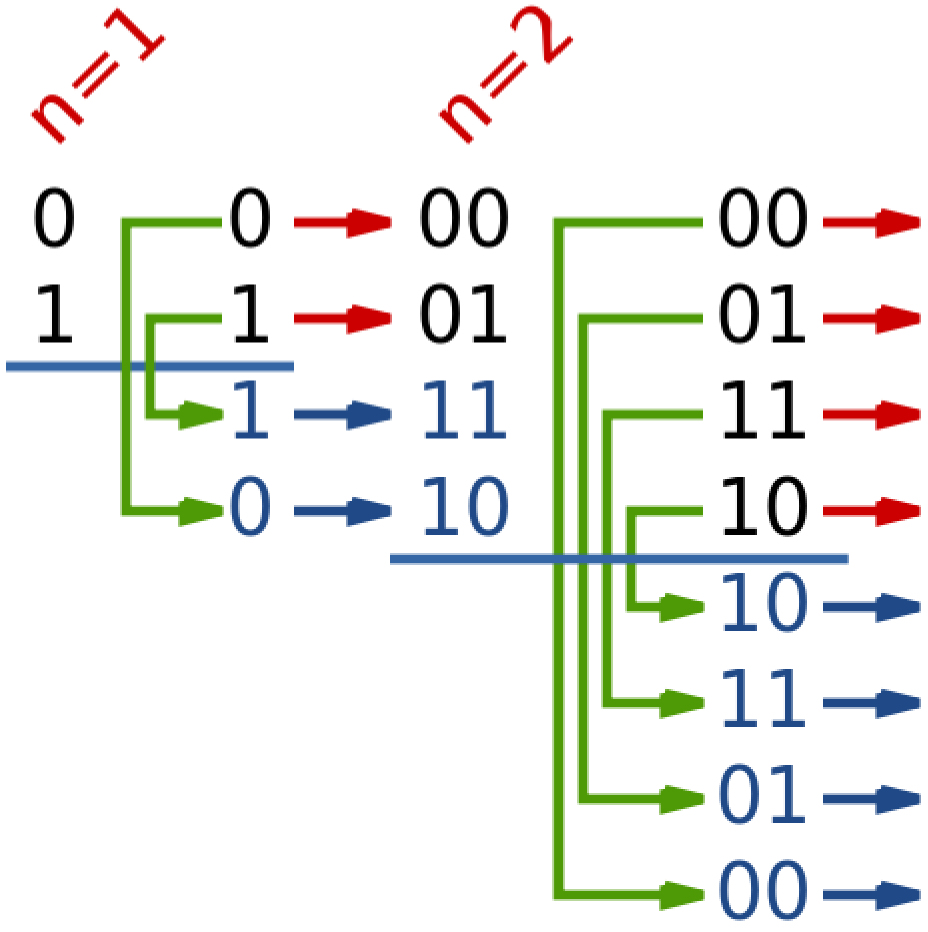
Пример



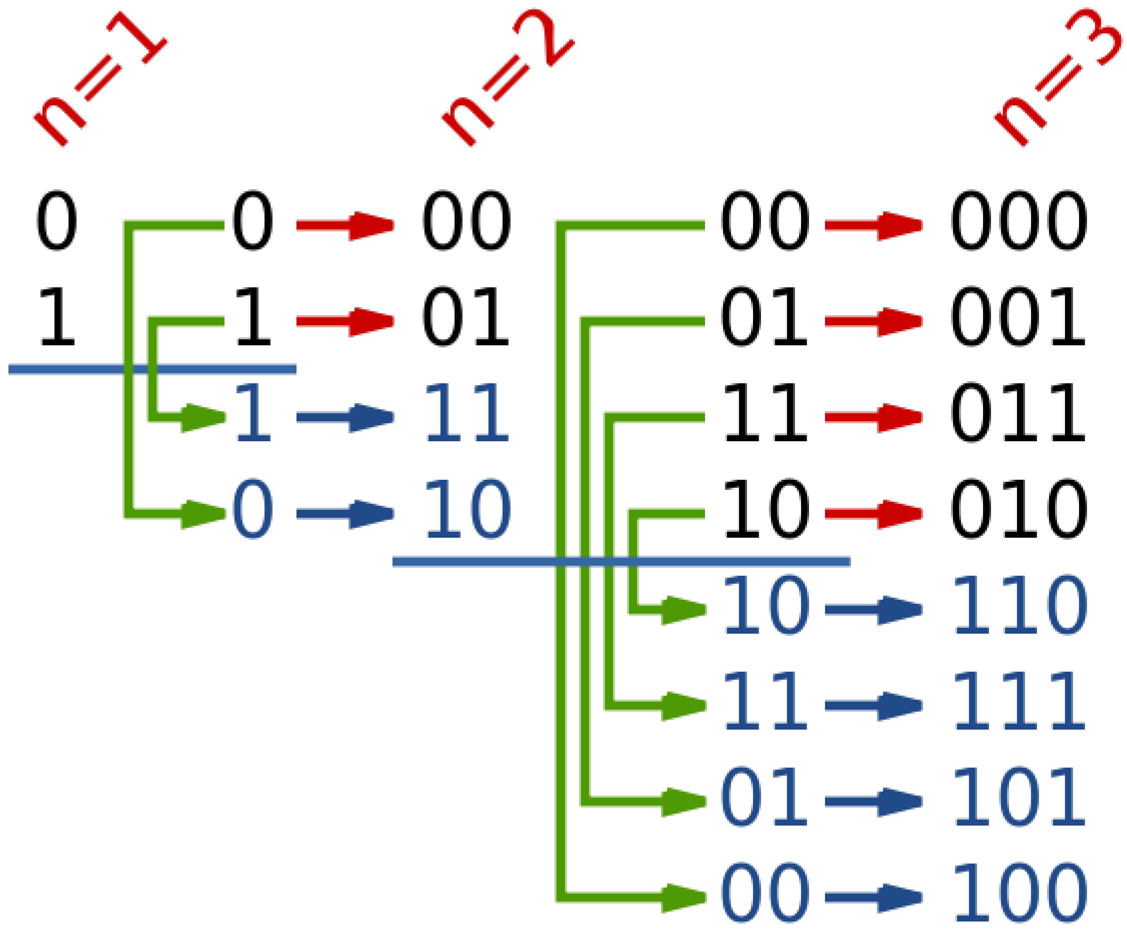
Пример



Пример



Пример



n=1
n=2
n=3
0
1
0
1
1
0
00
01
11
10
00
01
11
10
10
11
01
00
000
001
011
010
110
111
101
100

Реализация

```
buildCode(n):
   GrayCode[1, n] = false
   GrayCode[2, n] = true                           // Построение кода длины 1
   p = 2
   for i = 2 to n
      t = p
      p = p * 2
      for k = (p / 2 + 1) to p
         GrayCode[k] = GrayCode[t]                 // Отражение имеющихся кодов
         GrayCode[t, n + 1 - i] = false
         GrayCode[k, n + 1 - i] = true             // Добавление 0 и 1 в начало
         t--
   return GrayCode
```

Реализация

```
buildCode(n):
   GrayCode[1, n] = false
   GrayCode[2, n] = true                    // Построение кода длины 1
   p = 2
   for i = 2 to n
      t = p
      p = p * 2
      for k = (p / 2 + 1) to p
         GrayCode[k] = GrayCode[t]          // Отражение имеющихся кодов
         GrayCode[t, n + 1 - i] = false
         GrayCode[k, n + 1 - i] = true      // Добавление 0 и 1 в начало
         t--
   return GrayCode
```

- `GrayCode` — двумерный массив типа **boolean**, в котором `GrayCode[a, b]` — b-ый бит в a-ом коде Грея,
- `p` — Счетчик количества уже имеющихся кодов,
- `t` — Показывает количество кодов в $(a - 1)$-м коде Грея.

Явная формула

Явная формула

В двоичном зеркальном коде Грея i-ый код может быть получен по формуле $G_i = i \oplus (\lfloor i/2 \rfloor)$ при нумерации кодов с нуля.

Явная формула

В двоичном зеркальном коде Грея i-ый код может быть получен по формуле $G_i = i \oplus (\lfloor i/2 \rfloor)$ при нумерации кодов с нуля. ($g_i = B_i \oplus B_{i+1}$, i - номер бита в коде Грея)

Доказательство

Доказательство

Для кода длиной 1 бит утверждение проверяется непосредственно.

Доказательство

Доказательство

$\triangleright$

Для кода длиной 1 бит утверждение проверяется непосредственно.

Пусть существует зеркальный двоичный код Грея M длины n, для которого выполнено, что для любого i выполняется $M_i = i \oplus (\lfloor i/2 \rfloor)$

Обозначим за L код длины $n+1$, полученный из M описанным выше алгоритмом. Тогда:

Для любого $x < 2^n$ выполняется $L_x = 0M_x$ и, по условию, равно

$L_x = 0(x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 0x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1)$ раскрыв скобки, получим новое выражение L_x:

$= 0x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 00x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1$ что равно (второе слагаемое равно первому, побитово сдвинутого вправо.)

$= x \oplus (\lfloor x/2 \rfloor)$

Доказательство

▷

Для кода длиной 1 бит утверждение проверяется непосредственно.

Пусть существует зеркальный двоичный код Грея M длины n, для которого выполнено, что для любого i выполняется $M_i = i \oplus (\lfloor i/2 \rfloor)$

Обозначим за L код длины $n+1$, полученный из M описанным выше алгоритмом. Тогда:

Для любого $x < 2^n$ выполняется $L_x = 0M_x$ и, по условию, равно

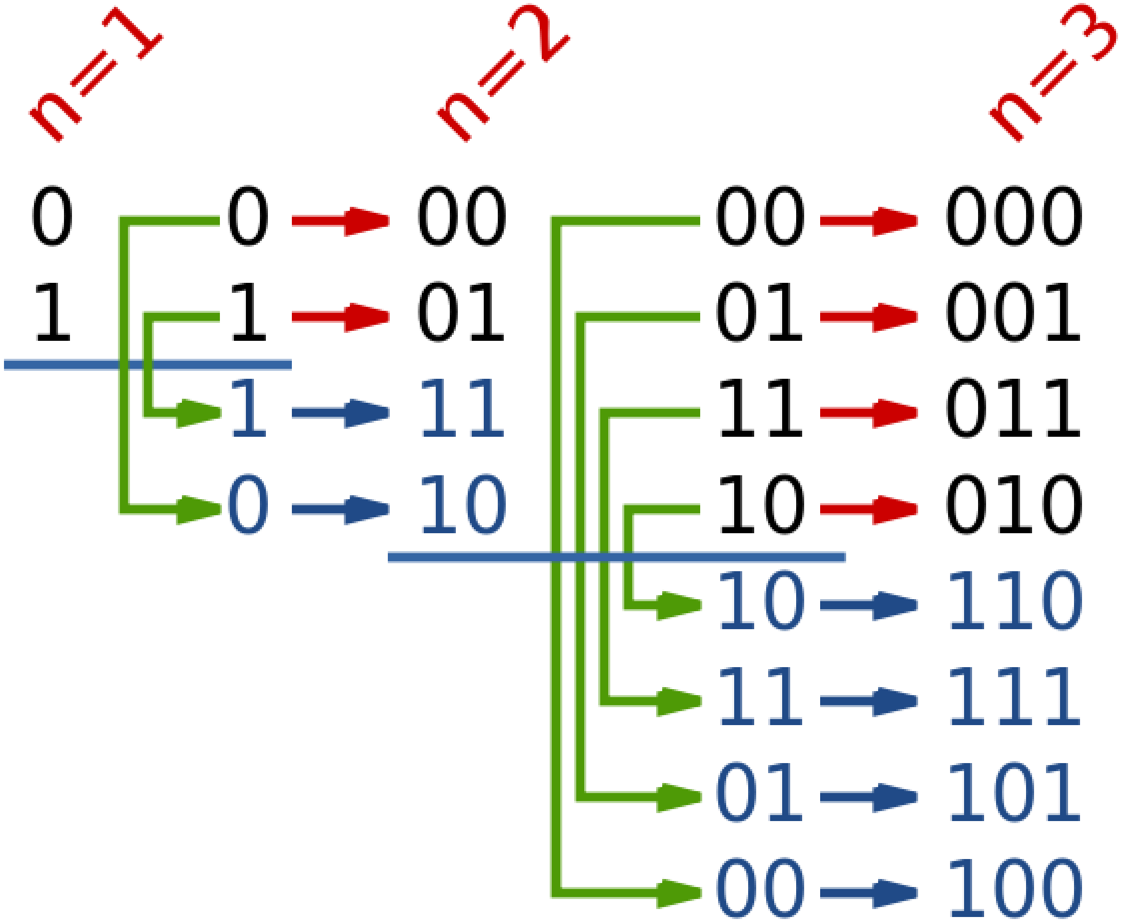
$L_x = 0(x_{n-1}x_{n-2}\ldots x_0 \oplus 0x_{n-1}x_{n-2}\ldots x_1)$ раскрыв скобки, получим новое выражение L_x:

$= 0x_{n-1}x_{n-2}\ldots x_0 \oplus 00x_{n-1}x_{n-2}\ldots x_1$ что равно (второе слагаемое равно первому, побитово сдвинутого вправо.)

$= x \oplus (\lfloor x/2 \rfloor)$

Для любого $x \geqslant 2^n$ выполняется $L_x = 1M_y$, где $y = 2^{n+1} - 1 - x = \neg x$, то есть

Пример



n=1
n=2
n=3
0
1
0
1
1
0
00
01
11
10
00
01
11
10
10
11
01
00
000
001
011
010
110
111
101
100

Доказательство

$\triangleright$

Для кода длиной 1 бит утверждение проверяется непосредственно.

Пусть существует зеркальный двоичный код Грея M длины n, для которого выполнено, что для любого i выполняется $M_i = i \oplus (\lfloor i/2 \rfloor)$

Обозначим за L код длины $n+1$, полученный из M описанным выше алгоритмом. Тогда:

Для любого $x < 2^n$ выполняется $L_x = 0M_x$ и, по условию, равно

$L_x = 0(x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 0x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1)$ раскрыв скобки, получим новое выражение L_x:

$= 0x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 00x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1$ что равно (второе слагаемое равно первому, побитово сдвинутого вправо.)

$= x \oplus (\lfloor x/2 \rfloor)$

Для любого $x \geqslant 2^n$ выполняется $L_x = 1M_y$, где $y = 2^{n+1} - 1 - x = \neg x$, то есть

$L_x = 1(\overline{x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0} \oplus 0\overline{x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1})$ что по свойству **xor** ($\neg x \oplus \neg y = x \oplus y$) равно

$= 1(\overline{x_{n-1}}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 0x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1)$ или (все по тому же свойству)

$= 1(x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 1x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1)$ раскрыв скобки, получим

$= 1x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 01x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1$ откуда получаем, зная из условия, что старший разряд L_x равен 1

$= x_n x_{n-1}x_{n-2}\dots x_0 \oplus 0x_n x_{n-1}x_{n-2}\dots x_1$ что, аналогично первому пункту, равно

$= x \oplus (\lfloor x/2 \rfloor)$

Таким образом, шаг индукции доказан, следовательно, теорема верна.

$\triangleleft$

Обратный код Грея

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} =$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} = N_k \oplus g_{k-1}$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} = N_k \oplus g_{k-1} = g_k \oplus g_{k-1}$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} = N_k \oplus g_{k-1} = g_k \oplus g_{k-1}$

$N_{k-2} =$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} = N_k \oplus g_{k-1} = g_k \oplus g_{k-1}$

$N_{k-2} = N_{k-1} \oplus g_{k-2} = g_k \oplus g_{k-1} \oplus g_{k-2}$

Обратный код Грея

По коду Грея G найти число N

Число будем восстанавливать побитово

$N_k = g_k$

$N_{k-1} = N_k \oplus g_{k-1} = g_k \oplus g_{k-1}$

$N_{k-2} = N_{k-1} \oplus g_{k-2} = g_k \oplus g_{k-1} \oplus g_{k-2}$

…

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

$B_i = g_i \oplus B_{i+1} =$

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

$B_i = g_i \oplus B_{i+1} = g_i \oplus g_{i+1} \oplus B_{i+2}$

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

$B_i = g_i \oplus B_{i+1} = g_i \oplus g_{i+1} \oplus B_{i+2} = \ldots$

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

$B_i = g_i \oplus B_{i+1} = g_i \oplus g_{i+1} \oplus B_{i+2} = \ldots$

$B_i = g_i \oplus g_{i+1} \oplus \ldots \oplus g_N$

Обоснование

$g_i = B_i \oplus B_{i+1}$

$B_i = g_i \oplus B_{i+1} = g_i \oplus g_{i+1} \oplus B_{i+2} = \ldots$

$B_i = g_i \oplus g_{i+1} \oplus \ldots \oplus g_N$

$B_N = g_N$

Реализация

```
int rev_g (int g) {
        int n = 0;
        for (; g; g>>=1)
                n ^= g;
        return n;
}
```

Ханойские башни

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Заметим, что для всех дисков, кроме наименьшего, на каждом шаге имеется ровно один вариант хода (за исключением стартовой и финальной позиций). Для самого маленького диска всегда есть две свободные позиции, потому что он самый маленький, его можно положить сверху на любой диск.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Заметим, что для всех дисков, кроме наименьшего, на каждом шаге имеется ровно один вариант хода (за исключением стартовой и финальной позиций). Для самого маленького диска всегда есть две свободные позиции, потому что он самый маленький, его можно положить сверху на любой диск. Если диск не самый маленький, то для него может быть не более одной свободной позиции. Допустим, что для него свободные две позиции. Это означает, что на двух других стержнях расположены диски размером больше, чем рассматриваемый.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Заметим, что для всех дисков, кроме наименьшего, на каждом шаге имеется ровно один вариант хода (за исключением стартовой и финальной позиций). Для самого маленького диска всегда есть две свободные позиции, потому что он самый маленький, его можно положить сверху на любой диск. Если диск не самый маленький, то для него может быть не более одной свободной позиции. Допустим, что для него свободные две позиции. Это означает, что на двух других стержнях расположены диски размером больше, чем рассматриваемый. А так как рассматриваемый диск не самый маленький, то где-то расположен наименьший. Либо он расположен на рассматриваемом диске, тогда мы не можем переместить рассматриваемый, либо на каком-то другом, но тогда у нашего диска остаётся не более одной свободной позиции.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Заметим, что для всех дисков, кроме наименьшего, на каждом шаге имеется ровно один вариант хода (за исключением стартовой и финальной позиций). Для самого маленького диска всегда есть две свободные позиции, потому что он самый маленький, его можно положить сверху на любой диск. Если диск не самый маленький, то для него может быть не более одной свободной позиции. Допустим, что для него свободные две позиции. Это означает, что на двух других стержнях расположены диски размером больше, чем рассматриваемый. А так как рассматриваемый диск не самый маленький, то где-то расположен наименьший. Либо он расположен на рассматриваемом диске, тогда мы не можем переместить рассматриваемый, либо на каком-то другом, но тогда у нашего диска остаётся не более одной свободной позиции. Для наименьшего диска всегда имеется два варианта хода, однако имеется стратегия выбора хода, всегда приводящая к ответу: если n нечётно, то последовательность перемещений наименьшего диска имеет вид $r_1 \to r_3 \to r_2 \to r_1 \to r_3 \to r_2 \to \ldots$.(где r_1 — стартовый стержень, r_3 — финальный стержень, r_2 — оставшийся стержень), а если n чётно, то $r_1 \to r_2 \to r_3 \to r_1 \to r_2 \to r_3 \to \ldots$.

Ханойские башни

Задача:

Даны три стержня, на один из которых нанизаны восемь колец, причем кольца отличаются размером и лежат меньшее на большем. Задача состоит в том, чтобы перенести пирамиду из восьми колец за наименьшее число ходов на другой стержень. За один раз разрешается переносить только одно кольцо, причём нельзя класть большее кольцо на меньшее.

Решение:

Пусть n — количество дисков. Начнём с кода Грея длины n, состоящего из одних нулей (т.е. $G(0)$), и будем двигаться по кодам Грея (от $G(i)$ переходить к $G(i+1)$).

Поставим в соответствие каждому i-ому биту текущего кода Грея i-ый диск (причём самому младшему биту соответствует наименьший по размеру диск, а самому старшему биту — наибольший). Поскольку на каждом шаге изменяется ровно один бит, то мы можем понимать изменение бита i как перемещение i-го диска. То есть, будем понимать переход от последовательности 101 к 100 как перемещение 0-го диска на свободное место, а от 010 к 110 — как перемещение 2-го диска на свободное место.

Заметим, что для всех дисков, кроме наименьшего, на каждом шаге имеется ровно один вариант хода (за исключением стартовой и финальной позиций). Для самого маленького диска всегда есть две свободные позиции, потому что он самый маленький, его можно положить сверху на любой диск. Если диск не самый маленький, то для него может быть не более одной свободной позиции. Допустим, что для него свободные две позиции. Это означает, что на двух других стержнях расположены диски размером больше, чем рассматриваемый. А так как рассматриваемый диск не самый маленький, то где-то расположен наименьший. Либо он расположен на рассматриваемом диске, тогда мы не можем переместить рассматриваемый, либо на каком-то другом, но тогда у нашего диска остаётся не более одной свободной позиции. Для наименьшего диска всегда имеется два варианта хода, однако имеется стратегия выбора хода, всегда приводящая к ответу: если n нечётно, то последовательность перемещений наименьшего диска имеет вид $r_1 \to r_3 \to r_2 \to r_1 \to r_3 \to r_2 \to \ldots$.(где r_1 — стартовый стержень, r_3 — финальный стержень, r_2 — оставшийся стержень), а если n чётно, то $r_1 \to r_2 \to r_3 \to r_1 \to r_2 \to r_3 \to \ldots$.

Выбор обусловлен тем, на каком стержне окажется в конце пирамидка, решение с помощью кода Грея является следствием классического нерекурсивного решения

Коды антигрея

Коды антигрея

Двоичный код антигрея — такое упорядочивание двоичных векторов длины n, что соседние отличаются не менее, чем в n−1 битах.

Коды антигрея

Двоичный код антигрея — такое упорядочивание двоичных векторов длины n, что соседние отличаются не менее, чем в $n-1$ битах.

Упорядочивание векторов такое, что соседние отличаются во всех битах, возможно только для $n=1$. Это объясняется тем, что для двоичного вектора существует ровно один вектор, отличающийся во всех битах, а в последовательности, где $n>1$, таких векторов должно быть два.

Пример

n = 1	n = 2	n = 3
0	00	000
1	11	111
	01	001
	10	110
		011
		100
		010
		101

Алгоритм

Алгоритм генерации

Возьмем двоичный зеркальный код Грея размером n. Тогда для первых 2^{n-1} двоичных векторов будем:

1. Печатать двоичный вектор
2. Печатать его инверсию

Утверждается, что с помощью данного алгоритма мы напечатаем двоичный код антигрея.

Псевдокод

```
function genBinAntiGray(n: int):
  for i = 1 to 2 ** (n - 1)
    v = getMirrorGray(i, n)
    print(v)
    inverseBits(v)
    print(v)
```

Обоснование

Обозначим за G_i — i-ый вектор в зеркальном коде Грея, $\overline{G}_i$ — его инверсию. Тогда вектора будут располагаться в таком порядке:

$$\begin{array}{l} \dots \\ G_i \\ \overline{G}_i \\ G_{i+1} \\ \overline{G}_{i+1} \\ G_{i+2} \\ \dots \end{array}$$

G_i и $\overline{G}_i$ отличаются во всех битах.

Если G_i и G_{i+1} отличаются в k-ом бите, то инверсия G_i совпадает с G_{i+1} только в k-ом бите. То есть $\overline{G}_i$ и G_{i+1} отличаются во всех позициях, кроме k-ой.

Троичный код антигрея

Троичный код антигрея — такое упорядочивание троичных векторов, что соседние отличаются во всех разрядах.

Решение

Алгоритм генерации

Упорядочим все троичные вектора лексикографически. Тогда для первых 3^{n-1} векторов будем выводить сначала сам этот вектор, потом 2 его поразрядных циклических сдвига (каждый отдельный бит увеличиваем на 1). Например, если мы имеем вектор 021, то вы выведем: 021, 102, 210.

Утверждается, что выполняя эти действия мы получим троичный код антигрея.

Псевдокод

```
function genTernAntiGray(n: int):
  for v = <000..0> to <022..2> // троичные вектора длины
    for i = 0 to 2
      print(v)
      digitCircleShift(v)
```

Пример

n = 1		**n = 2**		**n = 3**		
Первые 3^{n-1} векторов	**Коды антигрея**	**Первые 3^{n-1} векторов**	**Коды антигрея**	**Первые 3^{n-1} векторов**	**Коды антигрея**	
0	**0**	**00**	**00**	**000**	**000**	200
	1	**01**	11	**001**	111	**012**
	2	**02**	22	**002**	222	120
			01	**010**	**001**	201
			12	**011**	112	**020**
			20	**012**	220	101
			02	**020**	**002**	212
			10	**021**	110	**021**
			21	**022**	221	102
					010	210
					121	**022**
					202	100
					011	211
					122	

Сочетания

Сочетания

Перечислить сочетания из n элементов по k, чтобы соседние сочетания отличались друг от друга ровно одним элементом

Сочетания

Перечислить сочетания из n элементов по k, чтобы соседние сочетания отличались друг от друга ровно одним элементом

Решение – перечислить коды Грея, выбирая те, которые, имеют ровно k единичных битов