海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

傅立叶变换与信息隐写术

胡船长

初航我带你，远航靠自己

系数表示法与点值表示法

大约用时：（10 mins）

下一部分：FFT 算法的作用

系数表示法与点值表示法

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + \cdots + a_n * x^n$$

$$\Downarrow$$

$$(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots, a_n)$$

系数表示法与点值表示法

$(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots, a_n) \longrightarrow (1, 2, 1, 4)$

系数表示法与点值表示法

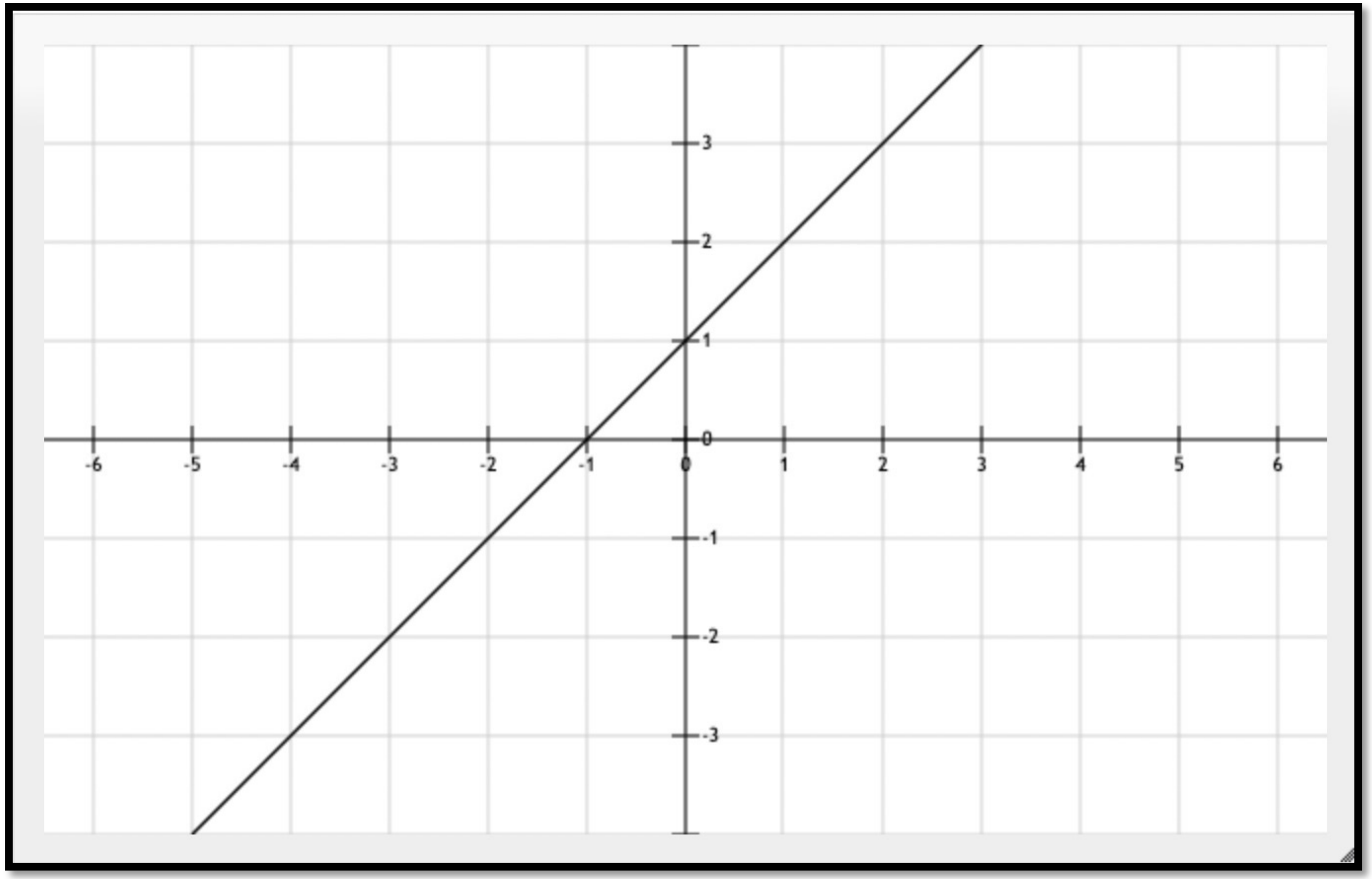
$(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots, a_n) \rightarrow (1, 2, 1, 4)$

$\downarrow$

$$f(x) = 1 + 2 * x^1 + 1 * x^2 + 4 * x^3$$

系数表示法与点值表示法

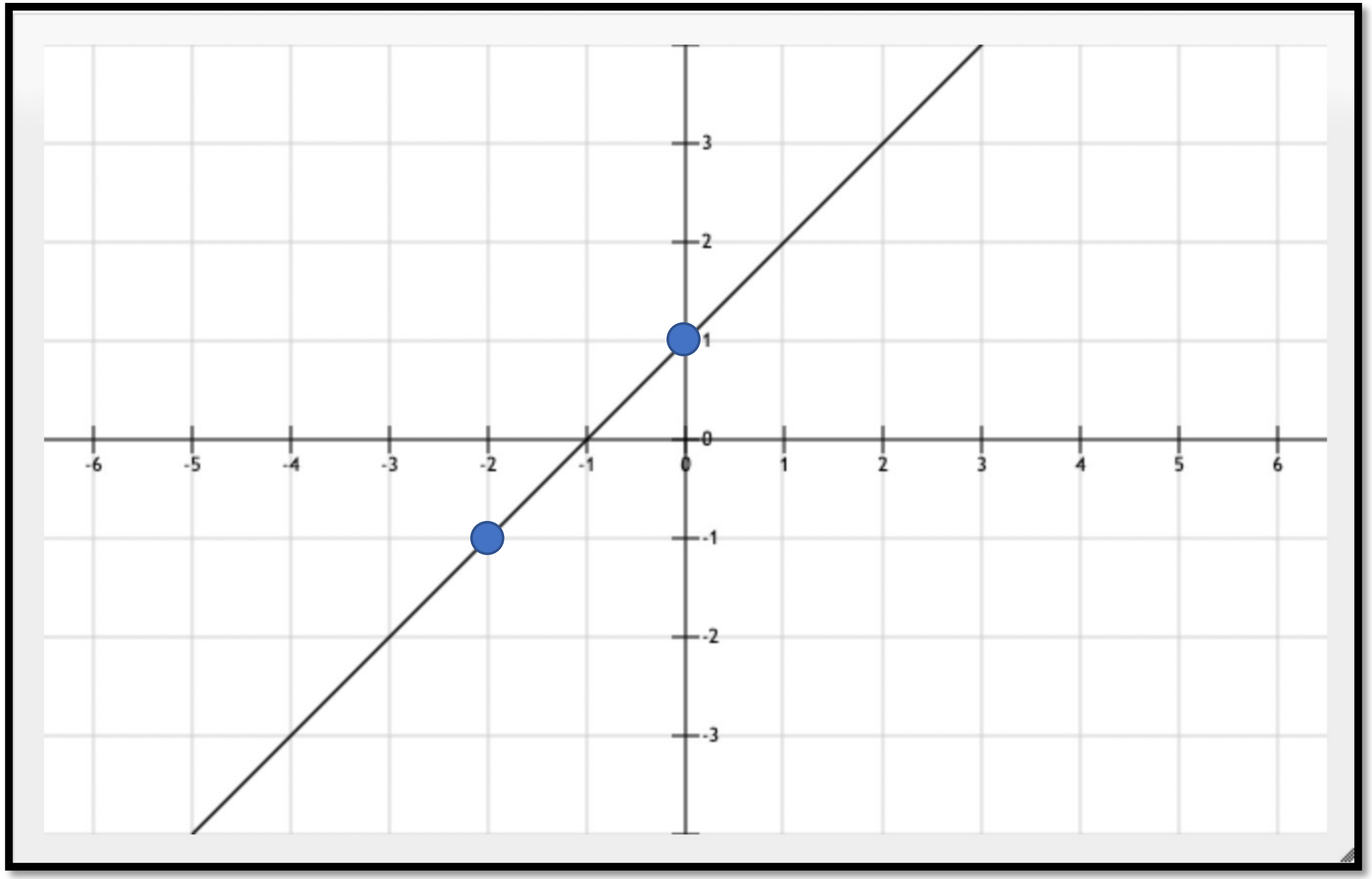
$$f(x) = 1 + x$$



系数表示法与点值表示法

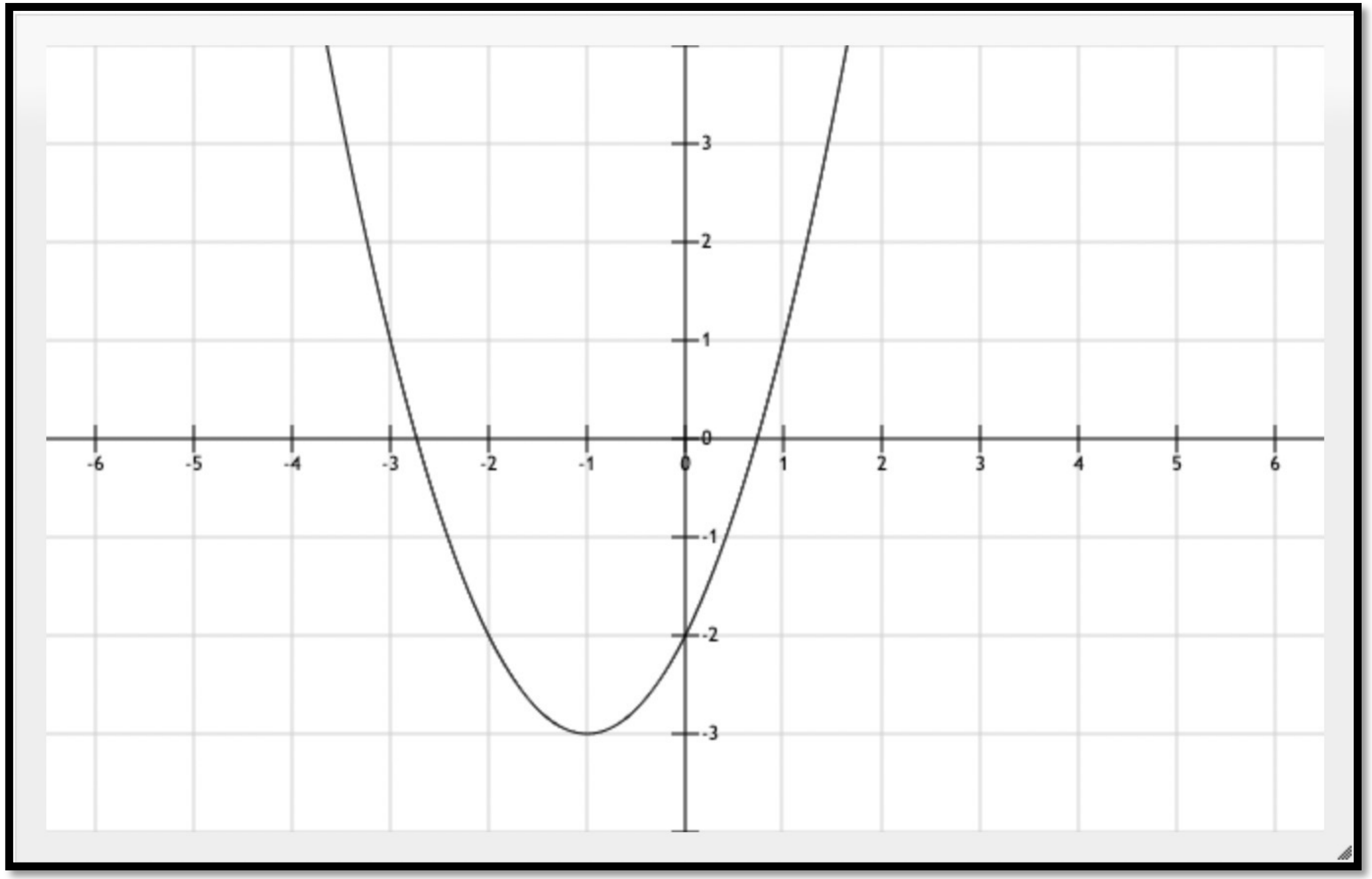
$$f(x) = 1 + x$$

(−2， − 1)、(0， 1)



系数表示法与点值表示法

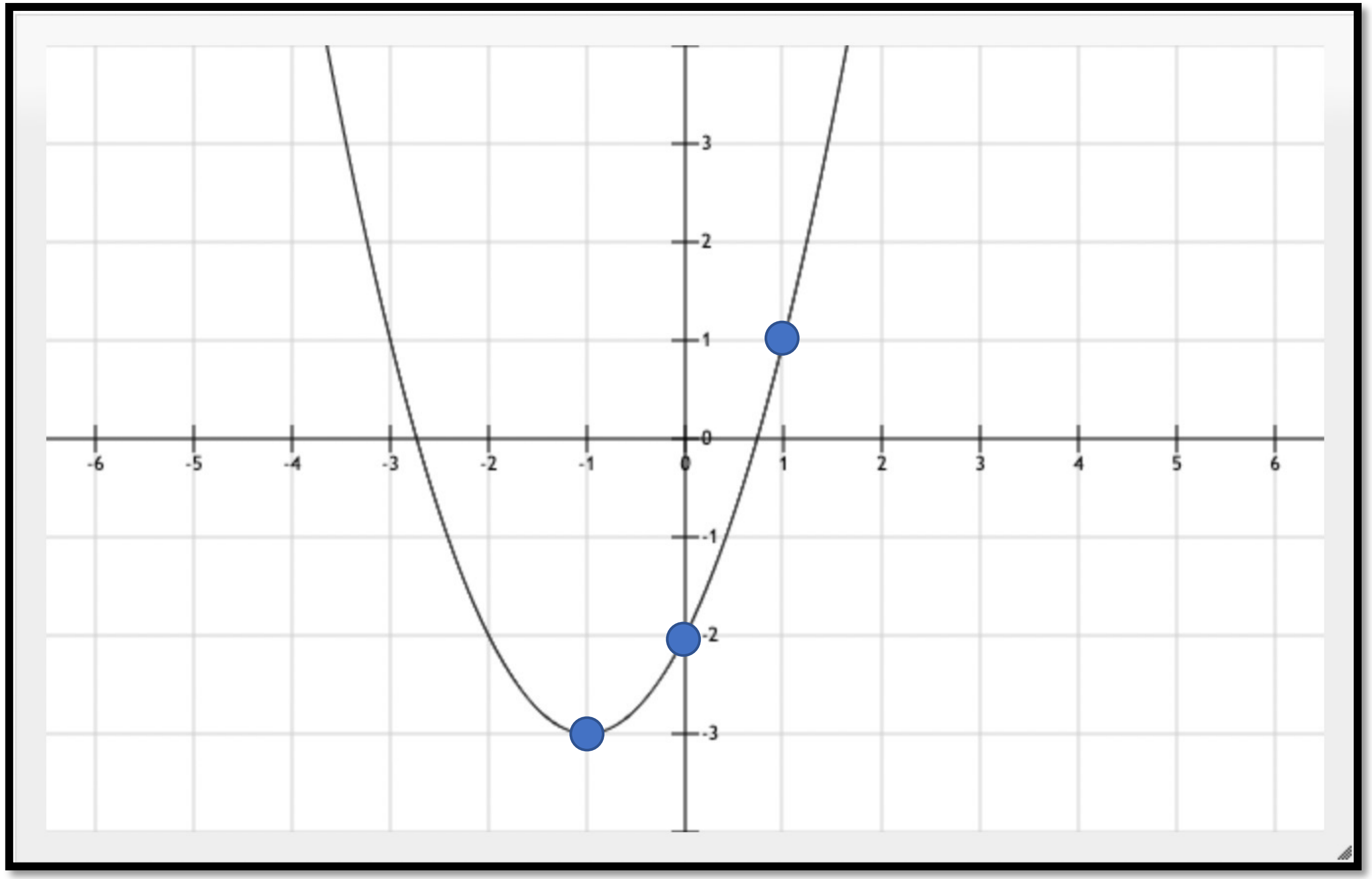
$$f(x) = -2 + 2x + x^2$$



系数表示法与点值表示法

$$f(x) = -2 + 2x + x^2$$

(0，−2)、(1，1)、(−1，−3)



系数表示法与点值表示法

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + \cdots + a_n * x^n$$

$$\Downarrow$$

$$(a_0,\ a_1,\ a_2,\ a_3,\ a_4,\ \ldots,\ a_n)$$

系数表示法与点值表示法

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + \cdots + a_n * x^n$$

$$(a_0, \ a_1, \ a_2, \ a_3, \ a_4, \ \ldots, \ a_n)$$

(x_0, y_0)、(x_1, y_1)、(x_2, y_2)、(x_3, y_3)……、(x_n, y_n)

FFT 算法的作用

大约用时：（10 mins）

下一部分：天才想法1-快速取值

FFT 算法的作用

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + \cdots + a_m * x^m$$

$$\downarrow$$

$(x_0,\ y_0)$、$(x_1,\ y_1)$、$(x_2,\ y_2)$、$(x_3,\ y_3)$……、$(x_n,\ y_n)$

FFT 算法的作用

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + \cdots + a_m * x^m$$

$$\begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1, & x_0, & x_0^2, & x_0^3, & \dots\dots, & x_0^m \\ 1, & x_1, & x_1^2, & x_1^3, & \dots\dots, & x_1^m \\ 1, & x_2, & x_2^2, & x_2^3, & \dots\dots, & x_2^m \\ 1, & x_3, & x_3^2, & x_3^3, & \dots\dots, & x_3^m \\ & & & . & & \\ & & & . & & \\ & & & . & & \\ 1, & x_n, & x_n^2, & x_n^3, & \dots\dots, & x_n^m \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ . \\ . \\ . \\ a_m \end{bmatrix}$$

FFT 算法的作用

$$
\begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1, & x_0, & x_0^2, & x_0^3, & \dots\dots, & x_0^m \\ 1, & x_1, & x_1^2, & x_1^3, & \dots\dots, & x_1^m \\ 1, & x_2, & x_2^2, & x_2^3, & \dots\dots, & x_2^m \\ 1, & x_3, & x_3^2, & x_3^3, & \dots\dots, & x_3^m \\ & & & . & & \\ & & & . & & \\ & & & . & & \\ 1, & x_n, & x_n^2, & x_n^3, & \dots\dots, & x_n^m \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ . \\ . \\ . \\ a_m \end{bmatrix}
$$

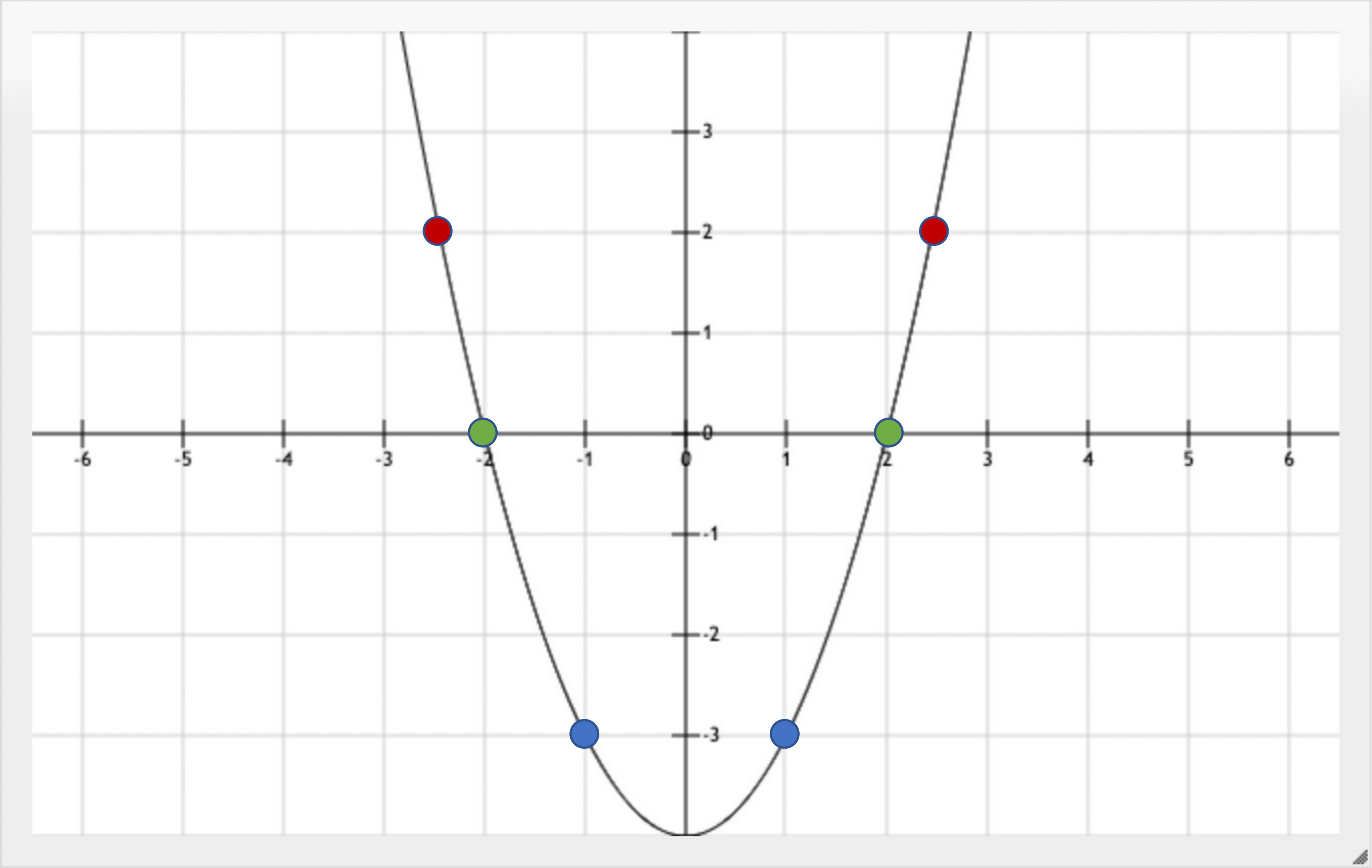
快速计算这个式子，得到 n 个值

天才想法1：快速取值

大约用时：（10 mins）

下一部分：天才想法2-复平面上的单位圆

天才想法1：快速取值



天才想法1：快速取值

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + a_4 * x^4 + a_5 * x^5$$

天才想法1：快速取值

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + a_4 * x^4 + a_5 * x^5$$

$$f(x) = (a_0 + a_2 * x^2 + a_4 * x^4) + (a_1 * x^1 + a_3 * x^3 + a_5 * x^5)$$

天才想法1：快速取值

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + a_4 * x^4 + a_5 * x^5$$

$$f(x) = (a_0 + a_2 * x^2 + a_4 * x^4) + (a_1 * x^1 + a_3 * x^3 + a_5 * x^5)$$

$$f(x) = (a_0 + a_2 * x^2 + a_4 * x^4) + x\ (a_1 + a_3 * x^2 + a_5 * x^4)$$

天才想法1：快速取值

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = a_0 + a_1 * x^1 + a_2 * x^2 + a_3 * x^3 + a_4 * x^4 + a_5 * x^5$$

$$f(x) = (a_0 + a_2 * x^2 + a_4 * x^4) + (a_1 * x^1 + a_3 * x^3 + a_5 * x^5)$$

$$f(x) = \underbrace{(a_0 + a_2 * x^2 + a_4 * x^4)}_{P_0(x^2)} + x \underbrace{(a_1 + a_3 * x^2 + a_5 * x^4)}_{P_1(x^2)}$$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$

$$P_0(x^2) = a_0 + a_2x + a_4x^2$$

$$P_1(x^2) = a_1 + a_3x + a_5x^2$$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$

$$P_0(x^2) = a_0 + a_2x + a_4x^2$$

$$P_1(x^2) = a_1 + a_3x + a_5x^2$$

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$

$$f(-x) = P_0(x^2) - xP_1(x^2)$$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = \boxed{P_0(x^2)} - x\boxed{P_1(x^2)}$$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = P_0(x^2) - xP_1(x^2)$$

```
function f(a, n) :
    P0=f(a_odd , n/2);
    P1=f(a_even, n/2);
    merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

$O(n\log n)$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = \boxed{P_0(x^2)} - x\boxed{P_1(x^2)}$$

$O(n\log n)$

```
function f(a, n) :
    P0=f(a_odd , n/2);
    P1=f(a_even, n/2);
    merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

f(-1, 1, -2, 2, -3, 3, -5, 5)

天才想法1：快速取值

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = \boxed{P_0(x^2)} - x\boxed{P_1(x^2)}$$

O(nlogn)

```
function f(a, n) :
    P0=f(a_odd , n/2);
    P1=f(a_even, n/2);
    merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

f(-1, 1, -2, 2, -3, 3, -5, 5)

$P_0(1), P_1(1)$ $P_0(4), P_1(4)$ $P_0(9), P_1(9)$ $P_0(25), P_1(25)$

天才想法1：快速取值

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = \boxed{P_0(x^2)} - x\boxed{P_1(x^2)}$$

O(nlogn)

```
function f(a, n) :
    P0=f(a_odd , n/2);
    P1=f(a_even, n/2);
    merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

f(-1, 1, -2, 2, -3, 3, -5, 5)

1　　4　　9　　25

天才想法1：快速取值

$O(n\log n)$

$$f(x) = \boxed{P_0(x^2)} + x\boxed{P_1(x^2)}$$
$$f(-x) = \boxed{P_0(x^2)} - x\boxed{P_1(x^2)}$$

```
function f(a, n) :
      P0=f(a_odd , n/2);
      P1=f(a_even, n/2);
      merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

$f(-1,\ 1,\ -2,\ 2,\ -3,\ 3,\ -5,\ 5)$

1 4 9 25

???   ???

天才想法1：快速取值

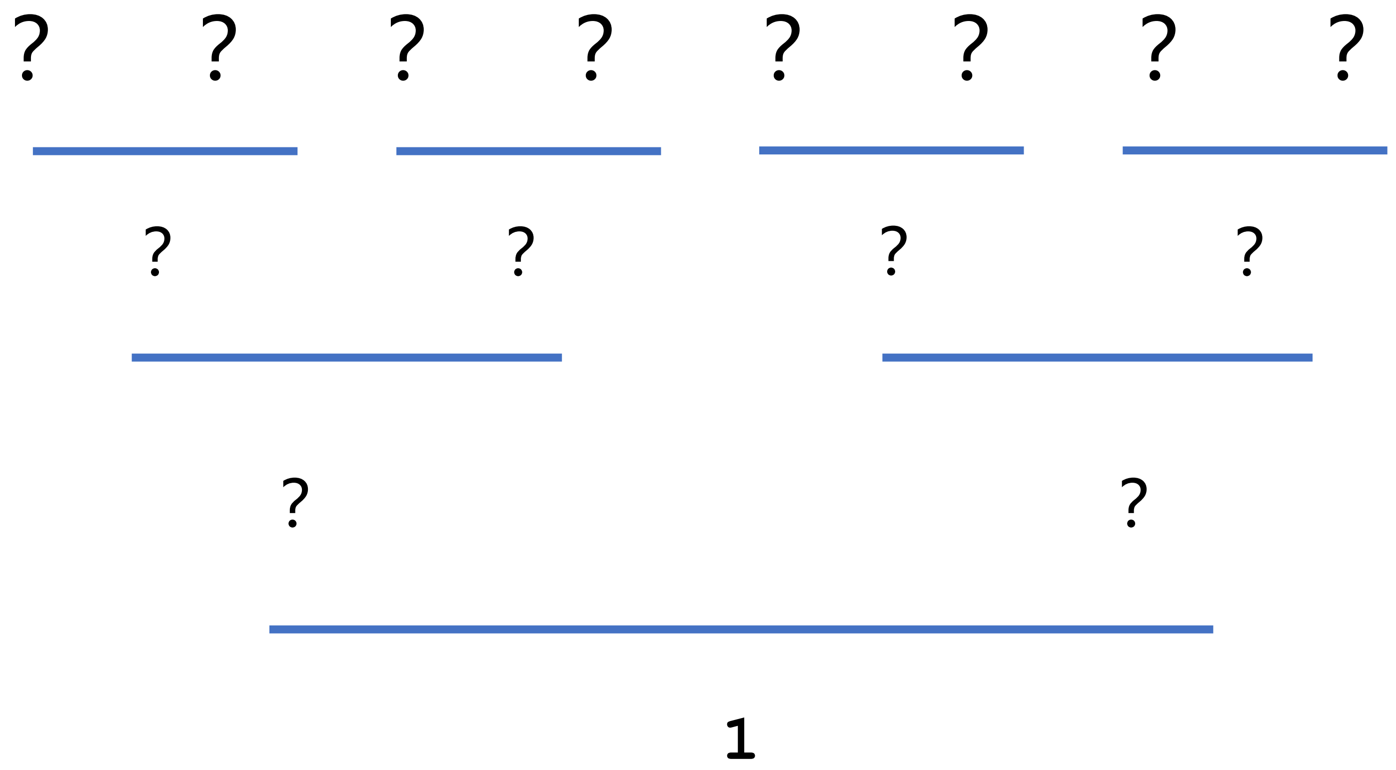
f(-1, 1, -2, 2, -3, 3, -5, 5)

? ? ? ?

? ?

1

天才想法1：快速取值



天才想法1：快速取值

? ? ? ? ? ? ? ?

? ? ? ?

-1 1

1

天才想法1：快速取值

? ? ? ? ? ? ? ?

-i i -1 1

-1 1

1

天才想法1：快速取值

-i　　i　　-1　　1

$\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$　　$-\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$　　$-\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$　　$\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$

天才想法2：复平面上的单位圆

大约用时：（10 mins）

下一部分：FFT 算法闪亮登场

天才想法2：复平面上的单位圆

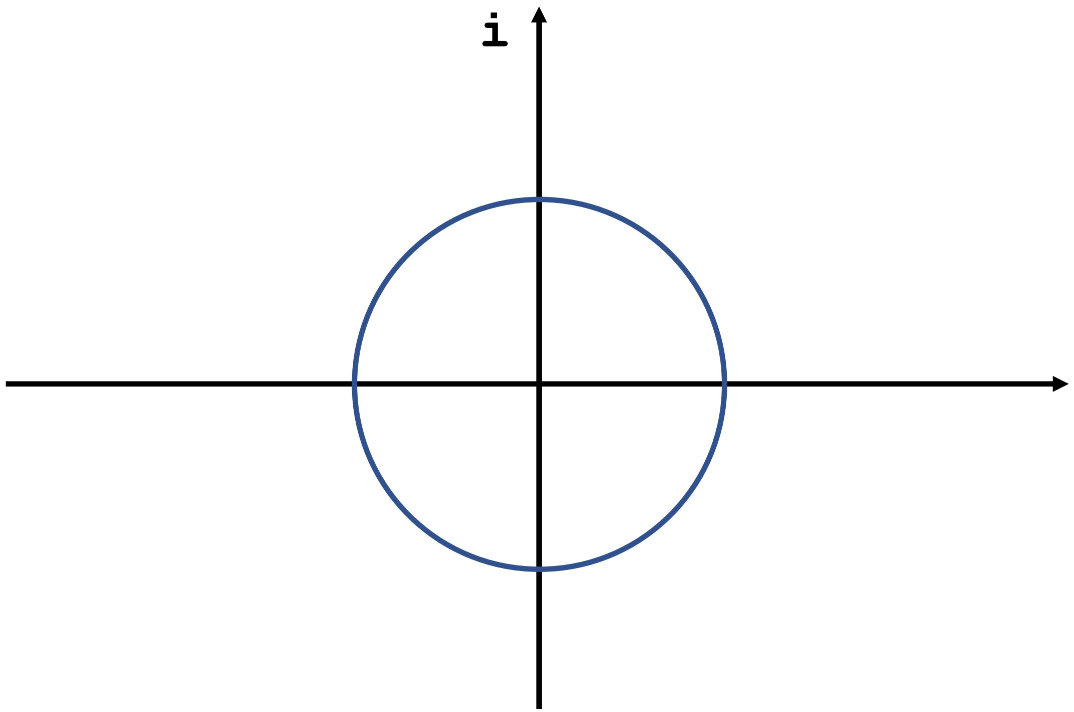
-i　　i　　-1　　1

$\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}\,i$　　$-\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}\,i$　　$-\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}\,i$　　$\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}\,i$

天才想法2：复平面上的单位圆

-i　i　-1　1

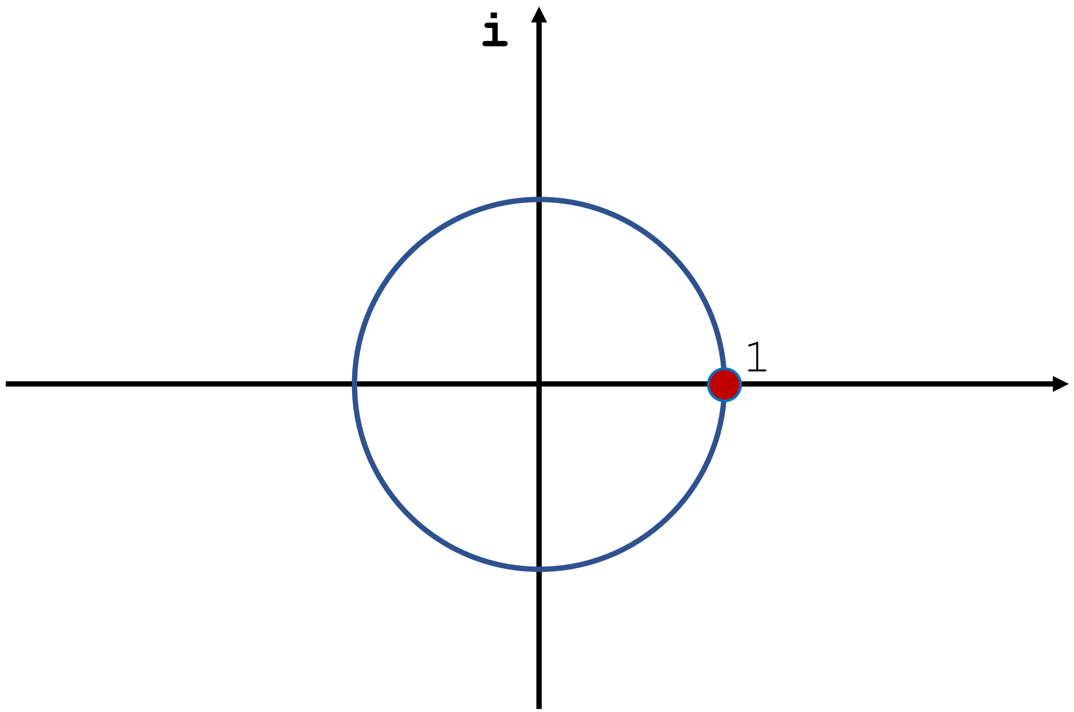
$\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$　$-\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$　$-\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$　$\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$



天才想法2：复平面上的单位圆

-i　　i　　-1

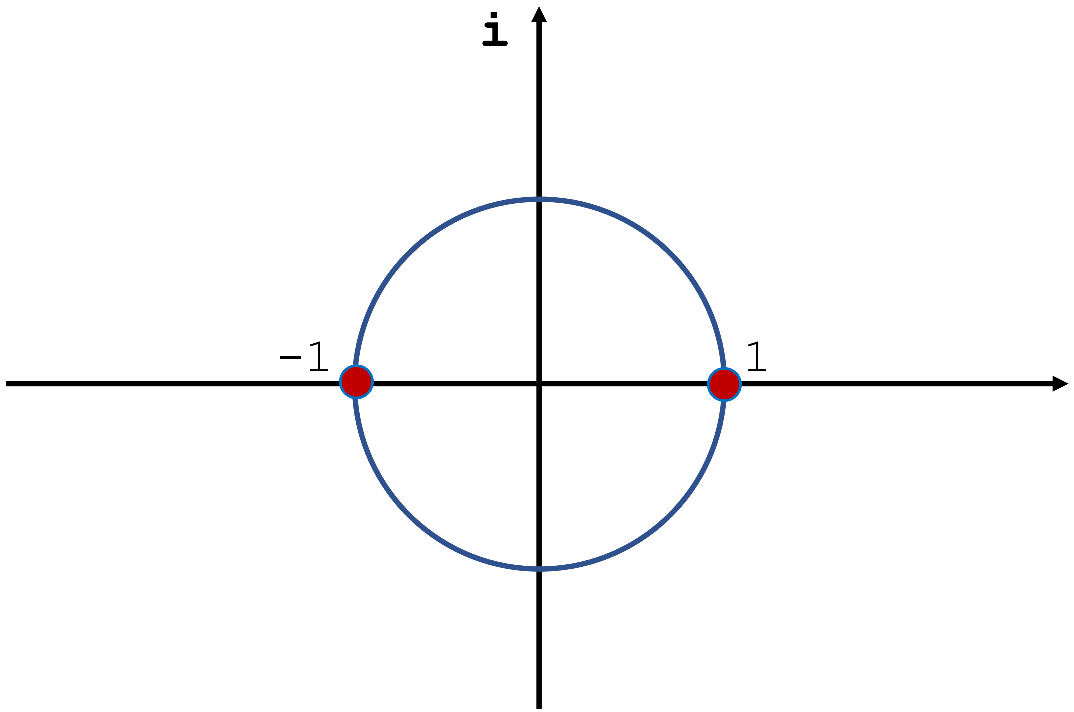
$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\,i$　　$-\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}\,i$　　$-\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\,i$　　$\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}\,i$



天才想法2：复平面上的单位圆

$-i$ i

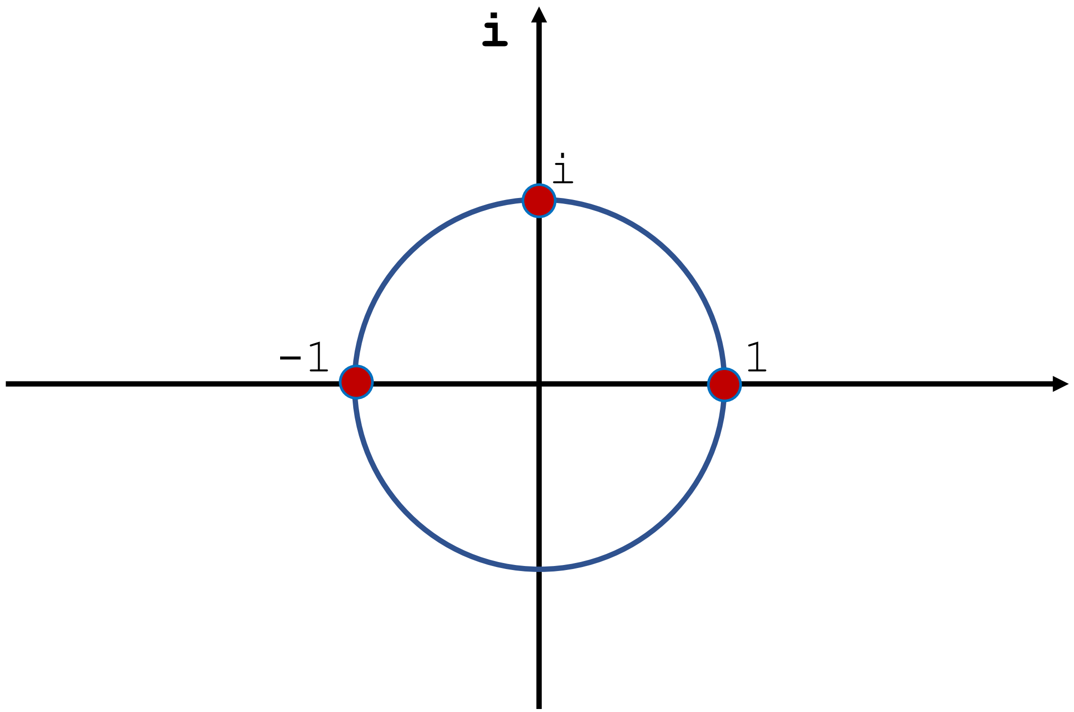
$\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$ $-\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$ $-\sqrt{1/2}-\sqrt{1/2}i$ $\sqrt{1/2}+\sqrt{1/2}i$



天才想法2：复平面上的单位圆

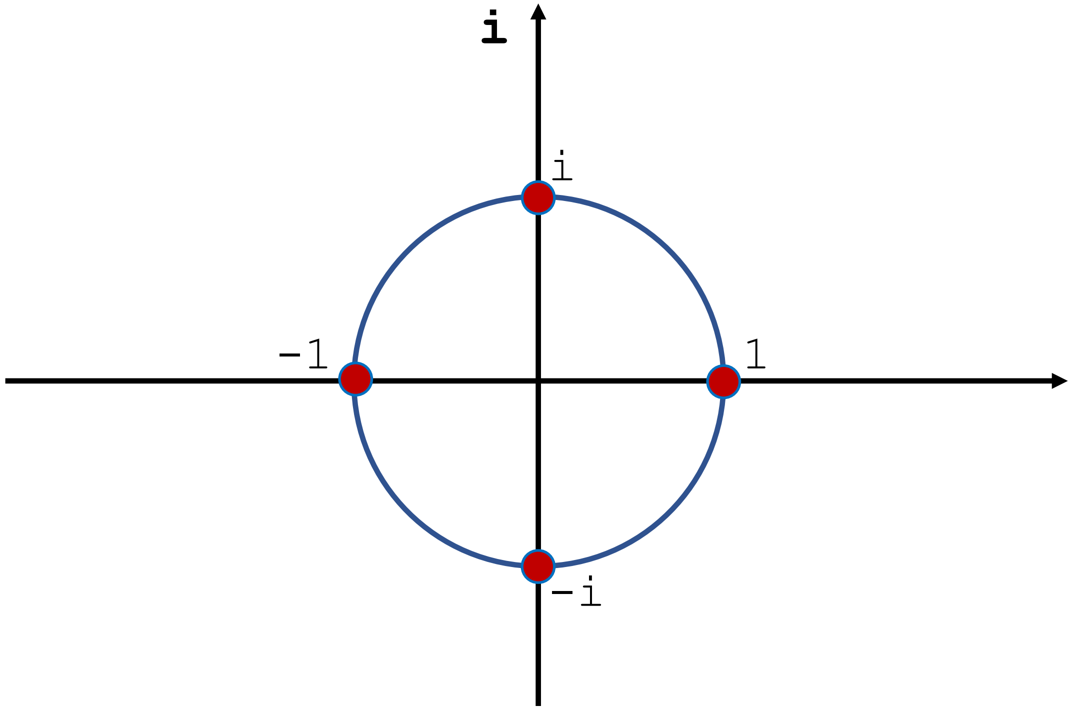
$-i$

$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}i$　　$-\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}i$　　$-\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}i$　　$\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}i$



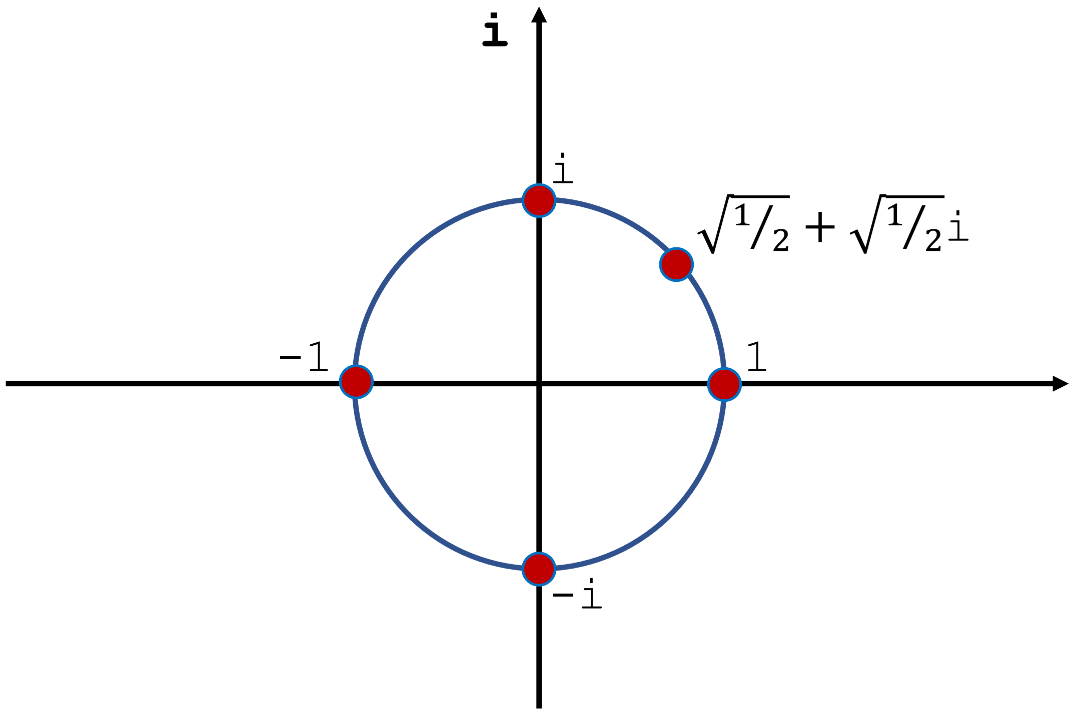
天才想法2：复平面上的单位圆

$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\,i$ $\quad -\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}\,i$ $\quad -\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\,i$ $\quad \sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}\,i$



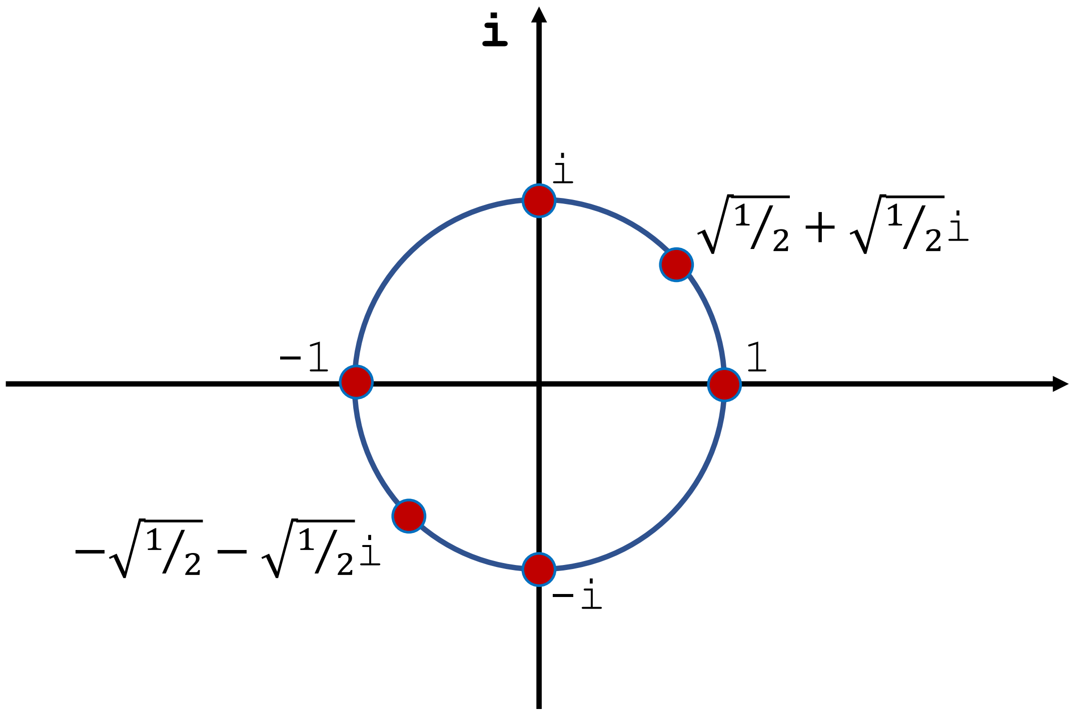
天才想法2：复平面上的单位圆

$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}i$ $-\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}i$ $-\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}i$



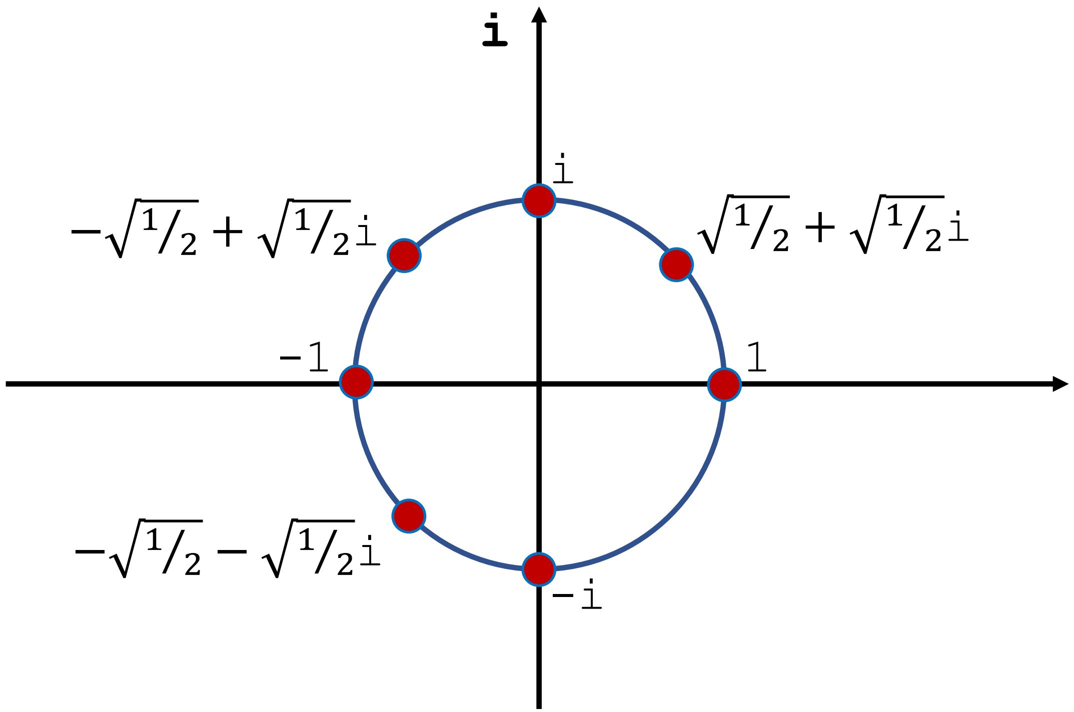
天才想法2：复平面上的单位圆

$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\mathrm{i}$ $-\sqrt{1/2} + \sqrt{1/2}\mathrm{i}$

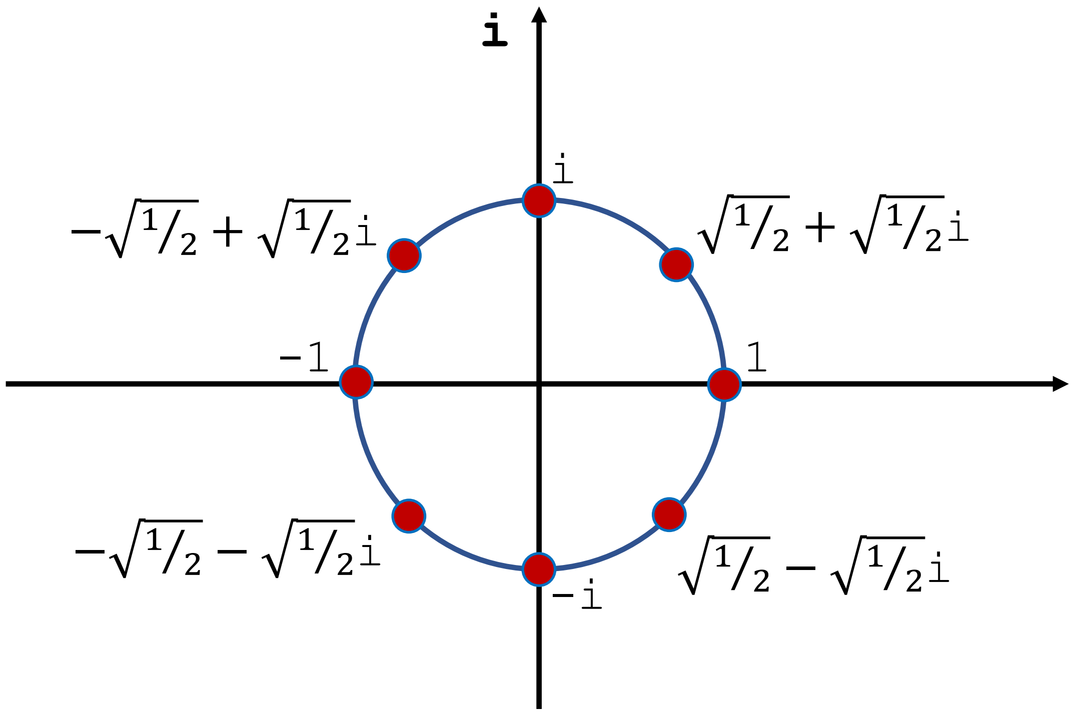


天才想法2：复平面上的单位圆

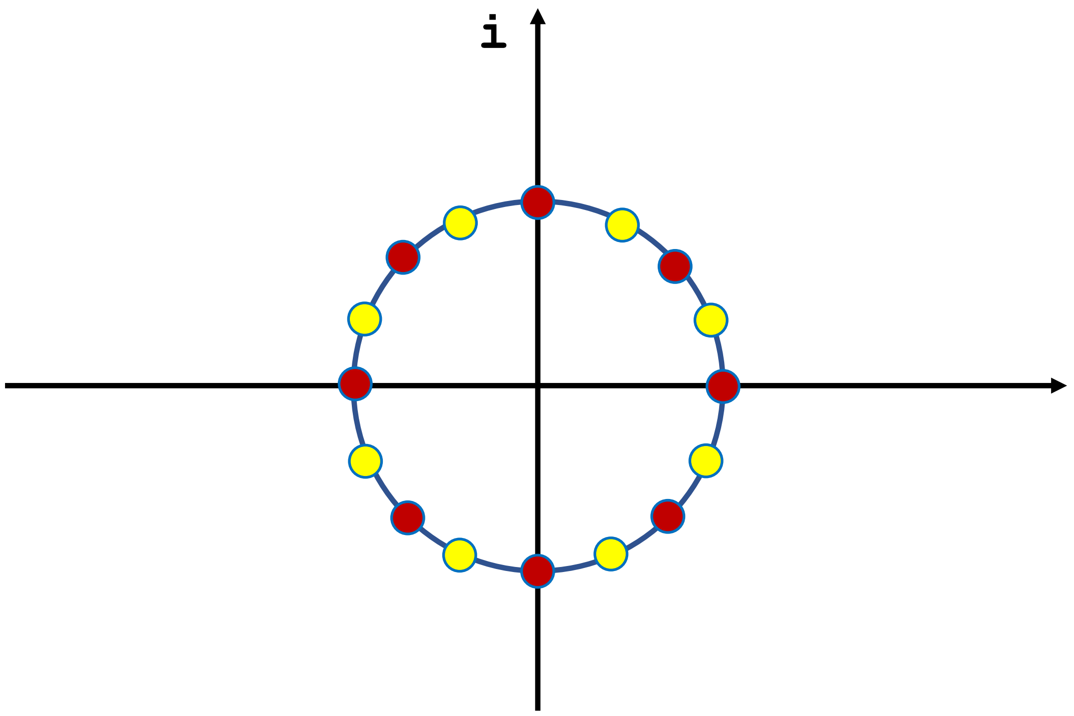
$\sqrt{1/2} - \sqrt{1/2}\mathrm{i}$



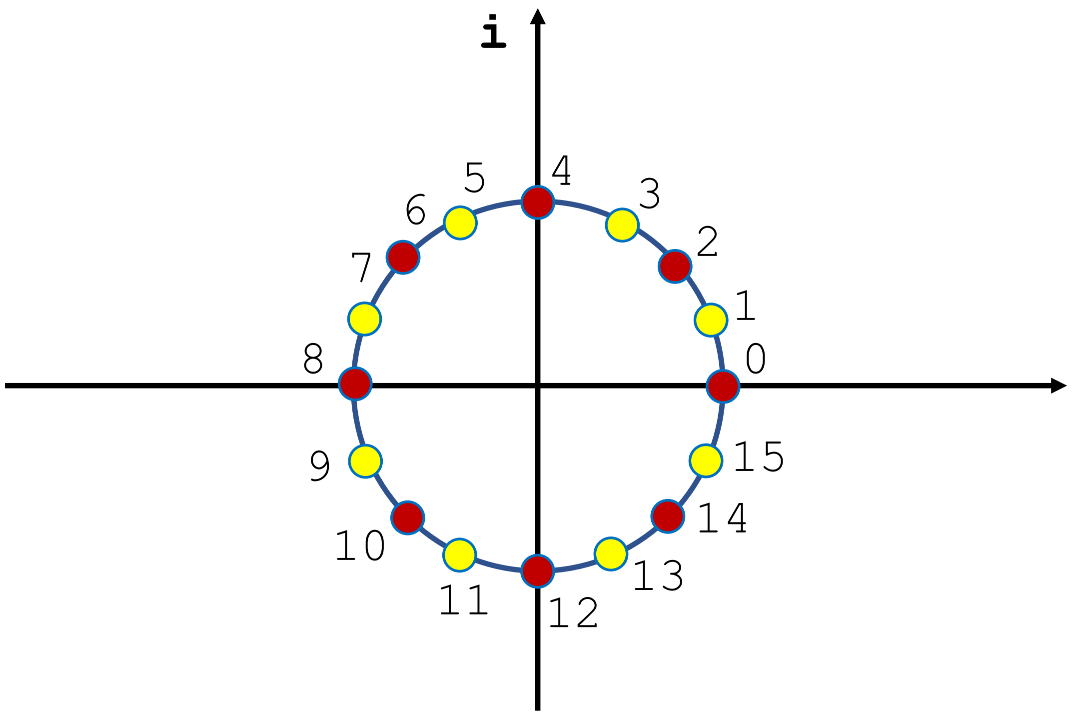
天才想法2：复平面上的单位圆



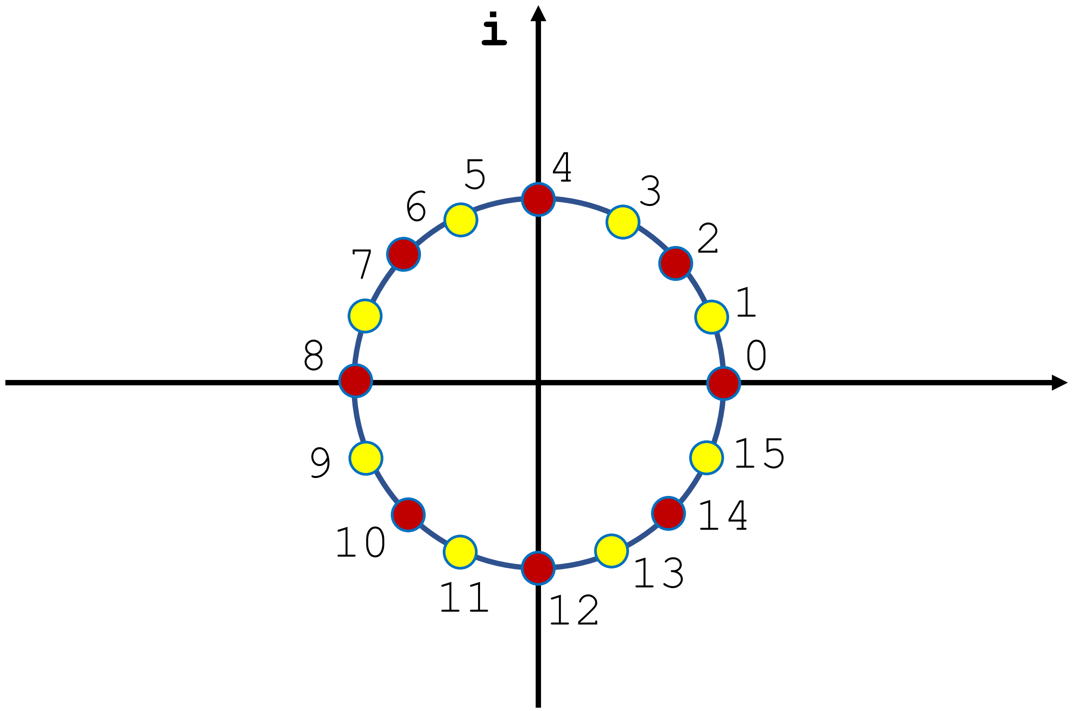
天才想法2：复平面上的单位圆



天才想法2：复平面上的单位圆

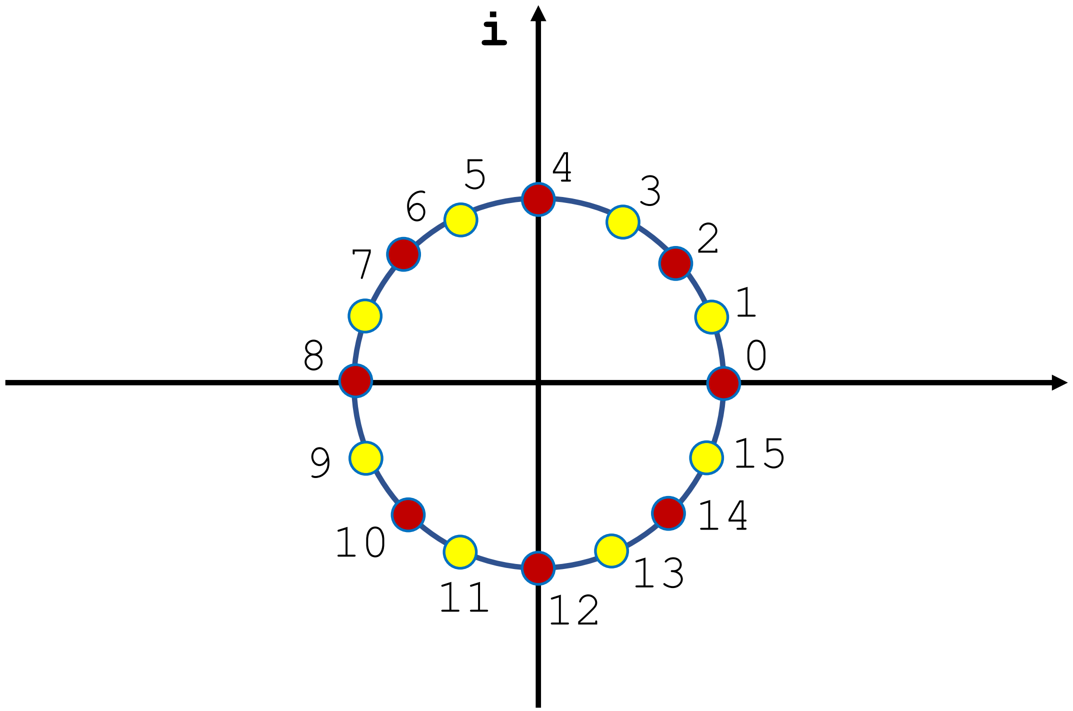


天才想法2：复平面上的单位圆



$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

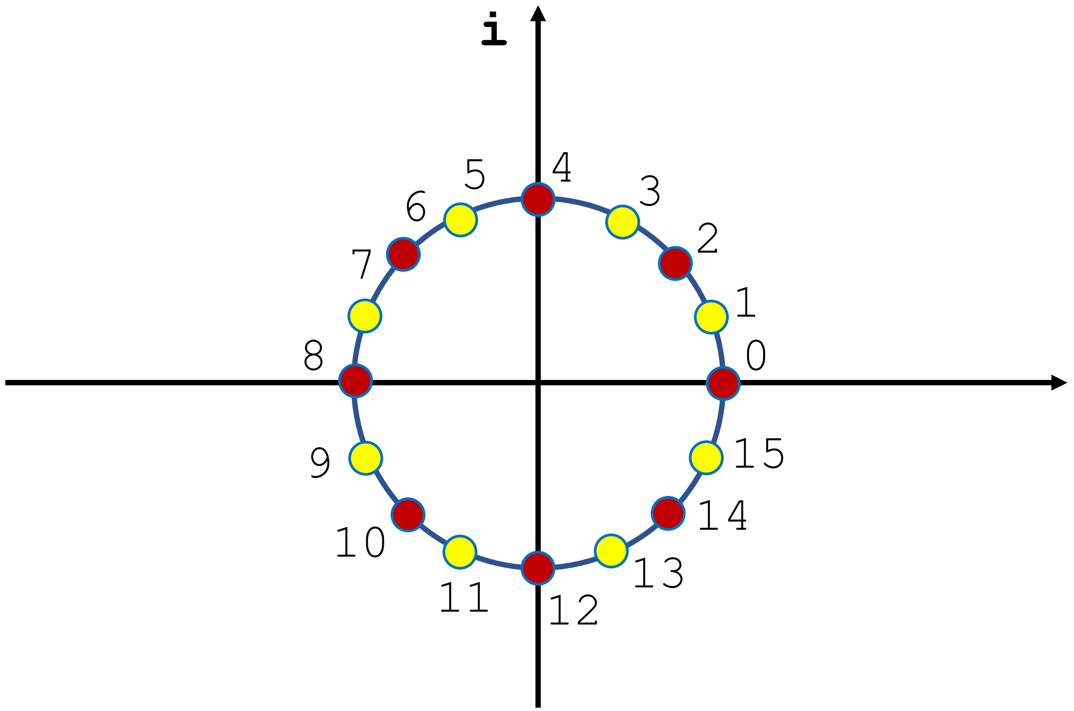
天才想法2：复平面上的单位圆



$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

天才想法2：复平面上的单位圆

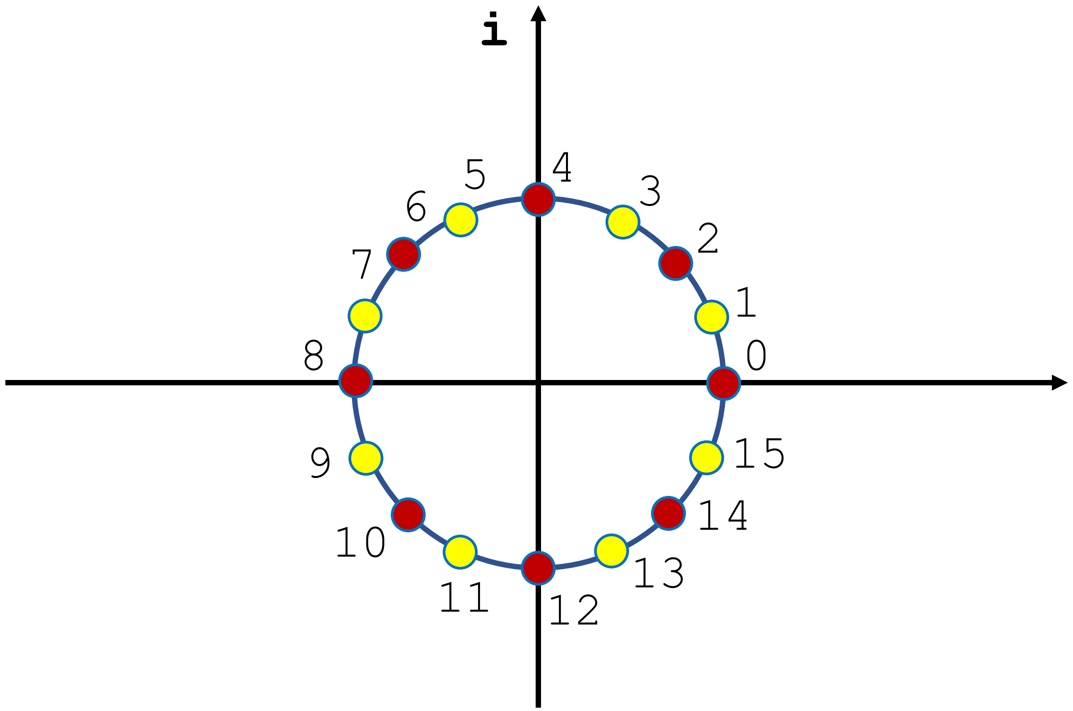


$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right) i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

$$-\omega_n^k = \omega_n^{k+n/2}$$

天才想法2：复平面上的单位圆



$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

$$-\omega_n^k = \omega_n^{k+n/2}$$

$$\omega_n^{-k} = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) - sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

天才想法2：复平面上的单位圆

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$
$$f(-x) = P_0(x^2) - xP_1(x^2)$$

$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

$$-\omega_n^k = \omega_n^{k+n/2}$$

$$\omega_n^{-k} = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) - sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

天才想法2：复平面上的单位圆

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$
$$f(-x) = P_0(x^2) - xP_1(x^2)$$

$$f(\omega_n^k) = P_0(\omega_{n/2}^k) + \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$
$$f\left(\omega_n^{k+n/2}\right) = P_0(\omega_{n/2}^k) - \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$

$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

$$-\omega_n^k = \omega_n^{k+n/2}$$

$$\omega_n^{-k} = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) - sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right)i$$

FFT 算法闪亮登场

大约用时：（10 mins）

下一部分：实战问题-多项式系数求解

FFT 算法闪亮登场

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(x) = P_0(x^2) + xP_1(x^2)$$
$$f(-x) = P_0(x^2) - xP_1(x^2)$$

$$f(\omega_n^k) = P_0(\omega_{n/2}^k) + \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$

$$f\left(\omega_n^{k+n/2}\right) = P_0(\omega_{n/2}^k) - \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$

$$\omega_n^k = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) + sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right) i$$

$$(\omega_n^k)^2 = \omega_n^{2k} = \omega_{n/2}^k$$

$$-\omega_n^k = \omega_n^{k+n/2}$$

$$\omega_n^{-k} = cos\left(\frac{2\pi k}{n}\right) - sin\left(\frac{2\pi k}{n}\right) i$$

FFT 算法闪亮登场

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

$$f(\omega_n^k) = P_0(\omega_{n/2}^k) + \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$

$$f\left(\omega_n^{k+n/2}\right) = P_0(\omega_{n/2}^k) - \omega_n^k P_1(\omega_{n/2}^k)$$

⇓

```
function f(a, n) :
    P0=f(a_odd , n/2);
    P1=f(a_even, n/2);
    merge(P0+xP1 , P0-xP1);
```

O(nlogn)

实战问题：多项式系数求解

大约用时：（10 mins）

下一部分：经典面试题刷题专项环节

实战问题：多项式系数求解

问题描述：给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

假设：A(x) 的系数表示为(1，1)，B(x) 的系数表示为(1，3)
则：C(x) 的系数表示为(1，4，3)

$A(x)=x+1$

$B(x)=3x+1$

$C(x)=3x^2+4x+1$

实战问题：多项式系数求解

问题描述： 给出 A(x), B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

假设：A(x) 的系数表示为(1, 1), B(x) 的系数表示为(1, 3)
则：C(x) 的系数表示为(1, 4, 3)

A 的 4 个点值表示：(x_0, a_0)、(x_1, a_1)、(x_2, a_2)、(x_3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(x_0, b_0)、(x_1, b_1)、(x_2, b_2)、(x_3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(x_0, a_0*b_0)、(x_1, a_1*b_1)、(x_2, a_2*b_2)、(x_3, a_3*b_3)

实战问题：多项式系数求解

问题描述： 给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

A 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0)、(ω_4^1, a_1)、(ω_4^2, a_2)、(ω_4^3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(ω_4^0, b_0)、(ω_4^1, b_1)、(ω_4^2, b_2)、(ω_4^3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0*b_0)、(ω_4^1, a_1*b_1)、(ω_4^2, a_2*b_2)、(ω_4^3, a_3*b_3)

$$\begin{bmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \omega_4^0 & (\omega_4^0)^2 & (\omega_4^0)^3 \\ 1 & \omega_4^1 & (\omega_4^1)^2 & (\omega_4^1)^3 \\ 1 & \omega_4^2 & (\omega_4^2)^2 & (\omega_4^2)^3 \\ 1 & \omega_4^3 & (\omega_4^3)^2 & (\omega_4^3)^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

实战问题：多项式系数求解

问题描述： 给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

A 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0)、(ω_4^1, a_1)、(ω_4^2, a_2)、(ω_4^3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(ω_4^0, b_0)、(ω_4^1, b_1)、(ω_4^2, b_2)、(ω_4^3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0*b_0)、(ω_4^1, a_1*b_1)、(ω_4^2, a_2*b_2)、(ω_4^3, a_3*b_3)

$$P = WC$$

实战问题：多项式系数求解

问题描述： 给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

A 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0)、(ω_4^1, a_1)、(ω_4^2, a_2)、(ω_4^3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(ω_4^0, b_0)、(ω_4^1, b_1)、(ω_4^2, b_2)、(ω_4^3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0*b_0)、(ω_4^1, a_1*b_1)、(ω_4^2, a_2*b_2)、(ω_4^3, a_3*b_3)

$$W^{-1}P = W^{-1}WC = EC = C$$

实战问题：多项式系数求解

问题描述： 给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

A 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0)、(ω_4^1, a_1)、(ω_4^2, a_2)、(ω_4^3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(ω_4^0, b_0)、(ω_4^1, b_1)、(ω_4^2, b_2)、(ω_4^3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0*b_0)、(ω_4^1, a_1*b_1)、(ω_4^2, a_2*b_2)、(ω_4^3, a_3*b_3)

$$\begin{bmatrix} 1/4 & \omega_4^0/4 & (\omega_4^0)^2/4 & (\omega_4^0)^3/4 \\ 1/4 & \omega_4^{-1}/4 & (\omega_4^{-1})^2/4 & (\omega_4^{-1})^3/4 \\ 1/4 & \omega_4^{-2}/4 & (\omega_4^{-2})^2/4 & (\omega_4^{-2})^3/4 \\ 1/4 & \omega_4^{-3}/4 & (\omega_4^{-3})^2/4 & (\omega_4^{-3})^3/4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

实战问题：多项式系数求解

问题描述：给出 A(x)，B(x) 多项式的系数表示，求 C(x)=A(x)*B(x) 的系数表示

A 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0)、(ω_4^1, a_1)、(ω_4^2, a_2)、(ω_4^3, a_3)
B 的 4 个点值表示：(ω_4^0, b_0)、(ω_4^1, b_1)、(ω_4^2, b_2)、(ω_4^3, b_3)
C 的 4 个点值表示：(ω_4^0, a_0*b_0)、(ω_4^1, a_1*b_1)、(ω_4^2, a_2*b_2)、(ω_4^3, a_3*b_3)

$$\frac{1}{4}\begin{bmatrix} 1 & \omega_4^0 & (\omega_4^0)^2 & (\omega_4^0)^3 \\ 1 & \omega_4^{-1} & (\omega_4^{-1})^2 & (\omega_4^{-1})^3 \\ 1 & \omega_4^{-2} & (\omega_4^{-2})^2 & (\omega_4^{-2})^3 \\ 1 & \omega_4^{-3} & (\omega_4^{-3})^2 & (\omega_4^{-3})^3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

经典面试题刷题专项环节

大约用时：（120 mins）

下一部分：大家晚安

问题板书

海贼宝藏
专注IT教育在线学习平台

每天都想干翻这个世界
到头来，被世界干的服服帖帖

大家晚安
--船长