# Fenwick Data Structure

Fenwick ဆိုတာ Array တစ်ခုရှိတယ် ဆိုပါစို့။ ထို array ရဲ့ value အားလုံးကို ပေါင်းချင်တယ်ဆိုရင် တစ်ခန်းချင်းစီထောက်ပြီး ပေါင်းရမည်။ အဲ့လိုပေါင်းနေမယ်ဆိုရင် range ကြီးလာတာနှင့်အမျှ အချိန်ကြာ လာပါမည်။ အက်တော့ prefix sum တွက်ထားပြီးသား array တစ်ခုတည်ဆောက်လိုက်ပါမယ်။

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| index | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| array | 2 | 4 | 8 | -5 | 7 | 0 | 6 | 11 | -7 | 2 |  |
| Prefix sum of array | 0 | 2 | 6 | 14 | 9 | 16 | 16 | 22 | 33 | 26 | 28 |

Table - 1

ဆက်လက်ပြီး prefix sum array ကို ဘယ်လိုတည်ဆောက်သွားလဲဆိုတာ ရှင်းပြပါမယ်။ index 0 နေရာမှာ value 0 ကိုပဲ ပြန်ထည့်ထားပါတယ်။ index 1 နေရာမှာ array ရဲ့ Index 0 ( value 2 ) ကို ထည့်ထားပါတယ်။ စတင်ပေါင်းမည့်နေရာက prefix sum ရဲ့ index 2 နေရာကနေ စတင်ပြီး တွက်ရတော့မှာပါ။ အထက်ပါ table မှာဆိုရင် prefix sum ရဲ့ index 2 သည် array ရဲ့ index 0 နှင့် 1 ရဲ့ ပေါင်းခြင်းဖြစ်ပြီး prefix sum ရဲ့ index 3 သည် arr of index (0+1+2) ပေါင်းခြင်း ဖြစ်ပါတယ်။ ထိုနည်းအတိုင်း တွက်လာပြီး နောက်ဆုံးတွင် prefix sum ရဲ့ index 10 သည် array of index 0 to 9 ကို ပေါင်းခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ ဒီနေရာမှာ array of element တွေ အရမ်းများလာတဲ့အခါ ပေါင်းရတဲ့ကိန်းတွေများ လာတဲ့အတွက် အချိန်ပိုကြာနိုင်သလို မှားဖို့လည်း ရာခိုင်နှုန်းများလာပါတယ်။ လူမှန်ရင် အမှားနဲ့ မကင်းဘူးကိုး :3။ အဲ့ဒီတော့ ပိုလွယ်ပြီး အမှားနည်းမည့် နည်းလမ်းကို ပြောပြပါမယ်။ ဆိုကြပါစို့ prefix sum of index 4 နေရာက value ကို လိုချင်တယ်ဆိုရင် array of index 3 နှင့် prefix sum of index 3 ကို ပေါင်းလိုက်ရုံပဲ ဖြစ်ပါတယ်။ အလွယ်မှတ်နိုင်ဖို့အတွက်ဆိုရင် **index = 4; arr[index-1] +prefix[index-1] = prefix[index]** ဖြစ်ပါတယ်။ အခြားနည်းလမ်းတွေ များစွာရှိသော်လည်း ဒီနည်းလမ်းကို အလွယ်ဆုံးလို့ ယူဆတဲ့အတွက် ထည့်သွင်းဖော်ပြရခြင်း ဖြစ်ပြီး မိမိနှစ်သက်သည့် နည်းလမ်းဖြင့် တွက်ချက်နိုင်ပါသည်။ ပိုမို မြင်သာအောင် နောက်ထပ် array တစ်ခုတည်ဆောက်ပြပါမည်။

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| index | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| array | 5 | 8 | 10 | 6 | 7 | -8 | 7 | 12 | 2 | 4 |  |
| Prefix sum of array | 0 | 5 | 13 | 23 | 29 | 36 | 28 | 35 | 47 | 69 | 73 |

Table – 2

ဆက်လက်ပြီး အထက်ပါ table-2 ကို သုံးပြီးတော့ ရှင်းပြပါမည်။ အခုဆိုရင် original array နှင့် prefix sum ကို တွက်ထားတဲ့ array နှစ်ခု ရှိနေပါပြီ။ ကျွန်တော်တို့က original array ရဲ့ index 0 to 9 ပေါင်းခြင်းကို လိုချင်တယ်ဆိုပါစို့။ prefix sum ထဲက index 9 ကို ထုတ်ပြလိုက်ရုံဖြင့် လိုချင်သည့် ရလာဒ်ကို တန်းရပါမည်။ နောက်တစ်ခုအနေနဲ့ index 2 to 7 ပေါင်းခြင်းကို လိုချင်တယ်ဆိုပါစို့။ prefix sum of index 7 ထဲကနေ prefix sum of index 2 ကို နှုတ်လိုက်ရုံပဲ ဖြစ်ပါတယ်။

**prefix[7]-prefix[2] = sum of arr [2,7]**

prefix[7] = 35

prefix[2] = 13

sum of arr [2,7] = prefix[7] – prefix[2]

= 35 – 13

= 22

Sum of arr [2,7] = 10+6+7-8+7

= 22

အထက်ပါနည်းလမ်းကို အသုံးပြုပြီး မိမိတို့လိုချင်သည့် index range ကို တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။ သို့သော် original array ထဲက value တစ်ခုခုကို ပြောင်းလဲလိုက်မည်ဆိုလျှင် အစကနေ အကုန်လုံးကို ပြန်တွက်ရပြန်ပါတယ်။ အဲ့ဒီလို မတွက်ရအောင် ဘယ်လိုဖြေရှင်းမလဲပေါ့ ?။ ဒီနေရာမှာ ပိုမိုမြန်ဆန်အောင် fenwick tree ဆိုတာကို စကတည်းက ဆောက်ထားပေးလိုက်တာပါ။ ဆက်လက်ပြီး fenwick tree ဆောက်နည်း အကြောင်းကို ရှင်းပြသွားပါမည်။