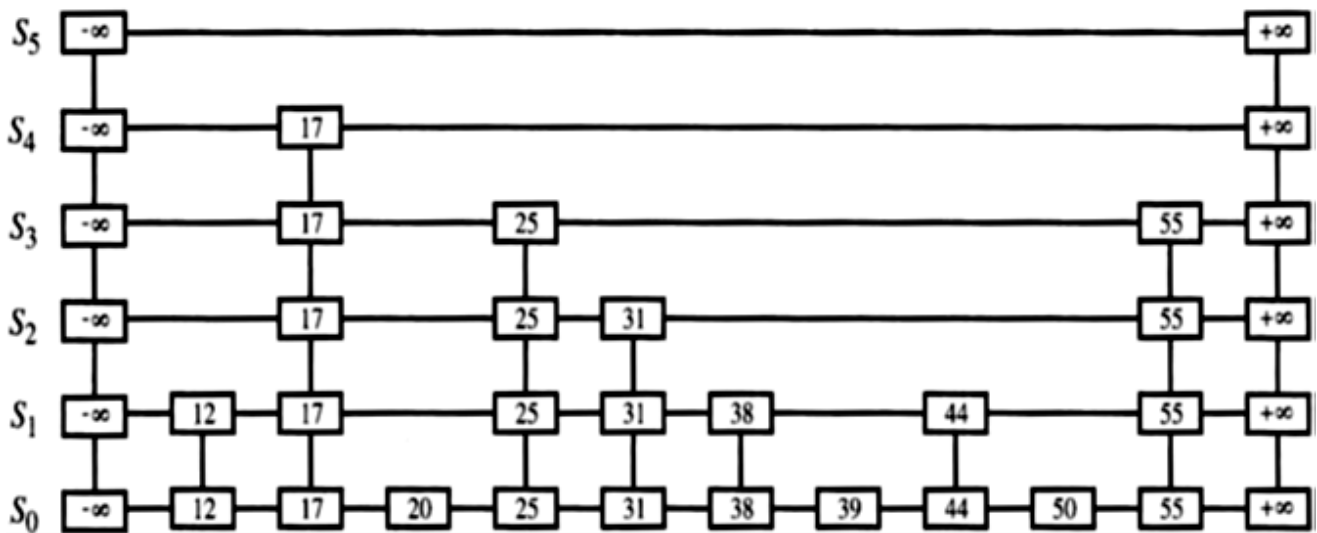


به نام خدا

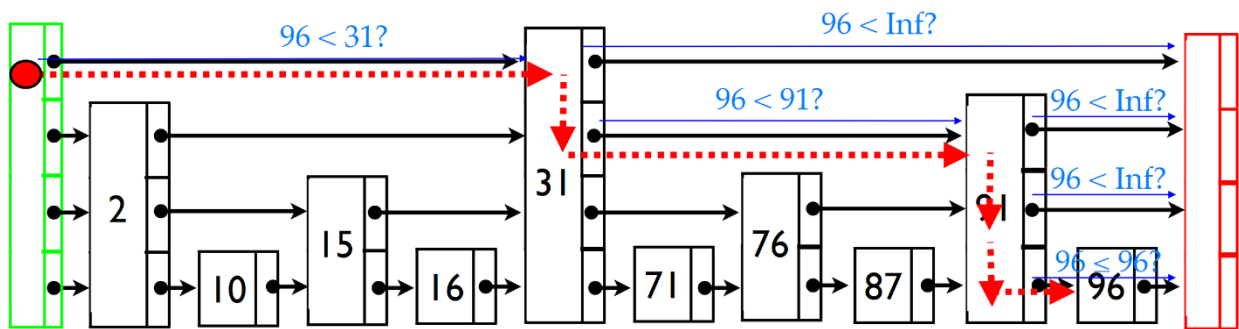
پروژه اول

شرح پروژه: همان طور که میدانید اگر یک آرایه ی مرتب شده داشته باشیم، میتوانیم با استفاده از `binarySearch` در آن با $O(\log n)$ جست و جو کنیم. اما در `LinkedList` چون مثل آرایه نمی توانیم با اندیس به عناصر دسترسی داشته باشیم مجبوریم برای جست و جو همه عناصر را بگردیم یعنی $O(n)$.

برای جست و جوی سریع تر در لیست پیوندی از ساختمان داده ی `SkipList` استفاده میشود. این ساختمان داده از چند لایه لینک لیست دو طرفه تشکیل میشود. پایین ترین لایه یک لینک لیست دوطرفه مرتب شده است که تمامی عناصر را نگه میدارد. از لایه های بالایی برای بهبود سرعت جستجو استفاده میشود. در این ساختمان داده هر `node` دارای ۴ اشاره گر `next, prev, up, down` و یک `key` است.



جزئیات: فرض کنید ما به دنبال عدد X باشیم. نحوه ی جستجو اینگونه است که ما از بالاترین لایه شروع میکنیم و دنبال گره ای میگردیم که مقدار گره ی بعد از آن بزرگ تر از X باشد. سپس با استفاده از اشاره گر `down` به لایه ی پایینی آمده و ادامه جست و جو را انجام میدهیم و انقدر این کار را تکرار میکنیم تا به پایینی ترین لایه برسیم. برای مثال در لیست پایین دنبال عدد ۹۶ میگردیم:



هنگام درج کلید در این ساختمان داده، هر کلید از لایه i به احتمال p (یک عدد تصادفی بین صفر و یک) در لایه $i+1$ نیز ظاهر می شود. بدین صورت که به هنگام درج یک کلید جدید، ابتدا محل درج آن کلید در لیست مرتب S_0 پیدا می شود و پس از درج در آن، به احتمال p در لایه بالاتر نیز درج می شود. این کار تا زمانی که عدد تصادفی تولید شده کمتر از p باشد ادامه می یابد.

در این پروژه p را 0.25 و حداکثر تعداد لایه ها را 10 در نظر بگیرید.

اطلاعات بیشتر: برای کسب اطاعات بیشتر میتوانید به لینک های زیر رجوع کنید:

<https://www.cs.cmu.edu/~ckingsf/bioinfo-lectures/skiplists.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=2g9OSRKJuzM>

https://en.wikipedia.org/wiki/Skip_list

توضیح ورودی:

تعدادی دستور از طریق ورودی به برنامه شما داده میشود و برنامه شما باید آنها را انجام دهد:

• درج

Insert [number]

عدد داده شده را در SkipList درج میکند

• حذف

Delete [number]

عدد داده شده را از SkipList حذف میکند. اگر عدد داده شده وجود نداشته باید error چاپ شود.

• جستجو

Search [number]

اگر عدد داده شده در SkipList وجود داشت true وگرنه false را چاپ میکند.

• چاپ

Print

تمام داده های لیست را به ترتیب با یک فاصله چاپ میکند. اگر لیست خالی باشد باید empty چاپ شود.

مثال:

Insert 10	false
Search 12	true
Search 10	empty
Delete 10	error
Print	false
Delete 13	12 13
Search 10	
Insert 13	
Insert 12	
Print	