

Nizovi

© Goodrich, Tamassia, Goldwasser

Katedra za informatiku, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

2023.

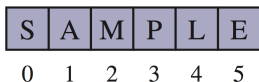
Python i nizovi

- Python ima ugrađene tipove `list`, `tuple` i `str`
- svaki od ovih tipova omogućava pristup elementima po indeksu, npr. `A[i]`
- svaki od ovih tipova interno koristi **niz** za skladištenje podataka
- **niz** je skup susednih memorijskih lokacija koje mogu biti adresirane pomoću sukcesivnih indeksa koji počinju od 0

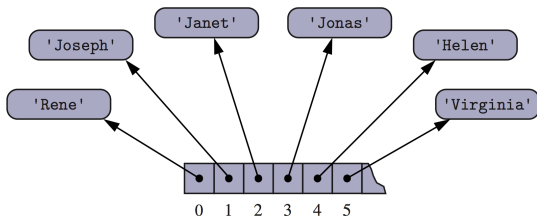


Nizovi karaktera / nizovi referenci na objekte

- niz može da čuva primitivne elemente, na primer karaktere, predstavljajući **kompaktni niz**



- niz može čuvati i reference na objekte



Kompaktni nizovi

- podrška za rad sa kompaktnim nizovima nalazi se u modulu array
- ovaj modul definiše klasu array koja predstavlja kompaktni niz za primitivne tipove podataka
- konstruktor za array kao prvi parametar očekuje slovo koje označava tip elemenata

```
primes = array('i', [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19])
```

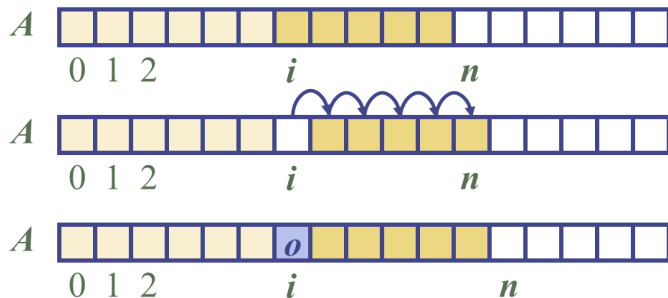
Tipovi elemenata za array

- klasa array prepoznaje sledeće oznake tipa elemenata

kod	tip podatka	veličina
'c'	char	1
'b'	signed char	1
'B'	unsigned char	1
'u'	Unicode char	2
'h'	signed short int	2
'H'	unsigned short int	2
'i'	signed int	2
'I'	unsigned int	2
'l'	signed long	4
'L'	unsigned long	4
'f'	float	4
'd'	double	8

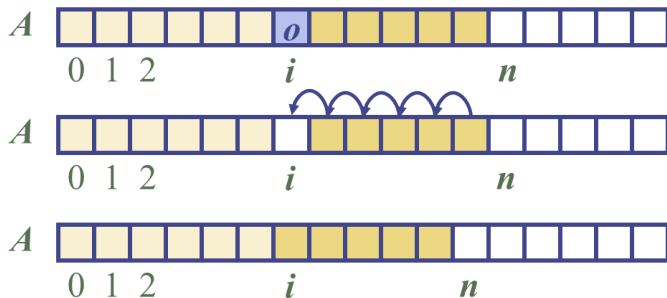
Ubacivanje elementa

- u operaciji `add(i, o)` treba napraviti mesta za novi element pomeranjem $n - i$ elemenata $A[i], \dots, A[n - 1]$ u desno za jedno mesto
- u najgorem slučaju ($i = 0$) za ovo je potrebno $O(n)$ vreme



Uklanjanje elementa

- u operaciji **remove**(i) treba popuniti rupu na mestu elementa koji se uklanja pomeranjem $n - i - 1$ elemenata $A[i + 1], \dots, A[n - 1]$ u levo za jedno mesto
- u najgorem slučaju ($i = 0$) za ovo je potrebno $O(n)$ vreme



Performanse niza

- za implementaciju liste pomoću niza
 - prostor koji zauzima struktura u memoriji je $O(n)$
 - pristup i -tom elementu je u $O(1)$ vremenu
 - ubacivanje i uklanjanje su u $O(n)$ vremenu u najgorem slučaju

Performanse niza

- šta je zaista najgori slučaj kod dodavanja?
 - niz popunjen do kraja
 - zauzmemo novi (veći) niz u memoriji
 - prepíšemo sve podatke iz starog niza
 - odbacimo stari niz
- moramo unapred znati veličinu niza!

Strategije za proširenje niza

- koliko velik treba da bude novi niz prilikom proširenja?
 - **inkrementalna** strategija: novi niz će biti duži za neko konstantno c
 - strategija **dupliranja**: novi niz će biti duplo duži od prethodnog

Poređenje strategija

- poredimo strategije analizirajući ukupno vreme $T(n)$ potrebno za obavljanje n operacija ubacivanja
- krećemo od niza dužine 1
- amortizovano vreme add operacije: prosečno vreme potrebno za operaciju za niz od n operacija, $T(n)/n$

Poređenje strategija: inkrementalna

- pravimo novi niz $k = n/c$ puta
- ukupno vreme $T(n)$ za seriju od n operacija ubacivanja je proporcionalno sa:

$$n + c + 2c + 3c + 4c + \dots + kc =$$

$$n + c(1 + 2 + 3 + \dots + k) =$$

$$n + ck(k+1)/2$$

- c je konstanta, sledi da $T(n)$ je $O(n + k^2)$ odnosno $O(n^2)$
- \Rightarrow amortizovano vreme operacije ubacivanja je $O(n)$

Poređenje strategija: dupliranje

- pravimo novi niz $k = \log_2 n$ puta
- ukupno vreme $T(n)$ za seriju od n operacija ubacivanja je proporcionalno sa:

$$n + 1 + 2 + 4 + 8 + \dots + 2^k =$$

$$n + 2^{k+1} =$$

$$3n - 1$$

- $T(n)$ je $O(n)$
- \Rightarrow amortizovano vreme operacije ubacivanja je $O(1)$

Implementacija u Pythonu 1

```
class DynamicArray:
    def __init__(self):
        self._n = 0                # stvarni broj elemenata
        self._capacity = 1        # kapacitet niza
        self._A = self._make_array(self._capacity) # zauzimanje niza
                                                # u memoriji

    def __len__(self):
        return self._n            # vrati broj elemenata

    def __getitem__(self, k):
        if not 0 <= k < self._n:
            raise IndexError('invalid index')
        return self._A[k]        # dobavi element po indeksu
```

Implementacija u Pythonu 2

```

def append(self, obj):
    if self._n == self._capacity:           # da li je niz popunjen?
        self._resize(2 * self._capacity)    # udvostruči mu kapacitet
    self._A[self._n] = obj
    self._n += 1

def _resize(self, c):
    B = self._make_array(c)                 # novi (veći) niz
    for k in range(self._n):                 # prepisi vrednosti u njega
        B[k] = self._A[k]
    self._A = B
    self._capacity = c

def _make_array(self, c):
    import ctypes
    return (c * ctypes.py_object)()         # pogledaj dok za ctypes

```