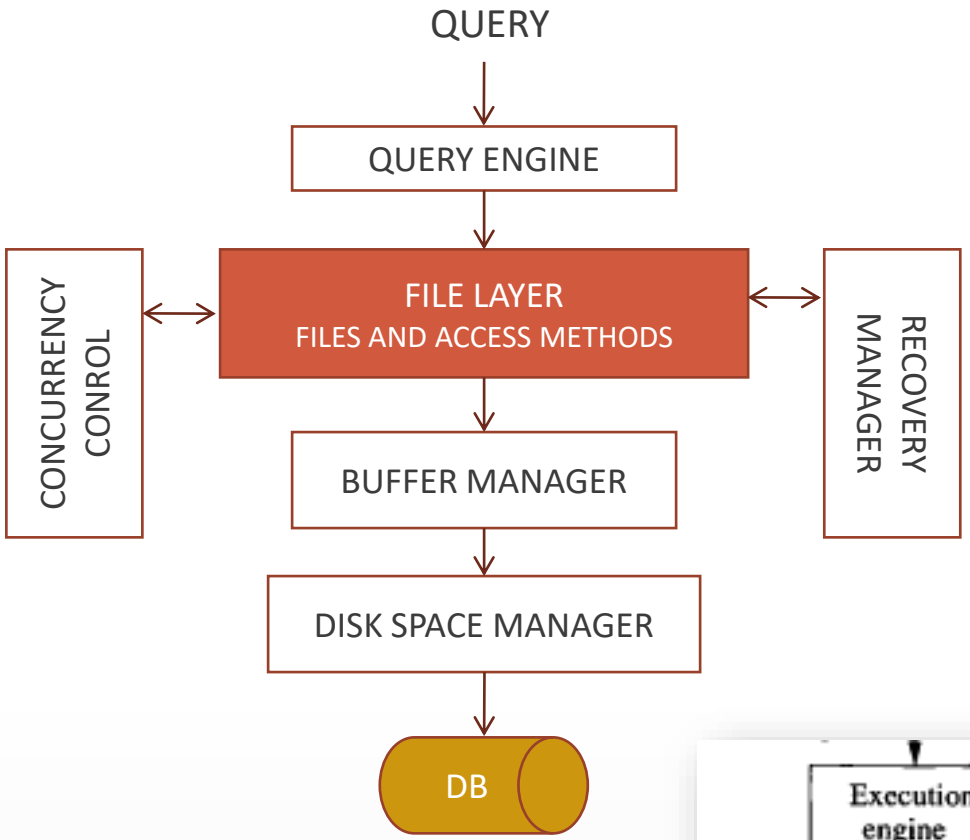
Organizacija fajlova

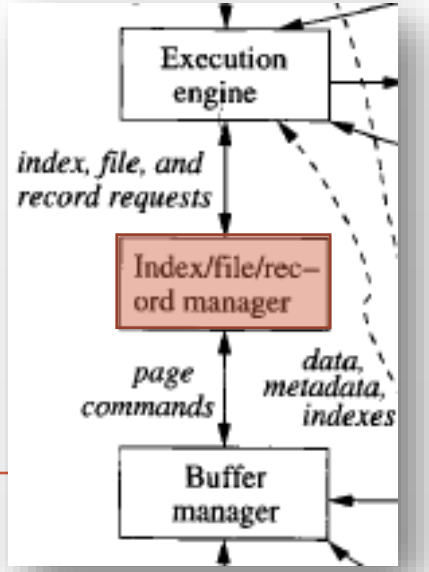
Baze podataka 2

2016/17

Menadžer fajlova/slogova

- Zahtevi za podacima bafer menadžeru stižu iz File layer-a.
- Sloj upravljanja fajlovima:
  - Odlučuje o rasporedu slogova u fajlu,
  - Održava liste strana dodeljenih fajlovima.
  - Vodi evidenciju o slobodnom prostoru na stranama fajla.





Organizacija fajlova

sadržaj

Organizacija slogova u fajlu

Organizacija fajlova

Uređenje slogova

- Heap file organizacija.
- Sekvencijalno uređenje.
- Hash fajl organizacija.
- Klasterovana fajl oragnizacija.

Heap fajl

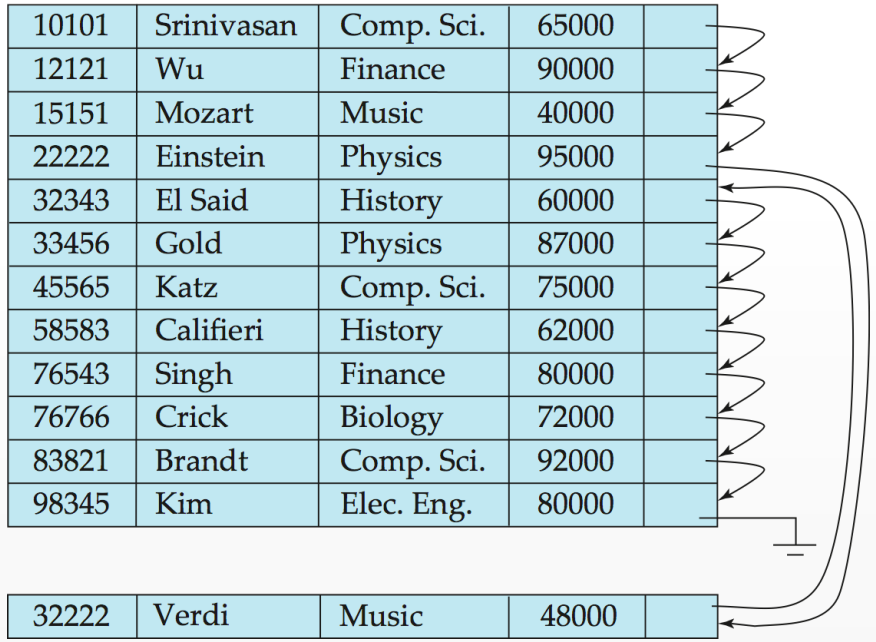
- Nauređen fajl.
- Najčešće jedan fajl po relaciji.
- Fajl menadžer vodi evidenciju o stranama alociranim za dati fajl.
- Moguće preuzimanje svih slogova, kao i pojedinačnih na osnovu navedenog RIDa.

Fajlovi sa sekvencijalnom organizacijom

- Slogovi uređeni prema vrednosti nekog atributa/ključa. Najčešće vezani u pointersku listu.
- Pretraga - sekvencijalna

  Najjednostavniji način pretrage. Dobar u slučaju da aplikacija koja koristi bazu najčešće pristupa svim ili skoro svim podacima u relaciji.
- Brisanje – izbacivanje iz liste.
- Dodavanje – locirati poziciju za smeštanje
  - Slobodna pozicija
  - Overflow blok

  i ažuriranje liste.
- Povremena reorganizacija fajla



10101	Srinivasan	Comp. Sci.	65000	
12121	Wu	Finance	90000	
15151	Mozart	Music	40000	
22222	Einstein	Physics	95000	
32343	El Said	History	60000	
33456	Gold	Physics	87000	
45565	Katz	Comp. Sci.	75000	
58583	Califieri	History	62000	
76543	Singh	Finance	80000	
76766	Crick	Biology	72000	
83821	Brandt	Comp. Sci.	92000	
98345	Kim	Elec. Eng.	80000	

32222	Verdi	Music	48000	

Hash fajl organizacija

- Nad domenom nekog atributa relacije se definiše hash funkcija.
- Na osnovu vrednosti hash funkcije za atribut konkretne n-torke se određuje u koji blok će torka biti smeštena.
- Organizacija blisko vezana sa indeksnim strukturama.

Klasterovana fajl organizacija

- Klasterovana organizacija se primenjuje na organizaciju slogova iz više međusobno vezanih relacija smeštenih u isti fajl slogova - *multitable clustering file organization*.
- Vezani slogovi se smeštaju u isti blok, pa se jednom U/I operacijom dohvataju vezani slogovi.

department

dept_name	*building*	*budget*
Comp. Sci.	Taylor	100000
Physics	Watson	70000

instructor

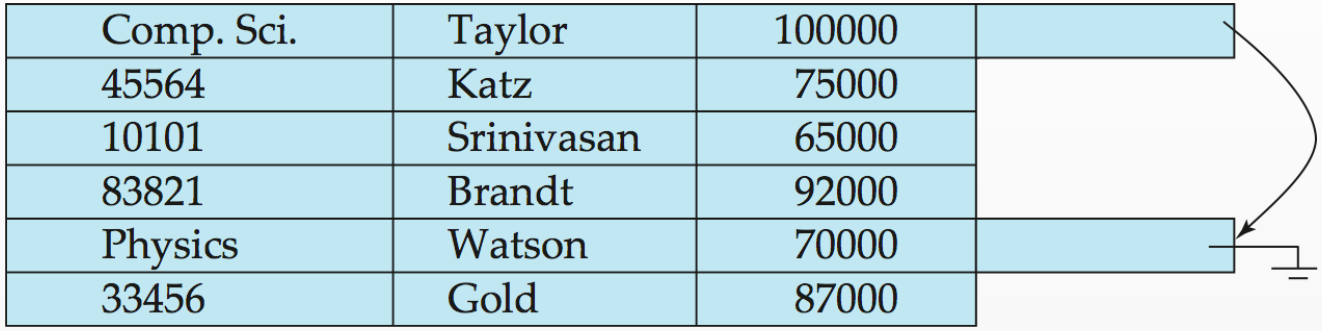
ID	*name*	*dept_name*	*salary*
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	65000
33456	Gold	Physics	87000
45565	Katz	Comp. Sci.	75000
83821	Brandt	Comp. Sci.	92000

multitable clustering of department and instructor

Comp. Sci.	Taylor	100000
45564	Katz	75000
10101	Srinivasan	65000
83821	Brandt	92000
Physics	Watson	70000
33456	Gold	87000

Klasterovana fajl organizacija

- Dobra za upite koji zahtevaju
  - *department* ⋈ *instructor*
  - Dobijanje jednog departmana i njegovih instruktora
- Loša za upite koji koriste samo *department*
- Moguće dodavanje lanca pokazivača među slogovima iste relacije.

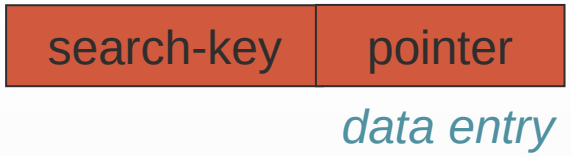


Comp. Sci.	Taylor	100000	
45564	Katz	75000	
10101	Srinivasan	65000	
83821	Brandt	92000	
Physics	Watson	70000	
33456	Gold	87000	

Indeksi

Indeksi

- Indeksi predstavljaju dodatne strukture kojima je omogućen neskevencijalni (direktni) pristup podacima.
- Jednom fajlu može biti pridruženo više indeksa. Indeks se defininiše nad atributom ili skupom atributa, tzv. indeksnim poljem, koji predstavlja ključ po kojem se vrši pretraga indeksne strukture umesto celih fajlova sa podacima.
- Indeksni fajl se sastoji iz indeksnih zapisa (*index entry*) u formi



kojima su povezane vrednosti ključa/indeksiranog polja sa informacijom o lokaciji slogova podataka (*data entry*) sa navedenom vrednošću ključa.
Informacija o lokaciji sloga – pointer ka slogu u fajlu sa podacima ili adresa bloka.

- Prednost upotrebe
  veća količina potrebnih informacija (vrednosti kljiuča po kom se vrši pretraga) se učitava u manjem broju blokova -> brža pretraga po indeksiranom polju

Podela

- Primarni vs. Sekundarni

  Da li uređenje slogova u fajlu sa podacima prati uređenje indeksiranih polja u indeksu?

- Gusti vs. Retki

  Da li se u indeksu nalaze sve vrednosti indeksiranog polja koje se pojavljuju i u fajlu sa podacima?

- Klasterovani vs. Neklasterovani (Grupišući/Negrupišući)

  Da li se su podaci u fajlu uređeni prema vrednosti ključa u indeksu ili ne?
  (klasterovani indeks nije isto što i klasterovana fajl oranizacija)

- Jednonivoiski vs. Višenivoiski

  Da li se u indeksnoj strukturi definiše ‘indeks nad indeksom’ ili ne?

Vrste i merenje kvaliteta indeksa

- Dve osnovne vrste indeksa:
  - Uređeni. Implementirani kao strukture uređene po vrednosti ključa i prilagođene broj pretrazi.
  - Hash indeksi. Implementirani kao heš tabele. Zasnovani na uniformnoj distribuciji vrednosti u kolekciju korpi/bucket-a.
  - Dve vrste pomoćnih stuktura:
    - Uređena stabla
    - Heš tabele
  - Metrike za procenu indeksa
    - Vreme pristupa traženom podatku
    - Vreme dodavanja
    - Vreme brisanja
    - Prostorno prekoračenje

Hash indeksi / Direktna organizacija

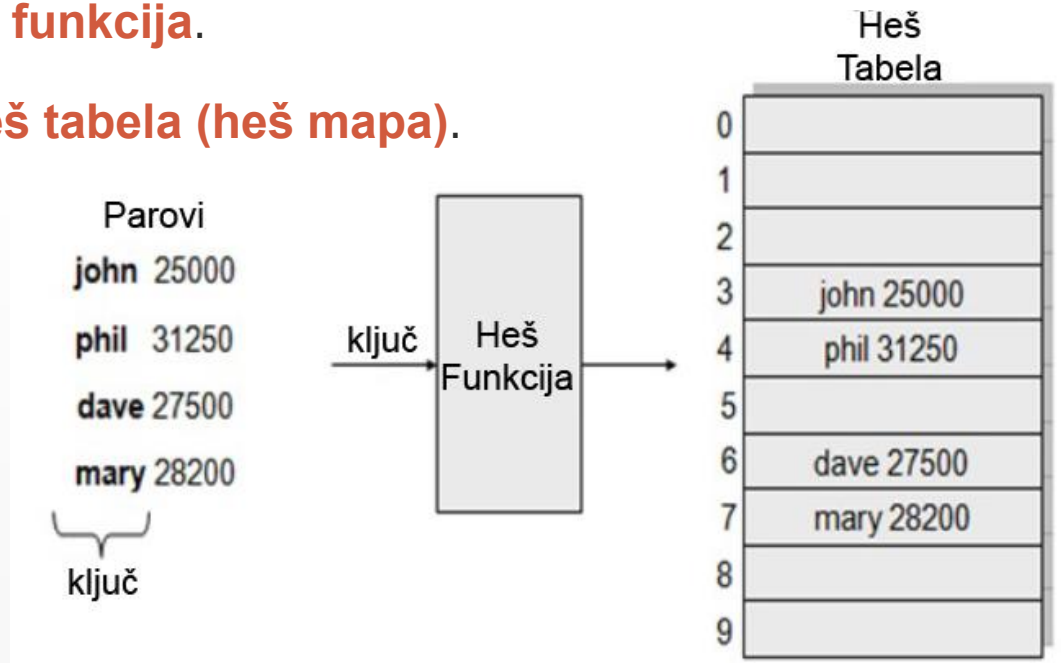
Organizacija fajlova

Heširanje

- Heširanje – tehnika pretrage podataka. Na osnovu vrednosti ključa naći podatak pridružen ključu. Ključ i podatak su smešteni u strukturu - mapa/tabela. U postupku heširanja se pozicija traženog para ključ-vrednost određuje direktno.
- Za određivanje pozicije para ključ-vrednost se koristi **heš funkcija**.
- Parovi ključ-vrednost su smešteni u strukturi nazvanoj **heš tabela (heš mapa)**.
- Heš funkcijom se vrši transformisanje ključa u ceo broj (**heš vrednost**) koji pripada opsegu indeksa u tabeli i predstavlja poziciju u tabeli na kojoj se nalazi traženi par.

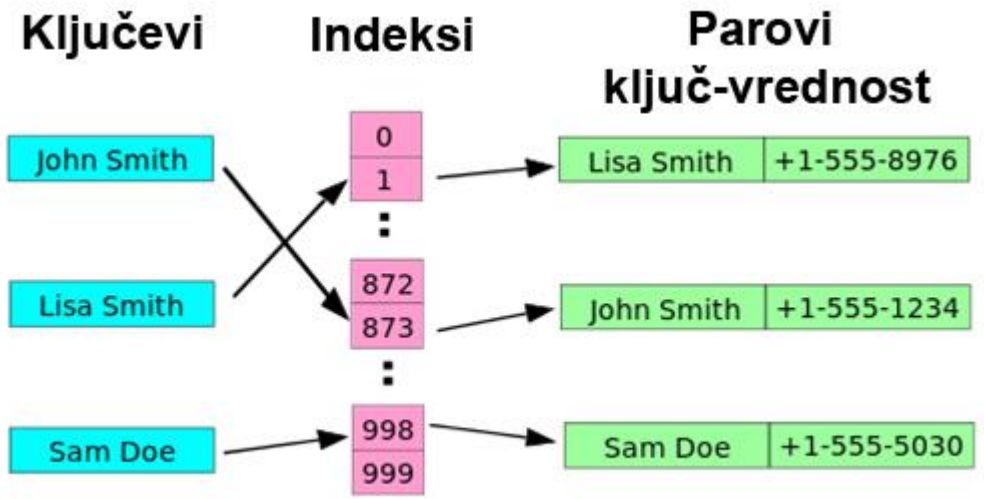
ključ -> pozicija u tabeli -> <ključ, vrednost>

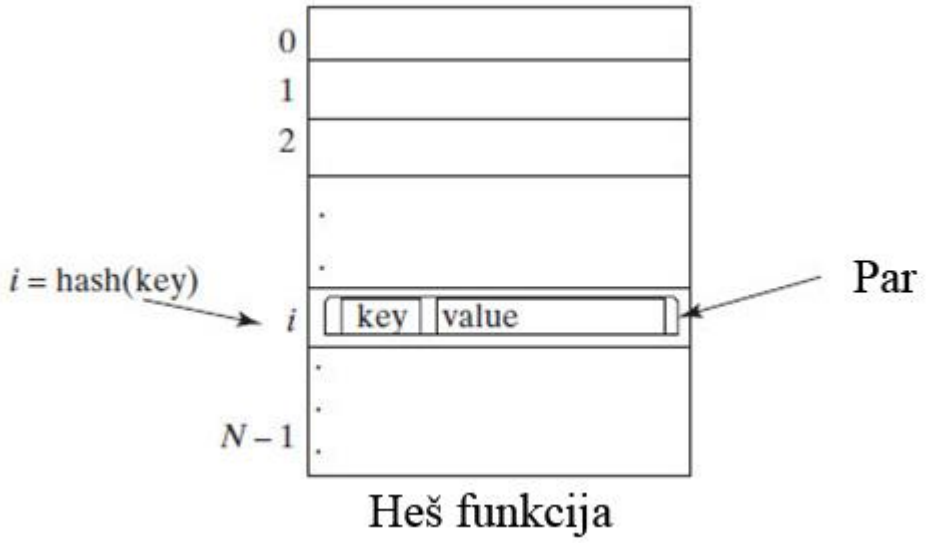
heš vrednost ili heš kod



Hash tabela

- Heš tabela – struktura podataka koja koristi heš funkciju za efikasno preslikavanje ključeva u njima pridružene vrednosti.





Heš tabela - kompleksnost

- Kompleksnost (n – broj vrednosti ključa)
  - Memorijska kompleksnost O(n)
  - Kompleksnost operacije: - prosečna O(1), najgora O(n)
- Pri odabiru tehnike heširanja, tj. implementaciji heš tabela, potrebno je:
  - Odbrati efikasnu heš funkciju.
  - Odrediti hešing šemu – izabrati način način razrešavanja kolizije ključeva.

- Manja kolizija -> Veća heš tabela
- Manja tabela -> veća kolizija -> sporije pronalaženje traženih slogova.

Heš funkcija – osobine

- Mora vratiti broj od 0 do tablesize (veličina heš tabele).
- Idealno, heš funkcija bi trebalo da preslikava svaki mogući ključ u zaseban indeks, ali ovaj zadatak je u praksi najčešće neostvariv.
- Heš kolizije / sudari – različiti ključevi sa istim heš vrednostima.
- Ako je veličina heš tabele manja od broja različitih ključeva, kolizija je nužna.
- Svakoj heš vrednosti je pridružen jedan skup parova ključ-vrednost.

Najgora moguća hash funkcija

Sve vrednosti ključa se slikaju u istu heš vrednost.

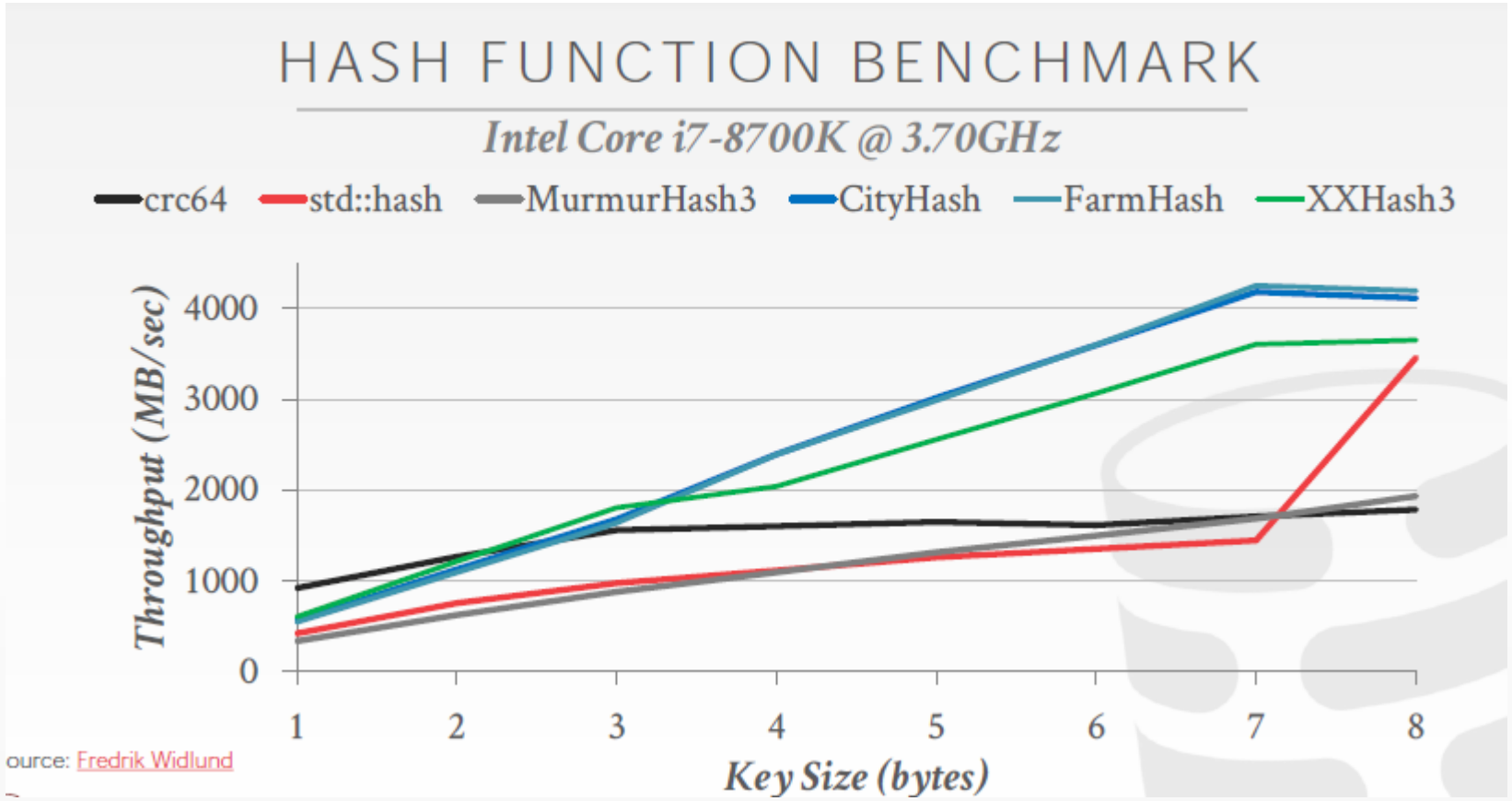
Idealna hash funkcija

Ravnomerno raspodeljuje ključeve tako da je svakoj heš vrednosti pridružen isti broj slogova.

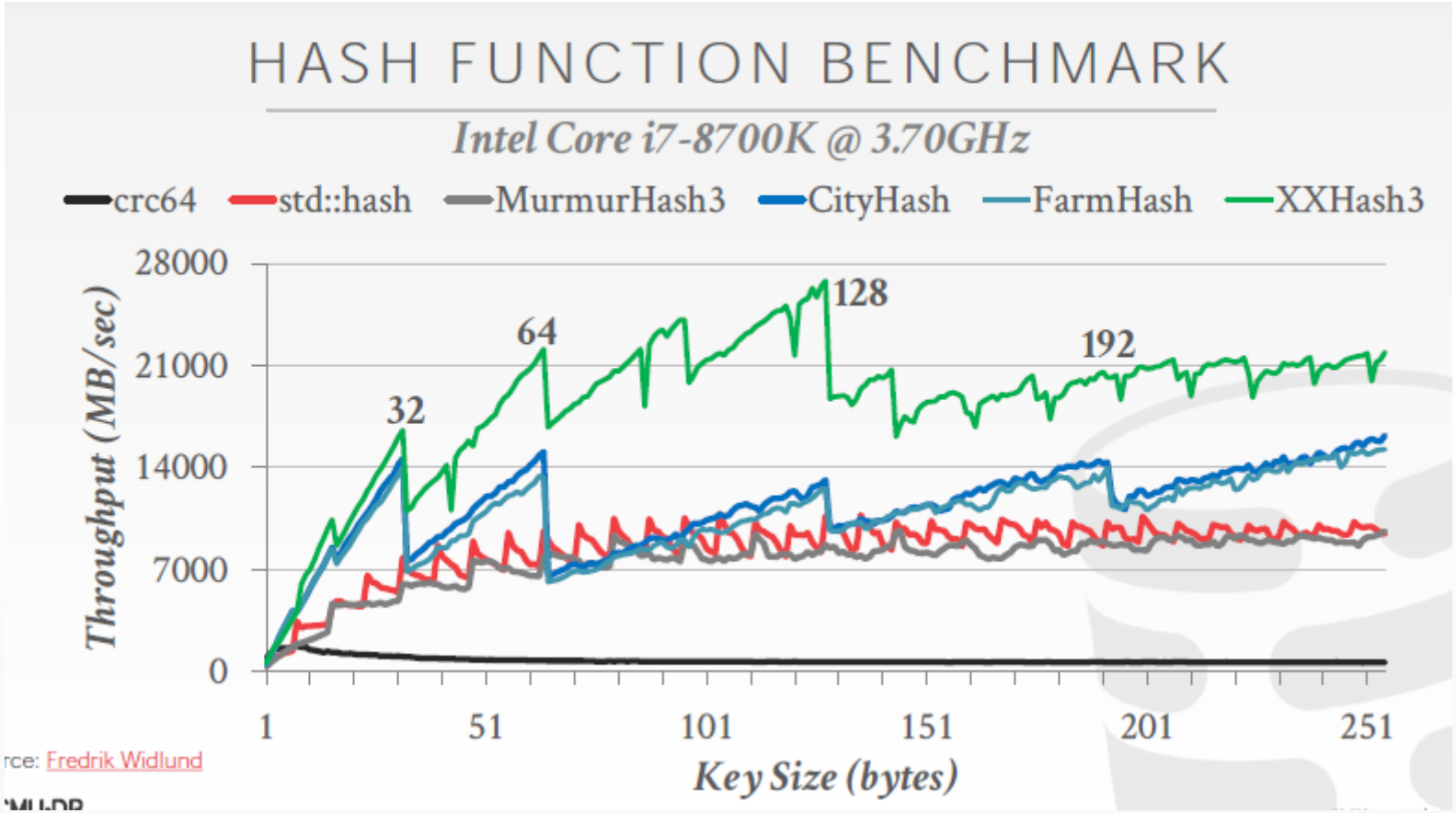
Hash funkcija

- Za svaki ključ vraća njegovu integer reprezentaciju.
- U DBMSovima se izbegavaju kriptografske heš funkcije.
- Faktori na osnovu kojih se vrši odabir su brzina i mala stopa kolizije ključeva.
- **CRC-64(1975)** – detekcija grešaka na mrežama.
- **MurmurHash(2008) -** fast, general purpose hash function.
- **Google CityHash(2011)** - modifikovan Murmur, prilagođen kraćim ključevima (<64 bytes).
- **Facebook XXHash(2012) -** From the creator of zstd compression.
- **Google FarmHash(2014) – novija verzija** CityHash sa boljim stopama kolizije.

Hash funkcija



Hash funkcija



Heš funkcija sa kolizijom – osobine

Poželjne osobine:

- Uniformna distribucija.
  - Svakoj heš vrednosti se pridružuje isti broj vrednosti ključa iz skupa svih mogućih vrednosti.
- Distribucija je slučajna.
  - U proseku, za svaku heš vrednost postoji približno isti broj parova ključ-vrednost koji su mu dodeljeni, bez obzira na trenutnu raspodelu vrednosti ključa.
    Hash vrednost ne sme da bude u korelaciji sa bilo kojim kriterijumom uređivanja vrednosti ključa, npr. Alfabetskim ili uređenjem prema dužini zapisa ključa.

Heš funkcija – osobine primer

`Plate (ogranak, prosecna_plata)`

Heš funkcija definisana nad poljem ogranak koja mapira ogranke sa i-tim početnim slovom u i-ti bucket.

- Neuniformna distribucija vrednosti ključa, jer ima više mesta sa početnim slovom B nego X.

Heš funkcija definisana nad poljem račun koja podrazumeva 10 opsega, 1–10,000, 10,001–20,000, ...

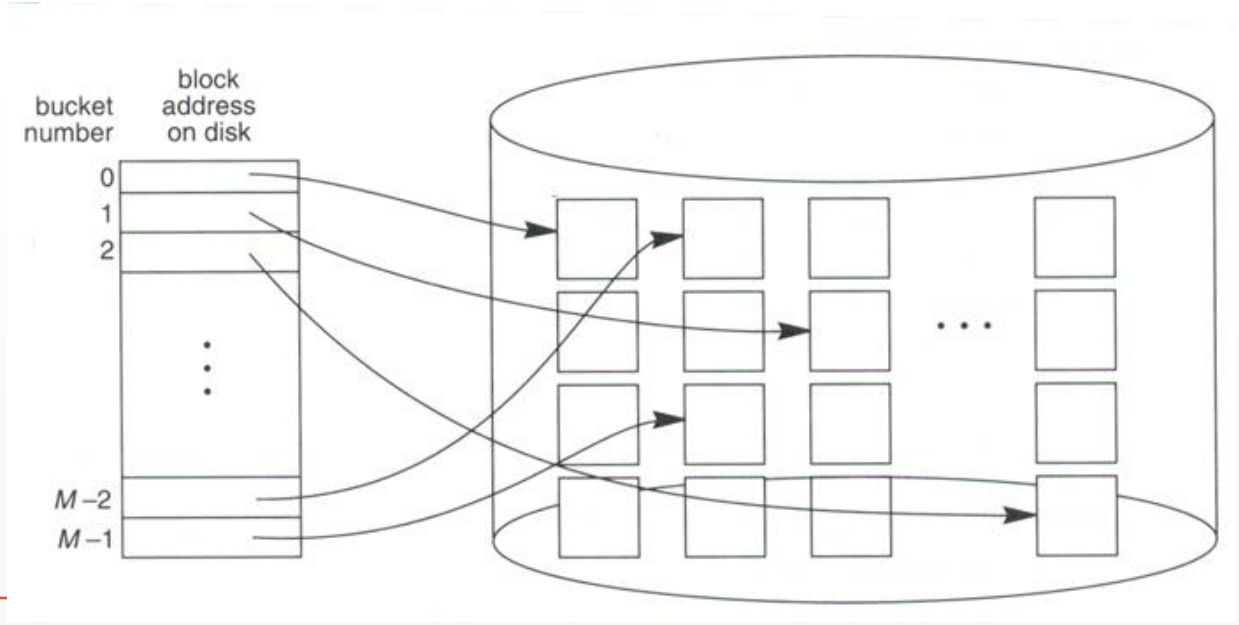
- Raspodela jeste uniformna, ali nije slučajna, jer je realno očekivati da će najveći broj plata biti u rasponu od 40001-50000.

Dobra heš funkcija ima prosečno vreme pronalaženja traženog sloga blisko maloj konstantnoj vrednosti, koja je nezavisna od broja trenutno upisanih vrednosti.

Unutrašnje i spoljašnje heširanje

- Unutrašnje heširanje – heš tabela sadrži cele slogove, u svakom slotu se nalazi jedan slog.
- Slogovi se nalaze na disku. Heš tabela sadrži samo ključ i pokazivač na lokaciju gde se slog može pronaći. Adresni prostor se sastoji od bucket-a. Svi slogovi sa istom heš vrednošću se nalaze u istom bucket (jedan bucket – minimalno jedan blok)

	Name	Ssn	Job	Salary
0				
1				
2				
3				
	⋮			
$M-2$				
$M-1$				



Hešing šema

- Fiksan broj heš vrednosti – statičko heširanje
  - Definisati heš funkciju na osnovu trenutne veličine skupa slogova.
  - Definisati heš funkciju na osnovu pretpostavljene veličine fajla u budućnosti. Trošenje memorijskog prostora preko potrebnog.
  - Periodična reorganizacija heš struture u skladu sa rastom fajla. Vremenski zahtevno. Potrebna zabrana pristupa tokom reorganizacije.
- Dinamičko heširanje – skup heš vrednosti koje se menja tokom vremena.

Statičko heširanje

Na osnovu načina na koji se rešava problem kolizije (situacije u kojoj je lokacija na koju treba smestiti novi slog već zauzeta), razlikujemo (glavni metodi):

- Otvoreno heširanje – otvoreno adresiranje

  kolizije se razrešavaju u okviru tabele

- Zatvoreno heširanje – posebno (odvojeno) ulančavanje

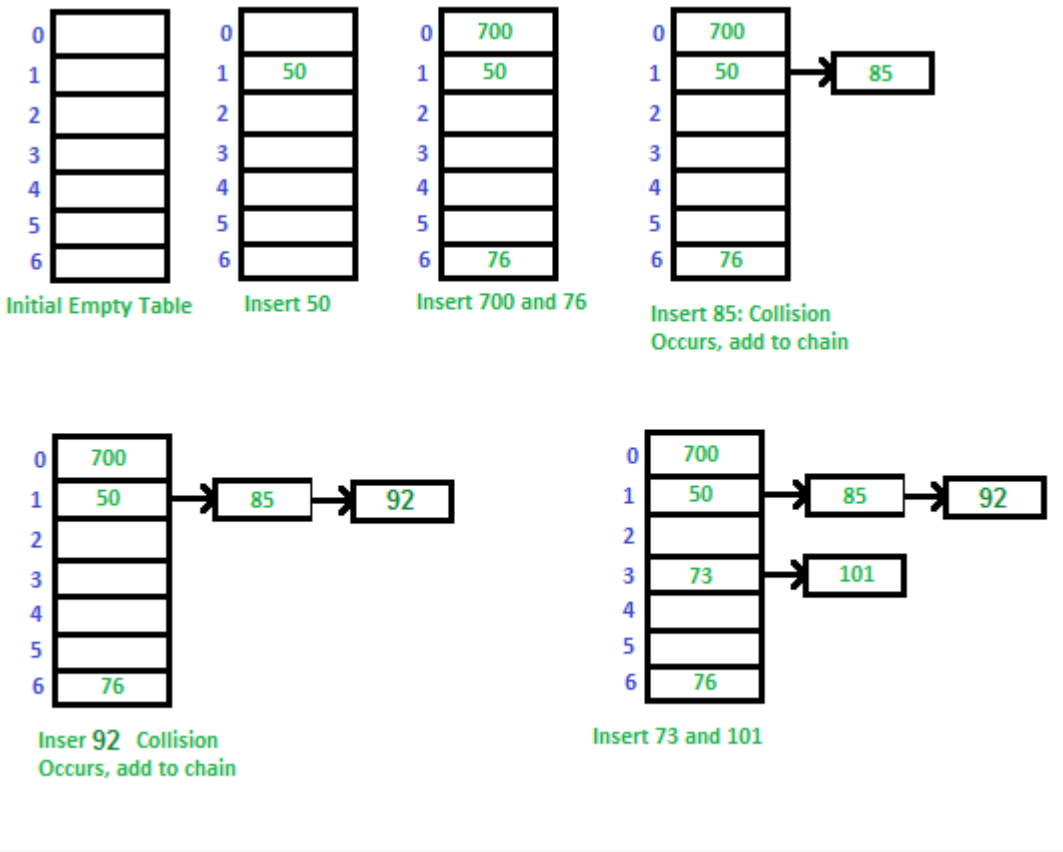
  kolizije se razrešavaju van tabele

Otvoreno adresiranje

- Svi parovi ključ-vrednost su smešteni u heš tabeli. Dakle, tabela mora biti dovoljno velika.
- Svodi se na pronalaženje neke druge lokacije u heš tabeli različite od one dobijene heš funkcijom.
- Formulisati pravilo koje za svaki ključ određuje ispitni niz kao niz adresa u tabeli koje se proveravaju pri umetanju novog ključa.
- Neke od tehnika otvorenog adresiranja:
  - linearno pretrazivanje (linear probing)
  - slučajno pretraživanje
  - kvadratno pretraživanje
  - dvostruko heširanje

Odvojeno ulančavanje

Za svaku vrednost heš ključa postoji posebna lista slogova.



Upis/Brisanje – spoljašnje zatvoreno heširanje

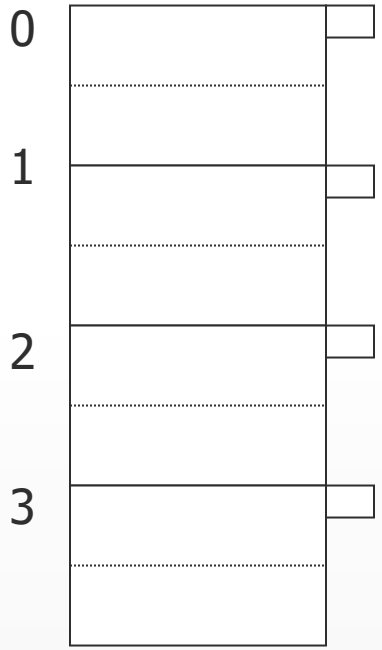
INSERT:

h(a) = 1

h(b) = 2

h(c) = 1

h(d) = 0



Upis/Brisanje

INSERT:

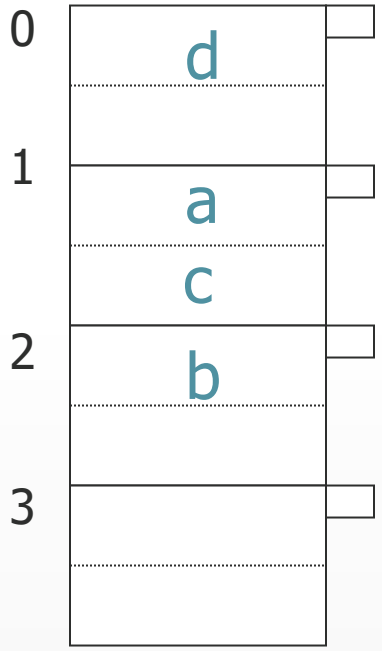
h(a) = 1

h(b) = 2

h(c) = 1

h(d) = 0

h(e) = 1



Upis/Brisanje

INSERT:

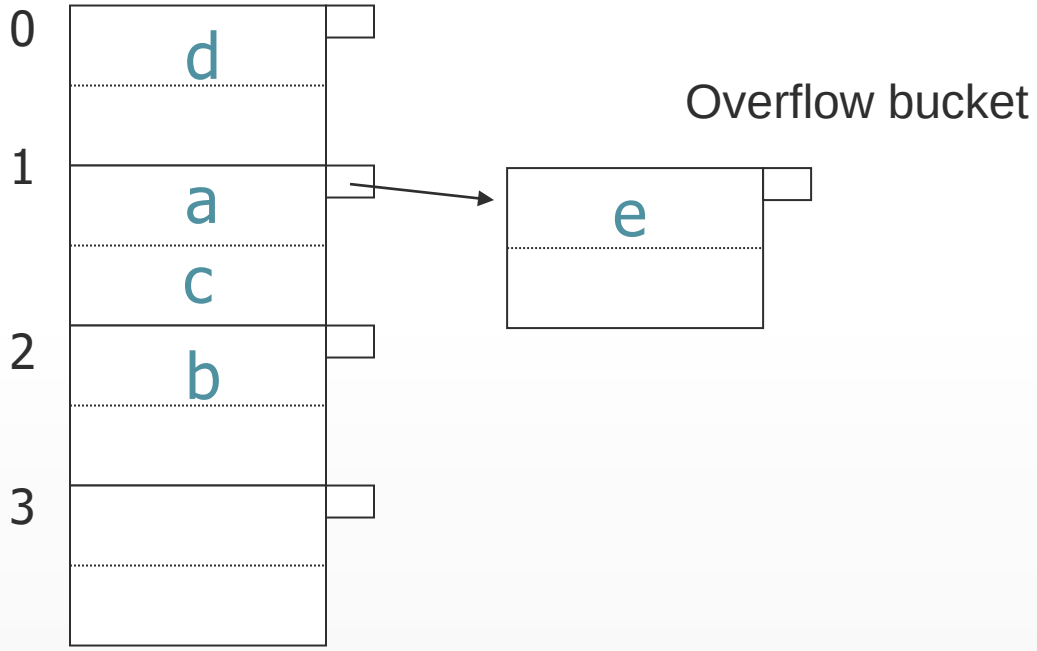
h(a) = 1

h(b) = 2

h(c) = 1

h(d) = 0

h(e) = 1

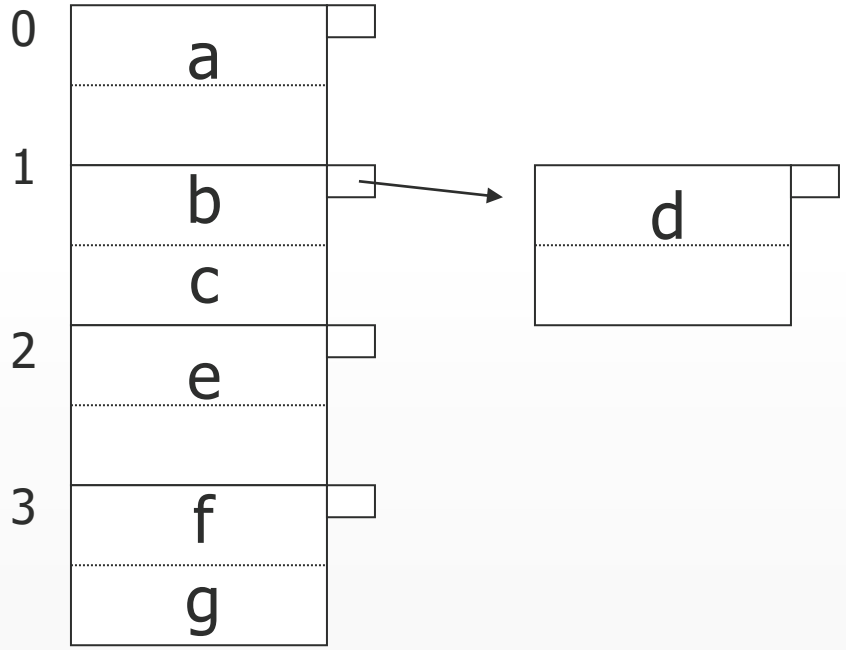


Upis/Brisanje

Delete:

e

f

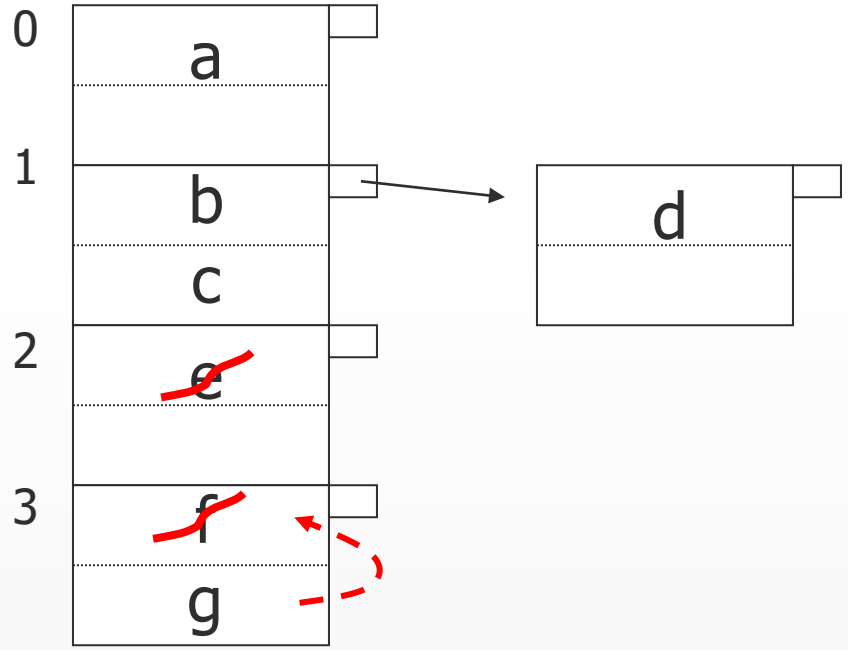


Upis/Brisanje

Delete:

e

f



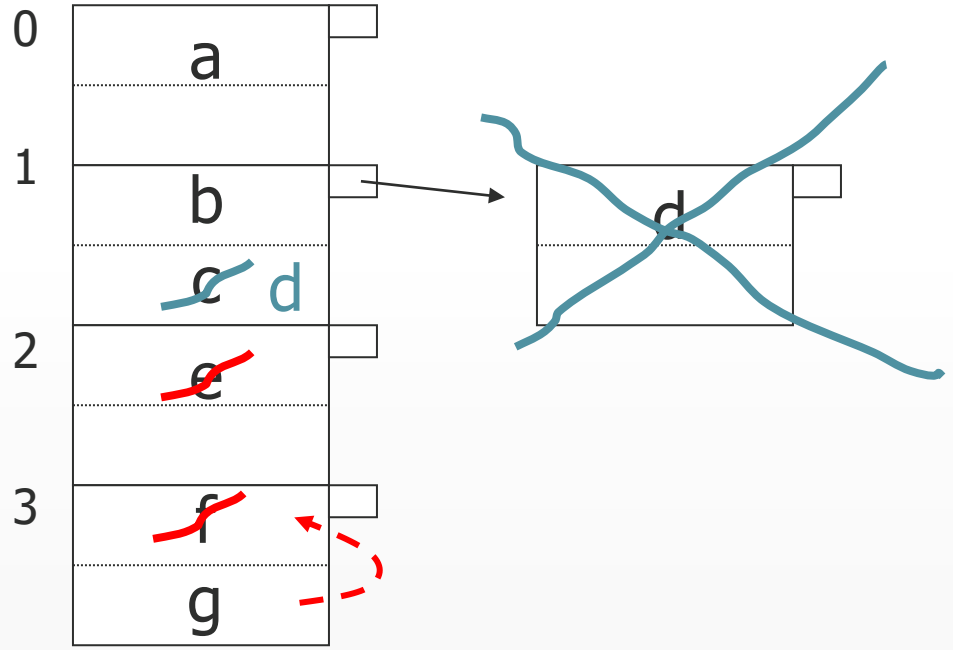
Upis/Brisanje

Delete:

e

f

c



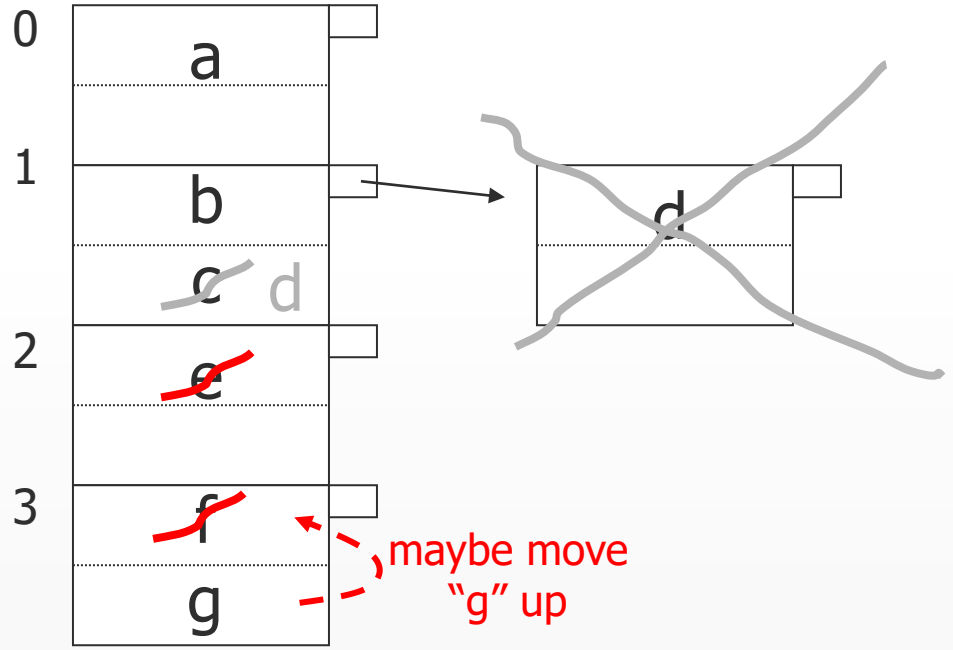
Upis/Brisanje

Delete:

e

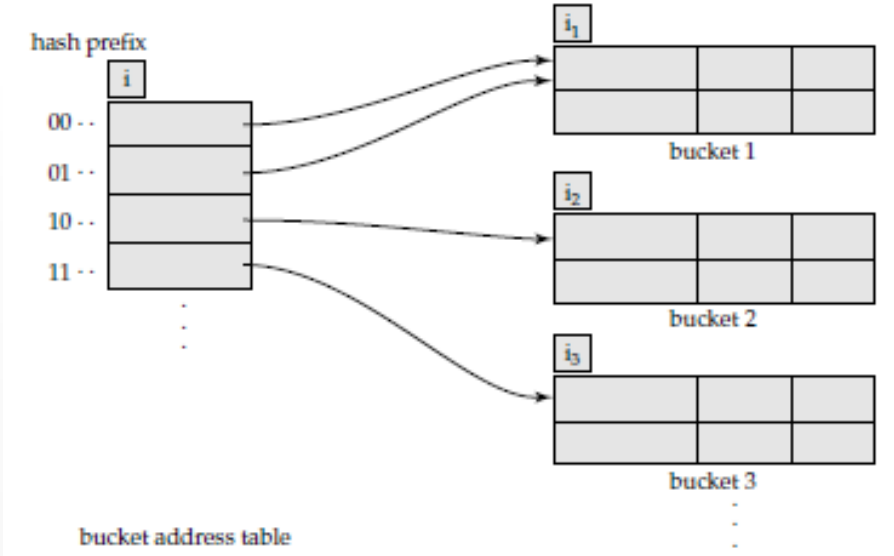
f

c



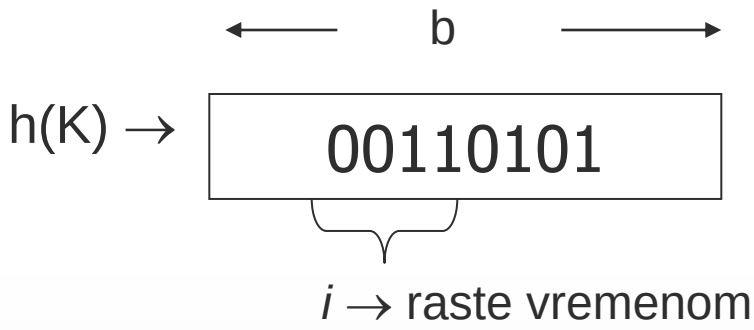
Dinamičko heširanje

- Statičko spoljašnje heširanje - kada datoteka raste, raste dužina lanaca prekoračilaca, što degradira performanse rasute organizacije fajla.
- Rešenje: dinamičko heširanje.
- Jedna od tehnika – proširivo heširanje (*Extendable hashing*)
- Adresna tabela sadrži zaglavlje u kojoj se nalazi dužina hash prefiksa.
- Funkcija heširanja prevodi ključ u binarni kod i uzima prvih i bitova kao takozvani pseudoključ.
- Svaki bucket ima svoju lokalnu dužinu prefiksa (lokalna dubina bloka) koja označava koliko prvih bitova pseudo ključa svih zapisa u bucket-u se poklapa.



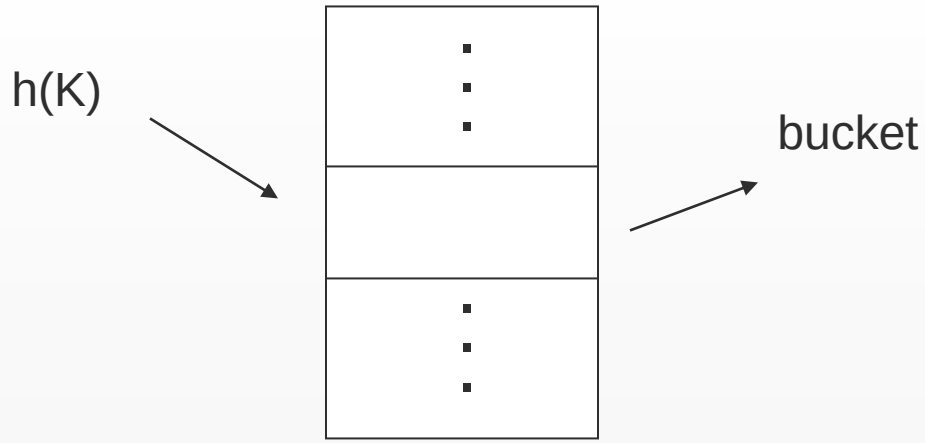
Proširivo heširanje

(a) Upotreba *i* od *b* bitova vrednosti heš funkicje za datu vrednost ključa

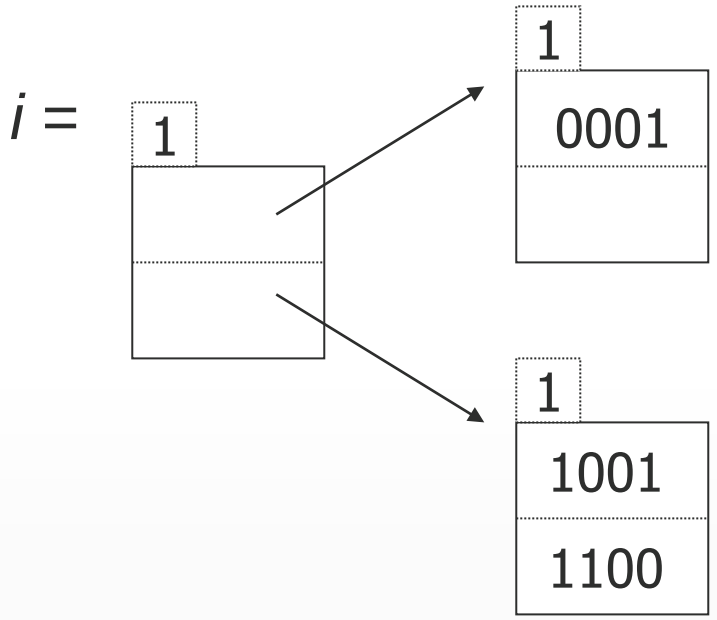


(b) Upotreba posebne strukture – direktorijum.

Strukturu čini zaglavlje u kome se daje dubina direktorijuma (d), a zatim 2^d pokazivača na adrese blokova.

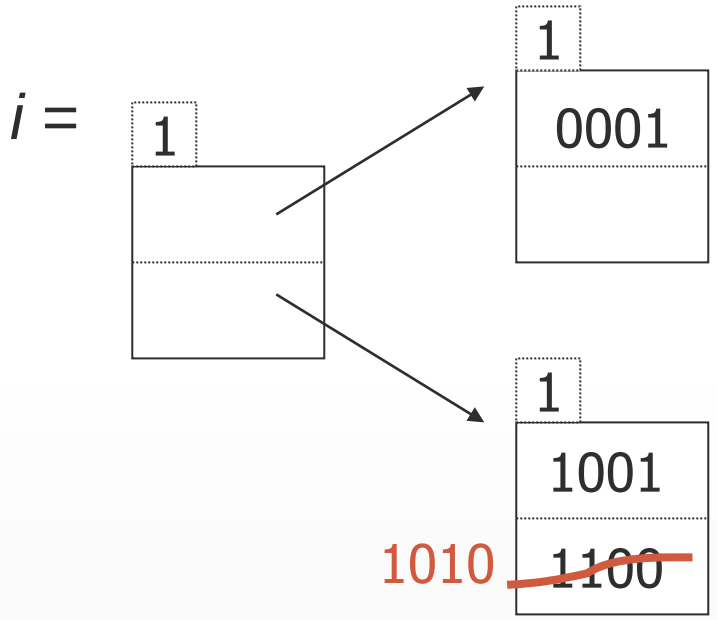


Proširivo heširanje

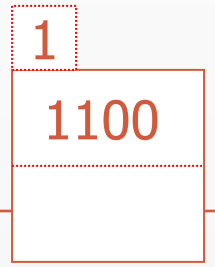


Insert 1010

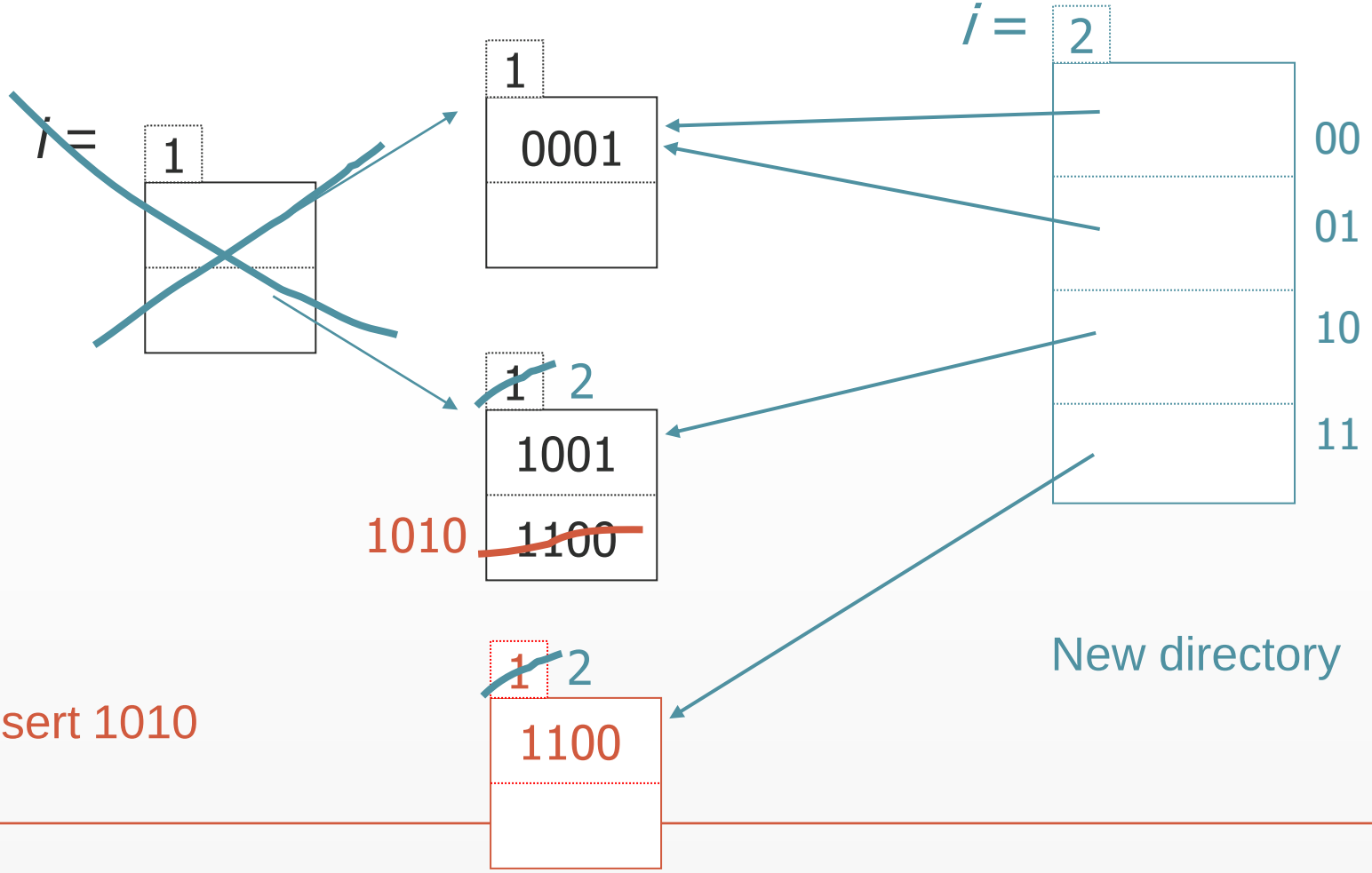
Proširivo heširanje



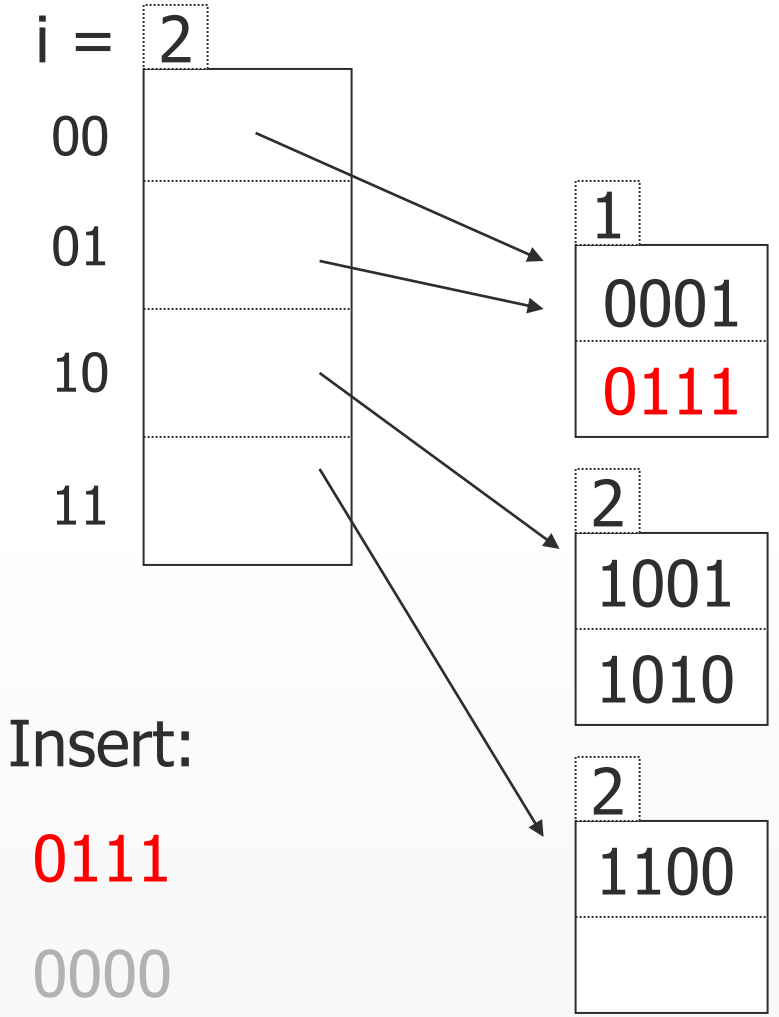
Insert 1010



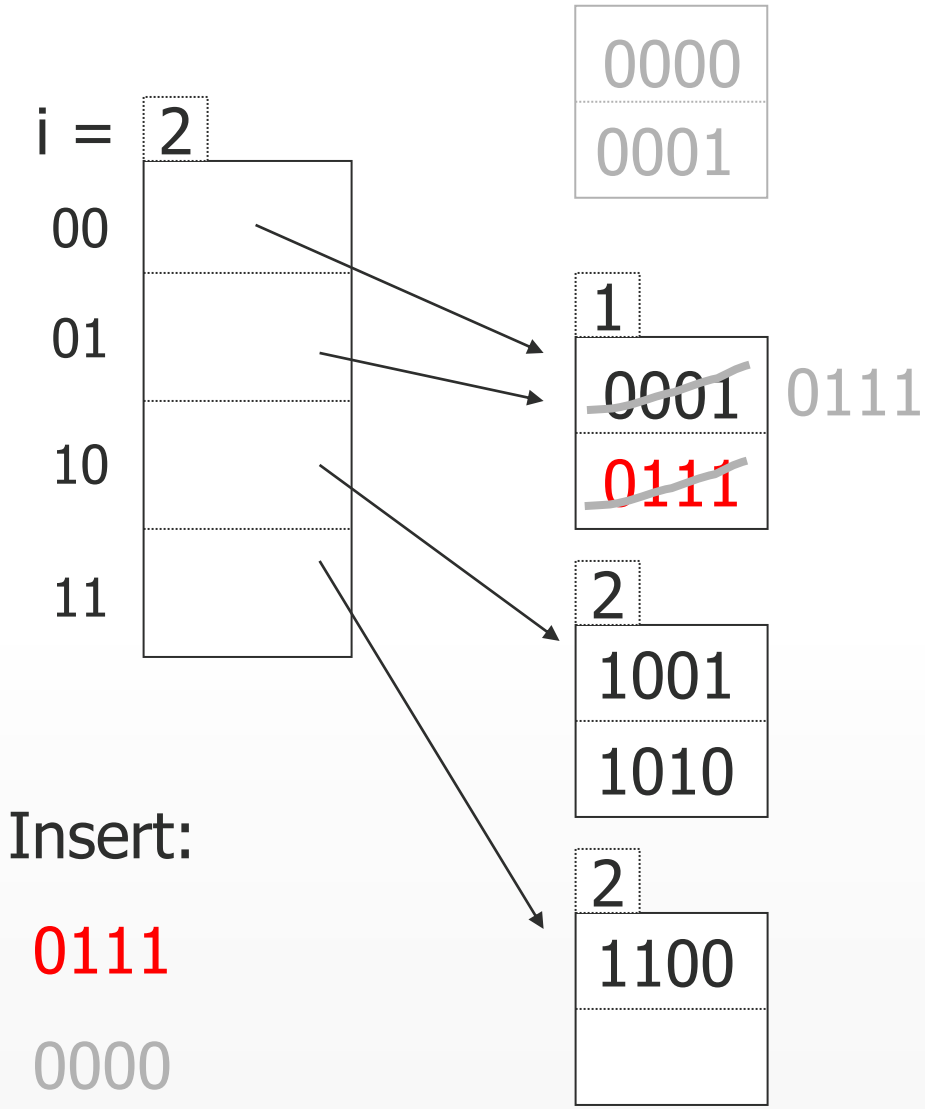
Proširivo heširanje



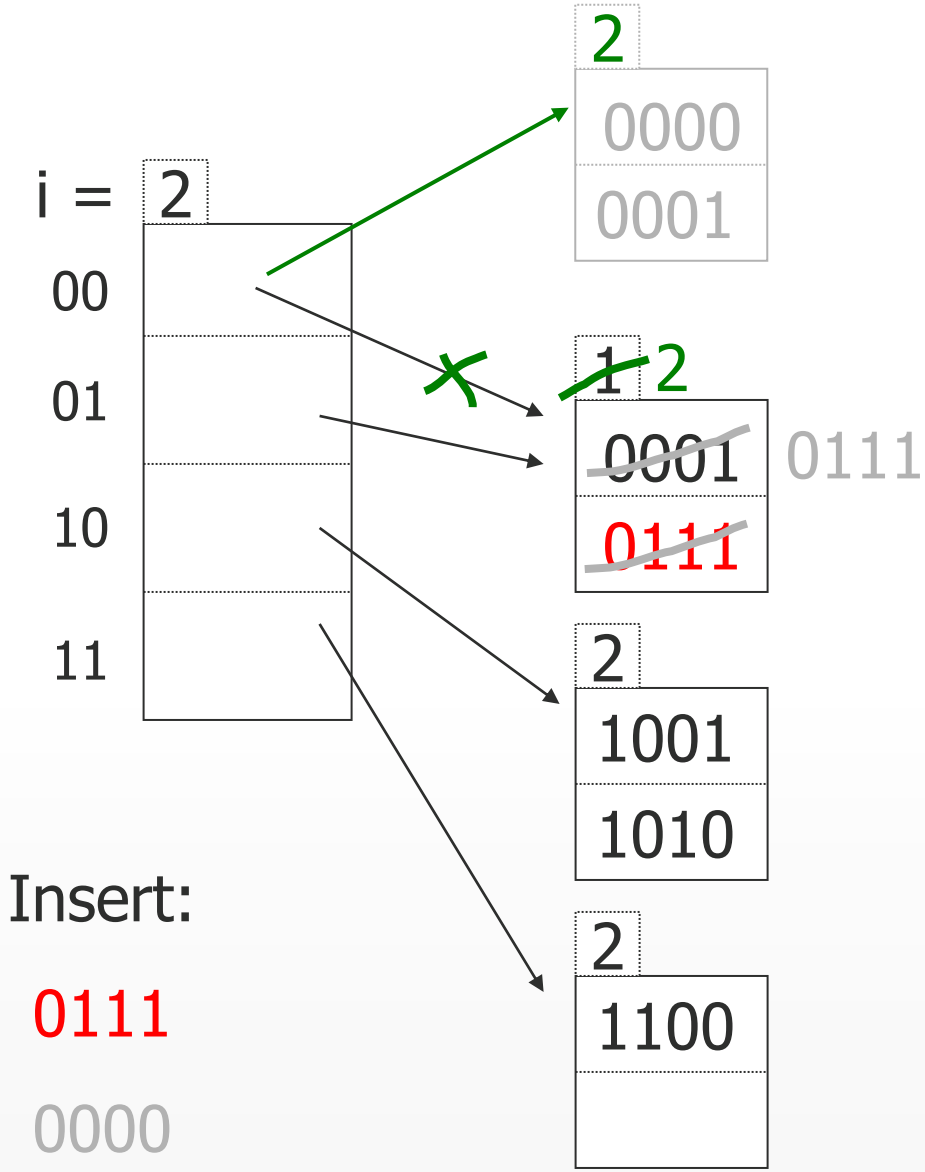
Proširivo heširanje



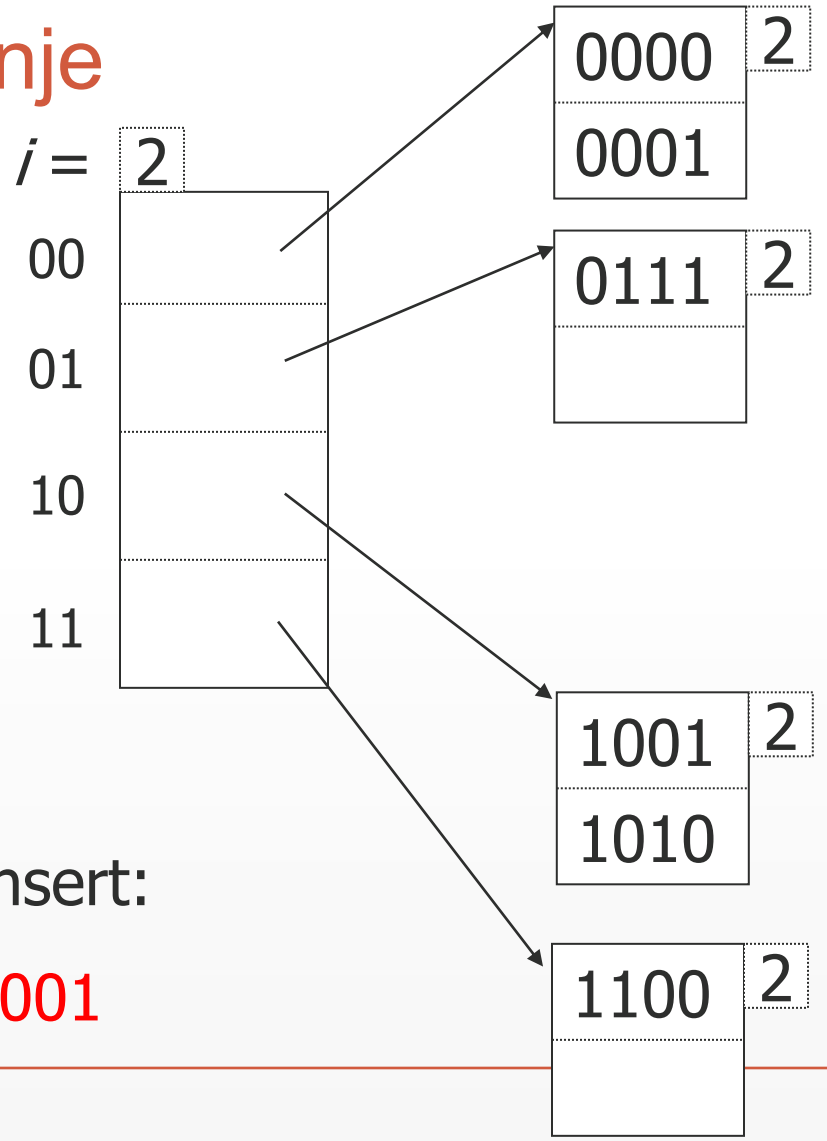
Proširivo heširanje



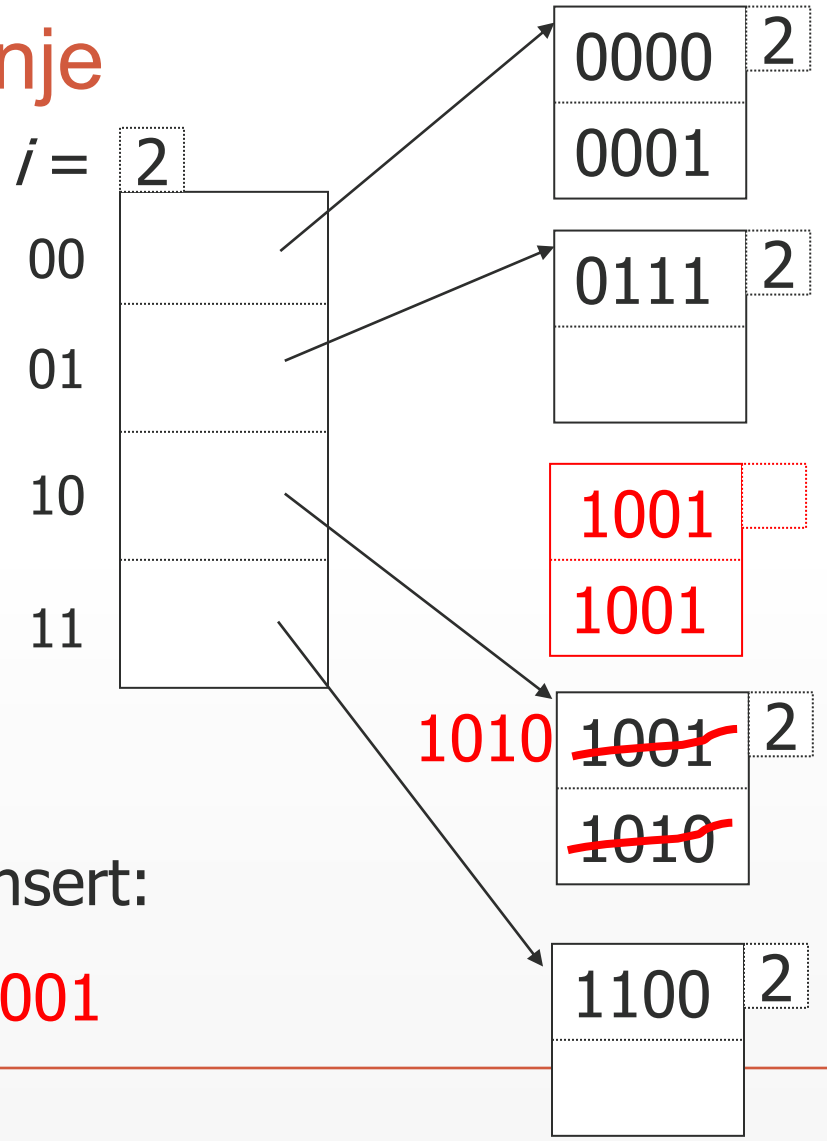
Proširivo heširanje



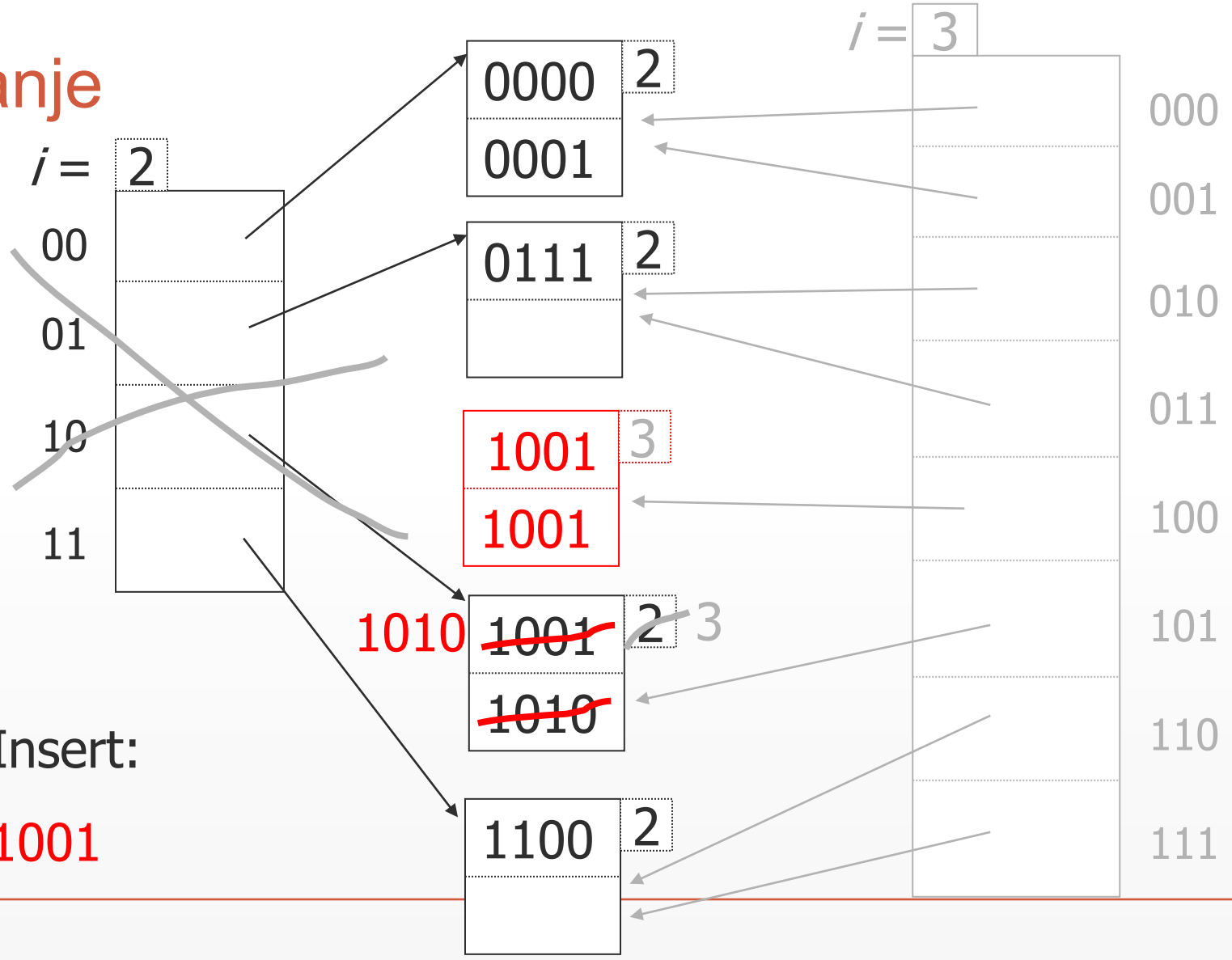
Proširivo heširanje



Proširivo heširanje

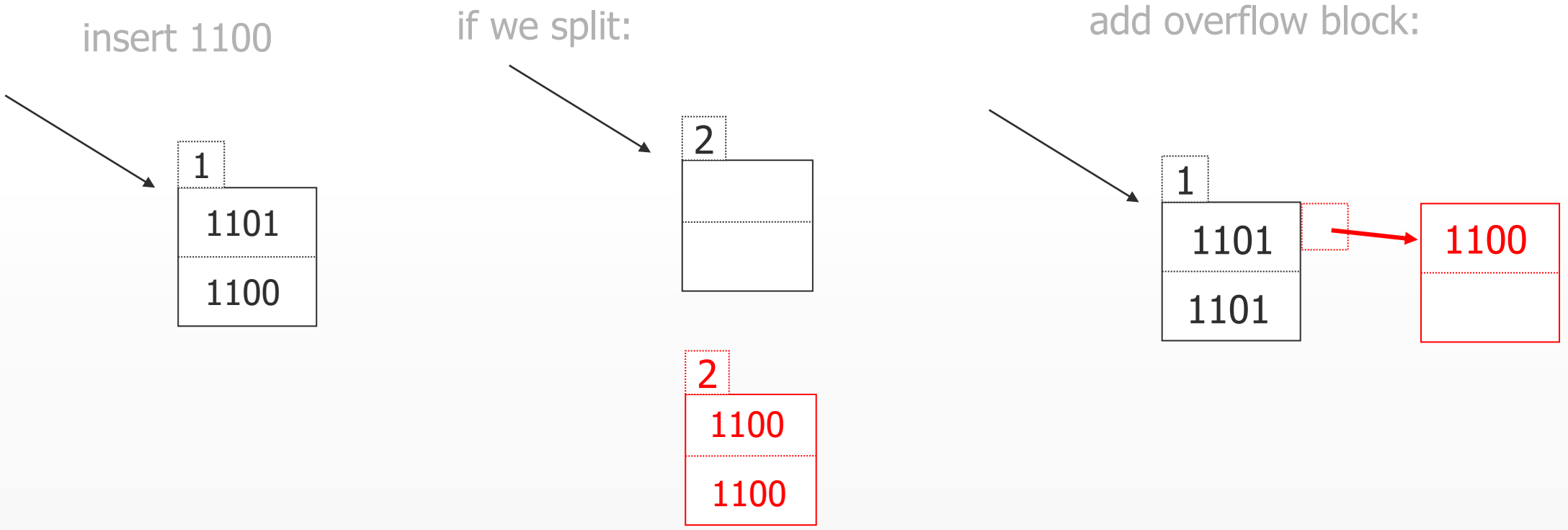


Proširivo heširanje



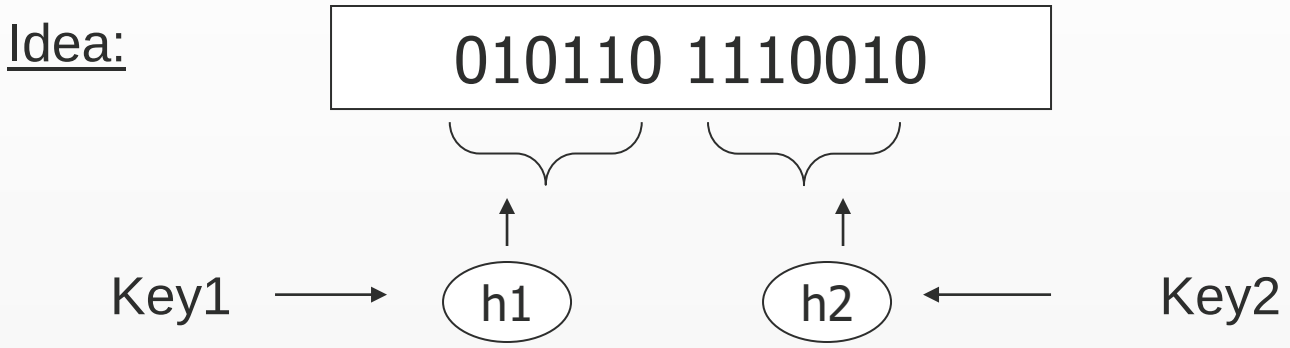
Proširivo heširanje

- U slučaju duplikata vrednosti ključa koristi se ulančavanje.



Podeljeno heširanje

- Definisanje heš funkcije nad više ključeva.
- Heš funkcija se primenjuje na svaki ključ posebno, pa se zatim dobijene vrednosti spajaju.
- Ovakvo heširanje ne podržava upite po opsegu vrednosti.



Podeljeno heširanje

h1(toy)	=0	000	
h1(sales)	=1	001	<Fred>
h1(art)	=1	010	
.		011	
:			
h2(10k)	=01	100	
h2(20k)	=11	101	<Joe><Sally>
h2(30k)	=01	110	
h2(40k)	=00	111	
.			
:			

Insert <Fred,toy,10k>,<Joe,sales,10k>,<Sally,art,30k>

Podeljeno heširanje

h1(toy)	=0	000	<Fred>
h1(sales)	=1	001	<Joe><Jan>
h1(art)	=1	010	<Mary>
.		011	
.			
h2(10k)	=01	100	<Sally>
h2(20k)	=11	101	
h2(30k)	=01	110	<Tom><Bill>
h2(40k)	=00	111	<Andy>
.			
.			

- Find Emp. with Dept. = Sales $\wedge$ Sal=40k

Podeljeno heširanje

h1(toy)	=0	000	<Fred>
h1(sales)	=1	001	<Joe><Jan>
h1(art)	=1	010	<Mary>
.		011	
.			
h2(10k)	=01	100	<Sally>
h2(20k)	=11	101	
h2(30k)	=01	110	<Tom><Bill>
h2(40k)	=00	111	<Andy>
.			
.			

- Find Emp. with Dept. = Sales $\wedge$ Sal=40k

Podeljeno heširanje

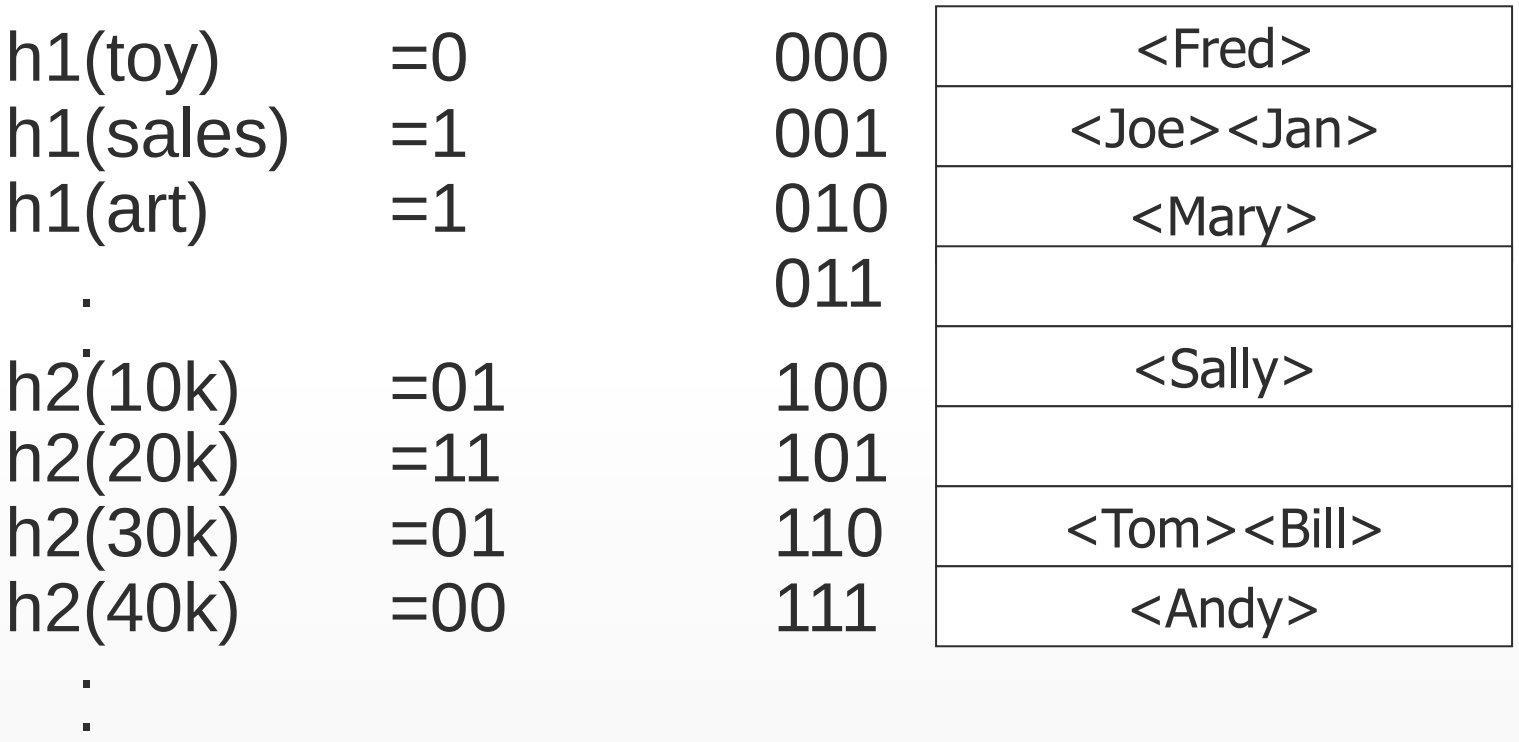
h1(toy) =0
h1(sales) =1
h1(art) =1
.
.
.
h2(10k) =01
h2(20k) =11
h2(30k) =01
h2(40k) =00
.
.
.

000	<Fred>
001	<Joe><Jan>
010	<Mary>
011	
100	<Sally>
101	
110	<Tom><Bill>
111	<Andy>

look here

- Find Emp. with Sal=30k

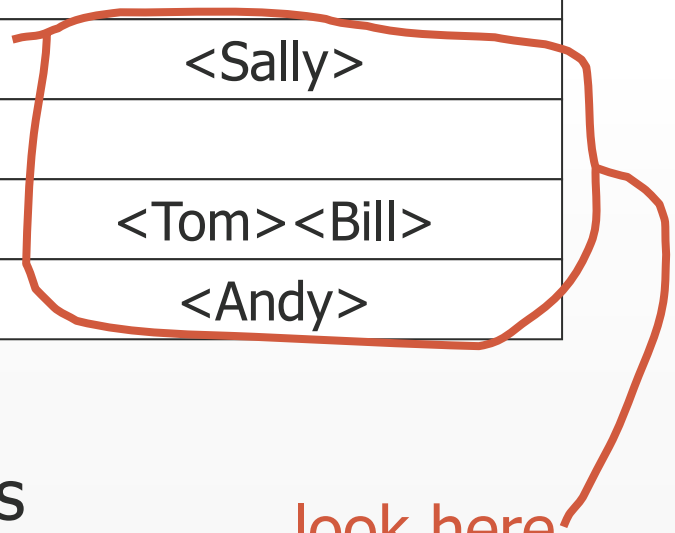
Podeljeno heširanje



- Find Emp. with Dept. = Sales

Podeljeno heširanje

h1(toy)	=0	000	<Fred>
h1(sales)	=1	001	<Joe><Jan>
h1(art)	=1	010	<Mary>
.		011	
.			
h2(10k)	=01	100	<Sally>
h2(20k)	=11	101	
h2(30k)	=01	110	<Tom><Bill>
h2(40k)	=00	111	<Andy>
.			
.			



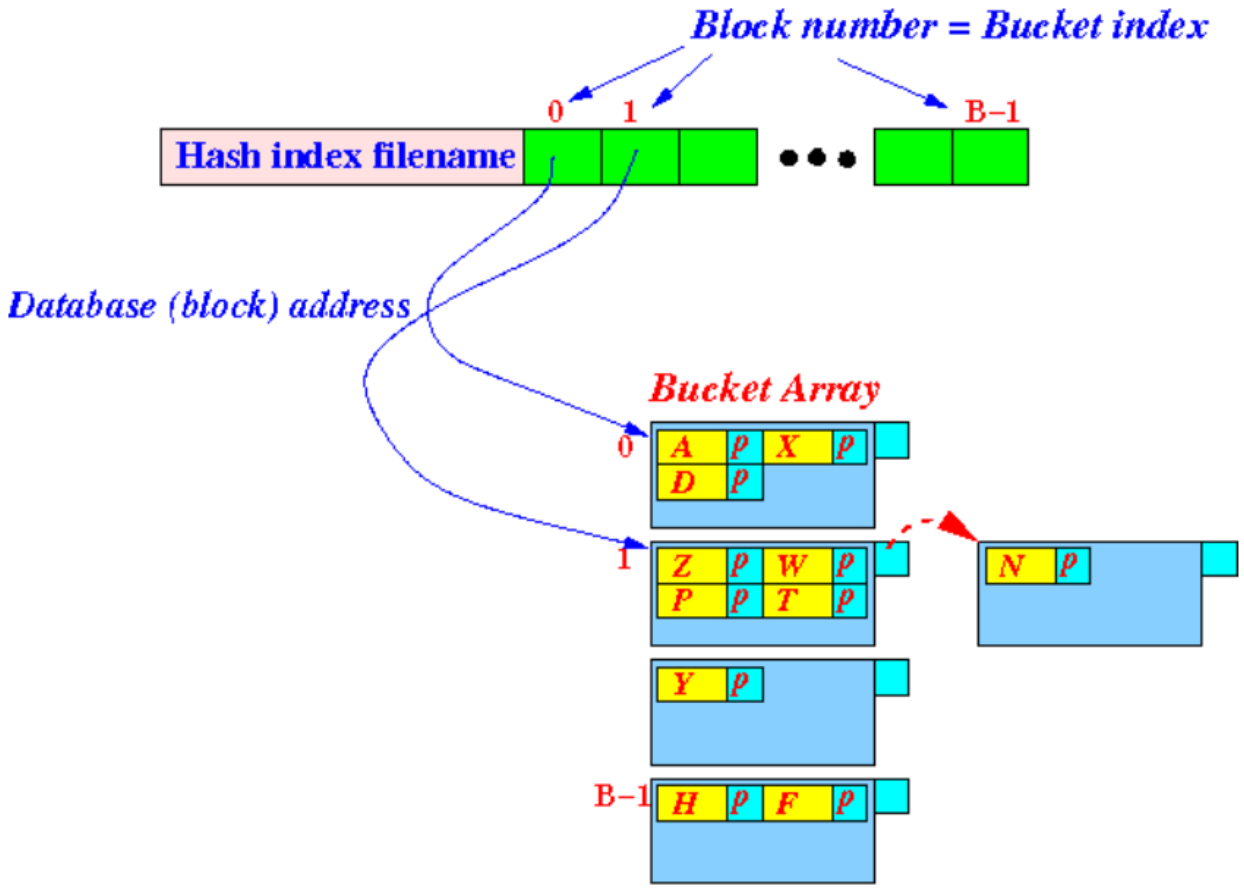
- Find Emp. with Dept. = Sales

Heširanje u DBMS-ovima

- U algortimima koji implementiraju operacije relacione algebre (npr., join, selekcija, projekcija)
- Za direktnu organizaciju fajlova – ne koristi se često
- Dva načina alociranja:
  - Cela heš tabela u radnoj memoriji (in-memory hash indices).
  - Disk-based hashing – bucket-i (u kojima se nalaze slogovi) na sekundarnom skladištu.

Direktna (heš, rasejana, rasuta) organizacija fajlova

- Jedna relacija može imati samo jedan atribut direktnog pristupa, a više indeksiranih atributa.



Statičko heširanje – broj bucket-a

Prekoračenje veličine bucket-a

- Nedovoljan broj Bucket-a

  nB > nr/fr,

  nB – broj bucket-a
  nr - ukupan broj slogova
  fr – broj mesta u bucket-u

- Bucket skew
  - Više slogova ima istu vrednost ključa pretrage.
  - Odabrana heš funkica nema uniformnu distribuciju vrednosti ključa.

Da bi se smanjilo nepotrebno trošenje stranica, a izbeglo prekoračenje bucket-a, obično se za smeštaj slogova ostavlja oko 20% više prostora u datoteci podataka i zoni prekoračenja, nego što je to potrebno s obzirom na broj i veličinu slogova.

(nr/fr)*(1+d)
gde je d obično 0.2

Heš-bazirani indeksi

- Heš fajl organizacija se može primeniti na fajlove sa podacima, ali i na indekse.

Heš fajl organizacija
data stored in file hashed on age, no index used

Ovakva organizacija se može nazvati i klasterisanim hash indeksom

Heš based indeks ili samo **Heš indeks**
Heap file Unclustered Hashed Index on sal Hash function identifies appropriate bucket
Heš indeks je sekundarna indeksna struktura. Heširanje je primenjeno na parove (key,RID), gde je key ključ pretrage primarnog indeksa.