



Architektur von Datenbanksystemen I

Übung – Systempuffer

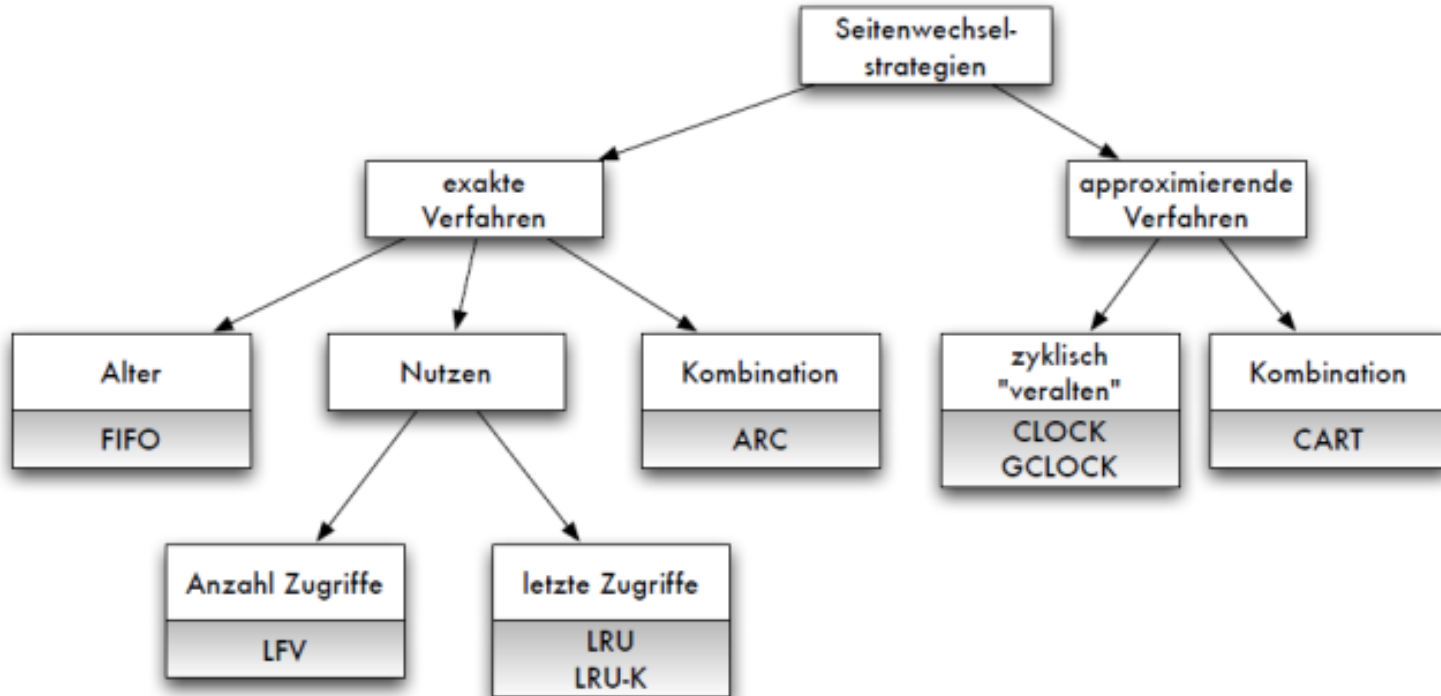
Pufferverwaltung

1. Gegeben sei ein DBMS mit einer Puffergröße von 5 Seiten. Die Seiten a, b, c, d, e, f, g werden während einer Transaktion in folgender Reihenfolge eingelesen:

$a, b, c, a, b, c, d, e, c, d, f, a, d, b, g, a, g, e, a, c$

geben Sie die jeweiligen Seitenersetzungen für die FIFO-, LFU-, CLOCK- und LRU- sowie LRU-2-Strategie an. Bestimmen Sie außerdem die jeweilige Trefferrate!

Gängige Strategien)

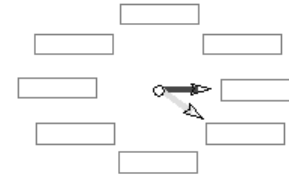


FIFO (First In First Out)



ERSETZUNG DER ÄLTESTEN SEITE IM DB-PUFFER

- Veranschaulichung durch kreisförmig umlaufenden Uhrzeiger
 - Zeiger zeigt auf älteste Seite
 - Bei Fehlseitenbedingung wird diese Seite ersetzt und der Zeiger auf die nächste Seite fortgeschaltet



MERKMALE

- Unabhängigkeit vom Referenzverhalten
(nur das Alter seit der Einlagerung ist entscheidend)

BEWERTUNG

- + bei strikt sequentielltem Zugriffsverhalten
- bei Direktzugriff
(häufig benutzte Seiten sollen ja gerade im Puffer bleiben und dort "alt" werden)

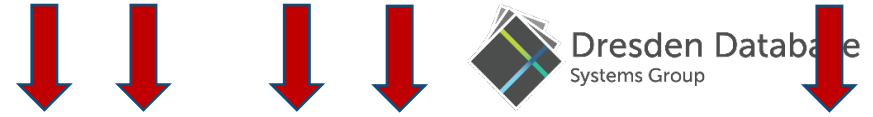
ERWEITERUNG: CLOCK, GCLOCK UND DGCLOCK

Ablauf - FIFO

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf - FIFO



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
F2		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
F3			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B
F4							D	D	D	D	D	D	D	D	G	G	G	G	G	G
F5								E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1	1	2	3	3	3	3	4	5	5	5	1	2	2	3	4	4	4	4	4	5
C2		1	2	2	2	2	3	4	4	4	5	1	1	2	3	3	3	3	3	4
C3			1	1	1	1	2	3	3	3	4	5	5	1	2	2	2	2	2	3
C4							1	2	2	2	3	4	4	5	1	1	1	1	1	2
C5								1	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	1

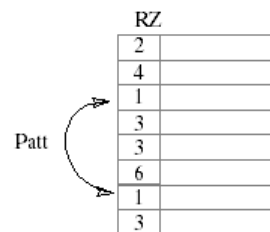
LFU (Least-Frequently-Used)

ERSETZUNG DER SEITE MIT NIEDRIGSTER REFERENZHÄUFIGKEIT

- Führen eines Referenzzählers pro Seite im DB-Puffer

MERKMALE

- nur Referenzverhalten geht ein, nicht das Alter!
- mögliche Pattsituationen müssen durch eine Sekundärstrategie aufgelöst werden
- beim sequentiellen Lesen wird jede Seite einmal referenziert Strategie nicht anwendbar



BEWERTUNG

- + häufig benutzte Seiten werden im Puffer gehalten
- Seiten, die punktuell sehr intensiv benutzt werden und dann nicht mehr, sind praktisch nicht zu verdrängen

Ablauf - LFU



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf - LFU



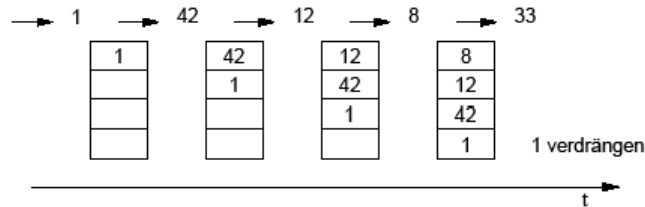
	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
F2		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
F3			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
F4							D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
F5								E	E	E	F	F	F	F	G	G	G	E	E	E

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5
C2		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
C3			1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
C4							1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
C5								1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1

LRU (Least-Recently-Used)

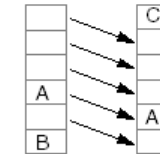
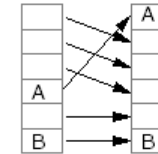
ERSETZUNG DER SEITE, DIE AM LÄNGSTEN NICHT MEHR REFERENZIERT WURDE

- Seiten werden als LRU-Stack verwaltet
- bei jeder Referenz kommt die Seite in die oberste Position



MERKMALE

- bewertet das Alter seit der letzten Referenz, nicht seit dem Einlagern
- geht bei sequentielltem Zugriff in FIFO über



Ablauf - LRU

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf - LRU



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	F	F	E	E	E
F2		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
F3			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	G	G	G	G	G	G
F4							D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
F5								E	E	E	E	E	E	B	B	B	B	B	B	B

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C2		A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A
C3			A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	B	A	G	E
C4							A	B	B	B	E	C	C	F	A	D	D	B	B	G
C5								A	A	A	B	E	E	C	F	F	F	D	D	B

IDEE

- Verbesserung durch Berücksichtigung der letzten K Referenzierungszeitpunkte
- Bestimmung des mittleren Zeitabstands zwischen den letzten K Referenzen
- K-Distanz $b_t(p, K)$: "LRU-K-Alter"
 - Zeit t , Referenzierungsfolge r_1, r_2, \dots, r_t
 - $b_t(p, K)$ ist Rückwärtsdistanz von t zur K-ten Referenz

$$\bullet \quad b_t(p, K) = \begin{cases} g & \text{wenn } r_t - g \text{ die Seite } p \text{ zum } K\text{-ten Mal referenziert} \\ \infty & \text{wenn } p \text{ nicht mind. } K \text{ mal in } r_1, \dots, r_t \text{ vorkommt} \end{cases}$$

- Ersetzung der Seite p mit $b_t(p, K)$ ist maximal

BEWERTUNG

- berücksichtigt aktuelle Referenzierungen häufiger als ältere
- LRU-1 entspricht LRU
- typisch: LRU-2

Ablauf – LRU-2



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf – LRU-2



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
F2		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	E	E	E
F3			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
F4							D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
F5								E	E	E	F	F	F	F	G	G	G	G	G	G

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1	u	u	U	3	4	5	6	7	7	8	9	8	9	10	11	4	5	6	4	5
C2		u	U	U	3	4	5	6	6	7	8	9	10	9	10	11	12	10	11	12
C3			u	u	u	3	4	5	3	4	7	8	9	8	9	10	11	12	13	11
C4							U	u	u	3	4	5	3	4	6	7	8	9	10	11
C5								u	u	u	U	u	U	u	u	u	2	3	4	5

IDEA

- Vereinfachung der benötigten Datenstrukturen durch Approximation
- Effektivität (Trefferquote) vs. Skalierbarkeit (Anzahl der Threads)

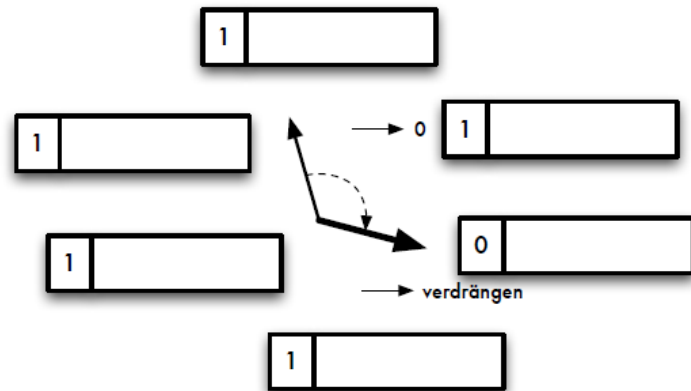
CLOCK: APPROXIMATION DER HISTORIE DURCH BIT-

SCHIEBEREGISTER DER LÄNGE K

- $K = 0 \rightarrow$ FIFO
- $K = \text{unendlich} \rightarrow$ LRU
- Typisch: $K = 1 \rightarrow$ Second Chance

CLOCK

- Seite mit Benutzt-Bit; bei Referenzierung auf „1“ setzen
- Bei Seitenfehler:
 - Zyklische Suche
 - Seite mit „0“ verdrängen
 - sonst Setzen auf „0“ (zweite Chance)



Ablauf – CLOCK

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf - CLOCK



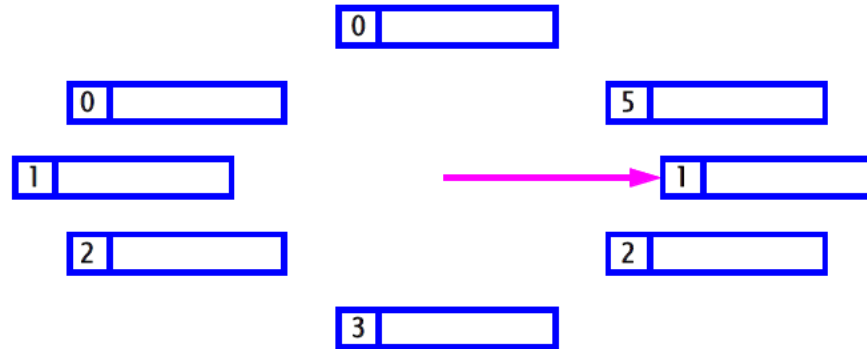
	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
F2		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	
F3			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	
F4							D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E	
F5								E	E	E	E	E	E	E	G	G	G	G	G	

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
C2	0	1	1				1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	
C3	0	0	1				1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	
C4	0	0	0				1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	
C5	0	0	0				0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	

GCLOCK (Generalized Clock)

BESCHREIBUNG

- Pro Seite wird Referenzzähler geführt (statt Bit)
- Ersetzung nur von Seiten mit Zählwert 0 (sonst Dekrementierung des Zählers und Betrachtung der nächsten Seite)



VERFAHRENSPARAMETER

- Initialwerte für Referenzzähler
- Wahl des Dekrementes
- Zählerinkrement bei erneuter Referenz

Ablauf



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				

Ablauf



	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
F1																				
F2																				
F3																				
F4																				
F5																				

	A	B	C	A	B	C	D	E	C	D	F	A	D	B	G	A	G	E	A	C
C1																				
C2																				
C3																				
C4																				
C5																				