

## Betriebssysteme im Wintersemester 2019/2020

### Übungsblatt 12

- Abgabetermin:** 27.01.2020, 18:00 Uhr
- Besprechung:** Besprechung der T-Aufgaben in den Tutorien vom 20. – 24. Januar 2020  
 Besprechung der H-Aufgaben in den Tutorien vom 27. – 31. Januar 2020
- Ankündigungen:** Die **Klausur** findet am **6. Februar 2020 von 18.30 - 20.30 Uhr** statt. Bitte melden Sie sich **bis spätestens 23. Januar 2020, 23:59 Uhr** über Uni2Work zur Klausur **an** bzw. **ab**.

#### Aufgabe 58: (T) Seitenersetzungsstrategien

(– Pkt.)

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben zum Thema Seitenersetzung (Paging).

Die Menge der Seiten (Pages) sei gegeben durch  $N = \{0, 1, 2, 3, 4\}$  und die Menge der Seitenrahmen (Frames), die für die Speicherung der Seiten im Arbeitsspeicher zur Verfügung steht, sei gegeben durch  $\text{Frame}_3 = \{f_0, f_1, f_2\}$ . Auf die fünf Seiten der Menge  $N$  werde in folgender Reihenfolge zugegriffen:

$w = 4 \ 2 \ 0 \ 3 \ 4 \ 2 \ 1 \ 4 \ 2 \ 0 \ 3 \ 1$

Ein Seitenfehler liegt immer dann vor, wenn sich eine referenzierte Seite nicht im Arbeitsspeicher befindet. Dieser ist zu Beginn leer. Ermitteln Sie die Anzahl der Seitenfehler für die folgenden Seitenersetzungsstrategien, indem Sie alle Veränderungen im Speicher tabellarisch dokumentieren. Es sollen alle Seitenzugriffe seit dem Laden einer Seite berücksichtigt werden.

- LRU (Least Recently Used)
- LFU (Least Frequently Used, die Anzahl der Zugriffe seit dem Laden einer Seite ist zu berücksichtigen)
- OPT (Optimalstrategie). Was macht die Ausführung der OPT-Strategie überhaupt erst möglich?

Verwenden Sie dazu folgendes Schema:

Zeitpunkt	Referenzierte Seite	$f_0$ , Messwert	$f_1$ , Messwert	$f_2$ , Messwert	Summe Seitenfehler
...	...	...	...	...	...

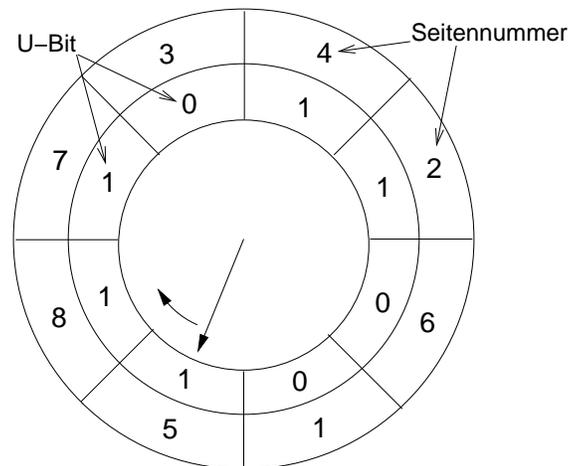
- Die Spalte *Referenzierte Seiten* gibt die Seite an, auf die gerade zugegriffen wird.
- Die Spalten  $f_0 - f_2$  enthalten die Seitennummer der aktuell im entsprechenden Frame gespeicherten Seite.

- Dokumentieren Sie zusätzlich für jede Seitenersetzungsstrategie relevante Werte, die für deren Ausführung notwendig sind, z.B. Anzahl der Zugriffe oder Zeitspanne bis zum nächsten Zugriff.
- Die Spalte *Summe Seitenfehler* enthält die aktuelle Gesamtanzahl an Seitenfehlern.
- **Achtung:** Bereits in den Hauptspeicher geladene Seiten dürfen nicht von einem Seitenrahmen in einen anderen verschoben werden!

## Aufgabe 59: (T) Seitenersetzung: Second Chance

(– Pkt.)

Der Second-Chance-Algorithmus (eine Variante des Clock-Algorithmus) verwendet für die Auswahl der zu verdrängenden Seiten eine zyklische Datenstruktur wie die hier skizzierte:



Der einzige Unterschied zum Clock-Algorithmus besteht darin, dass der Zeiger immer auf die **zuletzt eingelagerte** Seite verweist. Bei einem Zugriff auf eine Seite wird das dazugehörige U-Bit (Use-Bit) von der Hardware auf 1 gesetzt.

- Überlegen Sie sich, wie eine sinnvolle, die Seitenfehlerzahl unter Ausnutzung des Lokalitätsprinzips minimierende Paging-Strategie unter den gegebenen Rahmenbedingungen (zyklische Datenstruktur, genau ein Zeiger, U-Bits für jede Seite) aussehen müsste. Geben Sie also in natürlicher Sprache die Arbeitsweise des Second-Chance-Algorithmus an.
- Eine Seite mit der Nummer 10 soll in den Hauptspeicher geladen werden. Welche Seite wird dafür aus dem Hauptspeicher verdrängt?
- Skizzieren Sie die obige Datenstruktur nach dem Einlagern der neuen Seite.
- Was passiert, wenn die U-Bits aller Seiten auf 1 gesetzt sind und ein Zugriff auf eine nicht im Hauptspeicher befindliche Seite erfolgt?
- Wie könnte der Second-Chance-Algorithmus verbessert werden, sodass er Least Recently Used (LRU) besser approximiert?

**Aufgabe 60: (H) Seitenersetzung**

(16 Pkt.)

Gegeben seien eine Menge an Seiten  $N = \{0, 1, 2, 3, 4\}$  und eine Menge der im Arbeitsspeicher zur Verfügung stehenden Seitenrahmen  $F = \{f_0, f_1, f_2\}$ . Auf die Seiten wird in der folgenden Reihenfolge zugegriffen:

$$w = 2 \ 1 \ 3 \ 4 \ 2 \ 2 \ 0 \ 1 \ 1 \ 3 \ 1 \ 2 \ 1 \ 4 \ 4 \ 1$$

Ein Seitenfehler liegt immer dann vor, wenn sich eine referenzierte Seite nicht im Arbeitsspeicher befindet. Der Arbeitsspeicher ist zu Beginn leer.

Ermitteln Sie die Anzahl der Seitenfehler für die Paging-Strategie LRU (Least Recently Used), indem Sie alle Veränderungen im Speicher dokumentieren. Es sollen alle Seitenzugriffe seit dem Laden einer Seite berücksichtigt werden. Vervollständigen Sie dazu die folgende Tabelle, indem Sie jede referenzierte Seite dem entsprechenden Seitenrahmen  $f_i$  ( $i \in \{0, \dots, 2\}$ ) zuordnen und den Zeitpunkt  $t$  eines Seitenzugriffs dokumentieren. Geben Sie zudem nach jedem Seitenzugriff die aktuelle Summe an Seitenfehlern an.

**Achtung:** Bereits in den Hauptspeicher geladene Seiten dürfen nicht von einem Seitenrahmen in einen anderen verschoben werden!

Zeit	Referenzierte Seite	$f_0, t$	$f_1, t$	$f_2, t$	Summe Seitenfehler
1	2				
2	1				
3	3				
4	4				
5	2				
6	2				
7	0				
8	1				
9	1				
10	3				
11	1				
12	2				
13	1				
14	4				
15	4				
16	1				

**Aufgabe 61: (H) Working Set**

(9 Pkt.)

- a. Bestimmen Sie das Working Set  $W(t, h)$  inkl. der Mächtigkeit  $w(t, h)$  für die folgenden Fälle für den gegebenen Referenzstring  $w = 1\ 6\ 3\ 7\ 8\ 3\ 8\ 3\ 2\ 5\ 8\ 3\ 7$ :
- (i)  $t = 5, h = 6$
  - (ii)  $t = 7, h = 4$
  - (iii)  $t = 8, h = 3$
- Achtung:** Gehen Sie davon aus, dass  $t = 1$  das erste Element des Referenzstrings bezeichnet.
- b. Mit welchem Kriterium kann der Parameter  $h$  gewählt werden. Erläutern Sie die Funktionsweise dieses Kriteriums!

**Aufgabe 62: (H) Einfachauswahlaufgabe: Speicher**

(5 Pkt.)

Für jede der folgenden Fragen ist eine korrekte Antwort auszuwählen („1 aus n“). Eine korrekte Antwort ergibt jeweils einen Punkt. Mehrfache Antworten oder eine falsche Antwort werden mit 0 Punkten bewertet.

a) Nach wem ist die Anomalie im Zusammenhang mit Seitenaustauschalgorithmien benannt, bei der durch die Zunahme von Seitenrahmen die Anzahl der auftretenden Seitenfehler ansteigen kann?			
(i) Dijkstra	(ii) Belady	(iii) Douglas	(iv) Zuse
b) Angenommen ein System verfügt über einen Adressbus mit der Breite von 32 Bit, der adressierbare physische Speicher soll komplett für das Paging-System verwendet werden und ein Seitenrahmen hat die Größe von 4 KByte. Wie viele solcher Seitenrahmen ergeben sich?			
(i) $2^{20}$	(ii) $2^{15}$	(iii) $2^{10}$	(iv) $2^5$
c) Was ist keine Paging-Strategie?			
(i) Demand Paging	(ii) Demand Prepaging	(iii) Look-Ahead-Paging	(iv) Backward Paging
d) Wie bezeichnet man die Seitenersetzungsstrategie, bei der diejenige Seite mit niedrigster Nutzungshäufigkeit ausgetauscht wird, so dass häufigster genutzte Seiten im Hauptspeicher verbleiben?			
(i) First In First Out (FIFO)	(ii) Least Recently Used (LRU)	(iii) Least Frequently Used (LFU)	(iv) Clock-Strategie
e) Welcher Distance String ergibt sich bei Verwendung von LRU als Seitenaustauschalgorithmus, drei Seitenrahmen im physischen Speicher und dem Reference String: 3, 4, 0, 1, 3, 0, 0 beim Zugriff auf die Menge an Seiten $\{0, 1, 2, 3, 4\}$ ?			
(i) 2 3 0 1 $\infty$ 1 2	(ii) $\infty$ $\infty$ $\infty$ $\infty$ 1 2 0	(iii) $\infty$ $\infty$ $\infty$ $\infty$ 4 3 1	(iv) $\infty$ $\infty$ $\infty$ $\infty$ 3 2 0