Παράλληλη Επεξεργασία
Κεφάλαιο 5
Μοίρασμα Δεδομένων

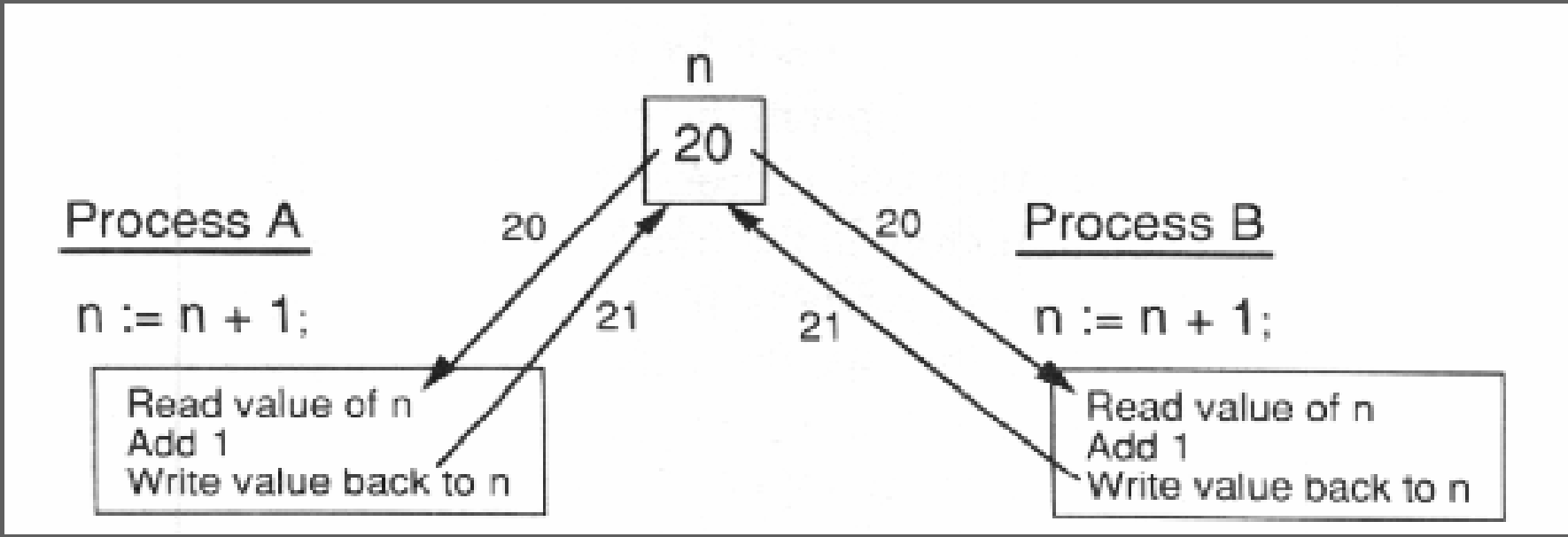
Κωνσταντίνος Μαργαρίτης
Καθηγητής
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
kmarg@uom.gr
http://eos.uom.gr/~kmarg

Αρετή Καπτάν
Υποψήφια Διδάκτορας
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
areti@uom.gr
http://eos.uom.gr/~areti

Εισαγωγή

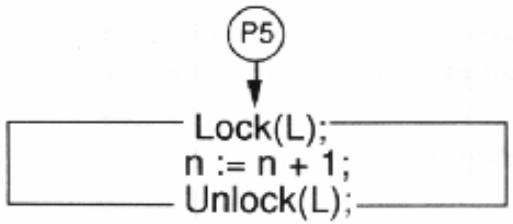
- Ορισμός ατομικής λειτουργίας
- Τεχνική κλειδώματος
- Αποκλειστική πρόσβαση στα διαμοιραζόμενα δεδομένα
- Αναμονή των διεργασιών - Ανταγωνισμός για πρόσβαση στη μνήμη
- Συμφόρηση
- Αποκέντρωση του μηχανισμού πρόσβασης στην μνήμη

Σφάλμα Συγχρονισμού

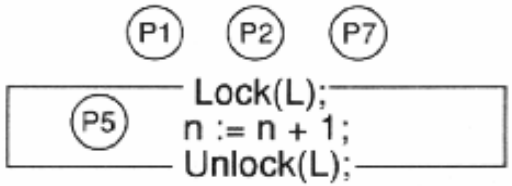


Υλοποίηση Κλειδωμάτων

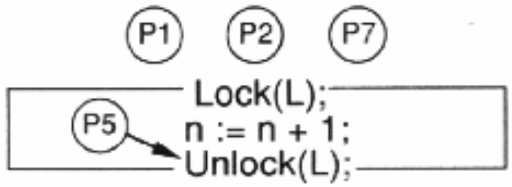
```
PROGRAM Search;
VAR  A : ARRAY [1..200] OF INTEGER;
     i, val, n : INTEGER;
     L : SPINLOCK;

BEGIN

.....

n := 0;
Readln(val);
FORALLL i := 1 TO 200 GROUPING 10 DO
  IF A[i] = VAL THEN
BEGIN
  Lock(L);  (*Εισέρχεται και ενεργοποιεί το κλείδωμα*)
  n := n + 1;
  Unlock(L);  (*Εξέρχεται και απενεργοποιεί το κλείδωμα*)
END;
WRITELN('Total occurrences : ' , n);

.....
```



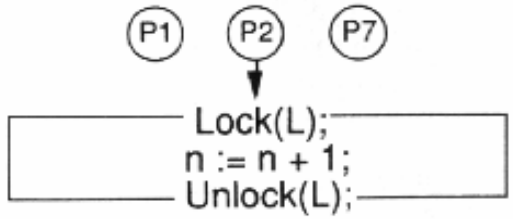
L initially unlocked
P5 enters and locks L



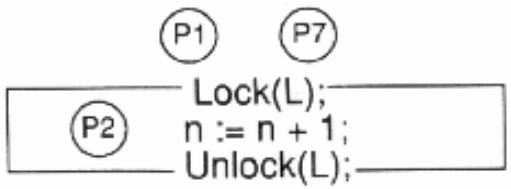
L is now locked
P1, P2, P7 kept out



P5 unlocks L as it leaves



L is now unlocked
P2 enters and locks L



L is now locked
P1, P7 kept out

Η επίδραση του κλειδώματος

Τεχνικές για την υλοποίηση των Ατομικών Λειτουργιών

- Semaphores [Dijkstra, 1968]
- Locks [Shaw, 1948]
- Critical regions [Hansen, 1983]
- Monitors [Hoare, 1974]

  Αμοιβαίος αποκλεισμός των παράλληλων διεργασιών κατά την εκτέλεση των ατομικών λειτουργιών

Κλειδώματα στη Multi-Pascal

- Ενεργός αναμονή (Busy Waiting)
- Τύπος δεδομένων Spinlock
- Διαδικασία Lock()
- Διαδικασία Unlock()
- Τιμές μεταβλητής spinlock:
  - 0: κατάσταση ξεκλειδώματος
  - 1: κατάσταση κλειδώματος

Διαδικασίες Κλειδώματος/ξεκλειδώματος

```
Unlock(L): Write 0 into L;

Lock(L):

Repeat
X:=TestandSet(L);
(*Διαβάζεται η παλιά κατάσταση και
   ενεργοποιείται το κλείδωμα*)
until X=0;
(*Σταματά η επανάληψη του βρόγχου αν το L είναι
   απενεργοποιημένο*)
```

Σειριακό Πρόγραμμα Για Τη Δημιουργία Ιστογράμματος

```
PROGRAM Histogram;
CONST n=20;      (*Μέγεθος της εικόνας*)
      max=10; (*Μέγιστη ένταση του εικονοστοιχείου*)

VAR Image: Array [1..n,1..n] of integer;
    hist: Array [0..max] of integer;
    i,j,intensity: integer;

BEGIN
  FOR i := 1 to n do begin(*Εισαγωγή του πίνακα της εικόνας*)
    For j := 1 to n do
      Read((image[i,j]);
    Readln;
  END;
  FOR i := 1 to max do (*Αρχικοποίηση του ιστογράμματος*)
    hist[i] := o;
  FOR i := 1 to n do
    FOR j := 1 to n do BEGIN
      intensity := image[i,j];
      hist[intensity] := hist[intensity]+1;
    END;
END.
```

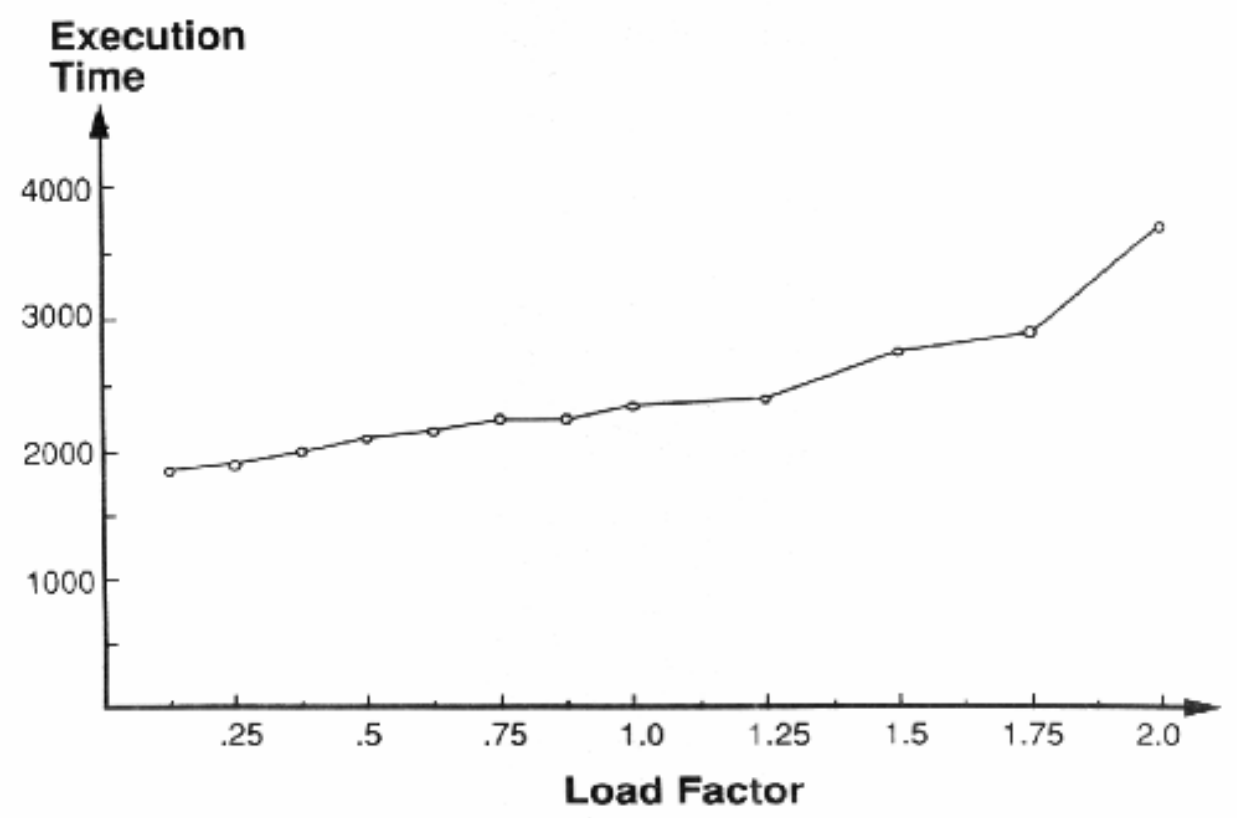
Σενάριο για την τεχνική κλειδώματος

```
begin
   intensity := image[i,j];
   Lock(L);
   hist[intensity] := hist[intensity]+1;
   Unlock(L);
End;
```

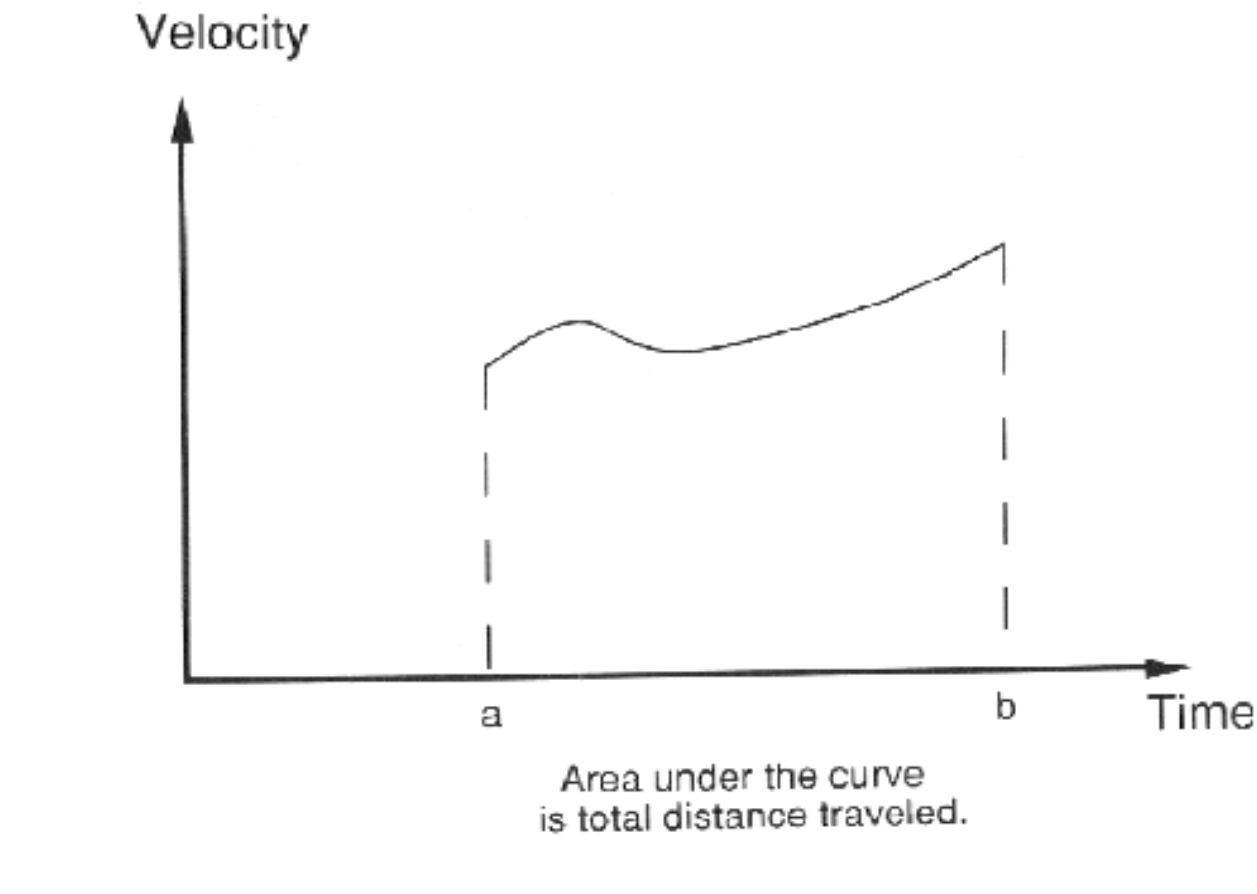
Παράλληλο Πρόγραμμα Για Τη Δημιουργία Ιστογράμματος

```
PROGRAM ParallelHistogram;
CONST n=20;  (*Μέγεθος της εικόνας*)
      max=10;  (*Μέγιστη ένταση του εικονοστοιχείου*)

VAR  Image: Array [1..n,1..n] of integer;
     hist: Array [0..max] of integer;
     L: Array [0..max] of spinlock;
     i: integer;

BEGIN
   ... (*Αρχικοποίηση του πίνακα εικόνας*)
  For I := 0 to max do hist[i] := 0;
    Forall i := 1 to n do
      VAR j, intensity : Integer;
      BEGIN
        For j := 1 to n do BEGIN
          intensity := image[i,j];
          Lock(L[intensity]);
          hist[intensity] := hist[intensity]+1;
          Unlock(L[intensity]);
        END;
      END;
END.
```

Ανταγωνισμός στο πρόγραμμα Ιστογράμματος Εικόνας

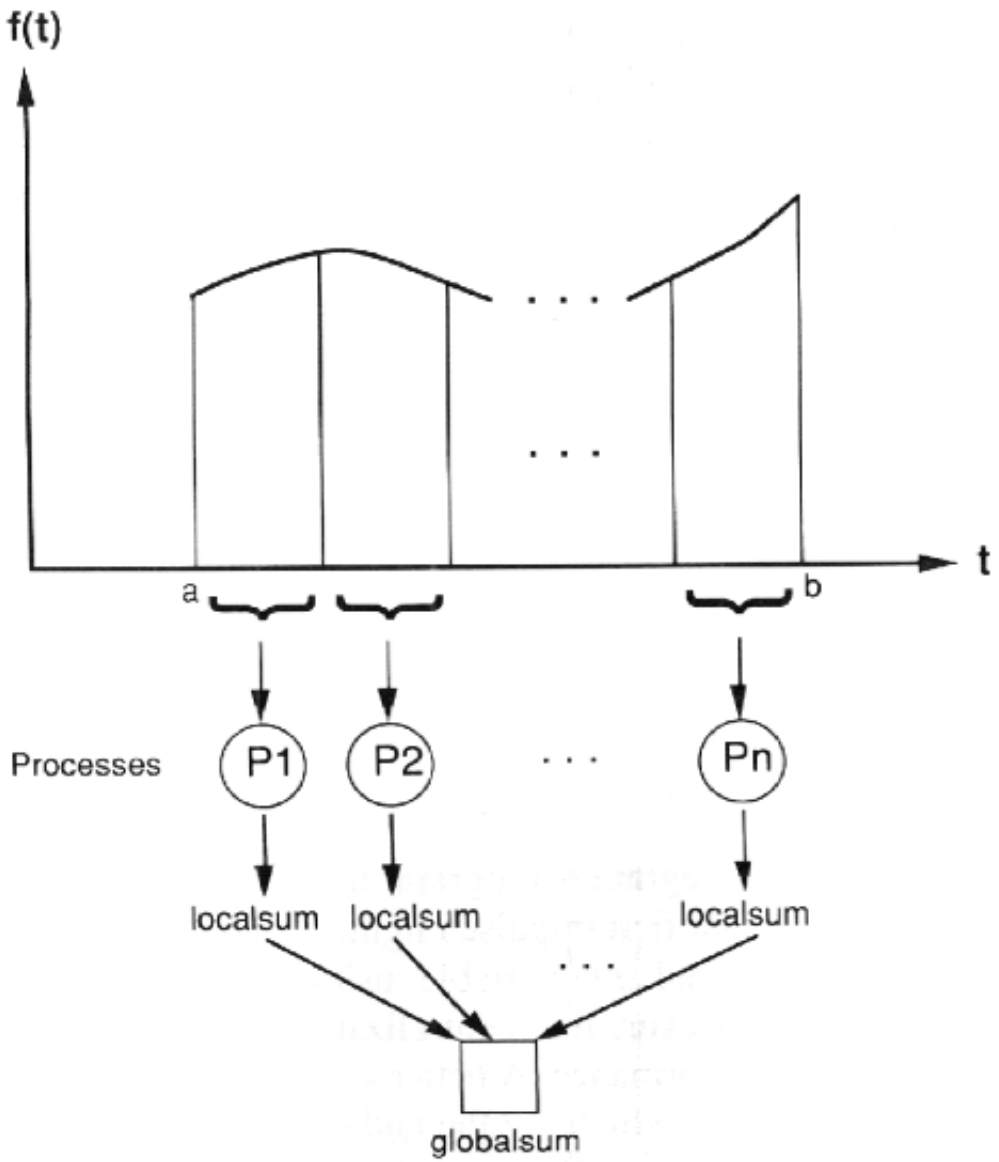


Εφαρμογή της Αριθμητικής Ολοκλήρωσης



Ακολουθιακό πρόγραμμα για την αριθμητική ολοκλήρωση

```
Sequential Numerical Integration:

sum := 0;
t := a;
For i := 1 to n do
  BEGIN
    t:=t+w;          (*Προχωρά στο επόμενο σημείο *)
    sum:=sum+f(t); (*Προστίθεται το σημείο δείγματος στο άθροισμα*)
  END;
sum := sum + (f(a) + f(b)) / 2;
answer := w * sum;
```



Παράλληλη μορφή αριθμητικής ολοκλήρωσης

Παράλληλο πρόγραμμα αριθμητικής ολοκλήρωσης

```
PROGRAM Numerical Integration;
CONST numproc = 40;     (*Πλήθος των διεργασιών*)
      numpoints = 30;   (*Πλήθος των στοιχείων ανά διεργασία*)

VAR  a, b, w, globalsum, answer: real;
     i: integer;
     L: spinlock;

Function f(t: real): Real;  (*Η συνάρτηση που θα ολοκληρωθεί*)
BEGIN
..... (*Υπολογισμός της τιμής της f(t)*)

END;

Procedure Integrate(myindex: Integer);
VAR  localsum, t: Real;
     j: Integer;

BEGIN
t:= a + myindex * (b-a)/numproc;   (*Η αρχική θέση*)
For j:= 1 to numpoints do
  BEGIN
    localsum:= localsum + f(t);  (*Πρόσθεση του επομένου στοιχείου
                                   της δειγματοληψίας*)
    t:= t + w;
  END;
localsum:= w*localsum;
Lock(L);
globalsum:= globalsum + localsum;  (*Ατομική αλλαγή*)
Unlock(L);
END;

BEGIN
.... (*Αρχικοποίηση των τιμών των ακράιών σημείων a και b*)

w:= (b-a) / (numproc*numpoints);  (*Η απόσταση μεταξύ των σημείων*)

Forall I:= 0 to numproc-1 do  (*Δημιουργία διεργασιών*)
Integrate(i);
answer:=globalsum+w/2*(f(b)-f(a)); (*Πρόσθεση των ακραίων σημείων*)
END.
```

Αποκέντρωση των Ατομικών Λειτουργιών – Ελαχιστοποίηση του Ανταγωνισμού

- Πρόβλημα Ιστογράμματος:
  χρήση ξεχωριστών κλειδωμάτων
- Πρόβλημα Αριθμητικής Ολοκλήρωσης:
  χρήση τοπικών μεταβλητών αθροίσματος

Locks vs. Channels

- Προσομοίωση κλειδώματος από κανάλι
- Προσομοίωση καναλιού από κλείδωμα
- Απαίτηση σε χρόνο
- Κανάλια: ταυτόχρονα ανάγνωση κι εγγραφή
- Spinning vs. Blocked
- Επεξεργαστής: Busy Waiting vs. Blocked