



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 6 : Αδιέξοδο_{1/2}

Δημήτριος Λιαροκάπης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 6 : Αδιέξοδο_{1/2}

Δημήτριος Λιαροκάπης
Καθηγητής Εφαρμογών
Άρτα, 2015





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Άνοιχτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Αδιέξοδο

1. Ορισμοί – είδη πόρων
2. Γράφοι εκχώρησης πόρων
3. Συνθήκες αδιεξόδου
4. Προσεγγίσεις αδιεξόδου
 1. Πρόληψη
 2. Αποφυγή
 3. Ανίχνευση
5. Το πρόβλημα των συνδαιτημόνων φιλοσόφων

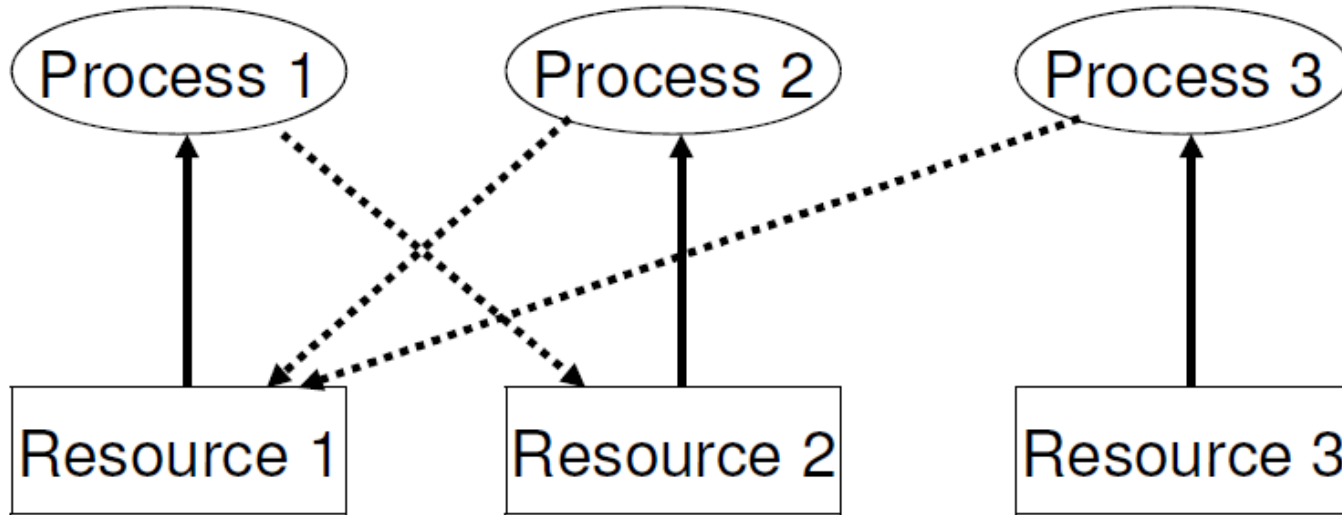


1. Εισαγωγή

- Αδιέξοδο (deadlock) είναι η μόνιμη ή επ' αόριστον αναμονή ενός συνόλου διεργασιών που είτε συναγωνίζονται για πόρους του συστήματος είτε επικοινωνούν μεταξύ τους.
- Σε ένα σύστημα πολυπρογραμματισμού η συνολική απαίτηση πόρων από όλες τις ενεργές διεργασίες υπερβαίνει κατά πολύ το συνολικό ποσό των διαθέσιμων πόρων.
- Όλα τα αδιέξοδα εμπεριέχουν τις συγκρουόμενες ανάγκες για πόρους από δύο ή περισσότερες διεργασίες
- Βασικός σκοπός είναι η σχεδίαση συστημάτων όπου το αδιέξοδο δεν θα μπορεί να συμβεί
- Γενικά δεν υπάρχει αποτελεσματική λύση



Παράδειγμα (1)





Πόροι (Resources)

- Προεκχωρούμενοι πόροι (preemptable resources)
 - Μπορούν να απομακρυνθούν από μια διεργασία χωρίς παρενέργειες
- • Μη προεκχωρούμενοι πόροι (nonpreemptable resources)
 - Προξενούν αποτυχία στη διεργασία όταν απομακρυνθούν
 - Υπεύθυνοι για την εμφάνιση αδιεξόδων
- • Παραδείγματα πόρων
 - εκτυπωτές, tape drives, μνήμη, CD - Recorders κλπ

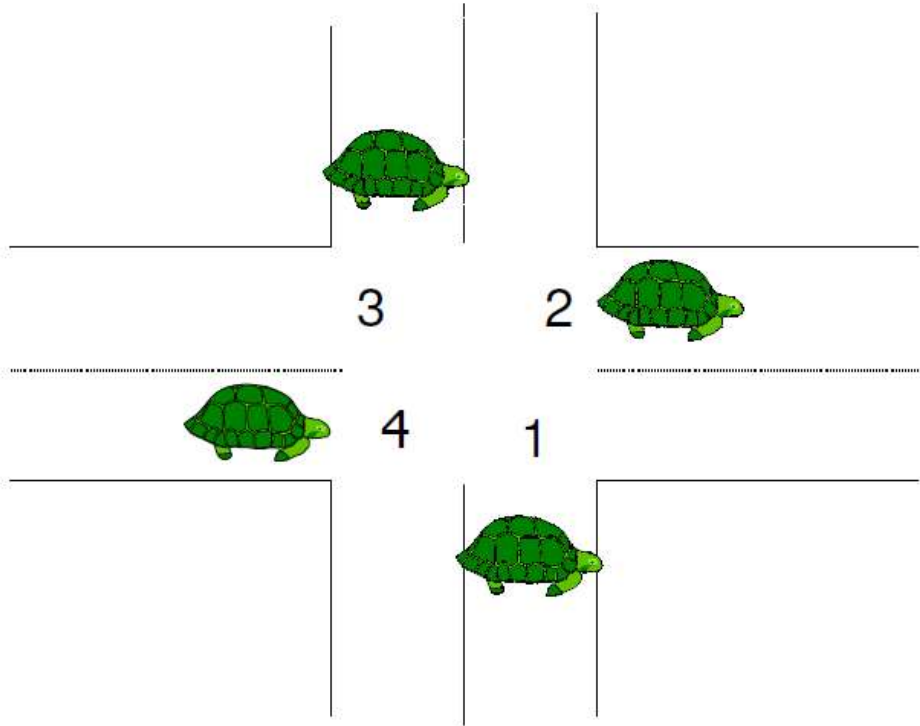


Χρήση πόρων

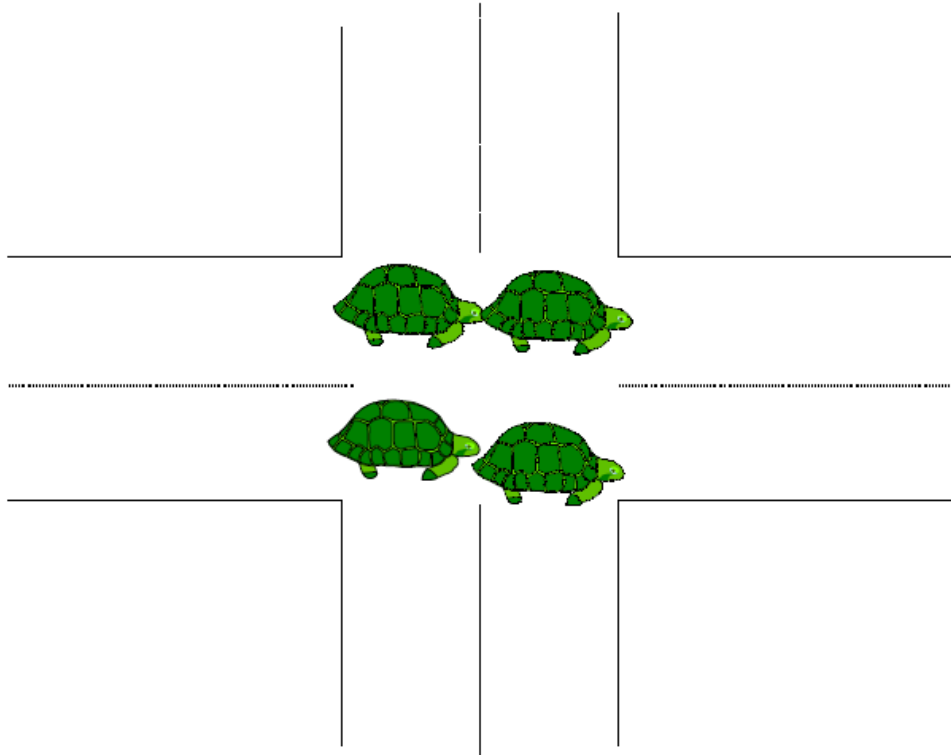
- Σειρά γεγονότων που απαιτούνται για τη χρήση ενός πόρου:
 - Απαίτηση (request)
 - Χρήση
 - Απελευθέρωση του πόρου
- Αναμονή αν η απαίτηση δεν ικανοποιηθεί
 - Η αιτούμενη διεργασία αναστέλλεται
 - Η αιτούμενη διεργασία αποτυγχάνει εμφανίζοντας μήνυμα λάθους



Πιθανό αδιέξοδο

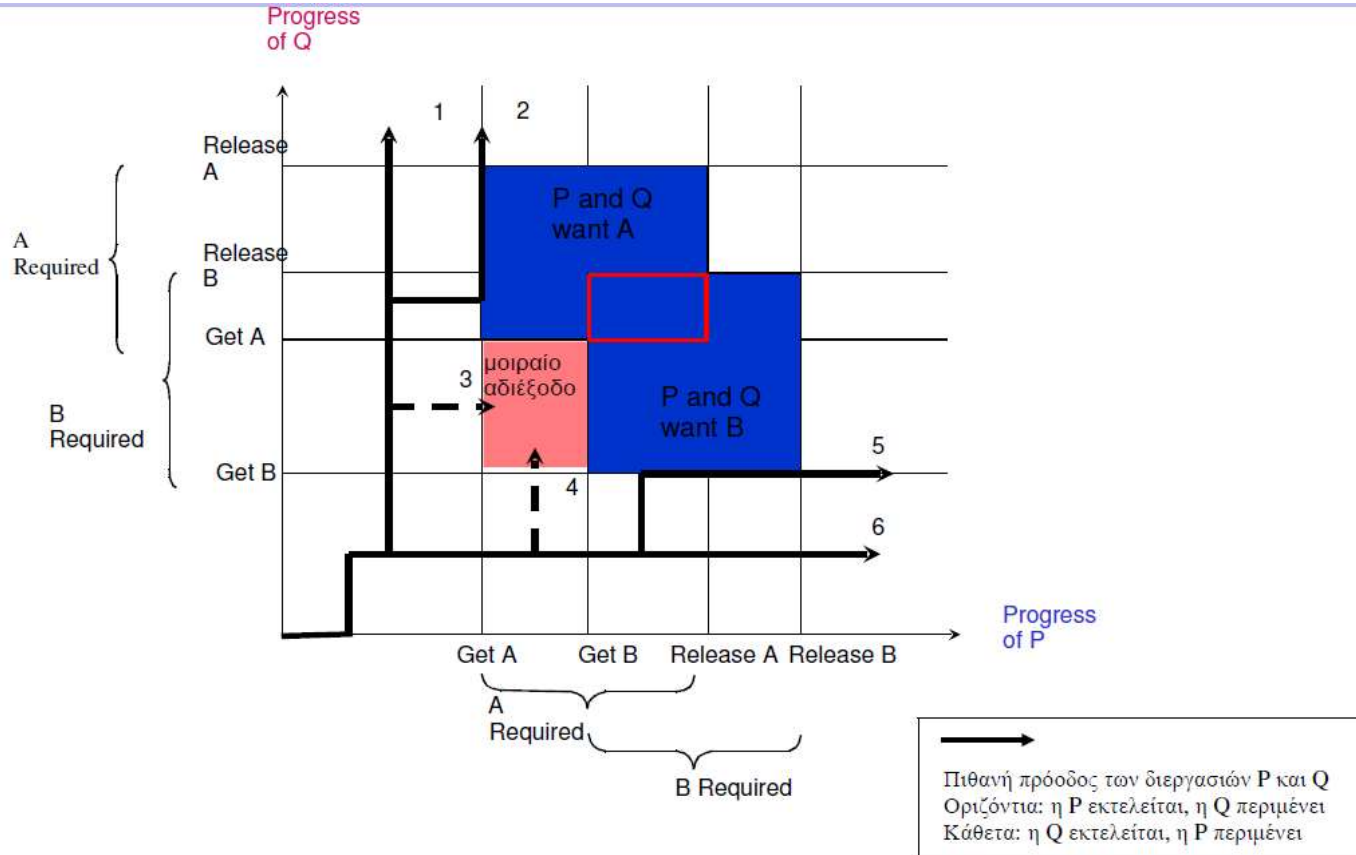


Κατάσταση αδιεξόδου



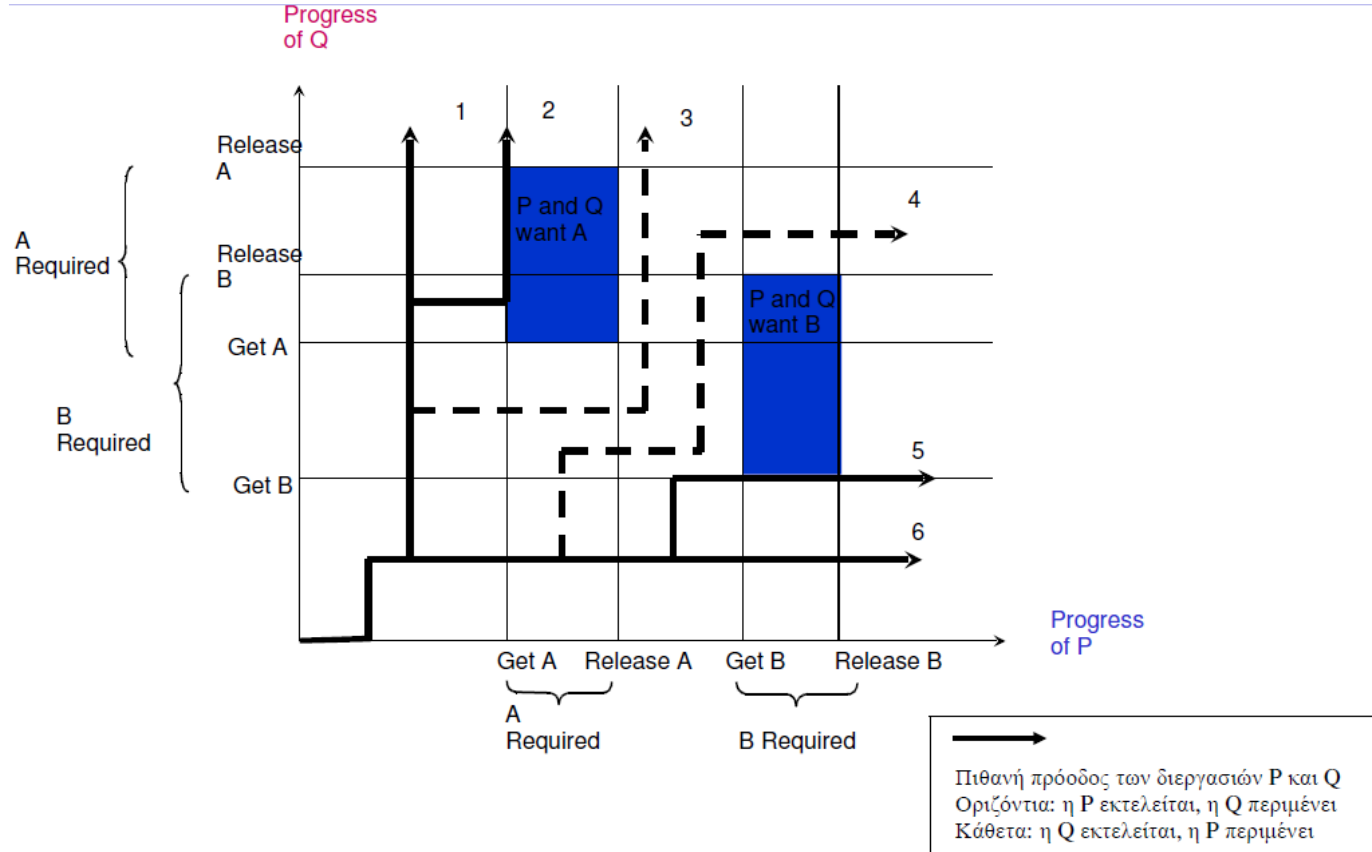


Παράδειγμα αδιεξόδου





Παράδειγμα χωρίς αδιέξοδο





Επαναχρησιμοποιήσιμοι Πόροι

- Χρησιμοποιούνται με ασφάλεια από μια διεργασία σε κάθε χρονική στιγμή και δεν εξαντλούνται από αυτή τη χρήση.
- Οι διεργασίες αποκτούν πόρους που θα απελευθερώσουν στη συνέχεια ώστε να χρησιμοποιηθούν από άλλες διεργασίες.
- Τέτοιοι πόροι είναι: επεξεργαστές, I/O κανάλια, κύρια και δευτερεύουσα μνήμη, αρχεία, βάσεις δεδομένων, και σηματοφόροι.
- Το αδιέξοδο προκύπτει όταν μια διεργασία δεσμεύει ένα πόρο και απαιτεί έναν άλλο.



Παράδειγμα αδιεξόδου (1)

- Θεωρείστε τη σειρά εκτέλεσης: $p_0 p_1 q_0 q_1 p_2 q_2$

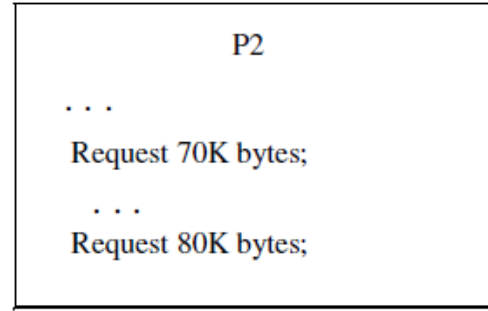
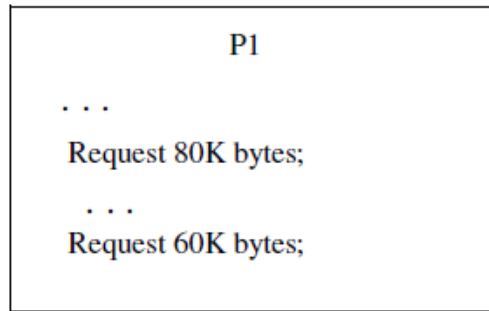
Process P		Process Q	
Step	Action	Step	Action
p_0	Request (D)	q_0	Request (T)
p_1	Lock (D)	q_1	Lock (T)
p_2	Request (T)	q_2	Request (D)
p_3	Lock (T)	q_3	Lock (D)
p_4	Perform function	q_4	Perform function
p_5	Unlock (D)	q_5	Unlock (T)
p_6	Unlock (T)	q_6	Unlock (D)

- Η αιτία αδιεξόδων αυτού του είδους είναι συχνά η πολύπλοκη λογική των προγραμμάτων.
- Μια στρατηγική αντιμετώπισης είναι η επιβολή περιορισμών που να αφορούν τη σειρά με την οποία ζητούνται οι πόροι.



Παράδειγμα αδιεξόδου (2)

- Ο διαθέσιμος χώρος για κατανομή στην κύρια μνήμη είναι 200Kbytes, και πραγματοποιείται η παρακάτω σειρά αιτημάτων



- Το αδιέξοδο προκύπτει αν και οι δύο διεργασίες προχωρήσουν στο δεύτερο αίτημά τους
- Η μνήμη είναι προεκχωρούμενος πόρος και το αδιέξοδο επιλύεται εύκολα (Πώς?)



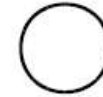
Καταναλώσιμοι πόροι

- Δημιουργούνται (παράγονται) και καταστρέφονται (καταναλώνονται) από μια διεργασία
- Όταν ένας πόρος δεσμεύεται από μια διεργασία παύει να υπάρχει.
- Τέτοιοι πόροι: διακοπές (Interrupts), σήματα (signals), μηνύματα και πληροφορίες σε ενταμιευτές (buffers) I/O
- Το αδιέξοδο μπορεί να συμβεί αν ένα μήνυμα που αποστέλλεται από μια διεργασία δεν παραλαμβάνεται από την άλλη
- Σπάνιος συνδυασμός γεγονότων μπορεί να οδηγήσει σε αδιέξοδο



2. Γράφοι εκχώρησης πόρων

- Διεργασία

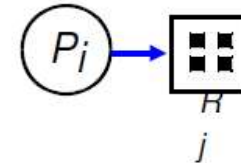


- Τύπος Πόρου με 4 στιγμιότυπα

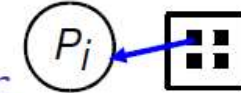


Σειρά
χρήσης
πόρου μιας
διεργασίας

- P_i απαιτεί ένα στιγμιότυπο του R_j
Ακμή απαίτησης



- P_i δεσμεύει ένα στιγμιότυπο του R_j



Ακμή εκχώρησης

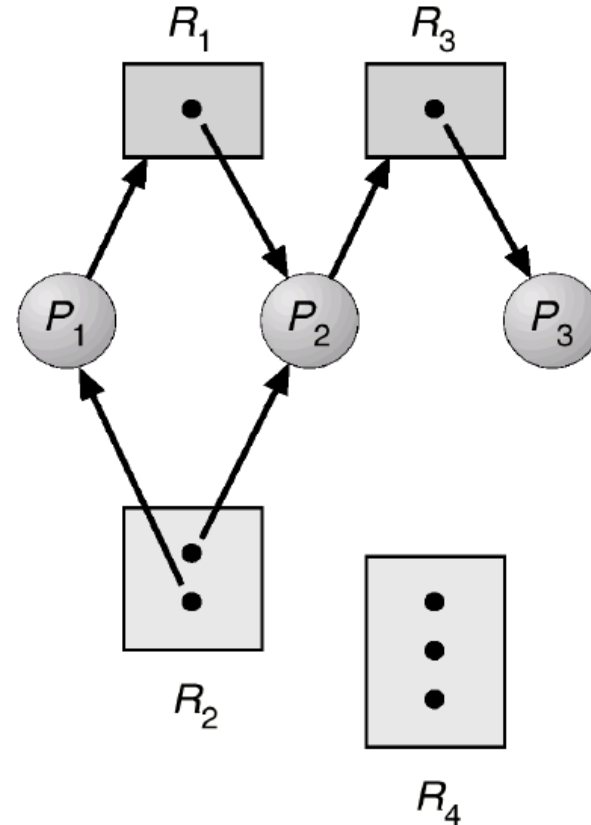
- P_i απελευθερώνει ένα στιγμιότυπο του R_j





Παράδειγμα γράφου εκχώρησης πόρων

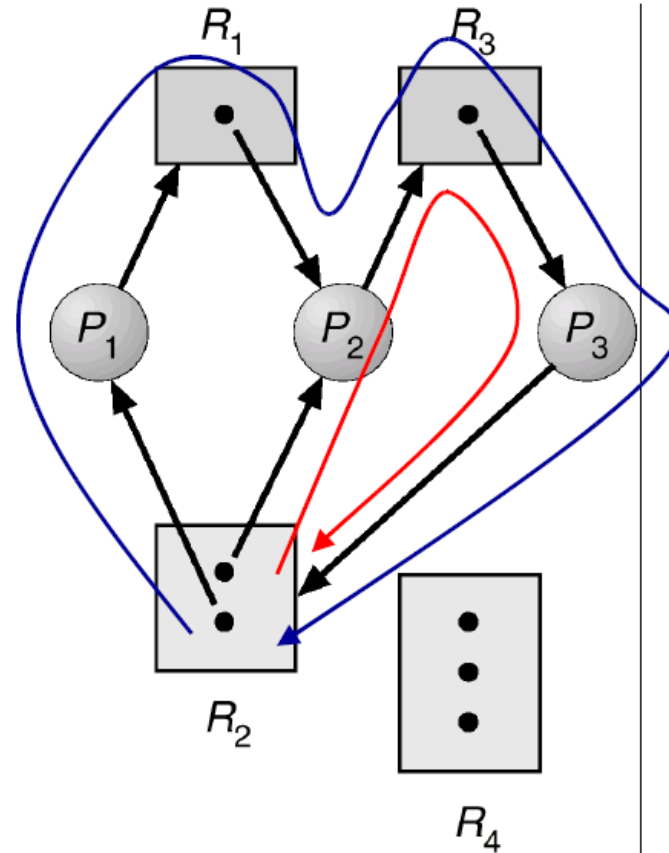
- Μπορεί να συμβεί αδιέξοδο;





Παράδειγμα γράφου με αδιέξοδο

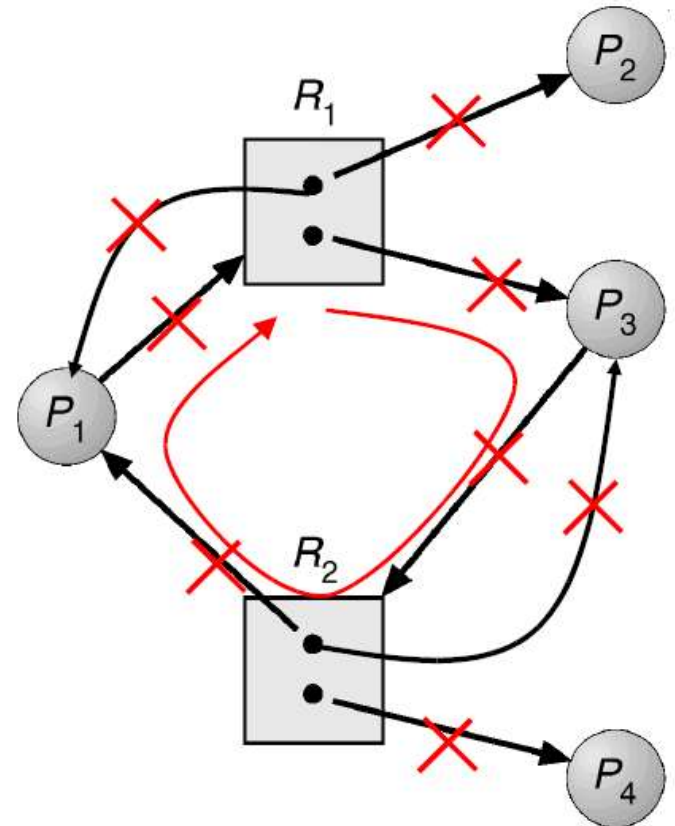
- Υπάρχουν δύο κύκλοι





Παράδειγμα γράφου εκχώρησης πόρου με κύκλο αλλά χωρίς αδιέξοδο

- Αν ο γράφος δεν περιέχει κύκλους * δεν υπάρχει αδιέξοδο
- Αν ο γράφος περιέχει ένα κύκλο *
 - Αν υπάρχει μόνον ένα στιγμιότυπο ανά τύπο πόρου, τότε υπάρχει αδιέξοδο.
 - Αν υπάρχουν αρκετά στιγμιότυπα ανά τύπο πόρου, τότε υπάρχει πιθανότητα να συμβεί αδιέξοδο.





Γράφοι εκχώρησης και αδιέξοδο

- Αν ο γράφος δεν περιέχει κύκλους
 - δεν υπάρχει αδιέξοδο
- Αν ο γράφος περιέχει ένα κύκλο
 - Αν υπάρχει μόνον ένα στιγμιότυπο ανά τύπο πόρου, τότε υπάρχει αδιέξοδο.
 - Αν υπάρχουν αρκετά στιγμιότυπα ανά τύπο πόρου, τότε υπάρχει πιθανότητα να συμβεί αδιέξοδο.



Άσκηση 1

- Να σχεδιάσετε ένα γράφο εκχώρησης πόρων για τα παρακάτω:
 - Η διεργασία P1 απαιτεί τον πόρο R1
 - Η διεργασία P2 απαιτεί τον πόρο R3
 - Ο πόρος R1 εκχωρείται στη διεργασία P2
 - Ο πόρος R2 εκχωρείται στη διεργασία P1
 - Ο πόρος R3 εκχωρείται στη διεργασία P1
- Υπάρχει αδιέξοδο;



Άσκηση 2

- Ένα σύστημα διαθέτει 6 όμοια tape drives και n σε πλήθος διεργασίες που ανταγωνίζονται για τη χρήση τους. Κάθε διεργασία μπορεί να απαιτήσει 2 tape drives.
- Για ποια τιμή του n το σύστημα είναι απαλλαγμένο από αδιέξοδα;

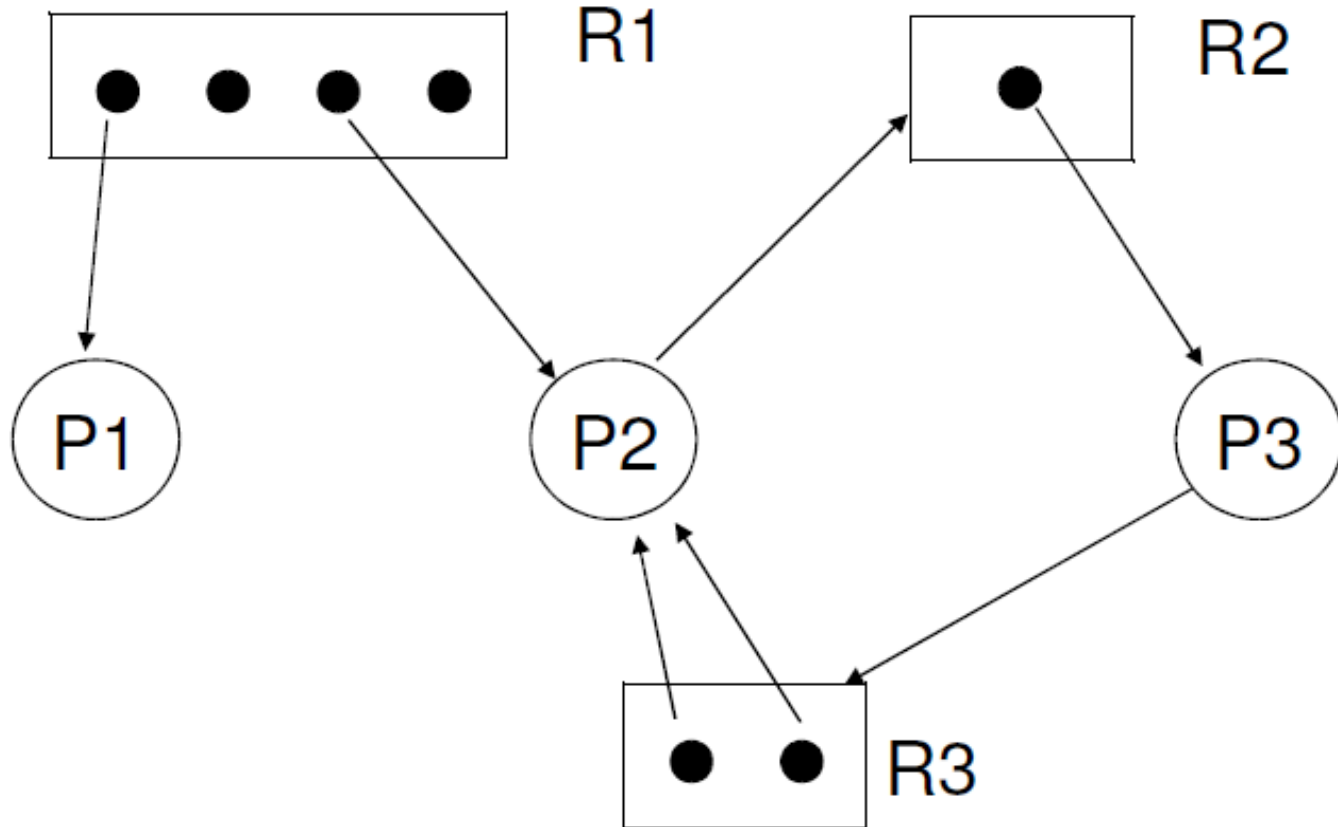


3. Συνθήκες αδιεξόδου

- Το αδιέξοδο συμβαίνει όταν ισχύουν όλα τα παρακάτω (συνθήκες αδιεξόδου):
 - Αμοιβαίος αποκλεισμός: οι εκχωρούμενοι πόροι είναι στην αποκλειστική κυριότητα της διεργασίας. Κάθε πόρος εκχωρείται σε μία διεργασία ή είναι διαθέσιμος.
 - Κατοχή και αναμονή: Η διεργασία μπορεί να δεσμεύει έναν πόρο ενώ περιμένει έναν άλλο. Η διεργασία μπορεί να έχει δεσμεύσει πόρους και στη συνέχεια να ζητήσει και άλλους.
 - Μη προεκχώρηση: Κανένας πόρος δεν μπορεί να αποσπασθεί δια της βίας από τη διεργασία που την κατέχει.
 - Κυκλική αναμονή: Ύπαρξη μιας κλειστής αλυσίδας διεργασιών 2 ή ²⁵ περισσότερων διεργασιών. Κάθε μία αναμένει ένα πόρο που κατέχεται από το επόμενο μέλος της αλυσίδας.

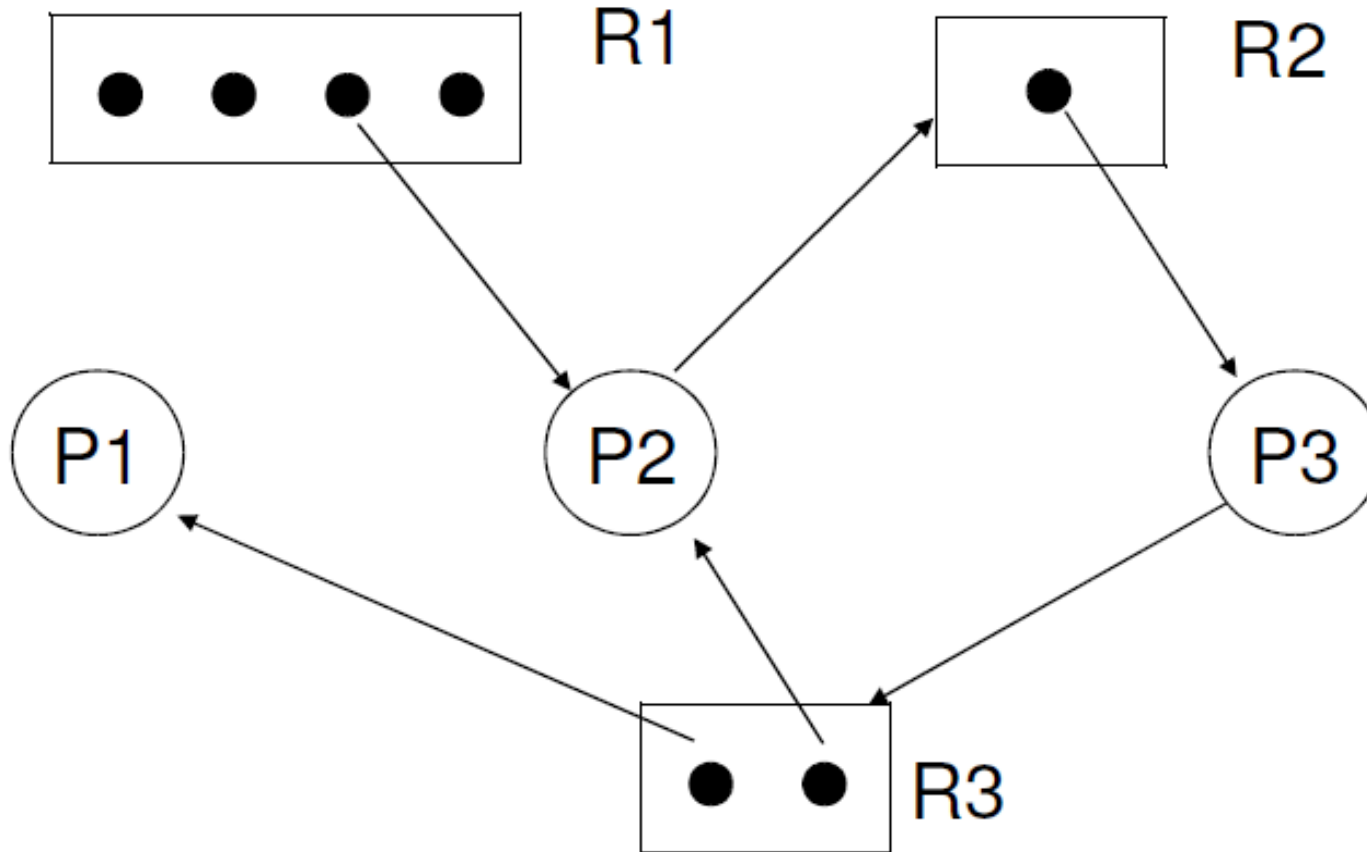


Παράδειγμα κυκλικής αναμονής





Παράδειγμα χωρίς κυκλική αναμονή





4. Προσεγγίσεις αδιεξόδου

- Το αδιέξοδο είναι μια γενική κατάσταση
- Δεν υπάρχει μια ενιαία στρατηγική αντιμετώπισης κάθε είδους αδιεξόδου.
- Απαιτεί την ανάλυση όλων των διεργασιών που χρειάζονται πόρους.
- Δεν μπορεί να ληφθεί μια τοπική απόφαση που θα στηρίζεται στις ανάγκες μιας διεργασίας
- Υπάρχουν 4 προσεγγίσεις αδιεξόδου:



Προσεγγίσεις αδιεξόδου

1. Πρόληψη (Prevention): Δεν επιτρέπεται ποτέ να συμβεί αδιέξοδο
2. Αποφυγή (Avoidance): Το σύστημα λαμβάνει απόφαση για να αποτρέψει μελλοντική κατάσταση αδιεξόδου
3. Ανίχνευση (Detection) & Επαναφορά (Recovery) : έλεγχος για αδιέξοδο (περιοδικά ή σποραδικά), στη συνέχεια επαναφορά
4. Χειροκίνητη μεσολάβηση: Ο χειριστής κάνει επανεκκίνηση του συστήματος, αν φαίνεται υπερβολικά αργό.



4.1. Πρόληψη αδιεξόδου

- Σχεδιασμός του συστήματος έτσι ώστε να παραβιάζει μία από τις 4 αναγκαίες συνθήκες για την εμφάνιση αδιεξόδου.
 - Αμοιβαίος αποκλεισμός
 - Κατοχή και αναμονή
 - Μη προεκχώρηση
 - Κυκλική αναμονή



Αμοιβαίος αποκλεισμός

- Μόνον μια διεργασία τη φορά μπορεί να χρησιμοποιεί ένα πόρο
- Λύση
 - Εξασφάλισε ότι όσο το δυνατόν λιγότερες διεργασίες πρόκειται να διεκδικήσουν τον πόρο στην πράξη
 - Παράδειγμα: εκτυπωτής – μόνον ο printer daemon μπορεί να χρησιμοποιεί τον πόρο (χρήση παροχέτευσης, κίνδυνος αδιεξόδου στην παροχέτευση)
 - Δεν μπορούν όλες οι συσκευές να λειτουργήσουν παρόμοια₁



Κατοχή και αναμονή (Hold-and-wait)

- Μια διεργασία μπορεί να κατέχει πόρους καθώς αναμένει την εκχώρηση κάποιων άλλων πόρων
- Λύση
 - Μια διεργασία απαιτεί όλους τους πόρους πριν ξεκινήσει (άρα δεν θα περιμένει ποτέ στη συνέχεια). Αν δεν είναι διαθέσιμοι αναμένει
 - Εναλλακτικά, αν ζητηθούν επιπλέον πόροι πρέπει πρώτα να αποδεσμευθούν οι ήδη δεσμευμένοι και να γίνει προσπάθεια δέσμευσης όλων των πόρων εξ αρχής
- Προβλήματα
 - Δεν είναι γνωστές οι απαιτήσεις πόρων κατά την έναρξη της διεργασίας
 - Παρατεταμένη στέρηση
 - Δεσμεύονται πόροι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από άλλες διεργασίες



Μη προεκχώρηση (No preemption)

- Κανένας πόρος δεν μπορεί να αποσπασθεί δια της βίας από τη διεργασία που τον κατέχει.
- Λύση
 - Αφαιρούμε προσωρινά έναν πόρο από τη διεργασία που τον κατέχει και τον παραχωρούμε σε κάποια άλλη διεργασία
 - Εφαρμόζεται σε πόρους η κατάσταση των οποίων μπορεί να αποθηκευθεί και αργότερα να γίνει επαναφορά, όπως : καταχωρητές της CPU και χώρος μνήμης
 - Δεν είναι μια βιώσιμη επιλογή για την πλειονότητα των πόρων
- Παράδειγμα
 - Η διακοπή μιας εγγραφής CD δημιουργεί ένα σημαντικό κόστος
 - Ο οδηγός συσκευής του CD-R απαγορεύει μια δεύτερη λειτουργία open()



Βιβλιογραφία

Λειτουργικά Συστήματα, 8η Έκδοση, Stallings William

Λειτουργικά Συστήματα 9η Εκδ., Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δημήτριος Λιαροκάπης.
Λειτουργικά Συστήματα.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP116/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Τέλος Ενότητας

Αδιέξοδο_{1/2}



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

