**3η Σειρά Ασκήσεων**

Ιωάννης Τσαντήλας

03120883

**Άσκηση 1**

***Ερώτημα 1***

Αρχικά θα υπολογίσουμε τον χρόνο μετάδοσης των τριών ρευμάτων:

Δημιουργούμε τον κάτωθι πίνακα με τους χρόνους ολοκλήρωσης Τολ = Τέναρξης + Τi και καθυστέρησης, Τολ – Τάφιξης.

**First In First Out**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Σειρά Αναχώρησης | Πακέτο (i,j) | Ολοκλήρωση (msec) | Καθυστέρηση (msec) |
| 1. | (3,1) – 0.1 | 0.356 | 0.256 |
| 2. | (3,2) – 0.2 | 0.612 | 0.412 |
| 3. | (2,1) – 0.2 | 0.932 | 0.732 |
| 4. | (3,3) – 0.25 | 1.188 | 0.938 |
| 5. | (1,1) – 0.3 | 1.348 | 1.048 |
| 6. | (2,2) – 0.4 | 1.668 | 1.268 |
| 7. | (2,3) – 0.5 | 1.988 | 1.488 |
| 8. | (1,2) – 0.6 | 2.148 | 1.548 |
| 9. | (1,3) – 0.7 | 2.308 | 1.608 |
| 10. | (1,4) – 1 | 2.468 | 1.468 |
| 11. | (1,5) – 1.4 | 2.628 | 1.228 |
| 12. | (2,4) – 2.1 | 2.948 | 0.848 |
| 13. | (1,6) – 2.1 | 3.108 | 1.008 |
| 14. | (1,7) – 2.2 | 3.268 | 1.068 |
| 15. | (2,5) – 2.2 | 3.588 | 1.388 |
| 16. | (2,6) – 2.3 | 3.908 | 1.608 |
| 17. | (1,8) – 3 | 4.068 | 1.068 |
| 18. | (3,4) – 3.1 | 4.324 | 1.224 |
| 19. | (3,5) – 3.2 | 4.58 | 1.38 |
| 20. | (3,6) – 3.3 | 4.836 | 1.536 |
| 21. | (3,7) – 4.1 | 5.092 | 0.992 |
| 22. | (3,8) – 4.2 | 5.348 | 1.148 |
| 23. | (3,9) – 4.3 | 5.604 | 1.304 |
| 24. | (1,9) – 5.1 | 5.764 | 0.664 |
| 25. | (2,7) – 5.1 | 6.084 | 0.984 |
| 26. | (2,8) – 5.2 | 6.404 | 1.204 |
| 27. | (2,9) – 5.3 | 6.724 | 1.424 |
| 28. | (3,10) – 6 | 6.98 | 0.98 |
| 29. | (1,10) – 6.2 | 7.14 | 0.94 |
| 30. | (1,11) - 7 | 7.3 | 0.3 |
| 31. | (1,12) – 7.1 | 7.46 | 0.36 |
| 32. | (2,10) – 7.2 | 7.78 | 0.58 |
| 33. | (2,11) – 7.3 | 8.1 | 0.8 |
| 34. | (2,12) – 7.4 | 8.42 | 1.02 |
| 35. | (2,13) – 7.5 | 8.74 | 1.24 |
| 36. | (1,13) – 8.5 | 8.9 | 0.4 |
| 37. | (3,11) – 9.1 | 9.356 | 0.256 |
| 38. | (3,12) – 9.2 | 9.612 | 0.412 |
| 39. | (3,13) – 9.3 | 9.868 | 0.568 |
| 40. | (3,14) – 9.5 | 10.124 | 0.624 |

* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 1** είναι 12.708 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.97753 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 2** είναι 14.584 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 1.12184 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 3** είναι 12.03 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.85928 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση και για τα τρία ρεύματα** είναι 39.322 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.98305 msec.

***Ερώτημα 2***

**Fair Queueing**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Σειρά Αναχώρησης | Πακέτο (i,j) | Ολοκλήρωση (msec) | Καθυστέρηση (msec) |
| 1. | (3,1) – 0.1 | 0.356 | 0.256 |
| 2. | (2,1) – 0.2 | 0.676 | 0.476 |
| 3. | (1,1) – 0.3 | 0.836 | 0.536 |
| 4. | (3,2) – 0.2 | 1.092 | 0.892 |
| 5. | (2,2) – 0.4 | 1.412 | 1.012 |
| 6. | (1,2) – 0.6 | 1.572 | 0.972 |
| 7. | (3,3) – 0.25 | 1.828 | 1.578 |
| 8. | (2,3) – 0.5 | 2.148 | 1.648 |
| 9. | (1,3) – 0.7 | 2.308 | 1.608 |
| 10. | (3,4) – 3.1 | 3.356 | 0.256 |
| 11. | (2,4) – 2.1 | 3.676 | 1.576 |
| 12. | (1,4) – 1 | 3.836 | 2.836 |
| 13. | (3,5) – 3.2 | 4.092 | 0.892 |
| 14. | (2,5) – 2.2 | 4.412 | 2.212 |
| 15. | (1,5) – 1.4 | 4.572 | 3.172 |
| 16. | (3,6) – 3.3 | 4.828 | 1.528 |
| 17. | (2,6) – 2.3 | 5.148 | 2.848 |
| 18. | (1,6) – 2.1 | 5.308 | 3.208 |
| 19. | (3,7) – 4.1 | 5.564 | 1.464 |
| 20. | (2,7) – 5.1 | 5.884 | 0.784 |
| 21. | (1,7) – 2.2 | 6.044 | 3.844 |
| 22. | (3,8) – 4.2 | 6.3 | 2.1 |
| 23. | (2,8) – 5.2 | 6.62 | 2.42 |
| 24. | (1,8) – 3 | 6.78 | 3.78 |
| 25. | (3,9) – 4.3 | 7.036 | 2.736 |
| 26. | (2,9) – 5.3 | 7.356 | 2.056 |
| 27. | (1,9) – 5.1 | 7.516 | 2.416 |
| 28. | (3,10) – 6 | 7.772 | 1.772 |
| 29. | (2,10) – 7.2 | 8.092 | 0.892 |
| 30. | (1,10) – 6.2 | 8.252 | 2.052 |
| 31. | (3,11) – 9.1 | 9.356 | 0.256 |
| 32. | (2,11) – 7.3 | 9.676 | 2.376 |
| 33. | (1,11) – 7 | 9.836 | 2.836 |
| 34. | (3,12) – 9.2 | 10.092 | 0.892 |
| 35. | (2,12) – 7.4 | 10.412 | 3.012 |
| 36. | (1,12) – 7.1 | 10.572 | 3.472 |
| 37. | (3,13) – 9.3 | 10.828 | 1.528 |
| 38. | (2,13) – 7.5 | 11.148 | 3.648 |
| 39. | (1,13) – 8.5 | 11.308 | 2.808 |
| 40. | (3,14) – 9.5 | 11.564 | 2.064 |

* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 1** είναι 33.54 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 2.58 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 2** είναι 24.96 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 1.92 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 3** είναι 18.214 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 1.301 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση και για τα τρία ρεύματα** είναι 76.714 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 1.91785 msec.

***Ερώτημα 3***

**Weighted Fair Queueing**

Ο χρόνος ολοκλήρωσης για ένα πακέτο (i,j) είναι:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Πακέτο (i,j) | Ολοκλήρωση (msec) | Σειρά Άφιξης |
| (3,1) – 0.1 | 0.228 | 1 |
| (3,2) – 0.2 | 0.356 | 2 |
| (2,1) – 0.2 | 0.52 | 5 |
| (3,3) – 0.25 | 0.484 | 4 |
| (1,1) – 0.3 | 0.46 | 3 |
| (2,2) – 0.4 | 0.84 | 7 |
| (2,3) – 0.5 | 1.16 | 9 |
| (1,2) – 0.6 | 0.76 | 6 |
| (1,3) – 0.7 | 0.92 | 8 |
| (1,4) – 1 | 1.16 | 10 |
| (1,5) – 1.4 | 1.56 | 11 |
| (2,4) – 2.1 | 2.42 | 13 |
| (1,6) – 2.1 | 2.26 | 12 |
| (1,7) – 2.2 | 2.42 | 14 |
| (2,5) – 2.2 | 2.74 | 15 |
| (2,6) – 2.3 | 3.06 | 16 |
| (1,8) – 3 | 3.16 | 17 |
| (3,4) – 3.1 | 3.228 | 18 |
| (3,5) – 3.2 | 3.356 | 19 |
| (3,6) – 3.3 | 3.484 | 20 |
| (3,7) – 4.1 | 4.228 | 21 |
| (3,8) – 4.2 | 4.356 | 22 |
| (3,9) – 4.3 | 4.484 | 23 |
| (1,9) – 5.1 | 5.26 | 24 |
| (2,7) – 5.1 | 5.42 | 25 |
| (2,8) – 5.2 | 5.74 | 26 |
| (2,9) – 5.3 | 6.06 | 27 |
| (3,10) – 6 | 6.128 | 28 |
| (1,10) – 6.2 | 6.328 | 29 |
| (1,11) - 7 | 7.16 | 30 |
| (1,12) – 7.1 | 7.32 | 31 |
| (2,10) – 7.2 | 7.52 | 32 |
| (2,11) – 7.3 | 7.84 | 33 |
| (2,12) – 7.4 | 8.16 | 34 |
| (2,13) – 7.5 | 8.48 | 35 |
| (1,13) – 8.5 | 8.66 | 36 |
| (3,11) – 9.1 | 9.228 | 37 |
| (3,12) – 9.2 | 9.356 | 38 |
| (3,13) – 9.3 | 9.484 | 39 |
| (3,14) – 9.5 | 9.628 | 40 |

Δημιουργούμε τον νέο πίνακα με τη νέα σειρά αναχώρησης:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Σειρά Αναχώρησης | Πακέτο (i,j) | Ολοκλήρωση (msec) | Καθυστέρηση (msec) |
| 1. | (3,1) – 0.1 | 0.356 | 0.256 |
| 2. | (3,2) – 0.2 | 0.612 | 0.412 |
| 3. | (1,1) – 0.3 | 0.772 | 0.372 |
| 4. | (3,3) – 0.25 | 1.028 | 0.778 |
| 5. | (2,1) – 0.2 | 1.348 | 1.248 |
| 6. | (1,2) – 0.6 | 1.508 | 1.108 |
| 7. | (2,2) – 0.4 | 1.828 | 1.428 |
| 8. | (1,3) – 0.7 | 1.988 | 1.288 |
| 9. | (2,3) – 0.5 | 2.308 | 1.808 |
| 10. | (1,4) - 1 | 2.468 | 1.468 |
| 11. | (1,5) – 1.4 | 2.628 | 1.228 |
| 12. | (1,6) – 2.1 | 2.788 | 0.688 |
| 13. | (2,4) – 2.1 | 3.108 | 1.008 |
| 14. | (1,7) – 2.2 | 3.268 | 1.068 |
| 15. | (2,5) – 2.2 | 3.588 | 1.388 |
| 16. | (2,6) – 2.3 | 3.908 | 1.608 |
| 17. | (1,8) – 3 | 4.068 | 1.068 |
| 18. | (3,4) – 3.1 | 4.324 | 1.224 |
| 19. | (3,5) – 3.2 | 4.58 | 1.38 |
| 20. | (3,6) – 3.3 | 4.836 | 1.536 |
| 21. | (3,7) – 4.1 | 5.092 | 0.992 |
| 22. | (3,8) – 4.2 | 5.348 | 1.148 |
| 23. | (3,9) – 4.3 | 5.604 | 1.304 |
| 24. | (1,9) – 5.1 | 5.764 | 0.664 |
| 25. | (2,7) – 5.1 | 6.084 | 0.984 |
| 26. | (2,8) – 5.2 | 6.404 | 1.204 |
| 27. | (2,9) – 5.3 | 6.724 | 1.424 |
| 28. | (3,10) – 6 | 6.98 | 0.98 |
| 29. | (1,10) – 6.2 | 7.14 | 0.94 |
| 30. | (1,11) - 7 | 7.3 | 0.3 |
| 31. | (1,12) – 7.1 | 7.46 | 0.36 |
| 32. | (2,10) – 7.2 | 7.78 | 0.58 |
| 33. | (2,11) – 7.3 | 8.1 | 0.8 |
| 34. | (2,12) – 7.4 | 8.42 | 1.02 |
| 35. | (2,13) – 7.5 | 8.74 | 1.24 |
| 36. | (1,13) – 8.5 | 8.9 | 0.4 |
| 37. | (3,11) – 9.1 | 9.356 | 0.256 |
| 38. | (3,12) – 9.2 | 9.612 | 0.412 |
| 39. | (3,13) – 9.3 | 9.868 | 0.568 |
| 40. | (3,14) – 9.5 | 10.124 | 0.624 |

* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 1** είναι 10.952 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.84246 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 2** είναι 15.74 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 1.21076 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση για το ρεύμα 3** είναι 11.87 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.84785 msec.
* Η **συνολική καθυστέρηση και για τα τρία ρεύματα** είναι 38,562 msec, δηλαδή η μέση καθυστέρηση είναι 0.96405 msec.

Ο συνολικός πίνακας είναι:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Κ1 (msec) | Κ2 (msec) | Κ3 (msec) | Kολ (msec) |
| FIFO | 0.97753 | 1.12184 | 0.85928 | 0.98305 |
| FQ | 2.58 | 1.92 | 1.301 | 1.91785 |
| WFQ | 0.84246 | 1.21076 | 0.84785 | 0.96405 |

**Άσκηση 2**

***Ερώτημα 1***

Ο ρυθμός αφίξεων *λ*:

Ο ρυθμός αναχωρήσεων *μ*:

Δηλαδή η μέση συνολική καθυστέρηση *d*:

***Ερώτημα 2***

Ο ρυθμός αφίξεων *λ* είναι ίδιος (4000 πακέτα/sec). Ο ρυθμός αναχωρήσεων *μ:*

Επιπλέον:

Δηλαδή η μέση συνολική καθυστέρηση *d*:

***Ερώτημα 3***

Παραθέτουμε έναν πίνακα με όλες τις μέσες καθυστερήσεις προκειμένου να γίνει η σύγκριση:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | FIFO | WQ | FWQ | Μ/Μ/1 | Μ/D/1 |
| Μέση Καθυστέρηση (msec) | 0.98305 | 1.91785 | 0.96405 | 13.9545 | 6.694 |

Παρατηρούμε πως και τα δύο αποτελέσματα της θεωρίας αναμονής είναι πολύ μεγαλύτερα από αυτά που υπολογίστηκαν με τα διαφορετικά μοντέλα ουράς. Ωστόσο, όπως περιμέναμε, η FWQ είναι πιο γρήγορη (κατά 0.017 msec από την FIFO) από τα τρία μοντέλα ουράς.