

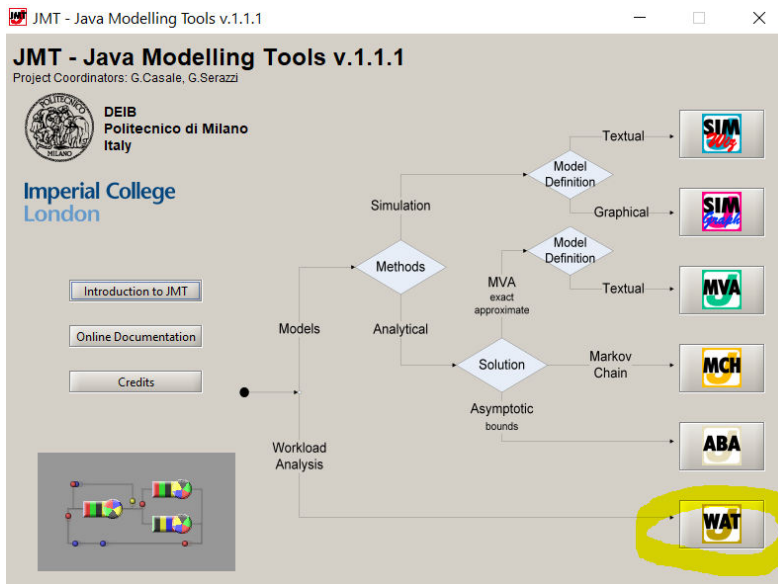
ΕΠΙΔΟΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στυλιανός Κανδυλάκης 03117088 , Χαρίτων Χαριτωνίδης 03116694
1η σειρά ασκήσεων

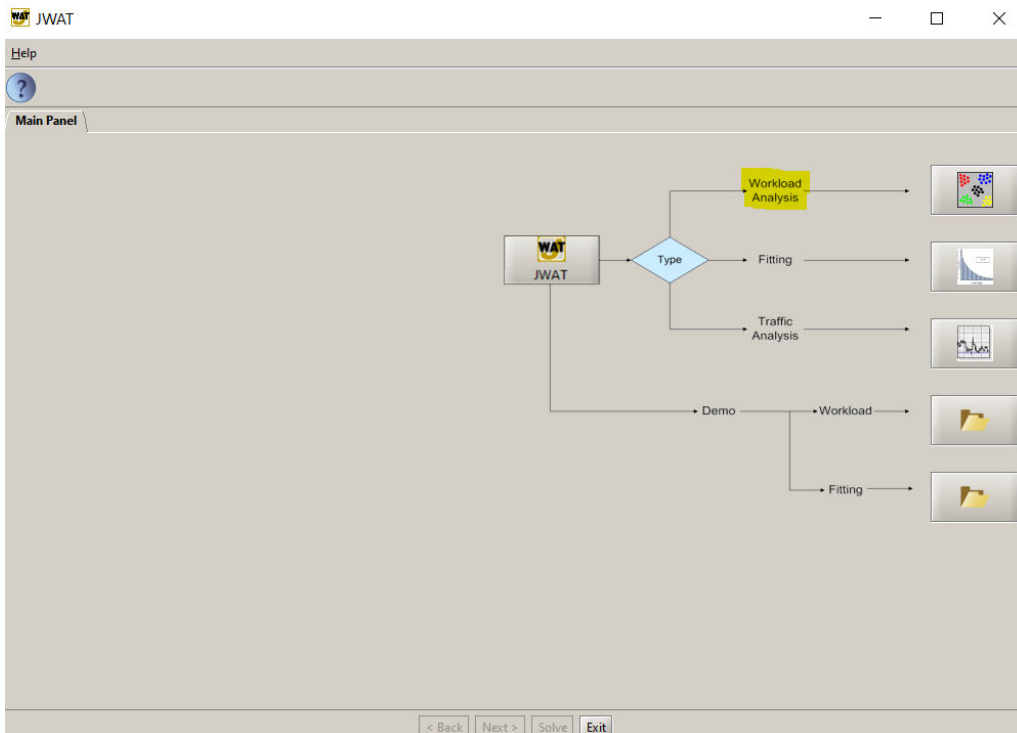
ΘΕΜΑ 1

Α.Χαρακτηρισμός Φορτίου

Πατάω στο JWAT.



Και μετά workload analysis.



Φορτώνω τα αρχεία

Select	Name	Type	Comment	Sep.	Perl5 Reg. Exp.	Def.	Rep.
<input checked="" type="checkbox"/>	WebCPU Averag...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Averag...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Total N...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Average ...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Total Nu...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Average ...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Total Nu...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X
<input checked="" type="checkbox"/>	Outgoing Link S...	Num...		*	([+-])?\d+([.])\d...		X

Επιλέγω μέθοδο ομαδοποίησης

Clustering

Select clustering algorithm, set options and press solve

Clustering

- k-Means
- Fuzzy k-Means

Variables

- WebCPU Average Service Time
- WebDisk Average Service Time
- WebDisk Total Number of Visits
- DbCPU Average Service Time
- DbCPU Total Number of Visits
- DbDisk Average Service Time
- DbDisk Total Number of Visits
- Outgoing Link Service Time

Clustering options

k-Means Clustering

Specify maximum number of clusters and maximum number of iterations that the algorithm has to perform

number of clusters: 5

number of iterations: 50

Transformations

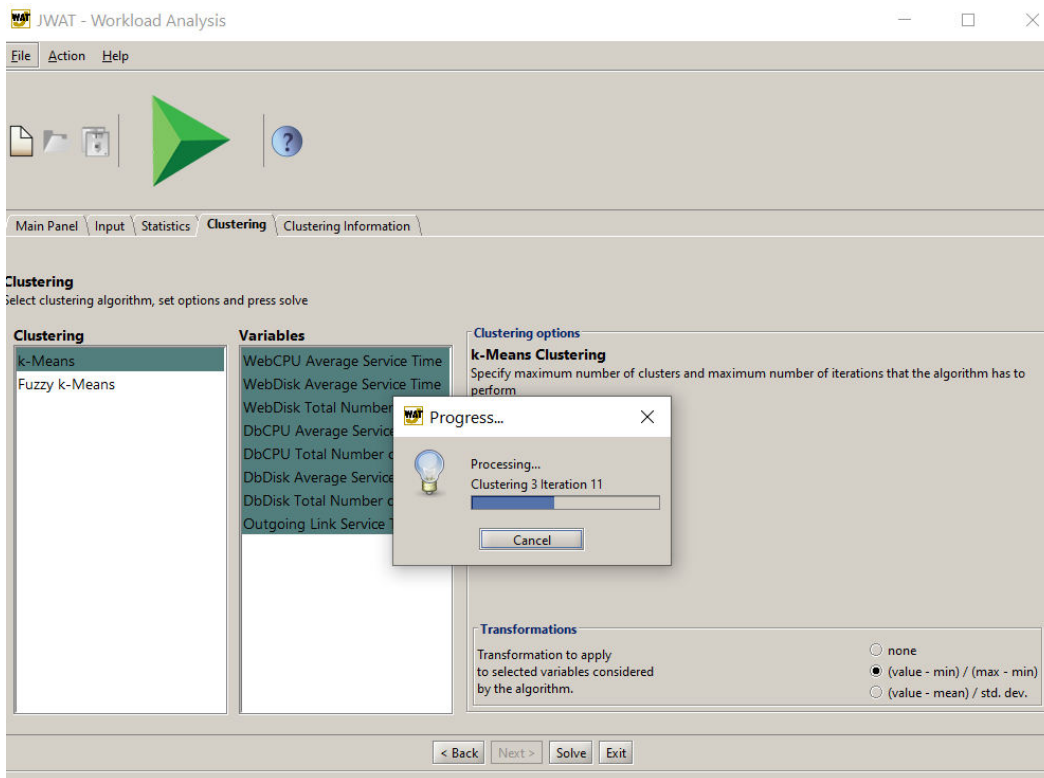
Transformation to apply to selected variables considered by the algorithm.

☐ none

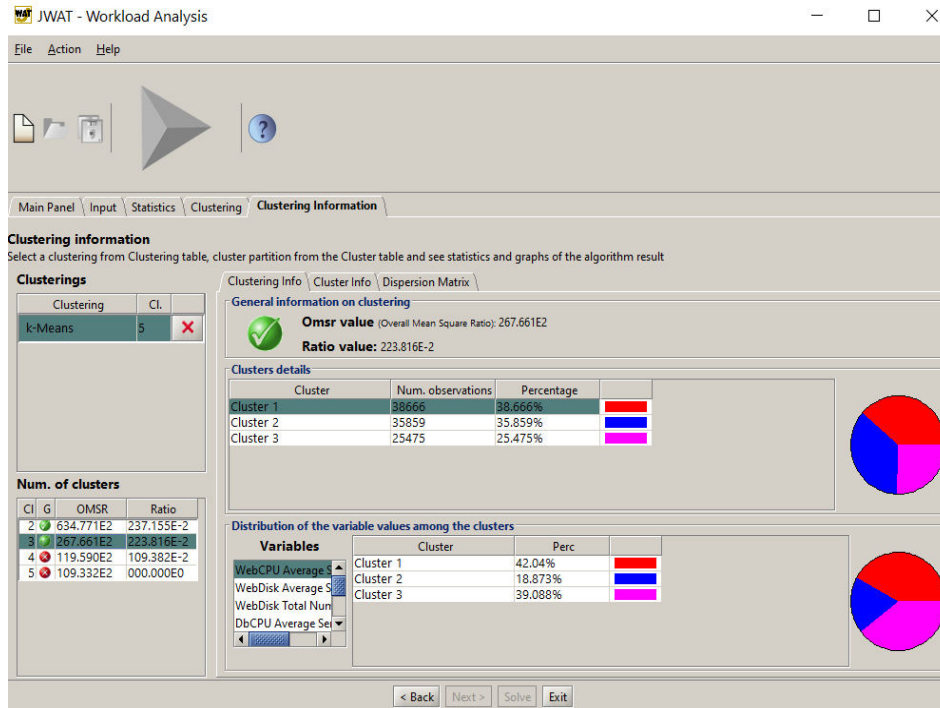
☒ (value - min) / (max - min)

☐ (value - mean) / std. dev.

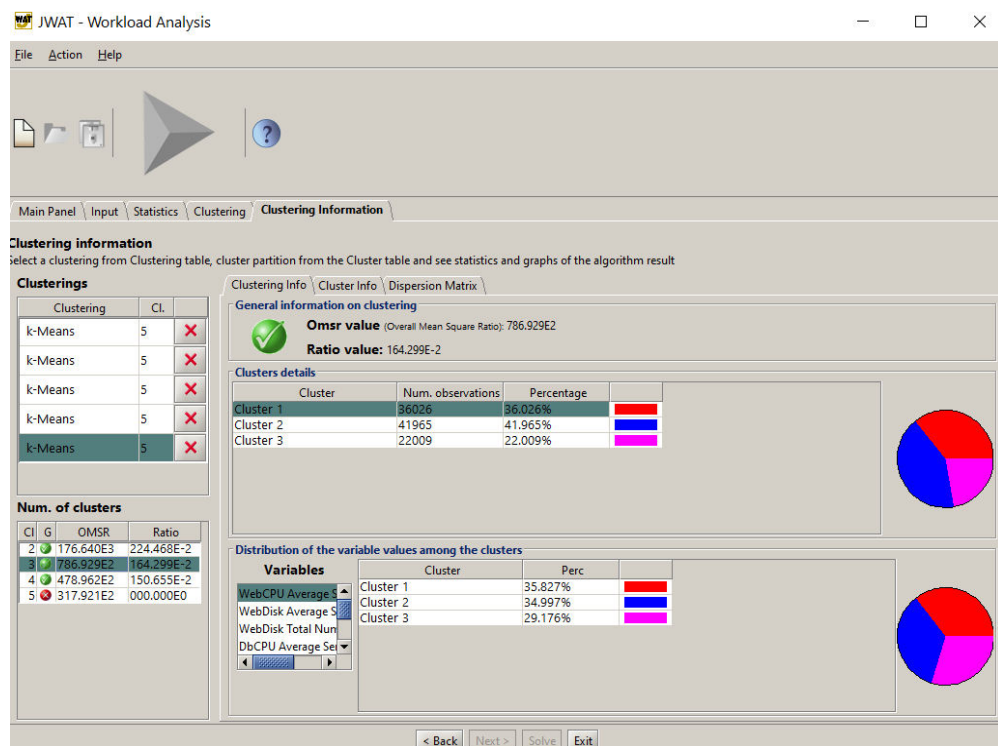
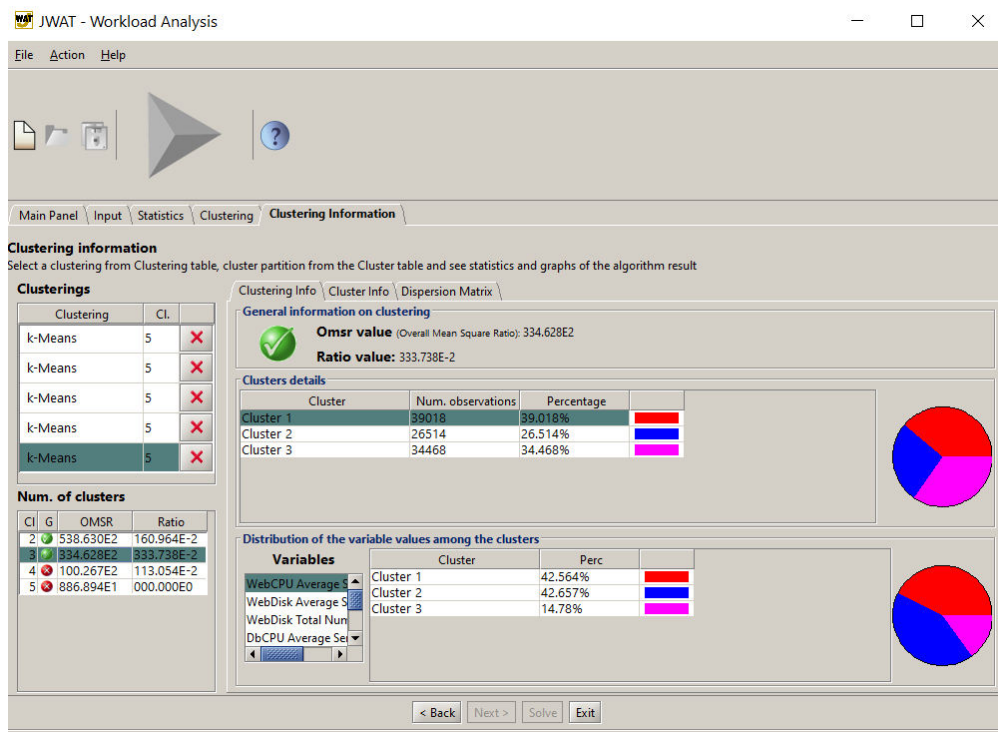
Επιλέγω όλα τα variables

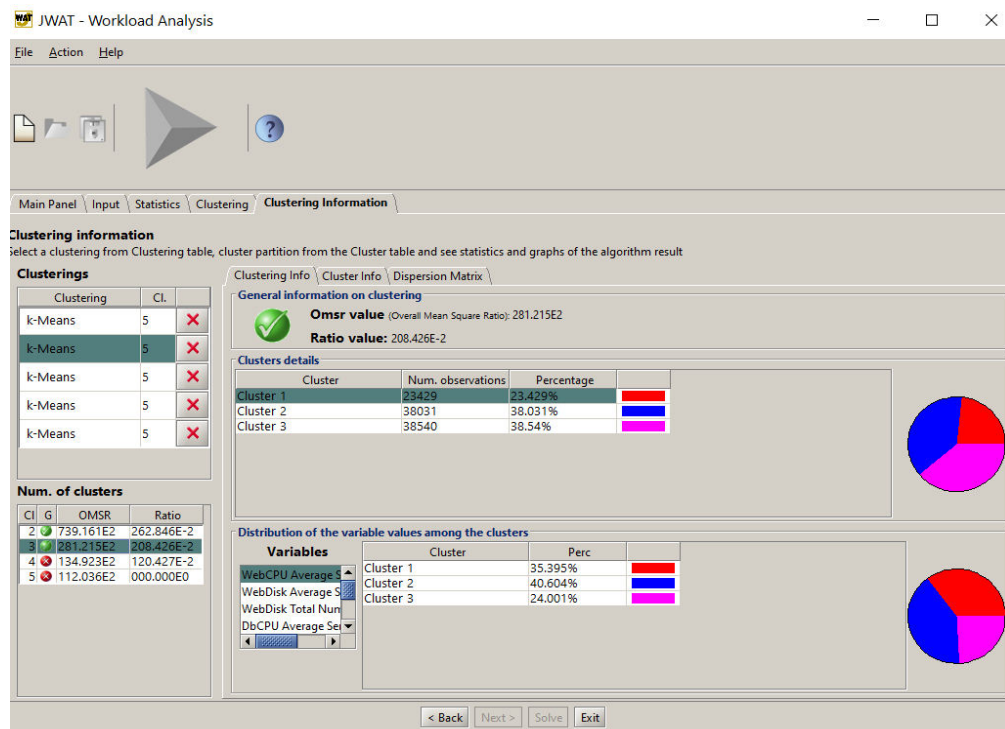
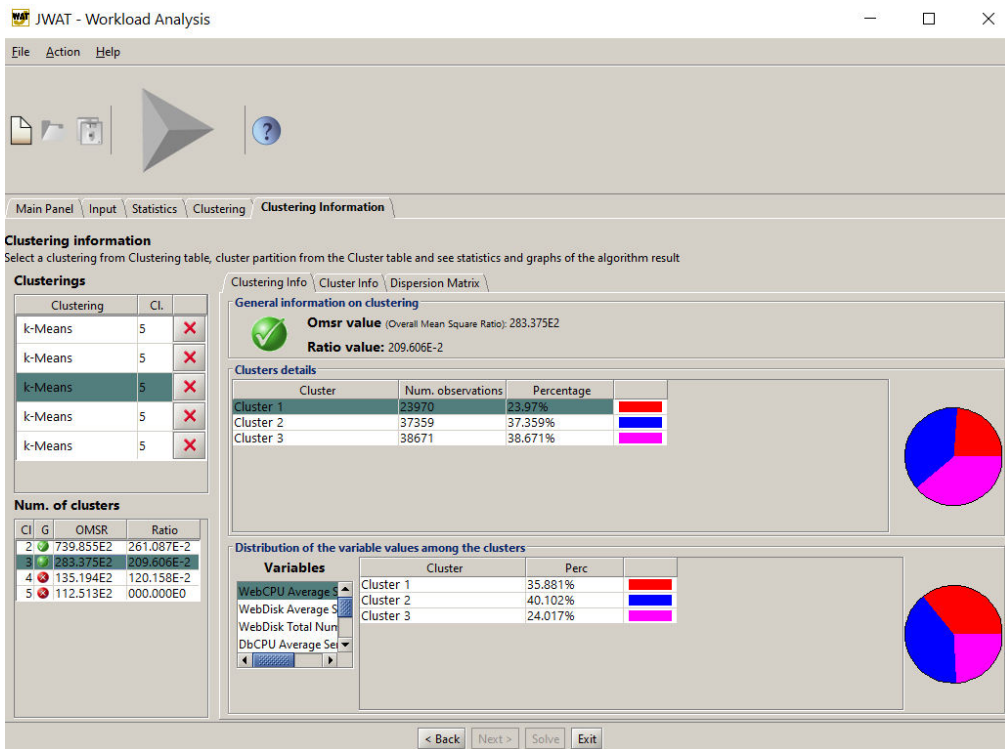


Οπότε προκύπτουν τα αποτελέσματα



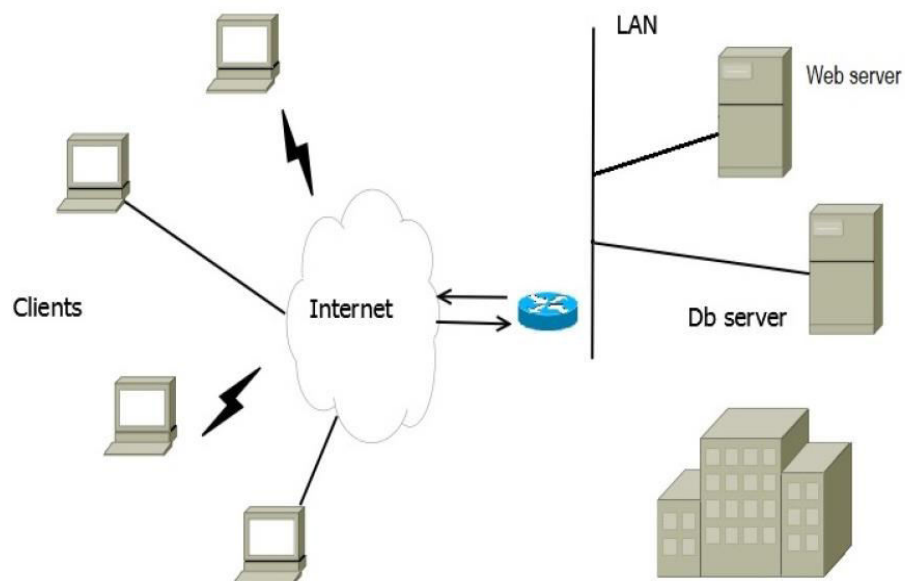
Επαναλαμβάνω αυτή την δουλειά 5 φορές



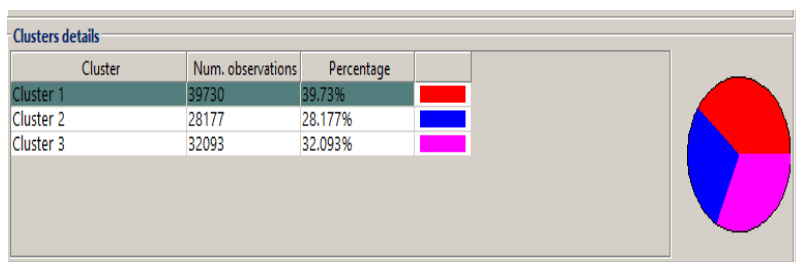


Τελικά μεγαλύτερο ratio στην 5η προσπάθεια.

Β. Μοντέλο ανοικτού δικτύου



Για το clustering με το μεγαλύτερο ratio προκύπτουν τα εξής :



Num. of clusters			
CI	G	OMSR	Ratio
2	✖	456.311E2	103.687E-2
3	✔	440.084E2	441.685E-2
4	✖	996.376E1	695.122E-3
5	✖	143.338E2	000.000E0

Cluster Information

This panel shows information of variables (center and statistics) within a single cluster

Cluster 1

Cluster 2

Cluster 3

Cluster 1/3 has 39730 observations

Sel.	Name	Center	Std. Dev.	Kurt.	Skew.
<input checked="" type="checkbox"/>	WebCPU Average Serv...	276.049E-1	102.002E-1	164.337E-3	-768.879E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Average Serv...	312.609E-1	117.347E-1	303.668E-3	-649.668E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Total Numbe...	573.909E-2	110.194E-2	514.845E-3	358.159E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Average Servic...	181.543E-1	268.481E-2	-143.226E-3	-144.456E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Total Number ...	120.405E-1	225.254E-2	748.499E-3	500.207E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Average Servic...	359.779E-1	802.170E-2	103.313E-3	-659.465E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Total Number ...	991.880E-2	186.764E-2	965.641E-3	529.873E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	Outgoing Link Service...	125.125E0	162.926E-1	515.595E-4	-485.006E-3

Cluster Information

This panel shows information of variables (center and statistics) within a single cluster

Cluster 1

Cluster 2

Cluster 3

Cluster 2/3 has 28177 observations

Sel.	Name	Center	Std. Dev.	Kurt.	Skew.
<input checked="" type="checkbox"/>	WebCPU Average Serv...	380.561E-1	156.606E-1	-148.063E-3	-105.122E-2
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Average Serv...	455.315E-1	189.889E-1	-149.801E-3	-105.926E-2
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Total Numbe...	731.256E-2	127.612E-2	-459.637E-4	172.800E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Average Servic...	264.750E-1	332.515E-2	532.402E-4	386.446E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Total Number ...	172.071E-1	277.215E-2	-886.416E-4	675.523E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Average Servic...	451.327E-1	122.815E-1	-458.457E-3	-600.036E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Total Number ...	140.853E-1	241.459E-2	-156.130E-3	204.663E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	Outgoing Link Service...	130.667E0	169.267E-1	964.268E-4	-339.310E-3

Cluster Information

This panel shows information of variables (center and statistics) within a single cluster

Cluster 1

Cluster 2

Cluster 3

Cluster 3/3 has 32093 observations

Sel.	Name	Center	Std. Dev.	Kurt.	Skew.
<input checked="" type="checkbox"/>	WebCPU Average Serv...	131.070E-1	118.817E-1	314.588E-2	210.328E-2
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Average Serv...	150.076E-1	141.093E-1	354.181E-2	217.546E-2
<input checked="" type="checkbox"/>	WebDisk Total Numbe...	650.204E-2	116.432E-2	107.217E-3	995.945E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Average Servic...	218.483E-1	313.701E-2	-476.992E-5	162.191E-4
<input checked="" type="checkbox"/>	DbCPU Total Number ...	144.684E-1	249.551E-2	833.651E-4	111.213E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Average Servic...	273.250E-1	889.185E-2	344.638E-2	184.909E-2
<input checked="" type="checkbox"/>	DbDisk Total Number ...	115.263E-1	204.614E-2	343.158E-3	253.790E-3
<input checked="" type="checkbox"/>	Outgoing Link Service...	168.545E0	162.813E-1	594.220E-3	816.310E-3

Web server CPU -> 1, Web server disk -> 2, Db server CPU -> 3, Dbserver disk -> 4, Out link -> 5

Οπότε σε κάθε ομάδα αντιστοιχούν τα παρακάτω :

		Avarage Service Time (S) ms				Total number of Visits (u)			
	Ποσοστό(%)	WebCPU-1	WebDisk-2	DbDisk-4	Outlink	DbCPU -3	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4
Cluster 1	39.73	27.6 (S ₁₁)	31.26 (S ₂₁)	35.97 (S ₄₁)	125.125	18.15 (S ₃₁)	5.739 (u ₂₁)	12.04 (u ₃₁)	9.918 (u ₄₁)
Cluster 2	28.17	38.05 (S ₁₂)	45.53 (S ₂₂)	45.13 (S ₄₂)	130.667	26.47 (S ₃₂)	7.312 (u ₂₂)	17.2 (u ₃₂)	14.08 (u ₄₂)
Cluster 3	32.09	13.07 (S ₁₃)	15 (S ₂₃)	27.32 (S ₄₃)	168.545	21.84 (S ₃₃)	6.5 (u ₂₃)	14.46 (u ₃₃)	11.52 (u ₄₃)

B. Μοντέλο ανοικτού δικτύου

Ρυθμός αφίξεων

Οι μετρήσεις έγιναν σε χρονικό διάστημα $L = 120000 \text{ sec}$.
Ελέγχω πόσες γραμμές, δηλαδή αφίξεις υπάρχουν στο log file .

```
C:\Users\42\Desktop>type servers.log | find /c /v ""  
250000
```

Οπότε: $N = 250000$

Ο συνολικός ρυθμός αφίξεων (για όλες τις κατηγορίες) ισούται με : $\lambda = \frac{N}{L} = \frac{250000}{120000} = 2.083 \frac{\text{πελάτες}}{\text{sec}}$

Ομοίως ο ρυθμός αφίξεων για κάθε κατηγορία j ισούται με :

$$\lambda_{c1} = \text{ποσοστό}_{c1} \cdot \lambda = 0.3973 \cdot 2.083 = 0.827 \frac{\text{πελάτες}}{\text{sec}}$$

$$\lambda_{c2} = \text{ποσοστό}_{c2} \cdot \lambda = 0.2817 \cdot 2.083 = 0.587 \frac{\text{πελάτες}}{\text{sec}}$$

$$\lambda_{c3} = \text{ποσοστό}_{c3} \cdot \lambda = 0.3209 \cdot 2.083 = 0.668 \frac{\text{πελάτες}}{\text{sec}}$$

Απαίτηση Εξυπηρέτησης

μέσος αριθμός επισκέψεων :

(ο μέσος αριθμός επισκέψεων v_{ij} αφορά το σύνολο των επισκέψεων μιας εργασίας κατηγορίας j στον σταθμό i .)

$$u_{1j} = u_{2j} + x_j + 1$$

$$u_{4j} = x_j \cdot y_j \quad \Rightarrow$$

$$u_{3j} = u_{4j} + x_j$$

λύνω το σύστημα και έχω :

$$u_{1j} = u_{2j} + x_j + 1$$

$$y = \frac{u_{4j}}{(u_{3j} - u_{4j})}$$

$$x = u_{3j} - u_{4j}$$

		Avarage Service Time (S) ms				Total number of Visits (u)			
	Ποσοστό(%)	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU -3	DbDisk-4	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4
Cluster 1	39.73	27.6 (S ₁₁)	31.26 (S ₂₁)	18.15 (S ₃₁)	35.97 (S ₄₁)	?	5.739 (u ₂₁)	12.04 (u ₃₁)	9.918 (u ₄₁)
Cluster 2	28.17	38.05 (S ₁₂)	45.53 (S ₂₂)	26.47 (S ₃₂)	45.13 (S ₄₂)	?	7.312 (u ₂₂)	17.2 (u ₃₂)	14.08 (u ₄₂)
Cluster 3	32.09	13.07 (S ₁₃)	15 (S ₂₃)	21.84 (S ₃₃)	27.32 (S ₄₃)	?	6.5 (u ₂₃)	14.46 (u ₃₃)	11.52 (u ₄₃)

για κατηγορία 1 :

$$y = \frac{u_{41}}{(u_{31} - u_{41})} = \frac{9.918}{(12.04 - 9.918)} = 4.674$$

$$x = 12.04 - 9.918 = 2.122$$

$$u_{11} = u_{21} + x + 1 = 5.739 + 2.122 + 1 = 8.861$$

για κατηγορία 2 :

$$y = \frac{u_{42}}{(u_{32} - u_{42})} = \frac{14.08}{(17.2 - 14.08)} = 4.512$$

$$x = 17.2 - 14.08 = 3.12$$

$$u_{12} = u_{22} + x + 1 = 7.312 + 3.12 + 1 = 11.432$$

για κατηγορία 3 :

$$y = \frac{u_{43}}{(u_{33} - u_{43})} = \frac{11.52}{(14.46 - 11.52)} = 3.918$$

$$x = 14.46 - 11.52 = 2.94$$

$$u_{13} = u_{23} + x + 1 = 6.5 + 2.94 + 1 = 10.44$$

		Avarage Service Time (S) ms				Total number of Visits (u)			
	Ποσοστό(%)	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU -3	DbDisk-4	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4
Cluster 1	39.73	27.6 (S ₁₁)	31.26 (S ₂₁)	18.15 (S ₃₁)	35.97 (S ₄₁)	8.861 (u ₁₁)	5.739 (u ₂₁)	12.04 (u ₃₁)	9.918 (u ₄₁)
Cluster 2	28.17	38.05 (S ₁₂)	45.53 (S ₂₂)	26.47 (S ₃₂)	45.13 (S ₄₂)	11.432 (u ₁₂)	7.312 (u ₂₂)	17.2 (u ₃₂)	14.08 (u ₄₂)
Cluster 3	32.09	13.07 (S ₁₃)	15 (S ₂₃)	21.84 (S ₃₃)	27.32 (S ₄₃)	10.44 (u ₁₃)	6.5 (u ₂₃)	14.46 (u ₃₃)	11.52 (u ₄₃)

Ρυθμός απόδοσης ανά κατηγορία j και σταθμό i (X_{ij})

Throughput

Throughput of each class for each station. System Throughput is the completion rate of the **Reference Station**.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
System	2.0820	0.8270	0.5870	0.6680
WebCPU	21.0126	7.3280	6.7106	6.9739
WebDisk	13.3803	4.7462	4.2921	4.3420
DbCPU	29.7128	9.9571	10.0964	9.6593
DbDisk	24.1625	8.2022	8.2650	7.6954
outgoing...	2.0820	0.8270	0.5870	0.6680

βαθμός χρησιμοποίησης ανά κατηγορία j και σταθμό i (U_{ij})

Utilization

Utilization of a customer class at the selected station. The utilization of a delay station is the average number of customers in the station (it may be greater than 1)

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
WebCPU	0.5487	0.2023	0.2553	0.0911
WebDisk	0.4089	0.1484	0.1954	0.0651
DbCPU	0.6589	0.1807	0.2673	0.2110
DbDisk	0.8783	0.2950	0.3730	0.2102
outgoing...	0.2928	0.1035	0.0767	0.1126

μέσος συνολικός χρόνος παραμονής(απόκρισης) μιας εργασίας της κατηγορίας j στο σταθμό i (R_{ij})

Residence Times

Total time spent by each customer class summed across all visits to a station.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
WebCPU	0.5841	0.5420	0.9639	0.3024
WebDisk	0.3323	0.3035	0.5632	0.1650
DbCPU	0.9279	0.6407	1.3349	0.9259
DbDisk	3.4653	2.9306	5.2199	2.5854
outgoing...	0.1988	0.1769	0.1848	0.2383

συνολικά για το δίκτυο:

Μέσος συνολικός χρόνος παραμονής(απόκρισης) στο σύστημα ανα κατηγορία j (R_j)

System Response Time

The global aggregate is the "System Response Time" and is obtained weighting the aggregated values by the relative per-class throughput.

A: This value of System Response Time **includes** the Residence Time of the Reference Station.

B: This value of System Response Time **does NOT include** the Residence Time of the Reference Station.

Notice: For **open classes** the Reference Station always coincides with the arrival process. Thus the **B** values are not computed.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
A	5.5084	4.5937	8.2667	4.2170
B	--	--	--	--

βαθμός χρησιμοποίησης (X_j)

System Power

Aggregate System Power: Aggregate System Throughput (sum of the per-class throughputs) divided by the Aggregate System Response Time (sum of the Response Times per class weighted by the relative throughputs).

Per-class System Power: Throughput divided by the Response Time of each class.

A: This value of System Power is computed using the value of System Response Time that **includes** the Residence Time of the Reference Station.

B: This value of System Power is computed using the value of System Response Time that **does NOT include** the Residence Time of the Reference Station.

Notice: For **open classes** the Reference Station always coincides with the arrival process. Thus the **B** values are not computed.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
A	0.3780	0.1800	0.0710	0.1584
B	--	--	--	--

μέσος χρόνος απόκρισης ανα κατηγορία (R_j)

Ο συνολικός χρόνος απόκρισης για κάθε κατηγορία υπολογίζεται ως εξής :

$$R_{C1} = \Sigma R_{C1}^i = 0.5420 + 0.3035 + 0.6407 + 2.9306 + 0.1769 = 4.5937sec$$

$$R_{C2} = \Sigma R_{C2}^i = 0.2674 + 0.5632 + 1.3349 + 5.2199 + 0.1847 = 7.5701sec$$

$$R_{C3} = \Sigma R_{C3}^i = 0.3024 + 0.1650 + 0.9259 + 2.5854 + 0.2383 = 4.2170sec$$

επαληθεύεται από τον 3ο πίνακα του JMVA.

συνολικός ρυθμός απόδοσης ανα κατηγορία (X_j)

Ισούται με το aggregate του system power πίνακα, άρα :

$$X_1 = 0.1800 \text{ εργ/ sec}$$

$$X_2 = 0.0710 \text{ εργ/sec}$$

$$X_3 = 0.1584 \text{ εργ/sec}$$

συνολικός μέσος χρόνος απόκρισης(για όλες τις κατηγορίες)

Ο συνολικός μέσος χρόνος απόκρισης του δικτύου υπολογίζεται ως το άθροισμα των μέσων χρόνων απόκρισης των κατηγοριών, όπου κάθε όρος του αθροίσματος σταθμίζεται με τον κανονικοποιημένο ρυθμό απόδοσης της αντίστοιχης κατηγορίας. Οι κατηγορίες που συμμετέχουν στον υπολογισμό του συνολικού χρόνου απόκρισης θα πρέπει να έχουν το ίδιο σημείο αναφοράς (το σημείο από το οποίο διέρχονται οι εργασίες όταν ολοκληρώνεται η επεξεργασία τους).

Αυτό όμως το βρήκαμε από το MVA στον πίνακα System response Time ως Aggregate value, άρα **Roλ = 5.5084 sec** .

Άνω φράγμα

Αν ο ρυθμός αφίξεων αυξηθεί κατά α , δηλαδή $\lambda_i' = (1+\alpha/100) \cdot \lambda_i$

τότε για να παραμένει το σύστημα σε ισορροπία θα πρέπει να ισχύει $X = \lambda$ για κάθε σταθμό. Από την θεωρία ο ρυθμός αφίξεων λ μπορεί να αυξηθεί μέχρις ότου κάποιος σταθμός φθάσει σταθμός να φτάσει σε κορεσμό($u = 1$). Συνεπώς , ένα άνω φράγμα για τον ρυθμό λ καθορίζεται από τον σταθμό με την μεγαλύτερη απαίτηση εξυπηρέτησης(στενώση):

$$\lambda \leq \frac{1}{D_{\max}} \quad \text{όπου} \quad D_{\max} \text{ Η μέγιστη απαίτηση εξυπηρέτησης στους σταθμούς του δικτύου. Ο σταθμός που αντιστοιχεί σε αυτήν την απαίτηση αποτελεί στενώση (bottleneck) του συστήματος.}$$

		Avarage Service Time (S) ms				Total number of Visits (u)			
	Ποσοστό(%)	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU -3	DbDisk-4	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4
Cluster 1	39.73	27.6 (S ₁₁)	31.26 (S ₂₁)	18.15 (S ₃₁)	35.97 (S ₄₁)	8.861 (u ₁₁)	5.739 (u ₂₁)	12.04 (u ₃₁)	9.918 (u ₄₁)
Cluster 2	28.17	38.05 (S ₁₂)	45.53 (S ₂₂)	26.47 (S ₃₂)	45.13 (S ₄₂)	11.432 (u ₁₂)	7.312 (u ₂₂)	17.2 (u ₃₂)	14.08 (u ₄₂)
Cluster 3	32.09	13.07 (S ₁₃)	15 (S ₂₃)	21.84 (S ₃₃)	27.32 (S ₄₃)	10.44 (u ₁₃)	6.5 (u ₂₃)	14.46 (u ₃₃)	11.52 (u ₄₃)

Άρα, υπολογίζω τις τιμές των D :

για σταθμό 1:

$$D_{11} = S_{11} \cdot u_{11} = 27.6 \cdot 8.861 = 244.5636msec$$

$$D_{12} = S_{12} \cdot u_{12} = 38.05 \cdot 11.432 = 434.9876msec$$

$$D_{13} = S_{13} \cdot u_{13} = 13.07 \cdot 10.44 = 136.4508msec$$

για σταθμό 2:

$$D_{21} = S_{21} \cdot u_{21} = 31.26 \cdot 5.739 = 179.4msec$$

$$D_{22} = S_{22} \cdot u_{22} = 45.53 \cdot 7.312 = 332.91536msec$$

$$D_{33} = S_{33} \cdot u_{33} = 15 \cdot 6.5 = 97.5msec$$

για σταθμό 3:

$$D_{31} = S_{31} \cdot u_{31} = 18.15 \cdot 12.04 = 218.526msec$$

$$D_{32} = S_{32} \cdot u_{32} = 26.47 \cdot 17.2 = 455.284msec$$

$$D_{33} = S_{33} \cdot u_{33} = 21.84 \cdot 14.46 = 315.8064msec$$

για σταθμό 4:

$$D_{41} = S_{41} \cdot u_{41} = 35.97 \cdot 9.918 = 356.75046msec$$

$$D_{42} = S_{42} \cdot u_{42} = 45.13 \cdot 14.08 = 635.4304msec$$

$$D_{43} = S_{43} \cdot u_{43} = 27.32 \cdot 11.52 = 314.7264msec$$

$$U_1 = \lambda_1 \cdot D_{11} + \lambda_2 \cdot D_{12} + \lambda_3 \cdot D_{13} = 0.827 \cdot 0.2445636 + 0.587 \cdot 0.4349876 + 0.668 \cdot 0.1364508 = 0.54432164 \text{ sec}$$

$$U_2 = \lambda_1 \cdot D_{21} + \lambda_2 \cdot D_{22} + \lambda_3 \cdot D_{23} = 0.827 \cdot 0.1794 + 0.587 \cdot 0.33291 + 0.668 \cdot 0.0975 = 0.40891197 \text{ sec}$$

$$U_3 = \lambda_1 \cdot D_{31} + \lambda_2 \cdot D_{32} + \lambda_3 \cdot D_{33} = 0.827 \cdot 0.218526 + 0.587 \cdot 0.455284 + 0.668 \cdot 0.3158064 = 0.658931385 \text{ sec}$$

$$U_4 = \lambda_1 \cdot D_{41} + \lambda_2 \cdot D_{42} + \lambda_3 \cdot D_{43} = 0.827 \cdot 0.35675 + 0.587 \cdot 0.63543 + 0.668 \cdot 0.31472 = 0.87826262 \text{ sec}$$

$$U_5 = \lambda_1 \cdot D_{1out} + \lambda_2 \cdot D_{2out} + \lambda_3 \cdot D_{3out} = 0.827 \cdot 0.125125 + 0.587 \cdot 0.130667 + 0.668 \cdot 0.168545 = 0.292767964 \text{ sec}$$

Άρα παρατηρούμε ότι το U_4 είναι πιο κοντά στο 1.

Πάνω φράγμα παίρνουμε θέτοντας $U_4 = 1$ για αυξημένα κατά $\alpha(\%)$ τιμές των λ .

$$U_4 = \lambda_1 \cdot D_{41} + \lambda_2 \cdot D_{42} + \lambda_3 \cdot D_{43} = (1+0.01 \cdot \alpha) (0.827 \cdot 0.35675 + 0.587 \cdot 0.63543 + 0.668 \cdot 0.31472) = 1$$

άρα: **$\alpha = 13.86 (\%)$**

Γ. Επιλογές αναβάθμισης

Σκοπός είναι το σύστημα να ανταποκρίνεται σε αύξηση 40% του φορτίου, δηλαδή $\lambda' = 1.4 \cdot \lambda$.
Για να το πετύχουμε αυτό αναβαθμίζουμε τον Db server.

a) Ανοιχτό δίκτυο

Αναβαθμίζουμε το Db disk σε γρηγορότερο, δηλαδή: $D' = D / 1.6 = 0.625 \cdot D$

Επίσης αυξάνουμε τον φόρτο εργασίας του συστήματος, δηλαδή: $\lambda' = 1.4 \cdot \lambda$

άρα θέλω το R.

Έχουμε :

$$\lambda_1' = 1.4 \cdot 0.827 = 1.1578$$

$$\lambda_2' = 1.4 \cdot 0.587 = 0.8092$$

$$\lambda_3' = 1.4 \cdot 0.668 = 0.9352$$

$$D_{41}' = D_{41} / 1.6 \Rightarrow S_{41}' = S_{41} / 1.6 = 22.481 \text{ msec}$$

$$D_{42}' = D_{42} / 1.6 \Rightarrow S_{42}' = S_{42} / 1.6 = 28.20 \text{ msec}$$

$$D_{43}' = D_{43} / 1.6 \Rightarrow S_{43}' = S_{43} / 1.6 = 17.075 \text{ msec}$$

Οπότε αντικαθιστώ τις νέες τιμές :

Service Times Input service times of each station for each class. If the station is "Load Dependent" you can set the service times for each number of customers by double-click on "LD Settings..." button. Press "Service Demands" button to enter service demands instead of service times and visits. MULTICLASS MODELS: when for a station the per-class service times are	*	Class1	Class2	Class3
	WebCPU	0.0276	0.0381	0.0131
	WEbDisk	0.0313	0.0455	0.0150
	DbCPU	0.0181	0.0265	0.0218
	DbDisk	0.0225	0.0282	0.0171
	outgoing I...	0.1251	0.1307	0.1685

Visits Average number of visits to each station per class.	*	Class1	Class2	Class3
	WebCPU	8.8610	11.4320	10.4400
	WEbDisk	5.7390	7.3120	6.5000
	DbCPU	12.0400	17.2000	14.4600
	DbDisk	9.9180	14.0800	11.5200
	outgoing...	1.0000	1.0000	1.0000

Οπότε προκύπτει:

System Response Time				
The global aggregate is the "System Response Time" and is obtained weighting the aggregated values by the relative per-class throughput.				
A: This value of System Response Time includes the Residence Time of the Reference Station.				
B: This value of System Response Time does NOT include the Residence Time of the Reference Station.				
Notice: For open classes the Reference Station always coincides with the arrival process. Thus the B values are not computed.				
*	Aggregate	Class1	Class2	Class3
A	6.7061	5.2257	9.9737	5.7115
B	--	--	--	--

Άρα ο νέος συνολικός μέσος χρόνος απόκρισης είναι $R_{o\lambda} = 6.7061 \text{ sec}$

b) Μικτό δίκτυο

Αναβαθμίζουμε το Db disk σε γρηγορότερο, δηλαδή: $D' = D / 1.55 = 0.645 \cdot D \Rightarrow S_{4j}' = 0.645 \cdot S_{4j}$

Αναβαθμίζουμε το Db CPU σε έναν με διπλάσια ταχύτητα, δηλαδή: $D' = D / 2 \Rightarrow S_{3j}' = 0.5 \cdot S_{3j}$

Έχουμε φορτίο επιβαρυνόμενο:

$$\lambda_1' = 1.4 \cdot 0.827 = 1.1578$$

$$\lambda_2' = 1.4 \cdot 0.587 = 0.8092$$

$$\lambda_3' = 1.4 \cdot 0.668 = 0.9352$$

Ανανεωμένος		Avarage Service Time (S) ms					Total number of Visits (u)				
	Ποσοστό(%)	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4	outlink-5	WebCPU-1	WebDisk-2	DbCPU-3	DbDisk-4	outlink-5
Cluster 1	39.73	27.6 (S ₁₁)	31.26 (S ₂₁)	18.15/2 = 9.075	35.97*0.645 = 23.2	125,125	8.861 (u ₁₁)	5.739 (u ₂₁)	12.04 (u ₃₁)	9.918 (u ₄₁)	1
Cluster 2	28.17	38.05 (S ₁₂)	45.53 (S ₂₂)	26.47/2 = 13.2	45.13*0.645 = 29.1	130.667	11.432 (u ₁₂)	7.312 (u ₂₂)	17.2 (u ₃₂)	14.08 (u ₄₂)	1
Cluster 3	32.09	13.07 (S ₁₃)	15 (S ₂₃)	21.84/2 = 10.92	27.32*0.645 = 17.6214	168.545	10.44 (u ₁₃)	6.5 (u ₂₃)	14.46 (u ₃₃)	11.52 (u ₄₃)	1
Class D	-	-	-	12	17	-	-	-	8	7	-

Τώρα εργάζομαι με το JMVA για να βρω το $R_{o\lambda}$.

προσθέτω την class D ως κλειστή κλάση:

Classes characteristics Number: 4

Number, customized name, type of classes and number of customers (closed class) or arrival rate (open class). Add classes one by one or define total number at once.

*	Name	Type	No. of Customers	Arrival Rate (λ)
1	Class1	open		1.1578
2	Class2	open		0.8092
3	Class3	open		0.9352
4	Class4	closed	6	

προσθέτω τους σταθμούς(+reference station):

Stations characteristics Number: 6

Number, customized name and type of stations. Add stations one by one or define the total number at once. Load Dependent stations necessarily require the use of MVA.

*	Name	Type
1	DbCPU	Load Independent
2	DbDisk	Load Independent
3	WebCPU	Load Independent
4	WebDisk	Load Independent
5	outlink	Load Independent
6	ref	Load Independent

προσθέτω τα νούμερα που υπολόγισα στον παραπάνω πίνακα:

Service Times

Input service times of each station for each class.
If the station is "Load Dependent" you can set the service times for each number of customers by double-click on "LD Settings..." button.
Press "Service Demands" button to enter service demands instead of service times and visits.
MULTICLASS MODELS: when for a station the per-class service times are different, the results are correct ONLY IF its scheduling discipline is assumed Processor Sharing (PS) and not FCFS (See BCMP Theorem).

*	Class1	Class2	Class3	Class4
WebCPU	0.0276	0.0381	0.0131	0.0000
WebDisk	0.0313	0.0455	0.0150	0.0000
DbCPU	0.0091	0.0132	0.0109	0.0120
DbDisk	0.0232	0.0291	0.0176	0.0170
OutgoingL...	0.1251	0.1307	0.1685	0.0000
ref	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

και τις επισκέψεις:

Visits

Average number of visits to each station per class.

*	Class1	Class2	Class3	Class4
WebCPU	8.8610	11.4320	10.4400	0.0000
WebDisk	5.7390	7.3120	6.5000	0.0000
DbCPU	12.0400	17.2000	14.4600	8.0000
DbDisk	9.9180	14.0800	11.5200	7.0000
Outgoing...	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000
ref	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Reference Station

The station is used to compute the system throughput and the system response time for each **closed class**. Performance metrics of **open classes** are always computed with respect to the **arrival process**. Visits at the Reference station can not be Zero. **WARNING:** the reference station for all closed classes is forced to be the same station.

Class	Station
Class1	Arrival Process
Class2	Arrival Process
Class3	Arrival Process
Class4	ref

Οπότε αφού το τρέξω παίρνουμε :

System Response Time

The global aggregate is the "System Response Time" and is obtained weighting the aggregated values by the relative per-class throughput.

A: This value of System Response Time **includes** the Residence Time of the Reference Station.

B: This value of System Response Time **does NOT include** the Residence Time of the Reference Station.

Notice: For **open classes** the Reference Station always coincides with the arrival process. Thus the **B** values are not computed.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3	Class4
A	--	9.0443	16.0657	7.7677	3.3670
B	--	--	--	--	3.3670

Throughput

Throughput of each class for each station. System Throughput is the completion rate of the **Reference Station**.

*	Aggregate	Class1	Class2	Class3	Class4
System	4.6842	1.1578	0.8092	0.9352	1.7820
WebCPU	29.2735	10.2593	9.2508	9.7635	0.0000
WebDisk	18.6403	6.6446	5.9169	6.0788	0.0000
DbCPU	55.6371	13.9399	13.9182	13.5230	14.2559
DbDisk	46.1241	11.4831	11.3935	10.7735	12.4740
Outgoing...	2.9022	1.1578	0.8092	0.9352	0.0000
ref	1.7820	0.0000	0.0000	0.0000	1.7820

Επειδή δεν υπολογίζει αυτόματα το aggregate(το ζητούμενο) , θα το κάνουμε χειροκίνητα:

$$RoI = \frac{(9.0443 \cdot 1.1578 + 16.0657 \cdot 0.8092 + 7.7677 \cdot 0.9352 + 3.3670 \cdot 1.7820)}{4.6842} = 7.84sec$$

Αφού η 1. περίπτωση δίνει μικρότερο συνολικό μέσο χρόνο απόκρισης, θα διαλέξουμε την πρώτη υλοποίηση. Αντικατάσταση του δίσκου του Db server με άλλον ταχύτερο κατά 60% .