Evaluación del Rendimiento del Servidor Web IBM 8480 para el Campus Virtual del Instituto Tecnológico de Orizaba

*Concepción Nava Arteaga**
*S. Gustavo Peláez Camarena***
*Celia Romero Torres****

Introducción

En la actualidad existe la necesidad de ofrecer educación superior en México a un mayor sector de la población, pero la limitación en los recursos económicos del gobierno para invertir en infraestructura y recursos humanos necesarios para resolver este problema ha obligado a las instituciones públicas a buscar otras alternativas para tratar de subsanar esta deficiencia en educación y así poder cumplir con la educación con equidad a todos los mexicanos, como se señala en el Plan de Desarrollo Nacional 2001-2006 y en el Programa Nacional de Educación.

El uso de las tecnologías emergentes de información es una opción actual y accesible a instituciones públicas y privadas, utilizando estas tecnologías, es factible ofrecer educación virtual a distancia que es hoy por hoy una realidad en algunas instituciones educativas del país.

Por tal motivo en el Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO); el cual atiende la demanda de educación a nivel licenciatura y posgrado, se desarrolló un modelo de Universidad Virtual el cual permitirá incorporar planes de estudio para ofrecer a través de Internet educación virtual y a distancia.

En este sentido, se ha considerado el uso de un servidor *Web*, el cual se evaluará mediante un modelo de simulación en el lenguaje de simulación *Promodel* que determine su rendimiento, permitiendo establecer el número de usuarios que pueden acceder al servidor dependiendo de las peticiones solicitadas tales como Chat, Foro de opinión, Tablero de Avisos, Correo Electrónico y Agenda Virtual.

Una de las principales razones de realizar este trabajo, es el llevar a cabo un análisis diagnóstico que permita establecer los límites técnicos del servidor en un ambiente controlado.

Dado que se habla de un ambiente controlado se asumen las siguientes condiciones:

- Administrador del sistema capacitado.
- Sistema operativo estable.
- No existen software o agentes externos que alteren el funcionamiento del servidor, tales como virus informáticos.
- El desempeño de los servicios es al 100 por ciento.

Simulación

La simulación trata con el estudio de sistema (dinámicos) en el tiempo *(Taha, 1991).* La simulación por computadora es el proceso de diseñar un modelo lógico-matemático de un sistema real para experimentar con éste. Es una herramienta innovadora que permite replicar exactamente como opera un sistema.

Con el uso de tecnología para simular un sistema antes de construirlo o probar un par de ideas antes o después de la implementación, se pueden eliminar considerablemente los grandes errores que se cometen al probar en forma directa los cambios en el sistema, sin antes haber probado las alternativas.

La simulación es una manera de validar si se está tomando la mejor decisión, además ayuda a ahorrar considerablemente en la costosa y perturbadora técnica de la prueba y error.

Promodel

ProModel es software especializado en simulación para evaluar, planificar o rediseñar procesos de manufactura, almacenaje, distribución, logística y transporte.

Se puede simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Teoría de colas, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc.; prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado.

*Maestra en Ciencias en Ciencias Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba. Profesora de la Licenciatura en Informática e I.S.C. en el Instituto Tecnológico de Orizaba. Correo electrónico: navaarteaga@yahoo.com.mx.
**Maestro en Ciencias en Cómputo Estadístico por el Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx. Profesor-Investigador en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Orizaba. Correo electrónico: sgpelaez@yahoo.com.mx.
***Maestra en Ciencias en Ciencias Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba. Profesora de la Maestría en Ciencias en Ciencias Computacionales y de la Licenciatura en Informática e I.S.C. del Instituto Tecnológico de Orizaba.

Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo, específicamente en aulas virtuales en los servicios de Chat, Foro de opinión y Correo Electrónico.

Recolección y análisis de los datos del sistema real.

Para la recolección de los datos del sistema, que sirvieron y son la base para construir el modelo de simulación, se contó con la ayuda de 20 estudiantes del Instituto Tecnológico de Orizaba con el apoyo de 20 computadoras de laboratorios del mismo instituto.

A fin de lograr un estudio más objetivo, la toma de tiempos al servidor se realizó con equipos de cómputo con diferentes características

La toma de los datos se llevó a cabo utilizando un programa de computadora desarrollado en *Delphi* 6.0 llamado cronómetro, se presentan su pantalla principal (Fig. 1), la pantalla de visualización de los datos (Fig. 2) y la Pantalla de visualización del documento generado (Fig. 3).

Figura 1. Pantalla principal.

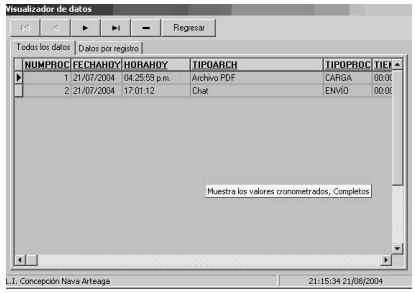

Figura 2. Pantalla de visualización de los datos.

La tabla 1 muestra los puntos que se tomaron en cuenta para la recolección de datos.

TABLA RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TIEMPOS PARA LOS PROCESOS EN "UV.ITO"

NUMPROC	FECHAHOY	HORAHOY	TIPOARCH	TIPOPROC	TIEMPO	OBSERV
1	21/07/2004	04:25:59	Archivo PDF	CARGA	00:00:00:982	
2	21/07/2004	17:01:12	Chat	ENVÍO	00:00:00:406	

Figura 3 Pantalla de visualización del documento generado.

Fecha	*Hora*	*Tipo de servicio*	*Tipo de proceso*	*Tiempo*	*Observaciones: tamaño en kbytes*
		Chat	Envío		
		Foro de opinión	Envío		
		Correo electrónico	Envío		
		Word	Carga		200,400,600,800
			Descarga		y 1000
		PowerPoint	Carga		200,400,600,800
			Descarga		y 1000
		PDF	Carga		200,400,600,800
			Descarga		y 1000
		Zip	Carga		200,400,600,800
			Descarga		y 1000

Tabla 1. elementos en la recolección de datos.

Características físicas del servidor Web en estudio

IBM Server X series 205 type 8480

Memoria Ram 256 MB

Procesador: Pentium IV

Velocidad 2.8 GB

Disco duro: 34 GB SCSI

Sistema Operativo Linux Suse 8.0

Análisis de resultados

Los resultados arrojados por el simulador se clasificaron en 8 alternativas de uso del servidor llevadas a cabo en un lapso de tiempo de 24 horas, éstas se muestran a continuación así como los resultados totales:

1. Cargas máximas de trabajo cuando los usuarios solicitan peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, las peticiones son infinitas, es decir, no existe un limite máximo de peticiones solicitadas al servidor de envío, carga o descarga de servicios.
2. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, las peticiones son infinitas por usuario pero en horarios desfasados con 30 minutos.
3. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 20 peticiones por usuario.
4. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: *chat* y correo electrónico con un máximo de 20 peticiones por usuario.
5. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: correo, *doc, pdf, ppt y zip* con un máximo de 20 peticiones por usuario.
6. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: foro, *doc, pdf, ppt y zip* con un máximo de 20 peticiones por usuario.
7. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión,

correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 20 peticiones por usuario y en horario de 8 de la mañana a 8 de la noche.

8. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 10 peticiones por usuario y en horario de 24 horas.

Análisis estadístico de los datos recolectados

Para el análisis estadístico de los tiempos recolectados del servidor Web se utilizó el software *Stat*::*Fit*, dicho software está incluido en las herramientas de *Promodel* en el menú principal. Mediante el uso de esta herramienta fue posible aplicar las pruebas de bondad y ajuste como son Ji-cuadrada, *Kolmogorov-Smirnov* y la *Anderson Darling*, con el propósito de saber a qué distribución de probabilidad se ajustan los datos recolectados y así poder especificar el tiempo entre llegadas, el tiempo de envío y regreso.

Para lo referente al tiempo entre llegadas todos los servicios en el servidor *Web* de UVITO, excepto el servicio de *chat*, se apegaron a la distribución exponencial la cual se usa cuando el tiempo entre llegadas de los "servicios" a un sistema ocurre a una tasa constante. Dado que el caso del servicio *chat* al no ajustarse a ninguna distribución teórica conocida se procedió a definir una distribución empírica (definida por el usuario).

Para lo referente al tiempo de envío y regreso los servicios de correo, foro y *chat* al no ajustarse a ninguna distribución teórica conocida también, se procedió a definir una distribución empírica (definida por el usuario).

Medidas de desempeño evaluadas

Para poder analizar el estado actual del sistema, se definieron y evaluaron las siguientes medidas de desempeño:

- Tiempo de uso del servidor para carga y descarga de documentos de *Word*.
- Tiempo de uso del servidor para carga y descarga de documentos de *Power Point* (*ppt*).

Construcción del programa de simulación

Con la información obtenida en la recolección de tiempos, así como las características de los servicios instalados en el servidor Web y la utilización del *Stat::Fit*, se construyó el programa de simulación en el ambiente de *Promodel utilizando los componentes*:

- Locaciones definidas (*Locations*).
- Entidades definidas (*Entities*).
- Procesamiento (*Processing*).
- Gráfico de fondo (*Background graphics*).
- Variables (*Variables*).
- Llegadas (*Arrivals*).
- Macros (Macros).
- Tablas de funciones (*Table functions*).
- Distribuciones definidas por el usuario (*User defined distributions*).
- Atributos (*Attributes*).
- Ciclos de llegadas (*Arrival cycles*).

Validación del programa de simulación

La validación consiste en corroborar que el programa de simulación arroje datos estadísticamente igual a los del sistema real. Para tal efecto se utiliza la prueba t-apareada, la cual confronta los resultados obtenidos por la simulación con los datos reales observados.

Las medidas de desempeño utilizadas para aplicar la prueba t-apareada fueron las siguientes:

- Tiempo de uso del servidor para carga y descarga de documentos de *Word*.
- Tiempo de uso del servidor para carga y descarga de documentos de *Power Point* (*ppt*).

Medida de desempeño a analizar:

Tiempo de uso del servidor para carga y descarga de documentos de Word

Corridas	Xj	Yj	Zj=Xj-Yj	$(Zj-Z_{10})^2$
1	0.7008	0.71	-0.0092	5.3436E-05
2	0.7108	0.71	0.0008	7.2361E-06
3	0.7249	0.7	0.0249	0.000717704
4	0.7147	0.71	0.0047	4.34281E-05
5	0.6867	0.71	-0.0233	0.000458388
6	0.7119	0.71	0.0019	1.43641E-05
7	0.6917	0.71	-0.0183	0.000269288
8	0.7058	0.71	-0.0042	5.3361E-05
9	0.6889	0.7	-0.0111	8.48241E-05
10	0.7249	0.71	0.0149	0.000281904
Suma				**0.001935909**
Promedio	**0.70611**	**0.708**	**-0.00189**	

$$\bar{Z}_{10} \pm t_{n-1,1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}ar(\bar{Z}n)}$$

$$-0.00189 \pm t_{9,0.025} \sqrt{2.151\times10^{-5}}$$

$$-0.00189 \pm 2.262 \sqrt{2.151\times10^{-5}}$$

$$-0.00189 \pm 0.010$$

$$(-0.012, 0.008)$$

Tabla 2. validación del programa de simulación carga y descarga de documentos de Word.

Al aplicar la prueba t-apareada se obtuvo que el intervalo de confianza incluía el cero, de tal manera que no se rechaza Ho, por lo tanto es válida la medida de desempeño analizada. De igual manera se validó el tiempo carga y descarga de documentos *Power Point* (*ppt*),resultando ser la medida de desempeño válida.

Diseño de experimentos

Para determinar el número óptimo de replicaciones, se consideró como medida de desempeño el tiempo promedio de correos atendidos con una $\beta = 4$ segundos, para lo cual se aplicó la prueba $n^*(\beta)$.

Se puede observar en la siguiente tabla que el número óptimo de replicaciones fue 18 con un nivel de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.

Replicación	*Correos atendidos*	*Promedio de demora enla cola, en segundos*	*i*	*t*		*error (b)*
1	47	21.44	10	2.262	5.61962002	≥ 4
2	49	29.63	11	2.228	5.27756018	≥ 4
3	54	23.63	12	2.201	4.9916459	≥ 4
4	49	16.97	13	2.179	4.74788186	≥ 4
5	57	38.63	14	2.16	4.53527978	≥ 4
6	54	15.94	15	2.145	4.35106947	≥ 4
7	50	37.44	16	2.131	4.18540808	≥ 4
8	55	21.17	17	2.12	4.03948268	≥ 4
9	55	26.48	**18**	2.11	**3.90715421**	≤ **4**
10	58	20.99	19	2.101	3.78672356	≤ 4

X_n=25.232
S^2_n=61.72039556
β=4
α=0.05

$$n^*(\beta) = \min\left\{ i \geq n : t_{i-1,1-\alpha/2}\sqrt{\frac{S^2(n)}{i}} \leq \beta \right\}$$

Tabla 3. Número óptimo de replicaciones.

Análisis de resultados

Los resultados arrojados por el simulador se clasificaron en 8 alternativas de uso del servidor llevadas a cabo en un lapso de tiempo de 24 horas, éstas se muestran a continuación así como los resultados totales:

1. Cargas máximas de trabajo cuando los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, las peticiones son infinitas, es decir, no existe un limite máximo de peticiones al servidor de envío, carga o descarga de servicios.
2. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, las peticiones son infinitas por usuario pero en horarios desfasados con 30 minutos.
3. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 20 peticiones por usuario.
4. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: *chat* y correo electrónico con un máximo de 20 peticiones por usuario.
5. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: correo, *doc, pdf, ppt y zip* con un máximo de 20 peticiones por usuario.
6. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web al mismo tiempo y únicamente los servicios: foro, *doc, pdf, ppt y zip* con un máximo de 20 peticiones por usuario.
7. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 20 peticiones por usuario y en horario de 8 de la mañana a 8 de la noche.
8. Los usuarios hacen peticiones al servidor Web de todos los servicios: *chat*, foro de opinión, correo electrónico, carga y descarga de documentos *pdf, ppt, doc y zip*, con un máximo de 10 peticiones por usuario y en horario de 24 horas.

Conclusiones

Se cumplió con la hipótesis de trabajo y los resultados esperados, contar con un modelo de simulación en *Promodel* en el que se evalúa el rendimiento del servidor Web que servirá para impartir educación a distancia en la Universidad virtual del ITO en lo referente a aulas virtuales, específicamente en los servicios de Chat, Foro de opinión y Correo Electrónico.

Todas y cada una de las alternativas predicen el rendimiento del servidor Web, según el número de servicios a los que pueda tener acceso el usuario y el horario en el que estén activos los servicios.

La alternativa 7 es la más viable, si lo que interesa es el número de usuarios, aunque la selección de la alternativa depende de las necesidades de la universidad y de los usuarios.

	Servicios								
Alternativa	*Chat*	*Foro*	*Correo*	*PDF*	*PPT*	*DOC*	*ZIP*	*No. de usuarios*	*Uso del servidor*
1	867	14381	770	13284	7969	11559	10211	11	99.99%
2	750	13347	811	7400	10761	12367	9480	15	94.42%
3	3600	1912	1822	1953	1890	1822	1921	180	98.24%
4	7944		7944					397	100%
5			3600	3600	3600	3600	3600	180	97.38%
6		10320		9949	10469	10444	10469	990	99.13%
7	6000	3172	3165	3157	3075	3255	3157	300	97.81%
8	5800	3030	3162	3074	3190	3248	3190	580	99.64%

Tabla 4. Resultados Totales.

Bibliografía

Bendito Morales, Leonardo, *Diseño del modelo del campus virtual para impartir estudios de licenciatura y de posgrado modalidad a distancia para el Instituto Tecnológico de Orizaba*, Instituto Tecnológico de Orizaba, 2002.

Burda, Arthur & Gunther Farber, *El gran libro de Delphi*, editorial Marcombo, México, 1995.

Diaz Camacho José Enrique et al., *Aprendiendo en línea,* Editorial Universidad Veracruzana, 2004.

Coss Bu, Raúl, *Simulación un enfoque práctico*, Editorial Limusa México 1999.

Law, Averill M. & W. David Kelton, *Simulation modeling and Analysis*, Editorial mcGraw Hill, estados unidos de América, 1982.

Moras Sánchez, Constantino, *Apuntes de Simulación*, Instituto Tecnológico de Orizaba, división de Estudios de Posgrado, México, 2000.

ProModel User´s Guide, *Steps for Doing Simulation*, ProModel corporation EUA.

Shannon, Robert, *System simulation: the art and science*, Editorial Prentice Hall, U.S.A., 1988.

Shannon, Robert, *Simulación de sistemas.* Editorial Trillas México 1988.

Schriber, Thomas J., *An introduction to simulation*, Editorial John Wiley & Son, U.S.A., 1991.

Taylor, Thomas H., *Experimentos de Simulación en Computadoras con Modelos de sistemas económicos*, Editorial Limusa, México, 1977.

Wintson, Wayne L., *Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos*, Editorial Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1994.