

Telepresencia a través de Internet para la operación de un prototipo didáctico mecatrónico de aire acondicionado y refrigeración

ISC Luis Angel Reyes Hernández, MC Ana Maria Chávez Trejo, MC José Saúl Rocha Aragón, Dr. Giner Alor Hernández, MC José Alberto Venegas García

Instituto Tecnológico de Orizaba
Avenida Oriente 9 Núm. 852, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
México. Tel. (272) 7 24 40 96 www.itorizaba.edu.mx
Contacto: luis_reyes_h@hotmail.com, achavezt@prodigy.net.mx
Paper received on 03/08/08, accepted on 10/09/08.

Resumen. En este artículo se presenta el desarrollo de un laboratorio remoto basado en Internet utilizando Java Server Page's (JSP) y el programa de adquisición de datos LabVIEW para transmitir datos y manipular en tiempo real el prototipo didáctico mecatrónico denominado RefriLAB ubicado en el laboratorio de refrigeración de la carrera de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Orizaba. En LabVIEW se construyeron instrumentos virtuales (VI, por sus siglas en inglés), estos instrumentos virtuales son una simulación de los instrumentos reales, en donde se están llevando a cabo los experimentos. Se realizó una interfaz desarrollada en Java Server Page's que sea capaz de visualizar y manipular los datos obtenidos de forma remota. Por otro lado, la comunicación entre los instrumentos virtuales e internet, se hace mediante protocolos de transmisión de datos, en particular TCP/IP, el cual se encarga de transmitir los datos a través de la red. Este trabajo propone resolver la carencia de un laboratorio operado via remota a través de Internet para la impartición de cursos a distancia y para la elaboración de prácticas en general sobre equipo muy costoso y de acceso restringido.

1 Introducción

En la creación de sistemas remotos de tiempo real, el software y el hardware utilizado era una limitante. No se contaba con la infraestructura adecuada para realizar los sistemas remotos, es decir, se tenía el software pero no el hardware o viceversa; afortunadamente, hoy en día se cuenta con una mayor tecnología (software y hardware) que permite realizar sistemas que hace algunas décadas era más difícil hacer, por falta del equipo necesario, o se realizaban en un mayor tiempo. Parte de esta tecnología se encuentra en el internet, usado como un medio para mostrar y transmitir información; además, se convirtió en un medio muy utilizado en la vida cotidiana. Es por eso que se toma como medio de comunicación para el desarrollo del sistema.

Hoy en día, tanto la telepresencia como la realidad virtual se consideran tecnologías que abren áreas de experimentación en la educación, en el ámbito social, de negocios, entretenimiento, etc. La investigación científica sobre telepresencia se

centra en la telerrobótica y el telecontrol. El desarrollo de tecnologías comerciales de realidad virtual permite alcanzar un nuevo nivel de interacción entre seres humanos y computadoras, permitiendo experimentar un entorno completamente sintético desde perspectivas ajenas o de inmersión. Lo que contribuye a que diferentes áreas expongan sus elementos desde diferentes puntos de vista: real o físico, con telepresencia y virtual [1], [2].

La telepresencia es estar presente a distancia, de manera que se habla o comunica con otra persona como si estuviera en la misma habitación. A nivel muy básico el teléfono es una forma elemental de telepresencia porque se habla con alguien que está lejos y oírla. En la telepresencia inmersiva, la distancia no influye y se está en contacto con otra persona como si de verdad estuviera con nosotros.

Los avances en el cine, constituyen una forma de telepresencia primaria, en los últimos años. El formato de gran pantalla, como el Imax, da la sensación de inmersión, de modo que a veces se cree que es el asiento el que se mueve y no la cámara. Otro campo muy importante es el de la industria de efectos especiales. Con estos sistemas se mejora la mezcla de imágenes tomadas por la cámara con otras creadas por la computadora y parecen captadas al mismo tiempo.

2 Antecedentes y motivación

Con la expansión rápida del Internet y de las mejoras en rapidez, así como del conocimiento de tecnologías emergentes, tal como la realidad virtual y la telepresencia, motivan a que las escuelas empiecen a ver a Internet como un medio para usar laboratorios en forma remota. En [3] se menciona que Internet 2, es un recurso lleno de posibilidades que permitirá la participación en redes académicas de cooperación, el acceso a información y bibliotecas digitales, la participación de manera constante en eventos de desarrollo académico y acceder a cátedras compartidas, el acceso a videoconferencias, y pronto a través de telepresencia, impartidas desde instituciones líderes en áreas específicas del conocimiento en México.

Motivados por estos retos en el campo de la educación, este trabajo presenta el desarrollo de un laboratorio con telepresencia para el Instituto Tecnológico. En este ámbito se tienen intereses de ofrecer carreras a distancia y flexibilidad en la realización de prácticas por parte de los estudiantes. La interacción será a través de una aplicación Web con conexión a Internet, desde la cual se realizarán solicitudes que atenderán el servidor Web y el servidor de aplicaciones que se instalarán en el equipo del laboratorio. De esta forma los alumnos cumplirán satisfactoriamente con las prácticas establecidas en su programa de estudios de una manera flexible y en una nueva modalidad.

3 Modelo conceptual y arquitectura

En las prácticas a desarrollar el alumno podrá observar en tiempo real en su navegador Web, al prototipo ubicado en el laboratorio de Ing. Mecánica a través de la señal enviada por la cámara de video instalada en el laboratorio, y observar los cambios que sucederán en el prototipo como resultado de las acciones que indique el alumno al introducir los valores solicitados por cada una de las prácticas que se realicen en LabVIEW, como se muestra en la figura 1, el usuario manipula el prototipo desde el navegador Web.

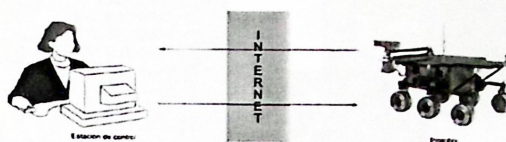


Fig. 1. Modelo Conceptual de RefriLAB

La solución para el proyecto se toma a partir del Modelo-Vista-Controlador (MVC), que es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos. El patrón MVC se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página, el modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos con la Lógica de negocio y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la interfaz de usuario. La figura 2 muestra las tres partes que componen esta arquitectura.

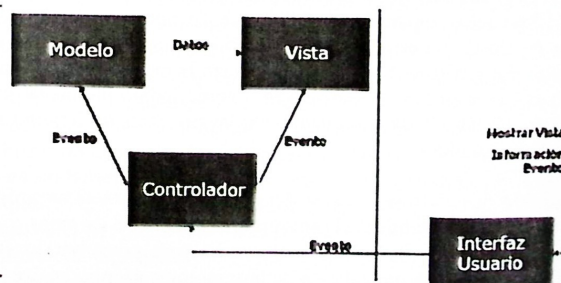


Fig. 2. Modelo-Vista-Controlador.

El patrón Modelo-Vista-Controlador se originó para implementar interfaces de usuario en los que las responsabilidades están bien distribuidas entre distintas partes (componentes) del diseño.

Así, entonces, las capas son las siguientes:
Lógica de negocio → Modelo.

Gestión de eventos de usuario → Controlador.
Presentación → Vista.

Tomando en cuenta las capas, el patrón se detalla de la siguiente manera, la figura 3 despliega el funcionamiento utilizando Java Server Pages (JSPs).

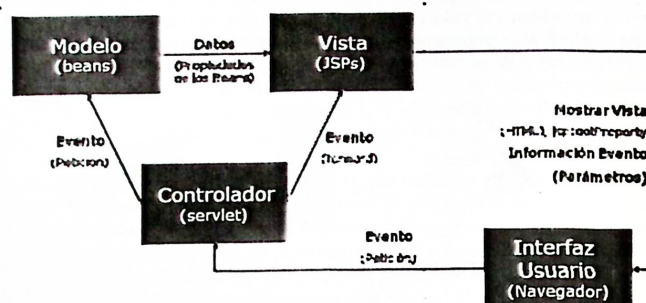


Fig. 3. Modelo-Vista-Controlador utilizando JSPs.

4 Descripción del sistema

La aplicación se basa en la telepresencia, en donde se requiere de una computadora con el recurso de internet, desde la cual se tiene acceso para manipular a Refri-LAB ubicado en el departamento de aire acondicionado y refrigeración de la carrera de Ingeniería Mecánica impartida en el Instituto Tecnológico de Orizaba para ofrecer prácticas de clase, con esto, los alumnos tienen la oportunidad de realizar desde cualquier lugar y a cualquier hora las prácticas sin la necesidad de estar físicamente presentes en el laboratorio, con la ayuda de Internet como medio de comunicación los alumnos cumplirán satisfactoriamente con las prácticas de laboratorio establecidas en su plan de estudios.

La aplicación tiene una sección de desarrollo de las prácticas propuestas en el curso además se podrá visualizar el prototipo por medio de cámaras y escuchar audio que se genere, un apartado adicional servirá para consultar los temas de las prácticas en donde presente una sección de terminología propia del área de Ingeniería Mecánica, también una sección muestra el funcionamiento del prototipo mecatrónico de aire acondicionado y refrigeración.

La aplicación despliega a los usuarios que hayan establecido una sesión, así como también refrescar la lista de usuarios activos en caso de que alguien haya cerrado su sesión. En la figura 4 se aprecia el área del menú, de la práctica, y la visualización del prototipo

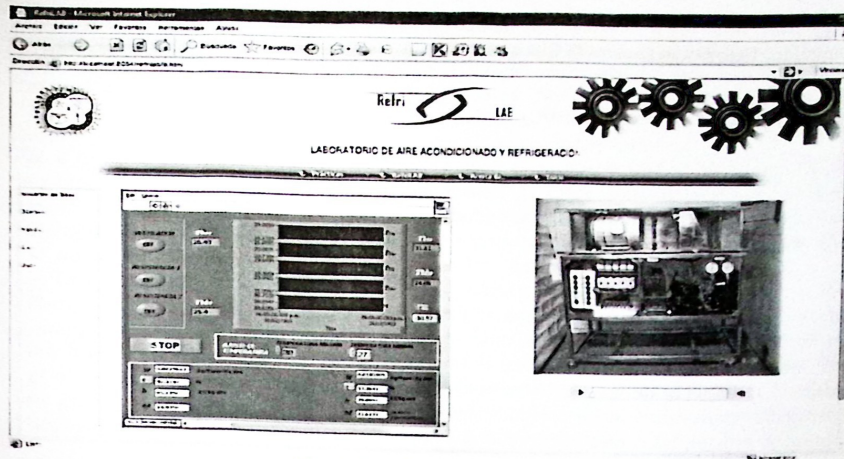


Fig. 4. Pantalla del sistema de RefriLAB.

Toda la funcionalidad que puede dar la aplicación está a disposición de alumnos y maestro, se requiere la validación de alumnos vigentes, los cuales deberán ser dados de alta por el administrador de la aplicación.

6 Beneficios y limitaciones

La educación a nivel medio superior y superior tiene hoy en día la meta en brindar educación con calidad. Cada institución determina los medios más convenientes, dentro de los que tiene a su alcance y sus alumnos también, y con ellos realiza las combinaciones que mejor se adapten a sus posibilidades. Utilizando Internet como medio de transferencia de datos, es posible desarrollar proyectos que contribuyan a la expansión del conocimiento tomando en cuenta los beneficios que nos proporciona como el ahorro de tiempo en la elaboración de las prácticas, además de la presencia no física es un beneficio considerable, esta gran flexibilidad es de suma importancia para aquellos que por múltiples razones tales como personales, familiares, de trabajo o minusvalía necesitan tener acceso a servicios educativos de los cuales estarían excluidos de la educación presencial. La posibilidad de trabajar en tiempo diferido es, quizás, el aspecto más conveniente que posee el laboratorio remoto, particularmente cuando son muchos alumnos los que deben cubrir las prácticas de laboratorio y se tienen restricciones de espacio y acceso al equipo.

Con respecto a las limitaciones, Dreyfus [4] sintetiza una reflexión acerca de las limitaciones de la Telepresencia: "cuando se trata de estar en presencia de personas más que de objetos, la diferencia que se siente es determinante. Una cosa es el acceso que nos proporcionan indirectamente los sonidos o las imágenes que vemos a distancia, y otra muy distinta la sensación de cuerpo presente, con los otros literalmente

al alcance de la mano". Cuando se habla de limitaciones, la diferencia es notable cuando se requiere la presencia física.

7 Trabajos relacionados

El campo de la Telepresencia es cada vez mayor, la tecnología da camino a la creación de proyectos con bases en la Telepresencia utilizando a Internet como el medio de comunicación, en la Universidad Simón Bolívar de Colombia [5] la Telepresencia es utilizada como recurso para cambiar el modelo enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes comparten información propiciando una dinámica en la educación. En el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [6], simula el espacio de trabajo de un laboratorio real con ayuda de VRML el cual es un lenguaje de modelado de realidad virtual de propósito general, también resuelve el problema de la teleoperación vía Internet de un robot, así como la generación de programas para el puesto de trabajo del mismo. Durante la manipulación de los mundos virtuales interactivos, se generan programas para el puesto de trabajo, los cuales son entendidos por su modelo virtual como por el robot.

En la Universidad del Quidío [7], existe un prototipo de un sistema de Telepresencia que combina audio y video sobre Internet, este prototipo es una aplicación desarrollada en Java, la cual está compuesta por 3 ambientes: un ambiente de teleconferencia (audio y video), un ambiente de realidad virtual y un ambiente para presentación de diapositivas. La Universidad de Utah [8] está ampliando sus clases de mecatrónica a los estudiantes en industria, otras escuelas, y clases por correspondencia proporcionando los laboratorios de mecatrónica a través del Internet. El trabajo del laboratorio es esencial para las clases, esta es la razón por la cual un laboratorio basado en internet es ideal para las clases por correspondencia.

En la Universidad Autónoma de México [9], existe un proyecto que plantea un sistema con LabVIEW e Internet para transmitir datos y manipular dispositivos remotos (experimentos) en tiempo real. En la Universidad del Táchira, Venezuela [10] presenta el desarrollo básico de un Laboratorio Virtual de Control de Procesos (LavConPro) a través de Internet, basado en la filosofía cliente/servidor y desarrollado conjuntamente entre la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) y la Universidad de Los Andes-Táchira (ULA-Táchira). Los Laboratorios Virtuales son ambientes que permiten la realización de experiencias y prácticas sin necesidad de presencia física en los laboratorios reales, con las ventajas académicas, operativas y económicas que esto implica.

En la Universidad de Barcelona, España [11] se presenta un laboratorio virtual de equipos electrónicos con el objetivo de introducir a los alumnos en el manejo del instrumental electrónico básico, además de complementar e incluso sustituir las sesiones prácticas de laboratorio que se realizan en los estudios relacionados con la instrumentación electrónica. Este laboratorio permite aumentar drásticamente el número de horas de trabajo práctico fuera del entorno de laboratorio.

En la Universidad de Hohenheim, Alemania [12] describe un proyecto de investigación en el área de las cooperativas de teleenseñanza. En él se resumen las características y los resultados de un trabajo en grupo con apoyo Teleseminarios internacional con 14 estudiantes de grupos virtuales. Sobre la base de este campo de investigación y un modelo teórico, los requisitos y ventajas de la telepresencia en efectivo y eficiente de aprendizaje son considerados empíricamente.

La Telepresencia es un recurso que si bien se sabe aplicar, los frutos que puede alcanzar serían amplios, como se muestra en los diversos trabajos relacionados, la Telepresencia es un campo que se le puede sacar provecho, y más para la educación.

8 Conclusiones

Se puede apreciar que el campo de la teleoperación es muy extenso, hoy en día gracias a los avances en sistemas de comunicaciones podemos ver el uso de técnicas de teleoperación con realidad virtual y aumentada, aunado esto a los dispositivos hápticos (sensoriales) tenemos cada vez mayor telepresencia.

La teleoperación en el entorno industrial se vuelve importante para monitorizar los procesos en celdas robotizadas o de procesos automáticos, hoy en día podemos hacer uso de las herramientas de telepresencia para observar un proceso en el otro lado del mundo.

Es importante que en el Sistema de Institutos Tecnológicos se desarrollen prototipos orientados hacia la aplicación de telepresencia en la educación a distancia, por lo que se concluye que en la actualidad, todo laboratorio remoto de Ingeniería que se considere de auténtica telepresencia requiere de la existencia de una comunicación al menos visual e incluso auditiva con el proceso sobre el que se estén realizando las experiencias, para ofrecer esto, se requiere de un conjunto de herramientas de cómputo y el equipo mecatrónico sobre el cual se realizarán las prácticas, a fin de lograr una mejora en los procesos enseñanza aprendizaje a distancia.

La telepresencia intenta traer al usuario remoto a una experiencia lo más cercana posible a una presencia real. La telepresencia es más creíble que la realidad virtual dado que es de un ambiente real en lugar de un mundo simulado, y es mejor que un sitio Web o un CD-ROM porque es en tiempo real con muchas más posibilidades dinámicas. En casos donde ciertas imágenes son digitalizadas y almacenadas en un sitio Web o en un CD-ROM, el usuario está limitado a sólo un número finito de opciones. Además, la presencia no es real.

Referencias

1. Agah Harbin, Walker Ryan, Ziemer Rita, A Mobile Camera Robotic System Controlled via a Head Mounted Display for Tele-Presence, Department of Electrical Engineering & Computer Science The University of Kansas, IEEE 3526-3531, 1998.

2. Meek Sanford, Field Scott, Devasia Santosh. Mechatronics education in the Department of Mechanical Engineering at the University of Utah, Pergamon Mechatronics 13 (2003) 1-11
3. Parra-Vega Vicente, Telepresence with Master-Slave Robots using a Nonlinear Formulation without Time Delay, Proc. of de 2001 International Workshop on Bio Robot and Teleoperation, 96-102, Beijing, China
4. Hubert L. Dreyfus, Acerca de Internet, 2003, 80
5. Un ambiente de telepresencia para enseñanza y aprendizaje basado en nuevos estándares de Internet, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 2000.
6. Sistema de teleoperación y programación automática de tareas de manipulación para un robot UNIMATE S-103 basado en mundos virtuales, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), México.
7. Producto de telepresencia para la educación superior en el ámbito nacional, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia, 2004.
8. Enseñanza de Mecatrónica en el Departamento de Ingeniería Mecánica en la Universidad De Utah, Universidad De Utah, EUA, 2002.
9. Diseño y manipulación de sistemas remotos a través de labview e internet: instrumentación remota, Universidad Autónoma de México UNAM, México, 2004.
10. Desarrollo básico de un Laboratorio Virtual de Control de Procesos basado en Internet, Universidad del Táchira, Venezuela, 2005.
11. Laboratorio virtual de electrónica para el desarrollo de prácticas no presenciales, Universidad de Barcelona, España, 2004.
12. Efectos de videoconferencia y telepresencia en la Modalidad de teleenseñanza Cooperativa, Universidad de Hohenheim, Alemania, 2000.