

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: seleccionar la temática a partir de las líneas editoriales de la revista

Recibido: 20/04/2019 | Aceptado: 20/07/2019 | Publicado: 29/08/2018

Componente para la transmisión de información de control y video para un Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia

Component for the transmission of control and video information for a System of Virtual and Remote Laboratories

Yohan Díaz Acosta ^{1*}

¹ Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales, Universidad de las Ciencias Informáticas, yohandiaz@uci.cu

* Autor para correspondencia: yohandiaz@uci.cu

Resumen

Con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) son cada vez más las áreas del conocimiento que se integran. El control automático ha aportado los Sistemas de Laboratorios Virtuales y a Distancia (SLVD) con el objetivo de intercambiar recursos tecnológicos a través de Internet. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de conjunto con la Universidad Central de las Villas “Marta Abreu” (UCLV), tiene como objetivo la integración de los centros educacionales del Ministerio de Educación Superior, en el desarrollo de prácticas de laboratorio en la asignatura de control automático, para lo que se ha desarrollado un Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia. Sin embargo, este sistema no tiene un procedimiento estandarizado para la transmisión de información de control entre las diferentes entidades del SLVD y presenta insuficiente optimización del flujo de video entre las estaciones de trabajo, haciendo uso innecesario del ancho de banda. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada a partir de la implementación de un componente para la transmisión de información de control y flujo de video para un SLVD, para lo cual se guía el proceso de desarrollo mediante la metodología Open UP, utilizando como herramienta de modelado Visual Paradigm for UML, como lenguaje de programación C++ y como marco de trabajo QT sobre el entorno de desarrollo integrado QT Creator.

Palabras clave: UDP, Flujo de video, sistema informático.

Abstract

With the development of Information and Communication Technologies (ICTs), more and more areas of knowledge are being integrated. The automatic control has contributed the Virtual and Distance Laboratory Systems (SLVD) with the objective of exchanging technological resources through the Internet. The University of Informatics Sciences (UCI) together with the Central University of the Villas "Marta Abreu" (UCLV), has as objective the integration of the educational centers of the Ministry of Higher Education, in the development of laboratory practices in the subject

of automatic control, for which a Virtual and Distance Laboratory System has been developed. However, this system does not have a standardized procedure for the transmission of control information between the different entities of the SLVD and it has insufficient optimization of the video flow between the work stations, making unnecessary use of the bandwidth. The present investigation describes a solution to the problematic raised from the implementation of a component for the transmission of control information and video flow for a SLVD, for which the development process is guided by the Open UP methodology, using as Visual Paradigm for UML modeling tool, as a C ++ programming language and as a QT framework on the QT Creator integrated development environment.

Keywords: UDP, Video flow, computer system.

Introducción

Históricamente el hombre ha sentido la necesidad de estudiar su medio y aprender de él, para lo que ha buscado las vías factibles y novedosas para ello. Con el paso del tiempo y el desarrollo tecnológico, aprender se torna necesario y en muchas ocasiones imprescindible para adaptarse al contexto sociopolítico actual. El avance de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) ha favorecido esta tarea. Cada vez más se hace necesario acceder a información y el auto-aprendizaje se pone a la vanguardia.

La incorporación de tecnologías en el sector educacional ha permitido potenciar la educación a distancia con la creación de nuevas propuestas con fines de desarrollo profesional y de colaboración. El uso combinado de métodos pedagógicos y materiales de auto-aprendizaje con las diversas tecnologías, ha propiciado el acercamiento entre las personas y el acceso generalizado a un mismo material de enseñanza (Trapero, 2009).

Durante la última década, se han desarrollado plataformas conocidas como SLVD, demostrando tener potencial para la formación en el campo de la ingeniería robótica y de control. Un SLVD permite a los estudiantes por medio de experimentos en tiempo real interactuar con dispositivos físicos a distancia (Chacez, 2008).

El sistema educacional cubano también ha incursionado en el aprendizaje virtual y a distancia. El Departamento de Automática y Sistemas Computacionales de la UCLV, en conjunto con el Departamento de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial, de la Universidad Politécnica de Madrid desarrolló un Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia para la Asignatura de Regulación Automática I (Ching, 2010), (Mar, 2018). Este sistema presenta una arquitectura cliente servidor. Los clientes se conectan a través de Internet al Servidor Web, que a su vez estará conectado a las Estaciones de Trabajo que contiene dispositivos a controlar, los cuales son monitorizados mediante una cámara que envía las imágenes en tiempo real a los usuarios que realizan las prácticas de laboratorios.

Para que los usuarios visualicen el contenido de las prácticas en SLVD se usa el protocolo de comunicación TCP (Protocolo de Control de Transmisión), el cual implementa mecanismos de retransmisión en caso de que el receptor no confirme la recepción de los datos. Además implementa mecanismos de control de congestión y de control de flujo, implicándose un mayor consumo del ancho de banda disponible y retardo en el flujo de información transmitido, lo que hace ineficiente el proceso de intercambio de información.

Con el objetivo de incorporar más instituciones teniendo en cuenta las principales carencias que presentan los centros del Ministerio de Educación Superior, se ha decidido actualizar el sistema existente con vista a mejorar su funcionamiento. Para lo cual la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en conjunto con la UCLV, mediante proyecto de colaboración en el campo de la educación, está desarrollando una nueva plataforma al SLVD.

Sin embargo, el autor en su práctica cotidiana con la utilización del método empírico entrevista pudo identificar las siguientes problemáticas:

- No existe un método estandarizado para la transmisión de información de control entre las diferentes entidades del SLVD, provocando diferentes codificaciones entre las estaciones de trabajo.
- Insuficiente optimización del flujo de vídeo generado entre las estaciones de trabajo y el servidor del SLVD, consumiendo mayor ancho de banda del necesario.
- Inexistencia en el mercado de SLVD libres, imposibilitando la personalización o modificación de la solución según las necesidades del Sistema Educativo Cubano.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Conceptos asociados a la investigación

La educación a distancia es la gestión o proceso de educar o ser educado cuando este proceso auto dirigido se realiza a distancia. Tal acto educativo es apoyado por el material didáctico elaborado por un equipo experimentado y multidisciplinario. Este tipo de educación se centra en hacerle llegar la información a los estudiantes, eliminando la necesidad de que se encuentren presentes en el momento de impartir la clase, apoyándose para ello en otros medios como video conferencias, sesiones de chat, documentos, multimedia, presentaciones u otra de las posibilidades que brinda Internet (Gómez, 2012), (Mar, 2017).

El aprendizaje electrónico (conocido también por el anglicismo e-learning) se refiere a la educación a distancia completamente virtualizada a través de los nuevos canales electrónicos (las nuevas redes de comunicación, en

especial Internet), utilizando para ello herramientas o aplicaciones de hipertexto (correo electrónico, páginas web, foros de discusión, mensajería instantánea, plataformas de formación, etc.) como soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Torres, 2011), ()).

Con el objetivo de materializar estos renovadores conceptos de aprendizaje, se crearon los Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia. Diferentes estudiosos han tratado de dar una definición lo más exacta posible de los Laboratorios a Distancia, por ejemplo:

“Son simulaciones de prácticas manipulativas que pueden ser hechas por la/el estudiante lejos de la universidad y el docente” (Monge-Magera, 1999).

Tecnologías, metodologías y herramientas para el desarrollo del software

Para el desarrollo del componente a implementar se adoptan las metodologías, herramientas y tecnologías definidas por el grupo de desarrollo de la plataforma SLVD. De esta manera se garantiza compatibilidad entre los diferentes productos en desarrollo.

Para desarrollar el componente para la transmisión de información de control y transmisión de video para un Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia se utiliza la metodología Open UP. Esta metodología de desarrollo de software, basada en RUP (Rational Unified Process), contiene el conjunto mínimo de prácticas que ayudan a un equipo de desarrollo de software a realizar un producto de alta calidad, de una forma eficiente. Open UP, es un proceso unificado, iterativo e incremental, que se centra en el desarrollo colaborativo de software para generar sistemas de calidad. Los elementos que forman Open UP son: tareas, disciplinas, artefactos y procesos (Mar, 2014).

Lo fundamental de UML es la capacidad de diagramación y los diferentes tipos de diagramas que soporta. UML 2.0 está basado en el Paradigma Orientado a Objetos. También puede conectarse con lenguajes de programación (Ingeniería directa e inversa) y permite documentar todos los artefactos de un proceso de desarrollo. Es un lenguaje muy expresivo, que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas (Cornejo 2008).

De acuerdo a esto se decide utilizar UML 2.0 como lenguaje de modelado, ya que permite modelar el análisis, diseño e implementación, construyéndose así modelos precisos, no ambiguos y completos; además permite realizar la verificación y validación del modelo desarrollado y es flexible para admitir cambios no previstos durante el diseño o el rediseño.

C++ es un lenguaje de programación de utilidad general diseñado para que el programador serio haga su trabajo de modo más agradable. Salvo algunos detalles menores, C++ es un súper conjunto del lenguaje de programación C.

Además de los recursos que ofrece C, C++ proporciona mecanismos flexibles y eficientes para definir nuevos tipos de datos (Stroustrup, 1993).

Este lenguaje de programación está considerado por muchos como uno de los lenguajes más potentes, debido a que permite trabajar tanto a alto nivel como a bajo nivel. Se puede decir que C++ abarca tres paradigmas de la programación: la programación estructurada, la programación genérica y la programación orientada a objetos. Dicho lenguaje gana mucho en potencia ya que tiene la posibilidad de sobrecargar operadores. Las principales características de C++ son las facilidades que proporciona para la programación orientada a objetos y para el uso de plantillas o programación genérica.

Marco de trabajo: QT4 es un framework de desarrollo integral con herramientas diseñadas para simplificar la creación de aplicaciones e interfaces de usuario para el escritorio, embebidos y plataformas móviles. Permite realizar aplicaciones avanzadas y desplegarlas en escritorio y sistemas operativos integrados sin tener que reescribir el código fuente, contribuyendo de esta forma a disminuir el tiempo y el costo de desarrollo del producto. Es fácil de usar, aprender, mantener y de código reutilizable. Además posee un alto rendimiento en tiempo de ejecución y ocupa poco espacio en disco (Garrido, 2009).

Resultados y discusión

El Modelo conceptual permite representar los conceptos más importantes de los objetos que se muestran en el dominio del problema. Un modelo conceptual es una representación de las clases conceptuales del mundo real, no de componentes software. Los conceptos representan las "cosas" que existen o los eventos que suceden en el entorno en el que trabaja el sistema (Larman, 2003). La figura 1 muestra el diagrama conceptual del negocio actual.

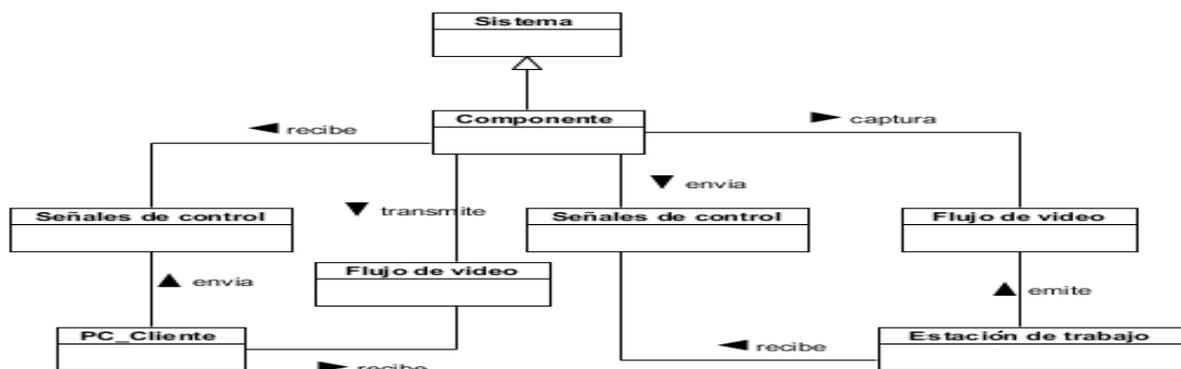


Figura 1: Modelo conceptual

Glosario de términos del Modelo conceptual

Sistema: Sistema al cual se integrará el componente para la transmisión de información de control y video para un Sistema de Laboratorios Virtuales y a Distancia.

Estación de Trabajo: Computadora con acceso a la red a la que se encuentran conectados los dispositivos.

PC_Cliente: Es de donde se van a ejecutar las señales de control y se visualizará el video capturado, procesado y enviado por el componente.

Componente: Es el encargado de transmitir la información de control y el video entre las entidades PC_Cliente y Estaciones de trabajo.

Los Requisitos funcionales son declaraciones de servicios que el sistema debe proporcionar, definen la manera en que éste debe reaccionar a determinadas entradas y cómo se debe comportar en situaciones particulares (Pressman, 2010). Estos requisitos son las características fundamentales del sistema y expresan la capacidad de acción del mismo.

Nota: Se usa el prefijo RF en su nomenclatura.

RF 1.Capturar flujo de video.

RF 2.Procesar flujo de video.

RF 3.Transmitir video.

RF 4.Recibir señales de control.

RF 5. Enviar señales de control.

Un caso de uso (CU) expresa todas las formas de usar un sistema para alcanzar una meta particular para un usuario. En conjunto, los casos de uso le proporcionan todos los caminos útiles de usar el sistema e ilustran el valor que este provee.

Descripción de los Casos de Uso del Sistema

Tabla 1: CU Transmitir flujo de video.

CU	Transmitir flujo de video
Actor	Sistema
Descripción	Permite transmitir el flujo de video haciendo uso del protocolo UDP, después de ser capturado de un dispositivo cámara IP.
Referencia	RF1, RF2, RF3

Tabla 2: CU Procesar señales de control.

CU	Procesar señales de control
----	-----------------------------

Actor	Sistema
Descripción	Permite capturar y enviar señales de control encapsuladas mediante XML y enviadas por HTTP haciendo uso del protocolo de llamadas de retorno XML-RPC.
Referencia	RF4, RF5

Definición del actor del sistema

Según Roger Pressman “los casos de uso se definen desde el punto de vista de un actor. Un actor es un papel que desempeñan las personas (usuarios) o los dispositivos cuando interactúan con el software.” (Pressman, 2010).

Tabla 3: Definición del actor del sistema.

Actor	Descripción
Sistema	Es el sistema al cual el componente se va a integrar y que mediante peticiones automáticas, hará uso de las funcionalidades del componente para la transmisión de información de control y flujo de video.

Descripción del Caso de Uso arquitectónicamente significativo del sistema.

CU1: Transmitir flujo de video.

Tabla 4: Descripción del Caso de Uso Transmitir flujo de video.

Objetivo	<i>Permitir la transmisión del flujo de video.</i>
Actores	<i>Sistema: (Inicia) Iniciar Proceso.</i>
Resumen	<i>El CU inicia cuando el actor, en este caso el Sistema, hace peticiones automáticas al componente para solicitar la transmisión del flujo de video emitido por una cámara IP. El CU termina cuando se inicia la transmisión.</i>
Complejidad	<i>Alta.</i>
Prioridad	<i>Crítica.</i>
Precondiciones	<i>La dirección de URL del dispositivo sea la correcta.</i>

Poscondiciones	<i>Transmisión de flujo de video iniciada por el componente a través del protocolo UDP hacia las PCs clientes.</i>	
Flujo de eventos		
Flujo básico Transmitir flujo de video		
	Actor	Componente
1.	<i>Indica al componente que comience a transmitir mediante peticiones.</i>	
2.		<i>Recibe la dirección del flujo de video a transmitir.</i>
3.		<i>Captura el flujo de video emitido.</i>
4.		<i>El flujo de video es encapsulado.</i>
5.		<i>Comienza la transmisión por el protocolo UDP del flujo de video. Termina el CU.</i>
Relaciones	CU incluidos	<i>No existen.</i>
	CU extendidos	<i>No procede.</i>
Requisitos no funcionales	<i>No procede.</i>	
Asuntos pendientes	<i>No procede.</i>	

CU: Procesar señales de control.

Tabla 5: Descripción del Caso de Uso Procesar señales de control.

Objetivo	<i>Recibir y enviar señales de control.</i>
Actores	<i>Sistema: (Inicia) Iniciar Proceso.</i>
Resumen	<i>El CU inicia cuando el actor, en este caso el Sistema, hace peticiones</i>

	<i>automáticas al componente para solicitar la captura y envío de señales de control, enviadas por una PC cliente y recibidas por una estación de trabajo. El CU termina cuando inicia la captura y envío de las señales de control.</i>	
Complejidad	<i>Alta.</i>	
Prioridad	<i>Crítica.</i>	
Precondiciones		
Poscondiciones	<i>Recibidas y enviadas exitosamente las señales de control.</i>	
Flujo de eventos		
Flujo básico Procesar señales de control		
	Actor	Componente
1.	<i>Indica al componente que comience a procesar las señales de control mediante peticiones.</i>	
2.		<i>Recibe el puerto por donde va recibir las señales de control enviadas desde las PC cliente.</i>
3.		<i>Recibe las señales de control.</i>
4.		<i>Envía las señales de control por un puerto hacia la estación de trabajo.</i>
5.		<i>Comienza la transmisión por el protocolo UDP del flujo de video. Termina el CU.</i>
Relaciones	CU incluidos	<i>No existen.</i>
	CU extendidos	<i>No procede.</i>
Requisitos no	<i>No procede.</i>	

<i>funcionales</i>	
<i>Asuntos</i>	<i>No procede.</i>
<i>pendientes</i>	

Diagrama de clases del diseño

Los diagramas de clases del diseño son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargarán del funcionamiento y la relación entre uno y otro. Describen gráficamente las especificaciones de las clases del software y de las interfaces en una aplicación. En su diseño contienen como información clases, métodos, información sobre los tipos de los atributos y dependencias (Larman, 2003).

En la Figura # 2 se muestra la representación del diagrama de clases del diseño.

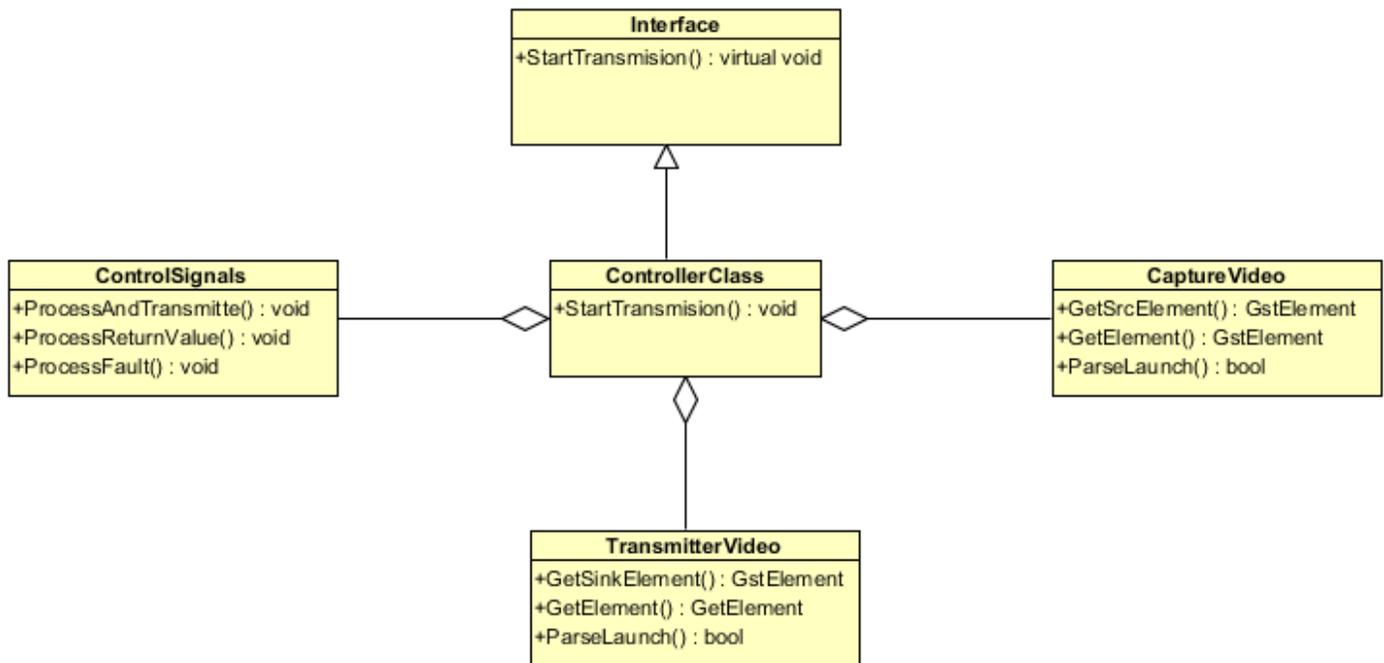


Figura 2: Diagrama de clases del diseño

Conclusiones

Tras haber culminado la investigación, se logró dar cumplimiento al objetivo planteado, permitiendo arribar a la siguiente conclusión.

El uso de la metodología y las herramientas seleccionadas, posibilitó realizar, guiar y documentar el proceso de diseño e implementación de la herramienta para la transmisión de información de control y flujo de video para un SLVD, dándole cumplimiento a los 5 requisitos funcionales.

Referencias

- Chacez, R. 2008. Laboratorios virtuales y a distancia como apoyo a la educación de sistemas robóticos. 2008. ISSN 1002-2565.
- Ching, Ivan Santana. 2010. s.l. : Enero, 2010, Vol. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. ISSN: 1697-7912.
- Cornejo, J. ¿Qué es UML? El Lenguaje de Modelado Unificado. In, 2008
- Gómez, P. 2012. El papel de la autoría en la mediación de los procesos de enseñanza aprendizaje en las unidades didácticas de la educación a distancia. s.l. : [http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/papel-autoria-mediación-procesos-enseñanza-aprendizaje-unidades-didácticas-educación-distancia-gomez.pdf](http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/papel-autoria-mediacion-procesos-enseñanza-aprendizaje-unidades-didácticas-educación-distancia-gomez.pdf), 2012.
- Garrido, S. 2009. Introducción a QT. Programación gráfica en C++ con Qt4. S.l.: s.n. 2009.
- Larman, C. 2003. UML y Patrones. 2a. S.l.: s.n. 2003.
- MONGE-NÁGERA, J. 1999. La evolución de los laboratorios virtuales durante una experiencia de seis años con estudiantes a distancia,. 1999.
- MAR, O. Procedimiento para determinar el índice de control organizacional Revista Infociencia, 2014, Vol.18(No.2).
- MAR, O.; J. GULÍN, et al. Sistema de Laboratorios a Distancia para la práctica de Control Automático Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2016, 10(4): 171-183.
- MAR, O.; I. SANTANA, et al. Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map Revista Investigación Operacional, 2017, 38(2): 170.178.

MAR, O. and J. GULÍN Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un sistema de laboratorios a distancia Revista científica, 2018, 3(33): 332-343.

Pressman, R. 2010. Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. s.l. : Mc Graw Hill, 2005. ISBN 9701054733.

Stroustrup, Bjarne. 1993. El lenguaje de programación C++, Segunda Edición. s.l. : Wilmington, Delaware, E.U.A : Addison-Wesley Iberoamericana, 1993. ISBN 201-60104-4.

Torres, L. 2011. Unidad Docente de Medicina de Familia de Córdoba. 2011. ISSN 2173-8262.

Trapero, A. 2009. Importancia de las TIC para la Educación. 2009. ISSN 1988-6047.