

Adelantos en el desarrollo de un Protocolo de Interpretación Gráfica para no videntes y herramienta de implementación

Hernán Amatriain, Hernán Merlino, Sebastián Martins, Santiago Bianco, Nicolás Pérez y Darío Rodríguez

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software
Grupo de Investigación en Sistemas de Información.
Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús
<http://www.unla.edu.ar/sistemas/gisi/>
hamatriain@gmail.com, hmerlino@gmail.com, smartins089@gmail.com,
santiago.bianco.sb@gmail.com

Resumen. El presente trabajo busca cubrir la vacancia existente en un protocolo y un conjunto de herramientas que den soporte a los no videntes para comunicar ideas a través de diagramas de sistemas. Al no existir en la actualidad un conjunto completo de estas herramientas, no puede llevarse a cabo la inclusión completa de personas no vidente en la Educación Superior.

Palabras clave. Modelado de Sistemas, UML, DFD, DER, No Vidente, Discapacidad, Inclusión, Ciego.

1. Introducción

La Ley Nacional de Educación Superior establece que el Estado debe ofrecer acceso a la educación universitaria a todo aquel que quiera hacerlo y cuente con la formación y capacidad requerida, y garantizar la accesibilidad al medio físico, servicios de interpretación y los apoyos técnicos necesarios y suficientes, para las personas con discapacidad [Ley 25573, 2002]. Queda en evidencia que en algunas áreas de menor demanda los desarrollos son aún escasos. Las carreras de Sistemas de Información / Informática, utilizan asiduamente modelos gráficos para el diseño de funcionalidades y datos. La interpretación de estos modelos hace complicada la comprensión del tema para el estudiante no vidente, y muy difícil la tarea del docente para que el estudiante los asimile y utilice para su posterior evaluación. Las estructuras curriculares de estas carreras exigen cubrir estos temas.

En la Universidad Nacional de Lanús se presentó un caso puntual que puso a prueba la estructura y organización para cubrir estos casos, desnudando la falta de madurez y estrategias de la Institución para afrontarlos. Un estudiante no vidente, cursante de la carrera Licenciatura en Sistemas, del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico fue el detonante para comprender que debía trabajarse en este sentido y poder darle las herramientas necesarias, tanto al estudiante como a los docentes, para

facilitar sus estudios. Éste alumno, en su adolescencia perdió la vista y actualmente es difícil para él la comprensión de gráficos de sistemas. No existe un procedimiento para evaluar y entrenar a estos estudiantes en el manejo de formalismos gráficos, presentándose siempre como un desafío al docente que enfrenta tal situación.

El presente trabajo busca desarrollar un protocolo de comprensión gráfica para facilitar la tarea del docente en explicar estos modelos y la del estudiante no vidente comprenderlos y utilizarlos en la resolución de problemas, para su posterior evaluación. También se busca desarrollar un conjunto completo de herramientas que implemente dicho protocolo. En este trabajo presenta: el problema abordado (sección 2), la solución propuesta (sección 3), los adelantos en la etapa de validación del protocolo y herramienta desarrollados (sección 4) y se plantean algunas conclusiones y futuras investigaciones (sección 5).

2. Descripción del Problema

En la Universidad Nacional de Lanús, se viene haciendo un trabajo de interpretación y apoyo técnico a personas con discapacidad desde el Programa de Inclusión Universitaria para Personas con Discapacidad de la Dirección de Bienestar Universitario dependiente de la Secretaría de Cooperación y Servicio Público. Esta iniciativa se fundamenta en la necesidad de abordar una problemática social más amplia, que remite a las oportunidades educativas que poseen aquellos sectores de la población históricamente excluidos del Sistema de Educación Superior, partiendo de una nueva manera de concebir, diseñar e implementar políticas universitarias, asentada en el reconocimiento, respeto y afirmación de las diferencias inherentes a la población estudiantil, congruente con la política de democratización del conocimiento que lleva adelante la Universidad Nacional de Lanús. Hasta hace poco tiempo la discapacidad era pensada como una cuestión que concernía exclusivamente a las personas afectadas, quienes con asistencia y protección podían rehabilitarse a fin de adaptarse al medio y lograr la integración social. Centrado en los aspectos médicos, en lo patológico, este modelo médico-céntrico de la discapacidad perdía de vista los derechos de este grupo heterogéneo, como personas y como ciudadanos, ignorando que lo que está en juego es la calidad de vida y la construcción de una sociedad realmente inclusiva, capaz de enriquecerse de la diversidad.

Sin embargo se ha presentado un caso que pone en evidencia la falta de madurez que se tiene en ciertas áreas específicas con discapacidades puntuales. Particularmente se presentó una prueba difícil al equipo interdisciplinario cuando el estudiante no vidente de la carrera de Licenciatura en Sistemas del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, tuvo que aprender y ser evaluado en algunas técnicas y metodologías de modelado de sistemas que son esencialmente gráficas como los Diagramas de Flujo Nassi-Shneiderman, Diagramas Entidad Relación (DER), Lenguaje Unificado de Modelado (UML), que son solo algunas de las herramientas gráficas que forman parte curricular de la mencionada carrera (acreditada por Resolución CONEAU 1089/12). Efectivamente, no existen herramientas ni procedimientos especiales para evaluar a un no vidente en estas áreas específicas.

No existe un procedimiento para evaluar y entrenar a estos estudiantes en el manejo de formalismos gráficos, presentándose siempre como un desafío al docente que enfrenta tal situación. Se han buscado distintas formas de darle una solución a este y otros inconvenientes que se presentan a los alumnos con estas características, trabajando con equipos interdisciplinarios, pero más allá de muy buenas ideas y apoyo que ha recibido el estudiante en las distintas áreas, el diseño utilizando modelado con gráficos ha sido hasta el momento un escollo insoslayable.

En un intento de solucionar este problema instalado en la actualidad, se buscaron herramientas especiales, encontrando que algunas posibles soluciones como ser el uso de [PSeInt, Planttext, PlantUML] son parciales e insuficientes.

El inconveniente con las herramientas mencionadas es que son incompletas en cuanto por un lado pueden generar gráficos a partir de un código, pero no pueden realizar el trabajo inverso, haciendo imposible que un ciego interprete un diagrama; y por otro lado, no abarcan todos los diagramas de modelado de sistemas, dejando afuera, por ejemplo, los Diagramas Entidad Relación (DER) que se utilizan para la modelización de datos (para la posterior creación de la Base de Datos).

3. Solución Propuesta

El presente trabajo busca desarrollar un protocolo de comprensión gráfica y un conjunto completo de herramientas para que un no vidente pueda interactuar con un grupo de estudio o docente (en un ambiente de aprendizaje o evaluación) o un grupo de desarrollo (en un ambiente laboral) a través de estos diagramas de modelado de sistemas. Particularmente se busca solucionar el problema a través de los siguientes desarrollos:

Desarrollo 1: Un lenguaje de interpretación gráfica que pueda codificar los diagramas de modelado de sistemas existentes más utilizados de forma tal que pueda ser interpretado por un no vidente, comprendiendo un gráfico así especificado o que pueda escribir el código que genera un diagrama específico. Este lenguaje debe ir acompañado de un proceso de evaluación para que los docentes cuenten con un protocolo o metodología de actuación a la hora de evaluar a un disminuido visual en el área de utilización de diagramas de modelado de sistemas.

Desarrollo 2: Un conjunto de herramientas de interpretación gráfica que pueda codificar los diagramas de modelado de sistemas existentes más utilizados de forma tal que pueda ser interpretado por un no vidente, comprendiendo un gráfico así especificado o que pueda escribir el código que genera un diagrama específico.

3.1. Protocolo de interpretación gráfica

El desarrollo de un protocolo para interpretación gráfica de diagramas de diseño de sistemas tiene dos objetivos. Por un lado, se busca conseguir un lenguaje a través del cual un no vidente pueda comprender un diagrama de diseño de sistemas (DFD, DER, UML, etc) que haya sido codificado con el mismo; y por otro lado ser la base para la creación de un conjunto de herramientas que puedan pasar tanto del lenguaje a un gráfico y viceversa.

La codificación de un diagrama de sistema a través del presente protocolo, debe tener en cuenta el objetivo de un gráfico, y la construcción de conocimiento de un individuo que carece de visión. Debe tenerse en cuenta que la representación interna del conocimiento de un no vidente es muy distinta a quien pudiendo ver, analiza las relaciones existentes en un diagrama (por ejemplo un DER) con una simple inspección visual. Los gráficos como son los diagramas de clases, DER, casos de uso, DFD, etc., además de ser el formalismo de un diseño, buscan que con un “golpe de vista” el diseñador tenga una primera impresión de la parte de sistema que se está modelando, o la pueda comunicar. Además de ello, un diseño con formalismo gráfico constituye una fuente de consulta permanente, de tal modo que el diseñador rápidamente puede observar alguna relación o característica que no terminó de memorizar o haya olvidado. Por ello es un desafío conseguir que un no vidente pueda interpretar un formalismo gráfico a partir de un código y que el mismo sea una fuente de consulta rápida. La forma de percibir de un no vidente un código escrito es de manera “lineal” a partir de un audio y al cual se accede secuencialmente. La solución que se ha planteado a este inconveniente, es la creación de un índice de rápido acceso, de tal forma que el individuo disminuido visualmente pueda navegarlo y detenerse en el elemento que desee revisar (sobre el cual quiere “refrescar la memoria”).

Los diagramas sobre los cuales se ha desarrollado el protocolo son los siguientes: Diagrama de Flujo de Datos (DFD), que incluye Diagrama de Contexto (DC), Tabla de Eventos (TE), y Diagrama de Sistemas (DS); Diagrama de Entidad-Relación (DER); Diagrama de Clases: se utiliza UML; Diagrama de Casos de Uso: se utiliza UML; y Diagrama de Secuencia: se utiliza UML.

Diagrama de Contexto:

La forma de codificar el diagrama de contexto es indicando los flujos por sus nombres y de dónde hacia dónde se dirigen, anteponiendo el elemento generador (Entidad Externa o Sistema) y poniendo posteriormente el elemento receptor. Se cumple con la sintaxis:

Diagrama de Contexto:

<Entidad Externa>: <Flujo>: <Sistema>;

<Sistema>: <Flujo>: <Entidad Externa>;

Índice: <Entidad Externa>

Nota aclaratoria: el índice tendrá una lista de las entidades externas, de manera que al seleccionar cualquiera de ellas se tiene acceso a los flujos que parten de ella al sistema

Tabla de Eventos:

Se describe cada evento como un elemento u objeto con una serie de características.

Tabla de Eventos:

Evento <Nro>:

Tipo: <Externo / Temporal>

Entidad Externa: <Nombre EE / vacío>

Descripción: <Breve descripción del evento>

Estímulo: <Flujo que activa al sistema / vacío>

Respuesta: 1. <Respuesta 1>, 2. <Respuesta 2>

Función asociada: <Nombre función asociada>;

Índice: Evento <Nro> (<Descripción>)

Diagrama de Sistemas:

Diagrama de Sistemas:

Proceso <Nro>: //Nota: el número de proceso se corresponde unívocamente con el número de evento.

Nombre: <Nombre del proceso> //Nota: corresponde a la función asociada del evento.

Evento Asociado: (<temporal / externo>) <Descripción del evento>

Entidad Externa: <Nombre de todas las EE asociadas, se desprende de la descripción>

Demoras: <Nombre de las demoras asociadas, se desprende de la descripción>

Descripción: <Breve descripción coloquial de la funcionalidad que debe implementar el sistema, de manera secuencial>

Flujos:

1. <Entidad Externa>: <Flujo>: <Proceso>,

2. <Demora>: <Flujo>: <Proceso>,

3. <Proceso>: <Flujo>: <Entidad Externa>;

Índex: <Nombre Proceso>

Subindex (por cada elemento del índice):

<Descripción>

<Flujos>

<Acceso completo>

Diagrama Entidad-Relación:

El DER se representa a través de las definiciones de todas las entidades primero (con sus respectivos atributos), y posteriormente se definen las relaciones entre entidades. Se indexan solamente las entidades con un subíndice que indique si el usuario de esa entidad quiere conocer sus atributos o las relaciones con otras entidades.

Diagrama Entidad-Relación:

Entidades:

Entidad <Nombre>:

<Clave / Obligatorio / Opcional>: <Nombre Atributo>;

Relaciones:

Entidad <Nombre A>: <Relación>: Entidad <Nombre B>

Entidad <Nombre B>: <Relación>: Entidad <Nombre A>;

Nota: la relación debe ir acompañada por la modalidad y cardinalidad (número mínimo y máximo de relaciones entre entidades) debe indicarse la relación en ambos sentidos por cada par de entidades relacionadas.

Diagrama de Clases:

Para representar las clases se comienza con la declaración del tipo de clase seguida con el nombre de la misma. Se diferencian tres tipos de clases: interfaces, abstractas y concretas.

Clases concretas:

Clase <nombre clase>

Clases abstractas:

Clase <nombre clase> (Abstracta)

Interfaces:

Clase <nombre clase> (Interface)

Cuando una clase hereda de otra se indica de la siguiente forma:

Clase <nombre clase hija> HeredaDe <nombre clase madre>

Los atributos y métodos se indican a continuación del nombre de la clase anteponiendo el tipo de acceso, es decir si es privada (-), pública (+) o protegida (*):

Clase <nombre clase>

Atributos:

- atributo1
- atributo2;

Métodos:

+ metodo1 (<lista argumentos>) <tipo retorno>
+ metodo2 (<lista argumentos>) <tipo retorno>
+ metodo3 (<lista argumentos>) <tipo retorno>;

Finalmente se escriben las relaciones. Se codifican tres tipos de relaciones: herencia (ya explicada), parte de (composición, colección y agregación), y comunicación:

Relaciones:

<nombre clase hija> HeredaDe <nombre clase madre>

<nombre clase menor> EsParteDe <nombre clase mayor>

<nombre clase> una_a_muchas <nombre clase>

<nombre clase> muchas_a_muchas <nombre clase>

<nombre clase> una_a_una <nombre clase>

Índex: <Clases>

Diagrama de Casos de Uso:

Se indica el actor que interactúa con el sistema y la funcionalidad del sistema con que éste interactúa. Que es el mismo caso de uso:

<nombre actor> - <nombre caso de uso>

Los casos de uso que incluyen o extienden su comportamiento con otros casos de uso se codifican de la siguiente manera:

<caso de uso> - Incluye - <caso de uso>

<caso de uso> - Extiende - <caso de uso>

Escenarios de caso de uso:

Nombre de caso de uso: <nombre>

Identificación: <id>

Actores: <actores>

Pre condiciones: <pre condiciones existentes, contexto del caso de uso>

Tipo de señal: <interna/externa>

Secuencia principal:

1) <acciones-1>

...

N) <acciones-N>;

Secuencia alternativa:

1) <acciones-1>

...

M) <acciones-M>;

Índex: <Casos de uso>

Diagramas de Secuencia:

4. Experiencia de validación del Protocolo y Herramienta desarrollados

El protocolo desarrollado inicialmente era sustancialmente distinto al presentado en este trabajo, y su cambio responde a una evolución del mismo a través de la validación realizada con el estudiante ciego de la UNLa.

Esta validación fue una experiencia interesante donde se comenzó a comprender la forma que un no vidente enfrenta a su entorno, como lo percibe y como interactúa con él. Particularmente fue adaptándose el protocolo y la herramienta de acuerdo a como lo requería el estudiante en cuestión.

Con esta experiencia es que se comprendió la necesidad de un índice para ayudar al acceso rápido. También que prefería en la medida de lo posible descripciones coloquiales antes de la utilización de signos de puntuación.

A medida que se validaba el protocolo, se aplicaba a la evaluación de una materia de la carrera: Ingeniería de Software I (materia de segundo año). El estudiante pudo desarrollar un examen al igual que sus compañeros, obteniendo puntuaciones en práctica de un 80% en el primer parcial y un 60% en el segundo, aprobando, así, la cursada de esta materia cumpliendo con las exigencias curriculares de desarrollar diagramas de flujo de datos, tabla de eventos, diagramas entidad-relación, diagramas de clases, diagramas de casos de uso y diagramas de secuencia (más flojo es éste último punto). La herramienta desarrollada también fue bien recibida y adaptada a sus necesidades.

5. Conclusiones y futuras líneas de investigación

Si bien éste fue el primer estudiante en que se aplica este protocolo y herramienta, se puede concluir que hasta aquí la experiencia fue altamente positiva, pudiéndose considerar al protocolo y herramienta desarrollados como un éxito.

Actualmente está ingresando en la misma carrera de la UNLa un estudiante disminuido visual, con el que se espera aplicar el mismo protocolo y herramientas para darle la oportunidad de valerse por sí mismo en el estudio de Sistemas.

Respecto al estudiante testigo con el que se validó el protocolo y la herramienta, debe aclararse que el tiempo insumido en la enseñanza de los mismos fue mayor que el que requirió el resto de los estudiantes para ver el mismo tema (sea DFD, DER o UML).

Actualmente se están desarrollando las herramientas para tablas de eventos, diagrama entidad-relación, diagrama de sistemas y diagrama de casos de uso. Se espera poder contar con estas herramientas para comienzos del año entrante. También se ampliará el protocolo a otros diagramas de modelado (como PERT u otros diagramas UML no desarrollados aún). Por último, se espera desarrollar en una segunda fase, herramientas de procesamiento visual e interpretación de patrones (herramientas de inteligencia artificial) para ayudar al estudiante no vidente en tiempo real y poder desarrollar gráficos en un pizarrón y éste pueda comprenderlos.

6. Financiamiento

El presente trabajo es financiado por el Proyecto 80020170400005LA de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Lanús.

7. Bibliografía

- ANSI/IEEE, (2007). Draft IEEE Standard for software and system test documentation. ANSI/IEEE Std P829-2007.
- Argimón J. (2004). Métodos de Investigación Clínica y Epidemiológica. Elsevier España, S.A. ISBN 9788481747096.
- Arnett, K. (2003). Teacher adaptations in core French: A case study of a one grade 9 class. *The Canadian Modern Language Review*, 60 (2), 173-198
- Basili, V. (1993). The Experimental Paradigm in Software Engineering. En *Experimental Software Engineering Issues: Critical Assessment and Future Directions* (Ed. Rombach, H., Basili, V., Selby, R.). Lecture Notes in Computer Science, Vol. 706. ISBN 978-3-540-57092-9.
- Beardon, C; Lumsden, D; Holmes, G (1991). *Natural Language and Computational Linguistics. An introduction*. Ellis Horwood.
- Berge, N. & Berge, Z. (1998). Integration of Disabled Students into Regular Classrooms in the United States and in Victoria, Australia. *The Exceptional Child*, 35 (2), 107-117.
- Booth, T. y Ainscow, M. (2000). Índice de inclusión, desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas. Bristol: CSIE UNESCO.
- Casanova, M. y Cabra, M. (Coords.) (2009). Educación y personas con discapacidad: presente y futuro. Madrid: Fundación ONCE.
- Constitución Nacional (1994). Constitución de la Nación Argentina. Art. 75: Declaraciones, Convenciones, y Pactos complementarios de derechos y garantías.
- Correa, P. (2010, diciembre). Los mapas táctiles y diseño para todos los sentidos. *Trilogía. Ciencia, Tecnología, Sociedad*, (22), 77-87.
- Delrieux, C. (2003). Introducción a la Computación Gráfica. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional del Sur, Agosto, 2003.
- Echeita, G. y Duk, C. (2008). Inclusión educativa. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambios en Educación*, 6 (2). Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/551/55160201.pdf>
- Edler, R. (2008, enero-junio). Políticas de la educación especial. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 10 (001), 15-28.
- Edward, A. (2000) *Interactive Computer Graphics: a Top-Down Approach With OpenGL* 2nd edition, AddisonWesley, 2000.
- Fernández Fernández, G.; Sáez Vacas, F. (1995). *Fundamentos de informática: [lógica, autómatas, algoritmos y lenguajes]*. Editorial Anaya Multimedia.
- Foley, J.D.; van Dam, A.; Feiner, S.K.; Hughes, J.F. (1995). *Computer Graphics: Principles and Practice*, 2nd edition, AddisonWesley 1995
- García Martínez, R., Britos, P. (2004). *Ingeniería de Sistemas Expertos*. Editorial Nueva Librería. ISBN 987-1104-15-4.
- Giné, C. (2001). Inclusión y sistema educativo. Presentado en el III Congreso "La atención a la diversidad en el sistema educativo", Universidad de Salamanca-Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (INICO).
- Grishman, R. (1991). *Introducción a la Lingüística Computacional*. Visor.

- González López, P. y García-Consuegrea Bleda, J. (1998). *Informática Gráfica*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha-Cuenca, 1998.
- González, M. (2008). Diversidad e inclusión educativa: algunas reflexiones sobre el liderazgo en el centro escolar. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambios en Educación*, 6 (2) <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=55160208>
- Hernández, C. (2011). *Desarrollo de las concepciones educativas de las personas con discapacidad visual*. La Habana: Pueblo y Educación.
- IEEE, (1997). *IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes*. IEEE Std 1074-1997 (Revisión of IEEE Std 1074-1995; Replaces IEEE Std 1074.1-1995)
- Jacobson, I., Ng, P. W., McMahan, P. E., & Jaramillo, C. M. Z. (2013). La esencia de la ingeniería de software: El núcleo de Semat. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(3), 71-78.
- Ley de Educación Superior (2002). Ley Nacional Nro. 25573 (modifica Ley 24521). Publicada en el Boletín Oficial del 30-abr-2002, Número: 29888, Página: 1
- May, H. & Bridger, K. (2010). *Developing and embedding inclusive policy and practice in higher education*. York, Reino Unido: Higher Education Academy.
- McLean, P., Heagney, M. & Gardner, K. (2003). Going Global: The implications for students with a disability. *Higher Education Research & Development*, 22 (2), 217-228.
- Moreno Sandoval, A. (1998). *Linguística Computacional*. Síntesis.
- Oktaba, H., Garcia, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F., Alquicira, C. (2007). *Software Process Improvement: The Competisoft Project*. *IEEE Computer*, 40(10): 21-28. ISSN 0018-9162.
- ONU (2006). *Convención sobre el derecho de las personas con discapacidad*. Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, Diciembre 2006.
- OpenGL: sitio oficial disponible en <https://www.opengl.org>.
- Orlansky, M. (1982). Education of Visually Impaired Children in the USA. *Current Issues in Service Delivery, the Exceptional Child*, 29 (1), 13-20.
- Planttext: para diagramas UML. Sitio oficial disponible en <https://www.planttext.com>.
- Plantuml: para diagramas UML. Sitio oficial disponible en <http://plantuml.com>.
- PSeInt: para diagramas Nassi-Schneiderman. Sitio oficial disponible en <http://pseint.sourceforge.net>
- Quijano, G. (2008). La inclusión: un reto para el sistema educativo costarricense. *Revista Educación*, 32 (1), 139-155.
- Riveros, H. y Rosas, L. (1985). *El Método Científico Aplicado a las Ciencias Experimentales*. Editorial Trillas. México. ISBN 96-8243-893-4.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999). *The Unified Modeling Language, Reference Manual*. Addison Wesley, ISBN-10: 02-0130-998-X.
- Sabato J, Mackenzie M. (1982). *La Producción de Tecnología: Autónoma o Transnacional*. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales - Technology & Engineering. ISBN 9789684293489.
- Shieber, S.M. (1989). *Introducción a los Formalismos Gramaticales de Unificación*. Teide.
- Stainback, S. y Stainback, W. (1999). *Aulas inclusivas*. Madrid: Narcea, SA de Ediciones.
- UNESCO (2009). *Informe de seguimiento de la EPT en el mundo 2009: Superar la desigualdad por qué es importante la gobernanza*. París.