

Aplicación de ROPES para el análisis de una grabadora digital de mensajes

Resumen

El presente documento tiene como objetivo mostrar la aplicación de ROPES¹ -Proceso Rápido Orientado a Objetos para Sistemas Empotrados- en el análisis de la interfaz de una Grabadora Digital de Mensajes. Se describen brevemente las actividades y los artefactos indicados por este proceso. El trabajo propuesto pretende auxiliar, en un futuro, a personas con discapacidades de movimiento parcial. Se desea poner a disposición de los usuarios la interfaz de una pequeña computadora que le permita mantener una comunicación interactiva con las personas que lo rodean y su ambiente. Por otra parte, se señala la importancia y ventajas de emplear procesos como ROPES para el seguimiento este tipo de sistemas.

Palabras Clave: Análisis de Objetos, Análisis de Requerimientos, Análisis del Sistema, Interfaz para Personas con Discapacidad, ROPES, Sistema Empotrado, Sistema de Tiempo Real, UML.

1. Introducción

La carencia de alguna de las capacidades físicas del ser humano impide el pleno desarrollo de las diversas actividades que él mismo realiza, esto se traduce en una desventaja para la persona y se convierte en una discriminación por la sociedad informática al no contemplar el diseño de una Interfaz Humano Computadora (HCI) que facilite la interacción. De acuerdo con la información que presenta el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 del INEGI, el 1.84 % de la población son personas con discapacidad, es decir 1'795,300 habitan-

tes. Así mismo el censo (INEGI 2000), describe a la población por tipo de discapacidad de la manera siguiente: el porcentaje más elevado corresponde a la discapacidad motriz con un 45.05%, seguida por la visual con el 28.64%, la auditiva con el 16.56% y la intelectual con el 14.66%, según su incidencia. Siendo las causas más comunes de la discapacidad de la población en edad laboral, los accidentes y las enfermedades.

Bajo esta perspectiva el mayor número de incidencias se presenta en la discapacidad motriz seguida por la visual; con la finalidad de ayudar a las personas con estas capacidades diferentes a su integración social mediante el uso de la tecnología de la información y las comunicaciones, el presente estudio plantea una interfaz, concebida como una grabadora de sonido digital, donde se almacenan los datos captados mediante la digitalización y grabación de la voz, que permita manejar alarmas y controles en base a tiempos establecidos, permitiendo a las personas con capacidades diferentes, desarrollar sus habilidades de comunicación por medio del uso del tacto y la voz. Considerando a la grabadora de sonido digital como un sistema de tiempo real que toma la forma de sistema empotrado se ha planteado aplicar el desarrollo del proceso en el nuevo paradigma llamado ROPES; teniendo presente que una de sus ventajas es la escalabilidad, permitirá en el futuro robustecer el sistema de la grabadora con otras funciones apropiadas al fin perseguido

2. Descripción del Problema

La dificultad de desarrollar sistemas empotrados de tiempo real es mayor que la de los sistemas convencionales. Esta dificultad se debe a la consideración de los requisitos temporales y de fiabilidad; un fallo en alguno de estos sistemas puede causar cuantiosos daños

¹ ROPES por sus siglas en el idioma Ingles Rapid Object-Oriented Process for Embedded Systems.

materiales, e incluso en ocasiones la pérdida de vidas humanas si hablamos de personas con discapacidades que se encuentra en peligro. Una de las fases más importantes en la creación de un sistema de éste tipo es el análisis.

El sistema que se desea analizar se a visualizado en una interfaz de una grabadora de mensajes, donde, se almacenan los datos adquiridos durante la digitalización y grabación de la voz de los usuarios. La interfaz permite, además, manejar alarmas y controles en base a tiempos de respuesta ya establecidos.

2.1 Solución

Para realizar el análisis del sistema se toma como base a UML, ya que define un marco de trabajo para capturar y expresar modelos de objetos y metamodelos con semántica genérica y notación gráfica. Los metamodelos permiten capturar conceptos tan importantes como el de Tiempo Real, Concurrencia y Seguridad. La forma de utilizar estos metamodelos dentro de una secuencia de actividades, para aprovechar y hacer más eficiente la construcción de sistemas, es empleada en una gran variedad de procesos, uno de ellos ROPES [Bruce Powel Douglass] por lo que también es adoptado este proceso.

2.2 Justificación

El proceso ROPES además de los propósitos de mejorar y ordenar lo que se desea realizar, también permite llevar a cabo los siguientes puntos:

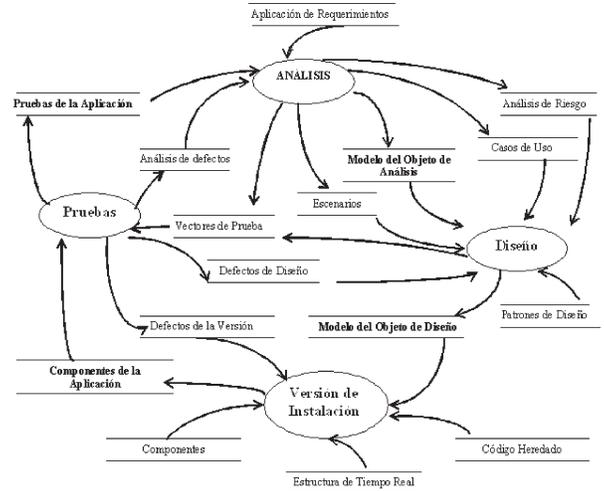
- Incrementar la calidad del producto.
- Mejorar la atención y repetición de los esfuerzos de desarrollo.
- Disminuir el esfuerzo demandado para desarrollar el producto final con el nivel requerido de calidad.
- Permite la reutilidad.
- Estabilidad y capacidad de mantenimiento.
- Mejora la previsibilidad del proyecto en términos de: esfuerzo y tiempo de programación.

Conjuntamente, por ser un proceso orientado a objetos, ROPES, adquiere todas las ventajas de este tipo de aplicaciones. De esta manera, se asegura que el sistema que se está analizando será de calidad, y logrado con menos esfuerzos.

El proceso ROPES esta dividido en cuatro actividades para identificar y clarificar ¿qué se necesita hacer?

Tiene cuatro fases: análisis, diseño, traslación y pruebas. Las fases trabajan sobre un modelo organizado del sistema, que internamente consiste en un conjunto de abstracciones que colaboran para llevar acabo la descripción del mismo, en un nivel de detalles y madurez deseado. En el presente trabajo sólo se aplica la fase de análisis, la cual contempla los artefactos que se indican en la figura 1:

FIGURA 1. ARTEFACTOS DEL PROCESO ROPES



Cada fase identificada en el modelo de ROPES está organizada en un ciclo de vida iterativo. Cada prototipo implementa uno o más casos de uso organizados por el de mayor riesgo, lo que permite la exploración temprana de los mismos, minimizando el número de modelos que deben ser modificados por causa de estos riesgos. Cada uno de estos prototipos es ejecutable y puede ser probado. El punto clave de esta tecnología que hace rápido y eficiente al proceso es la traslación automática de estos modelos en código ejecutable, reduciendo el tiempo necesario para realizar iteraciones completas de semanas o meses a días y horas [RAP-SODY- I Logix]. Todos estos puntos hacen que se haya seleccionado ROPES para el análisis del sistema: grabadora de mensajes digitales en tiempo real. En las siguientes secciones se describe el análisis del sistema bajo ROPES.

3. Análisis de la Interfaz de la Grabadora Digital con ROPES

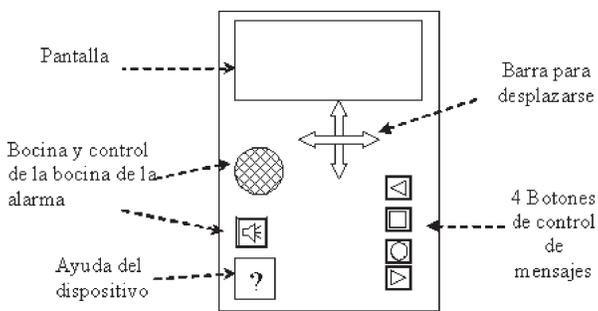
El análisis en ROPES, es la identificación de las características más importantes que sean esenciales para que el sistema sea correcto. Para esto, la fase de análisis esta

dividida en diferentes subfases: Análisis de requerimientos, Análisis del sistema y Análisis de los objetos.

3.1 Análisis de Requerimientos

Una grabadora de mensajes digitales es una aplicación electrónica diseñada para que los usuarios puedan registrar y reproducir sus propios sonidos. Se registran los mensajes usando un micrófono incorporado y se almacenan en una memoria digital. El usuario puede reproducir cualquier mensaje en todo momento mediante una bocina colocada al frente del dispositivo. El aparato debe ser pequeño (aproximadamente 8 cm de ancho por 12 cm de largo) tomando en consideración el alcance de las manos, ligero (aprox. 200 grs.), fácil de utilizar (pocos botones y una pantalla) y operar con una sola batería. En la figura 2, se muestra la imagen de lo que podría ser la grabadora digital de mensajes que podrá ser sostenida en la palma de la mano.

FIGURA 2. GRABADORA DE SONIDO DIGITAL



Las características principales del producto que se van a considerar son:

- Capacidad para diez diversos mensajes. La longitud de cada mensaje es limitada por la memoria disponible. Mensajes sencillos. Acceso directo a cualquier mensaje (mensaje anterior o siguiente).
- Facilidad de uso con los botones de la pantalla.
- Instrucciones simples: reproducir, repetir la reproducción, detener y grabar.
- El usuario puede programar una alarma. La alarma se desactiva hasta que el usuario presiona un botón, o después de 60 segundos.
- La fecha actual y la hora se deben mostrar siempre.
- Se debe mostrar en pantalla de forma clara y constante, el mensaje que se ejecuta y el nivel de la batería. El sistema debe señalar cuando la batería esta baja. En el modo stand-by, se debe economizar la

energía de batería. El sistema debe apagar los periféricos cuando no son usados. Se reanuda la operación normal cuando el usuario presiona una tecla.

- Buena calidad de sonido. El sonido es transmitido a 6Khz usando ocho bits.

Se identifican tres principales actores: el usuario, la batería y el tiempo. Los sensores para los mensajes del usuario son el micrófono y los botones. Los actuadores para el usuario son la bocina y la pantalla. El nivel de la batería es medido por un sensor de estado de la batería.

La tabla 1, muestra los acontecimientos externos que pueden ocurrir en el sistema. El patrón de llegada (A) puede ser periódico, si el acontecimiento ocurre sobre una base fija del tiempo, o episódico, si su tiempo de llegada es al azar. El sistema se comportará incorrectamente si no reacciona dentro del tiempo de respuesta especificado.

TABLA 1. EVENTOS DEL SISTEMA

Núm	Evento	Respuesta del Sistema	Patrón llegada	Respuesta
1	Al paso de segundo	Actualización interna del reloj Control de alarma Visualizar la actualización del reloj Visualizar el progreso de la tarea.	P	.5 seg
2	Período de la muestra	Muestra el siguiente registro o reproduce	P	½ periodo
3	El usuario presiona un botón de comando	Muestra el progreso de la tarea Inicia el registro o reproduce el mensaje	E	.5 seg.
4	El usuario presiona el botón de "Stop"	Se detiene la tarea actual Se actualiza la pantalla	E	.5 seg.
5	Alarma de batería baja	Advertir al usuario y parar la tarea	E / C	1 seg.
6	Entrada del modo "stand-by"	Muestra el switch apagado	E	1 seg.
7	Activar, el usuario presiona el botón mientras esta el modo stand-by.	Abandonar el modo stand-by, mostrarse en modo activo	E	1 seg.

El patrón de llegada puede ser: P = Periódico, E = esporádico, C =Seguridad Crítica

Por otra parte, en el sistema se han detectado los siguientes casos de uso:

Registro de mensajes: El usuario selecciona la opción grabar mensajes y presiona el botón de "grabar". Se verifica si el mensaje ya ha sido grabado anteriormente y entonces no se registra, de lo contrario el sistema comienza a grabar el mensaje de voz desde el micrófono, hasta que el usuario presione el botón "stop", o la capacidad de la memoria se agote.

Mensaje pregrabado: El usuario selecciona un mensaje grabado desde el directorio de mensajes (pantalla) y presiona el botón "reproducir". Entonces el mensaje es escuchado a través de la bocina hasta terminar el mensaje o bien hasta que el usuario presione el botón "stop" o desee volver a reproducir el mensaje.

Borrar un mensaje: El usuario selecciona un mensaje grabado y presiona el botón de “borrar”. El mensaje es borrado definitivamente del sistema, dejando libre el espacio de la memoria para volver a ser utilizado.

Muestra la alarma: El usuario puede activar la alarma o bien desactivarla y programar el tiempo cuando la alarma deba encenderse.

Muestra el reloj: El usuario puede programar las características del reloj (hrs:min:seg) y ajustarlo al tipo de tiempo de su zona.

Estado de la batería: El sistema constantemente actualiza el nivel de poder de energía de la batería y muestra en la pantalla un icono del estado actual.

Ayuda en línea: El sistema proporciona asistencia al usuario sobre el manejo del equipo, mediante un mecanismo de ayuda en línea.

3.2 Análisis del Sistema

La fase de análisis de sistemas es importante para sistemas grandes y complejos (aplicaciones aeroespaciales o automovilísticas), en tanto que para sistemas pequeños puede ser omitido. Usualmente en el análisis del sistema se elaboran los algoritmos principales, y se dividen los requerimientos en tres áreas: electrónica, mecánica y componentes de software. Dado que el sistema que se está analizando, tiene cierta complejidad, pero no es muy grande, para incrementar la disminución del análisis no se especificó.

3.3 Análisis Estructural del Objeto

Después de realizar el análisis de requerimientos y el análisis del sistema, propuesto por la fase de Análisis de la metodología ROPES, ahora es posible crear los diagramas de clase para dar solución al planteamiento del problema. Los diagramas de dominio mostrarán las principales clases del sistema y sus relaciones entre ellas.

3.4.1 Identificación de Clases y Objetos

El siguiente análisis es la identificación de clases y objetos (ver tabla 2). Se llevaron a cabo las técnicas indicadas en ROPES para identificar de manera más sencilla cada uno de estos elementos, además, se utilizaron los conocimientos adquiridos por la experiencia del desarrollo de otro tipo de sistemas.

Se dividió el diagrama de clases en cinco diferentes subsistemas para facilitar el diseño: la alarma del re-

TABLA 2. CLASES Y OBJETOS IDENTIFICADOS

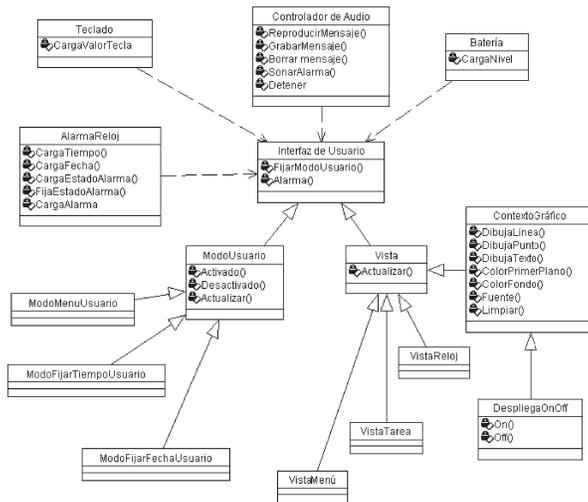
Objetos activos	Mensaje Grabado y Reproducido en forma digital. Botones, Pantalla
Servicios	Sensor para el nivel de la batería.
	Convertidor Analógico a Digital, para la interfaz entre el micrófono y el procesador.
	Convertidor Digital a Analógico, la interfaz entre el procesador y el micrófono.
	Controlador de la pantalla, generación de imágenes en la pantalla LCD.
Elementos del mundo real	Fecha, Tiempo, sonido
Dispositivos Físicos	Micrófono, Altavoz o bocina, Batería, Teclado y Pantalla.
Objetos persistentes	Sonido del mensaje. Colección de mensajes grabados.
	Fecha y tiempo actualizado. Alarma para dar advertencia o se activa después de un modo stand by.
Transiciones	Mensajes.
Elementos visuales	Indicador del estado activado o desactivado del reloj y de la alarma.
	Botones: reproducción del mensaje, grabar el mensaje, parar, repetir la reproducción, mensaje arriba, mensaje abajo.

loj, la batería, la interfaz de usuario, la memoria y el subsistema de audio.

Las clases de entrada de audio y la salida de audio tienen requerimientos de tiempo real. La clase tiempo provee de un tiempo exacto para las clases de entrada y salida de audio. La clase tiempo es una capa de hardware correspondiente al contador del tiempo. Una clase micrófono puede registrar un sonido. La clase bocina es habilitada para reproducir el sonido a través del hardware bocina. La clase mensaje en memoria maneja el espacio de almacenaje del registrador, guarda un directorio de mensajes registrados y asigna el espacio para los nuevos mensajes. El regulador de audio es la única clase que utiliza los modificadores de memoria del mensaje. Si la interfaz del usuario desea suprimir un mensaje, en vez de tener acceso directamente al objeto de la memoria del mensaje, utiliza el método del BorrarMessage del regulador de audio. Este mecanismo evita que el interfaz del usuario suprima un mensaje mientras que el regulador de audio es quien graba o reproduce. La clase del interfaz (el diagrama de clases de la clase interfaz es presentado en la figura 3) del usuario maneja la interacción con el usuario. Recibe la entrada del usuario vía los botones. La clase de la vista es el interfaz entre el hardware. Puede ser encendida (ON) o apagado (OFF) para ahorrar energía.

4. Conclusión

FIGURA 3. DIAGRAMA DE LA CLASE INTERFAZ



En el presente trabajo se presentó el análisis de un sistema de una grabadora digital de mensajes por medio del proceso ROPES. Los resultados muestran una propuesta desarrollada con el paradigma orientado a objetos. El análisis de este sistema por medio de ROPES Y UML, permitió la reducción de tiempo (de meses a 3 días aproximadamente), y con un número reducido de defectos tanto como fue posible. Además, la aplicación de cualquier proceso, en este caso ROPES, mejora la capacidad de los ingenieros de software para desarrollar y prever en forma exacta el proyecto total, ya que si se desea en un futuro lanzar al mercado este producto, es imprescindible predecir los tiempos de desarrollo y los costos asociados **7**

Referencias

- [1] ACM Special Interest Group on Computer-Human (1992) Interaction Curriculum Development Group. <http://www.acm.org/sigchi>
- [2] ALONSO ALEJANDRO, DE LA PUENTE JUAN A. (2000) Sistemas de Tiempo Real: previsiones para los próximos 25 años, NOVATICA / Especial 25 aniversario, Edición digital, Págs. 63-64, Mayo-Junio.
- [3] BRUCE POWEL DOUGLASS
“Doing Hard Time Developing Real-Time Systems with UML, Object, Frameworks and Patterns.
- [4] COOLING JIM
Software Engineering for Real-Time Systems. 5a Edición. Addison – Wesley.
- [5] DOUGLASS, BRUCE POWEL
(2002) Guided Tour Through the Wonderland of Systems Engineering, UML and Rapsody. I-Logix Inc. Disponible en <http://ilogix.com>, Agosto.
- [6] DOUGLASS, BRUCE POWEL
Learning to walk the ROPES. Embedded systems programming, I-Logix Inc. Disponible en <http://ilogix.com>
- [7] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www.inegi.gob.mx>
- [8] JACOBSON, G. BOOCH, J. RUMBAUGH
(1999) The Unified Software Development Process. Addison-Wesley.
- [9] Oficina de Representación para la Promoción e Integración Social para personas con Discapacidad. <http://www.discapacidad.presidencia.gob.mx>
- [10] RUMBAUGH JAMES, JACOBSON IVAR, BOUCH GRADY
The Unified Modeling Language Reference Manual.

Olivia Allende Hernández¹

Erika Vera Díaz²

¹División de Estudios de Postgrado

²Instituto de Electrónica y Computación
Universidad Tecnológica de la Mixteca