



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería
Informática**

**Desarrollo de una interfaz
para planta piloto**



Presentado por Francisco Crespo Diez
en Universidad de Burgos — 4 de febrero
de 2019

Tutores: Dr. Alejandro Merino Gómez - Dr.
Daniel Sarabia Ortiz



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



Dr. Daniel Sarabia Ortiz, profesro del departamento de Ingeniería Electromecánica, área de Ingeniería de Sistemas y Automática, y Dr. Alejandro Merino Gómez, profesor del departamento de Ingeniería Electromecánica, área de Ingeniería de Sistemas y Automática.

Expone:

Que el alumno D. Francisco Crespo Diez, con DNI 71296830G, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado "Desarrollo de una interfaz para planta piloto".

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 4 de febrero de 2019

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. Daniel Sarabia Ortiz

D. Alejandro Merino Gómez

Resumen

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de una interfaz que actúe como intermediario entre el usuario y una placa Freescale FRDMK64F, con la finalidad de monitorizar variables del proceso que esté contenido en la placa mencionada, así como para actuar sobre dichas variables.

La placa Freescale FRDMK64F estará a su vez conecataada a una planta piloto en la cual se podrá tener acceso al control de la temperatura y del caudal de aire que ocurre en su interior.

Descriptores

Interfaz hombre-máquina, monitorización, NXP, Freescale, FRDMK64F, .NET, Windows Forms, C#...

Abstract

The goal of this project is the development of an interface that acts as an intermediary between the user and a Freescale FRDMK64F board, in order to monitor process variables contained in the board mentioned, as well as to act on these variables.

The Freescale FRDMK64F board will, in turn, be connected to a pilot plant in which it will be possible to have access to the control of the temperature and the flow of air that occurs inside.

Keywords

Man machine interface, monitoring, NXP, Freescale, FRDMK64F, .NET, Windows Forms, C#...

Índice general

Índice general	III
Índice de figuras	V
Índice de tablas	VI
Introducción	1
Objetivos del proyecto	5
2.1. Objetivos generales	5
2.2. Objetivos técnicos	5
2.3. Objetivos personales	6
Conceptos teóricos	7
3.1. .NET Framework	7
3.2. SQL	9
3.3. Comunicación Serie	9
3.4. Placa NXP FRDMK64F	9
3.5. Secciones	9
3.6. Referencias	9
3.7. Imágenes	10
3.8. Listas de ítems	10
3.9. Tablas	11
Técnicas y herramientas	13
4.1. Metodología	13
4.2. Patrones de diseño	14

4.3. Control de versiones	14
4.4. Hosting de repositorio	14
4.5. Gestión del proyecto	15
4.6. Entorno de desarrollo integrado (IDE)	15
4.7. Comunicación	16
4.8. Documentación	16
4.9. Test	17
4.10. Otras herramientas	18
4.11. Base de datos	19
4.12. Editores	19
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	21
5.1. Inicio del proyecto	21
5.2. Formación	22
Trabajos relacionados	23
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	25
Bibliografía	27

Índice de figuras

3.1. .Net Context	8
3.2. Autómata para una expresión vacía	10
4.3. ZenHub Overview	15
4.4. CHM File	17
4.5. Codacy Dashboard	18

Índice de tablas

3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto	12
-----------------------------------------------------------------------	----

Introducción

Desde el inicio del estudio de ingenierías, siempre ha resultado más sencilla la comprensión por parte de los alumnos de conceptos teóricos si estos son vistos en la práctica. Sin embargo, no siempre es posible tener acceso a estas facilidades debido a la no inclusión de un software dirigido al estudiante, entre otras desventajas.

Hasta el momento los alumnos de la Universidad de Burgos han tenido que trabajar con las placas NXP FRDM-K64F de una manera arcaica, con un software de terceros, a través de una consola de comandos que enviaba mensajes directamente a la placa, sin poder optar a una visualización apropiada de los datos.

Partiendo de este principio y teniendo en cuenta los últimas tecnologías implantados en la Universidad de Burgos, el objetivo de este proyecto es el desarrollo de una interfaz hombre-máquina capaz de comunicarse con una placa NXP FRDM-K64F en un entorno amigable, permitiendo al alumno una mayor libertad para trabajar con dicho dispositivo.

1.1. Estructura de la memoria

La memoria sigue la siguiente estructura:

- **Introducción:** breve descripción del problema a resolver y la solución propuesta. Estructura de la memoria y listado de materiales adjuntos.
- **Objetivos del proyecto:** exposición de los objetivos que persigue el proyecto.
- **Conceptos teóricos:** en este apartado se describen los conceptos que se necesitan saber antes de poder comprender todo el proyecto.

- **Técnicas y herramientas:** donde se indican todas las técnicas, bibliotecas, lenguajes, y otras herramientas que se han utilizado durante el proyecto.
- **Aspectos relevantes del desarrollo:** descripción del desarrollo general que ha llevado el proyecto.
- **Trabajos relacionados:** se nombran otros trabajos similares o relacionados con este proyecto.
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto y posibilidades de mejora o expansión de la solución aportada.

Junto con la memoria se proporcionan los siguientes anexos:

- **Plan del proyecto software:** planificación temporal y estudio de viabilidad del proyecto.
- **Especificación de requisitos del software:** se describe la fase de análisis; los objetivos generales, el catálogo de requisitos del sistema y la especificación de requisitos funcionales y no funcionales.
- **Especificación de diseño:** se describe la fase de diseño; el ámbito del software, el diseño de datos, el diseño procedimental y el diseño arquitectónico.
- **Manual del programador:** recoge los aspectos más relevantes relacionados con el código fuente (estructura, compilación, instalación, ejecución, pruebas, etc.).
- **Manual de usuario:** guía de usuario para el correcto manejo de la aplicación.

1.2. Materiales adjuntos

Los materiales entregados son:

- Aplicación de escritorio para Windows.
- Dataset de vídeos de pruebas.
- Memoria en formato PDF.

- Anexos en formato PDF.

Además, los siguientes recursos están disponibles en Internet:

- Repositorio del proyecto.

Objetivos del proyecto

A continuación se detallan los diversos objetivos que han motivado la realización del proyecto.

2.1. Objetivos generales

- Crear una interfaz hombre-máquina amigable que permita la monitorización y modificación de los datos gestionados por una placa NXP.
- Ayudar a los nuevos estudiantes de la Universidad de Burgos en su comprensión del funcionamiento de una planta piloto.
- Aportar información extra a los datos recibidos por la placa que ayude a la comprensión de los cambios experimentados en la planta piloto.
- Dar la posibilidad de almacenar los datos recibidos de la planta piloto de una manera concisa, estructurada y de fácil acceso.

2.2. Objetivos técnicos

- Desarrollar una aplicación en .NET Framework - Windows Forms para entornos Windows.
- Utilizar Git como herramienta de control de versiones distribuido junto con GitHub.
- Aplicar la metodología ágil Scrum en el desarrollo del software.

- Utilizar la herramienta ZenHub como herramienta de gestión de proyectos.
- Distribuir la aplicación resultante para entornos Windows.

2.3. Objetivos personales

- Abarcar el máximo número de conocimientos vistos en el grado.
- Realizar una aportación a la modernización de los recursos de la Universidad de Burgos.
- Profundizar en el desarrollo de aplicaciones .NET y en la utilización del entorno de desarrollo Visual Studio.
- Trabajar con placas Freedom de NXP Freescale.
- Explorar herramientas y metodologías de vanguardia en el mercado laboral.

Técnicas y herramientas

En este apartado se detallarán las técnicas y herramientas utilizadas para desarrollar el proyecto.

4.1. Metodología

4.1.1. Scrum

Scrum es un marco de trabajo para el desarrollo de *software* que se engloba dentro de las metodologías ágiles. Sus principales características son la adopción de una estrategia de desarrollo incremental, basar la calidad del resultado en el conocimiento tácito de los integrantes de equipos auto organizados, y en el solapamiento de las diferentes fases del desarrollo [?].

En este caso los *sprints* han sido de dos semanas, tras los cuales se realizaba una reunión para definir las nuevas tareas del siguiente *sprint* y realizar una retroalimentación del *sprint* recién hecho.

4.1.2. Técnica de Pomodoro

Para mejorar la concentración durante el desarrollo del proyecto se ha utilizado la técnica Pomodoro, método de gestión del tiempo consistente en intervalos de 25 minutos de concentración intensa seguidos de descansos de 5 minutos, y descansos de 30 minutos después de haber completado cuatro ciclos 25+5 [?].

4.2. Patrones de diseño

4.2.1. MVC - Modelo Vista Controlador

A la hora de estructurar el desarrollo de la aplicación se ha optado por la utilización del Modelo Vista Controlador, consiguiendo así separar la capa que representa la realidad, la capa que conoce los métodos y atributos del modelo, recibiendo y realizando las peticiones del usuario, y la capa visible para el usuario [1].

4.3. Control de versiones

4.3.1. Git

Git es, a día de hoy, el sistema de control de versiones distribuido más usado del mundo. Su propósito es llevar el registro de los cambios realizados en los archivos de un ordenador y coordinar el trabajo de un equipo formado por varias personas sobre un mismo archivo [?].

La otra opción tenida en cuenta para este proyecto fue **Subversion**, que fue descartada por la facilidad de uso que ofrece Git, la familiaridad con el sistema de control de versiones y las herramientas con las que se puede complementar.

4.4. Hosting de repositorio

4.4.1. GitHub

Una de las plataformas de desarrollo colaborativo más popular cuyo objetivo es alojar proyectos usando el sistema de control de versiones Git es **GitHub**. Ofrece un repositorio Git donde los desarrolladores pueden almacenar, compartir, testear y colaborar en proyectos web.

Al comenzar el proyecto también se tuvo en cuenta la posibilidad de utilizar **GitLab** pero fue descartado por la compatibilidad de GitHub con otras herramientas usadas en el desarrollo del proyecto y por la familiaridad con dicho hosting de repositorio.

4.5. Gestión del proyecto

4.5.1. ZenHub

ZenHub es una herramienta gratuita para proyectos pequeños u *open source* cuya finalidad es la gestión de proyectos en GitHub. Esta herramienta trabaja de manera totalmente integrada ofreciendo un tablero canvas en el que cada *issue* nativo de GitHub se representa como una tarea. A estas tareas se le pueden asignar prioridad, dependencias, estimaciones de tiempo de realización, colaboradores y el *sprint* al que pertenece. ZenHub también permite graficar los avances llevados a cabo en el proyecto.

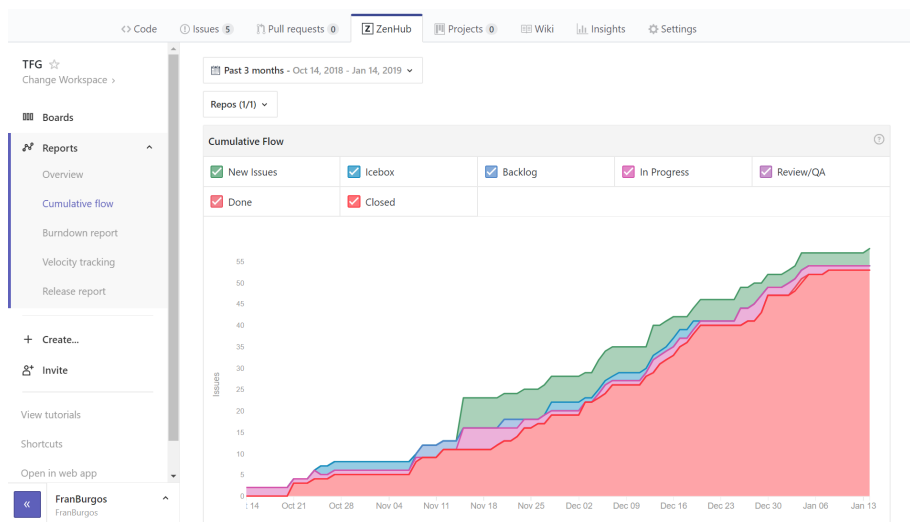


Figura 4.1: ZenHub Overview

En un principio también se barajó utilizar GitHub Project pero tras ver los vídeos explicativos subidos en la plataforma de la universidad me decanté por ZenHub.

4.6. Entorno de desarrollo integrado (IDE)

4.6.1. Microsoft Visual Studio 2017

Microsoft Visual Studio 2017 es un entorno de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows y macOS con todas las características para Android, iOS, Windows, la Web y la nube. Este IDE permite escribir código de una manera eficiente y precisa sin perder el contexto del archivo, dotando al programador de facilidades en la programación [?].

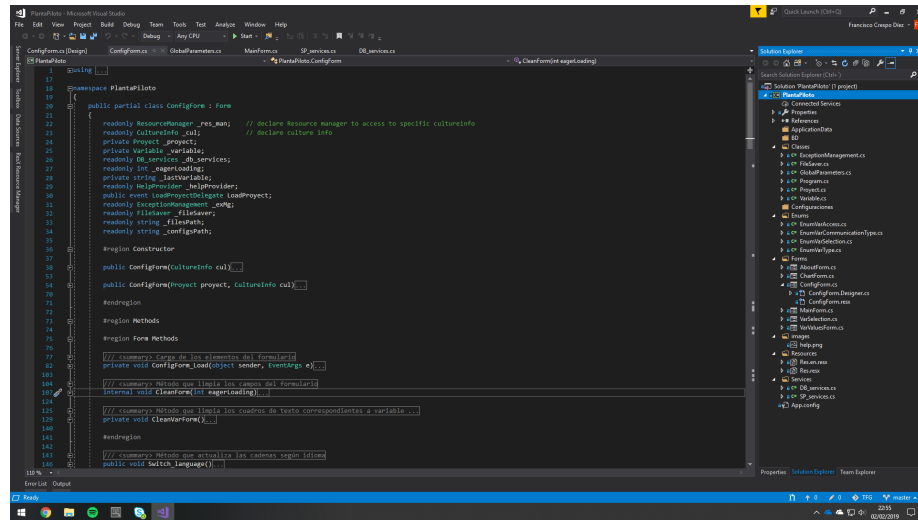


Figura 4.2: Ventana de desarrollo del proyecto en Visual Studio 2017

Cuando se inició el proyecto también se tuvo en cuenta usar versiones anteriores de Visual Studio por sus compatibilidades a la hora de desarrollar Windows Forms sobre C++, pero tras enfrentar las ventajas de cada IDE se decidió usar el Visual Studio 2017 con Windows Forms en C#.

4.7. Comunicación

La comunicación con los tutores se ha realizado a través de varias vías:

- Correo electrónico.
- Reuniones presenciales.
- Canvas de ZenHub, donde se puede comentar cada tarea.

También se pensó en utilizar herramientas como **Slack** pero se descartaron porque se vieron innecesarias.

4.8. Documentación

4.8.1. LaTeX

L^AT_EX es un sistema de composición de textos de alta calidad distribuido como software libre, el cual incluye características diseñadas para la produc-

ción tanto técnica como científica, siendo así el estándar de facto para la publicación y comunicación de documentos de carácter científico. [?].

Para la correcta presentación de esta documentación que está siendo leída se ha utilizado la plantilla ofrecida por la Universidad de Burgos, con la finalidad de alcanzar una mayor afinidad en el formato de la misma.

En un principio se planteó la posibilidad de utilizar tanto Open Office Writer como Microsoft Word, en el primer caso porque la Universidad de Burgos ofrecía una plantilla oficial, y en el segundo porque la universidad incluye una licencia para su uso, sin olvidar lo familiarizado que estoy a ella.

4.8.2. HTML Help Workshop

HTML Help Workshop es un programa que permite crear, editar y compilar archivos HTML para convertirlos en proyectos CHM. Este archivo CHM será el encargado de mostrar la ayuda presente en todas las ventanas de la aplicación.

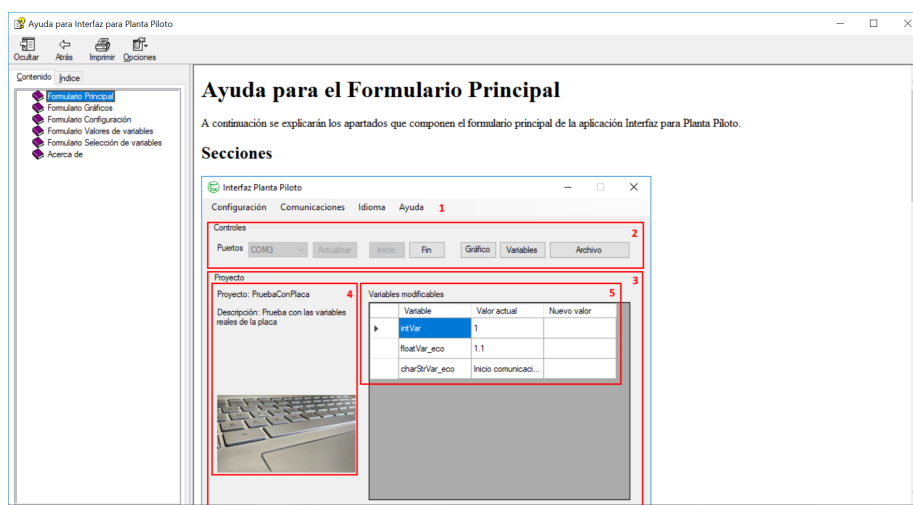


Figura 4.3: CHM File

4.9. Test

4.9.1. Codacy

Para llevar a cabo una revisión del código de la aplicación se utilizó **Codacy**, herramienta que ejecuta de manera automática exámenes sobre

el código de cada *commit* que se realice en Git. Codacy informa de los problemas de seguridad, de cobertura, de duplicidad y de complicidad que pueda tener el código, catalogando a este según los baremos de la propia aplicación y graficando los resultados.



Figura 4.4: Codacy Dashboard

4.10. Otras herramientas

4.10.1. Paint.NET

Paint.NET es una herramienta de edición de imágenes sobre entorno de Windows. Ofrece una gran cantidad de posibilidades a la hora de editar una imagen, es un programa ligero y de muy fácil utilización. También se tuvo en cuenta **Gimp** como herramienta de edición de imágenes pero se descartó porque tardaba mucho en ejecutarse.

4.10.2. Termite

Termite es un terminal **RS232** que actúa como una interfaz de chat teniendo un como canal un puerto serie. Cabe destacar la simplicidad de esta herramienta y su facilidad de instalación. Su uso permitió la comprobación de la comunicación con la placa y la realización de pruebas sobre la misma.

4.10.3. Active Presenter

Active Presenter es un programa dedicado a la grabación de pantalla, edición de vídeo y creación de tutoriales. Antes de elegir este producto se tuvieron presentes otras opciones como **Camtasia** o **Ice Cream Screen Recorder** pero se eligió Active Presenter por haber trabajado con ello previamente y por las herramientas de edición que ofrece.

4.11. Base de datos

4.11.1. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales, diseñado por Microsoft, que se ejecuta en T-SQL (Transact SQL), consiguiendo así añadir características varias a SQL estándar (control de transacciones, excepción y manejo de errores, procesamiento fila, entre otras) [?].

Dentro de las posibilidades que ofrecía el mercado para cubrir la necesidad de base de datos que tenía la aplicación se tuvieron en cuenta **MariaDB** y **MySQL**. La decisión de usar Microsoft SQL Server se vio motivada a la compatibilidad con el resto de aplicaciones que se estaban usando y por la facilidad de uso que presentaba.

4.11.4. Microsoft SQL Server Management Studio 17

Microsoft SQL Server Management Studio 17 es un entorno integrado que permite administrar cualquier infraestructura de SQL.

Se tuvo presente esta herramienta durante el desarrollo de la aplicación para poder interactuar con la base de datos.

4.12. Editores

4.12.1. Texmaker

Texmaker es un editor multiplataforma gratuito (licencia GNU GLP v3.0) para \LaTeX que integra la mayoría de herramientas necesarias para la escritura de documentos, corrector ortográfico, auto-completado, resultado de análisis, visor de PDF integrado, entre otros.

En un principio se trató de utilizar **Visual Studio Code** con la extensión LaTeX Workshop pero no ofreció un uso eficiente a la hora de compilar toda la solución L^AT_EX.

4.12.2. Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y MacOS. Visual Studio Code se basa en **Electron**, un framework que se utiliza para implementar aplicaciones **Node.js** para el escritorio. Este editor permite trabajar no sólo con C# y VB (lenguajes propietarios de Microsoft), sino con toda una colección de lenguajes Open Source (Java, Python, PHP, JavaScript, JSON, entre otros) [?].

Aparte de incluir IntelliSense (predicciones ofrecidas por el editor mientras el usuario está escribiendo) y control de versiones a través de Git, el software permite instalar un serie de plugins que completan las necesidades que puedan aparecer según el lenguaje con el que se esté programando.

Este editor fue utilizado para el diseño de las páginas HTML usadas en los archivos de ayuda CHM.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Este apartado pretende recoger los aspectos más importantes del desarrollo del proyecto, presentando los problemas que fueron aconteciendo y los caminos que se eligieron para solventarlos.

5.1. Idea e inicio del proyecto

La elección de este proyecto se vio motivada por varias razones. Por un lado, el interés personal por desarrollar una aplicación que se comunicara con un dispositivo hardware programable siempre había sido un asunto pendiente. Por otro lado, la posibilidad de ayudar a futuros alumnos de la Universidad de Burgos a tener una facilidad más con la que pudieran contar a la hora de llevar a cabo sus estudios, y evitando de este modo, que el proyecto cayera en el olvido.

Durante las primeras tomas de contacto con los tutores, se barajaron las posibilidades en las que el proyecto podría ser desarrollado, eligiendo en un principio trabajar en C++. Esta decisión se vio motivada porque la placa viene programada en ese lenguaje y por los conocimientos de los tutores en el mismo. Tras un pequeño periodo de formación en C++ y tras investigar las posibilidades que ofrecía C# para cubrir las necesidades del proyecto, se replanteó el desarrollo del mismo, decidiendo cambiar a C# y a la última versión de Visual Studio en la que me encontraba más cómodo.

Una vez definido el lenguaje de desarrollo se trataron los temas relacionados con el repositorio que se iba a utilizar, en este caso GitHub. También se comentaron las herramientas y entornos de desarrollo que se iban a utilizar

(ZenHub, Visual Studio 2017), y la S con la que se iban a realizar reuniones para tratar los avances del proyecto, siendo periodos de dos semanas.

5.2. Formación

Desde que el tema fue elegido, hasta prácticamente la entrega de toda la documentación, ha sido una formación continua. Los distintos problemas y lagunas personales que se iban encontrando durante el desarrollo de la aplicación han servido como base para buscar el conocimiento necesario para poder finalizar con éxito dicha aplicación.

La mayoría de las herramientas utilizadas desde el inicio requirieron de una formación previa, ya fuera para ampliar conocimiento, como podría ser el caso de GitHub, o para crearlo, como en el caso de L^AT_EX. Al igual que con las herramientas, también se realizó una investigación sobre el tema elegido, sumergiéndose así en el mundo del hardware NXP Freedom Freescale y las interfaces hombre-máquina.

Dentro de todo el conocimiento adquirido, cabe destacar todo aquel relacionado con C#, tanto en la forma de estructurar un proyecto desde cero, como a la hora de programar. Por ejemplo, muchas líneas de código han sido ahorradas gracias a las expresiones Lambda, potenciando así la lógica y el pensamiento racional ante la programación básica con la que se contaba hasta el momento. Los manuales más consultados durante todo este tiempo han sido los proporcionados por Microsoft para dar luz sobre dudas a la hora de implementar clases o instrucciones no conocidas o no utilizadas, ergo se podría concluir que el proceso de formación más notable y provechoso en este proyecto ha sido en lo referente a la programación en C# y la utilización de la herramienta Visual Studio 2017.

5.3. Desarrollo de la interfaz y la internacionalización

Los primeros pasos llevados a cabo en el desarrollo de la aplicación fueron para construir las interfaces gráficas. Utilizando los conocimientos adquiridos durante mis estudios más los que se han ido añadiendo por los requerimientos del proyecto, se ha empezado la construcción de cada ventana definiendo su interfaz. Esto no implica que todas las interfaces fueran creadas en un inicio, sino que a la hora de crear una nueva ventana lo primero que se desarrollaba era la interfaz, pudiendo esta sufrir actualizaciones por posibles mejoras.

Aunque en un principio no se contempló en los requerimientos funcionales de la aplicación, me pareció útil y provechoso añadir multiculturalidad al proyecto dotándolo de la posibilidad de cambiar de idioma durante la ejecución del mismo. Visto que esta aplicación iba a ser utilizada por alumnos de la Universidad de Burgos y atendiendo al aumento de su internacionalidad recibiendo alumnos de otras universidades, resulta positivo para estos nuevos estudiantes ofrecer métodos de aprendizaje que tengan cierta flexibilidad que les ayude durante sus estudios. El método usado para implantar varios idiomas otorga facilidad en las líneas de trabajo futuras que quieran incluir nuevos idiomas, teniendo sólo que añadir las cadenas de texto traducidas a un archivo de recursos.

5.4. Desarrollo de la comunicación a través del puerto serie

Primera versión

La primera forma implantada para dar una solución a la comunicación serie consistió en dotar a la ventana principal de acceso directo a la clase que se encaraba de la comunicación serie. Conseguir la comunicación fue relativamente sencillo, puesto que, gracias a las librerías que incluye Visual Studio, lo único que hay que contemplar son los valores a asignar para realizar la conexión e instanciar la clase.

Tras realizar pruebas sobre esta primera ventana no se encontraron problemas, la aplicación funcionaba con normalidad. El problema apareció cuando se quería permanecer escuchando el puerto serie mientras se ejecutaba el resto de la aplicación, puesto que esta no permitía hacer nada más, quedándose bloqueada. Debido a este problema surgió la segunda versión.

Segunda versión

Tras los problemas encontrados en la primera versión, el desarrollo de todo aquello relacionado con el puerto serie fue movido a una clase apartada del resto del código. Para evitar que la aplicación no permitiera realizar más acciones cuando la conexión al puerto serie estuviera abierta, se implementó el uso de un hilo dedicado exclusivamente a la gestión de dicho puerto, incluyendo todos los métodos que tuvieran relación con él.

5.5. Desarrollo de la comunicación con la base de datos

Se podría decir que el desarrollo de la comunicación con la base de datos ha sido la parte más problemática en la construcción de la aplicación, aunque a su vez, también ha sido la parte que nos ha mostrado las cadencias que presentaba el código, y que, si lo que se buscaba era implantar la herramienta para el uso docente, era necesario resolver.

Inicialmente, todo aquello relacionado con la conexión a la base de datos se encontraba en la misma clase que los servicios de conexión al puerto serie. Al poco tiempo, se decidió que era más eficiente tener ambas características separadas.

Primera versión

La primera versión que se utilizó sobre la aplicación para resolver la necesidad de implementar una base de datos fue la creación de una conexión sobre una base de datos ya creada. La creación de esta conexión se hizo a través del ayudante que ofrece Visual Studio para añadir fuentes de datos a un proyecto.

Esta primera versión fue muy útil para desarrollar la aplicación y hacer pruebas en mis equipos. Los problemas aparecieron cuando se lanzaron las distintas releases del producto y se quisieron probar en los ordenadores de los tutores del proyecto.

Segunda versión

Para solucionar los problemas de que presentaban los ordenadores de los tutores, se automatizó la creación tanto de la base de datos necesaria como la conexión a esta. Los problemas persistieron por culpa de no haber eliminado de manera completa la conexión creada en la primera versión y por usar una versión distinta de SQL Server

Cabe añadir que durante este periodo, no sólo se trabajó con consultas de bases de datos, sino que también hubo que trabajar con los servicios de SQL Server y la asignación de permisos a usuarios concretos para crear los archivos necesarios para crear una base de datos de manera desasistida.

5.6. Control de excepciones

Una de las últimas características añadidas al proyecto fue el control de las excepciones ocurridas durante la ejecución de la aplicación. Para poder canalizar todos los tipos de excepciones se creó una clase cuya única finalidad fue recoger las excepciones ocurridas y plasmarlas en un archivo de log para poder tener un histórico de las mismas.

Esta funcionalidad resulta muy útil tanto en el desarrollo de la aplicación como en la implantación de la misma en los ordenadores de los alumnos, para conocer el origen de los errores que vayan apareciendo. Controlar todas las excepciones que acontecen durante la ejecución dota a la aplicación de fluidez a ojos del usuario final.

5.7. Pruebas

Posiblemente uno de los momentos más satisfactorios de este proyecto fue ver como la aplicación funcionaba con la planta piloto conectada. Ver el fruto del trabajo de estos últimos meses en un entorno de pruebas real se convierte en una sensación verdaderamente gratificante para el desarrollador.

Durante todo la programación de la aplicación se han llevado a cabo pruebas sobre todas las funcionalidades que se iban añadiendo, teniendo en cuenta todos los casos posibles y aceptados, así como los que debían de descartarse. Se barajó la posibilidad de utilizar TDD durante el desarrollo, pero la falta de conocimiento sobre el tema y la falta de tiempo hizo que esta opción se descartara.

Descripción de la herramienta

También añadir capítulo "Descripción de la herramienta": descripción, funcionalidad y características...

6.1. Descripción

6.2. Funcionalidad

6.3. Características

Trabajos relacionados

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.

Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.

Bibliografía

- [1] Microsoft. ¿qué es un patrón de diseño?, 2018. [Internet; descargado 11-enero-2019].
- [2] Wikipedia. Git — wikipedia, la enciclopedia libre, 2018. [Internet; descargado 12-enero-2019].
- [3] Wikipedia. Github — wikipedia, la enciclopedia libre, 2018. [Internet; descargado 13-enero-2019].
- [4] Wikipedia. Scrum (desarrollo de software) — wikipedia, la enciclopedia libre, 2018. [Internet; descargado 11-enero-2019].
- [5] Wikipedia. Técnica pomodoro — wikipedia, la enciclopedia libre, 2018. [Internet; descargado 11-enero-2019].
- [6] Wikipedia. Latex — wikipedia, la enciclopedia libre, 2019. [Internet; descargado 13-enero-2019].
- [7] Wikipedia. Microsoft sql server — wikipedia, la enciclopedia libre, 2019. [Internet; descargado 28-enero-2019].
- [8] Wikipedia. Microsoft visual studio — wikipedia, la enciclopedia libre, 2019. [Internet; descargado 13-enero-2019].
- [9] Wikipedia. Visual studio code — wikipedia, la enciclopedia libre, 2019. [Internet; descargado 28-enero-2019].