ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA DE OVIEDO

Fundamentos de Computadores Y Redes

Curso 2024-2025

Trabajo Grupal - Fase I

Díaz Mendaña, Diego - UO301887

García Pernas, Pablo - UO300167

Gota Ortín, Jorge - UO301023

Suárez Fernández, Fernando - UO300028

Grupo de prácticas: PL.3 - A

Titulación: PCEO Informática y Matemáticas

21 de marzo de 2025

Índice

1. Introducción

La presente memoria da cuenta del desarrollo de la Fase I del trabajo práctico correspondiente a la asignatura Fundamentos de Computadores y Redes, con el propósito de profundizar en los conceptos generales tratados en los laboratorios de la citada asignatura. A través de la implementación de un sistema de control de licencias parametrizado, se integran conocimientos relativos al lenguaje `C/C++` y al ensamblador sobre arquitectura `Intel x86-64`, abordando aspectos fundamentales como el manejo de bits, máscaras, desplazamientos y estructuras de control.

2. ID

Para el desarrollo del presente proyecto se ha seleccionado como identificador de referencia el número *UO300028*, al ser el más bajo entre los disponibles dentro del grupo, conforme a lo estipulado en la guía oficial de la práctica. No obstante, cabe señalar que, en determinados fragmentos del código —como se detallará en secciones posteriores de esta memoria—, se ha optado por la utilización de identificadores alternativos. Esta decisión ha respondido a la necesidad de preservar la coherencia lógica y funcional del programa, la cual se veía comprometida al emplear un único identificador de forma estricta en todos los contextos del desarrollo.

3. Desarrollo del programa

3.1. Descripción general

El programa desarrollado consiste en un sistema simplificado de control de licencias, parametrizado mediante un identificador numérico asociado al número de matrícula universitaria. Su implementación combina el lenguaje `C++`, utilizado para la lógica principal y la gestión de entrada/salida, con código en ensamblador `x86-64` para una función específica de validación. Todo el desarrollo se ha realizado en el entorno *Visual Studio*, respetando la configuración proporcionada por la asignatura (`Teamwork`).

3.2. Funciones implementadas

3.2.1. `ControlWithReversedStrings()`

La función implementada tiene por objeto la verificación del formato de dos cadenas introducidas por el usuario a través de la consola, conforme a los criterios establecidos en el enunciado de la práctica. Para la inversión de la segunda cadena, se ha recurrido a la función nativa `strrev()`, propia del lenguaje `C++`, lo que permite una manipulación directa y eficiente de las estructuras de texto. A continuación, se muestran sendos ejemplos de entrada válida e inválida:

- **Entrada válida:** `aaaaaaaaaaaaaa` y `1df4g7n9`
- **Entrada inválida:** `a` y `a`

3.2.2. `MaskControl()`

Dado que el identificador asignado inicialmente (300028) conducía a una interpretación no operativa de la condición planteada —al implicar, en la práctica, la selección de los 32 bits menos significativos del segundo y los 0 bits más altos del primeros, resultando en el uso exclusivo del segundo operando—, se ha optado por emplear de forma justificada el identificador alternativo 299928, con el fin de preservar la lógica y coherencia funcional del ejercicio.

La función en cuestión verifica el formato de dos valores enteros introducidos por consola, conforme a los criterios específicos establecidos en el guión de la práctica. A continuación, se muestran sendos ejemplos de entrada válida e inválida:

- **Entrada válida:** `1024` y `32315`
- **Entrada inválida:** `0` y `0`

Alternativamente, se ha valorado la opción de realizar este ejercicio empleando máscaras de bits, en lugar de emplear desplazamientos de bits. El código correspondiente a esta implementación se muestra a continuación:

```
unsigned int higherMask = 0xFF800000; // 1111 1111 1000 0000 0000 0000 0000 0000
unsigned int lowerMask = 0x7FFFFF; // 0000 0000 0111 1111 1111 1111 1111 1111

unsigned int higherNumber = a & higherMask; //Obtenemos los bits altos del primer numero
unsigned int lowerNumber = b & lowerMask; //Obtenemos los bits bajos del segundo numero
```

3.2.3. `ControlInAsm()`

Dado que el identificador asignado inicialmente (300028) conducía a una interpretación no operativa de la condición planteada —al implicar, en la práctica, que los 0 bits más bajos tenían que ser mayores a 108, lo cual es imposible—, se ha optado por emplear de forma justificada el identificador alternativo 299928, con el fin de preservar la lógica y coherencia funcional del ejercicio.

La función realiza una verificación inicial en `ensamblador` sobre los 9 bits menos significativos de un valor de 32 bits introducido por consola. En caso de superar dicha validación, se procede a efectuar una segunda comprobación lógica entre los otros dos valores también recibidos por consola. A continuación, se muestran sendos ejemplos de entrada válida e inválida:

- **Entrada válida:** `111`, `0` y `0`
- **Entrada inválida:** `0`, `0` y `0`

3.2.4. `CheckArray()`

La función toma tres valores de entrada, que se almacenan en un array de tres elementos de 8 bits. Se realiza una operación `AND` a nivel de bit entre los tres valores, y si el resultado —interpretado en base decimal— difiere de 200, se muestra un mensaje de error y se interrumpe la ejecución. A continuación, se muestran sendos ejemplos de entrada válida e inválida:

- **Entrada válida:** `╚ ╚ ╚`
- **Entrada inválida:** `z z z`

4. Cuestiones

A continuación se presentan las respuestas a las cuestiones planteadas en el guión de la práctica.

4.1. Cuestión 1

En la siguiente imagen se muestra el código en ensamblador correspondiente al paso de parámetros y llamada de la función `isValidAssembly()` desde `ControlInAsm()`. Para llegar a él, se ha empleado la opción de depuración de *Visual Studio* llamada `desensamblado` activando la opción *mostrar bytes de código*:

```
    if (IsValidAssembly(a, b, c) == 0) {
00401337 8B 4D FC             mov         ecx,dword ptr [c]
0040133A 51                   push        ecx
0040133B 8B 55 F8             mov         edx,dword ptr [b]
0040133E 52                   push        edx
0040133F 8B 45 F4             mov         eax,dword ptr [a]
00401342 50                   push        eax
00401343 E8 20 15 00 00       call        IsValidAssembly (0402868h)
00401348 83 C4 0C             add         esp,0Ch
0040134B 0F B6 C8             movzx       ecx,al
0040134E 85 C9                test        ecx,ecx
00401350 75 2A                jne         ControlInAsm+0ECh (040137Ch)
```

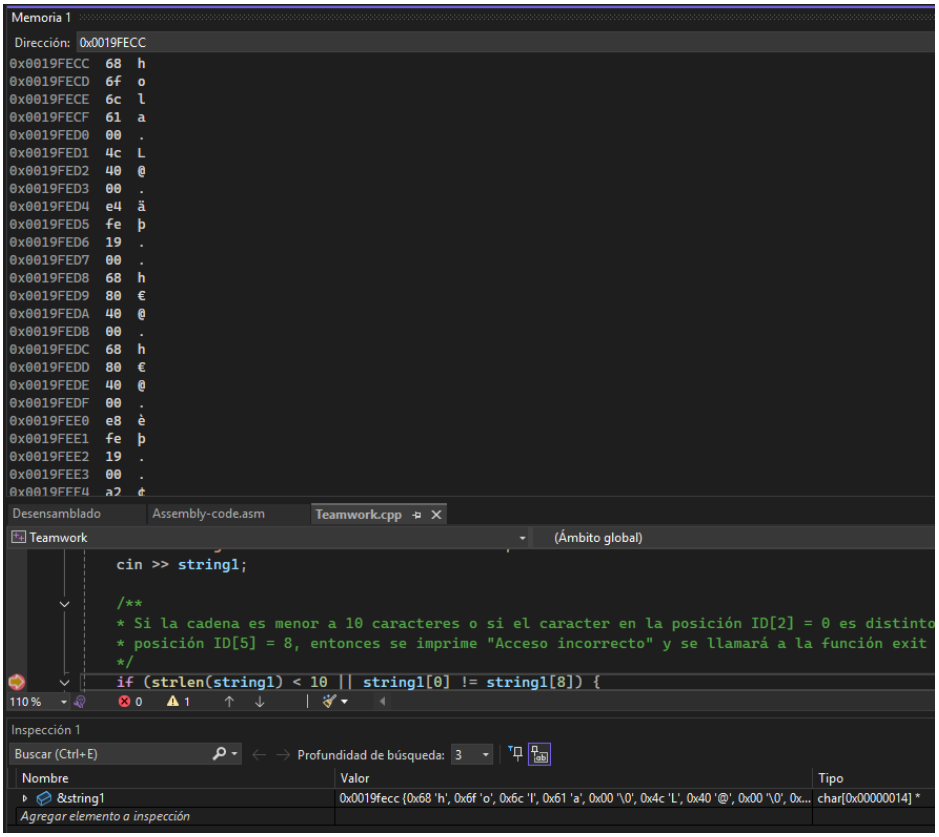
A partir de la imagen, podemos ver que el paso de parámetros se realiza en la dirección de memoria `00401337` y la llamada al procedimiento en `00401343`. Dado que el enunciado destila cierta ambigüedad en cuanto al código requerido, se ha optado por añadir también el código de la función `isValidAssembly()`:

```
;_______Prologo________
push ebp                ; Guarda el program counter
00402868 55                 push        ebp
mov ebp, esp            ; Mueve al program counter el counter de subprograma
00402869 8B EC              mov         ebp,esp

push ebx                ; Guarda el valor de ebx
0040286B 53                 push        ebx
push ecx                ; Guarda el valor de ecx
0040286C 51                 push        ecx


;_____________Primera condicion_________
; Los 9 bits mas bajos de a tienen que ser mayores que 108

mov eax, [ebp+8]        ; eax = a
0040286D 8B 45 08           mov         eax,dword ptr [ebp+8]


mov ebx, 0              ; ebx = 0
00402870 BB 00 00 00 00     mov         ebx,0
not ebx; Todo 1s        ; ebx = 0xFFFFFFFF
00402875 F7 D3              not         ebx
shr ebx, 23             ; Deja tantos 1s como diga Id[1] = 9 (32 - 9 = 23),
00402877 C1 EB 17           shr         ebx,17h

and eax, ebx            ; Máscara de los 9 bits mas bajos de eax
0040287A 23 C3              and         eax,ebx
cmp eax, 108            ; eax-108 <= 0 implica falso
0040287C 83 F8 6C           cmp         eax,6Ch


JZ falso                ; Comprueba = 0
0040287F 74 2A              je          verdadero+7h (04028ABh)
JC falso                ; Comprueba < 0
00402881 72 28              jb          verdadero+7h (04028ABh)


;_________Segunda condicion_________________
; El bit 9 de ebx tiene que ser el mismo que el bit 2 de ecx

mov eax, [ebp+12]       ; eax = b
00402883 8B 45 0C           mov         eax,dword ptr [ebp+0Ch]
mov ebx, [ebp+16]       ; ebx = c
00402886 8B 5D 10           mov         ebx,dword ptr [ebp+10h]

mov ecx, 1              ; ecx = 1
00402889 B9 01 00 00 00     mov         ecx,1
```

```
shl ecx, 9              ; Id[2] = 9
0040288E C1 E1 09           shl         ecx,9
and eax, ecx            ; Dejo solo el bit 9 de eax
00402891 23 C1              and         eax,ecx
shr eax, 9              ; Lo muevo a la posicion 0
00402893 C1 E8 09           shr         eax,9
                        0x9 9
shr ecx, 7              ; Id[2] - Id[0] = 9 - 2 = 7
00402896 C1 E9 07           shr         ecx,7
and ebx, ecx            ; Dejo solo el bit 7
00402899 23 D9              and         ebx,ecx
shr ebx, 7              ; Lo muevo a la posicion 0
0040289B C1 EB 07           shr         ebx,7

cmp eax, ebx            ; eax - ebx != 0 implica falso
0040289E 3B C3              cmp         eax,ebx


JZ verdadero            ; Si son iguales cumple las dos condiciones
004028A0 74 02              je          verdadero (04028A4h)
JMP falso               ; Si no, no las cumple
004028A2 EB 07              jmp         verdadero+7h (04028ABh)


verdadero:
    mov eax, 1          ; Devuelve 1
004028A4 B8 01 00 00 00     mov         eax,1
    jmp Epilogo
004028A9 EB 07              jmp         verdadero+0Eh (04028B2h)



falso:
    mov eax, 0          ; Devuelve 0
004028AB B8 00 00 00 00     mov         eax,0
    jmp Epilogo
004028B0 EB 00              jmp         verdadero+0Eh (04028B2h)


Epilogo:
    pop ecx             ; Recupera ecx
004028B2 59                 pop         ecx
    pop ebx             ; Recupera ebx
004028B3 5B                 pop         ebx

    mov esp, ebp        ; Recupera el program counter
004028B4 8B E5              mov         esp,ebp
    pop ebp             ; Descarta el sub counter
004028B6 5D                 pop         ebp
    ret                 ; Devuelve
004028B7 C3                 ret
```

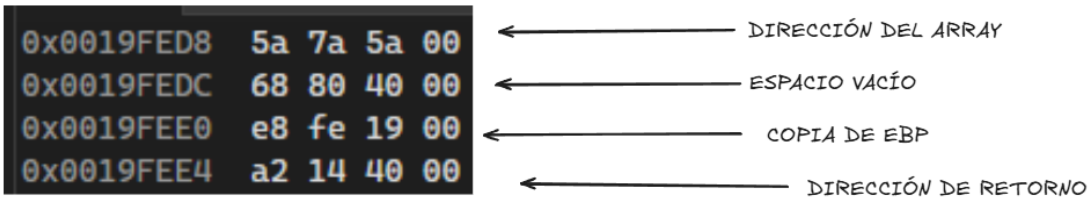
4.2. Cuestión 2

Empleando las herramientas de depuración de *Visual Studio* (depurador, ventana de memoria, etc.), se ha procedido con la ejecución del programa y, tras pasar la primera cadena de caracteres y llegar al `breakpoint` correspondiente, se ha analizado la dirección de memoria en la que se almacena el array de caracteres. Dicha posición de memoria es `0x0019FECC`, como se muestra en la siguiente captura de pantalla:



4.3. Cuestión 3

Se han empleado las herramientas de depuración de *Visual Studio* (depurador, ventana de memoria, ventana de registros, ventana de desensamblado, etc.) para analizar el contenido de los registros y la pila en el momento de la llamada a la función `CheckArray()`. Se ha comprobado el valor `EBP` en la ventana de registros y en la de memoria y la dirección de retorno con la ventana de desensamblado y la de memoria. A continuación, se muestra una captura de pantalla con los resultados obtenidos:



Notar que las direcciones de retorno se dan en formato *little-endian*, por lo que la dirección de retorno es `0x004014A2`.

4.4. Cuestión 4

Para la realización de esta cuestión, se ha empleado la herramienta de desensamblado de *Visual Studio* para analizar el código ensamblador de la función `CheckArray()`. A continuación, se muestra una captura de pantalla con el código ensamblador de la función en cuestión:

```
004013EA B8 01 00 00 00       mov         eax,1
004013EF 6B C8 00             imul        ecx,eax,0
004013F2 0F B6 54 0D F8       movzx       edx,byte ptr array[ecx]
004013F7 B8 01 00 00 00       mov         eax,1
004013FC C1 E0 00             shl         eax,0
004013FF 0F B6 4C 05 F8       movzx       ecx,byte ptr array[eax]
00401404 23 D1                and         edx,ecx
00401406 B8 01 00 00 00       mov         eax,1
0040140B D1 E0                shl         eax,1
0040140D 0F B6 4C 05 F8       movzx       ecx,byte ptr array[eax]
00401412 23 D1                and         edx,ecx
00401414 88 55 FF             mov         byte ptr [result],dl
```

A partir de la imagen, se puede ver el código correspondiente a la línea en la que se realiza la operación `AND` a nivel de bit entre los tres valores introducidos por el usuario:

- `MOV eax, 1`: Mueve el valor 1 al registro `EAX`.
- `IMUL ecx, eax, 0`: Multiplica el valor de `EAX` por 0 y lo almacena en `ECX`.
- `MOVZX edx, byte prt array[ecx]`: Mueve el valor de `array[0]` al registro `EDX`. Ya que se trata de un byte, se rellena con ceros a la izquierda.

5. Distribución del trabajo

5.1. Estrategia de trabajo

La implementación del proyecto se ha organizado siguiendo una estrategia de trabajo colaborativo, basada en la asignación individual de cada una de las funciones principales descritas en el enunciado. Cada integrante del grupo asumió la responsabilidad del desarrollo, depuración y validación de una función específica, lo que favoreció una distribución equilibrada de las tareas y una mayor especialización técnica en cada componente del sistema.

Como soporte para el trabajo en equipo, se ha utilizado el sistema de control de versiones distribuido *Git* en combinación con la plataforma *Github* como repositorio remoto centralizado. El grupo ha adoptado un flujo de trabajo basado en la estrategia de *feature branching*, en la cual cada funcionalidad fue desarrollada en una rama independiente derivada de la rama principal `main`. Una vez finalizada la implementación de cada funcionalidad, se procedía a la apertura de una `pull request (PR)`, a través de la cual se solicitaba la revisión del código por parte de los demás integrantes.

Este enfoque ha permitido establecer un proceso sistemático de *code review*, mediante el cual cada `commit` propuesto era examinado antes de su integración definitiva en la rama principal del repositorio. Asimismo, se han empleado herramientas integradas de GitHub como la resolución de *merge conflicts*, en caso de ser necesarios. Las revisiones cruzadas entre miembros han servido tanto para detectar errores lógicos como para asegurar la consistencia del estilo y la correcta integración de las distintas partes del código.

Gracias a este flujo de trabajo, se ha logrado mantener una trazabilidad completa de los cambios, facilitar la colaboración asíncrona y reforzar la calidad del desarrollo mediante la incorporación de prácticas propias del desarrollo profesional de software.

El repositorio que ha servido como entorno de trabajo colaborativo se encuentra alojado en la plataforma *GitHub*, bajo el siguiente enlace: https://github.com/PabloGarPe/fcrtrabajo. Cabe señalar que, en el momento de redacción de esta memoria, el repositorio permanece configurado como privado, por lo que su acceso podría no estar disponible de forma pública. No obstante, se encuentra íntegramente documentado y estructurado conforme a las convenciones adoptadas durante el desarrollo, con un historial completo de *commits*, ramas y solicitudes de fusión que evidencian el flujo de trabajo seguido por el grupo.

5.2. Distribución de tareas

Tal como se ha expuesto anteriormente, la distribución de tareas se ha estructurado en torno a la asignación individual de cada una de las funciones del programa a los distintos integrantes del grupo. Finalizada la implementación inicial, se procedió a una revisión colectiva de todas las contribuciones, llevada a cabo tanto mediante sesiones de puesta en común como a través del sistema de control de versiones, concretamente mediante la supervisión cruzada de las correspondientes *pull requests* en el repositorio compartido.

A continuación, se detalla la asignación específica de tareas realizada por cada miembro del equipo:

Integrante	Función implementada
Diego Díaz Mendaña	`ControlWithReversedStrings()`
Pablo García Pernas	`MaskControl()`
Fernando Suárez Fernández	`ControlInAsm()`
Jorge Gota Ortín	`CheckArray()`

5.3. Tiempos de desarrollo

A continuación, se especifica el tiempo estimado invertido por cada miembro, considerando tanto las tareas individuales como las actividades colaborativas de revisión y coordinación:

Integrante	Tiempo dedicado
Diego Díaz Mendaña	5 horas
Pablo García Pernas	5 horas y 30 minutos
Fernando Suárez Fernández	4 horas
Jorge Gota Ortín	3 horas y 30 minutos