



SE para asesorar a un inversor en bolsa

Autora: Gema Correa Fernández

30 de junio de 2016

Ingeniería del conocimiento

ETSIIT (UGR)

ÍNDICE

Descripción del problema	3
Proceso de adquisición del conocimiento.....	4
Sesiones con el experto (indicando información obtenida en cada una de ellas)...	5
Procedimiento de validación y verificación del sistema	6
Descripción del sistema desarrollado	10
Variables de entrada	10
Variables de salida	10
Conocimiento global	10
Módulos desarrollados	16
Estructura de funcionamiento del esquema de razonamiento	18
Lista de hechos utilizada durante su funcionamiento	18
Hechos y reglas de cada módulo	21
Consideraciones sobre el desarrollo del Sistema Experto	28
Breve manual de uso del sistema	29
Bibliografía	30

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo de la práctica es desarrollar un Sistema Experto en CLIPS que asesore a un inversor en bolsa.

Se trata de desarrollar un SE que asesore a un usuario inversor con una cartera de acciones en valores del IBEX 35. El sistema obtendrá diariamente la información de los valores del cierre del día anterior de cada una de las empresas del IBEX 35 y leerá la información sobre la cartera actual del usuario y sobre otros datos que se hayan recogido o deducido en sesiones anteriores y que se haya considerado importante guardar. Tras solicitar al usuario información sobre si ha habido noticias que puedan afectar a la evolución del valor de las acciones, razonará como lo haría “el experto” y propondrá hasta 5 opciones de compra-venta de valores, indicando los motivos por lo que aconseja cada opción. El usuario decidirá si acepta alguna o algunas de las sugerencias y el sistema actualizará la información y la guardará para futuras sesiones.

La información sobre los valores de cierre del IBEX se tomarán de la web de la bolsa de Madrid.

La cartera actualizada de acciones así como la información que se considere necesaria se leerá y guardará en un fichero de texto.

PROCESO DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Antes de nada, debemos recoger el conocimiento que vamos a usar.

Primero comenzaré con la adquisición del conocimiento en mi persona. Póngase en el caso de que no conoce el problema y aún menos la terminación usada en procesos económicos. Lo que debemos hacer antes del contacto directo con el experto es aprender tanto como podamos sobre el dominio del problema, a ser posible antes de comenzar las sesiones con el experto. Esto nos servirá para tener las ideas más claras y ahorrar tiempo en las sesiones con el experto.

Después de haber recogido el conocimiento mediante diversas fuentes de conocimiento, principalmente la del experto y el informe, comenzaremos con la creación del Sistema Experto. A grandes rasgos lo que se debe hacer es recoger el conocimiento, deducir los datos requeridos, detectar los valores específicos y realizar las propuestas para asesorar al inversor. Comencemos explicando cada una de las partes.

Primero recogemos el conocimiento, para ello recogemos los datos, principalmente económicos de las empresas del IBEX 35 y de los sectores a los que pertenecen tales empresas, esta información será extraída de la Bolsa de Madrid. Con respecto a las noticias, tendremos que detenernos en las que hacen referencia a lo económico y ver si benefician o perjudican a la economía en general, a una empresa específica o a un sector en global, para ello extraeremos la información de la siguiente página: www.eleconomista.es/noticias/economia. También leeremos la información actual que tiene el usuario en su cartera, es decir, de las empresas que posee acciones. Después de haber extraído este conocimiento, pasamos al segundo bloque de nuestro Sistema Experto.

Una vez adquirido el conocimiento, comenzaremos a deducir valores, es decir, comenzaremos a deducir los valores inestables de la economía a partir de los datos que hemos recogido anteriormente. Tales valores nos servirán para detectar si un valor es peligroso. Si detectamos que un valor es peligroso, ese valor podrá ser infravalorado¹ o sobrevalorado². Después de haber deducido como son los valores con los que vamos a trabajar, pasamos al último gran bloque pero no menos importante, el de la realización de las propuestas.

¹ El término de infravalorado se refiere al estado en que se encuentra un activo a la hora de estudiar su valoración o cotización y observar que éste se encuentra por debajo de lo que podría considerarse como su valor real o justo.

² El término sobrevalorado se refiere al estado que el que se encuentra un activo a la hora de estudiar su valorización o cotización y observar que éste se encuentra por encima de lo que podría considerarse como su valor real o justo.

Por último, realizaremos las propuestas al inversor, es decir, lo asesoremos para que invierta, compre, venda, cambie inversiones a otras más rentables... En nuestro SE le mostraremos al usuario las 5 propuestas más prometedoras entre las que se podrá proponer vender valores de empresas peligrosas, invertir en empresas infravaloradas, vender valores de empresas sobrevaloradas o cambiar inversiones a valores más rentables. De entre las 5 propuestas, el usuario elegirá una propuesta, la que más desee, e inmediatamente se actualizará su cartera de valores. Seguidamente, se realizará la operación y se le pedirá al usuario si desea seguir realizando alguna otra operación o desea salir del sistema.

Sesiones con el experto

INDICANDO INFORMACIÓN OBTENIDA EN CADA UNA DE ELLAS

Ahora pasamos a la educación del conocimientos a partir del experto que en nuestro caso fue el profesor de la asignatura. Antes de nada, aclarar que la principal extracción de conocimiento fue a partir de un informe, que con ayuda del experto resolví las dudas que tenía respecto al documento. La entrevista con el experto se realizó de forma abierta, aunque debería de haber sido una entrevista cerrada, ya que es un tema un poco conocido para mí y con un dominio con el que estoy poco familiarizada. En nuestras primeras reuniones determinados los requisitos del sistema y las entradas y salidas.

IC: ¿Cómo detectar si un valor es peligroso?

Experto: Un valor es peligroso si está cayendo más de la media que los de su mismo sector. Además hay ciertos sectores donde voy a presuponer que los valores son más estables y menos peligrosos. Otro motivo por el que voy a considerar que un valor es peligroso es porque hay una noticia mala sobre ese valor. Cuando digo que está cayendo, tengo una tendencia en el sector durante varios días y si estoy viendo que el movimiento del valor está por debajo del sector, empiezo a pensar que está teniendo un problema.

IC: Póngame un ejemplo para distinguir un valor peligroso.

Experto: Tengo acciones de Bankia y en los últimos 15 días las acciones tienen tendencia a bajar un 5%, en Bankia están cayendo un 10%, considero que ese valor es peligroso. Porque se esta moviendo peor que la media.

IC: Si un sector está cayendo mucho, los valores del sector ese pasan a ser peligrosos ¿qué significa que esté cayendo mucho?

Experto: Que ese sector esté cayendo mucho, significa que ese sector está cayendo más que la economía general y se mantiene así durante al menos 5 días.

IC: ¿Qué significa que un valor está cayendo más que su media?

Experto: Significa que su valor está perdiendo durante esos 5 días y que la variación entre el sector y el valor concreto es mayor del 5%.

IC: Póngame un ejemplo para ver como se transforma un valor inestable en uno estable.

Experto: Por ejemplo, SACYR que aparece en los papeles de panamá es inestables, pero si recibe una noticia positiva es un valor estable durante dos días.

IC: ¿Qué quiere decir que la economía está bajando?

Experto: Que el IBEX esté bajando o 3 días consecutivos o 5 días consecutivos.

IC: ¿Qué significa que una noticia inestable, pasa a ser estable?

Experto: Si hay una noticia que ponga 0, 1 o 2 la noticia deja de ser inestable y pasar a ser estable.

IC: ¿Qué significa que hay una noticia negativa sobre el IBEX?

Experto: Pones en el sector del Ibex como que hay una noticia mala. El Ibex es como si dijésemos la economía.

IC: ¿Qué significa que los valores son por defecto?

Experto: Que tienen prioridad.

IC: Si la empresa ha caído bastante (más de un 30%) (en los últimos 3, 6 o 12), ha subido pero no mucho en el último mes, y el PER es bajo, la empresa está infravalorada. ¿Qué significa que la empresa ha subido pero no mucho en el último mes?

Experto: No más de un 5% o de un 10%.

IC: Por lo tanto, ¿puedo yo elegir el porcentaje a poner?

Experto: Sí.

Procedimiento de validación y verificación del sistema

En esta sección se aborda el último punto del *ciclo de vida tradicional para el desarrollo de una BC*³.

- **Verificar y Validar** el funcionamiento esperado del SE (con usuario y experto). Lo primero que tenemos que hacer es verificar y luego validar el sistema.

³ Base del Conocimiento

VERIFICACIÓN

La verificación consiste en construir el sistema correctamente y descubrir y corregir errores en el Sistema Basado en el Conocimiento (SBC) desarrollado. Los criterios a verificar en un SBC son:

- *Consistencia*: que no haya redundancia.
- *Precisión*: corrección de la sintaxis y errores morfológicos.
- *Compleitud*: lagunas en la capacidad deductiva.

Es decir, la fase de comprobación consiste en la verificación de todo el sistema, tanto desde el punto de vista del conocimiento, como de las reglas⁴, como de la incorporación conjunta de todos ellos. Con este proceso no *nos interesa* llegar a que nuestro sistema llegue a conclusiones correctas (validación), sino a que el sistema no de fallos (verificación). Para ello es necesario:

- Verificar la base de conocimiento.
- Verificar que cumpla los requisitos deseados.
- Verificar el motor de inferencia⁵.

Para la **verificación de la base de conocimiento** he buscado inconsistencias. Para ello he verificado los criterios de un SBC, en particular la completitud y la consistencia, comprobando que no haya reglas que se contradigan, objetivo que se ha cumplido y comprobando que no haya reglas a las que nunca se llegue, objetivo más difícil de conseguir, debido a que las últimas reglas del último módulo tengo la pequeña duda de si se alcanzan o no. Esto es así, ya que el funcionamiento pienso que es correcto, pero como he dicho no soy una experta de la materia ni en CLIPS.

Para la **verificación de los requisitos**, he probado el sistema con todas las posibles operaciones que puede realizar el usuario, en nuestro caso el inversor. He comprobado que la interfaz cumpla lo necesario para realizar de la mejor manera la operación.

Por último, para la **verificación del motor de inferencia**, he tratado de verificar el funcionamiento correcto del sistema sometiéndolo a distintas pruebas, es decir, probando que realizara las operaciones correctamente. He decir que la operación de cambiar inversiones a otra con valores

⁴ La característica básica de este tipo de sistemas es la independencia de la base de conocimientos y el motor de inferencia. Los hechos, o los conceptos, y las reglas están separados del programa que indica cómo manejarlos, de forma que pueden ser actualizados o modificados sin necesidad de cambiar dicho programa -motor de inferencia- que debe ser realizado en forma independiente a ellos.

⁵ El motor de inferencia determina cuáles son las reglas aplicables en cada momento y se encarga de ejecutarlas.

más rentables da error en algunas ocasiones, pero aún así mi punto de vista puede ser muy subjetivo ya que no soy una especialista en el tema económico.

VALIDACIÓN

Validar el sistema supone analizar si los resultados son correctos y si se cumplen las necesidades y los requisitos del usuario. Ya que el desarrollo de un SE no se considera que está acabado una vez funciona sino que se continúa desarrollando y actualizando tanto el conocimiento del sistema como los métodos de procesamiento, quedando reflejadas las modificaciones o progresos. A grandes rasgos validar el sistema es comprobar que da conclusiones correctas.

El personal involucrado en la validación tiene que ser el ingeniero del conocimiento, el experto y el usuario. En mi caso, el ingeniero del conocimiento ha sido el único que ha chequeado el sistema experto y un usuario, pero he de decir que el usuario no poseía conocimiento equiparables a los de un inversor en bolsa.

La estructura del razonamiento ha sido, desde mi punto de vista, validada a lo largo de todo el desarrollo, comprobando que en cada momento el sistema actuaba de manera coherente. Así, el sistema razonaba en base al problema e intentaba aconsejar de la mejor manera para realizar una operación al inversor de bolsa.

La interfaz es sencilla para el usuario, cumpliendo los requisitos de ejecución de tiempo real pedidos y cumpliendo las especificaciones de seguridad.

Datos usados en la validación

Para utilizar los datos que requiere el sistema nos hemos basado en un caso hipotético imaginado por nosotros mismos, ya que no disponíamos, en mi caso, de ninguna fuente donde comprobar los datos introducidos ni los datos mostrados por pantalla.

Criterios de validación - Metodología de validación

El sistema se ha construido con el conocimiento de un solo experto y con el de un documento, por lo tanto ese experto será quién deba evaluar este sistema. Algo a tener en cuenta es que cada vez que se introducía alguna regla nueva o conocimiento, se probaba el sistema y por supuesto, al terminar también se hizo una validación entera. También he de aclarar que seguramente no haya tenido este sistema una validación completa debido a que el método usado ha sido un tanto

subjetivo. Para el método de validación, se tiene que mostrar al usuario 5 propuestas, las más prometedoras, y él elegir la operación que desea realizar.

Errores en la validación

No se ha encontrado ningún error grave en el sistema, desde mi punto de vista, ya que se ha comprobado que toda salida proporcionada fuera coherente con el resultado esperado.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DESARROLLADO

Variables de entrada

En general, las variables de entrada del sistema son la cartera de acciones del usuario y el histórico del IBEX 35. Y a partir de ahí realizaremos las operaciones al problema. Sin embargo, otras variables de entrada que tienen menos peso que las comentadas anteriormente, serán las respuestas del inversor a las preguntas realizadas por el sistema experto.

Variables de salida

Las variables de salida serán las 5 propuestas más prometedoras. En nuestro caso, le mostraremos al inversor las 5 propuestas que habremos creados a partir de su cartera de acciones y del IBEX 35. En las propuestas podrá ver si invertir en valores infravalorados, vender valores de empresas peligrosas, vender valores de empresa sobrevalorados o cambiar las acciones de una empresa a valores más rentables. Una vez mostradas las 5 propuestas, le preguntaremos al usuario cuál es la operación que desea realizar y en que empresa desea realizar tal movimiento, estas respuestas corresponderán variables de entrada para el sistema. Una vez terminada la operación, se le preguntará al usuario si desea seguir realizando alguna otra operación o desea salir del sistema.

Las variables de salida nos mostrarán la información del usuario, dependiendo de las entradas que haya realizado. Una vez introducido por el usuario la operación a realizar en una determinada empresa, se realizará la operación, mostrada por pantalla.

Conocimiento global

HECHOS Y RELACIONES QUE SE CARGAN INICIALMENTE

El conocimiento global se ha dividido en dos grandes partes:

1. el conocimiento cargado en el sistema inicialmente y
2. el introducido por el usuario.

El conocimiento global, es decir el cargado inicialmente, se ha representado mediante la información de las empresas que actualmente cotizan en el IBEX 35, de los sectores a las que pertenecen tales

empresas, de las noticias económicas que pueden perjudicar o beneficiar a los sectores o empresas y en referencia al conocimiento introducido por el usuario cargaremos una cartera de acciones donde estarán las empresas de las que posee el inversor acciones. Expliquemos paso a paso cada uno de los datos cargados al inicio del programa.

Primero introducimos las empresas con las que vamos a realizar las operaciones. Obtendremos un listado de las 35 empresas que forman parte del IBEX 35. Las empresas vendrán en un fichero llamado *Analisis.txt* donde tendrán la siguiente información, pongamos un ejemplo.

TELEFONICA 9.19 0.81 45831.54 16.03 0.078 GRANDE 8.750525720335188 Medio Alto Tecnologia -4.41 false false -2.1975 false -8.2 -1.06 -22.02 -30.49
--

Parte del contenido del archivo *Analisis.txt*

Expliquemos paso a paso que significa cada uno de los anteriores campos.

<p>TELEFONICA: Nombre de la empresa</p> <p>9.19: Precio de la acción al cierre de la sesión</p> <p>0.81: Porcentaje de variación del precio con respecto al día anterior</p> <p>45831.54: Valor total de la empresa (<i>precio_accion x numero_acciones</i>)</p> <p>16.03: (PER) Capitalización dividido por beneficios anuales obtenidos por la empresa</p> <p>0.078: (RPD) Capitalización repartido a los accionistas por dividendos (anual). Por cada 1€ los accionistas han recibido RPD por dividendos</p> <p>GRANDE: Tamaño de la empresa, ($2 < \%ibex < 5$). Podrá ser pequeña mediana o grande.</p> <p>8.750525720335188: ($\%ibex$) Capitalización con respecto a la capitalización total del ibex</p> <p>Medio: Etiqueta para clasificar el PER, ($12 < PER < 18$). Podrá ser alto, medio o bajo</p> <p>Alto: Etiqueta para clasificar el RPD, ($2\% < RPD < 5\%$). Podrá ser alto, medio o bajo</p> <p>Tecnologia: Sector al que pertenece la empresa</p> <p>-4.41: Variación del precio respecto al de hace 5 días</p> <p>false: Que la empresa está bajando los 3 últimos días. Podrá ser verdadero o falso</p> <p>false: Que la empresa está bajando los 5 últimos días. Podrá ser verdadero o falso</p> <p>-2.1975: (<i>variación_5_días - variación_sector 5_días</i>)</p> <p>false: Variación con respecto a su sector los últimos 5 días < -5. Podrá ser verdadero o falso</p> <p>-8.2: Variación del precio respecto al de hace 1 mes</p> <p>-1.06: Variación del precio respecto al de hace 3 meses</p> <p>-22.02: Variación del precio respecto al de hace 6 meses</p> <p>-30.49: Variación del precio respecto al de hace 1 año</p>
--

Para cargar los datos del archivo *Analisis.txt* lo haremos de la siguiente manera:

- Primero nos crearemos un *deftemplate* donde definiremos los campos explicados anteriormente.

```
(deftemplate AnalisisEmpresa
  (field Nombre)
  (field Precio)
  (field VarDia)
  (field Capitalizacion)
  (field PER)
  (field RPD)
  (field Tamano)
  (field Ibex)
  (field EtiqPER)
  (field EtiqRPD)
  (field Sector)
  (field Var5dias)
  (field Perd3consec)
  (field Perd5consec)
  (field VarRespSector5dias)
  (field VRS5)
  (field VarMen)
  (field VarTri)
  (field VarSem)
  (field Var12mes)
)
```

- Luego nos crearemos una regla para abrir el archivo, le daremos prioridad para que así sea lo primero que se lance.

```
(defrule openfileAnalisis
  (declare (salience 10))
  =>
  (open "Analisis.txt" Analisis)
  (assert (SeguirLeyendoAnalisis))
)
```

- Seguidamente leeremos los valores o datos del fichero y los insertaremos en nuestra base de hechos.

```

(defrule LeerValoresCierreFromFileAnalysis
  ?f <- (SeguirLeyendoAnalysis)
  =>
  (bind ?nombre (read Analysis))
  (retract ?f)
  (if (neq ?nombre EOF) then
    (assert (AnalysisEmpresa
              (Nombre ?nombre)
              (Precio (read Analysis))
              (VarDia (read Analysis))
              (Capitalizacion (read Analysis))
              (PER (read Analysis))
              (RPD (read Analysis))
              (Tamanio (read Analysis))
              (Ibex (read Analysis))
              (EtiqPER (read Analysis))
              (EtiqRPD (read Analysis))
              (Sector (read Analysis))
              (Var5dias (read Analysis))
              (Perd3consec (read Analysis))
              (Perd5consec (read Analysis))
              (VarRespSector5dias (read Analysis))
              (VRS5 (read Analysis))
              (VarMen (read Analysis))
              (VarTri (read Analysis))
              (VarSem (read Analysis))
              (Var12mes (read Analysis))))))
    (assert (SeguirLeyendoAnalysis))
  )
)

```

- Una vez leídos todos los datos, cerraremos el fichero, por lo que tendremos que dar un prioridad negativa para que así se lance la regla más tarde.

```

(defrule closefileAnalysis
  (declare (salience -10))
  =>
  (close Analysis)
)

```

Una vez cargados los datos de las empresas del IBEX 35, pasaremos a cargar los datos de los distintos sectores que hay. Para ello cargaremos el archivo *AnalisisSectores.txt*. Este archivo contendrá los distintos sectores que hay (*Servicios, Energía, Construcción, Bienes, Tecnología, Bancos*) con sus respectivos valores. Además el primer sector que aparecerá en el archivo será el sector *Ibex*, dicho sector hará referencia a la economía global. Explicaremos los campos con lo que trabaja este hecho.

```
Ibex -10.370285714285716 484421.72999999999 16.463428571428572 0.03931142857142857
99.99999999999999 -6.322571428571427 false false -13.868571428571423
-10.490857142857145 -17.25114285714286 -23.71342857142857

Tecnologia -8.156 154370.56 19.262 0.04198 31.866976735333495 -3.3900000000000006
false false -10.22 -6.308000000000001 -15.138 -20.026
```

Parte del contenido del archivo *AnalisisSectores.txt*

```
Tecnologia: Nombre del sector
-8.156: Media de la variación del día en las empresas del sector
154370.56: Suma de capitalización de las empresas del sector
19.262: (PER) Media del PER en las empresas del sector
0.04198: (RPD) Porcentaje repartido por dividendos ultimo año
31.866976735333495: Capitalización con respecto a capitalización total del Ibex
-3.3900000000000006: Media de la variación de 5 días en las empresas del sector
false: Que está bajando los 3 últimos días. Podrá ser verdadero o falso
false: Que está bajando los 5 últimos días. Podrá ser verdadero o falso
-10.22: Media de la variación del último mes en las empresas del sector
-6.308000000000001: Media de la variación ultimo trimestre en las empresas del sector
-15.138: Media de la variación del último semestre en las empresas del sector
-20.026: Media de la variación de los últimos 12 meses en las empresas del sector
```

Para cargar los datos de los sectores, nos crearemos un *deftemplate* como el siguiente. Sin embargo para abrir el archivo, leer los datos y cerrar el archivo, usaremos las mismas reglas que hemos explicado anteriormente, simplemente cambiando los campos por el definido en sectores.

```
(deftemplate AnalisisSector
  (field Nombre)
  (field VarDia)
  (field Capitalizacion)
  (field PER)
```

```
(field RPD)
(field Ibex)
(field Var5dias)
(field Perd3consec)
(field Perd5consec)
(field VarMen)
(field VarTri)
(field VarSem)
(field Var12mes)
```

)

Dicho esto, pasaremos a cargar el archivo *Noticias.txt*, es decir, las noticias económicas relevantes a tener en cuenta. Simplemente necesitaremos saber a que área afecta la noticia (empresa o sector), de que tipo es (buena o mala), que antigüedad tiene, pues es importante saber que las noticias no son relevantes pasados los 2 días.

Por último pero no menos importante, cargaremos en nuestra base de hechos la cartera de acciones del inversor. En este archivo que se llamará *Cartera.txt*, tendremos definidas las empresas de las que el inversor posee acciones y del dinero con el que cuenta, veámoslo.

```
DISPONIBLE 9891.700000000012 9891.700000000012
ABERTIS_INFR 2000 25690
```

Parte del contenido del archivo *Cartera.txt*

La primera fila corresponde al dinero del que dispone el inversor, para así poder realizar una determinada operación. Expliquemos lo que significa cada campo.

```
ABERTIS_INFR: Nombre de la empresa
2000: Acciones que posee el inversor
25690: Valor actual de la empresa
```

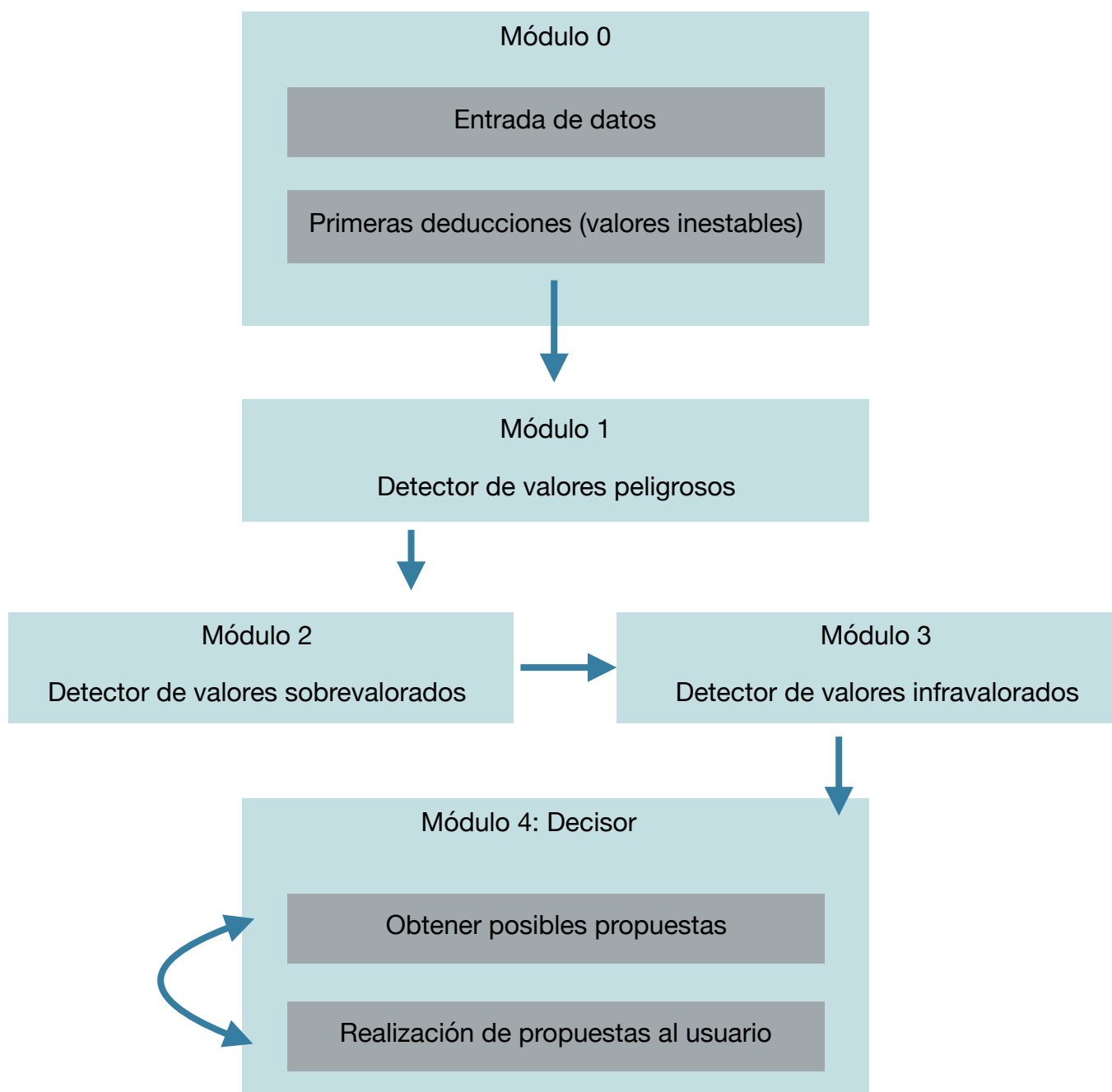
Para cargar los datos de la cartera usaremos el mismo mecanismo explicado anteriormente para los demás ficheros, es decir, tendremos las reglas para abrir el archivo, leer y cerrarlo.

Y con todo esto, obtendremos el conocimiento global de nuestro sistema.

Módulos desarrollados

INCLUYENDO PARA CADA MÓDULO EL OBJETIVO, CONOCIMIENTO QUE UTILIZA Y CONOCIMIENTO QUE SE DEDUCE

A grandes rasgos nuestro sistema estará dividido en 5 grandes módulos.



Primer módulo

El objetivo del primer módulo es la entrada de datos y las primeras deducciones. Aquí cargaremos el conocimiento general en nuestra base de hechos y deduciremos a partir de los datos introducimos cuales son las empresas con valores inestables.

Segundo módulo

El objetivo de este módulo será detectar cuáles son las empresas con valores peligrosos, para ello, antes tendremos que haber deducido los valores inestables.

Tercer módulo

En este módulo, después de haber detectado cuáles son los valores peligrosos, detectaremos que empresas poseen valores sobrevalorados.

Cuarto módulo

El cuarto módulo se puede hacer en paralelo con el tercer módulo, cosa que no he realizado, simplemente tenemos que detectar que empresas poseen valores infravalorados a partir de una serie de características que posea la empresa.

Quinto módulo

Uno de los módulos sin duda más importantes es el que consiste en la realización de las propuestas. Para ello, tendremos que haber lanzado antes todos los demás módulos. Este módulo se divide en dos grandes partes.

1. La *obtención de posibles propuestas*, de entre las que destacaremos proponer vender valores de empresas peligrosas, proponer invertir en empresas infravaloradas, proponer vender valores de empresas sobrevaloradas y proponer cambiar una inversión a valores más rentables. Para ello tendremos que introducir los requisitos requeridos que necesita una empresa junto con su rendimiento esperado para así poder realizar tal operación con ella y asertarla en posibles propuestas.
2. La *realización de propuestas al usuario*. Una vez guardadas todas las posibles acciones; de entre todas las propuestas tendremos que calcular las cinco propuestas más prometedoras y

mostrarlas al usuario, por consiguiente tendremos que interactuar con el usuario realizando una serie de cuestiones.

Estructura de funcionamiento del esquema de razonamiento

CUÁNDO ACTUARÁ CADA MÓDULO

Estructura de funcionamiento

El módulo principal es el que se ejecuta al iniciar el sistema experto, cargando en nuestra base de hechos las empresas del IBEX 35, las noticias económicas y la cartera de acciones del inversor. A partir de esos datos cargados, comenzaremos a deducir cuáles de las empresas poseen valores peligrosos, infravalorados y sobrevalorados, por lo tanto se irán lanzando los módulos uno detrás de otro. El módulo se lanzará cuando la empresa cumpla las características adecuadas y clasifique sus valores. Por último, el módulo final actuará cuando los 4 módulos anteriores se hayan lanzado, ya que en este módulo mostraremos las cinco mejores propuestas con las que el inversor pueda realizar una determinada operación. Dentro del último módulo, interactuaremos con el usuario, por lo tanto en este módulo seremos capaces una vez terminado de volver a lanzarlo de nuevo.

Esquema de razonamiento

Solo disponemos de un tipo de usuario, el inversor en bolsa, conocedor de la terminología económica. Por lo tanto, para el usuario que interactúa con el sistema se podrán lanzar todas las reglas de las que dispone el programa. Todo dependerá de su cartera de acciones, introducidas al principio. Después de esto, se le mostrará al usuario 5 propuestas, en función de las acciones que posea de las empresas y a partir de ahí elegir que operación realizar, mediante preguntas que le hará el programa.

Lista de hechos utilizada durante su funcionamiento

Hay tres tipos de hechos que se asertan durante la ejecución del sistema, el primero representa el conocimiento global del sistema, el segundo representa el conocimiento deducido por el sistema y el tercer representa qué opción ha elegido el usuario al interactuar. Explicaremos cuáles son lo que aparecen en cada módulo.

Pero antes de explicar cada uno, debemos tener en cuenta cuando cerramos un módulo, debemos asertar el siguiente módulo, es decir, el módulo al que pasamos.

```
(assert (nombre_modulo))
```

Primer módulo

En el primer módulo, asertamos los hechos relacionados con el conocimiento global explicado anteriormente. Primero asertamos todas las empresas que pertenecen al IBEX 35, leyendo tal información del archivo que nos pasan.

```
(assert (AnalisisEmpresa
  (Nombre ?nombre)
  (Precio (read Analisis)) (VarDia (read Analisis)) (Capitalizacion (read Analisis))
  (PER (read Analisis)) (RPD (read Analisis)) (Tamano (read Analisis))
  (Ibex (read Analisis)) (EtiqPER (read Analisis)) (EtiqRPD (read Analisis))
  (Sector (read Analisis)) (Var5dias (read Analisis)) (Perd3consec (read Analisis))
  (Perd5consec (read Analisis)) (VarRespSector5dias (read Analisis))
  (VRS5 (read Analisis)) (VarMen (read Analisis)) (VarTri (read Analisis))
  (VarSem (read Analisis))(Var12mes (read Analisis)))
)
```

Luego asertaremos los sectores a los que pertenecen las empresas, las noticias que hay y los datos que tiene el inversor en su cartera de acciones, cada uno por separado.

```
(assert (AnalisisSector
  (Nombre ?nombre)
  (VarDia (read Sectores)) (Capitalizacion (read Sectores)) (PER (read Sectores))
  (RPD (read Sectores)) (Ibex (read Sectores)) (Var5dias (read Sectores))
  (Perd3consec (read Sectores)) (Perd5consec (read Sectores))
  (VarMen (read Sectores)) (VarTri (read Sectores)) (VarSem (read Sectores))
  (Var12mes (read Sectores)))
)
```

```
(assert (Noticia
  (Sobre ?sobre)
  (Tipo (read Noticias)) (Antiguedad (read Noticias)) (Fecha (read Noticias))))
(assert (Cartera_Acciones
```

```
(Nombre ?nombre) (Acciones (read Cartera)) (ValorActual (read Cartera)))
```

Dentro de este módulo tenemos parte del conocimiento deducido por el sistema:

```
(assert (Inestable ?nombre_empresa)) —> Significa que la empresa es inestable
```

Segundo módulo

Como hemos dicho antes, el objetivo de este módulo es detectar las empresas con valores peligrosos, para ello las empresas que cumplan las especificaciones deseadas, serán empresas peligrosas.

```
(assert (Peligroso ?nombre_empresa))
```

Tercer módulo

Aquí deberemos deducir todas aquellas empresas que posean valores sobrevalorados.

```
(assert (Sobrevalorada ?nombre_empresa))
```

Cuarto módulo

Aquí deberemos deducir todas aquellas empresas que posean valores infravalorados.

```
(assert (Infravalorada ?nombre_empresa))
```

Quinto módulo

En este módulo, que consiste en la realización de las propuestas, asertaremos varios hechos, entre ellos estará principalmente el cambiar de un módulo a otro ya que en este módulo nuestro principal objetivo es modificar la base de hechos a partir de las preguntas que contesta el usuario y para ello nos tenemos que mover por todo el módulo 4, que lo hemos dividido en 3 módulos.

```
(assert (modulo_propuestas))
```

Sin embargo, para la obtención de propuestas, deberemos asertar cada una de las posibles operaciones a realizar:

- Proponer vender valores de empresas peligrosas.
- Proponer invertir en empresas infravaloradas.
- Proponer vender valores de empresas sobrevaloradas.
- Proponer cambiar una inversión a valores más rentables.

Veamos un ejemplo de ello, con la operación de vender valores peligrosos.

```
(assert (AccionesPosibles (Operacion VenderPeligroso)
                          (Empresa1 ?empresa) (RE ?re)
                          (Explicacion (str-cat "La empresa es peligrosa. Además está "
                                                "entrando en tendencia bajista con respecto a su sector. "
                                                "Según mi estimación existe una probabilidad no despreciable"
                                                " de que pueda caer al cabo del año un 20%, aunque produzca "
                                                "?rpd "% por dividendos perderíamos un " ?re "%."))))
```

Hechos y reglas de cada módulo

Las reglas son el motor de inferencia que relaciona los hechos observados y los conocimientos adquiridos. Disponemos de 5 módulos, los cuales se han explicado anteriormente, además dichos módulos podrían ser modificados fácilmente.

MÓDULO 0: Entrada de datos y primera deducciones

1. Creación de *deftemplate* donde leer los campos de cada uno de los archivos que contienen la información necesaria para hacer que comience a funcionar el sistema.
 - *Analisis.txt*
 - *AnalisiSector.txt*
 - *Noticias.txt*
 - *Cartera.txt*
2. *Tarea 0.1*: Recoger datos (abrir archivo, leerlo y cerrarlo)
 - Cargar datos de *Analisis.txt* (datos sobre empresas del IBEX)
 - Cargar datos de *AnalisiSectores.txt* (datos sobre los sectores)
 - Cargar datos sobre *Noticias.txt* (noticias de tipo económico)

3. *Tarea 0.2:* Recoger datos del usuario

- Solicitar y leer *Cartera.txt* del usuario

4. *Tarea 0.3:* Deducir los datos deducidos

- Deducir los valores inestables
 - A. Si el campo del sector de la empresa es construcción entonces es un valor inestable⁶.

```
(defrule SectorConstruccionInestabilidad
  (declare (salience 10))
  ; ponemos una prioridad de tiempo, ya que es un valor por defecto
  (AnalisisEmpresa (Nombre ?empresa) (Sector Construccion))
  =>
  (assert (Inestable ?empresa))
)
```

- B. Si la economía lleva cayendo 5 días en el sector servicios, entonces tales empresas tiene valores inestables.
 - C. Si hay una noticia positiva sobre la empresa o su sector, entonces una empresa o sector con valor inestable deja de serlo durante 2 días.

```
(defrule NoticiaPositiva
  (Noticia (Sobre ?empresa) (Tipo Buena))
  ?valor <- (Inestable ?empresa)
  =>
  (retract ?valor)
  (assert (Estable ?valor))
)
```

- D. Si hay una noticia negativa sobre la empresa, entonces un valor pasa a ser inestable durante 2 días.
 - E. Si hay una noticia negativa sobre un sector, entonces los valores del sector pasan a ser inestables durante 2 días.
 - F. Si hay una noticia negativa sobre la economía (Ibex), entonces todos los valores pasan a ser inestables durante 2 días.

⁶ Cuando la regla empiece con “Si lo que sea” esto hará referencia a la entrada, y cuando pongamos “entonces” hará referencia a la salida.

MODULO 1: Detector de valores peligrosos

5. Si un valor de mi cartera es inestable y está perdiendo de forma continua durante los últimos 3 días es peligroso.

```
(defrule ValorPeligroso3dias
  (Cartera_Acciones (Nombre ?empresa))
  (Inestable ?empresa)
  (AnalisisEmpresa (Nombre ?empresa) (Perd3consec true))
  =>
  (assert (Peligroso ?empresa))
)
```

6. Si un valor de mi cartera está perdiendo durante los últimos 5 días y la variación en esos 5 días con respecto a la variación del sector es mayor de un -5%, ese valor es peligroso.

MODULO 2: Detector de valores sobrevalorados

1. En general, si el PER es alto y el RPD es bajo de la empresa, la empresa está sobrevalorada

```
(defrule SobrevaloradoGeneral
  (modulo_sobrevalorado)
  (AnalisisEmpresa (Nombre ?empresa) (EtiqPER Alto) (EtiqRPD Bajo))
  =>
  (assert (Sobrevalorada ?empresa))
)
```

2. Si una empresa es pequeña y el PER de la empresa es alto, entonces la empresa está sobrevalorada.
3. Si la empresa pequeña y el PER es medio y el RPD es bajo, entonces la empresa está sobrevalorada.
4. Si la empresa es grande y el RPD es bajo y el PER es medio o alto, entonces la empresa está sobrevalorada.
5. Si la empresa es grande y el RPD es Mediano y el PER es alto entonces, la empresa está sobrevalorada.
6. Una vez terminado este modulo, debemos cerrar el módulo y pasar al siguiente.

```
(defrule CerrarModuloSobrevalorados
  (declare (salience -1000))
  ?f <- (modulo_sobrevalorado)
  =>
  (retract ?f)
  (assert (modulo_infravalorado))
)
```

MODULO 3: Detector de valores infravalorados

1. Si el PER es bajo y el RPD alto, la empresa está infravalorada.

```
(defrule InfravaloradoGeneral
  (modulo_infravalorado)
  (AnalisisEmpresa (Nombre ?empresa) (EtiqPER Bajo) (EtiqRPD Alto))
  =>
  (assert (Infravalorada ?empresa))
)
```

2. Si la empresa ha caído bastante (más de un 30%) (en los últimos 3, 6 o 12) y ha subido pero no mucho en el último mes, y el PER es bajo, entonces la empresa está infravalorada. Cuando habla de que ha subido pero no mucho en el último mes, según el experto podemos situar el valor entre un 5%-10%, escogeré un 5%. Dividiré en tres reglas distintas si la empresa ha caído en los últimos 3 meses, en los últimos 6 meses o en los últimos 12 meses.
3. Una vez terminado este modulo, debemos cerrar el módulo y pasar al siguiente.

MODULO 4: Realización de Propuestas

1. Módulo 4.1: Obtener posibles propuestas (junto con el rendimiento esperado)
 - Nos creamos un deftemplate donde guardaremos las propuestas.

```
(deftemplate Propuesta
  (slot Operacion) (slot Empresa1) (slot Empresa2) (slot RE) (slot Explicacion)
)
```

- Nos creamos otro deftemplate donde guardamos las posibles acciones a realizar a partir de las propuestas.

Comencemos con las reglas:

- Regla - Proponer vender valores de empresas peligrosas: Si una empresa es peligrosa, ha bajado el último mes y ha bajado más de un 3% con respecto a su sector en el último mes, proponer vender las acciones de la empresa porque tendrá un rendimiento del $RE = 20 - rpd$, esa empresa debe estar en nuestra cartera de acciones.

```
(defrule VenderValoresEmpresasPeligrosas
  (modulo_propuestas)
  (Peligroso ?empresa)
  (Cartera_Acciones (Nombre ?empresa))
  (AnalisisEmpresa (Nombre ?empresa) (Sector ?s) (VarMen ?p) (RPD ?rpd) (VRS5 ?v))
  (test (< ?v -3))
  =>
  (bind ?re (- 20 ?rpd))
  (assert (AccionesPosibles (Operacion VenderPeligroso)
    (Empresa1 ?empresa) (RE ?re)
    (Explicacion (str-cat "La empresa es peligrosa. Además está "
      "entrando en tendencia bajista con respecto a su sector. "
      "Según mi estimación existe una probabilidad no despreciable"
      " de que pueda caer al cabo del año un 20%, aunque produzca "
      "?rpd \"% por dividendos perderíamos un \" ?re \"%."))))))
)
```

- Regla - Proponer invertir en empresas infravaloradas: Si la empresa está infravalorada y el usuario tiene dinero para invertir, proponer invertir dinero en las acciones de la empresa porque tendrá un rendimiento del $RE = (PERMedio - PER) * 100 / (5 * PER) + RPD$.
- Regla - Proponer vender valores de empresas sobrevaloradas: Si la empresa de mi cartera está sobrevalorada y el rendimiento por año $< 5 + precio_dinero$, proponer vender las acciones de esa empresa porque tendrá un rendimiento $RE = -RPD + (PER - PERMedioSector) / (5 * PER)$.
- Regla - Proponer cambiar una inversión a valores más rentables: Si una empresa (empresa1) no está sobrevalorada y su RPD es mayor que el (revalorización por año esperado + RPD + 1) de una empresa de mi cartera (empresa2) que no está infravalorada, proponer cambiar las acciones de una empresa por las de la otra, porque tendrá un rendimiento del $RE = (RPD empresa1 - (rendimiento por año obtenido empresa2 + rdp empresa2 + 1))$
- Una vez terminado este módulo, debemos cerrarlo y pasar al siguiente que será el módulo de la interacción con el usuario.

2. Módulo 4.2: Módulo de realización de propuestas al usuario

- La primera regla de este módulo consistirá en sacar el máximo de las propuestas mediante su rendimiento esperado (RE).
- Luego elegiremos de entre todos el máximo y mostramos las 5 mejores propuestas.
- Una vez terminado esta parte de módulo, dentro de este mismo modulo, pasaremos a otra interacción con el usuario.

```
(defrule CerrarModuloUsuario1
  (declare (salience -1000))
  (cont ?cont)
  (test (>= ?cont 5))
  ?f <- (modulo_usuario1)
  =>
  (retract ?f)
  (assert (modulo_usuario2))
)
```

- Una vez clasificadas las propuestas, pasamos a clasificar las propuestas entre las 4 posibles operaciones a realizar.
- Crearemos una regla si elegimos la operación de vender valores peligrosos.

```
(defrule ModificarVenderPeligrosos
  (modulo_usuario2)
  (Cartera_Acciones (Nombre ?empresa))
  (Propuesta (Operacion VenderPeligroso) (Empresa1 ?empresa) (RE ?re))
  =>
  (printout t crlf "Propuesta para vender valor peligroso de la empresa "
                  ?empresa " con RE = " ?re)
)
```

- Crearemos otra regla si elegimos la operación de vender valores sobrevalorados.
- Crearemos otra regla si elige invertir en valores infravalorados.
- Crearemos otra regla si elige cambiar en valores más rentables.
- Ahora comenzaremos a poner las reglas que nos van a llevar a la interacción con el usuario, realizando preguntas.
- Dependiendo de las respuestas del usuario, deberemos modificar nuestra cartera.

-
- Regla - Cuando se ha elegido vender valores peligrosos, debemos eliminar las acciones que hayamos vendido de nuestra cartera de la empresa específica.
 - Regla - Cuando se ha elegido vender valores sobrevalorados, debemos eliminar las acciones que hayamos comprado de una empresa específica.
 - Regla - Cuando se ha elegido comprar valores infravalorados, debemos actualizar nuestra cartera, sumando las acciones que hayamos comprado de la empresa específica.
 - Regla - Cuando hayamos elegido cambiar a valores más rentables, cambiaremos la inversión de la empresa de nuestra cartera (empresa2) por la nueva empresa (empresa1).
 - Una vez hemos terminado si el inversor desea seguir con las operaciones, debemos volver al módulo 4.1, para recalcular las nuevas propuestas.
 - Y por último cerramos definitivamente el modulo.

CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO DEL SE

Durante el desarrollo de la práctica me surgieron dudas a la hora de intentar plasmar en la implementación la terminología usada por parte del experto. Pero con las sesiones del experto, las dudas quedaron aclaradas.

La implementación de las reglas no supuso demasiado trabajo, de lo contrario el lenguaje de programación CLIPS me dio algún que otro quebradero de cabeza. Por ejemplo, cuando se nos pide en el módulo 3 crear una regla donde *“Si la empresa ha caído bastante (más de un 30%) (en los últimos 3, 6 o 12), y ha subido pero no mucho en el último mes, y el PER es bajo, la empresa está infravalorada”*. De normal hubiera usado *if* y hubiera hecho una regla con toda la información conjunta, pero dividí esa regla en 3. Además es mejor no usar los *if* en CLIPS, consejo del profesor.

Lo que más me ha costado a la hora de realizar la práctica, ha sido el módulo de la interacción con el usuario, débase a que no visualizaba la idea general. Dicho esto, puede que el programa dé errores en algunas salidas, pero aún así, según mi humilde opinión, obtiene un buen funcionamiento.

Un error que me hizo perder un día, durante la implementación, fue que durante un día entero no pude ejecutar CLIPS, no funcionaba correctamente, así que le pedí a un compañero que lanzara mi programa para ver si el problema era mío o del programa. Y dio la casualidad de que al trabajar en MAC, durante un día CLIPS sin explicación alguna, me dejó de funcionar, ya que en otro SO funcionaba mi práctica.

Otra consideración a tener en cuenta, es que la práctica ha sido realizado en un dominio con el que estamos poco formalizados o con una terminología muy específica, cosa que le añadido más dificultad.

BREVE MANUAL DE USO DEL SISTEMA

Se ha considerado crear una interfaz deductiva para la interacción con el usuario. Vamos a explicar unos pasos sencillos para que la realización del proceso de asesorar sea lo más productiva posible.

1. Al lanzar el programa, se nos presentan las 5 propuestas:

Propuesta 1
Propuesta 2
Propuesta 3
Propuesta 4
Propuesta 5

2. Luego el sistema nos preguntará que operación y con cuál empresa queremos realizarla.

Introduzca la operación que quiere realizar:

- Invertir: invertir en empresas infravaloradas
- Cambiar: cambiar una empresa a otra por valores + rentables
- VenderPeligrosos: vender valores peligrosos
- VenderSobrevalorado: vender valores sobrevalorados

—> *Respuesta1*

Introduzca la empresa con la que realizar operación *Respuesta1*

—> *Respuesta2*

3. Una vez elegida la operación y la empresa, el sistema pasará a preguntarnos cuántas acciones de la empresa queremos usar para realizar la operación *Respuesta1*, es decir, la operación que hayamos escogido.
4. Terminando ya con la operación, el sistema nos mostrará un pequeño texto informativo, donde nos dirá que la operación se ha realizado con éxito y una breve explicación de lo que acabamos de hacer.
5. Por último el sistema nos preguntará si deseamos seguir realizando operaciones o deseamos salir del mismo. Si decidimos seguir, el sistema volverá al punto 1.

¿Desea seguir realizando operaciones? Pues escriba Seguir sino pulsa cualquier otra letra. ¿Qué decide?

BIBLIOGRAFÍA

- [1] www.bolsamadrid.es
- [2] www.eleconomista.es/noticias/economia.
- [3] Manuales de CLIPS proporcionados en DECSAI.
- [4] Profesor de la asignatura.
- [5] <http://elvex.ugr.es/decsai/intelligent/slides/ai/A1%20AI.pdf>
- [6] http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/20_4.pdf
- [7] http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/carlos_sm/cap1.pdf
- [8] *FAQ de CLIPS*. Departamento de Ciencias de la Computación. Facultad de Informática de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña.