



Control Basado en Misiones
DPI2011-28507-C02-01/02



INFORME INTERNO

**T0201B. MODELADO SOFTWARE DE COMPORTAMIENTOS.
T0201C. MODELADO SOFTWARE DE MISIONES**

HITO 2A: MODELO SOFTWARE DEL COMPORTAMIENTOS Y MISIONES

Autor:	Manuel Muñoz
Revisor:	José Simó
Fecha:	11 de Marzo
Resumen:	



CONTENIDO

1. Antecedentes, Motivación, y Objetivos.....	3
2. Descripción General e Implementación.	3
2.1. Detalles de implementación.	3
2.2. Visión General.....	3
2.3. Comportamiento Individual.	4
2.3.1. Comportamiento básico.....	4
2.3.1.1. Caracterización de la Salida	5
2.3.1.2. Caracterización de Estímulos de Entrada	5
2.3.1.3. Ejemplos ilustrativos	5
2.3.2. Fusión de comportamientos.....	6
2.3.2.1. Estado Motivacional:.....	6
2.3.2.2. Función de Composición:.....	7
2.3.2.3. Comportamientos Disjuntos:.....	7
2.3.2.4. Factor de Fatiga:.....	8
2.3.3. Submisión o Estado de la Misión	9
2.3.4. Misión.....	9
2.3.5. Ejemplo de Comportamiento Invidual.	9
2.3.5.1. Busca Pelota	10
2.3.5.2. Alcanza Pelota	10
2.3.5.3. Dispara.....	11
2.3.5.4. Transiciones:.....	12
2.4. Coordinación de Grupo.....	12
2.4.1. Táctica	12
2.4.1.1. Ejecución de Táctica. Asignación de Misiones	12
2.4.1.2. Ejemplos aclarativos.....	12
2.4.2. Plan.....	13

1. Antecedentes, Motivación, y Objetivos.

En los sistemas basados en el comportamiento, no sólo es necesario elaborar un modelo de ejecución de las actividades de control que interactúan con el mundo físico si no que también es necesario ejecutar actividades que evalúen la “actividad” o “motivación” asociada a un determinado comportamiento en el contexto del seguimiento de una misión. En este sentido, aparecen nuevas tareas de “motivación” que deberán ejecutarse y cuyo resultado será un valor de “actividad” que indicará la importancia que este comportamiento tiene para consecución de la misión de la aplicación de control. El conjunto de los valores de actividad de todos los 24 comportamientos constituirá el “estado motivacional” del sistema que será fruto de la misión a cumplir, de la información sensorial y de la interacción entre las motivaciones de los diferentes comportamientos propios del sistema. Habrá comportamientos que podrán (o deberán) ejecutarse concurrentemente mientras que otros no podrán manifestarse simultáneamente. El concepto de “misión” que se establezca deberá expresarse en términos de secuencias de conjuntos de comportamientos y las consignas asociadas a estos. El estado motivacional deberá cambiar espontáneamente en la medida en que la misión se vaya cumpliendo.

Adicionalmente, el estado motivacional del sistema se puede utilizar para definir la carga de comportamientos a ejecutar y los requisitos de ejecución de aquellos comportamientos que deban ejecutarse. En este escenario, desde el punto de vista de la plataforma de ejecución, lo que se tiene es una carga computacional fuertemente dinámica sobre la que hay que asegurar ciertos requisitos de ejecución (Calidad de Servicio) utilizando recursos limitados (CPU, ancho de banda, etc.). Este problema se ha estudiado en el proyecto anterior SIDIRELI cuyos resultados se extenderán y refinarán en este proyecto. El modelado software de las entidades descritas anteriormente es el principal cometido de esta tarea.

De aquí podemos definir los siguientes objetivos:

- **Modelado software de comportamientos:** Estudio de la estructura de los comportamientos y las actividades involucradas. Este nuevo modelo incluirá el conjunto de actividades que constituyen la parte activa (carga computacional) de un comportamiento.
- **Modelado software de misiones:** En esta actividad se modelará la estructura software de la misión de la aplicación de control y del estado motivacional del sistema.

2. Descripción General e Implementación.

2.1. Detalles de implementación.

El modelo que al que se refiere este documento, aunque es funcional y ha sido testado, continua en evolución, testeo y mejora. La implementación del mismo se ha realizado en c++, sobre un computador que utiliza una distribución Linux como sistema operativo, y se ha testado tanto utilizando un simulador que ofrece representaciones virtuales de robots, como utilizando robots móviles de los que el proyecto dispone como elementos a controlar. En concreto se ha utilizado un grupo de robots humanoides Nao.

2.2. Visión General

El sistema de coordinación y control se ha separado en dos, una parte de alto nivel de abstracción que maneja toda la información que corresponde a la estrategia colectiva, que lógicamente puede representarse como un módulo de agentes distribuido. El segundo elemento maneja información de diferentes niveles de abstracción, pero dicha información pertenece al comportamiento individual de cada uno de los agentes. En la Imagen 1 se puede observar una representación general del sistema de comportamientos.

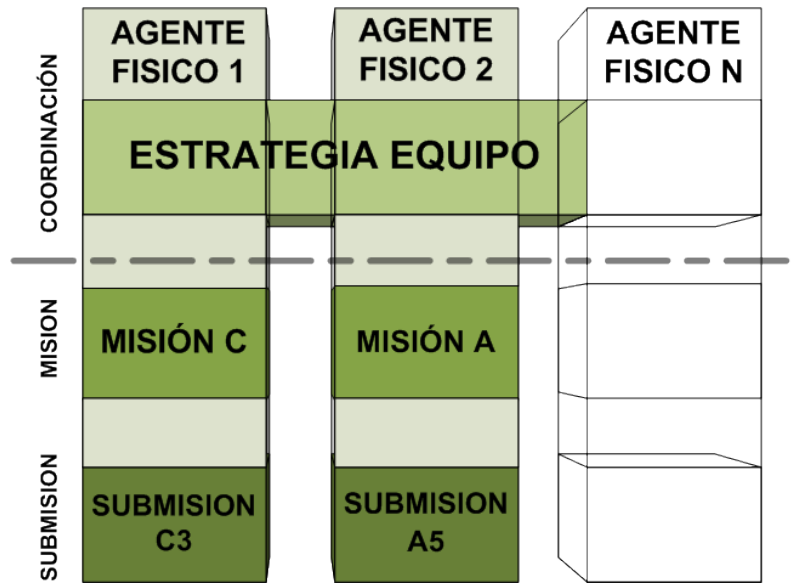


Imagen 1 Visión general.

2.3. Comportamiento Individual.

Se define como comportamiento individual, al que es llevado a cabo por un agente y que dirige su conducta en un periodo de tiempo determinado. Este comportamiento viene dado por una Misión. Las misiones son asignadas a cada uno de los agentes por la capa superior como se ve más adelante en el apartado Coordinación de Grupo. El comportamiento individual, en muchos casos puede estar compuesta por acciones de diversa complejidad, es por ello que se ha dividido esta capa en tres diferentes niveles: Comportamiento básico, Misión, y Submisión o Estado de la Misión. En los próximos apartados, se describirán los conceptos desde los niveles más básicos hasta la mencionada Misión para facilitar su comprensión. En la

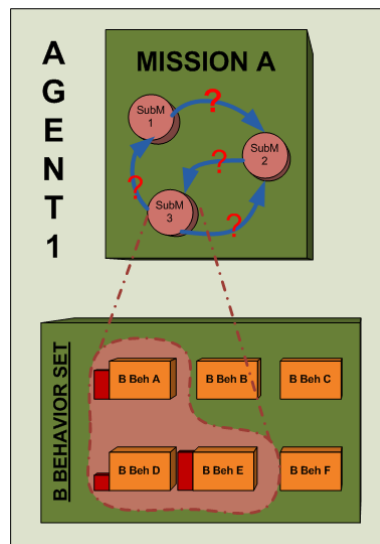


Imagen 2

2.3.1. Comportamiento básico

Se puede describir un Comportamiento o Habilidad Básica como una acción que un agente realiza como reacción a estímulos o orden/es concreta/s que se trasmite a un módulo inferior para que realice una acción. Los comportamientos básicos estarán fuertemente ligados a las prestaciones del agente tanto las entradas (capacidad perceptiva), como las de salida (capacidad de actuación). Un comportamiento básico se caracteriza por tener un objetivo

simple y concreto. Una habilidad básica no puede ser dividida a su vez en otras ejecutándose concurrentemente.

2.3.1.1. Caracterización de la Salida

La salida de un comportamiento básico, debe actuar contra las prestaciones que ofrezca el API del agente. Estas prestaciones pueden ser de muy diversa naturaleza. Para el caso general se trata de el establecimiento de la información de salida a cierto valor. Para un agente software puede verse como el desencadenante de tránsito entre estados del mismo, pero en el caso de agentes físicos, puede tratarse desde establecer una tensión en un actuador, posicionar un servomotor en un ángulo concreto, llevar el efector final de un robot a una posición, o establecer una velocidad de referencia en un robot móvil. Debe remarcarse que dichas prestaciones vienen impuestas pues por el tipo de agente con el que se esté trabajando en cada momento.

2.3.1.2. Caracterización de Estímulos de Entrada

Las señales de entrada que se utilizan por los comportamientos básicos son de bajo nivel de abstracción. Estas señales se utilizan, en la mayoría de casos, para cerrar bucles de control que rigen los comportamientos básicos.

2.3.1.3. Ejemplos ilustrativos

A continuación se describen un listado de ejemplos que pueden ayudar a aclarar ciertos conceptos respecto a los comportamientos básicos. Estos ejemplos han sido desarrollados tomando los agentes físicos como marco y en concreto el entorno de los vehículos móviles autónomos:

a. Desplazarse en una dirección:

- **El Objetivo** es que el agente físico realice un desplazamiento en una dirección determinada y proporcionada por el nivel superior (no tiene porque ser constante a lo largo del tiempo).
- **La Acción, Salida, o Acción de Control** suponiendo que el comportamiento recibe como entrada una velocidad en coordenadas cartesianas, puede variar ampliamente dependiendo de las prestaciones del agente físico:
 - En el caso de que el agente disponga de un modulo de locomoción y este acepte directamente las señales proporcionadas como entrada, el trabajo del comportamiento se reduciría a realizar la llamada que transmita las señales a dicho módulo.
 - Otro caso puede ser anqué en que los sistemas de coordenadas, el sistema de referencia o las unidades de medida, no sean compartidos por ambos sistemas, el cometido del comportamiento sería adaptar dichas señales.
 - Finalmente puede que el agente físico no disponga de ningún tipo de interfaz de alto nivel para manejar los actuadores. En este caso el comportamiento es el encargado de realizar el control de dichos actuadores.
- **Los requisitos perceptuales** para este ejemplo son nulos excepto para el tercer caso en los que puede que se requieran para el control de actuadores.

b. Desplazarse hacia un objeto.

- **El Objetivo** es que el agente físico móvil realice un movimiento en la dirección de un objeto de interés.
- **La Acción, Salida, o Acción de Control** al igual que en el ejemplo anterior dependerá de las prestaciones del agente. Adicionalmente el comportamiento debe de obtener la dirección y velocidad del desplazamiento que permitan alcanzar la posición del objeto de interés.
- **Los requisitos perceptuales** son la posición relativa al robot del objeto hacia el que debe dirigirse el robot.

c. Evitar colisión con objetos del entorno.

- **El Objetivo** es evitar que el agente físico colisione con los objetos que lo rodean mientras realiza un desplazamiento.
- **La Acción, Salida, o Acción de Control** teniendo en cuenta lo expuesto en los ejemplos anteriores puede tratarse de las componentes de un vector velocidad que evita la colisión con un objeto dado.
- **Los requisitos perceptuales** son las posiciones de los objetos circundantes.

2.3.2. Fusión de comportamientos

Como se explica en el apartado Comportamiento básico, las habilidades básicas deben de ser simples e indivisibles. Uno de los motivos para ello es que se ha dotado al sistema de un mecanismo por el cual se es capaz de fusionar dichas habilidades obteniendo comportamientos emergentes que permiten una resolución de problemas más complejos que ambos comportamientos aplicados por separado.

2.3.2.1. Estado Motivacional:

El concepto motivación se introduce para ser utilizado como elemento ponderador a la hora de fusionar diferentes comportamientos básicos. Así un comportamiento con un nivel de motivación alto, tendrá una gran influencia en el resultado de la compasión con otros menos motivados. La motivación de cada comportamiento será calculada previamente a la fusión, en este cálculo pueden influir muchos factores: sensoriales, temporales, del propio estado lógico del sistema, etc.

2.3.2.2. *Función de Composición:*

La función de composición es aquella que se utiliza para obtener el vamos final de actuación para una cierta variable a partir de las contribución que los diferentes comportamientos han ido aportando. Como función de composición básica se propone la media ponderada de las salidas de los comportamientos básicos. Utilizando la motivación como elemento ponderador. Se puede utilizar cualquier otra función y queda como trabajo futuro la comparación de diferentes funciones y análisis de la influencia de las mismas en los resultados.

$$U = \frac{\sum_{i=0}^n BSM_i \cdot BSC_i}{\sum_{i=0}^n BSM_i}; \left| \begin{array}{l} n \rightarrow \text{Number of Basic Skills.} \\ BSM \rightarrow \text{Basic Skill Motivation.} \\ BSC \rightarrow \text{Basic Skill Contribution.} \end{array} \right.$$

Ecuación 1: Función básica de Composición.

2.3.2.3. *Comportamientos Disjuntos:*

Se denominarán comportamientos disjuntos aquellos que no deben/pueden manifestarse simultáneamente, bien porque físicamente no es posible o por incongruencia conceptual. A modo de ejemplo utilizando agentes físicos para que sea más visual, así, en un robot bípedo, no es posible chutar mientras se camina, o en un robot diferencial seguir una línea recta a velocidad constante mientras se gira sobre el eje vertical.

A fin de realizar la composición evitando componer comportamientos disjuntos se propone una modificación a la expresión anterior Ecuación 1.

Se introduce el concepto de tabla de composición, en ella cada fila indica el coeficiente de composición de cada comportamiento con el resto. De modo que el elemento $c_{i,j}$ indica el índice de composición del comportamiento j para el i. La composición de un elemento consigo mismo debe ser 1. Mientras que para un comportamiento disjunto que debe manifestarse aislado la composición con el resto de comportamientos debe ser 0, de modo que tanto su fila como su columna presentará valores 0 excepto el elemento de la diagonal que será un 1. Pero si un comportamiento puede componerse con otros en su columna aparecerán valores entre 0 y 1 que determinara el coeficientes de composición para cada uno de los comportamientos.

$$C_{i,j} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & [0,1] \\ \vdots & 1 & \vdots \\ [0,1] & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Ecuación 2: Matriz de composición

La ecuación de composición ha sido modificada para que tenga en cuenta esta matriz de composición. El procedimiento a seguir implica que los coeficientes de composición se extraen de la columna del comportamiento que obtiene mayor valor de motivación. Así la nueva ecuación será.

$$U = \frac{\sum_{i=0}^n BSM_i \cdot BSC_i \cdot c_{i,j}}{\sum_{i=0}^n BSM_i \cdot c_{i,j}}; \left| \begin{array}{l} n \rightarrow \text{Number of Basic Skills.} \\ BSM \rightarrow \text{Basic Skill Motivation.} \\ BSC \rightarrow \text{Basic Skill Contribution.} \\ c \rightarrow \text{Composition Parameter.} \\ j \rightarrow \text{ind}(\max(BSM)) \end{array} \right.$$

Ecuación 3: Ecuación de Composición con Criterio de Composición y discriminación de Disjuntos.

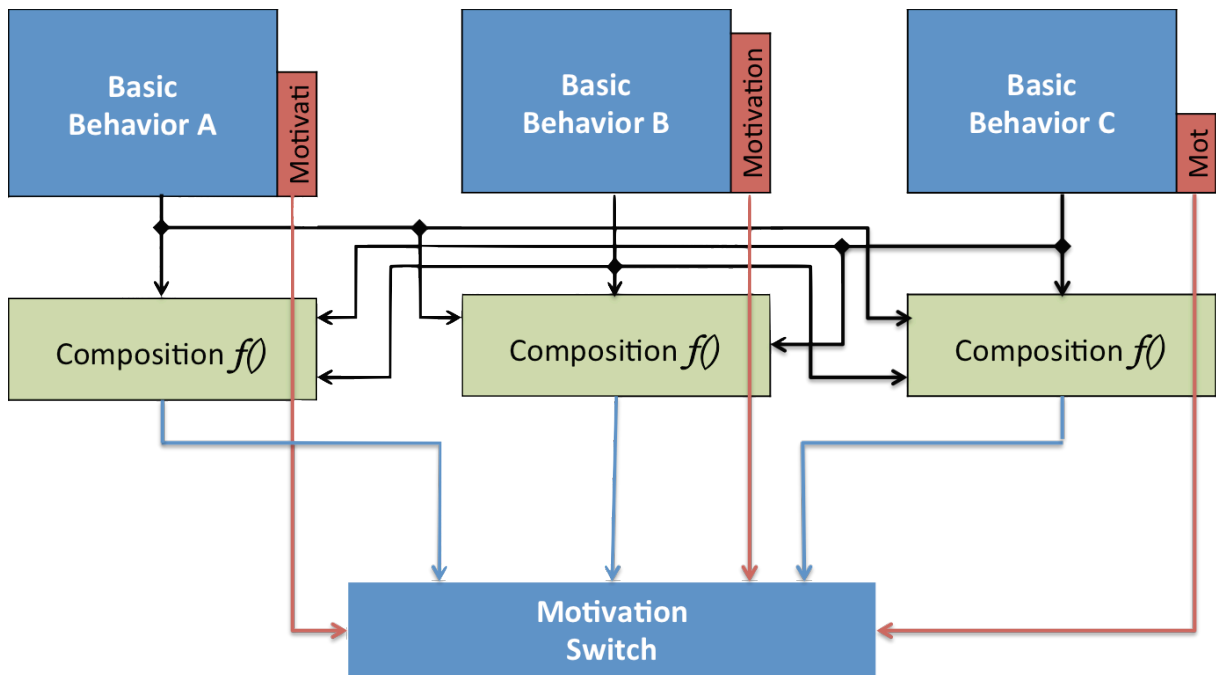


Imagen 3: Fusión de comportamientos.

2.3.2.4. Factor de Fatiga:

Se define el como Factor de Fatiga, a aquel que pondera la contribución del comportamiento y que depende del tiempo transcurrido desde la activación del comportamiento. Puede tomar valores entre 0 y 1, y se obtiene como el producto de otros 3 subfactores:

- **Subfactor de Subida:** Favorece la introducción progresiva del comportamiento. Su valor es 0 inicialmente y va creciendo de forma lineal hasta alcanzar valor 1 una vez transcurrido el *Tiempo de Subida*.
- **Subfactor de Bajada:** Este factor limita la acción del comportamiento si una vez alcanzado el *Tiempo de Fatiga* este sigue activo porque no ha alcanzado su objetivo. Su valor es 1 inicialmente y una vez alcanzado el *Tiempo de Fatiga* va decreciendo de forma lineal hasta lograr valor 0 una vez transcurrido el *Tiempo de Bajada* se mantiene en este valor hasta que transcurre el tiempo de Bloqueo.

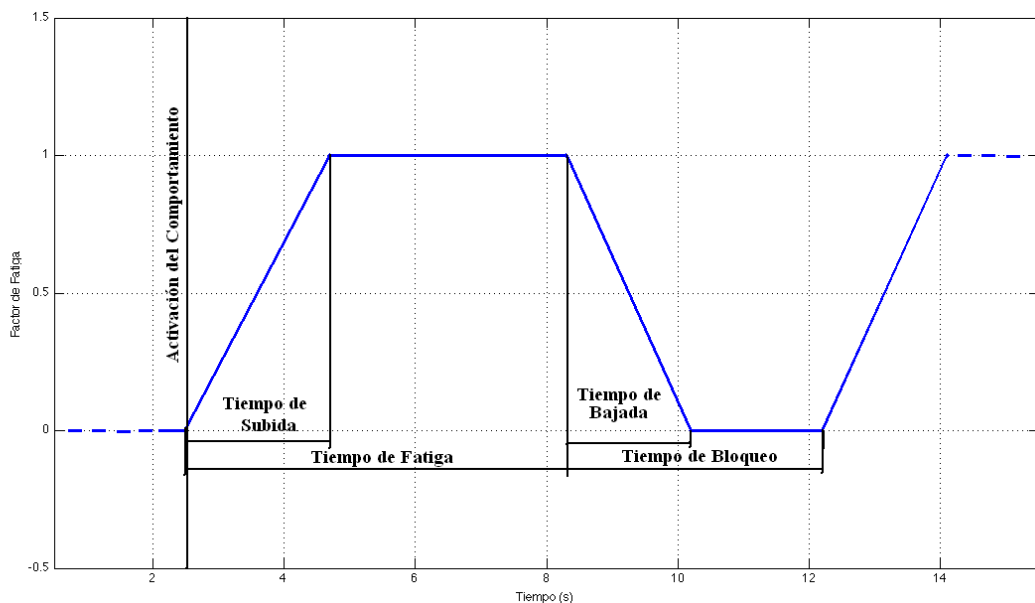


Imagen 4: Factor de Fatiga.

2.3.3. Submisión o Estado de la Misión

Una submisión está compuesta por un subconjunto de los comportamientos básicos disponibles. Cuando un estado está activo se activan concurrentemente todos los comportamientos básicos que lo forman. Con la activación de varios comportamientos se pretende la aparición de comportamientos emergentes resultado de la fusión de acciones de control.

Una submisión se caracteriza por una tabla de composición y los comportamientos básicos que la conforman.

2.3.4. Misión

Se define como Misión a la tarea completa que realiza un agente dentro de un grupo para conseguir el objetivo asignado por el nivel coordinativo superior. La misión pudiendo tener un fin determinado o ser repetitiva. En caso de trabajar en soledad, el agente desempeñará una misión que no será modificada a lo largo del tiempo.

La misión está formada o representada mediante una maquina de estados finitos, HFSM (Hierarchical Finite State Machine). En el grafo se distinguirán dos tipos de elementos los “estados” y las “transiciones”. Los estados son explicados con detalle en el apartado Submisión o Estado de la Misión. Uno de los estados estará marcado como estado inicial y será el que se activará al iniciar la misión. Las transiciones entre los estados se realizan en un solo sentido y tras la evaluación de un conjunto de condiciones sensoriales. Estas condiciones aseguran que el objetivo parcial que se buscaba en dicho estado se ha satisfecho exitosamente. Se puede considerar que la misión no tiene una salida por si misma, sino que toma la salida del estado que está activo en ese momento de ejecución.

En cuanto a los requisitos de la misión evalúan el estado de cumplimiento de la sub-misión en ejecución, tendremos que diferenciar dos casos:

- Los requisitos globales, que será la suma de requisitos de cada uno de los estados de la misión junto con los requisitos de cada una de las transiciones.
- Los requisitos actuales, que serán los requisitos del estado actual junto con la suma de los requisitos de las transiciones de salida del mismo.

más adelante se expone un ejemplo completo de Misión:

2.3.5. Ejemplo de Comportamiento Individual.

A continuación se describe un ejemplo de comportamiento individual. La misión asignada a un robot humanoide es la de marcar un gol.

Esta misión compleja se puede subdividir a su vez en otras submisiones como pueden ser Buscar la pelota, alcanzarla, o chutarla, entre otras. Adicionalmente estas misiones deben de ejecutarse en un orden o flujo determinado primero buscar, luego alcanzar y luego chutar. Estas consideraciones, conforman la maquina de estados que forma la misión. En la Imagen 5 se puede apreciar mentada misión.

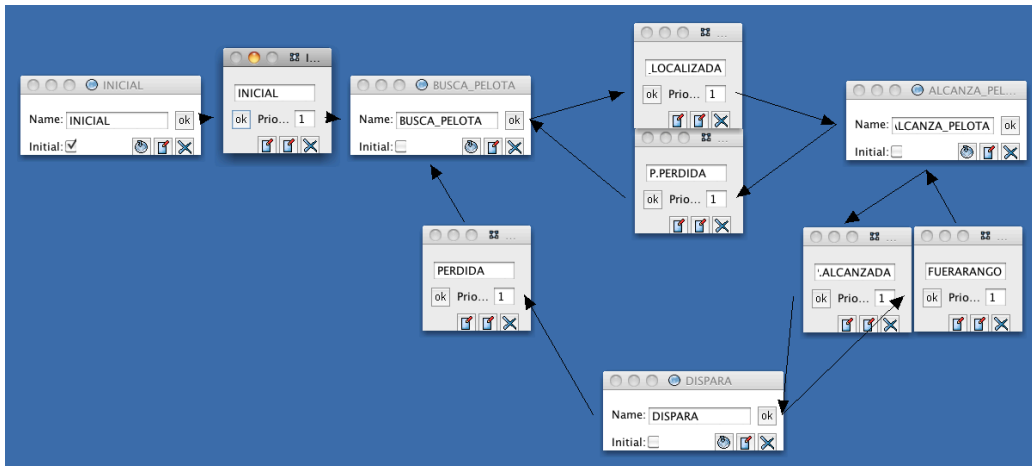


Imagen 5: Ejemplo de Misión.

A continuación se describirán cada una de las submisiones o estados de la misión junto con los comportamientos básicos que la conforman:

2.3.5.1. Busca Pelota

En este estado el robot debe de localizar la pelota activamente, esto implica la realización de los movimientos y/o desplazamientos necesarios. Los comportamientos que se activarían en este caso serían:

- **Movimiento de Búsqueda:** El robot gira en torno a sí mismo a una velocidad constante. La acción de control es una velocidad angular constante. La motivación de este comportamiento sube cuanto mayor es el tiempo desde que se vio la pelota por última vez.
- **Alinéate hacia un objeto:** El rota hasta que la pelota está frente a él. La acción de control es una velocidad angular proporcional a la posición angular de la pelota. Se motiva si ha visto la pelota y no está centrada.
- **Desplazamiento aleatorio:** La acción de control es un movimiento rectilíneo hacia la posición donde se encuentra el robot en ese momento. La motivación no es lineal. Se dispara cuando no se ve la pelota en cierto tiempo.

La Ecuación 4 muestra la matriz de composición, atendiendo que el comportamiento “Desplazamiento aleatorio”, es totalmente disjunto del resto.

$$C_{i,j} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ecuación 4: Matriz de composición

2.3.5.2. Alcanza Pelota

Esta submisión el humanoide debe de dirigirse hacia la pelota. Los comportamientos necesarios para el desarrollo de la misma son:

- **Movimiento en dirección a la Pelota:** El robot se dirige hacia la posición de la pelota. La acción de control es un vector velocidad que apunta en la dirección de la pelota. La motivación se reduce según el robot se aproxima al objetivo.
- **Evitar obstáculos:** El robot evita colisionar con objetos que se encuentre en su camino. La acción de control es un vector de repulsión en sentido contrario a la posición del objeto a evitar. La motivación es proporcional a la cercanía a un objeto
- **Alinear portería:** El robot intenta alinearse respecto a la portería para que el ajuste final sea mínimo. La acción de control es un vector velocidad resultante de unos cálculos geométricos con las posiciones relativas de la portería y la pelota. La motivación es proporcional a lo alineado que está el robot respecto de la portería, a lo lejos que se encuentra de la pelota y al conocimiento de la posición de ambos objetos.

Puesto que todos los comportamientos de esta submisión la matriz de composición podría expresarse como la que aparece en la Ecuación 5.

$$C_{i,j} = \begin{bmatrix} 1 & 0,5 & 0,25 \\ 1 & 1 & 0,25 \\ 0,5 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ecuación 5: Matriz de composición

Como se puede apreciar en caso de que el 1er comportamiento básico sea el que más motivación obtiene, los dos primeros comportamientos se fusionarían en igualdad de condiciones mientras que el tercero lo hará con razón 1/2. Nótese también que en el caso de que el segundo comportamiento fuese el que obtuviera una mayor motivación el tercer comportamiento no tendría influencia en la salida.

2.3.5.3. Dispara

En esta submisión el robot debe de ajustar de modo preciso la posición de la pelota frente al pie para poder realizar un chut. Las habilidades básicas requeridas son:

- **Ajustar Pelota al pie:** El robot se desplaza en pequeños movimientos hasta dejando la pelota totalmente colocada. La acción de control es un vector velocidad con la dirección oportuna. La motivación es proporcional al error entre la posición de la pelota y la posición deseada.
- **Ajustar ángulo a poste:** El robot rota sobre sí mismo para orientar el chut hacia un lado de la portería. La acción de control es una velocidad angular proporcional a la posición angular de la portería.
- **Chutar:** El robot chuta la pelota. La acción de control es la orden de chut. La motivación se dispara cuando la pelota está perfectamente colocada o transcurre el tiempo en la maniobra de disparo.

La Ecuación 6 muestra la matriz de composición, atendiendo que el comportamiento "Chutar", es totalmente disjunto del resto puesto que físicamente el robot no puede desplazarse mientras realiza un chut.

$$C_{i,j} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ecuación 6: Matriz de composición

2.3.5.4. *Transiciones:*

- **Pelota localizada:** La pelota está localizada si se ha visto en los últimos instantes de muestreo y está dentro de una zona aceptable
- **Pelota Perdida:** En un tiempo prudente no se ha visto la pelota.
- **Pelota alcanzada:** La pelota se encuentra dentro de un área determinada.
- **Pelota fuera de rango de tiro:** La pelota está fuera de la zona considerada de ajuste.

2.4. Coordinación de Grupo.

La capa inferior, necesita que se le indique la misión que debe ejecutar y es por ello por lo que se implementa una capa de coordinación de equipo. Adicionalmente esta capa puede obtener otros beneficios adicionales, puesto que un grupo de agentes bien coordinados pueden desarrollar una actividad de forma más eficiente que el mismo número actuando de modo individual. A continuación se describe cada uno de los subniveles en que esta capa se descompone.

2.4.1. Táctica

Definiremos la táctica como un conjunto de misiones a realizar por un grupo de agentes. La táctica no incluye ninguna preasignación que asocie una misión a un agente en concreto. Aunque si se pueden establecer restricciones referidas al tipo de recursos mínimos que un agente debe disponer para realizar cierta tarea.

El número de agentes que realizarán las tareas, no tiene por qué ser conocido a priori, por lo que se deben de establecer criterios de asignación de tareas prioritarias. Del mismo modo existe la posibilidad de duplicidades (un agente realiza más de una) según la disponibilidad de recursos.

2.4.1.1. *Ejecución de Táctica. Asignación de Misiones*

Asignación de las diferentes misiones a cada uno de los agentes para alcanzar el objetivo de la estrategia de la forma más adecuada.

Las diferentes misiones se asignan de forma reactiva atendiendo a las diferentes restricciones de cada una de las misiones, y de las capacidades de los agentes. Se pueden tener otros criterios de asignación dependientes de la sensorización, atendiendo a criterios oportunistas.

Los objetivos de la táctica son los mismos que los de la estrategia, pero adicionalmente debe de optimizar el reparto de misiones entre agentes.

2.4.1.2. *Ejemplos aclarativos*

En un fábrica en la que el trasiego de materiales es realizado por agentes físicos (robots móviles) que realizan el traslado de la mercancía y materias primas. Se define un Plan con tres estados representados por una Táctica cada una de ellos:

- **Descarga de Camiones:** Las carretillas deben de descargar el camión y llevar la carga al almacén. Esta táctica esta conformada por las siguientes Misiones:
 - Misión I: Descarga de Camión.
 - Misión II: Descarga de Camión.
 - Misión III: Almacenado de materiales.
 - Misión IV: Almacenado de materiales.
 - Misión V: Almacenado de materiales.

A la hora de asignar las Misiones a los diferentes agentes, se tendrá en cuenta las características y capacidades de cada cual y los requerimientos de cada Misión. En este caso se pueden prever:

- Carga soportada frente a carga a transportar
 - Posibilidad de operar sobre el camión.
 - Velocidad de desplazamiento por el almacén.
- **Carga de Camiones:** Las carretillas recogen los materiales y las cargan en el camión. Esta táctica esta conformada por las siguientes Misiones:
 - Misión I: Carga de Camión.
 - Misión II: Carga de Camión.
 - Misión III: Carga de Camión.
 - Misión IV: Recogida de materiales.
 - Misión V: Recogida de materiales.
 - **Trasiego normal:** Las carretillas recogen y almacenan producto terminado, y proporcionan materias primas. Esta táctica esta conformada por las siguientes Misiones:
 - Misión I: Recoger material terminado.
 - Misión II: Recoger material terminado.
 - Misión III: Suministrar Materia Prima.
 - Misión IV: Suministrar Materia Prima.
 - Misión V: Suministrar Materia Prima.

2.4.2. Plan.

El Plan, describe el conjunto de acciones que el grupo de agentes debe alcanzar para lograr un objetivo. Las acciones se agrupan en Misiones y estas a su vez en Tácticas. La finalidad del Plan es la consecución de un conjunto de acciones, Tácticas y/o Misiones, realizadas en un orden determinado y llevadas a cabo por un grupo de agentes que pueden intercambiar sus misiones de forma oportunista.

El Plan está formada o representada mediante una maquina de estados finitos, HFSM (Hierarchical Finite State Machine) en los que cada uno de los estados es un.