

Resumen

Arquitecturas de coordinación en sistemas multi-agente representa un tópico importante, ya que en este tipo de sistemas los agentes deben ser organizados con el fin de obtener un objetivo específico. Dentro de este tipo de sistemas el fútbol de robots se presenta como un entorno que ofrece un marco común para realizar investigaciones en temas relacionados con temas de coordinación de equipo. La importancia de este tipo de arquitecturas radica en su aplicación en otro tipo de ambientes que requieran coordinación. Un sistema que permite este tipo de aplicaciones consiste en una micro-red eléctrica aislada, donde se modelan las fuentes de energía distribuida como agentes que deben ser coordinados con el fin de proteger las baterías de los sistemas de almacenamiento de energía, manteniendo la regulación del bus común.

Una forma de conseguir esto es a través de estrategias de coordinación, las cuales permiten asignar roles y comportamientos a los agentes de la forma más adecuada, dependiendo de las condiciones del sistema. Así mismo, también deben presentar comportamientos colaborativos entre los agentes como la realización de pases en el fútbol de robots o la equalización del estado de carga de las baterías, con el fin de obtener mejores resultados.

Una posibilidad para llevar a cabo esta colaboración entre agentes es el diseño de estrategias de coordinación a través de sistemas jerárquicos para la selección de una adecuada táctica. Adicionalmente se debe permitir la asignación de roles y posteriormente la selección de comportamientos de los agentes. Para esto, una alternativa es el uso de Máquinas Jerárquicas de Estado Finito, ya que presentan flexibilidad y adaptabilidad en su programación, siendo fácilmente expandibles a cambios y modificaciones, permitiendo con esto el diseño de estrategias de coordinación de equipo de manera intuitiva acorde con la arquitectura del equipo y los reglamentos de las ligas donde se compita, y a su vez, que permita también el diseño de comportamientos colaborativos entre sus jugadores.

En esta tesis doctoral se proponen estrategias de coordinación para fútbol de robots, mediante la selección de tácticas, la asignación dinámica de roles y la selección de comportamientos, usando Máquinas de Estado Finito, enfocándose en el diseño de arquitecturas de equipo que presentan percepción global y control centralizado, y que permitan un diseño intuitivo dependiendo de las especificaciones de los equipos y de la liga en la que se compite. Estas estrategias deben permitir mayor flexibilidad y adaptabilidad frente a posibles cambios, como por ejemplo en el número de jugadores por equipo, en las dimensiones del campo de juego, o en el reglamento de la correspondiente liga. Igualmente deben poseer robustez ante po-

sibles fallos o perturbaciones, permitiendo también comportamientos colaborativos entre sus integrantes.

En una primera aproximación, se propone una estrategia basada en tácticas, asignación dinámica de roles y selección de comportamientos para equipos de fútbol de robots de percepción global y control centralizado, y utilizando Máquinas Jerárquicas de Estado Finito. Posteriormente se propone una aproximación diagramática de este tipo de estrategias jerárquicas mediante *principle solution*, permitiendo con esto un diseño y modelado mucho más intuitivo, en especial en sistemas que presentan una alta complejidad y con condiciones cambiantes, como lo es el fútbol de robots. A continuación se presenta una arquitectura basada en roles, donde dependiendo de las condiciones ambientales, a cada jugador se le selecciona un rol, el cual se ejecuta llamando a una función, sin necesidad de una táctica específica. A partir de esta función y de las condiciones de juego, se selecciona el comportamiento que el jugador debe ejecutar. A continuación se propone el uso de funciones de sincronización entre las máquinas de estado que seleccionan los comportamientos de los jugadores, con fines de sincronización de comportamientos colaborativos entre jugadores.

Una característica importante de las estrategias presentadas en la presente tesis, es que debe ser adaptable a otro tipo de entornos que requieran coordinación. Dado el reciente impulso que tienen las fuentes renovables de energía, las micro-redes eléctricas han adquirido una fuerte relevancia en el mercado energético actual. Una micro-red puede ser dividida en unidades distribuidas almacenadoras de energía y unidades generadoras de energía. Particularmente cuando una micro-red eléctrica trabaja en modo aislado, una de sus unidades debe encargarse de la regulación de la tensión y la frecuencia del bus común, manteniendo el balance de potencia, y asegurando la carga adecuada de las baterías que conforman la micro-red.

En esta tesis, finalmente se presenta una propuesta para el control del modo de operación de una micro-red aislada, presentando una arquitectura de red como sistema multi-agente, donde las unidades de almacenamiento y generación de energía son los agentes del equipo, y proponiendo una estrategia de control basada en tácticas, roles y comportamientos. Esta arquitectura está basada en las estrategias de fútbol de robots aportadas en esta tesis y las cuales son diseñadas para sistemas con percepción global y control centralizado, que determina los cambios en el modo de operación para las fuentes distribuidas de energía en la micro-red.