

Resumen

La popular tendencia de distribución de carga y recursos en el ámbito de la computación se ha transmitido a las redes computacionales a través del concepto de la conectividad peer-to-peer (*p2p*). P2p es un modelo simétrico, en el cual a cada nodo de la red se le otorga un rango comparable de capacidades y recursos. Se trata de un fuerte contraste con el clásico y fuertemente asimétrico enfoque cliente-servidor. P2p, originalmente considerado solo como una estructura del lado del servidor complementaria al sencillo modelo cliente-servidor, ha demostrado tener un potencial considerable por sí mismo, con múltiples beneficios ampliamente conocidos: buena tolerancia a fallos y recuperación, escalabilidad satisfactoria y distribución de carga intrínseca. Sin embargo, al contrario que el modelo cliente-servidor, las redes p2p requieren de soluciones sofisticadas a todos los niveles, desde la organización de la red hasta la gestión y localización de recursos.

Esta tesis aborda uno de los problemas principales de las redes p2p: la búsqueda eficiente de recursos de naturaleza semántica bajo condiciones dinámicas y realistas. Ha habido numerosas soluciones a este problema basadas en enfoques evolucionarios, estigmérgicos y simples, pero pocas han tratado de resolver el abanico completo de desafíos. En primer lugar, las redes p2p reales son raramente estáticas: los nodos se desconectan, reconectan y cambian de contenido. Además, la incorporación trivial de búsquedas semánticas en algoritmos conocidos causa un decremento significativo de la eficiencia de la búsqueda.

En esta investigación se ha construido una solución de manera incremental, comenzando por el clásico Ant Colony System (*ACS*) basado en la metaheurística de Ant Colony Optimization (*ACO*). *ACO* es un framework algorítmico usado para búsquedas en grafos que encaja perfectamente con las condiciones del problema, aunque no provee una solución inmediata a las cuestiones mencionadas anteriormente.

En primer lugar, se propone una variante eficiente de *ACS* para redes p2p estructuradas (con estructura de hipercubo) permitiendo el postprocesamiento de las rutas, al que hemos denominado Tabu Route Optimization (*TRO*). A

continuación, se ha tratado de resolver el problema del dinamismo de la red mediante la difusión de la información a través de una estrategia compatible con ACO. En consecuencia, se ha tratado de incorporar el componente semántico de las búsquedas. Esta aproximación inicial al problema ha sido lograda permitiendo al ACS diferenciar entre tipos de búsquedas a través de la idea de pheromone-per-concept. El resultado de esta fusión se ha denominado Routing Concept ACS (*RC-ACS*). *RC-ACS* es una implementación multiferomona estática y robusta de ACS. Sin embargo, a partir de esta implementación se ha podido concluir que el enfoque pheromone-per-concept ofrece solo escalabilidad limitada y que no puede ser considerado una solución global.

Por lo tanto, para lograr una mejora a este respecto, se ha introducido al *RC-ACS* una novedosa idea: la creación dinámica de feromonas, que reemplaza la asignación estática uno a uno. En el algoritmo resultante, al que hemos denominado Angry Ant Framework (*AAF*), los nuevos niveles de feromona se crean conforme se necesitan y durante la búsqueda, en lugar de crearse antes de la misma. La mejora final se ha obtenido al permitir al *AAF* no solo crear niveles de feromona, sino también reasignarlos para optimizar el uso de la misma. El algoritmo resultante se denomina EntropicAAF y ha sido evaluado como uno de los algoritmos más exitosos para las búsquedas semánticas p2p bajo todas las condiciones.