

T4. INTERACTUAR COOPERANDO

AGENTES Y SISTEMAS MULTIAGENTE

Fidel Aznar Gregori

Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.
Universidad de Alicante

ÍNDICE

- Cooperación
- Coordinación
- Planificación
- Coaliciones de agentes
- Votación en sistemas multiagente
- Manipulación y reputación

COOPERACIÓN

COOPERACIÓN EN SMA (I)

- La cooperación entre agentes inteligentes es esencial para lograr objetivos compartidos.
- Los agentes necesitan compartir información, asignar tareas, tomar decisiones conjuntas y coordinar acciones.
- La cooperación puede ser un desafío debido a las diferencias en las capacidades y conocimientos de los agentes, así como a la posibilidad de comportamiento egoísta o malicioso.

COOPERACIÓN EN SMA (II)

- Difieren de los sistemas distribuidos tradicionales en dos aspectos principales:
 1. Los agentes en un SMA diseñados e implementados por diferentes individuos, con diferentes objetivos → interacciones estratégicas similares a los juegos...
 2. Los agentes actúan de manera autónoma
 - Tomando decisiones durante el tiempo de ejecución.
 - Capaces de coordinar y cooperar dinámicamente con otros agentes.

PROBLEMAS DISTRIBUIDOS COOP. (CDPS)

- El Cooperative Distributed Problem Solving (CDPS) estudia cómo una red de solucionadores puede trabajar juntos para resolver problemas que están más allá de sus capacidades individuales.
- Cada nodo en la red es capaz de resolver problemas de manera sofisticada e independiente, pero no pueden completarse sin cooperación.
- Se asume la benevolencia: los nodos comparten implícitamente un objetivo común (no conflicto entre ellos).
- ¿Son los Agentes CDPS?

COHERENCIA Y COORDINACIÓN

- Coherencia: se refiere a cuán bien el sistema multiagente se comporta como una unidad, a lo largo de alguna dimensión de evaluación.
- Coordinación: se refiere al grado en el que los agentes pueden evitar actividades individuales sincronizando y alineando sus actividades.
- En un sistema perfectamente coordinado, los agentes no interferirán accidentalmente con los subobjetivos de los demás mientras intentan lograr un objetivo común.

COMPARTIR TAREAS Y RESULTADOS

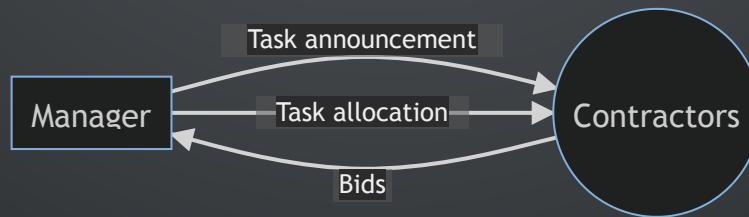
- Compartir tareas:
 - Problema se descompone en subproblemas y se asigna a diferentes agentes.
 - La asignación de tareas a agentes individuales puede involucrar acuerdos, negociaciones o subastas.
- Compartir resultados:
 - Agentes comparten información subprob.:
 - De manera proactiva
 - De manera reactiva

REPARTIENDO TAREAS

- La asignación de tareas es un componente clave de la cooperación.
- Las tareas deben dividirse y asignarse de manera eficiente para aprovechar al máximo las capacidades de cada agente.
- Un enfoque común es el Protocolo Contract Net.

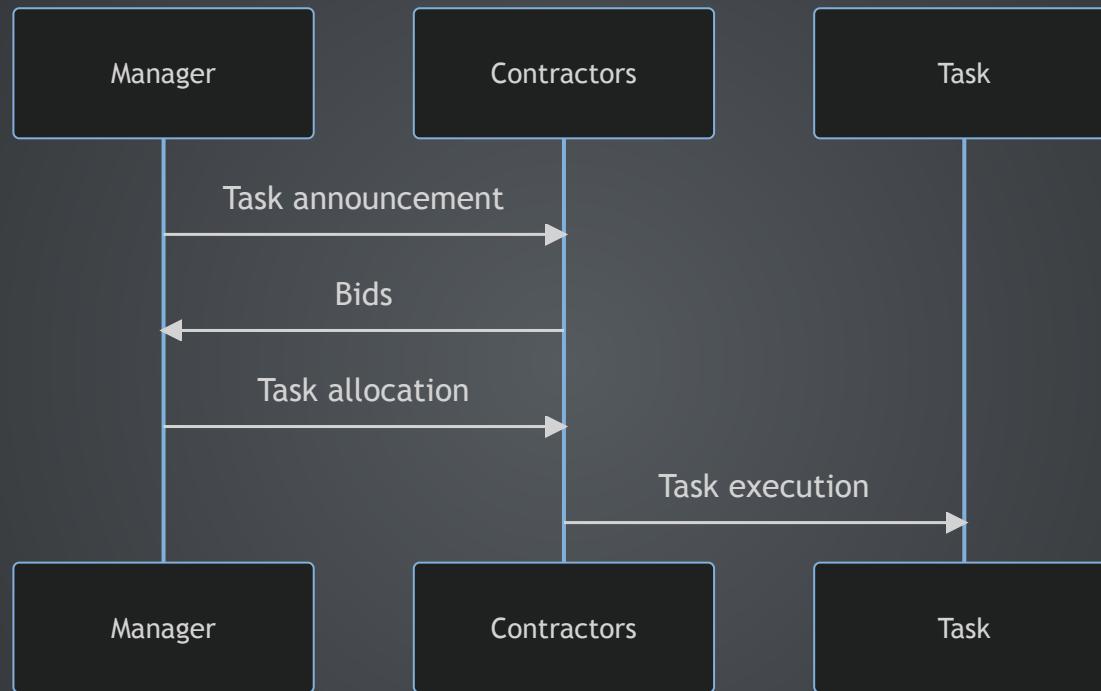
CONTRACT NET PROTOCOL (I)

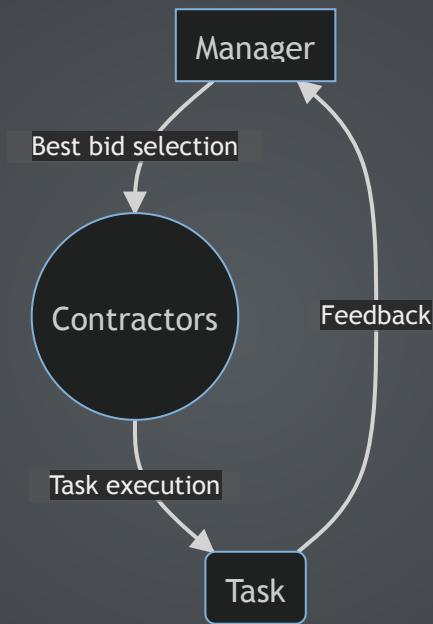
- El Contract Net Protocol (CNP) es un protocolo de subasta que se utiliza en sistemas multiagente para la distribución de tareas.
- Fue introducido por Reid G. Smith en 1980 como un enfoque para coordinar la distribución de tareas en un sistema distribuido.
- Los agentes en CNP asumen uno de los dos roles: manager o contractor.



CONTRACT NET PROTOCOL (II)

- 1. Anuncio de tarea:** El agente manager anuncia la tarea a realizar a todos los agentes contractor.
- 2. Ofertas:** Los agentes contractor que pueden realizar la tarea hacen ofertas para llevarla a cabo.
- 3. Asignación de tarea:** El manager elige la mejor oferta y asigna la tarea a ese contractor.
- 4. Ejecución de la tarea:** El contractor seleccionado realiza la tarea asignada.





CONTRACT NET PROTOCOL (III)

- El CNP es un mecanismo descentralizado, lo que significa que no hay un único punto de control o fallo.
- El CNP es flexible y puede adaptarse a una amplia variedad de situaciones y necesidades.
- Sin embargo, la eficacia del CNP puede verse afectada por la calidad de las ofertas y la capacidad de los agentes para evaluar y seleccionar las mejores ofertas.
- La estrategia de selección de la oferta más adecuada puede variar según el caso.

CONTRACT NET PROTOCOL (IV)

- El CNP se utiliza en una variedad de campos, incluyendo la robótica, la inteligencia artificial, la gestión de la cadena de suministro y los sistemas de información distribuida.
- En la robótica, por ejemplo, se puede utilizar para coordinar un grupo de robots para realizar una tarea de manera eficiente.
- Puede ser utilizado para distribuir tareas en un sistema multiagente para optimizar la eficiencia y el rendimiento.

COMPARTIR RESULTADOS (I)

- La compartición de resultados es un método en el que los agentes cooperativamente intercambian información mientras se desarrolla una solución.
- Estos resultados iniciales suelen ser la solución a pequeños problemas, que luego se refinan en soluciones más grandes y abstractas.
- Los solucionadores de problemas pueden mejorar el rendimiento del grupo en la compartición de resultados: Confianza, Completitud, Precisión y Oportunidad.

COMPARTIR RESULTADOS (II)

- 1. Confianza:** Las soluciones derivadas independientemente pueden ser verificadas entre sí, resaltando posibles errores e incrementando la confianza en la solución general.
- 2. Completitud:** Compartir sus visiones locales para lograr una mejor visión global.
- 3. Precisión:** Compartir resultados para asegurar que la precisión de la solución global se incremente.
- 4. Oportunidad:** Aunque agente podría resolver problema por sí mismo, al compartir una solución, resultado podría derivarse más rápidamente.

MANEJO DE INCONSISTENCIAS

- Las inconsistencias entre diferentes agentes en el sistema son un problema mayor en la actividad cooperativa.
- Los agentes pueden tener inconsistencias en relación con sus creencias y sus metas/intenciones.
- Las inconsistencias entre las metas generalmente surgen porque los agentes se asumen autónomos y, por lo tanto, no comparten objetivos comunes.

CAUSAS DE INCONSISTENCIAS

- Las inconsistencias entre las creencias que los agentes tienen pueden surgir de varias fuentes:
 - El punto de vista que los agentes tienen normalmente será limitado.
 - Los sensores que los agentes tienen pueden ser defectuosos, o las fuentes de información a las que el agente tiene acceso pueden ser defectuosas.

COORDINACIÓN

COORDINACIÓN (I)

- Gestión de las interdependencias entre las actividades de los agentes.
- Los agentes pueden tener una relación positiva (beneficiosa para al menos un agente) o negativa (destructiva o inhibidora para uno o ambos agentes).
- Ejemplos de relaciones positivas incluyen igualdad de acción, relación de consecuencia y relación de favor.

COORDINACIÓN (II)

- La coordinación en sistemas multiagente se asume que ocurre en tiempo real, y los agentes deben ser capaces de reconocer y gestionar estas relaciones durante sus actividades.
- Existen distintos tipos de coordinación entre agentes: planificación global parcial, intenciones conjuntas, modelado mutuo, normas y leyes sociales...

COORD. PLANIFICACIÓN GLOBAL PARCIAL

- Implica agentes generan y siguen un plan global que solo cubre parte de sus actividades.
- Se utiliza cuando no es factible o eficiente planificar todas las actividades de todos los agentes debido a la complejidad del sistema.



Ejemplo

En un sistema de transporte público, los autobuses pueden seguir un horario global para las rutas principales, pero las decisiones sobre la conducción exacta (como el cambio de carril y la velocidad) se dejan a los conductores individuales.

VENTAJAS Y DESAFÍOS DE LA PLANIFICACIÓN GLOBAL PARCIAL

- Ventajas: Permite una alta eficiencia en la resolución de tareas y una alta coherencia en la toma de decisiones.
- Desafíos:
 - Requiere una buena comunicación y sincronización entre los agentes.
 - No es ideal para entornos muy dinámicos o inciertos donde los planes pueden necesitar ser cambiados frecuentemente.

COORD. A TRAVÉS DE INTEN. CONJUNTAS

- Los agentes forman y actúan sobre intenciones que son compartidas entre varios agentes.
- Los agentes se comprometen a trabajar juntos hacia un objetivo común y a comunicarse entre sí sobre sus intenciones y acciones.



Ejemplo

En un juego de fútbol, los jugadores de un equipo pueden formar una intención conjunta de ejecutar una jugada específica.

VENTAJAS Y DESAFÍOS DE LAS INTENCIones CONJUNTAS

- Ventajas:
 - Facilita la cooperación y la toma de decisiones colectivas.
 - Puede mejorar la eficiencia y la cohesión del equipo.
- Desafíos:
 - Requiere una buena comunicación y confianza entre los agentes.
 - Difícil de implementar en sistemas con un gran número de agentes o con agentes que tienen objetivos conflictivos.

COORDINACIÓN A TRAVÉS DEL MODELADO MUTUO

- La coordinación a través del modelado mutuo implica que los agentes construyen y utilizan modelos de los demás para prever sus acciones y coordinar sus propias acciones en consecuencia.



Ejemplo

En una negociación, cada agente puede modelar las preferencias y estrategias de negociación de los otros agentes para decidir su propia estrategia.

VENTAJAS Y DESAFÍOS DEL MODELADO MUTUO

- Ventajas: Permite una coordinación flexible y adaptativa en entornos dinámicos y complejos.
- Desafíos:
 - Requiere capacidades avanzadas de modelado y predicción.
 - Puede ser computacionalmente costoso
 - Puede llevar a errores si los modelos no son precisos.

COORDINACIÓN A TRAVÉS DE NORMAS Y LEYES SOCIALES

- Implica que los agentes siguen reglas comunes que regulan su comportamiento.
- Estas reglas pueden ser explícitas (como en un código de conducta) o implícitas (como en las normas sociales).



Ejemplo

En una red de tráfico, los coches pueden seguir reglas de circulación

PLANIFICACIÓN

PLANIFICACIÓN MULTIAGENTE Y SINCRONIZACIÓN

- Planificar las actividades de un grupo de agentes es un problema clave en los sistemas multiagente.
- Si bien la planificación multiagente es similar a la planificación 'convencional', debe considerar que las actividades de los agentes pueden interferir entre sí. Por lo tanto, sus actividades deben estar coordinadas.
- Se proponen tres posibilidades principales para la planificación multiagente

TIPOS DE PLANIFICA. MULTIAGENTE

1. Planificación centralizada para planes distribuidos
2. Planificación distribuida
3. Planificación distribuida para planes distribuidos
4. Otros: basada en roles, en mercado...

TIPOS DE PLANIFICA. MULTIAGENTE

PLANIFICACIÓN CENTRALIZADA PARA PLANES DISTRIBUIDOS (I)

- Desarrolla un plan para un grupo de agentes, donde se define la división y el orden del trabajo.
- Este plan se distribuye entre los agentes, quienes ejecutan su parte del plan.

PLANIFICACIÓN CENTRALIZADA PARA PLANES DISTRIBUIDOS (II)

- Ventajas:
 - Permite un alto grado de coordinación y eficiencia,
 - Un único agente centralizado con visión global del plan: asignar tareas a los agentes de manera eficiente.
- Desventajas:
 - Vulnerabilidad: si el agente central falla, todo el sistema puede colapsar.
 - No adecuado para sistemas geográficamente dispersos o tienen información privada que no pueden compartir con el agente central.

TIPOS DE PLANIFICA. MULTIAGENTE

PLANIFICACIÓN DISTRIBUIDA (I)

- Un grupo de agentes cooperan para formar un plan centralizado.
- Los agentes que forman el plan no serán los que lo ejecuten; su papel es simplemente generar el plan.

TIPOS DE PLANIFICA. MULTIAGENTE

PLANIFICACIÓN DISTRIBUIDA (II)

- Ventajas:
 - Planificación es más resiliente ya que no depende de un solo agente.
 - Más adecuado para si agentes tienen información privada o dispersos.
- Desventajas:
 - Desafío: coordinar las acciones de los agentes para evitar conflictos.
 - Más difícil lograr un plan eficiente (no visión global)

TIPOS DE PLANIFICA. MULTIAGENTE

PLANIFICACIÓN DISTRIBUIDA PARA PLANES DISTRIBUIDOS (I)

- Un grupo de agentes cooperan para formar planes de acción individuales, coordinando dinámicamente sus actividades en el camino.
- Cuando surgen problemas de coordinación, pueden necesitar ser resueltos mediante negociación.

PLANIFICACIÓN DISTRIBUIDA PARA PLANES DISTRIBUIDOS (II)

- Ventajas:
 - Más flexible y escalable que los otros, ya que permite a los agentes crear y ejecutar sus propios planes de manera independiente.
 - También puede ser más adecuado para situaciones en las que los agentes tienen información privada.
- Desventajas:
 - La principal desventaja aquí es la necesidad de mecanismos sofisticados para la coordinación y la resolución de conflictos entre los planes de los agentes.

COALICIONES

COALICIONES EN SMA (I)

- Definición: Una coalición es un subconjunto de agentes que trabajan juntos para lograr objetivos comunes.
- Importancia: Permiten la distribución de tareas y la colaboración para mejorar la eficiencia y lograr objetivos que no pueden ser alcanzados individualmente.

COALICIONES EN SMA (II)

- Las coaliciones se sitúan tanto en la coordinación como en la planificación de los sistemas multiagente:
 - Coordinación: Los agentes de la coalición deben coordinarse para trabajar eficazmente juntos.
 - Planificación: Los agentes de la coalición deben participar en la planificación conjunta para alcanzar sus objetivos.

PROCESO DE FORMACIÓN DE COALICIONES

- Los agentes identifican posibles aliados basándose en sus capacidades y objetivos.
- Se negocian los términos de la cooperación, incluyendo la división de tareas y recompensas.
- Desafíos:
 - Determinar cuándo y cómo formar coaliciones puede ser un problema complejo.
 - Los agentes deben equilibrar sus propios intereses con los beneficios de la cooperación.

APLICACIONES DE LAS COALICIONES EN SISTEMAS MULTIAGENTE

- Gestión de recursos, donde los agentes cooperan para compartir recursos.
- Resolución de problemas, donde los agentes trabajan juntos para encontrar soluciones a problemas complejos.
- En entornos dinámicos, donde los agentes forman y reforman coaliciones en respuesta a los cambios en el entorno.

VOTACIONES EN SMA

VOTACIÓN EN SISTEMAS MULTIAGENTE

- Los procedimientos de votación son métodos que permiten a los agentes inteligentes tomar decisiones colectivas.
- La votación es crucial en los sistemas multiagente para facilitar la cooperación y la toma de decisiones colectiva.
- Los agentes votan para tomar decisiones que afectan a toda la coalición o al sistema multiagente en su conjunto.

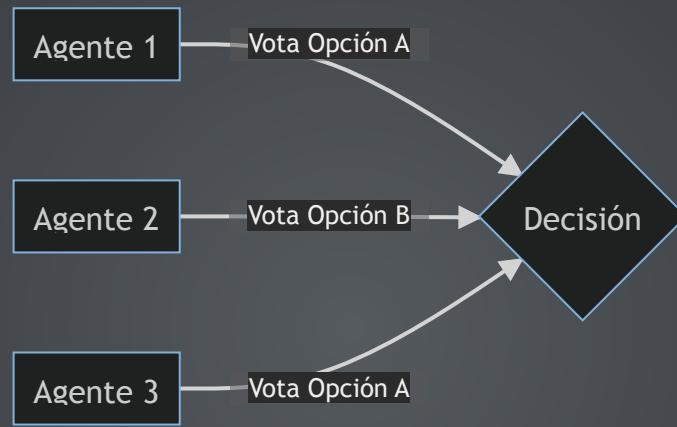
PROCESOS DE VOTACIÓN

- Los procesos de votación en sistemas multiagente pueden variar en complejidad, desde votaciones simples de mayoría hasta mecanismos de votación ponderada o procedimientos más complejos.
- Los agentes emiten sus votos basándose en su conocimiento, objetivos y estrategias.

TIPOS DE VOTACIÓN EN SISTEMAS MULTIAGENTE

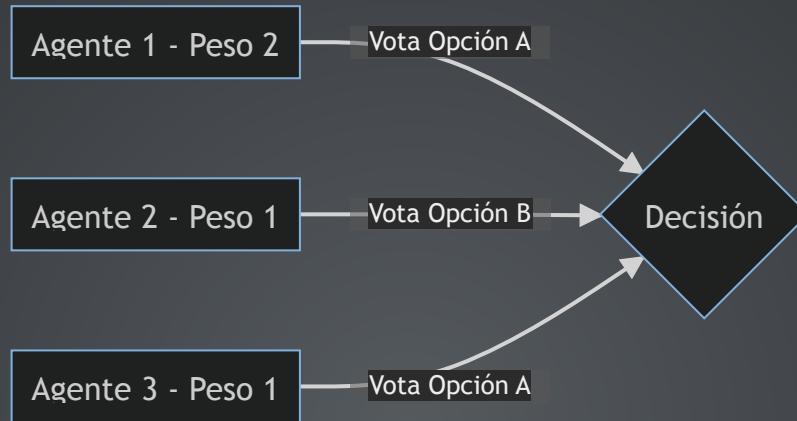
- Votación Mayoritaria: la opción con la mayoría de los votos gana.
- Votación Ponderada: los votos de los agentes tienen diferentes pesos.
- Votación por Consenso: se busca un acuerdo unánime entre todos los agentes.
- Votación por Ranking: los agentes clasifican las opciones y la opción con la puntuación más alta gana.

VOTACIÓN MAYORITARIA



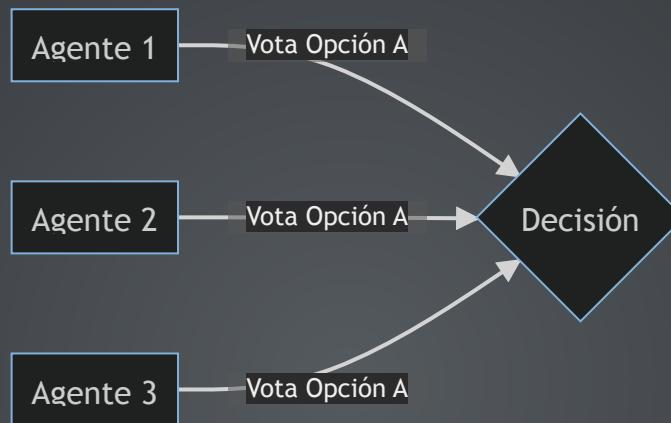
En la votación mayoritaria, la opción con la mayoría de los votos gana. En este caso, la "Opción A" es la ganadora.

VOTACIÓN PONDERADA



En la votación ponderada, los votos de los agentes tienen diferentes pesos. Aquí, a pesar de que dos agentes votaron por la "Opción A", la "Opción B" podría ganar si el agente que votó por ella tiene un peso mayor.

VOTACIÓN POR CONSENSO



En la votación por consenso, todos los agentes deben estar de acuerdo con la decisión. Si un solo agente discrepa, no se llega a un consenso y el proceso debe continuar hasta que se logre el consenso.

VOTACIÓN POR RANKING



En la votación por ranking, los agentes clasifican las opciones. La opción con la puntuación más alta (en este caso, la "Opción A") es la ganadora.

IMPORTANCIA DE LA VOTACIÓN EN SISTEMAS MULTIAGENTE

- Facilita la cooperación y la toma de decisiones colectiva.
- Promueve la equidad al dar a todos los agentes la oportunidad de expresar sus preferencias.
- Ayuda a resolver conflictos y a tomar decisiones en situaciones de incertidumbre.

DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES

- Los agentes pueden tener incentivos para manipular el proceso de votación.
- Los sistemas de votación deben ser diseñados para ser resistentes a tales manipulaciones.
- Debe considerarse la eficiencia computacional del proceso de votación.
- Los sistemas de votación también deben ser justos y transparentes.

MANIPULACIÓN Y REPUTACIÓN

MANIPULACIÓN Y LA REPUTACIÓN EN SMA

- La manipulación y la reputación son dos aspectos cruciales en los sistemas multiagente.
- La manipulación puede ser perjudicial para el rendimiento del sistema
- La reputación puede promover la cooperación y desalentar el comportamiento egoísta o malicioso (recordemos que los agentes son autónomos).

MANIPULACIÓN EN SMA

- La manipulación ocurre cuando un agente influye en la toma de decisiones de los demás para obtener un beneficio.
- Un agente puede, por ejemplo, proporcionar información falsa para cambiar el resultado de un proceso de votación a su favor.
- Puede tener consecuencias negativas para el sistema en su conjunto, como la toma de decisiones subóptimas, la desconfianza entre los agentes y la reducción de la eficiencia del sistema.

PREVENCIÓN DE LA MANIPULACIÓN

- Es importante implementar mecanismos para prevenir la manipulación como:
 - Sistemas de votación resistentes a la manipulación
 - Protocolos de comunicación seguros
 - Técnicas de detección de anomalías.

REPUTACIÓN EN SISTEMAS MULTIAGENTE

- La reputación es una medida del comportamiento pasado de un agente.
- Los agentes con buena reputación suelen ser más confiables y cooperativos
- Agentes con mala reputación pueden ser considerados como potencialmente dañinos o no cooperativos.

IMPORTANCIA DE LA REPUTACIÓN

- La reputación puede ser un mecanismo eficaz para incentivar la cooperación y desalentar el comportamiento egoísta o malicioso.
- Los agentes pueden preferir interactuar con otros agentes que tienen buena reputación, y evitar a aquellos con mala reputación.

GESTIÓN DE LA REPUTACIÓN

- La gestión de la reputación implica recopilar, almacenar y compartir información sobre el comportamiento pasado de los agentes.
- Esto puede implicar la utilización de un sistema de calificaciones, un sistema de confianza o un sistema de recomendaciones.

DESAFÍOS DE LA GESTIÓN DE LA REPUTACIÓN

La gestión de la reputación también puede presentar desafíos, como:

- La necesidad de proteger la privacidad de los agentes
- La posibilidad de calificaciones falsas o manipuladas
- La necesidad de tomar decisiones basadas en información incompleta o incierta.

USO DE LA REPUTACIÓN PARA PREVENIR LA MANIPULACIÓN

- El uso de sistemas de reputación puede ayudar a prevenir la manipulación.
- Por ejemplo, los agentes que manipulan a menudo pueden ser identificados y recibir una mala reputación, lo que puede desalentar futuras manipulaciones.

