



Universidade do Minho

Departamento de Informática

Mestrado integrado em Engenharia Informática

Mestrado em Engenharia Informática

Perfil Sistemas Inteligentes

Unidade Curricular de Agentes Inteligentes

4º/1º Ano, 1º Semestre

Ano letivo 2020/2021

Instrumento de Avaliação em Grupo

Novembro de 2020

Tema AGENTES E SISTEMAS MULTIAGENTE

Objetivos de aprendizagem

Com a realização deste Instrumento de Avaliação em Grupo pretende-se que os alunos:

- Conheçam os principais conceitos da computação baseada em Agentes;
- Identifiquem e caracterizem diferentes áreas de aplicação;
- Concebam uma arquitetura distribuída baseada em agentes para um dado problema;
- Desenvolver soluções, nas mais diversas áreas de aplicação, usando uma metodologia de resolução de problemas orientada ao agente.

Enunciado

Este enunciado pretende ser o ponto de partida para a conceção e o desenvolvimento de um sistema multiagente utilizando o ambiente de desenvolvimento JADE. Deverão usar o Agent UML para formalizar os protocolos de interação entre agentes. Para isso, será necessário o desenvolvimento de uma solução para o seguinte problema:

Conceber e desenvolver uma arquitetura distribuída para a monitorização de vários sensores virtuais de captura de localização GPS, representados por agentes.

Os **Sistemas de Partilha de Bicicletas (SPB)** permitem aos utilizadores alugar bicicletas para realizar viagens curtas. Os utilizadores alugam e devolvem as bicicletas em estações de bicicleta dedicadas, que normalmente encontram-se distanciadas a uma centena de metros entre cada uma das estações. Cada estação possui uma capacidade fixa, que determina o número de bicicletas que podem ser armazenadas. Apesar deste sistema ganhar recentemente grande popularidade como uma alternativa de transporte ecológico nas grandes cidades, sofre de um problema comum: o **Problema do Reequilíbrio de Partilha de Bicicletas (PRPB)**. O funcionamento de um **SPB** sem intervenção intencional resulta em desequilíbrios na gestão de ocupação da estação: enquanto algumas estações sofrem de falta de bicicletas, o que impede o aluguer nessas estações, outros sofrem de congestionamento, o que impede a devolução de bicicletas. Para garantir a alta satisfação dos utilizadores e um aumento de receitas ao operador, é necessária uma abordagem efetiva de reequilíbrio para manter um estado de sistema equilibrado.

Uma das abordagens de resolução deste problema baseia-se em oferecer incentivos aos utilizadores para os convencer a alterar as suas rotas de ciclismo e recomendar a devolução das bicicletas a estações selecionadas, garantindo o equilíbrio geral do sistema. O utilizador recebe o incentivo no seu smartphone e pode então decidir se quer aceitar. Se suficientes utilizadores forem persuadidos a escolher rotas de ciclismo benéficas ao sistema, os desequilíbrios consequentemente serão reduzidos.

Através de um processo de monitorização de agentes, o sistema apresenta conhecimento das posições dos utilizadores (GPS) e o momento em que ocorreram os alugueres e devoluções nas estações.

Para especificar a proximidade dos utilizadores a uma estação, será necessário definir o conceito de **Área de Proximidade de uma Estação (APE)**. Um utilizador é lembrado da **APE** se este apresenta uma bicicleta alugada e encontra-se ao alcance da estação. Este conceito está ilustrado na Figura 1, onde os utilizadores Alice, Bob e Carol apresentam-se ao alcance da estação s1, enquanto o Dave encontra-se fora desta situação. A **APE** é útil, pois os membros associados a uma estação são os utilizadores que podem, no futuro próximo, aumentar a ocupação de bicicletas dessa estação, uma informação que deve ser usada para a previsão da demanda. Além disso, os membros da **APE** são os principais potenciais destinatários de incentivos para devolver as bicicletas alugadas nessa estação.

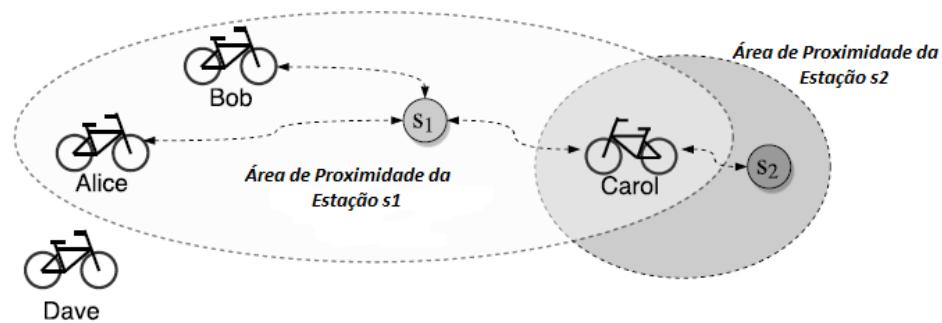


Figura 1: Áreas de proximidade de duas estações s1 e s2

A abordagem de reequilíbrio consiste em dois tipos de agentes, que apresentam o seguinte comportamento:

- **Agente de Estação (AE):** **AEs** representam as estações do **SPB** e escutam as mensagens dos **AUs**. Sempre que um utilizador entra ou sai da sua **APE**, a **AE** atualiza o seu conhecimento e associa os **AUs** que se encontrem dentro da sua área de proximidade. As **AEs** também monitorizam os alugueres e devoluções das bicicletas que ocorrem na estação. Com estes dados, os **AEs** determinam o seu estado e caracterizam o nível de preenchimento da estação: baixo, médio ou alto. Com base nessa informação, o agente infere se quer atrair bicicletas de utilizadores próximos e se deve oferecer um incentivo;

- **Agente Utilizador (AU):** **AUs** representam agentes associados a smartphones pessoais dos utilizadores. Os **AUs** usam a capacidade dos smartphones para monitorizar os dados fornecidos pelo sensor GPS do smartphone, como forma de influenciar a decisão de seleção da estação para a devolução da bicicleta do utilizador. Com base na posição e destino do utilizador, o agente determina (durante a sua movimentação) a distância do utilizador para as estações de **SPB**, baseando-se na **APE** de cada estação. Quando a distância da viagem percorrida entre o agente e a estação de destino ultrapassar $\frac{3}{4}$ da distância do trajeto completo (desde o aluguer da bicicleta até à estação final), o **AU** começará a ser solicitado para entregar a bicicleta, de acordo com o esquema **APE** mencionado anteriormente e o estado da estação. O utilizador poderá aceitar ou rejeitar o pedido, de acordo com o incentivo definido (p.e. através da percentagem de desconto oferecido). Cabe ao **AU** decidir, através de um conjunto de regras definidos no agente, se deve ou não aceitar);

- **Agente Interface:** desenvolva um agente designado **Agente Interface**, com o qual o utilizador vai interagir com os **AEs** como forma de monitorizar a sua gestão das bicicletas. Esta observação pode ser textual (e.g. prints no terminal) ou visual (desenvolver um interface gráfico que vai sendo atualizado consoante a evolução da distribuição das bicicletas a intervalos regulares). Sendo este o caso, considere o uso de uma API gráfica tal como a JFreeChart.

Para a resolução do problema, deve começar por analisar o código destes agentes de forma a perceber o seu funcionamento, nomeadamente em termos de comunicação e de gestão de recursos. Nesse sentido, desenvolva um esquema do seu protocolo de comunicação (i.e. a que mensagens responde, com que mensagens pode responder) e do algoritmo de distribuição de bicicletas entre as diferentes estações. Além disso, deverá ser necessário ter em conta a questão dos **AUs** aceitarem ou não o incentivo (de acordo com o desconto fornecido pelo **AE**, e com um conjunto definido de regras dentro do **AU**, deverá tomar uma decisão de aceitar ou recusar o incentivo). Tendo em conta a quantidade de bicicletas apresentadas numa determinada estação, **quanto menor o n° de bicicletas maior será a percentagem de desconto oferecido ao AU**.

Entrega

Na 1ª parte deste Instrumento de Avaliação em Grupo, cada grupo deverá conceber e modelar uma arquitetura distribuída baseada em agentes para o dado problema (através do uso de metodologias de Agent UML), onde deverão ser descritos os respetivos resultados num relatório em formato digital. O documento deverá seguir as instruções apresentadas para a coleção [LNCS @ Springer](#), em formato artigo científico. Deverão ser evidenciadas:

- Características e tipo de agentes desenvolvidos (i.e., classes, behaviours, performatives);
- Características fundamentais de interação entre agentes (i.e., processo de negociação);
- Arquitetura e pipeline de execução do sistema multiagente;
- Outras características que considerem relevantes e/ou necessárias.

A data para a entrega da 1ª parte do Instrumento deverá ser efetuada até ao dia 30 de novembro de 2020.

Os entregáveis da parte 1 deverão ser enviadas por via da plataforma elearning para o respetivo item de avaliação (disponível em: **“Conteúdo – Instrumentos de Avaliação em Grupo – Instrumento Prático em Grupo Fase 1”**), em ficheiros compactados (formato ZIP). O ficheiro deverá ser identificado na forma "[AI: F1GXX]", em que [XX] representa o número do grupo de trabalho.

Atendendo à arquitetura do sistema proposto na 1ª parte, esta servirá de ponto de partida para a 2ª parte do Instrumento, no qual deverá ser entregue o código resultante e o respetivo relatório em formato digital. O documento deverá seguir as instruções apresentadas para a coleção [LNCS @ Springer](#), em formato artigo científico.

A data para a entrega final do relatório e apresentação das conclusões do trabalho é fixada no dia 3 de janeiro de 2021.

Os entregáveis da parte 2 deverão ser enviadas por via da plataforma elearning para o respetivo item de avaliação (disponível em: **“Conteúdo – Instrumentos de Avaliação em Grupo – Instrumento Prático em Grupo Fase 2”**), em ficheiros compactados (formato ZIP). O ficheiro deverá ser identificado na forma "[AI: F2GXX]", em que [XX] representa o número do grupo de trabalho.

Solicita-se a vossa melhor atenção, e sob compromisso de honra que cumpram as regras da ética académica, na elaboração deste Instrumento de Avaliação.

A sessão de apresentação decorrerá no período de aulas correspondente desta unidade curricular no dia 4 e 5 de janeiro de 2021.

Bibliografia

Aconselha-se ainda a consulta:

- 1 Contardo, C., Morency, C., & Rousseau, L.-M. (2012). *Balancing a dynamic public bike-sharing system* (Vol. 4). Cirrelt Montreal.
- 2 Bellifemine, F. L., Caire, G., & Greenwood, D. (2007). *Developing multi-agent systems with JADE*. John Wiley & Sons.
- 3 Bauer, B., Müller, J. P., & Odell, J. (2001). Agent UML: A formalism for specifying multiagent software systems. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 11(3), 207–230.
- 4 Balachandran, B. M. (2008). Developing intelligent agent applications with JADE and JESS. In *International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems* (pp. 236–244).