

Ambiente Virtual de de Cenário Urbano para Simulação Multiagentes - Experiência do Projeto ADGEPA

Mirelle Cristina Lima Silva¹, Erika Morais Martins Coelho¹, Vinícius Sebba Patto¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG) – Bloco IMF-1
Campus Samambaia – CEP. 74690-815 – Goiânia – GO – Brasil

mirellycristina.si@gmail.com, {erikamorais, viniciussebba}@inf.ufg.br

Abstract. *One of the ADGEPA project artifacts is a responsive web application in which one can make complaints about socioenvironmental concerns and can store these complaints in a data base. From these data, we look for useful knowledge, using data mining techniques. Since experiments to gather data take too long, we propose the use of multiagents systems to simulate our application users. In this paper, we present the ADGEPA project, its simulation model, and our virtual environment proposal for this simulation.*

Resumo. *Um dos artefatos do projeto ADGEPA é uma aplicação web responsiva em que usuários podem fazer denúncias sobre problemas socioambientais e as armazenar em uma base de dados. A partir dos dados, nós buscamos conhecimento útil, por meio de técnicas de mineração de dados. Haja vista que experimentos para captar dados tomam muito tempo, propomos o uso de sistemas multiagentes para simular usuários da nossa aplicação. Neste artigo, nós apresentamos o projeto ADGEPA, o seu modelo de simulação e a nossa proposta de um ambiente virtual para a nossa simulação.*

1. Introdução

À medida que cidades crescem, aumenta-se a necessidade de recursos naturais e serviços para manter suas populações. O abastecimento de recursos básicos e o fornecimento de serviços (e.g. coleta de esgoto) se tornam mais difíceis. Consequentemente, problemas sociais e ambientais são evidenciados.

Faz certo tempo que pesquisadores propõem formas de identificar e classificar áreas de risco socioambiental, apoiar processos de tomada de decisão, permitir análise conjunta de dados socioambientais, etc. Podemos citar alguns exemplos: (i) em [Alves 2006], o objetivo da pesquisa foi de operacionalizar a categoria vulnerabilidade social pelo mapeamento de pontos críticos de fragilidades socioambientais; (ii) [Barcellos et al. 2005] propuseram, por meio de técnicas de geoprocessamento, localizar casos de dengue e identificar fatores socioambientais que caracterizam locais com casos frequentes; e (iii) [Poch et al. 2004], no qual autores descrevem a construção de sistemas de apoio a decisão voltados para escolha de sistemas de tratamento de esgoto.

Trabalhos recentes continuaram a propor avaliações de riscos socioambientais, formas de apoiar ações para minimizar problemas socioambientais, etc. Muitos são pautados apenas em métodos científicos e matemáticos para atingir seus objetivos, e.g.: [Katukiza et al. 2010] e [Malekpour et al. 2013]. Outros consideram também a participação pública em processos de gestão, e.g.: [Sebba Patto 2010] e [Lay et al. 2013].

Percebemos grandes contribuições desses trabalhos. Porém, alguns poderiam ser melhorados em aspectos como a inclusão de comunidades interessadas no processo; outros, em aspectos como o aumento da complexidade do cenário. Nem sempre é conveniente desprezar o conhecimento da população. No seu trabalho, [Lay et al. 2013] mostram que cidadãos comuns podem ter percepções parecidas àquelas de cientistas. Em [Sebba Patto 2010], o autor mostra que ações participativas podem auxiliar gestões pela educação e aumento do conhecimento sobre o domínio, por parte de cidadãos envolvidos.

Neste artigo, apresentamos uma proposta de um agente computacional para simular um ambiente urbano virtual. Este trabalho foi desenvolvido no seio do projeto Assistente Digital para Gestão Pública Participativa (doravante ADGEPA). Um dos principais objetivos deste agente ambiente é suportar simulação dos dados de modo que os dados gerados tenham coerência com o cenário representado.

Primeiramente, apresentamos as motivações, os objetivos e o projeto ADGEPA. Na Seção 3, discutimos simulação multiagentes no projeto, seus objetivos e seu ciclo. Posteriormente, apresentamos a arquitetura preliminar da simulação. Na Seção 4, explicamos nossa proposta do Agente Ambiente - assunto principal deste trabalho. Antes de concluirmos, apresentamos o estado atual do trabalho e o prospecto das atividades.

2. O projeto ADGEPA

2.1. Motivação

Uma das principais motivações do projeto é investigar a possibilidade de auxiliar a administração pública com uso de tecnologias web e participação de cidadãos. Além disso, acreditamos que problemas socioambientais possam ter associações uns com os outros, seja pelo favorecimento ao crescimento ou ao surgimento de problemas. Assim, pretendemos desenvolver um assistente digital para auxiliar em tomadas de decisão em gestão pública. Além de participativo, este processo pode ser mais eficiente que práticas convencionais de gestão pública.

2.2. Objetivos

De maneira mais abstrata, podemos dizer que o objetivo geral do projeto ADGEPA é dar oportunidade aos membros de comunidades para fazer denúncias sobre determinados problemas socioambientais, de forma que contribuam na escolha de aspectos que possam ser resolvidos pelo poder público. O processo de decisão deve ser baseado na perspectiva da população acerca dos problemas socioambientais mais relevantes.

Para isso, pretendemos disponibilizar um aplicativo web responsivo e um módulo para captação de dados ambientais com uso de redes de sensores (o último não será abordado neste artigo). Além de armazenar e compartilhar informações, o ADGEPA propõe que seja feito refinamento dos dados em busca de conhecimento útil. Este processo de busca por informações úteis é conhecido como KDD (*Knowledge Discovery in Database*, que em português significa Descoberta de Conhecimento em Base de Dados) [Cios et al. 2010]. A partir da descoberta de conhecimento em nossos dados, pretendemos dar suporte a decisão a partir de técnicas que considerem diversos aspectos (socioambientais), e.g. análise multicritério.

2.3. Metodologia

Nosso trabalho está dividido em 4 etapas, cada uma descrita em um dos próximos quatro parágrafos. A segunda etapa, enfatizada neste artigo, consiste na simulação da primeira etapa. Na Seção 3, apresentamos detalhes da simulação, da arquitetura e explicamos o relacionamento das etapas 2, 3 e 4 (representados graficamente pela Figura 2).

A princípio, pretendemos fazer coleta de dados acerca de problemas socioambientais em paisagens urbanas por meio de um aplicativo web responsivo e por rede de sensores. Existem 29 indicadores ambientais, 30 sociais e 4 variáveis ambientais coletadas por sensores. Além do aspecto socioambiental, o sistema registra quem faz a denúncia, onde e quando o fato denunciado é percebido.

Haja vista que o tempo para coleta de dados é muito grande, é preciso simular o aplicativo web e seus usuários. Para isso, propomos um modelo de simulação com um agente computacional para representar um ambiente urbano e agentes usuários para representar diferentes usuários da aplicação. Pela simulação, esperamos disponibilizar dados para os agentes mineradores e gestor. É importante destacar que não encontramos nenhum trabalho com dados capazes de representar todos os aspectos socioambientais tratados no nosso trabalho e nem parte deles em quantidade e diversidade suficiente para fazermos nossos experimentos. Detalhes acerca dos agentes e da simulação na Seção 3.

Pelo uso de KDD, buscamos padrões para promover melhor compreensão dos dados envolvidos na pesquisa. Neste projeto, contamos com a colaboração de dois especialistas do domínio que nos ajudam na compreensão da representatividade e na granularidade dos dados; fatores fundamentais em KDD, segundo [Pereira Dos Santos Silva 2004]. Para identificação de padrões, buscamos agrupamentos e associações para descobrir possíveis correlações entre aspectos socioambientais e existência de séries temporais. Assim, usamos a mineração (parte do trabalho de KDD) para ajudar na descoberta de padrões [Cios et al. 2010] e conseqüentemente, na descoberta de conhecimento.

Para tratar as informações descobertas, modelamos um agente computacional de suporte a decisão. Esse agente representa um gestor artificial que pode ter diferentes perfis (menos ou mais tendenciosos a aspectos sociais ou ambientais). Para sugerir aspectos a serem atacados, o agente elenca os aspectos socioambientais mais associados a outros aspectos. A partir dos mais associados (identificados na fase de mineração), aplicamos métodos matemáticos de análise multicritério para identificar aspectos mais relevantes para a população de uma determinada comunidade. Por razões práticas, não apresentamos detalhes do agente gestor e da sua metodologia de suporte a decisão neste artigo.

3. Simulação multiagentes no ADGEPA

3.1. Justificativa

A princípio, os dados do projeto deveriam ser providos de usuários do aplicativo web e de redes de sensores. Pelo sistema, os usuários podem fazer ou visualizar denúncias de problemas socioambientais em paisagens urbanas com auxílio de mapas. Porém, percebemos que seria necessário muito tempo para coletar dados e obter volume satisfatório para os fins da pesquisa. Além disso, não encontramos e não dispomos de nenhum trabalho ou base de dados capaz de atender a nossa demanda. Para não prejudicar o andamento das atividades de descoberta de conhecimento e de suporte a decisão, decidimos simular

os dados. Para esta etapa, escolhemos sistemas multiagentes (SMA) porque esta técnica facilita a modelagem dos nossos cenários (cidades). Além disso, SMA permite automatizar tarefas humanas [Russell and Norvig 2009]. Dentre as principais características de agentes inteligentes, segundo [de Freitas 2002] e [Wooldridge 2009], destacamos: autonomia (característica de usuários humanos simulados por Agentes Usuários), cooperação (característica desejável entre Agentes Mineradores e Agente Gestor), capacidade de operar em ambientes dinâmicos (embora mapas sejam estáticos, os agentes modelados devem ser capazes de agir em diferentes ambientes), proatividade (características de usuários humanos, simulados pelos Agentes Usuários) e reatividade (característica do ambiente, representado pelo Agente Ambiente).

3.2. Os agentes

No projeto ADGEPA, está previsto a implementação de quatro tipos de agentes computacionais. Dos quatro agentes, apenas dois tipos estão envolvidos na simulação de dados: agentes Usuários e Ambiente.

O Agente Gestor (denominado AG) tem como objetivo dar suporte a escolha de estratégias para mitigar ou eliminar problemas socioambientais. Para isso, o AG percebe saídas geradas por Agentes Mineradores. Em seguida, o AG identifica elementos mais relevantes para atenuar ou eliminar os problemas socioambientais mais denunciados.

Os Agentes Mineradores (denominado AM) têm como objetivo (a) agrupar denúncias de acordo com localidades e momentos e (b) buscar associações entre denúncias e associações entre denúncias e momentos (identificação de séries temporais).

Os Agentes Usuários (denominados AUs) simulam usuários humanos da aplicação e são responsáveis por denúncias, feitas de acordo com as características de cada AU e a percepção do ambiente.

O Agente Ambiente (denominado AA) representa ambientes virtuais para os AUs. O AA informa os AUs acerca do ambiente (uma cidade) sempre que for consultado. Mais detalhes sobre o AA na seção 4. Neste trabalho não apresentamos detalhes dos outros agentes (que ainda estão em fase de modelagem ou implementação).

3.3. A simulação

Para o nosso modelo, algumas características precisam ser definidas em tempo de execução: o intervalo de tempo (expresso em dias) e a quantidade de AUs que populam o cenário. Outras são pré-definidas: a paisagem urbana e elementos do cenário urbano (escolas, hospitais, feiras, teatros, bares, cinemas, locais de trabalho, etc). A porcentagem de AUs que frequentam alguns ambientes (e.g. escolas) foi estabelecida de acordo com dados obtidos do Senso IBGE; outras foram estimadas (e.g. feiras, 1 vez por semana). A Figura 1 representa um cenário urbano escolhido para configurar o AA. Neste caso, parte do mapa de Goiânia é definido pelas coordenadas expressas em graus decimais: (-49.272211, -16.693656), (-49.228052, -16.693656), (-49.272211, -16.671375) e (-49.228052, -16.671375). Para cada tipo de elemento (e.g. escolas) é definido um vetor onde há uma coordenada para cada elemento daquele tipo. Após executarmos a simulação, esperamos popular uma base de dados com denúncias sobre problemas socioambientais, momentos que problemas foram percebidos ou denunciados, locais que problemas foram percebidos e responsáveis por denúncias.

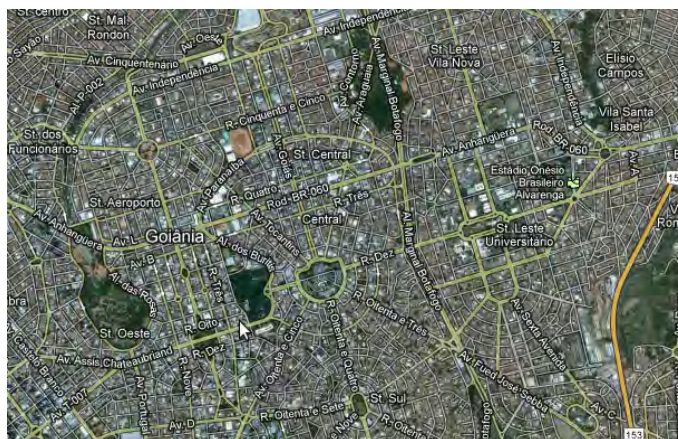


Figure 1. Trecho da cidade de Goiânia

3.4. O ciclo da simulação

A simulação ocorre em ciclos que representam dias. Durante cada ciclo, AUs percorrem rotas (de suas casas ao local de estudo, de trabalho, de entretenimento, etc), percebem o ambiente pela troca de mensagens com o AA e podem fazer marcações (denúncias de problemas socioambientais que ocorrem em determinados locais e momentos). As rotas dos AUs podem variar de acordo com o dia da semana. Por questão de otimização de recursos computacionais, as rotas foram definidas como segmentos de reta entre dois pontos. Embora essa forma de deslocamento não represente fielmente a forma humana convencional de se deslocar, ela não interfere na percepção do ambiente. Os agentes repetem este ciclo (dia) até completar o total de dias da simulação.

Ao término da simulação, os AMs entram em ação. Eles fazem agrupamentos nos dados de acordo com localidades e momentos para buscar associações com intuito de descobrir possíveis correlações entre denúncias e denúncias e momentos.

Por último, o AG faz análise das descobertas feitas pelos AMs e, com base em técnicas matemáticas de análise multicritério, sugere problemas a serem atacados pela administração pública para que se possa resolver ou mitigar a maior parte dos problemas mais relevantes a sociedade.

3.5. A arquitetura preliminar da simulação

Dentre alguns frameworks para construção de sistemas multiagentes podemos citar: Jason [Hübner et al. 2004], Cormas [Le Page et al. 2012] e JADE [Gomes et al. 2003]. Adotamos JADE porque o framework atende satisfatoriamente nossas necessidades, possui bastante documentação e é bem aceito em comunidades científicas sobre simulação multiagentes. Além disso, segue padrões de desenvolvimentos estabelecidos pela FIPA¹.

Na Figura 2, representamos a nossa arquitetura de simulação: instâncias de AUs percebem o ambiente, fazem denúncias e as armazenam na base de dados. Ao concluir o ciclo de simulação, os AMs fazem busca de padrões por agrupamentos e associações. Com base na saída dos AMs, o AG identifica aspectos que podem ser atacados para minimizar ou resolver os problemas socioambientais mais relevantes à população.

¹FIPA - *Foundation for Intelligent Physical Agents*. Disponível em <<http://www.fipa.org/>>

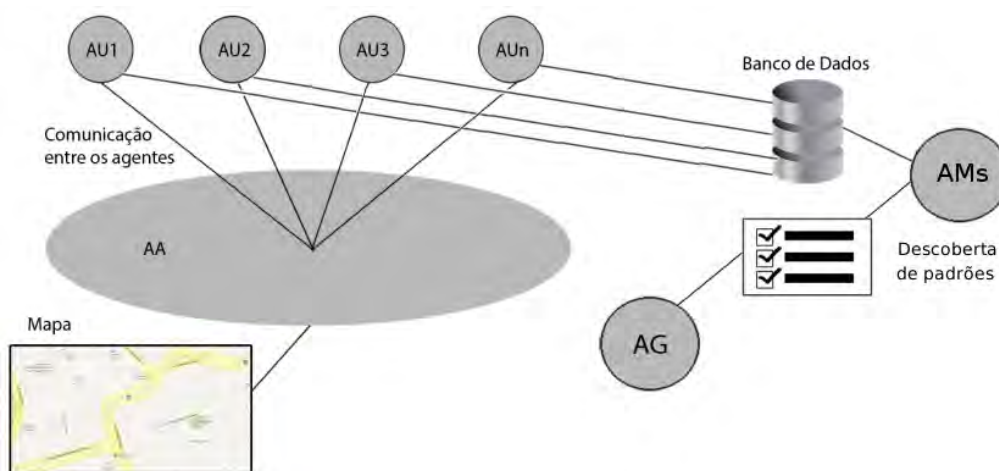


Figure 2. Arquitetura geral da simulação

4. O Agente Ambiente

O AA proposto é reativo, não possui desejos, objetivos e intenções. Sua principal função é representar cenários urbanos de forma que AUs possam compreender os elementos e fazer marcações coerentes com o cenário que eles percorrem.

No início da simulação, o AA é informado sobre a quantidade de dias que a simulação durará e a quantidade de agentes que popularão o cenário. Os elementos do mapa (e.g. feiras e cinemas) têm suas quantidades e coordenadas pré-definidas. Ao serem criados, os AUs conhecem os elementos das suas rotas, mas não sabem onde eles se encontram. No início da simulação, os AUs são informados pelo AA onde se encontram os elementos. Ao se deslocarem, os AUs não sabem o que há abaixo deles, logo precisam perceber o ambiente para que possam fazer denúncias.

Representados em Java, os principais métodos da classe Agente Ambiente são:

- ***public void informaElementos()***: informa coordenadas dos elementos da simulação (a princípio, os AUs não sabem onde ficam os elementos de suas rotas).
- ***public Coordenada getCoordenada(String)***: retorna a coordenada geográfica do elemento passado como parâmetro. Este método permite que AUs possam alterar dinamicamente suas rotas (e.g. mudar de supermercado).
- ***public String oQueE(Coordenada)***: o AA informa qual é o elemento que está em uma determinada coordenada (x, y).

Vale lembrar que em JADE, as mensagens entre agentes não funcionam da mesma forma que em linguagens orientadas a objetos (pela chamada de métodos). Em JADE, cada mensagem tem remetente, lista de destinatários, performativa, conteúdo, linguagem, ontologia, entre outros; detalhes em [Bellifemine et al. 2007].

5. Trabalho atual e prospecto de atividades

Os agentes AUs, AMs e AG se encontram em fase de modelagem. Dos três, o AG se encontra mais adiantado. Já simulamos a aplicação de uma técnica matemática de análise multicritério, os resultados foram bastante satisfatórios. Porém, faremos mais estudos

com outras técnicas antes de publicarmos sobre este agente. O AA está em fase de codificação. Haja vista que os agentes são desenvolvidos por diferentes membros da equipe, será preciso integrá-los futuramente e fazer experimentos para ajustar o modelo.

Ainda é necessário fazer melhorias no AA, haja vista que a API do GoogleMaps (atualmente utilizada) não sabe distinguir todos elementos. Experimentalmente, implementamos métodos para identificar elementos desconhecidos da API, e.g.: bosques e rios. Para isso, marcamos as coordenadas e criamos polígonos para representar bosques e segmentos de retas para representar rios e córregos. Experimentalmente, usamos margem de erro de 5 metros (muito comum em GPS) para decidir se pontos muito próximos a rios e bosques fazem parte ou não deles. Pretendemos tornar o ambiente dinâmico (i.e. modificar características do cenário em tempo de execução, e.g. condições de trânsito).

6. Conclusão

O objetivo do projeto ADGEPA consiste em disponibilizar uma ferramenta web responsiva para registrar denúncias sobre problemas socioambientais em base de dados; a partir de dados, pretendemos descobrir informações; e das informações, indicamos aspectos que são maiores causadores ou facilitadores do surgimento ou aumento de problemas.

Simulação multiagentes foi escolhida para simular usuários do sistema porque experimentos tomam muito tempo para coletar dados em quantidade satisfatória para mineração de dados. Para simular usuários humanos, propomos Agentes Usuários e um Agente Ambiente. Para descoberta de informações, propomos os Agentes Mineradores. Para suporte a decisão, propomos o Agente Gestor. O Agente Ambiente foi apresentado neste trabalho e se encontra em estado de desenvolvimento. Embora o AA não seja um agente cognitivo, ele possui grande importância porque ele permite fazer com que diversos ambientes de simulação possam ser usados pelos AUs.

Destacamos que não pretendemos simular fidedignamente nem usuários humanos, nem comunidades - a complexidade seria muito alta. Temos grandes expectativas acerca das simulações, dos trabalhos de descoberta de conhecimento e de suporte a decisão.

Por último e não menos importante, destacamos que descoberta de conhecimento e suporte a decisão em dados simulados não têm muita valia no mundo real; servem para validar modelos computacionais dos agentes mineradores e gestor. Ao final, com esses dois modelos, pretendemos verificar se é possível dar suporte a uma gestão participativa.

7. Agradecimentos

Agradecemos aos professores Ivanilton José de Oliveira e Patrícia de Araújo Romão e aos alunos Alex Pereira Maranhão, Leonardo Afonso Amorim, Carlos Henrique Barros Costa, James Lima Cipriano Mota por suas contribuições no projeto. Atualmente, o projeto é financiado pela FAPEG.

References

Alves, H. P. d. F. (2006). Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23:43 – 59.

- Barcellos, C., Pustai, A. K., Weber, M. A., and Brito, M. R. V. (2005). Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38:246–250.
- Bellifemine, F., Caire, G., and Greenwood, D. (2007). *Developing Multi-Agent Systems with JADE*. Wiley, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- Cios, K. J., Pedrycz, W., Swiniarski, R. W., and Andrzej Kurgan, L. (2010). *Data Mining: A Knowledge Discovery Approach*. Springer, 1st edition.
- de Freitas, F. L. G. (2002). *Sistemas multiagentes cognitivos para recuperação, classificação e extração integradas de informação da web*. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
- Gomes, E. R., Silveira, R. A., and Vicari, R. M. (2003). Utilização de agentes fipa em ambientes para ensino a distância. In *XXIX Conferência Latino Americana de Informática*, La Paz.
- Hübner, J., Bordini, R., and Vieira, R. (2004). Introdução ao desenvolvimento de sistemas multiagentes com jason. In *XII Escola de Informática da SBC*, volume 2, pages 51–89, Guarapuava. UNICENTRO.
- Katukiza, A., Ronteltap, M., Oleja, A., Niwagaba, C., Kansiime, F., and Lens, P. (2010). Selection of sustainable sanitation technologies for urban slums – a case of bwise iii in kampala, uganda. *Science of The Total Environment*, 409(1):52 – 62.
- Lay, Y.-F. L., Piégay, H., and Rivière-Honegger, A. (2013). Perception of braided river landscapes: Implications for public participation and sustainable management. *Journal of Environmental Management*, 119(0):1 – 12.
- Le Page, C., Becu, N., Bommel, P., and Bousquet, F. (2012). Participatory agent-based simulation for renewable resource management: The role of the cormas simulation platform to nurture a community of practice. *J. Artificial Societies and Social Simulation*, 15(1).
- Malekpour, S., Langeveld, J., Letema, S., Clemens, F., and van Lier, J. B. (2013). Judgment under uncertainty; a probabilistic evaluation framework for decision-making about sanitation systems in low-income countries. *Journal of Environmental Management*, 118(0):106 – 114.
- Pereira Dos Santos Silva, M. (2004). Mineração de dados - conceitos, aplicações e experimentos com weka. *Escola Regional de Informática RJ/ES*, 1:19–21.
- Poch, M., Comas, J., Rodríguez-Roda, I., Sánchez-Marrè, M., and Cortés, U. (2004). Designing and building real environmental decision support systems. *Environmental Modelling and Software*, 19(9):857–873.
- Russell, S. and Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 3rd edition.
- Sebba Patto, V. (2010). *The use of assistant agents for the analysis and decision making in participatory management*. PhD thesis, UFR d’Informatique, Université Pierre et Marie Curie.
- Wooldridge, M. (2009). *An Introduction to MultiAgent Systems*. Wiley, 2nd edition.