

# Agentes e Sistemas Multi-agentes

Susana Vitória Sá Silva Marques A84167

Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710 – 057 Braga, Portugal  
a84167@alunos.uminho.pt

**Abstract.** A pesquisa sobre agentes inteligentes tem diversas causas e incentivos, que vão desde interesses teóricos gerais em *Inteligência Artificial* até objetivos práticos para a construção de sistemas flexíveis em ambientes de aplicação específicos. Com o crescimento das tecnologias que usam agentes, aumenta o interesse em aplicá-las no domínio da medicina, como iremos ver neste trabalho, pois estas tecnologias fornecem plataformas avançadas para a construção de sistemas especializados de apoio aos médicos durante o seu trabalho e os sistemas de agentes têm potencial para melhorar o funcionamento das organizações de saúde para as quais problemas de comunicação e coordenação são fontes importantes de erro.

**Keywords:** · Agentes · Inteligência Artificial · Sistemas Multi-agentes · Medicina

## 1 Introdução

Os sistemas baseados em agentes que fazem parte da *Inteligência Artificial* estão no centro de uma grande área crescente de gestão, manipulação e implementação de problemas simples ou complexos.

Um agente é uma entidade projetada para atuar em nome do seu utilizador e que deve ter várias das seguintes características: autonomia, iniciativa, reatividade, sociabilidade, cooperação, negociação, aprendizagem, entre muitos outros [1].

A combinação de vários agentes é conhecida por sistema multi-agente (Multi-Agent System: MAS) que é um conjunto de entidades inteligentes independentes que funcionam na resolução de problemas complexos, assim a tecnologia multi-agente é caracterizada por ser um paradigma de software onde o conceito de um agente, como mencionado anteriormente, denota “um sistema de computação encapsulado que está localizado em algum ambiente e que seja capaz de atuar de forma autônoma e flexível naquele ambiente a fim de reconhecer os seus objetivos de criação” [2].

Assim, a ideia principal do MAS é formar a comunicação e a colaboração entre os agentes, para que possam trabalhar juntos para resolver uma tarefa desejada, ou seja, um sistema multi-agente funciona para automatizar o processamento dentro de cada etapa de desenvolvimento usando agentes com diversas habilidades e fornecendo paralelismo de processamento de informação usando esse mesmo sistema, deste modo a aprendizagem baseada em sistemas multi-agentes

inteligentes reúne informações do seu ambiente, dados de reconhecimento e dados de classificação inteligente e prevê dados futuros, dados de armazenamento e dados de entrega para sistemas de gestão de conhecimento. As suas principais áreas de ação incluem telecomunicações, internet, aplicações robóticas, medicina, entre outras [1] e os sistemas de suporte à decisão inteligente com vários agentes podem ser usados para resolver problemas de convenção em larga escala [2] e muitos estudos no uso dos agentes em abordagens de classificação médica representam a direção de pesquisa mais recente, que pretende descartar as desvantagens dos sistemas computacionais nos problemas de domínio médico, como veremos neste trabalho.

A organização deste trabalho é a seguinte: Na seção 2, discutimos com maior pormenor agentes e sistemas multi-agentes e o seu respetivo *background* e tecnologias usadas. Na seção 3 aborda-se a ligação do MAS no domínio da medicina com a ajuda de diversos artigos exemplificativos. Finalmente, o trabalho é concluído na seção 4.

## 2 Background

O avanço na pesquisa em *Inteligência Artificial* durante 1960 e 1970 levou à evolução dos agentes na década de 1970. Em 1966, o professor Joseph Weizenbaum do MIT (Massachusetts Institute of Technology) desenvolveu o primeiro agente de software conhecido como ELIZA, que foi programado para iniciar uma conversa e responder a muitas perguntas [1].

Durante a década de 1980, as pesquisas sobre os sistemas multi-agente começaram a ser mais eficientes e a possuir um maior potencial e os envolvidos começaram a entender o conceito de organizações e comunicações entre os agentes. Assim, nessa altura e durante meados dos anos 90 ocorreram grandes mudanças na *Inteligência Artificial*, pois o sistema multi-agente substituiu o agente único como o protótipo computacional.

Na década de 1990, o ABM (Agent based Modeling) foi expandido nas ciências sociais e surgiu o ABM Sugarscape em grande escala, desenvolvido por Joshua M. Epstein e Robert Axtell, que usou para modelar o papel do desenvolvimento social e cultural [1].

Em 2000 Samuelson fez um levantamento sobre a evolução dos sistemas baseados em agentes [3], e em 2006 Samuelson e Macal pesquisaram as melhorias em sistemas multi-agentes que foram importantes para o desenvolvimento de recentes modelos e projetos [4].

Mais recentemente, Ron Sun desenvolveu métodos para sustentar a simulação baseada em agentes em modelos de cognição humana, conhecidos como simulação social cognitiva [5].

### 3 Tecnologia

A tecnologia orientada a agentes (AOT) é baseada no uso de agentes de software inteligentes e torna possível aumentar as capacidades funcionais dos sistemas inteligentes contemporâneos.

O agente tem a capacidade de prever as necessidades dos utilizadores e de se adaptar a essas necessidades. Ele pode aprender novas técnicas e fazer sugestões a um utilizador e o processo de aprendizagem pode ser derivado da resposta de um utilizador e uma avaliação do desempenho anterior, deste modo um agente tem um certo grau de controle sobre as suas ações e nem sempre precisa aguardar comandos, podendo coordenar operações, cooperar com outros agentes e agir por iniciativa própria para atingir os seus objetivos e adaptar o seu comportamento em resposta às mudanças do ambiente.

Utiliza-se uma plataforma para desenvolver aplicações de agentes e operar de forma a atingir os objetivos pretendidos. Muitas plataformas estão disponíveis: JADE, JACK, AgentBuilder, Aglet, D'Agents, Fargo, Voyager, entre outras [6].

Em particular, JADE (Java Agent Development Environment) é uma estrutura de desenvolvimento de software livre baseada em Java e que suporta as seguintes tarefas: anúncio de erros e criação, inicialização, exclusão, migração, comunicação e administração de agentes, onde o ambiente de execução é usado para enviar mensagens entre os agentes.

### 4 No Domínio da Medicina

Existem diferentes tipos de sistemas de informação nos grandes hospitais de hoje, alguns desses sistemas são complicados (em termos de heterogeneidade e diversidade) e difíceis de gerenciar. Nos últimos anos, os sistemas baseados em agentes têm se tornado uma abordagem crescente para resolver estas limitações e distinguem-se pelas suas características de decisão e gestão que requerem uma comunicação complexa entre os vários departamentos médicos, os próprios médicos e os pacientes. A introdução de sistemas multi-agentes na medicina facilita a tomada de decisões e garante a comunicação e coordenação, minimizando os erros de análise e tratamento, e melhorando o tempo necessário de procura de informação para o médico e outros.

A maioria dos sistemas de saúde é desenvolvida por diferentes pessoas e grupos e construída em diferentes plataformas (arquitetura de sistema, infraestrutura e banco de dados diferentes) o que leva a complicações no que diz respeito à integridade e interoperabilidade entre diferentes sistemas de saúde. A interoperabilidade é a capacidade de diferentes subsistemas acessarem e usarem os dados de forma confiável e rápida de várias fontes, sem a ocorrência de erros, entre os sistemas de saúde e permite que esses sistemas se comuniquem entre si para compartilhar informações apesar destes carecerem de padronização, fazendo a partilha e integração em tais sistemas bastante difícil.

Consequentemente, fornecer serviços de saúde adequados é complicado devido à diversidade, heterogeneidade, dispersão em vários locais e complexidade

desses sistemas de saúde. No cenário atual da saúde, os pacientes possuem múltiplos registros de saúde em diferentes sistemas de informação, o que significa que as informações relacionadas ao paciente são fragmentadas em diferentes sistemas. A necessidade de ter acesso aos dados do paciente por meio desses sistemas e gerenciar o fluxo de informações entre vários sistemas está aumentando a complexidade dos mesmos [6] e portanto, a interoperabilidade em sistemas de saúde torna-se cada vez mais um requisito do que um recurso.

O sistema de saúde pode ser caracterizado pela presença de um grande número de atores (médicos, enfermeiros, farmacêuticos, administradores, etc.), um grande número de serviços (serviços de atendimento ambulatorial, serviços de reabilitação, etc.) e profissionais altamente especializados. Para melhorar a qualidade do tratamento e garantir diagnósticos mais precisos, as atividades desses atores precisam ser coordenadas e controladas por meio de técnicas de comunicação eficientes. Muitos sistemas de saúde presumem que os utilizadores estão a trabalhar em locais fixos, sem levar em consideração os avanços mais recentes na tecnologia móvel, como telemóveis e dispositivos móveis inteligentes. Assim, o sistema de informação de saúde, em geral, requer uma reengenharia dos seus processos de atendimento.

Por natureza, as informações de saúde são móveis, uma vez que as informações do paciente são necessárias para profissionais médicos em diferentes locais para melhorar o diagnóstico, o atendimento eficiente e reduzir os erros médicos e informações oportunas em situações críticas podem fazer a diferença entre a vida e a morte e a tecnologia orientada a agentes oferece uma solução eficaz para os problemas acima mencionados em termos de melhor integração, o que, por sua vez, resulta num acesso mais eficiente aos diferentes sistemas de saúde e permite a aquisição de dados médicos do paciente e o controle de informações de fontes múltiplas, melhorando assim o atendimento ao paciente [6].

Resumindo, alguns exemplos de problemas médicos que podem ser resolvidos por agentes artificiais são:

- Elaboração de diagnósticos médicos
- Recolha de conhecimento médico
- Apoio às decisões médicas
- Assistências pró-ativa dos médicos e auxiliares de saúde

A seguir, examinou-se vários artigos relevantes que descrevem aplicações significativas no sistema de saúde que foram desenvolvidos usando sistemas multi-agentes. A ideia-chave sobre cada estudo é discutida nesta próxima seção:

#### **4.1 Um sistema multi-agente eficiente para funcionalidades de saúde eletrónicas, realizado por Mohammad Kalmarzi Moghaddam, Mohammad Shojafar, Mohammad Reza Nami e Hassan Rashidi em 2013 [7]:**

Neste estudo, os autores concentram-se no conceito de engenharia de software orientada a agentes. O objetivo principal desta engenharia é construir processos,

ferramentas e serviços para o treinamento e manutenção do software baseado em agentes. Para construir e executar ambientes multi-agentes, eles usam a tecnologia Jade, já referida anteriormente, e focam-se nas suas seguintes características: **interoperabilidade; uso de código aberto; diversidade; e facilidade de uso.**

As propriedades de sistemas multi-agentes, que foram incluídas neste estudo foram: **o aumento da velocidade com paralelismo; a fiabilidade; a extensibilidade; e a fácil programação.**

Recentemente, a tecnologia de saúde eletrónica desenvolveu uma forma de atendimento telemédico que foi apoiado por meios de comunicação digital modernos. Neste artigo tentou-se estudar a engenharia de software orientada a agentes e a tecnologia de saúde eletrónica, que fornece um sistema baseado em agentes para o hospital, usando as propriedades e arquitetura do agente. Com isto houve uma percepção que mais melhorias são necessárias na tecnologia de agentes, o que causa melhorias adicionais nos serviços e ações para superar os desafios de comunicação da saúde eletrónica.

#### 4.2 Arquitetura multi-agente baseada em sistemas de aprendizagem Naïve Bayesiano para telemedicina, por Ei Ei Chaw (2013) (2013) [8]:

Neste artigo, o autor discute a arquitetura de sistema multi-agente baseada em sistemas de aprendizagem Naïve Bayesiano para telemedicina e simula um sistema modelo para a classificação de cancro.

Um agente para diferentes soluções de problemas médicos consiste em diferentes propriedades: **maior autonomia de operação; capacidade de comunicação; capacidade de aprendizagem autónoma; capacidade de interação com o ambiente.**

Essas propriedades permitem que os agentes se sincronizem com outros agentes durante a resolução de diferentes problemas. Múltiplos agentes coordenam uns com os outros, equilibram as capacidades uns dos outros e distribuem o conhecimento para fornecer serviços de boa qualidade.

A telemedicina é a prática de assistência médica em que a interação entre a equipa médica e os pacientes é feita por meio de um sistema de comunicação de áudio e vídeo sem a interação física comum entre o médico e o paciente. Nesta arquitetura são utilizados três tipos de agentes:

- **Agente inicial:** É um agente que interage com o utilizador do sistema, aceita o problema e envia o problema ao agente organizador para posterior processamento.
- **Agente coordenador:** É como um agente intermediário, que envia o problema ao agente assistente desejado com base no seu próprio conhecimento. Ele aplica o mecanismo de aprendizagem Naïve Bayesiano para construir o conhecimento do agente.
- **Agente assistente:** Este agente realmente processa o problema. Ele tem conhecimento próprio para processar determinado problema, usa a classificação Naïve Bayesiana e é treinado com conjuntos de dados de treinamento.

Neste projeto ele desenvolveu a aplicação usando o METATEM, que é uma linguagem baseada na execução direta de fórmulas temporais. Além disso, como usa lógica temporal, a linguagem fornece um detalhe de programação de alto nível em que os atributos dinâmicos de partes individuais podem ser representados de forma concisa e assim neste sistema, cada agente possui o seu próprio e diferente conhecimento. Os agentes inicialmente não sabem nada sobre o seu ambiente e aprendem a coordenar gradualmente. Os agentes assistentes precisam manter as informações de outros agentes do mesmo nível e o agente intermediário ou o agente coordenador mantém as informações sobre o problema e as capacidades dos agentes no sistema, fazendo com que o agente coordenador envie o problema para um dos agentes assistentes.

#### 4.3 Segmentação de imagens médicas usando uma abordagem de sistema multi-agente, realizado por Mahsa Chitsaz e Woo Chaw Seng em 2013 [9]:

Aqui os autores propõe uma ideia onde eles projetam uma estrutura para extrair simultaneamente vários objetos de interesse de imagens de *Tomografia Computadorizada (TC)* usando algum conhecimento anterior. O método usa as propriedades do agente em um ambiente multi-agente.

Em primeiro lugar, a maioria das soluções de segmentação de imagens são baseadas em problemas. Em segundo lugar, os métodos de segmentação de imagens médicas têm limitações porque as imagens médicas têm um nível de cinza e textura muito semelhantes entre os objetos em questão.

A ideia de Liu e Tang baseou-se no uso de um sistema multi-agente para segmentar uma imagem de ressonância magnética do cérebro. O cérebro possui quatro regiões básicas: **o contorno; a região ramificada; a região envolvente; e a região tumoral**. Para detectar estas regiões, eles atribuem um intervalo com um certo limite onde a principal melhoria deste método é que ele é quase automático, ou seja funciona sem a interação do utilizador na segmentação da imagem fazendo com que o seu benefício mais significativo seja a segmentação da imagem em mais de duas regiões referidas anteriormente de maneira paralela.

#### 4.4 Virtual Medical Board: uma abordagem baseada num agente Bayesian distribuído, realizado por Animesh Dutta, Sudipta Acharya, Aneesh Krishna e Swapan Bhattacharya em 2012 [10]:

Aqui, os autores propuseram a ideia de um conselho médico em áreas rurais para fornecer uma instalação médica sofisticada. Para formar este tipo de conselho médico virtual, o sistema de apoio à decisão distribuído era baseado em multi-agentes e era um sistema em que vários agentes de software tomam uma decisão sobre um determinado problema coletivamente.

Neste estudo, os autores caracterizam a base de conhecimento do agente especialista na forma de rede Bayesiana. Como o diagnóstico médico é um método probabilístico, então no sistema usou-se tal rede Bayesiana para representar a

base de conhecimento de cada agente especialista, especificando relações probabilísticas entre doenças e sintomas.

A **ontologia** foi útil para a representação adequada do conhecimento do domínio pois contém algumas regras e metodologias que descrevem como tomar uma decisão final ao determinar diferentes problemas e argumentos durante a discussão em grupo.

#### 4.5 Uma descoberta de conhecimento baseada em agentes a partir de bancos de dados aplicados no domínio da saúde, realizado por Souad Benomrane, Mounir Ben Ayed e Adel M. Alimi em 2013 [11]:

Este estudo foi um processo complexo, iterativo e interativo para descobrir o conhecimento do banco de dados. Para a sua implementação foram desenvolvidos vários módulos como: **módulo para armazenamento de dados; módulo para processamento de dados; módulo de mineração de dados; módulo de avaliação; e módulo de gestão do conhecimento.**

O objetivo deste artigo foi recomendar uma ideia que inclua todos estes módulos a um agente. Esses agentes ajudam o paciente a tomar a decisão mais adequada, comunicando-se entre si e desta forma, este processo pode ser comparado a um sistema multi-agente.

Para comprovar a sua abordagem, os autores aplicaram este processo para o combate às infecções nosocomiais em uma unidade intensiva de um hospital. Tecnicamente, eles desenvolveram uma ferramenta de software de apoio à tomada de decisão em Java/XML através da plataforma de agentes Madkit. As várias etapas do processo foram:

- **Formulação do problema:** Identificar os objetivos, definir os objetivos e verificar as necessidades.
- **Recuperação de dados:** Identificar as informações e as fontes, verificando sua qualidade e acessibilidade.
- **Seleção de dados:** Escolher os dados relacionados à análise solicitada.
- **Limpeza de dados:** Detectar e corrigir as imprecisões e/ou erros nos dados.
- **Transformação de dados:** Formatar os dados na preparação para a operação de mineração.
- **Data mining:** Aplicação de uma ou mais técnicas, como redes neurais, redes Bayesianas ou árvores de decisão para extrair padrões interessantes.
- **Avaliação de resultado:** Estimar a qualidade dos padrões extraídos, interpretando o significado dos padrões.
- **Integração de conhecimento:** Colocar o padrão ou seus resultados no sistema de informação da empresa.

Eles discutiram cerca de 5 tipos de agentes:

- **Agente de preparação de dados:** Combina três módulos: seleção de dados, limpeza de dados e transformação de dados.

- **Agente de mineração de dados:** É aplicado para extrair padrões de dados.
- **Agente avaliador:** É aplicado para especificar aqueles padrões que representam o conhecimento com base em algumas medidas definidas.
- **Agente Coordenador:** Lida com a comunicação entre os vários agentes usando o protocolo adequado.
- **Agente de Interface Gráfica (GIA):** Permite que os pacientes analisem os novos conhecimentos descobertos pelos agentes e designa agentes para descobrir novos objetivos.

Existem duas vantagens principais neste projeto: em primeiro lugar, este é um processo baseado em multi-agentes com um agente para mineração de dados e, em segundo lugar, a aplicação de todo o modelo proposto é baseado em bancos de dados médicos. Através destas vantagens, no futuro, eles propuseram desenvolver um agente para cada serviço do hospital e selecionar o melhor protocolo e algoritmo de comunicação para resolver os problemas locais.

#### 4.6 Amelia: Virtual Health Agent Platform

Por último, refere-se um exemplo mais atual, do ano 2020 para demonstrar o quão significativo o uso de sistemas multi-agentes é para a melhoria na área de saúde.

Amelia [12] é uma plataforma da IPSoft que demonstra habilidades de aprendizagem e elementos de inteligência emocional. Ela pode realizar o gerenciamento autónomo de tarefas usando *Inteligência Artificial* conversacional e gerenciar alguns processos hospitalares operacionais e administrativos.

A Amelia pode desempenhar o papel de um "agente de sussurro" do protocolo de atendimento (por exemplo, lembrando os profissionais das etapas que precisam ser seguidas), bem como um agente de operações de cuidados, ajudando a documentar a visita de um paciente, admitindo pacientes, recuperando o histórico médico antes de uma conversa, verificando a disponibilidade de camas hospitalares, recuperando resultados laboratoriais e agendando consultas com especialistas. Os agentes da Amelia Health, habilitados pela tecnologia de *Inteligência Artificial*, aprendem continuamente com cada tarefa concluída e podem-se comunicar por voz, web e chat.

Os enfermeiros podem economizar tempo usando agentes virtuais para ajudá-los a admitir alta e a transferência de pacientes e os médicos que se preparam para as consultas do paciente podem economizar tempo recuperando instantaneamente o histórico médico do paciente, em vez de pesquisar vários sistemas.

Assistentes virtuais podem ajudar os médicos a identificar colegas disponíveis de outra especialidade quando uma consulta é necessária e a capacidade de documentar as visitas do paciente pode ajudar os médicos a se concentrarem na interação direta com o paciente, sem preencher manualmente as notas.

Outro impacto significativo na área são os resultados dos testes de laboratório. O tempo entre a colheita das amostras e a obtenção dos resultados pode variar, dependendo de fatores como disponibilidade de transporte e capacidade



do laboratório. Amelia pode fornecer essas informações diretamente, reduzindo a necessidade de a equipa verificar várias vezes manualmente.

A Amelia já está disponível nos EUA e no Reino Unido, e a IPSoft também fez parceria com o NHS Digital para construir um *Digital Virtual Data Assistant (ViDA)*, que é um chatbot para ajudar a extrair informações do repositório de dados do sistema de saúde do NHS. Estas tecnologias também podem apoiar profissionais e pacientes em ambientes ambulatoriais e de cuidados domiciliares, reduzindo o tempo que os mesmos gastam a agendar consultas e a fazer anotações da sua última visita e detalhes do plano médico.

## 5 Conclusão

A AOT parece uma metodologia atraente para integrar e desenvolver sistemas de saúde porque resolve o problema de heterogeneidade, suporta armazenamento inteligente, permite um ambiente de saúde eletrónica personalizado e aumenta a reutilização, flexibilidade e confiabilidade.

Os sistemas multi-agentes estão a tornar-se uma parte fundamental das aplicações em medicina nos serviços eletrónicos de qualidade para ajudar idosos, no diagnóstico, no telemonitoramento e nos hospitais inteligentes.

As vantagens da utilização da tecnologia orientada a agentes no sistema de informação em saúde é que não são necessárias alterações nas características e funcionalidades dos atuais sistemas de saúde, a rotina e muitas tarefas não rotineiras serão concluídas por agentes de software e os atores podem receber e transferir dados em qualquer lugar e a qualquer hora por meio dos seus dispositivos móveis.

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo fornecer as informações básicas e outras mais importantes no domínio médico usando o sistema multi-agente. Aqui, obteve-se os resultados da pesquisa de diferentes tipos de abordagem de sistemas multi-agentes na medicina e esclareceu-se algumas desvantagens, como não existir nenhuma ontologia de saúde universalmente aceita para gerar e analisar informações médicas, sendo assim difícil a comunicação entre vários sistemas desenvolvidos em diferentes áreas e como informações médicas confidenciais são transmitidas entre vários agentes, deve ser feita uma medição de confidencialidade apropriada para proteger informações médicas ou de cuidados de saúde. Apesar destes problemas, os sistemas multi-agentes são um campo extremamente popular na área da medicina.

Embora existam dúvidas sobre o que é real na *Inteligência Artificial* no domínio da saúde atualmente, este trabalho ilustra toda a gama de áreas onde a *Inteligência Artificial* pode ter impacto: desde aplicações que ajudam os pacientes a administrar os seus próprios cuidados, a ferramentas de *Inteligência Artificial* de triagem eletrónica, a agentes virtuais que podem realizar tarefas em hospitais. Alguns agentes ajudam a melhorar as operações de saúde ao otimizar o agendamento ou gerenciamento de camas, outros melhoram a saúde da população ao prever o risco de admissão hospitalar ou ajudam a detectar cancro específicos, possibilitando intervenções que podem levar a melhores taxas de

sobrevivência. Na maioria dos casos, a questão é menos se a *Inteligência Artificial* pode ter impacto e mais como aumentar o potencial do impacto e, principalmente, como fazer isso enquanto se melhora a experiência do utilizador e aumenta a adoção do mesmo a estes sistemas.

## Referências

1. Chakraborty, S., Gupta, S.: Medical Application Using Multi Agent System - A Literature Survey. *International Journal of Engineering Research and Applications* **4**(2), 528–546 (2014)
2. Salem, H., Attiya, G., El-Fishawy, N.: A Survey of Multi-Agent based Intelligent Decision Support System for Medical Classification Problems. *International Journal of Computer Applications* **123**(10) (2015)
3. Samuelson, Douglas A.: *Designing Organizations*. Institute for Operations Research and the Management Sciences (2000)
4. Samuelson, Douglas A., Macal, Charles M.: *Agent-Based Modeling Comes of Age*. Institute for Operations Research and the Management Sciences (2006)
5. Ron Sun: *Cognition and Multi-Agent Interaction: From Cognitive Modeling to Social Simulation*. Cambridge University Press. ISBN 0-521-83964- 5 (2006)
6. Al-Sakran, H.: Framework Architecture for Improving Healthcare Information Systems Using Agent Technology. *International Journal of Managing Information Technology* **7**(1), 528–546 (2015)
7. Mohammad, M., Mohammad, S., Mohammad, N., Rashidi, H.: An Efficient Multi-agent System for E-health Functionalities. *International Journal of Software Engineering and Its Applications* **7**(3) (2013)
8. Chaw, Ei Ei: Naive Bayesian Learning based Multi agent Architecture for Telemedicine. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 412–422 (2013)
9. Chitsaz, M., Seng, W.: Medical Image Segmentation using a Multi-Agent System Approach. *The International Arab Journal of Information Technology* **10**(3) (2013)
10. Dutta, A., Acharya, S., Krishna, A., Bhattacharya, S.: Virtual Medical Board: A Distributed Bayesian Agent Based Approach. *The International Arab Journal of Information Technology. Parallel Distributed and Grid Computing 2012 IEEE International Conference* (2012)
11. Benomrane, S., Ben Ayed, M., M.Alimi, A.: An Agent-Based Knowledge Discovery from Databases applied in Healthcare domain. *IEEE 2013 -978-1-4799-0313-9/13*, 176–180 (2013)
12. EIT Health., McKinsey and Company.: *Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organisations*. (2020)
13. Fox, J., Beveridge, M., Glasspool, D.: Understanding intelligent agents: analysis and synthesis. *AI Communications* 139–152 (2003)
14. Axak, N.: Development of Multi-agent System of Neural Network Diagnostics and Remote Monitoring of Patient. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* (2016)
15. Gupta, S., Sarkar, A., Pramanik, I., Mukherjee, B.: Implementation Scheme for Online Medical Diagnosis System Using Multi Agent System with JADE. *International Journal of Scientific and Research Publications*, **2**(6) (2012)
16. Kazar, O., Sahnoun, Z., Frecon, L: IMulti-agents system for medical diagnosis (2013)