

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Normas FIPA

Foundation for Intelligent Physical Agents

Paulo Novais, Filipe Gonçalves
Mestrado Integrado em Engenharia Informática
Mestrado em Engenharia Informática
Perfil SI :: Agentes Inteligentes

- Agentes e Sistemas Multiagente;
- Interoperabilidade;
- Interação;
- Normas;
- Arquitetura Abstrata;
- Comunicação e mensagens;
- Agentes e UML;
- Sistemas em conformidade com as normas (e.g., JADE).



Inteligência Artificial Distribuída Agentes e Sistemas Multiagente

- “Estudo, construção e aplicação de sistemas em que diversas entidades computacionais (agentes ou Sistemas Multiagente - SMA) interagem e perseguem um conjunto de objetivos e/ou realizando um conjunto de tarefas”.

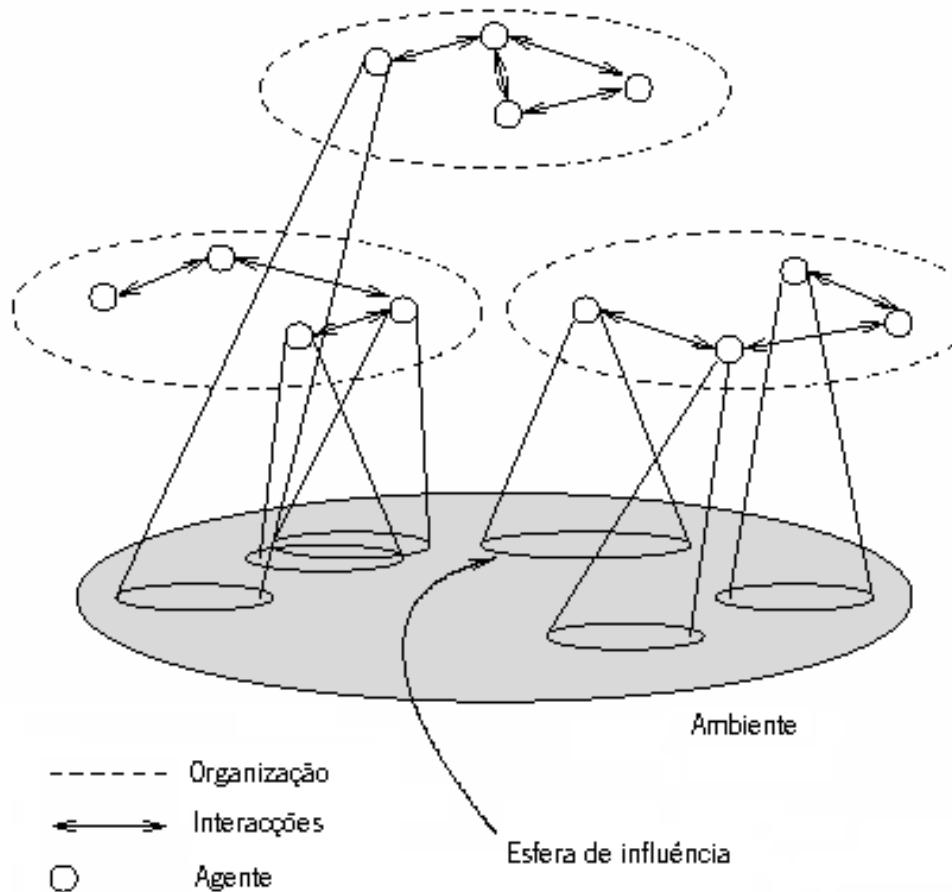
[Weiss, 1999]



- “Algo que age; capaz de produzir um efeito”.



Sistemas Multiagente



Wooldridge, 1999

Interoperabilidade

- 
- Capacidade de um sistema (informático ou não) comunicar de forma transparente com outro sistema (semelhante ou diferente).
 - Para um sistema ser considerado interoperável, é muito importante que ele trabalhe com padrões abertos.
 - Um sistema multiagente é, tipicamente, um sistema aberto, complexo e heterogéneo, em que se realizam atividades coordenadas.
 - A coordenação de atividades neste tipo de ambientes exige linguagens e sistemas de comunicação apropriados:
 - Sintaxe padronizada
(normas de comunicação ao nível da estrutura das mensagens e da gestão dos canais de comunicação);
 - Semântica padronizada
(normas sobre o conteúdo das mensagens/ontologias partilhadas).
 - A desvantagem destes sistemas padronizados é a de poderem não se adaptar facilmente às situações concretas;
(o sempre difícil equilíbrio entre padronização e flexibilidade).

- A interação entre os agentes de um SMA obriga à análise, definição, especificação e implementação de um conjunto base de funcionalidades:
 - Plataforma de comunicação:
 - Meio físico de transmissão da informação;
 - Linguagem de comunicação:
 - Significado individual das mensagens;
 - Ontologia:
 - Definição do modo de estruturação da comunicação;
 - Arquitetura/formas de organização:
 - Determina a interligação entre os sistemas.

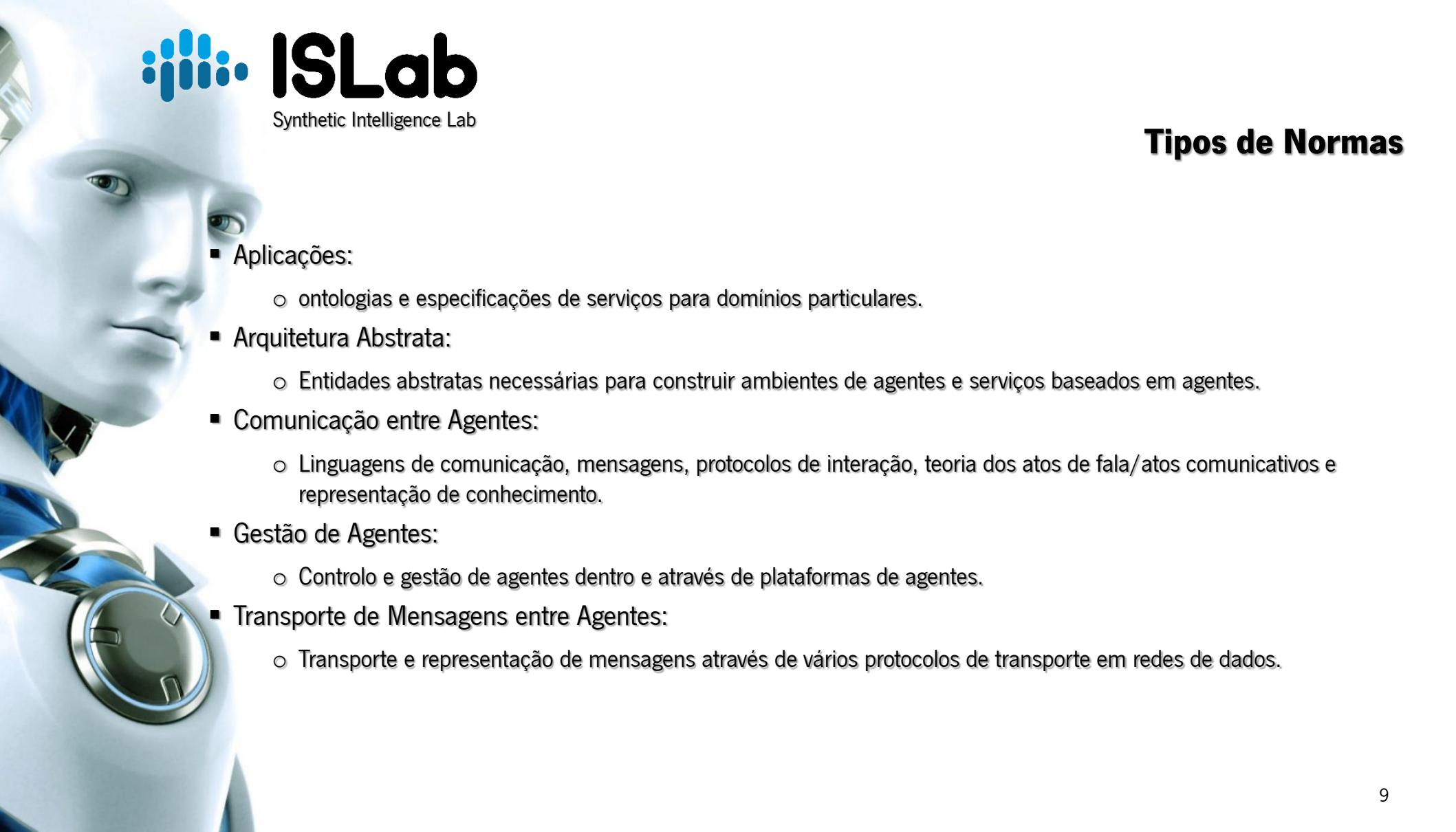


Foundation for Intelligent Physical Agents

- A FIPA é uma organização internacional que se dedica a promover a indústria dos agentes inteligentes, através do desenvolvimento de especificações abertas que suportam a interoperabilidade entre agentes e a computação baseada em agentes.
- A FIPA disponibiliza os resultados das suas atividades a todos os interessados em contribuir para o estabelecimento de normas internacionais;
- Desde 2005 que integra o IEEE, transformando-se numa das suas comissões para a definição de *standards*.
- <http://www.fipa.org/>



Tipos de Normas

- 
- Aplicações:
 - ontologias e especificações de serviços para domínios particulares.
 - Arquitetura Abstrata:
 - Entidades abstratas necessárias para construir ambientes de agentes e serviços baseados em agentes.
 - Comunicação entre Agentes:
 - Linguagens de comunicação, mensagens, protocolos de interação, teoria dos atos de fala/atos comunicativos e representação de conhecimento.
 - Gestão de Agentes:
 - Controlo e gestão de agentes dentro e através de plataformas de agentes.
 - Transporte de Mensagens entre Agentes:
 - Transporte e representação de mensagens através de vários protocolos de transporte em redes de dados.

Importância de uma Arquitetura Abstrata

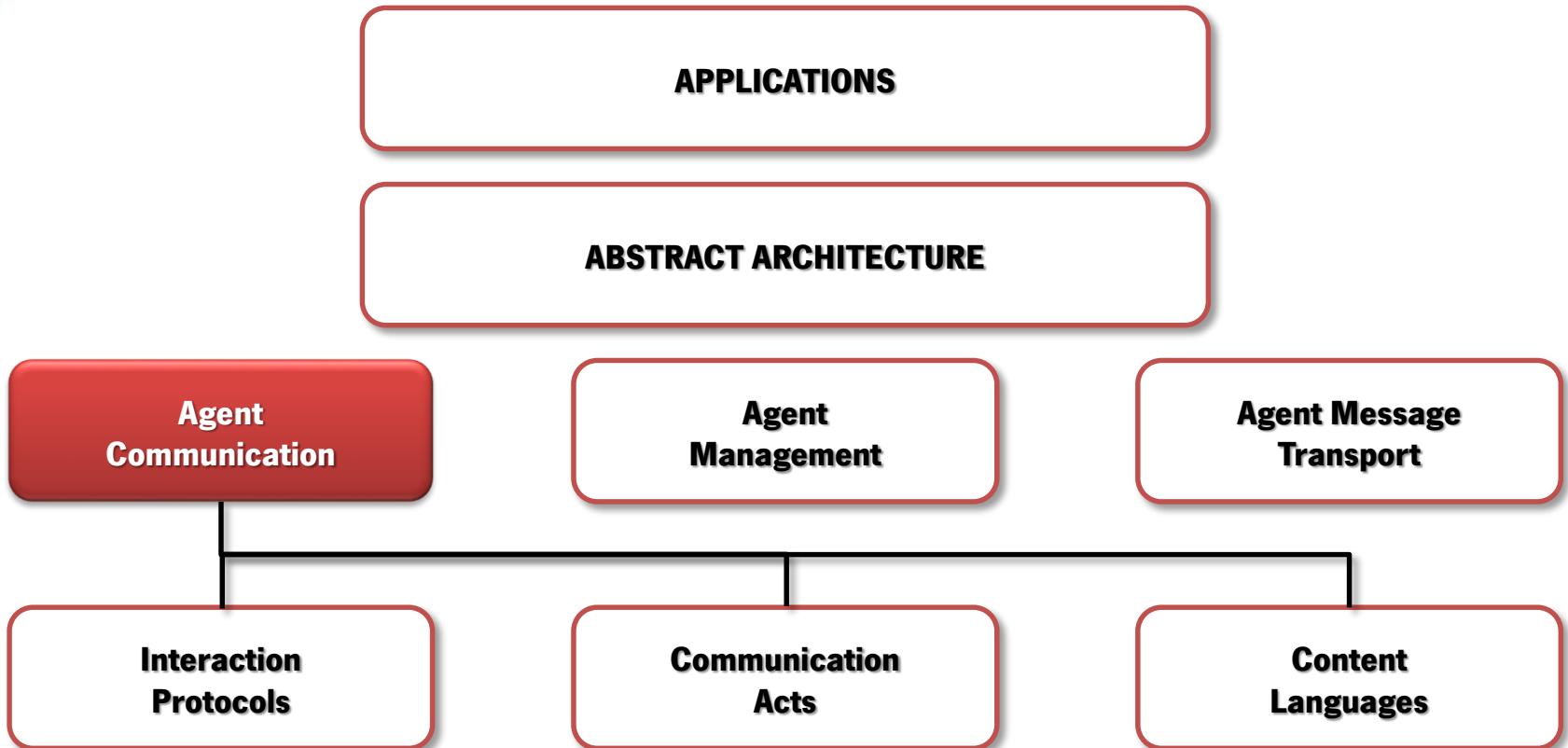
- Interoperabilidade/reutilização:
 - Necessidade de identificar os elementos da arquitetura que têm de ser codificados.
Se 2 ou mais sistemas usam tecnologias diferentes para atingir um determinado propósito, sendo necessário identificar as características comuns das diferentes abordagens.
 - As Arquitecturas Abstratas são especificações abstratas que podem ser formalmente relacionadas com qualquer implementação válida.
 - Dado que a arquitetura abstrata permite a criação de múltiplas realizações concretas, tem de fornecer mecanismos para permitir a interoperação destas realizações.



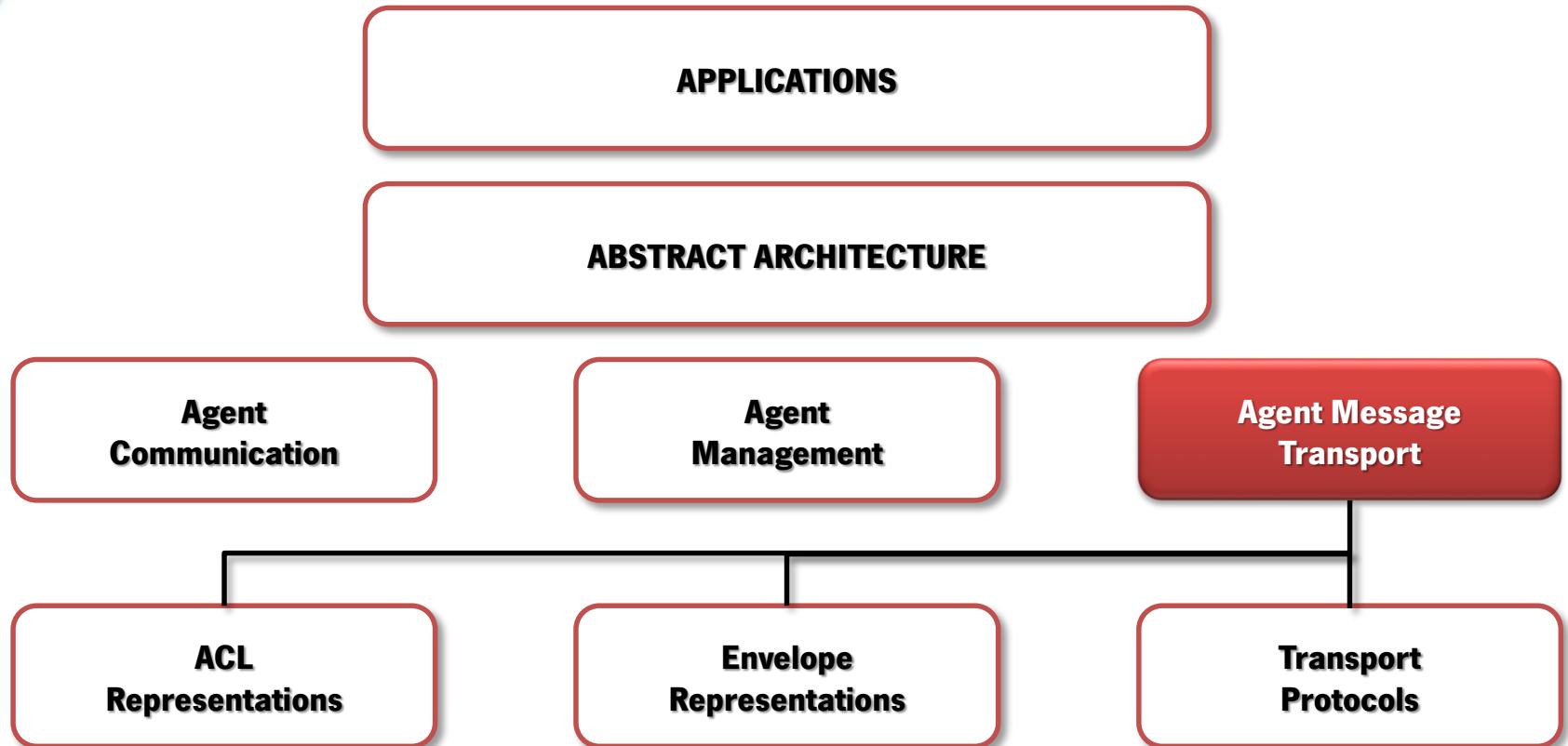
Elementos da Arquitetura Abstrata FIPA

- Agentes e Serviços
- Agentes e Diretórios de Serviços
- Elementos da Arquitetura
- Modelo de Informação dos Agentes
- Identidade e Segurança

Comunicação entre Agentes

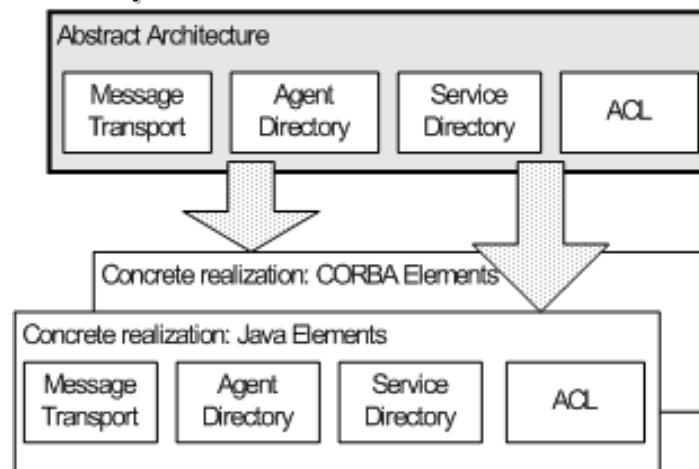


Transporte de Mensagens



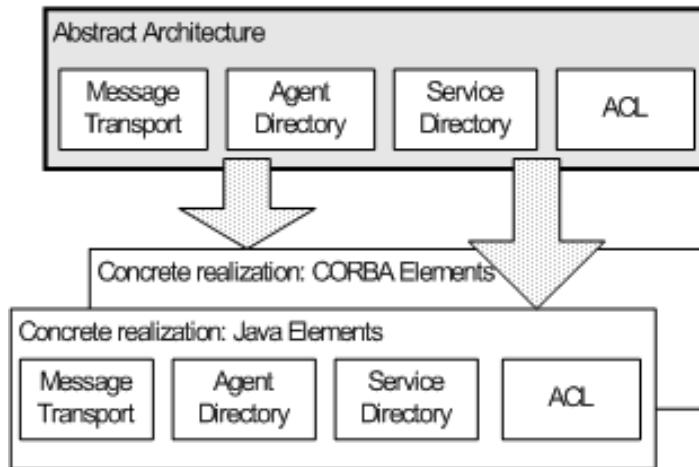
Âmbito da Arquitetura FIPA

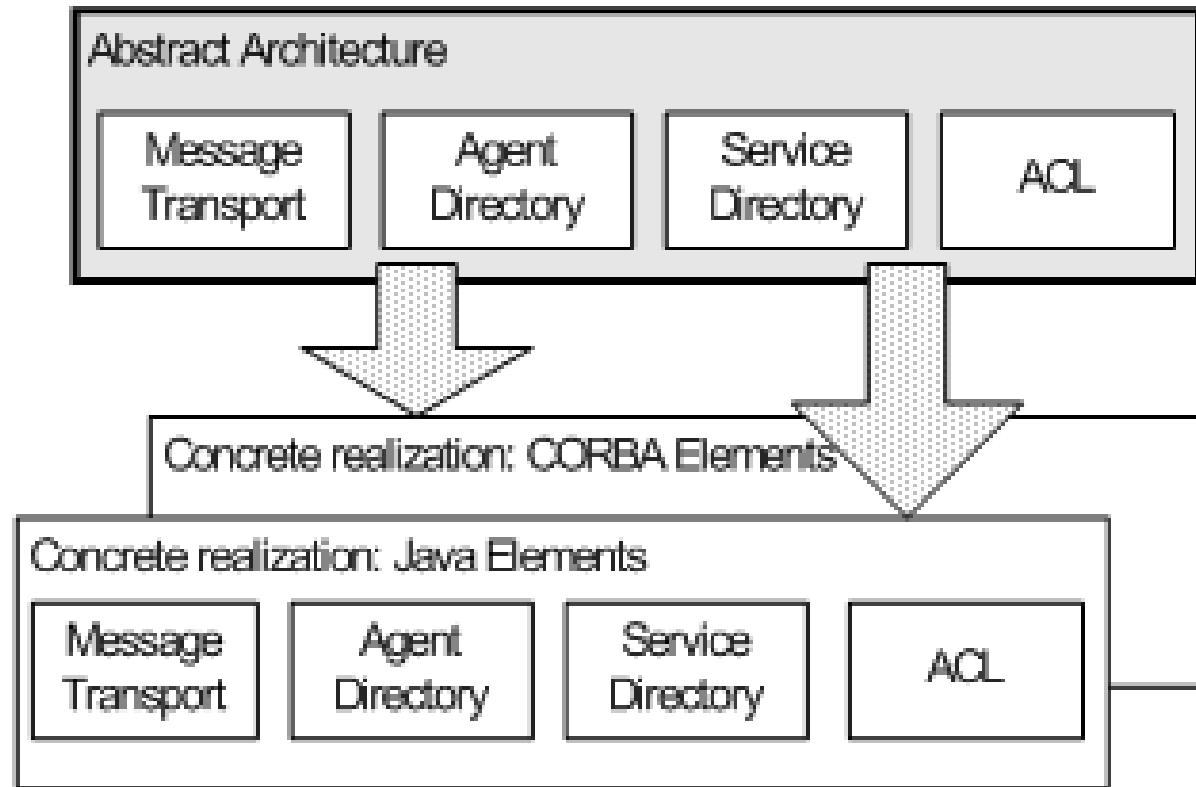
- Um modelo de serviços e de descoberta de serviços disponíveis para os agentes e outros serviços;
- Interoperabilidade do transporte de mensagens;
- Suporte de várias formas de representação ACL – *Agent Communication Language*;
- Suporte de várias formas da linguagem de conteúdo;
- Suporte de várias representações de diretórios de serviços.



A Arquitetura Abstrata assegura a Interoperabilidade

- Para a Arquitetura Abstrata é essencial assegurar a interoperabilidade entre agentes:
 - Gerir múltiplos esquemas de transporte de mensagens;
 - Gerir múltiplos esquemas de codificação de mensagens;
 - Localizar agentes e serviços através de diretórios especializados.
- A Arquitetura Abstrata evita explicitamente questões que tenham que ver com a estrutura interna dos agentes.





- 
- Os Agentes comunicam trocando mensagens que representam atos de fala e que são codificadas numa linguagem de comunicação de agentes (ACL);
 - Os Serviços oferecem suporte aos agentes:
 - Serviços de diretório de agentes
(agent-directory-services);
 - Serviços de transporte de mensagens
(message-transport-services);
 - Serviços de diretório de serviços
(service-directory-service);
 - etc.

Serviços de Diretório de Agentes

- O papel principal do serviço de diretório de agentes é proporcionar um local onde os agentes registam as suas descrições como entradas no serviço de diretório (*agent directory entries*). Outros agentes podem pesquisar as entradas no serviço de diretório para encontrar agentes com quem desejam interagir.
- Uma entrada no serviço de diretório é um tuplo <chave-valor> que consiste de pelo menos dois pares <chave-valor>:
 - Nome (*agent-name*): um nome global único para o agente;
 - Localizador (*agent-locator*): uma ou mais descrições de transporte (*transport-descriptions*);

Utilização dos Serviços de Diretório de Agentes

- 
- Registo de um Agente:
 - O agente A pretende publicitar que fornece um determinado serviço:
 - Liga-se a um ou mais transportes;
 - Constrói uma entrada do diretório de agentes e regista-a no serviço de diretório de agentes;
 - Descoberta de um Agente
 - Os agentes podem pesquisar o serviço de diretório de agentes para localizar outros agentes com os quais pretendam comunicar.

O Serviço de Diretório de Serviços

- 
- O serviço de diretório de serviços é análogo ao serviço de diretório de agentes:
 - Está orientado para a descoberta de serviços;
 - É possível usar os serviço de diretório de serviços para:
 - Registar os próprios serviços;
 - Procurar serviços de outros agentes;

- 
- Nos sistemas de agentes FIPA os agentes comunicam entre si através de mensagens;
 - Os 3 aspetos fundamentais da comunicação baseada em mensagens são:
 - A estrutura das mensagens;
 - A representação das mensagens;
 - O transporte de mensagens;

Normas FIPA referentes à comunicação

- Estrutura das Mensagens (norma 61)
- Serviço de Transporte de Mensagens (norma 67)
- Biblioteca de Atos Comunicativos (norma 37)

Estrutura das Mensagens

- Uma mensagem FIPA-ACL contém um conjunto de um ou mais elementos de mensagem;
- A determinação dos elementos necessários para uma comunicação eficaz varia conforme a situação;
- *Speech Act Theory*, Austin 1950;
- O único elemento que é obrigatório em todas as mensagens ACL é a *performative*, embora a maioria das mensagens também tenham os elementos *sender*, *receiver* e *content*.

Elementos das Mensagens FIPA ACL

Elemento	Categoria de Elemento
Performative	Tipo do ato comunicativo
Sender	Participante na comunicação
Receiver	Participante na comunicação
reply-to	Participante na comunicação
Content	Conteúdo da mensagem
Language	Descrição do Conteúdo
Encoding	Descrição do Conteúdo
Ontology	Descrição do Conteúdo
Protocol	Controlo da conversação
conversation-id	Controlo da conversação
reply-with	Controlo da conversação
in-reply-wiyh	Controlo da conversação
reply-by	Controlo da conversação

Transporte de Mensagens

- Cada agente tem uma ou mais descrições de transporte (*transport-descriptions*), que são usadas pelos outros agentes para lhe enviarem mensagens (*transport-messages*);
- Cada descrição de transporte indica uma forma possível de transporte da mensagem, como por exemplo IIOP, SMTP, ou HTTP;
- Um transporte é um mecanismo para transferir mensagens;
- O conjunto de descrições de transporte é guardado no tuplo *<agent-locator>* da entrada respetiva no serviço de diretório de agentes;

Exemplo de uma Descrição de Transporte

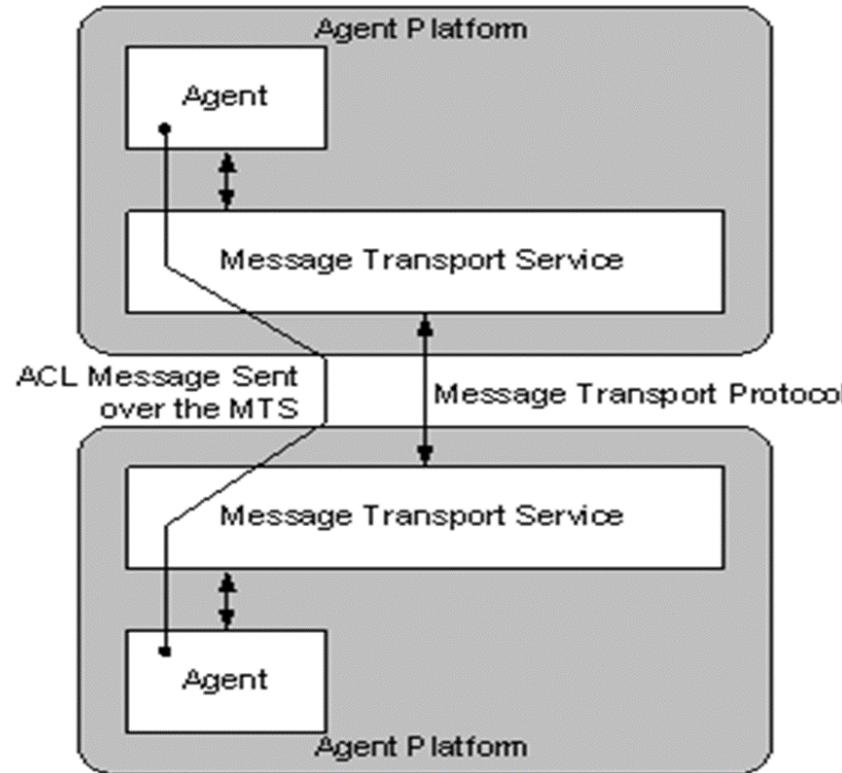
- Entrada de Diretório para o agente ABC:

- Agent-name:
 - ABC

- Agent-locator:
 - Transport-type Transport-specific-address Transport-specific-property
 - HTTP http://www.whiz.net/abc (none)
 - SMTP Abc@lowcal.whiz.net (none)

- Agent-attributes:
 - Attrib-1: yes
 - Attrib-2: yellow
 - Language: French, German, English

Modelo de Referência



Transporte de Mensagens

- O conteúdo das mensagens transportadas usando o MTS e o MTP.
- Modelo de referência para o transporte de mensagens entre agentes tem 3 níveis:
 - O Protocolo de Transporte de Mensagens (*Message Transport Protocol*- MTP) é usado para efetuar a transferência física de mensagens;
 - O Serviço de Transporte de Mensagens (*Message Transport Service* - MTS) é um serviço providenciado pela AP na qual o agente reside. O MTS suporta o transporte de mensagens FIPA ACL entre agentes em qualquer AP (*Agent Platform*) e entre agentes em diferentes APs;
 - A ACL (*Agent Communication Language*) permite representar o conteúdo das mensagens transportadas usando o MTS e o MTP.

Canal de Comunicação entre Agentes

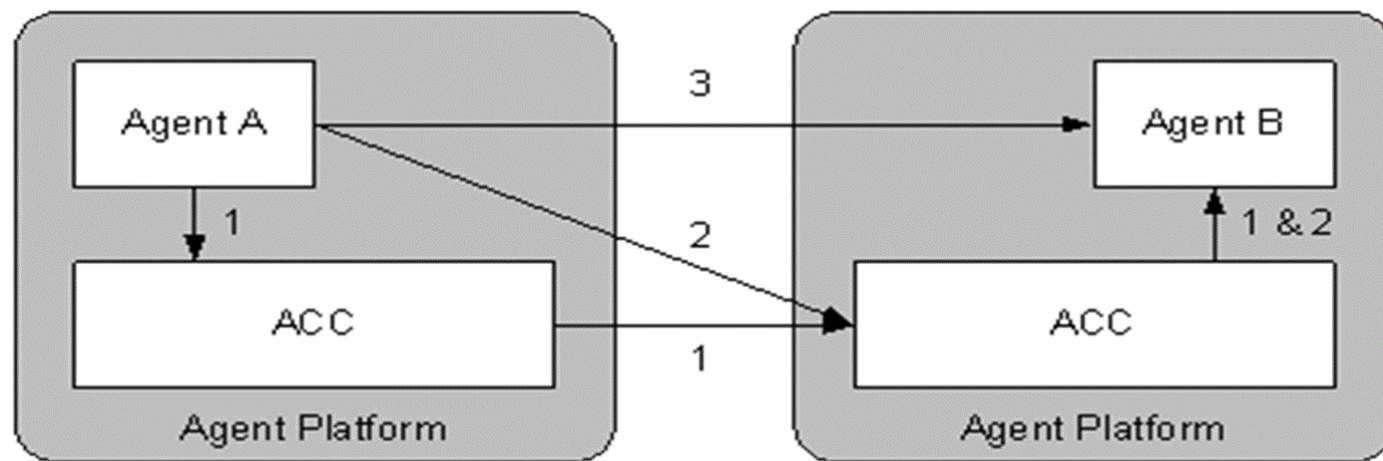
- O Canal de Comunicação entre Agentes (*Agent Communication Channel – ACC*) é a parte da AP que dá suporte ao Serviço de Transporte de Mensagens;
- O ACC pode aceder a informação fornecida por outros componentes da AP (tal como o AMS e o DF) para efetuar o transporte de mensagens;
- Um ACC só tem que ler o envelope da mensagem; não é necessário analisar o corpo da mensagem.

Interpretação do Envelope da Mensagem pelo ACC

Parâmetro	Descrição
to	Se o parâmetro :intended-receiver não estiver presente, a informação no parâmetro :to é usada para gerar o campo :intended-receiver para as mensagens que o ACC canaliza
from	Se necessário, o ACC devolve as mensagens de confirmação e de erro ao agente especificado neste parâmetro
comments	Nenhum
acl-representation	Nenhum; esta informação é para o destinatário da mensagem
payload-length	O ACC pode usar esta informação para otimizar a eficiência de processamento
payload-encoding	Nenhum; esta informação é para o destinatário da mensagem
date	Nenhum; esta informação é para o destinatário da mensagem
encrypted	Nenhum; esta informação é para o destinatário da mensagem
intended-receiver	O ACC usa este parâmetro para determinar para onde a instância da mensagem deve ser enviada. Se este parâmetro não for dado, então o primeiro ACC que receba esta mensagem deve gerar um parâmetro :intended-receiver usando o parâmetro :to
received	Um novo parâmetro :received é adicionado ao envelope por cada ACC por onde a mensagem passa.
transport-behaviour	Se existir, o ACC tem de entregar a mensagem de acordo com os requisitos de transporte especificados neste parâmetro. Se estes requisitos não forem compreensíveis ou não puderem ser respeitados, o ACC gera um erro

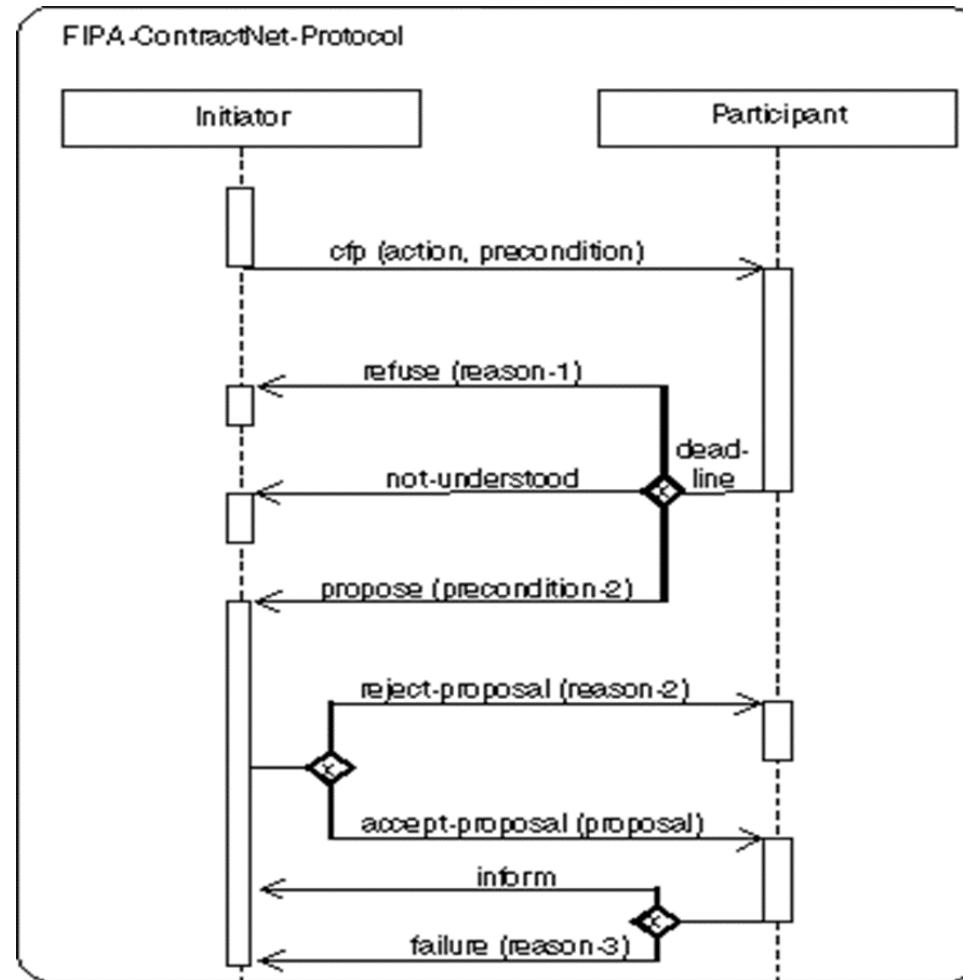
Envio de Mensagens usando o MTS

- Quando um agente quer enviar uma mensagem para outro que reside numa AP remota, tem 3 possibilidades:



- 
- AML (Odell 2000) é uma extensão do UML para o desenvolvimento de sistemas baseados em agentes;
 - O UML é insuficiente para a modelação de agentes e sistemas multi-agente:
 - Os Agentes são entidades autónomas;
 - Os Objetos são controlados do exterior;
 - Em sistemas multiagente, os agentes agem frequentemente em colaboração com outros agentes com quem estabelecem relações de interdependência.
 - O AML dá algum suporte à programação orientada para agentes, permitindo, nomeadamente, especificar Protocolos de Interação entre agentes.

Exemplo



- 
- As normas FIPA são implementadas por uma variedade de organizações, que criaram plataformas de desenvolvimento de sistemas multi-agente, respeitando as normas FIPA.
 - Agent Development Kit
 - April Agent Platform
 - Comtec Agent Platform
 - FIPA-OS
 - Grasshopper
 - JACK Intelligent Agents
 - JADE
 - JAS (Java Agent Services API)
 - LEAP
 - ZEUS

- 
- O JADE – *Java Agent Development Framework* é uma ferramenta de desenvolvimento de *software* baseado em sistemas multi-agente;
 - As aplicações produzidas em JADE são conformes aos standards FIPA;
 - O JADE inclui dois produtos principais:
 - uma plataforma de agentes que respeita os standards FIPA;
 - um ambiente de programação para desenvolver agentes em JAVA.

- O JADE tem mecanismos para se ligar a outros ambientes de *software* e outras ferramentas JAVA.
 - JESS (<http://www.jessrules.com/jess/index.shtml>)
 - Protégé (<http://protege.stanford.edu/>)
 - JDBC (Java Database Connection), permite estabelecer ligações SQL a qualquer base de dados.
 - WADE - Workflows and Agents Development Environment.
 - JADEX (<http://jadex.informatik.uni-hamburg.de/>)

Recursos Eletrônicos

- Foundation for Intelligent Physical Agents
 - <http://www.fipa.org>
- Sistemas Disponíveis
 - <http://www.fipa.org/resources/livesystems.html>
- JADE - Java Agent DEvelopment Framework
 - <http://jade.tilab.com>



Referências

- Wooldridge M., An Introduction to Multiagent Systems, John Wiley & Sons, ISBN 0 47149691X, 2002.
- d'Inverno M., Luck M., Understanding Agent Systems, Springer, ISBN: 978-3540407003, 2003.
- Bellifemine F., Caire G., Greenwood D., Developing Multi-Agent Systems with JADE, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0470057476, 2007.
- Filipe J., Interoperabilidade em Sistemas Multi-Agente, Instituto Politécnico de Setúbal, 2008.
- Odell, J., H.V.D. Paranak, and B. Bauer, “Extending UML for Agents,” in Proc. of the Agent-Oriented Information Systems Workshop at the 17th National conference on Artificial Intelligence, G.W. Yves Lesperance, and Eric Yu, Eds, pp. 3-17, 2000 .
- Cervenka R., Trencansky I., The Agent Modeling Language - AML: A Comprehensive Approach to Modeling Multi-agent Systems , Springer, ISBN 9783764383954, 2007.

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Normas FIPA

Foundation for Intelligent Physical Agents

Paulo Novais, Filipe Gonçalves
Mestrado Integrado em Engenharia Informática
Mestrado em Engenharia Informática
Perfil SI :: Agentes Inteligentes