

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Ciência da Computação

“Autonomic Networking”

Fabrício Aguiar Silva

Thais Regina de Moura Braga

{fasilva,thaisrb}@dcc.ufmg.br



Sumário

- ◆ Definição, Motivações, Objetivos, Inspiração
- ◆ Elementos Chave
- ◆ Como Funciona Atualmente
- ◆ Níveis de Evolução
- ◆ Requisitos de Implementação
- ◆ Elemento Autônômico (EA)
- ◆ Utilizando Políticas



Sumário

- ◆ Desafios
- ◆ *Frequently Asked Questions* (F.A.Q.)
- ◆ Iniciativas Empresariais
- ◆ E as Redes de Sensores Sem Fio?
- ◆ Conclusões

Definição

- ◆ **Autonomic Computing (Computação Autônoma):**
 - Abordagem para o auto-gerenciamento de sistemas computacionais que utiliza um mínimo de interferência humana
 - Qualquer tipo de Hardware (ex.: disco, CPU) ou Software (ex.: banco de dados, SOs)
 - Focar na automação das partes de um sistema não será suficiente
 - E a comunicação entre as máquinas?



Definição



Autonomic Networking

- É uma instância da Computação Autônômica
- Elementos de rede e as próprias redes são vistas como sistemas computacionais autônômicos

Motivações





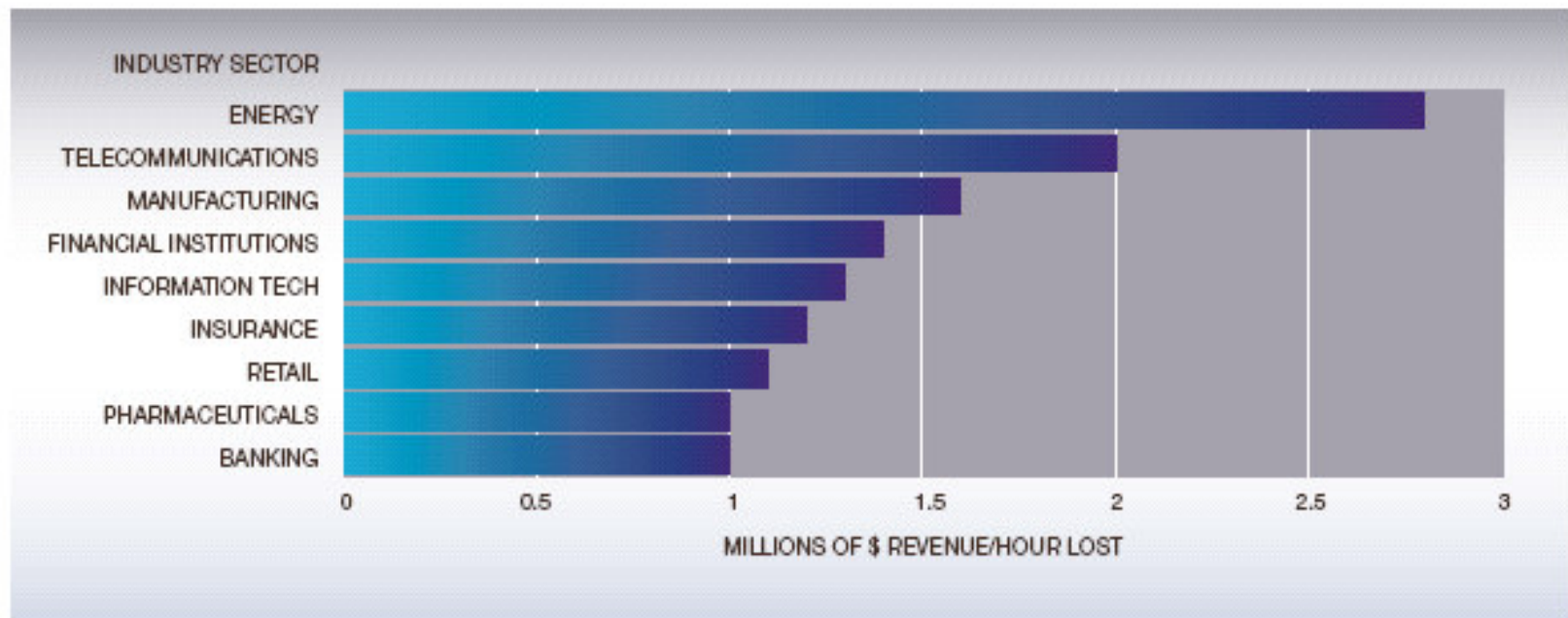
Motivações



- ◆ Aumentar ROI (*Return On Investment*)
- ◆ Aumentar QoS (*Quality of Service*)
- ◆ Acelerar tempo de implementação de novas capacidades
- ◆ Diminuir tempo de instalação, ciclos de teste e erros

Motivações

Figure 1 Downtime: Average hourly impact



Data from *IT Performance Engineering and Measurement Strategies: Quantifying Performance Loss*, Meta Group, Stamford, CT (October 2000).

Objetivos

- ◆ Aumentar produtividade e diminuir complexidade para usuários
- ◆ Construir sistemas online 24/7
- ◆ Ajuste e preparação de recursos
 - tratamento eficiente das cargas de trabalho
- ◆ Antecipar necessidades
- ◆ Foco no negócio e não na infra-estrutura computacional

Objetivos

Nós éramos (somos) assim....



By courtesy of]

[The American Telephone and Telegraph Co.

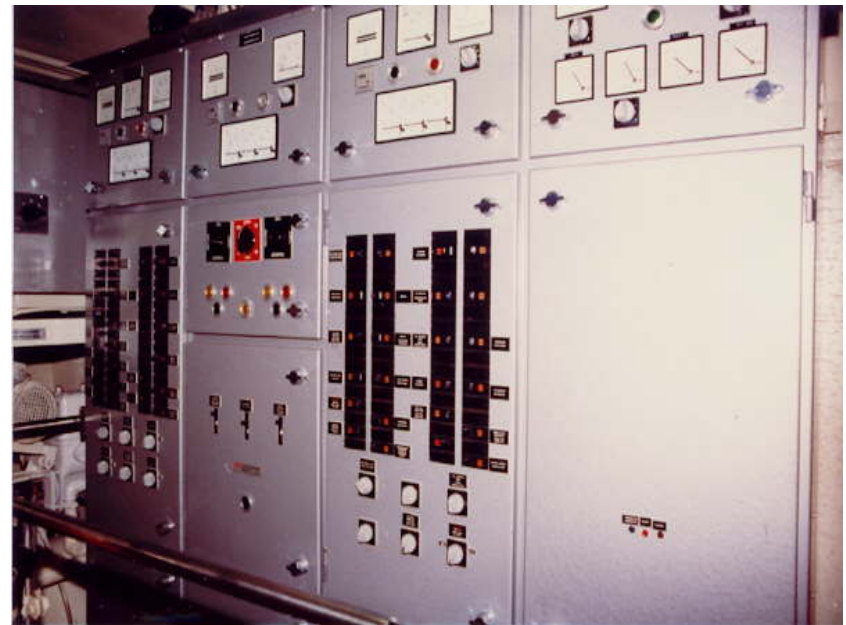
A LONG-DISTANCE TELEPHONE EXCHANGE.

Radio-telephone switchboard circa 1930. From the left the first four stations are to London, the next Ship to Shore, Buenos Aires, and Rio de Janeiro.



Objetivos

...e agora somos (seremos) assim!



Objetivos

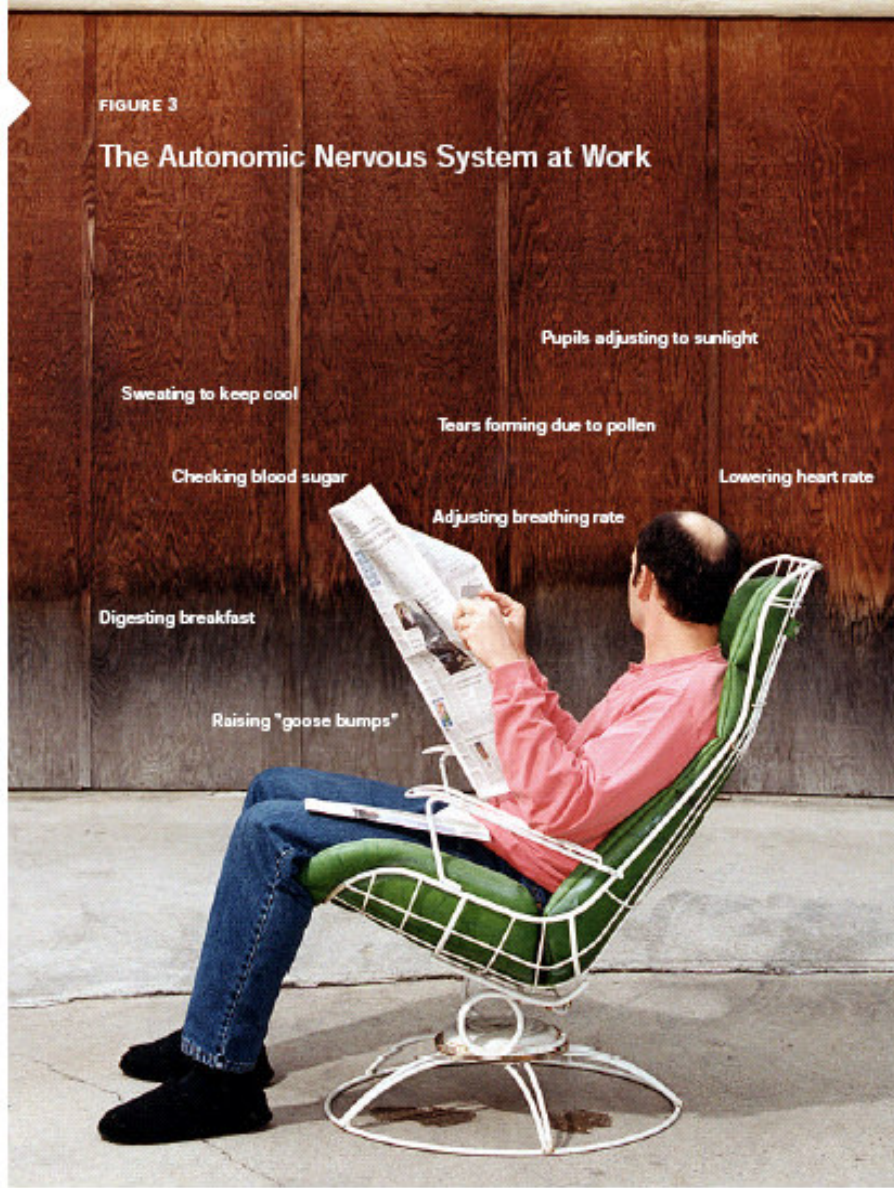
- ◆ Atualmente, existem centenas de milhares de vagas para profissionais de TI não preenchidas, somente nos EUA
 - ◆ A demanda por profissionais de TI experientes deve crescer acima de 100% nos próximos 6 anos
- Paul Horn – IBM Senior Vice-president*
- ◆ Mas nós vamos perder nossos empregos?

Inspiração

- ◆ Sistema nervoso autonômico
 - Cuida das funções vitais do corpo, mesmo diante de várias e diferentes condições externas
 - Mantém constante o estado interno
 - Prepara o corpo para as tarefas do momento
 - Faz todas as tarefas sem nenhum reconhecimento ou esforço consciente das pessoas

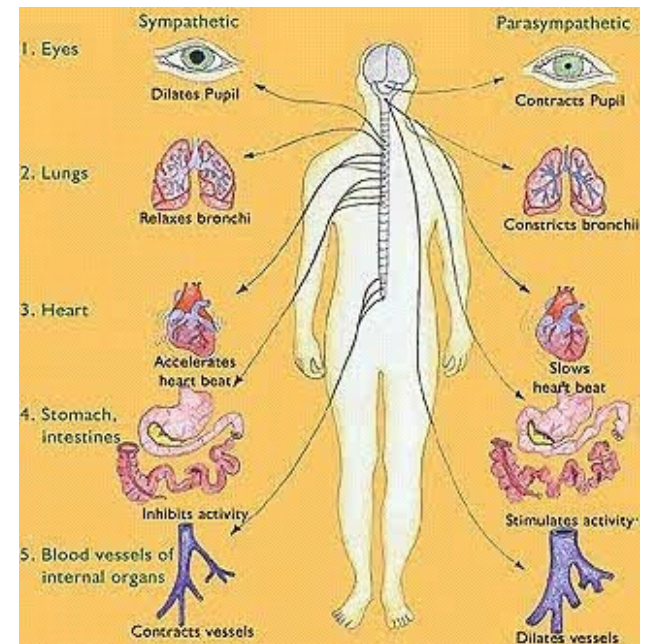
FIGURE 3

The Autonomic Nervous System at Work



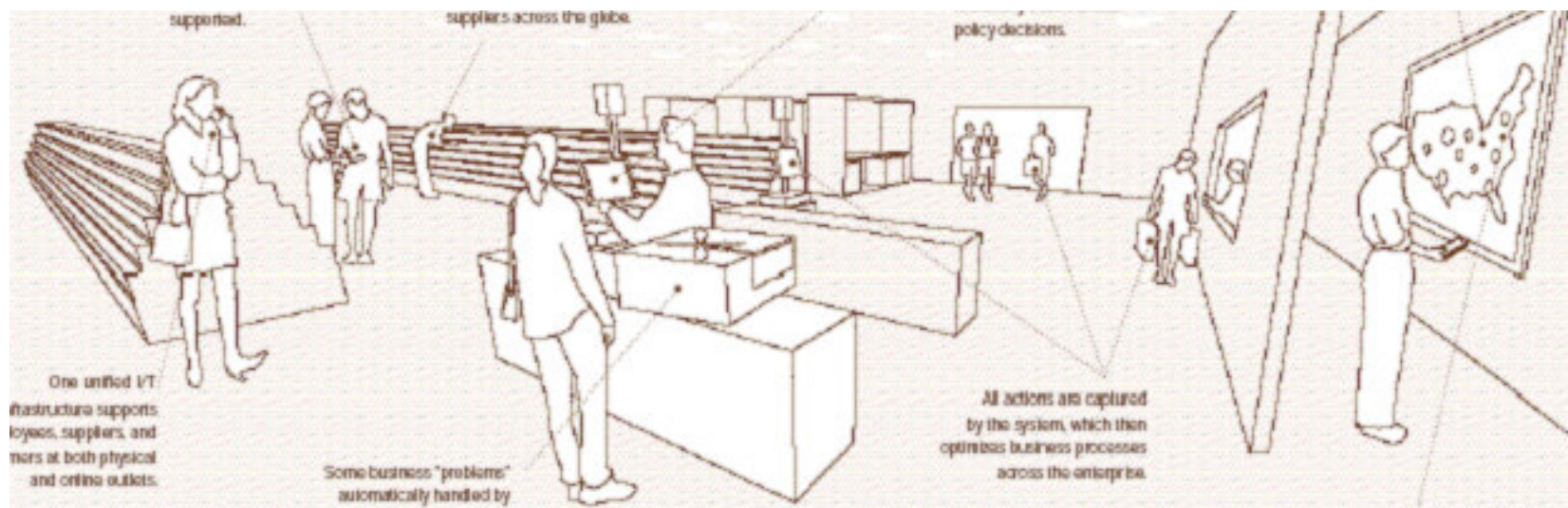
“Don’t think about it – no need to. I’ve got it all covered !”

Autonomous nervous system



Exemplo de utilização I

Uma **grande loja de varejo** com centenas de corredores, uma rede de estoques, frota de entrega, serviços de empregados, serviço de *call center* para clientes, interfaces Web e muito mais – um sistema de computação autônômica gerencia todos estes sistemas de TI distintos (e quase independentes) como se fossem um só e provê funcionalidades *time-sensitive* integradas, assim como acesso “sempre disponível” através de interfaces Web.





Elementos Chave

- ◆ 1 – Para ser autônômico, um sistema computacional deve “se conhecer” – e ser composto por componentes que também possuam um identidade de sistema.
 - Palavra-chave: **self-knowledge**



Elementos Chave

- ◆ 2 – Um sistema computacional autonômico deve se configurar e reconfigurar em condições variáveis e imprevisíveis.
 - Palavra-chave: **self-configuration**



Elementos Chave



- ◆ 3 – Um sistema autonômico sempre procura maneiras de otimizar seus trabalhos.
 - Palavra-chave: **self-optimization**

Elementos Chave

- ◆ 4 – Um sistema computacional autônomo deve executar algo similar à cura – ele deve estar apto para recuperar-se de rotinas e eventos extraordinários que podem causar mal funcionamento em algumas de suas partes.
 - Palavra-chave: **self-healing**



Elementos Chave



- ◆ 5 – Um mundo virtual não é menos perigoso do que um mundo físico, portanto um sistema computacional autônomo deve ser um especialista em auto-proteção.
 - Palavra-chave: **self-protection**



Elementos Chave

- ◆ 6 – Um sistema computacional autonômico conhece seu ambiente e o contexto que cerca suas atividades, agindo de acordo com ele.
 - Palavras-chave: **self-awareness, self-adapting**



Elementos Chave

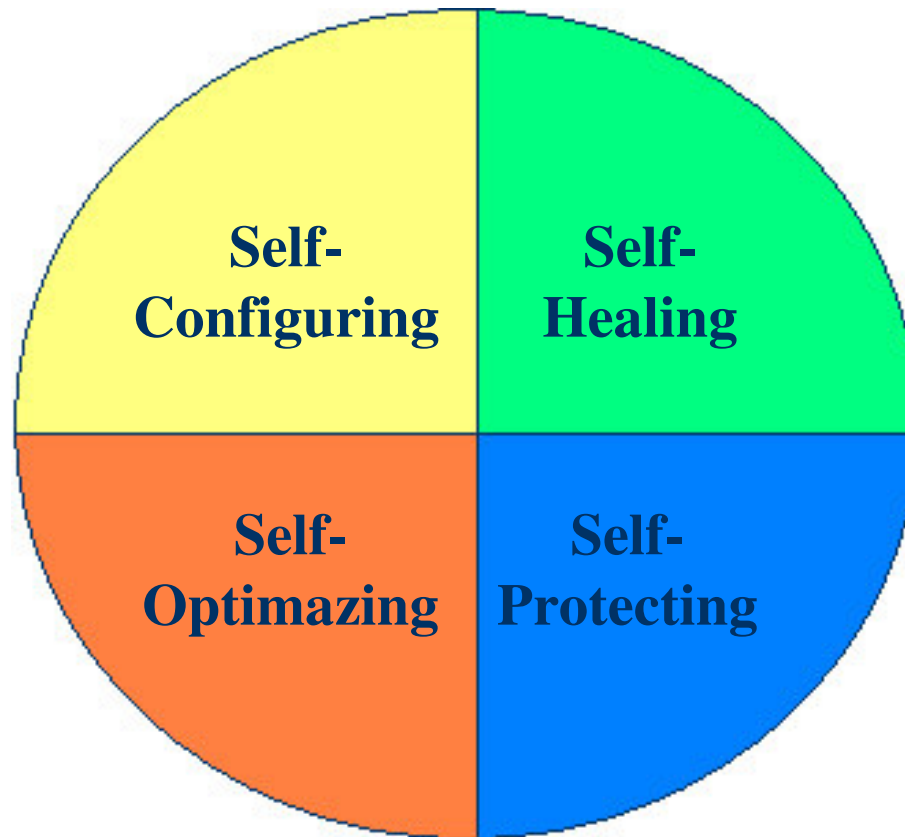
- ◆ 7 – Um sistema computacional autonômico não pode existir em um ambiente hermético.
 - Palavra-chave: **open standards**



Elementos Chave

- ◆ 8 – Um sistema computacional autônomo antecipará os recursos de otimização necessários, enquanto mantém sua complexidade escondida.
 - Palavras-chave: **anticipation, support**

Componentes de sistemas auto-gerenciados



Níveis de Evolução

“An Evolution, not a Revolution”

◆ **Nível 1 – Básico**

- Cada elemento é gerenciado independentemente

◆ **Nível 2 – Gerenciado**

- Utilização de tecnologias de gerenciamento de sistemas para coleta de informações

Níveis de Evolução

“An Evolution, not a Revolution”

◆ **Nível 3 – Preditivo**

- Uso de tecnologias de correlação
- Reconhecimento de padrões
- Prevê a configuração ótima e indica ações a serem tomadas pelo administrador

Níveis de Evolução

“An Evolution, not a Revolution”

◆ **Nível 4 – Adaptativo**

- Sistemas automaticamente tomam as ações corretas
- SLAs guiam as ações dos sistemas

◆ **Nível 5 – Autônômico**

- Operação do sistema é governada por políticas e objetivos de negócio
- Usuário monitora o processo ou altera objetivos

Níveis de Evolução

Figure 2 Evolving to autonomic operations

| BASIC LEVEL 1 | MANAGED LEVEL 2 | PREDICTIVE LEVEL 3 | ADAPTIVE LEVEL 4 | AUTONOMIC LEVEL 5 |
|--|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • MULTIPLE SOURCES OF SYSTEM GENERATED DATA • REQUIRES EXTENSIVE, HIGHLY SKILLED IT STAFF | <ul style="list-style-type: none"> • CONSOLIDATION OF DATA THROUGH MANAGEMENT TOOLS • IT STAFF ANALYZES AND TAKES ACTIONS | <ul style="list-style-type: none"> • SYSTEM MONITORS, CORRELATES, AND RECOMMENDS ACTIONS • IT STAFF APPROVES AND INITIATES ACTIONS | <ul style="list-style-type: none"> • SYSTEM MONITORS, CORRELATES, AND TAKES ACTION • IT STAFF MANAGES PERFORMANCE AGAINST SLAS | <ul style="list-style-type: none"> • INTEGRATED COMPONENTS DYNAMICALLY MANAGED BY BUSINESS RULES/POLICIES • IT STAFF FOCUSES ON ENABLING BUSINESS NEEDS |
| | <ul style="list-style-type: none"> • GREATER SYSTEM AWARENESS • IMPROVED PRODUCTIVITY | <ul style="list-style-type: none"> • REDUCED DEPENDENCY ON DEEP SKILLS • FASTER AND BETTER DECISION MAKING | <ul style="list-style-type: none"> • IT AGILITY AND RESILIENCY WITH MINIMAL HUMAN INTERACTION | <ul style="list-style-type: none"> • BUSINESS POLICY DRIVES IT MANAGEMENT • BUSINESS AGILITY AND RESILIENCY |
| MANUAL | | | | AUTONOMIC |

From *IBM Global Services and Autonomic Computing*, IBM White Paper, October 2002; see <http://www-3.ibm.com/autonomic/pdfs/wp-igs-autonomic.pdf>.



Como Funciona Atualmente

- ◆ A maior parte dos sistemas e redes em particular se encontram nos níveis 1 e 2
- ◆ Todas as decisões devem ser elaboradas e/ou tomadas por seres humanos
- ◆ Profissionais se sentem mais sobrecarregados com o sistema computacional das empresas do que com seus negócios

Requisitos de Implementação

“This is bigger than any single IT company”

- ◆ Padronização
- ◆ Elaboração de protocolos específicos
- ◆ Avanços tecnológicos:
 - Gerenciamento baseado em políticas
 - Algoritmos adaptativos
 - Gerenciamento de cargas heterogêneas

Elemento Autônômico (EA)

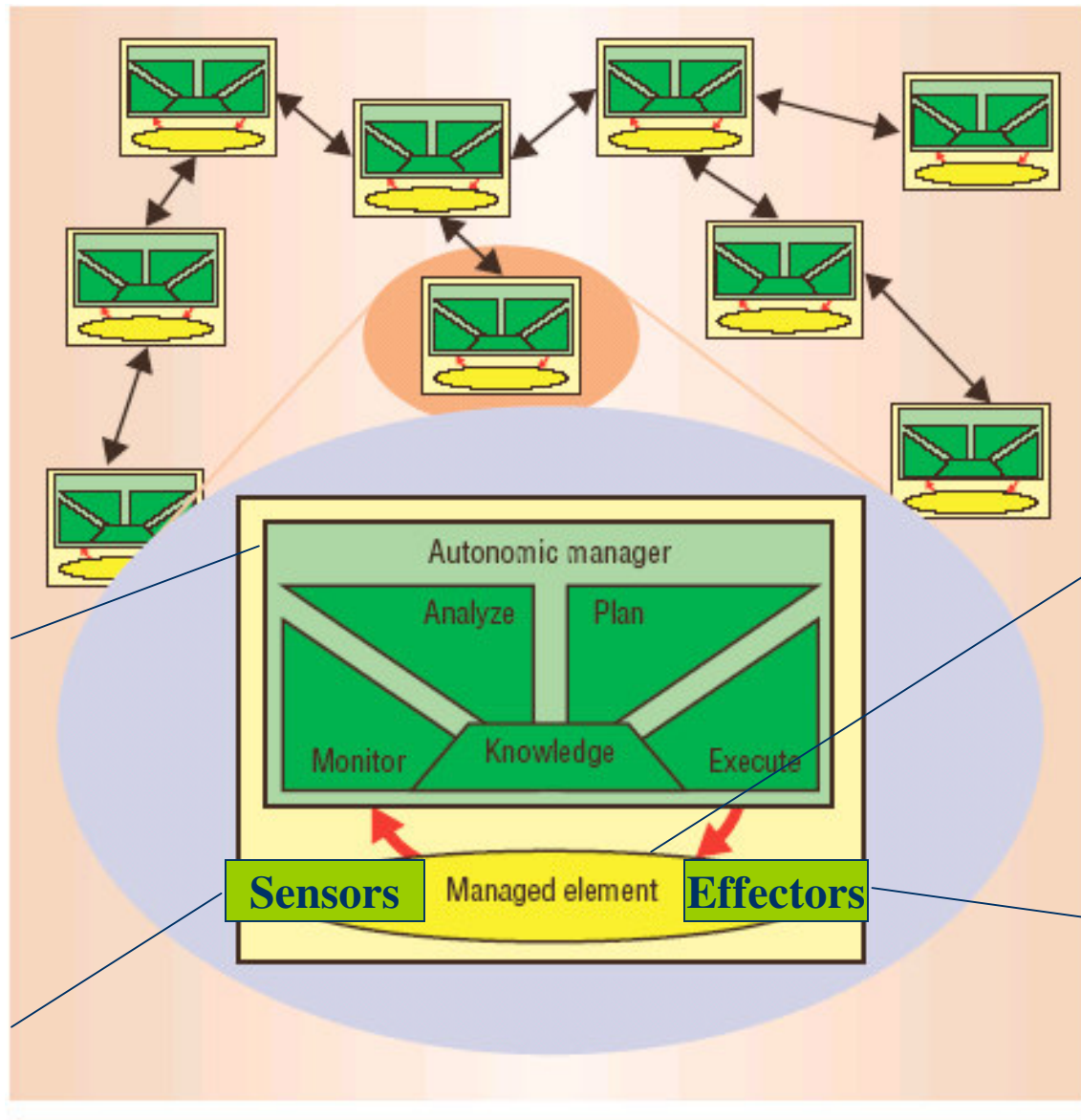
- ◆ Sistemas individuais que contém recursos e provê serviços para humanos ou outros EAs
- ◆ Compõe os sistemas autônômicos
- ◆ Gerenciam seu comportamento interno e relacionamento com outros EAs de acordo com políticas estabelecidas por humanos ou outros elementos

Elemento Autônômico (EA)

- ◆ Aspectos importantes:
 - Tolerância a falhas
 - Dinamismo
 - Flexibilidade
 - Autonomia, pró-atividade
 - Consumidor X Provedor de serviços
- ◆ Laço de controle contínuo MAPE: monitora, analisa, planeja e executa

Único gerente representa e controla o(s) elemento(s) gerenciado(s)

Monitora sistema ou componentes



1 ou mais elementos gerenciados

Age de acordo com resultado do Sensor

Figure 2. Structure of an autonomic element. Elements interact with other elements and with human programmers via their autonomic managers.

Ciclo de Vida de um EA

É importante que um EA gerencie seu ciclo de vida!

Projeto, teste e verificação

Instalação e configuração

Monitoração, determinação e recuperação de problemas

Otimização e atualização

Desinstalação ou substituição

Relacionamento entre EAs

- ◆ Especificação
 - *Input e Output services*
- ◆ Localização
 - Localização dinâmica de outros elementos
 - Busca pelos *Input services*
- ◆ Negociação
 - Negociação para obtenção de serviços
 - Desenvolvimento de estratégias
 - Padronização

Relacionamento entre EAs

- ◆ Provisão
 - Provisão de recursos internos de um EA para outro
- ◆ Operação
 - EAs operam segundo os acordos negociados
 - Monitoração para garantir que acordo está sendo honrado
- ◆ Terminação
 - Término do serviços, EAs concordam em finalizar acordos

Utilizando Políticas

“Policy-driven computing is the brains of an autonomic system”

- ◆ Conjunto de considerações projetadas para guiar decisões no curso das ações
- ◆ Definem objetivos e limites que governam as ações dos EAs
- ◆ Visão: humanos provêm políticas de negócio, abstraindo-se de como elas serão efetivamente implementadas



Desafios

- ◆ Modelos e abstrações de comportamento
- ◆ Teoria de aprendizado e otimização
- ◆ Teoria de negociação
- ◆ Modelagem estatística automatizada
- ◆ Padronização de conceitos, teorias, protocolos,
- ◆ Tratamento de especificações incompletas de domínios



Desafios



- ◆ Políticas
 - Definição
 - Correlação
 - Segurança
 - Validação
 - Distribuição
 - Padronização

Desafios

- ◆ Detecção e resolução de conflitos
- ◆ Integração de novos elementos
- ◆ Geração automática de *Thresholds*
- ◆ Construir e utilizar bases de conhecimento
- ◆ Lidar com a natureza dinâmica e multi-tarefa dos sistemas autônômicos
- ◆ Desenvolver técnicas de proteção contra ataques



Desafios

- ◆ Desenvolver *benchmarks* para propriedades de auto-gerenciamento
- ◆ Criar novas linguagens e metáforas que permitirão que humanos monitorem, visualizem e controlem sistemas autônômicos

IBM – F.A.Q.

- ◆ P.: Computação Autônômica não é o mesmo que criar máquinas inteligentes?
 - Resp.: Se “máquina inteligente” significa uma que possua poderes cognitivos humanos, a resposta é não. Mas se o significado for de um sistema que pode adaptar, aprender e conduzir tarefas previamente realizadas por humanos, então a CA envolve esta idéia.

IBM – F.A.Q.

- ◆ P.: A Computação Autônômica substitui IA?
 - Resp.: Não. A computação Autônômica não requer a duplicação do pensamento consciente humano como objetivo final.
- ◆ P.: Quando os sistemas autônômicos estarão disponíveis?
 - Resp.: Verdadeiros sistemas autônômicos estão muito distantes de serem construídos, mas no curto prazo, funcionalidades autônômicas aparecerão em servidores, discos e softwares.

IBM – F.A.Q.

- ◆ P.: Como será um mundo baseado na computação autônômica?
 - Resp.: A intervenção humana em tarefas associadas ao gerenciamento de sistemas parecerá tão arcaico e desnecessário quanto pedir para que um operador ajude na realização de uma chamada telefônica hoje em dia

Iniciativas Empresariais

- ◆ As principais empresas de TI têm trabalhado bastante para fazer que seus nomes sejam sinônimo de auto-gerenciamento.
- ◆ IBM
 - Computação Autônoma
 - Pioneirismo
 - Grupos de pesquisadores
 - Funcionalidades autônomas em alguns de seus produtos



Iniciativas Empresariais

◆ HP

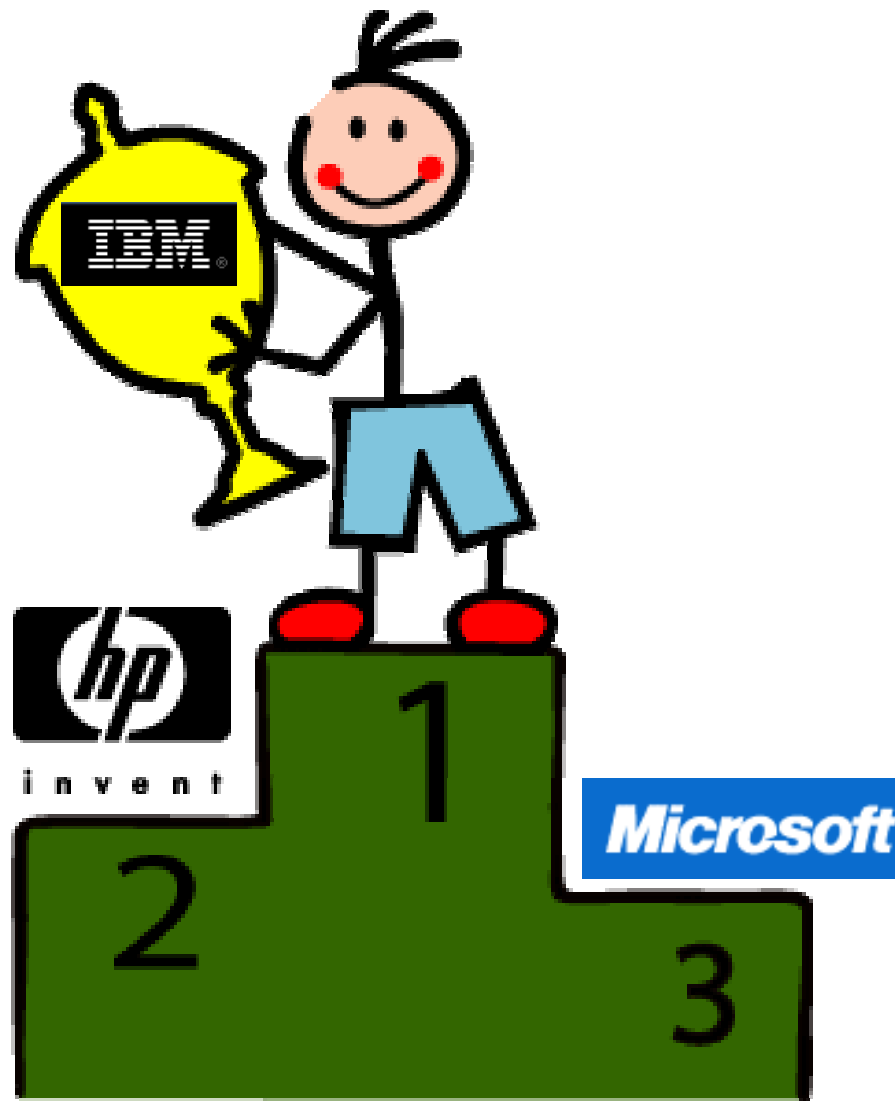
- Adaptive Enterprise
- Um importante e competente segundo colocado



◆ Microsoft

- Dynamic Systems Initiative (DSI)
- Está um pouco afastada da “grande visão”
- Seus produtos não podem gerenciar softwares de outras empresas







E as Redes de Sensores sem Fio?

- ◆ Redes com características bastante particulares
- ◆ Grande número de aplicações em ambientes inóspitos ou hostis
- ◆ Autonomic Networking será frequentemente a única forma de gerenciar as RSSFs

E as Redes de Sensores sem Fio?

◆ Arquitetura Manna

- Auto-gerenciamento de RSSFs
- Baseada no paradigma de computação autônômica
- Provê serviços e funções que podem ser executados de forma automática
- Propõe uma nova dimensão de gerenciamento, a qual considera as características da RSSFs

Conclusões

- ◆ Fantasia ou Realidade?
 - *“The information technology industry loves to prove the impossible possible” - Paul Horn – IBM Senior Vice-president*
 - A indústria de TI terá que, de alguma forma, lidar com a complexidade dos sistemas atuais
 - Grandes empresas têm investido muito na idéia da computação autônômica

Bibliografia

- ◆ *“IBM Manifesto”* – Paul Horn
- ◆ *“The Vision of Autonomic Computing”* – Jeffrey O. Kephart and David M. Chess – IEEE Computer Society
- ◆ *“The Dawning of the Autonomic Computing Era”* – A.G. Ganek and T.A. Corbi – IBM Systems Journal
- ◆ *“Research Challenges of Autonomic Computing”* - Jeffrey O. Kephart – 27th International Conference on Software Engineering, 2005
- ◆ www.ibm.com/autonomic



Dúvidas ?



“The best measure of our success will be when our costumers think about the functioning of computing systems about as often as they think about the beating of their hearts ”

*Paul Horn
Senior Vice-president IBM*