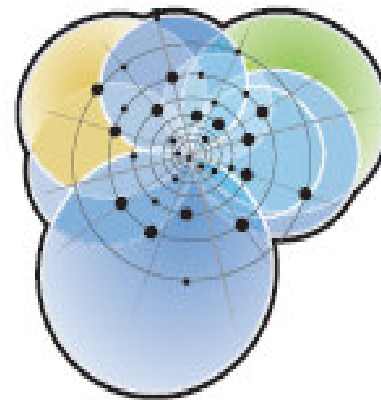


# Ultra-Large-Scale Systems - The Software Challenge of the Future

Raoni Kulesza  
raoni@larc.usp.br



# Agenda

- Introdução a sistemas de ultra-larga escala (ULE)
- Características de sistemas ULE
- Desafios de sistemas ULE
- Áreas de Pesquisa
- Considerações Finais
- Referências

# Introdução

- Seminário baseado no relatório do Instituto de Engenharia de Software (do inglês, *Software Engineering Institute - SEI*) da Universidade de Carnegie Mellon [SEI\_ULS].
- Estudo encomendado pelo Departamento de Defesa Americano (DDA):
  - *Dado os problemas/desafios atuais da Engenharia de Software, como construir sistemas no futuro que possuirão bilhões de linha de código?*
- Vários pesquisadores importantes na área de, Engenharia de Software (p.e.: Linda Northrop, Richard Gabriel, D. Schmidt, G. Kiczales, K. Sullivan)

# Introdução

- Objetivo do DDA é dominância da informação (DI):
  - *Superioridade na geração, manipulação e uso da informação suficientemente para possibilitar ao proprietário dominância militar [LIBICKI97].*
  - *Nível de informação superior que permite o detentor usar sistemas de informação e táticas para obter vantagem operacional em conflitos e ao mesmo tempo esconder essa vantagem [FM100-6].*

# Introdução

- Característica essencial de DI é a adaptação contínua;
- Atualmente, DDA utiliza vários sistemas de sistemas (SdSs): *Global Information Grid (GIG)*, *Army Future Combat System (FCS)* e *FORCEnet*;
- No futuro é previsto o avanço/integração desses sistemas: sistemas de ultra-larga escala – ULE (do inglês, *Ultra-Large-Scale Systems*).
- A partir do aumento da escala, tudo muda. (*Scale change everything*).

## Conceito de sistemas ULE

- Aumento dos sistemas atuais em todas as dimensões;
- Conjunto de particularidades inexistentes na maioria dos sistemas atuais;
- Parecido com a Web, mas com objetivos diferentes (segurança, não crítico)

## Conceito de sistemas ULE

- Em ULE o problema central é o software (34% do *Standish Group CR, 2003*).
- Necessidade de evolução na engenharia de software:
  - Não com avanço na pesquisa atual, mas com uma nova visão (multidisciplinar): ecossistemas sócio-técnicos.
  - Nível de complexidade similar a cidades

# Características de sistemas ULE

- Principal característica é o tamanho
- Algumas características de SdSs:
  - Independência de elementos
  - Desenvolvimento evolutivo
  - Comportamento emergente
  - Distribuição geográfica
- Forma de gerenciamento “bate” com o conceito de “virtual systems” de Mark Maier
  - Ausência de autoridade central de gerenciamento



# Características de sistemas ULE

- O relatório define mais 7 características que permitem melhor entendimento dos problemas técnicos:
  - Descentralização;
  - Requisitos diversificados, desconhecidos e conflitantes
  - Evolução e implantação contínua
  - Elementos heterogêneos, inconsistentes e mutantes
  - Ruptura entre o limite homem-sistema
  - Falhas são normais
  - Aquisição e operação são simultâneas
- Questiona práticas e hipóteses de abordagens tradicionais e atuais da Engenharia de Software

# Questionamentos

- Todos os conflitos podem ser resolvidos e de forma uniforme.
- Requisitos são conhecidos previamente e mudam pouco na existência do sistema.
- Políticas de utilização são estáveis.
- Pessoas são meros usuários do sistema.
- O comportamento coletivo não tem importância.
- Interações sociais não são relevantes.

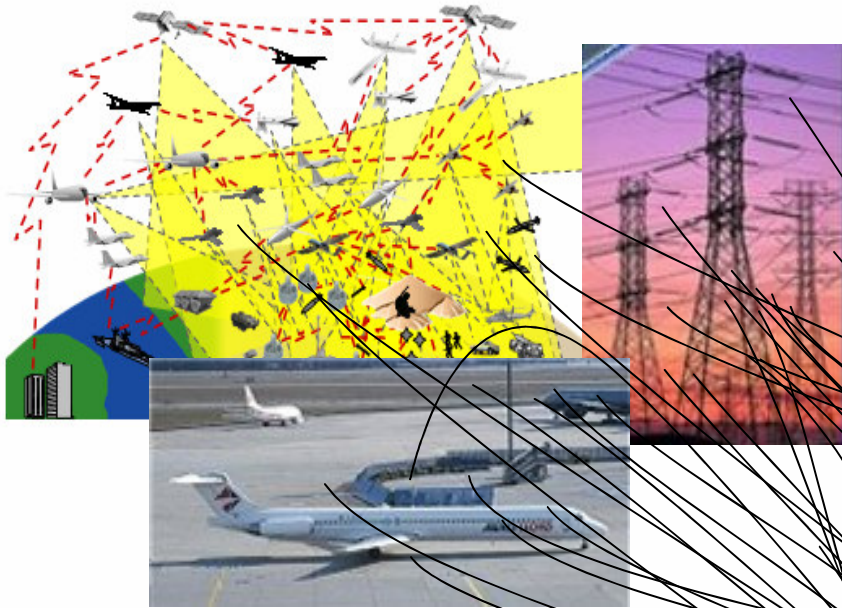
# Questionamentos

- Melhorias no sistema são introduzidas num intervalo discreto.
- O efeito de uma mudança pode ser previsível.
- Informação de configuração são precisas e controladas.
- Componentes e usuários são homogêneos.
- Falhas ocorrem raramente.
- Defeitos podem ser removidos.
- Um contrato principal define desenvolvimento, operação e evolução do sistema.

# Desafios de sistemas ULE

- Separados em três grandes áreas:
  - Evolução e Projeto
  - Orquestração e Controle
  - Monitoração e Avaliação (*Assessment*)
- Primeiro item mais relacionado a desenvolvimento de software adaptativo
- Segundo e terceiro itens, mais relacionados a infra-estrutura e gerenciamento de sistemas

# Desafios de sistemas ULE (Exemplo) [BALASU06]



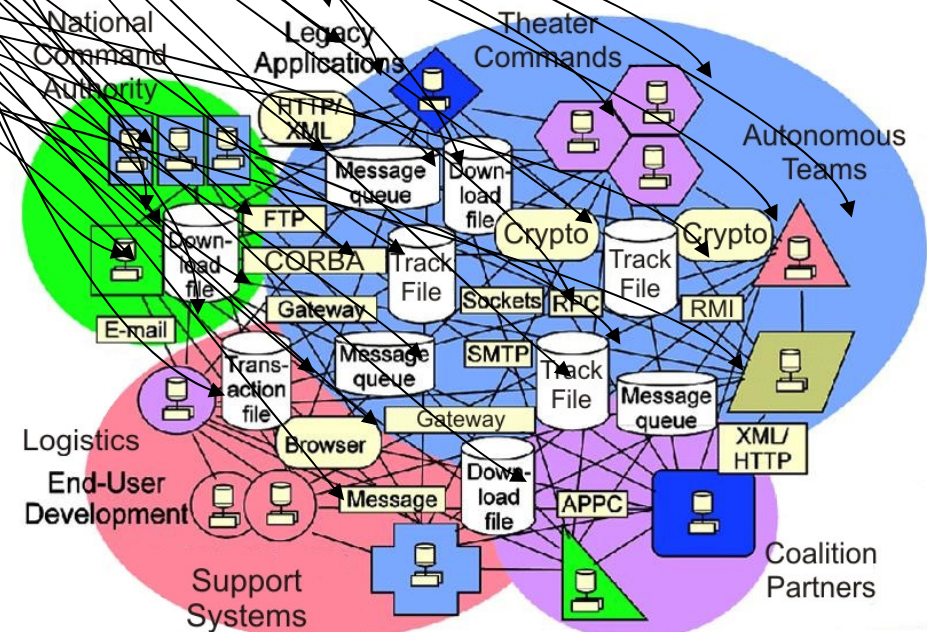
## Características do **domínio**

- Baseado em rede, dinâmico, vários sistemas de grande de escala
- Demandas simultaneas de QoS
- Heterogeneo, Complexo e integração crescente e automática de diferentes domínios de aplicação

## Características da **tecnologia/solução**

- Evolução e Mudanças Contínuas
- Plataforma, linguagens, ferramentas altamente heterogeneas (inclusive com sistemas legados)

**Mapear domínio para solução é complexo**



# Áreas de Pesquisa

- Define uma agenda para 7 áreas de pesquisa (objetivo de plantar sementes):
  - ① Interação Humano-Computador
  - ② Emergência (*emergence*) Computacional
  - ③ Projeto
  - ④ Engenharia Computacional
  - ⑤ Infra-estrutura para sistemas adaptativos
  - ⑥ Qualidade de Adaptabilidade e Previsibilidade de Sistemas
  - ⑦ Políticas, Aquisições e Gerenciamento

# Relação Desafios/Áreas de Pesquisa

Áreas de Pesquisa	Evolução e Projeto	Orquestração e Controle	Monitoração e Avaliação
Interação Humano Computador	●	●	
Emersão Computacional	●	●	
Projeto	●		
Engenharia Computacional	●		
Infra-estrutura para sistemas adaptativos		●	●
Qualidade de Adap. e Prev. de Sistemas	●	●	●
Políticas, Aquisições e Gerenciamento	●	●	

# Interação Humano-Computador

- Modelagem de Usuários e Comunidades de Usuários
- Colaboração social não-competitiva
- Longevidade
- Computação ciente de contexto
- Entendimento de Usuários e seus contextos



# Emergência Computacional

- Algoritmos para projeto de mecanismos (teoria dos jogos)
- Metas-heurísticas em Engenharia de Software
- Evolução Digital de Software

# Projeto

- Projeto em todos os níveis
- Espaços e regras de projeto
- Valores econômicos para promover melhor projeto
- Representação e análise de projeto
- Assimilação
- Engenharia de Requisitos

# Engenharia Computacional

- Representação expressiva de linguagens
- Especificação, verificação e certificação em larga-escala
- Engenharia computacional para análise e projeto

# Infra-estrutura para sistemas adaptativos

- Gerenciamento de produção descentralizado
- Configuração e Implantação evolutiva
- Adaptação e Controle *in situ*
- Visualização de Evolução de forma gráfica

# Qualidade de Adaptabilidade e Previsibilidade de Sistemas

- Atributos de Qualidade, Adaptação e Robustez
- Métricas para requisitos de segurança
- Engenharia de Gestão
- Escalabilidade e Composição de Atributos de Qualidade
- Requisitos de Qualidade
- Atributos de Qualidade baseado em pessoas

# Políticas, Aquisições e Gerenciamento

- Definição e modelos de Políticas para sistemas ULE
- Aquisição Rápida para sistemas ULE
- Gerenciamento descentralizado sistemas ULE

# Considerações Finais

- ULE são sistemas onde pelo menos uma dimensão é de grande escala e utilizar técnicas do começo do século 21 para seu desenvolvimento é problemático;
- Devemos repensar conceitos, paradigmas e idéias da engenharia de software para tornar o desenvolvimento de software multidisciplinar;
- Apesar da rara existência de sistemas ULE atualmente, vários tópicos de pesquisa podem ser aplicados num contexto de desenvolvimento de software específico e diferente de ULE.

# Considerações Finais

- Apesar do relatório mapear demandas do DDA, é possível identificar linhas de pesquisa promissoras e independentes desse domínio;
- O relatório pode auxiliar num levantamento do estado da arte em desenvolvimento de software e novas áreas de pesquisa;
- Outros relatórios que mapeiam desafios não apenas no contexto de sistemas ULE, mas em todas as áreas de ciência de computação (por exemplo, [SBC06]) podem complementar estudo.



# Referências

- [SEI\_ULS] S. E. Institute, *Ultra-Large-Scale Systems: The Software Challenge of the Future*, Pittsburgh, 2006.
- [BALASU06]BALASUBRAMANIAN, J., GOKHALE, A., SCHMIDT, D. C. e ABDELWAHED, S. *Investigating Survivability Strategies for Ultra Large Scale Systems*, Proceedings of the NSF TRUST Project Winter Workshop, Washington, D.C, Janeiro, 2006
- [LIBICKI97]LIBICKI, M. C. Information Dominance, Washington DC: National Defense University, Institute for National Strategic Studies Strategic Forum Number 132, November 1997
- [FM100-6] *Field Manual 100-6 Information Operations*. Department of the Army, Washington, 1996. Disponível em: <<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fm100-6/index.html>> Acesso em: 16 de outubro de 2006.
- [SBC06] *Grandes Desafios da Computação no Brasil: 2006 - 2016* Sociedade Brasileira de Computação, 2006 Disponível em: <<http://www.sbc.org.br>> Acesso em: 05 de outubro de 2006.