

Uma abordagem orientada a serviços para sistemas de apoio às calamidades

Henrique C. Marques, José M. P. de Oliveira
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos, BRASIL
Email: [hmarques, parente]@ita.br

Abstract—As diversas calamidades pelas quais a humanidade tem passado produzem o desafio de buscarmos apoiar o nosso próximo de maneira eficiente e eficaz diante da escassez de recursos disponíveis nessas situações. A organização da ajuda humanitária é um ponto crucial no sucesso de cada operação e faz uso de sistemas de apoio à decisão para suporte ao processo. Como forma de proporcionar o apoio por meio de um arcabouço robusto e escalável, este artigo apresenta uma experimentação de construção de ontologias de domínio como ponto de partida para a criação de serviços semânticos onde a base de conhecimento é distribuída e poderá ser compartilhada entre os atores da ação humanitária. Uma ontologia bem estruturada e adaptável a cada situação poderá permitir que as informações relevantes sejam adquiridas em tempo hábil, proporcionando apoio às diversas organizações envolvidas no processo decisório, o que poderá ser a diferença entre a vida e a morte para as vítimas da calamidade.

Keywords—Interoperabilidade, Ontologia, Sistemas de Apoio à Decisão.

I. INTRODUÇÃO

As calamidades que a humanidade vem enfrentando nos últimos anos estão ocorrendo com maior frequência e os danos são incalculáveis principalmente devido às perdas de vidas humanas. Somente no primeiro semestre de 2010, observamos os terremotos no Haiti e Chile, as enchentes no Nordeste Brasileiro e os grandes desabamentos de encostas no Estado do Rio de Janeiro, provocados pela grande quantidade de chuvas em breve período de tempo. Como resultado das calamidades, muitas vezes não resta uma mínima infraestrutura para que o suporte às vítimas seja realizado de maneira eficiente e em tempo hábil no local de atendimento.

Parte dos serviços de apoio às vítimas é apoiada por sistemas informatizados cujo grande objetivo é permitir a articulação dos diversos times envolvidos, seja por meio da propagação de mensagens de solicitações ou pela atualização das bases de dados com locais atingidos, grupos de pessoas que necessitam de assistência, localização de recursos disponíveis, bases de apoio, donativos e etc. Em todas essas situações, as Forças Armadas Brasileiras têm sido utilizadas com uma estruturação diferente da convencional, que visava à preservação da Soberania Nacional.

Devido às novas necessidades de emprego, a Força Aérea Brasileira tem em sua doutrina uma estrutura voltada para ações de pronta-resposta em cenários de calamidades dentro e fora do Brasil.

No entanto, os sistemas informatizados existentes em seu acervo não contemplam o compartilhamento das informações

disponíveis, como as missões já realizadas, as que estão em andamento e as planejadas. Essas informações poderão auxiliar as equipes que necessitam ter melhor consciência situacional, bem como proporcionará um meio de acesso ao órgão central responsável pela organização da ajuda humanitária sobre os recursos alocados e os disponíveis com maior agilidade.

Para tanto, há que se desenvolver uma arquitetura de sistemas de Comando e Controle com o objetivo de facilitar a segmentação e compartilhamento das informações entre as organizações da Força Aérea Brasileira (FAB) e agências envolvidas no apoio às operações de ajuda humanitária. Assim sendo, o presente trabalho apresenta um experimento conduzido para a construção de ontologias e interoperabilidade de serviços semânticos no contexto de um arcabouço baseado na Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), voltado à ajuda humanitária.

O artigo está estruturado da forma que segue. A Seção II discorre sobre os desafios relacionados à interoperabilidade de sistemas. A Seção III descreve um arcabouço de Comando e Controle em desenvolvimento no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. A Seção IV aborda um estudo de caso sobre a construção de serviços para ajuda humanitária com base em ontologias de domínio e a Seção V aponta as conclusões e trabalhos futuros.

II. INTEROPERABILIDADE

Sistemas de apoio a decisão em ambientes de calamidade podem ser estruturados de diversas formas. Dependendo de quem é o coordenador geral das ações humanitárias a infraestrutura de suporte poderá ser totalmente estipulada por uma das organizações e adotada pelas demais ou ser uma colaboração entre os agentes que entram e saem a qualquer momento do cenário de calamidade.

Segundo o modelo de interoperabilidade apresentado por [1] e posteriormente refinado em [2], podemos encontrar sete níveis de interoperabilidade conceitual no modelo chamado LCIM - *Levels of Conceptual Interoperability Model*. Esse modelo descreve a interoperabilidade, segundo a visão dos idealizadores, de que o fluxo das informações, dos dados e dos metadados entre sistemas e organizações representa a verdadeira moeda da interoperabilidade.

Os sete níveis são os seguintes [2]:

- **Nível 0** (Nenhuma Interoperabilidade): Sistemas separados - nenhum dado é compartilhado.

- **Nível 1 (Interoperabilidade Técnica):** Uma infraestrutura de comunicações é estabelecida, redes e protocolos de comunicação são definidos de maneira não ambígua.
- **Nível 2 (Interoperabilidade Sintática):** Há um protocolo comum para estruturar os dados utilizados; o formato da troca de informações é definido de forma não ambígua.
- **Nível 3 (Interoperabilidade Semântica):** O significado dos dados é compartilhado por meio de um modelo de referência comum e o conteúdo das requisições das informações a serem trocadas são definidos de maneira não ambígua.
- **Nível 4 (Interoperabilidade Pragmática):** O significado dos dados e do contexto onde serão utilizados é compreensível pelos sistemas participantes e o contexto onde haverá a troca é definido de maneira não ambígua.
- **Nível 5 (Interoperabilidade Dinâmica):** Sistemas são capazes de compreender a mudança dos estados que ocorrem em cada restrição e assunções dos demais sistemas ao longo do tempo; assim, o efeito da troca das informações é definido de maneira não ambígua. (Importante em aplicações de Modelagem e Simulação).
- **Nível 6 (Interoperabilidade Conceitual):** Os modelos conceituais por trás dos dados em cada sistema são alinhados. Isto requer um modelo conceitual documentado como completamente especificado, mas implementado por modelos independentes.

Nos cenários onde a Força Aérea Brasileira tem participado ela fez uso de seu próprio sistema de Comando e Controle devido às restrições de infraestrutura e à indefinição de protocolos e redes. Pelo modelo LCIM, tal interoperabilidade está no nível 0, o que nos mostra a grande dificuldade a ser enfrentada por equipes que precisam colaborar em um ambiente não preparado como em situações de calamidade.

Entretanto, quando há interoperabilidade técnica (nível 1), para que haja um nível maior de interoperabilidade faz-se necessário que haja uma estruturação dos dados a serem compartilhados. Ainda assim, o conteúdo das mensagens e dados não é compreensível por todos os participantes, necessitando um modelo de referência para que não haja ambiguidade nas informações trafegadas entre sistemas.

Para a elevação dos níveis de interoperabilidade nas próximas gerações de sistemas, a serem construídos e adotados pela FAB, o grupo de Comando e Controle (C2) do Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) iniciou um trabalho de construção de um arcabouço chamado C2MANTICO. A fim de amenizar o impacto na adoção de protocolos e redes definidos por outras organizações, o grupo está adotando no arcabouço a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) por ser a abordagem que atualmente possui protocolos padronizados e bem consagrados em atividades afins.

Ao mesmo tempo em que SOA está sendo analisada, esta pesquisa está buscando um modelo de referência comum, a fim de alcançarmos a interoperabilidade semântica. Tal modelo é muitas vezes descrito como uma ontologia.

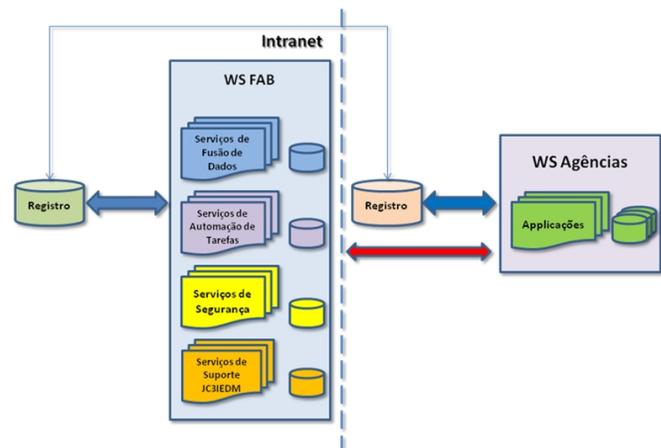


Fig. 1. Visão geral do arcabouço C2MANTICO

A. Ontologia

Segundo Gruber [3], uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação. Seu objetivo é a descrição de conceitos e suas relações, bem como as regras que restringem ou expandem tais relações dentro de um contexto.

Em termos práticos, uma ontologia define os conceitos relacionados aos dados em um determinado contexto. Assim, a palavra "Manga" existente em diferentes bases de dados pode ser claramente diferenciada entre a fruta (conceito Alimento) ou parte de uma roupa (conceito Vestimenta). Pode parecer algo simples, mas em termos de processamento de necessidades em um ambiente de calamidade será a diferença na solicitação de espaço extra em área de refrigeração de alimentos perecíveis ou em outro local de armazenagem de vestimentas.

A descrição de um domínio de conhecimento é uma preocupação da ciência chamada Engenharia de Ontologias que busca estruturar o conhecimento disponível em bases de dados distribuídas de maneira que haja uma melhor compreensão dos dados existentes.

Há vários métodos de construção de ontologias. Dentre eles podemos citar: Enterprise Ontology [4]; Toronto Virtual Enterprise Method (TOVE) [5]; Methontology [6]; e um apresentado pelo Dr. Alan Rector em [7].

III. ARCABOUÇO SEMÂNTICO

Como mencionado na seção anterior, o grupo de C2 do ITA está pesquisando um arcabouço baseado na Arquitetura Orientada a Serviços com foco nas operações de uma Força Aérea Componente, ou seja, fração de uma Força Aérea responsável por executar as ordens em um campo de batalha. Como as principais operações reais em que a FAB tem participado não são convencionais, mas de ajuda humanitária, a estrutura de Força Aérea Componente passa a ser reduzida e é estabelecida uma Força Aérea Numerada. Tal força possui praticamente a mesma estrutura, porém com redução de pessoal e mudança de escopo nas operações.

Com o objetivo de produzir um arcabouço que funcione em ambas as estruturas, o C2MANTICO está sendo desenvolvido em ambiente acadêmico por meio de pesquisas de mestrado e doutorado dos alunos de pós-graduação do PPGAIO.

A Fig. 1 apresenta uma visão de alto nível dos serviços a serem produzidos e disponibilizados para a interoperabilidade dos sistemas de C2 e sistemas de múltiplas agências que porventura estejam atuando em conjunto com a fração de Força Aérea em uma área de operações [8].

O arcabouço estabelece quatro grandes agrupamentos de serviços que são voltados à fusão de dados, à automação de tarefas, à segurança e ao suporte ao modelo de troca de dados chamado Joint Command, Control and Consultation Information Exchange Data Model (JC3IEDM) [9].

Os serviços de fusão de dados são aqueles a serem estabelecidos para a aquisição da consciência situacional a partir dos diversos dados disponíveis nos bancos da fração da Força Aérea. A partir de diversas técnicas, os serviços irão coletar e fusionar informações que darão suporte à decisão do comandante da fração, enquanto o delineamento e a construção do planejamento de nível tático serão realizados com o emprego dos serviços de automação de tarefa. Os serviços de segurança irão prover o controle de acesso dos serviços externos à rede operacional da fração, enquanto os serviços de suporte ao banco JC3IEDM serão os responsáveis pela integridade e atualização dos dados daquele banco.

Cabe ressaltar que o banco JC3IEDM está sendo utilizado em prol da interoperabilidade com outras forças armadas que já adotam o padrão definido pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), assim como pela orientação passada pelo Ministério da Defesa do Brasil no V Seminário de Comando e Controle realizado em 2009.

Mediante um repositório de registro de serviços internamente à fração da Força Aérea, com apontamento aos demais registros das agências governamentais e não governamentais, é que serão divulgadas os serviços disponíveis para a troca das informações a serem disponibilizadas durante as atividades de apoio humanitário.

O arcabouço está em desenvolvimento e pretendemos produzir um "release" utilizável em cada ano letivo, com a ajuda dos diversos alunos de pós-graduação atualmente envolvidos nas atividades de C2 no ITA. A arquitetura atual é resultado de pesquisas de outros trabalhos disponíveis na literatura, como [10] e [11], onde a arquitetura orientada a serviços tem sido empregada como suporte à interoperabilidade e o modelo de trocas JC3IEDM é utilizado como ponte para outras aplicações, principalmente à simulação das ordens emanadas pelos decisores da fração.

Assim, estamos validando não somente às propostas da literatura como também possibilitando a evolução de alguns conceitos ainda não amadurecidos em cada proposta, contribuindo para o estado da arte nesta área do conhecimento. Para tanto, foi estabelecido um estudo de caso como ponto de convergência dos trabalhos de pós-graduação na área de Comando e Controle do ITA.

IV. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso estabelecido é um cenário de alagamento da área do Vale do Itajaí, Santa Catarina, onde houve uma das maiores operações aéreas de apoio a uma calamidade [12]. Durante a operação, foi utilizada uma Força Aérea Numerada para auxiliar a Polícia Militar na coordenação dos vôos do aeroporto de Navegantes até as áreas onde havia vítimas. Também foi necessária a coordenação para um corredor aéreo de suprimentos para o transporte de donativos enviados de todo o Brasil.

Na época, não havia um sistema de coordenação para que a fração da Força Aérea pudesse receber diretamente as solicitações de apoio e nem para dar visibilidade às missões planejadas e os recursos disponibilizados para que outros setores pudessem identificar oportunidades de aproveitamento de missões de ajuda humanitária.

Dessa forma, durante um curso de Pós-Graduação, foi realizada uma série de atividades que visaram à construção de uma primeira interação dos serviços básicos do arcabouço.

A primeira atividade constou da construção da ontologia de domínio da calamidade, onde foi estabelecido o escopo da atividade. Os alunos foram divididos em quatro grupos e cada um estabeleceu uma ontologia completa, através dos métodos descritos na seção II. Ao final, houve a necessidade de integração das ontologias em uma única.

A ontologia unificada representou o esforço de todos os grupos em responder às questões de competência definidas pelo documento do escopo da atividade. Essa atividade foi conduzida sem a participação dos monitores, o que acarretou em um resultado que não foi a incorporação de todos os conceitos de todas as ontologias, mas apenas os conceitos que respondiam às questões de competência. Tal abordagem realizada pelos alunos impactou na progressão das atividades, pois os conceitos definidos na ontologia ficaram restritivos demais à incorporação de novos conceitos e à expansão futura da ontologia.

A partir de então, foi realizada uma reestruturação da ontologia de domínio, partindo dos conceitos dos alunos, porém realizando uma expansão para que conceitos mais abrangentes fizessem parte da ontologia e que pudessem mais tarde servir de ponte para outras ontologias ainda mais abrangentes. Para esse trabalho de reestruturação, foi escolhida a metodologia desenvolvida por Alan Rector [7] devido a sua proximidade com a linguagem OWL em sua especificação e pela estruturação bastante natural dos conceitos em frases explicativas (parafaseamento).

Além disso, a ontologia resultante não foi descrita como uma única ontologia, mas uma ontologia de topo que integrava várias ontologias menores. Tal abordagem é fruto de experimentações que comprovaram que a reutilização de pequenas ontologias, mais fáceis de serem gerenciadas com base em ontologias de topo, permite que sejam definidas relações entre conceitos das ontologias menores a partir da ontologia superior e que dão uma maior flexibilidade à construção do domínio.

Isso permite que relações entre conceitos de diferentes ontologias só existam no contexto definido. Assim, o contexto

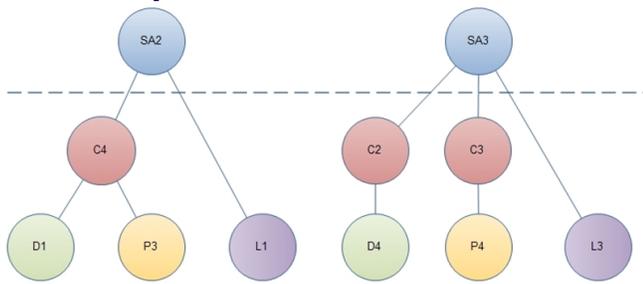


Fig. 4. Serviços construídos a partir da composição de serviços de entidade.

Legenda: SA2 e SA3 - Serviços de Solicitação de Apoio
 C2 a C4 - Serviços de Carga
 D1 e D3 - Serviços de Donativo
 P3 e P4 - Serviços de Pessoa
 L1 e L3 - Serviços de Local

de solicitação ou outro qualquer, sem a necessidade de construir toda uma aplicação para tal.

Dessa forma, a interoperabilidade é mantida e o contexto semântico disponibilizado para que outras agências possam rapidamente ter seus serviços disponíveis e aptos a fazerem parte de um contexto maior. Tal capacidade, no entanto, será restringida pelo repositório de registros utilizado e, também, da política de acesso definida pelos serviços de segurança ainda não definidos e construídos nesta interação do arcabouço.

A construção dos serviços foi realizada pelos alunos na linguagem Java, como serviços Web sintáticos, conforme ilustra a Fig. 5. Na próxima iteração, serão elevados a serviços semânticos e registrados em um repositório para a composição sintática e dinâmica de serviços.

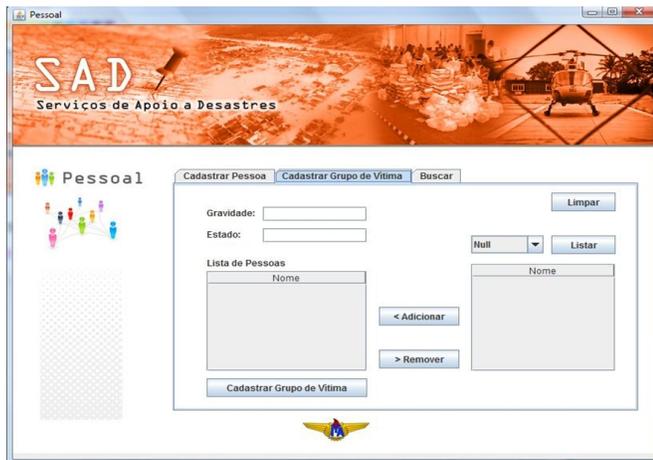


Fig. 5. Tela de serviços construída pelos alunos.

V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho é uma tentativa de promover a estruturação semântica de um ambiente de calamidade para que sistemas baseados na arquitetura SOA sejam construídos a partir de ontologias de topo, promovendo interoperabilidade e possibilidade de reuso dos serviços divulgados.

O contexto é o de uma fração de Força Aérea atuando como parte de um ambiente heterogêneo com múltiplas agências envolvidas na ajuda humanitária durante uma calamidade.

Para tal, propusemos a construção de uma ontologia de domínio durante atividades de sala de aula durante uma disciplina de pós-graduação no ITA, onde as enchentes ocorridas em Santa Catarina no ano de 2008 serviram de cenário para o delineamento de uma ontologia de domínio e de diversos serviços a serem construídos a partir dos conceitos e relações descritas.

A primeira iteração foi realizada com a obtenção de diversos serviços sintáticos de entidade e de tarefa, a serem descritos semanticamente em fase posterior.

As primeiras conclusões permitem inferir que as ontologias de topo flexibilizam a construção de diversos contextos a partir de ontologias menores, facilitando o reuso e a capacidade de alteração dos contextos com base nas diferentes relações e regras construídas sobre as ontologias integradas.

Embora os primeiros serviços sejam sintáticos, a composição necessária para o serviço de tarefa identificado já fez uso da própria descrição do conceito na ontologia ao qual se relaciona, facilitando a percepção dos serviços a serem utilizados e construídos para a consecução da tarefa.

O próximo trabalho é prosseguir na construção dos serviços do arcabouço de suporte, o C2MANTICO e a definição de políticas de acesso aos serviços a partir de nós externos à rede da fração da Força Aérea.

REFERENCES

- [1] A. Tolk and J. Muguira, "The levels of conceptual interoperability model (lcim)," in *Proceedings of the IEEE Fall Simulation Interoperability Workshop*, I. C. Press, Ed., 2003.
- [2] C. D. Turnitsa, "Extending the levels of conceptual interoperability model," in *Proceedings IEEE Summer Computer Simulation Conference*, I. C. Press, Ed., 2005.
- [3] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specifications," *Knowl. Acquis.*, vol. 5, no. 2, pp. 199–220, 1993.
- [4] M. Uschold, M. King, S. Moralee, and Y. Zorgios, "The enterprise ontology," *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 13, no. 1, pp. 31–89, 1998.
- [5] M. S. Fox, "The tove project towards a common-sense model of the enterprise," in *IEA/AIE '92: Proceedings of the 5th international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems*. London, UK: Springer-Verlag, 1992, pp. 25–34.
- [6] M. F. Lopez, A. G. Perez, and N. Juristo, "Methontology: from ontological art towards ontological engineering," in *Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium*, Stanford, USA, March 1997, pp. 33–40.
- [7] A. Rector. (2010, maio) Nota de aula do professor alan rector. [Online]. Available: <http://www.cs.man.ac.uk/rector/modules/cs646/Lecture-Handouts/Lect-2-Ontology-building-2007.pdf>
- [8] H. C. Marques, J. M. P. Oliveira, and P. C. G. Costa, "C2 framework for interoperability among an air component command and multi-agencies systems," presented at the 15th International Command and Control Research and Technology Symposium, June 2010.
- [9] T. M. I. P. (MIP). (2010) Jc3iedm information exchange model. [Online]. Available: https://mipsite.lsec.dnd.ca/Pages/WhatIsMIP_3.aspx
- [10] J. Pullen, M. Hieb, and S. Levine, "Using web service-based command and control to support coalition collaboration in c2 simulation," in *13th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Bellevue, WA, USA, 2008.
- [11] A. Frantz and M. Franco, "A semantic web application for the air tasking order," presented at the 10th International Command and Control Research and Technology Symposium: The Future of C2, June 2005.
- [12] (2010, maio) Defesa civil do estado de santa catarina. Defesa Civil. [Online]. Available: <http://www.desastre.sc.gov.br/>