

Manejo de Datos Adaptativos MAD

Marcelo Gilman
marcelo.gilman@gmail.com

Alejandro Juan Manuel Repetto
ajmrepetto@gmail.com

CIDESO, DGID / EST, IESE - Ejército Argentino

RESUMEN

El incesante avance de las redes de comunicaciones y la miniaturización de la informática hacen que la llamada computación ubicua no alcance límites. La alta distribución de información sobre dispositivos móviles a causa de la difusión de estas tecnologías genera continuos desafíos para el manejo de datos. Desde los modos de persistencia hasta el tratamiento de seguridad que merecen deben ser analizados según el contexto en el que la información se utiliza.

En concordancia con el avance de estas tecnologías, los sistemas de Comando y Control (C2) evolucionan en dirección a la optimización del flujo y la disponibilidad de información durante operaciones complejas, tanto civiles (en apoyo a desastres y catástrofes) como militares. El manejo de datos en este escenario se torna una cuestión crítica que merece especial atención.

Con el fin de dar un tratamiento acorde a las necesidades no funcionales de los proyectos de C2 (SITEA) y Adiestramiento (Batalla Virtual) del Ejército Argentino, se propone generar un subsistema de manejo de datos sensibles al contexto, utilizando tecnologías de agentes, que permita la administración de cada módulo de información según lo amerite cada situación. Así, este módulo indicará, por ejemplo, el nivel de cifrado necesario, la prioridad de transmisión, la capacidad de persistencia, entre otras características, basándose en el contexto en el que se ejecuta la solicitud.

Palabras Clave: *Context-Aware, Data Management, sistemas militares, sistemas distribuidos, interoperabilidad, agentes.*

CONTEXTO

Los sistemas informáticos de uso militar contemplan actualmente una constante dualidad entre su uso operacional y su uso

para el adiestramiento. Las herramientas de manejo de información que utilizan los elementos de las Fuerzas Armadas durante su entrenamiento deben ser lo más similares posibles respecto a aquellas que deben usar durante operaciones reales, otorgando así una ventaja táctica.

En particular, el Centro de Investigación y Desarrollo de Software (CIDESO) tiene amplia experiencia en el desarrollo de sistemas de simulación para el adiestramiento (Batalla Virtual - BV) y herramientas de apoyo a la toma de decisiones (Herramientas de Estado Mayor - HEM). Valiéndose de dicha experticia, en el año 2009, el EA a través de la DIDEP solicitó al CIDESO el desarrollo de un sistema C2 con el fin de sumar esta tecnología a la Fuerza, dando origen al proyecto SITEA (Sistema Integrado de Comando y Control Táctico del Ejército Argentino).

La necesidad de mantener la interoperabilidad entre BV y el desarrollo del SITEA plantea una serie de desafíos técnicos que deben ser considerados. Entre ellos se destacan: manejo de comunicaciones, reutilización de interfaces gráficas, usabilidad, seguridad de la información y gestión de datos.

Puntualmente, la gestión de datos que fluye a través de los sistemas requiere un tratamiento pormenorizado para asegurar su operación, tanto desde el punto de vista de la interoperabilidad como desde la perspectiva del funcionamiento de cada uno de los sistemas de manera independiente. El tratamiento de la información no puede ser establecida a priori, debe ser sensible al contexto, dando respuesta a las distintas situaciones de operación, asegurando que los datos se encuentren en tiempo y forma donde ser requieran.

En este escenario es necesario desarrollar un esquema de tratamiento de datos sensibles al contexto que permita gestionar políticas de tratamiento de la información acordes al dinamismo propio del entorno de los sistemas militares.

Dicho subsistema debe tener la capacidad de interpretar tanto las limitaciones técnicas del entorno como las situaciones operacionales en el que la aplicación se está utilizando. Así podrá decidir de manera certera las acciones a tomar con cada porción de información que fluye entre los sistemas.

1 INTRODUCCIÓN

El concepto de sistemas sensibles al contexto se relaciona generalmente con temas funcionales. Es decir, con dotar a los sistemas de información con características particulares según el entorno donde están siendo ejecutados. Sin embargo, en el caso de los sistemas militares el concepto de sensibilidad al contexto puede ser aprovechado para mejorar las características no-funcionales del sistema, cumpliendo con las restricciones propias de cada caso.

Los llamados sistemas *context-aware*, asociados generalmente a sistemas móviles, permiten dar al usuario información y funcionalidades específicas asociadas a su situación de contorno. Estos sistemas se basan en posiciones físicas (a través del uso de GPS), en horarios, en humores, dispositivos a partir de los cuales se ejecutan los requerimientos, entre otras características.

Un problema similar en cuanto a la dependencia del contexto pero no respecto a su uso es el del tratamiento de restricciones. Mientras que en los sistemas de información convencionales siempre se trata de dar al usuario la mayor cantidad de información y la mayor disponibilidad de funcionalidades posibles, en los sistemas de uso militar este principio no se cumple estrictamente. Según la situación táctica de los participantes, según el concepto y el momento de la operación, entre otras cuestiones características de la guerra, los sistemas de información pueden, y deben, restringir ciertos usos y adaptar el modo de tratar los datos que fluyen a través

de ellos. Por ejemplo, si se está ejecutando una operación que requiere “silencio de radio”, el sistema debería prohibir cualquier tipo de emisión, o si se encuentra tras las líneas enemigas debería aumentar el nivel de cifrado de los datos locales para, ante la posible obtención del dispositivo por parte del enemigo, este no pueda tomar ventaja.

El desarrollo integrado del SITEA y de Batalla Virtual dio origen a la necesidad de generar un subsistema de manejo de datos sensibles al contexto para poder adaptar el tratamiento de la información y las funcionalidades del sistema de manera particular según el contexto en el que se ejecuta.

La arquitectura del sistema integrado fue diseñada a través de un modelo de cinco capas con responsabilidades bien definidas, denominado FISiCo² [1]: (i) infraestructura, que incluye todos los dispositivos de hardware asociados (radares, medios de comunicación, video, etc.); (ii) acceso a la infraestructura, que enmascara la complejidad del hardware; (iii) distribución, representada por una *overlay network* que da robustez a las comunicaciones [2]; (iv) gestión de servicios, que mantiene la lógica de negocios, y, por último; (v) aplicaciones, donde residen todos los componentes y aplicaciones del sistema. En este esquema, debe insertarse el componente de manejo de datos sensibles al contexto para poder generar un sistema de información interoperable (entre SITEA y BV) y genérico en cuanto a su concepción, para asegurar la escalabilidad del mismo.

El contexto analizado por el presente proyecto se divide en dos grandes grupos: de la tecnología y de la situación funcional. El de la tecnología es el que tiene que ver con las restricciones propias de los artefactos (de hardware y software) que intervienen. Este incluye el tipo de dispositivo, la capacidad de almacenamiento y procesamiento de los mismos, las capacidades y la robustez de los vínculos de comunicación, la fortaleza de los cifradores intervinientes, la seguridad de los medios, entre otros. Por otro lado, el contexto dependiente de la situación funcional es el que está relacionado con el usuario que

ejecuta la aplicación, con su rol, con el tipo de operación, con el contexto de horario/lugar/clima en el que se está operando o con la proximidad al dispositivo enemigo/amigo, si es adiestramiento u operación real, etc.

Así, basándose en esta serie de características totalmente dinámicas del entorno y las políticas asociadas a cada dato o funcionalidad, el sistema debe generar un tratamiento particular para poder asegurar su correcta operación.

A los efectos de la primera implementación testigo del subsistema se abarca específicamente el problema de la transmisión de datos, basándose en la información de contexto provista por la capa 3 de la arquitectura. Cada nodo de la *overlay network* es asociado a un agente BDI [3]. En estos agentes, las “creencias” representan el conocimiento o información que un agente dispone acerca de su entorno y de su estado interno. Las creencias introducen una visión del entorno en el interior del agente según su forma de percibirlo y entenderlo.

Los factores motivacionales de los agentes son capturados en los “deseos”. Éstos representan las aspiraciones de un agente y conducen el curso de sus acciones. Los deseos no tienen necesariamente que ser coherentes y por lo tanto no siempre pueden alcanzarse de forma simultánea. Un proceso de “selección de intenciones” tiene la tarea de seleccionar un subconjunto coherente de deseos capaz de ser alcanzados bajo las “creencias” del agente. A este subconjunto se lo denomina “intenciones” u “objetivos”.

Los “planes” son el medio por el cual los agentes alcanzan sus intenciones y reaccionan a los eventos que ocurren en su entorno. De esta manera un plan no es más que una secuencia de acciones básicas.

La flexibilidad en los planes de un agente BDI se logra mediante la combinación de dos aspectos. El primer aspecto se refiere a la selección dinámica de los planes adecuados para lograr un determinado objetivo. Si un plan no tiene éxito, se puede seleccionar un nuevo plan. El segundo aspecto se refiere a la definición de planes de manera jerárquica que

permiten construir un continuo de planes desde aquellos muy abstractos compuestos por sub-objetivos a planes muy concretos compuesto sólo por las acciones básicas.

2 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El desarrollo de un subsistema de manejo de datos sensibles al contexto plantea básicamente tres desafíos: la recolección del contexto, la toma de decisiones sobre qué hacer ante cada caso en particular y la ejecución de acciones específicas. Cada uno de dichos desafíos plantea una clara línea de investigación independiente y complementaria al fin del proyecto [4].

El primer problema, la adquisición del contexto, no presenta mayores inconvenientes cuando se limita a cuestiones netamente técnicas, como ser anchos de banda, capacidades de los dispositivos o posiciones de GPS. Sin embargo, existen otros contextos más complejos que requieren un análisis específico, por ejemplo, analizar la situación táctica o el momento de la operación militar en que se quiere ejecutar cierto programa. Para esto es necesario analizar una serie de parámetros en conjunto, que desemboquen en un escenario acorde al que está transcurriendo en la realidad. Este análisis requiere la utilización de metodologías de explotación de información de avanzada, incluyendo estrategias de *datamining* específicas. Existen trabajos de investigación sobre estrategias de adquisición de contexto que deben ser analizados e interpretados para evaluar su posible implementación (ver [5], [6] y [7]).

Respecto al cómo interpretar el contexto de modo de poder tomar decisiones, existen distintas aproximaciones. Sin embargo ninguna solución puede ser adaptada genéricamente al problema. Entre las soluciones más desarrolladas se destacan el manejo de datos a través de metadatos [8] y las que utilizan métodos avanzados de coordinación de esquemas locales (*schema matching*) a través del uso de ontologías para tomar decisiones sobre políticas de uso de datos, como se puede ver en [9] y [10].

Por último, la implementación del módulo de ejecución que basándose en el contexto y

en las políticas asociadas, procede al tratamiento de los datos es el que posee la inteligencia real del sistema y se lo plantea como un sistema multiagentes BDI.

Para su implementación utilizamos la plataforma JADEx¹, logrando de esta manera un sistema multiagentes robusto al que se pueden conectar múltiples dispositivos de comunicación.

Cada agente BDI recibe eventos de la capa de la *overlay network* que son incorporados al agente como “creencias”. El manejo de los datos es parte de los “deseos” de cada agente. A modo de ejemplo, los agentes pueden “desear” que un mensaje llegue desde el origen al destino en menos de 10 minutos. Según el contexto representado en las “creencias”, el agente puede decidir transformar los “deseos” en “intenciones” para lo cual deberá generar un plan para resolver las necesidades de compresión, cifrado y las prioridades en la transmisión de los mensajes.

En resumen, las líneas de investigación principales son:

1. Estrategias de obtención de contexto basadas en sistemas inteligentes.
2. Estrategias de especificación de políticas de acción.
3. Programación orientada a gentes.
4. Desarrollos para dispositivos móviles.

3 RESULTADOS ESPERADOS

Durante el año 2011 se debe analizar y diseñar completamente la solución al problema planteado de modo de insertarse en el esfuerzo coordinado de los desarrollos principales del CIDESO, particularmente dentro del proyecto SITEA. Se pretende además una implementación de tipo prototipo evolutivo que permita validar el producto y que sea escalable durante su ciclo de vida.

En una primera etapa de desarrollo, con horizonte diciembre 2011, se espera implementar parcialmente el sistema orientado al manejo del contexto técnico de

red, nutriéndose de la información brindada por la capa tres de la arquitectura FISiCo².

En etapas posteriores se pretende evolucionar el rango de acción del subsistema considerando contextos cada vez más complejos pero manteniendo la arquitectura propuesta que debe ser inalterable por más contextos y políticas que se consideren.

4 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigación que desarrollará las líneas propuestas está compuesto por un grupo especializado en las áreas y dominios señalados. La gestión de ingeniería está a cargo de un oficial ingeniero militar (OIM) especialista en informática, responsable de coordinar las líneas de investigación y desarrollo de elementos no funcionales dentro del proyecto de C2. El grupo dirigido está integrado por: 1) un ingeniero informático con experiencia en infraestructura, formación de postgrado en sistemas criptográficos e investigaciones aplicadas sobre sistemas distribuidos; 2) un licenciado en ciencias de la computación con un perfil apto para modelado computacional e integración de software.

El grupo especializado desarrollará el conocimiento con el apoyo de ingeniería que le brindarán entre 5 y 7 ingenieros en sistemas de información, 2 ingenieros electrónicos, un número variable de analistas de sistemas y estudiantes desarrolladores, con distintas habilidades específicas, como ser modelado y construcción de Sistemas de Información Geográfica (GIS), componentes de sistemas distribuidos, aplicaciones móviles, componentes de simulación de comportamiento organizacional y tecnologías de objetos en diferentes lenguajes, entre otros.

De modo colaborativo, 1 docente de tecnologías básicas, 2 docentes de tecnologías aplicadas y alumnos de grado, cursantes de materias vinculadas (Métodos y Modelos, Ingeniería de Sistemas Informáticos, Diseño de Sistemas Informáticos, Sistemas de Comunicaciones, Inteligencia Artificial, entre otros) realizan actividades experimentales, trabajo de campo e integran grupos de resolución de problemas de ingeniería, en

¹ Plataforma BDI derivada de JADE. Ver en <http://www.jadex.org>.

apoyo a las investigaciones. Anualmente, se han seleccionado alumnos para prototipar soluciones mediante proyectos finales de promoción y síntesis, así como prácticas profesionales supervisadas. Se destacan los trabajos de alumnos durante 2009 y 2010 referidos a la accesibilidad (interacción hombre - máquina) en aplicaciones móviles con GIS y GPS, sobre pequeños dispositivos de bolsillo (Proyecto LAZARO). Proyectos vinculados a arquitecturas distribuidas e interoperabilidad ([1], [2]), han sido mentores de esta nueva línea de investigación. Los mencionados investigadores conforman el Equipo Integrado del Proyecto SITEA, el cual se ha organizado con funciones y perfiles apropiados para resolver la complejidad socio-técnica del proyecto, destacándose la labor de un equipo de Calidad con 4 profesionales que llevan adelante un proceso de mejora organizacional del CIDESO, focalizado en el desarrollo de habilidades de los equipos de I+D+i para obtener capacidades distintivas y competitivas en 4 áreas de desarrollo: sistemas de misión crítica, protección (seguridad) de sistemas, sistemas de comunicaciones e interoperabilidad.

La difusión del conocimiento desarrollado y la transferencia a la comunidad tienen como eje común la meta de generar vínculos colaborativos con otros laboratorios de I+D.

La concreción de estas metas materializará el aporte al desarrollo científico-tecnológico que el Ejército pretende en bien de la comunidad. Sobre las líneas de investigación propuestas, se buscará colaboración especialmente en sistemas distribuidos, sistemas de comunicaciones y sistemas sensibles al contexto. Además, la amplitud de sistemas a integrar, desde interfaces para sensores hasta sistemas *legacy* desarrollados en distintos lenguajes de programación y con arquitecturas dispares, se buscarán contactos que posean conocimientos previos en el tema de modo de acortar los tiempos de investigación.

5 BIBLIOGRAFÍA

[1] Repetto, Alejandro Juan Manuel, "Framework de Interoperabilidad para Sistemas de Comando y Control (FISiCo2)." El Calafate : s.n., 2010. XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. pág. 576 a 581. 978-950-34-0652-6.

[2] Repetto, Alejandro Juan Manuel, "Overlay Distribution Network (ODiN) para Sistemas Publicador/Consumidor." El Calafate : s.n., 2010. XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. pág. 572 a 576. 978-950-34-0652-6.

[3] Rao, M. P. Georgeff., "Practice, BDI-agents: From Theory to." 1995. First International Conference on Multiagent Systems (ICMAS'95); 1995.

[4] Feng, Ling Apers., M.G., Peter y Jonker, Willem., "Towards Context-Aware Data Management for Ambient Intelligence." 2004. 15th International Conference on Database and Expert Systems Applications. págs. 422--431.

[5] van Bunningen, Arthur H., *Context aware querying*. EEMCS, University of Twente. Enschede : s.n., 2004.

[6] Weijun, QIN, Yuanchun, SHI y Yue, SUO., *Ontology-Based Context-Aware Middleware for Smart Spaces*. TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY. 2007. págs. 707-713. 1007-0214.

[7] Schmidt, Albrecht, y otros., "Context Acquisition Based on Load Sensing." s.l. : Springer Verlag, 2002. UbiComp: Ubiquitous Computing. págs. 333--350.

[8] Chalmers, Dan, Dulay, Naranker y Sloman, Morris., "Meta Data to Support Context Aware Mobile Applications." s.l. : IEEE, 2004. IEEE International Conference on Mobile Data Management. 0-7695-2070-7/04.

[9] Ejigu, Dejene, Scuturici, Marian y Brunie, Lionel., "Hybrid Approach to Collaborative Context-Aware Service Platform for Pervasive Computing." s.l. : Universität Trier, 2008, Issue I, Vol. III.

[10] Strassner, John, y otros., "The Use of Context-Aware Policies and Ontologies to Facilitate Business-Aware Network Management." s.l. : Springer Science+Business Media, 2009.