

Interoperabilidad y Comunicaciones Utilizando P2P en Sistemas de Comando y Control para Emergencias y Catástrofes

Alejandro Juan Manuel Repetto^{1,2}, Nahuel Espindola¹

¹ Centro de Investigación y Desarrollo de Software (CIDESO), Dirección de Investigación, Desarrollo y Producción (DIDEP), Ejército Argentino, Av. Cabildo 45, CABA, República Argentina

² Escuela Superior Técnica (EST), Instituto de Enseñanza Superior del Ejército (IESE), Ejército Argentino, Av. Cabildo 15, CABA, República Argentina

{ajmrepetto, nahuel.espindola}@gmail.com

Resumen. Los sistemas de comando y control han evolucionado desde el ámbito militar al ámbito civil para dar soporte a operaciones conjuntas ante situaciones de desastre. Esta evolución implicó también una adaptación de las tecnologías utilizadas por la mayor necesidad de interoperabilidad y flexibilidad en comunicaciones dada la heterogeneidad de los actores. En este trabajo de investigación se describe la problemática y se muestra una solución utilizando JXTA [1], una infraestructura de P2P capaz de modelar las comunicaciones, los flujos de información y el intercambio de servicios entre organizaciones levemente acopladas logrando un elevado nivel de interoperabilidad.

Keywords: comando y control, sistemas distribuidos, peer to peer, JXTA, emergencia, catástrofe, desastre.

1 Introducción

Uno de los problemas más críticos en los Sistemas de Comando y Control (C2) es el control de las comunicaciones, tanto desde el punto de vista técnico como del manejo del flujo de las mismas.

Particularmente, los sistemas de C2 orientados a aplicaciones civiles presentan dos diferencias considerables respecto a los militares: un componente de heterogeneidad extra y un nivel de entrenamiento menos frecuente de las organizaciones.

Los sistemas de C2 militares están pensados para responder en casos extremos siempre en el ámbito militar. En dicho ámbito la necesidad de interoperabilidad se limita a la propia fuerza y, eventualmente, a fuerzas aliadas, siendo estas usualmente homogéneas desde la perspectiva de la doctrina, los procesos, los medios y sus funciones. Además, su adiestramiento es continuo y focalizado sobre dicho ámbito de ejecución.

En contraste, los Sistemas de C2 para soporte a emergencias y catástrofes enfrentan problemas más complejos de interacción. En estos sistemas deben interoperar fuerzas

armadas, fuerzas de seguridad y policiales, fuerzas de rescate, servicios de salud, ONGs, organismos de ayuda humanitaria y los niveles decisorios involucrados. Esta comunicación debe ser fluida, ágil, eficaz y segura para lograr una sinergia entre los actores. Además, si bien los actores están entrenados para sus tareas específicas, no es habitual que su adiestramiento sea integrado, lo que dificulta aún más la coordinación.

En el CIDESO se estudia la problemática de los sistemas de adiestramiento para la toma de decisiones y de C2. En particular EMERCAT, es un sistema de adiestramiento para la toma de decisiones durante situaciones de desastre en el ámbito de protección civil. La evolución natural de EMERCAT será un sistema de C2 de aplicación a Operaciones de Ayuda en Casos de Desastre (OACD): EMERC²AT.

El presente trabajo propone una solución técnica versátil, asociada a la arquitectura FISiCO² [2], que se puede adaptar de manera simple a la complejidad de las comunicaciones analizadas utilizando como arquitectura básica una red de *Peer-to-Peer* (P2P), implementándola a través del producto JXTA.

A continuación, se describirán los sistemas de C2 y de P2P de manera genérica, para dar un marco de referencia a la investigación. Luego se describirán los conceptos principales de EMERC²AT y, por último, se describirá la implementación de la solución haciendo foco en sus características de distribución y de interoperabilidad.

1.1 Sistemas de Comando y Control para Situaciones de Desastre

Según la NATO [3], Comando y Control (C2) son las funciones que cumplen los comandantes y sus ayudantes durante una misión para mantener el conocimiento del estado de sus recursos, preparar operaciones y dirigir las acciones de sus elementos. Para cumplir tal objetivo es fundamental la continua obtención, fusión, revisión, representación, análisis y evaluación de la información que fluye en la situación. Pone particular atención en lograr sinergia entre los distintos actores y recursos en pos del cumplimiento de un objetivo.

Más allá de su origen militar, se ven cada vez con mayor frecuencia sistemas de C2 para dar respuesta a situaciones de desastre. Si bien las bases son las mismas, las diferencias entre los objetivos que persiguen y los actores que participan durante las operaciones marcan contrastes a nivel técnico que deben ser tenidos en cuenta para su puesta en marcha.

Mientras los sistemas de C2 militares son un instrumento de soporte, los civiles son un instrumento funcional [4]. Los primeros son plataformas que manejan y mantienen el flujo de información durante una operación para cumplir con un objetivo: ganar la batalla. Sus estructuras son claramente jerárquicas y fuertemente acopladas, su cuyo cambio es lento en tiempo y forma: hasta que la doctrina no se actualiza, el sistema se mantiene.

En los esquemas de C2 para afrontar casos de desastre uno de los puntos críticos es su naturaleza multidisciplinaria. Incluyen distintos protocolos, roles, recursos y estructuras de comando que se conforman para una misión particular con el fin de dar respuesta a un incidente ocasional. Esto hace que la estructura jerárquica no sea inmediata, las relaciones sean débilmente acopladas y los flujos de información sean complejos. Este esquema responde a la arquitectura dividida sin intercambio de información de Dekker [5], donde la interacción se da entre un conjunto de

organizaciones jerárquicas que se unen para una ocasión particular. Para solucionar el problema es fundamental contar con una infraestructura que permita interoperar de manera flexible, pudiendo sumar actores a los circuitos de información de manera dinámica.

Para dar mejores respuestas – en tiempo y forma – a situaciones de desastre, es fundamental lograr el mayor grado de interoperabilidad posible. Para ello es necesario que las organizaciones que vayan a actuar acuerden protocolos y arquitecturas que sean acoplables en caso de ser necesario.

La interoperabilidad debe basarse en la implementación de modelos y estándares de comunicaciones. En el ámbito militar existen ontologías acordadas por organismos conjuntos como la NATO que definen los modelos de datos de todos los objetos que deberían poder intercambiarse durante una operación militar, por ejemplo J3IEDM [6]. Partes de dichas ontologías son reutilizables para el problema de las emergencias y catástrofes ya que las mismas incluyen definiciones sobre situaciones civiles durante el combate. Para dar soporte al lenguaje común en términos semánticos, es necesaria la interoperabilidad sintáctica, acordando tecnologías e interfaces técnicas de comunicación para intercambiar objetos, por ejemplo, *Web Services*.

Con las tecnologías actuales, la implementación de la interoperabilidad semántica y sintáctica puede lograrse. La complejidad reside en la gestión de dicha interoperabilidad en situaciones donde el sistema debe configurarse de modo veloz para que los actores puedan comunicarse a través de las interfaces creadas.

Es decir, cada servicio que actúa en una situación de crisis, durante su trabajo habitual lo hace de manera autónoma, pero ante una situación de emergencia debe aunar fuerzas y recursos con otras organizaciones por un espacio limitado de tiempo. Quién gestiona esa situación debe tener la posibilidad técnica de acoplar y desacoplar distintas organizaciones a la operación y manejar los flujos de información de manera dinámica según el evento lo requiera.

En resumen, los sistemas de C2 nacidos en el ámbito militar fueron tomados como herramientas en el ámbito civil para dar apoyo eficiente y rápido ante situaciones de crisis pero esto dio origen a problemas particulares. La necesidad de interoperabilidad entre estructuras dispares por lapsos de tiempo cortos genera requerimientos técnicos de alta complejidad en el ámbito de los sistemas distribuidos y la interoperabilidad.

1.2 Sistemas Peer to Peer

P2P se refiere a la comunicación que se da en una red de iguales – *Peers* – utilizando un esquema de información compartida por todos donde dos o más individuos pueden colaborar espontáneamente sin necesidad de una coordinación centralizada [7].

Las tres particularidades que caracterizan a estos sistemas son: la utilización de recursos y servicios compartidos, donde los *peers* funcionan a la vez como productores y consumidores de servicios y recursos; la descentralización o no existencia de autoridad administradora; y, por último, la autonomía, que permite que la inteligencia colectiva del sistema determine cuándo y cómo se utilizan los recursos compartidos.

Estas características hacen que las tecnologías P2P provean arquitecturas altamente escalables, extensibles y eficientes para utilizar sistemas distribuidos [8]. Si bien la

popularidad de esta visión fue gracias a los sistemas de intercambios de archivos como el Kazaa¹ o el BitTorrent², en los últimos años estos sistemas han evolucionado a sistemas de intercambio de mensajes y gestión de servicios como JXTA [1].

La clasificación más conocida [9] determina dos clases de sistemas P2P: los estructurados y los no estructurados. En los primeros la información es controlada estrictamente por la inteligencia colectiva, que ubica el contenido y las conexiones de manera específica para lograr una mayor confiabilidad o rendimiento. Normalmente utilizan tablas de hash distribuidas (DHTs) asociadas a un esquema de búsqueda que provee un mapeo entre el contenido y los *peers* que la poseen, Chord³ es un ejemplo de esta tecnología.

En los desestructurados, en cambio, el contenido no se correlaciona con la topología de conexión de los *peers*. Los mecanismos de búsqueda son de fuerza bruta, utilizando mensajes de propagación. Estos sistemas se adaptan muy bien a las redes altamente pobladas, por ello son las bases para los sistemas más populares de intercambio de archivos, como Gnutella o el BitTorrent.

Dada la difusión y el nacimiento continuo de sistemas P2P, los esfuerzos se están orientando a la búsqueda de arquitecturas y protocolos comunes de interoperabilidad entre éstos. Desde su nacimiento, JXTA se impuso como candidato para convertirse en estándar de mercado [10]. Permite crear redes virtuales entre sistemas heterogéneos para comunicarse a través del concepto P2P. Especifica protocolos para ubicación, coordinación, monitorización y comunicación entre *peers*. Además, agrega la posibilidad de gestionar la producción/consumo de servicios que los *peers* exponen sobre sus redes.

La interacción que logran los sistemas P2P genera como contrapartida un alto riesgo de seguridad que debe ser tenido en cuenta. Por ello, estos sistemas se complementan con subsistemas de cifrado, de servicios de Autorización, Autenticación y Registro (AAA) de terceras partes confiables, y sistemas específicos de votación que permite la autoevaluación entre participantes de la red.

En conclusión, las facilidades que brinda esta tecnología cubren en gran medida las necesidades que enfrentan los sistemas de C2 en general y los civiles en particular.

2 EMERC²AT

EMERC²AT es la evolución de EMERCAT para el C2. El sistema original fue concebido como un sistema de adiestramiento para grupos de trabajo en el manejo de situaciones de crisis empleando modelos de simulación constructiva. Montado sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG), EMERCAT crea escenarios dinámicos de una situación de crisis y da a los participantes un conjunto de herramientas que les permiten analizarla y tomar decisiones. Tanto las situaciones como las decisiones alimentan un conjunto de algoritmos de simulación que arrojan resultados generando un nuevo estado del juego. Si bien el principal objetivo es la capacitación, el sistema

¹ <http://www.kazaa.com/>

² <http://www.bittorrent.com/>

³ <http://pdos.csail.mit.edu/chord/>

también sirve como herramienta para la toma de decisiones y como motor para la generación de nuevos procedimientos, protocolos y vínculos entre los actores que deben dar respuesta ante emergencias civiles.

EMERC²AT aprovecha el conocimiento y desarrollo tecnológico logrado con EMERCAT, permitiendo que los mismos actores que se entrenan para las situaciones de crisis, cuando deban ejercer el C2 en una situación real se encuentren ante un sistema de similares características haciendo que el impacto de la transición sea prácticamente nulo. Especialmente, permite disponer de la capacidad de C2 de las Brigadas y Unidades del Ejército para su empleo en OACD.

Así EMERC²AT enfrenta los problemas de interoperabilidad, inestabilidad de los actores y dinamismo propios de los sistemas de C2 para situaciones de crisis. Para dar soporte a este requerimiento fundamental es necesario implementar una tecnología flexible, escalable e interoperable que permita gestionar de forma dinámica las interacciones entre los actores de la operación.

3 Solución

3.1 Avances en la Implementación de FISICO²

Tal como se propuso en [2], durante este año se comenzó la implementación de la arquitectura interoperabilidad de cinco capas para sistemas de comando y control, FISICO². Las capas propuestas fueron: i) comunicaciones físicas, donde residen los elementos de hardware de comunicaciones; ii) drivers, que enmascara la complejidad física haciendo que todos los elementos accedan a la red de datos a través de TCP/IP; iii) overlay network, que brinda a través de una red lógica robustez, redundancia, seguridad y flexibilidad a las comunicaciones; iv) capa de servicios, donde se publican, se gestionan, direccionan y administran los servicios que brindan los distintos actores de la grilla de la información; y v) capa de aplicaciones, donde residen las aplicaciones de usuario, con sus interfaces gráficas.

En los sistemas de C2 considerados los medios de comunicaciones vienen impuestos por las tecnologías que utilizan los actores. Esto hizo que la confección de drivers de alcance amplio sea fundamental para lograr la interoperabilidad esperada. Este proceso se encuentra aún en desarrollo obteniendo controladores para algunos dispositivos de mercado.

La inteligencia distribuida, que incluye gestión de las comunicaciones distribuidas, de la grilla de información y de la infraestructura sobre la que se erige la interoperabilidad de los sistemas de C2, queda en manos de las capas tres y cuatro - componente ODIN descrito en detalle en [11]-, a través de la implementación de una única tecnología simplificando la solución en su conjunto: JXTA.

3.2 Framework JXTA

JXTA es una plataforma de red abierta que provee los bloques de construcción básicos para desarrollar un sistema P2P. Define un conjunto de protocolos abiertos,

junto con sus correspondientes implementaciones de referencia, listos para ser utilizados. Los protocolos propuestos estandarizan la forma en que los *peers* se buscan y descubren entre sí, se auto-organizan en grupos, anuncian y descubren recursos de la red, se comunican y se monitorean. Estos protocolos están diseñados para ser independientes del lenguaje de programación - existen implementaciones en Java, C/C++, .NET, entre otros- y de la arquitectura y tecnologías de red sobre la que se montan - TCP/IP, HTTP, Bluetooth, etc. -, manteniendo la interoperabilidad global [1]. Para comprender correctamente el funcionamiento de esta tecnología es necesario describir sus tres principales características: la arquitectura de los *peers*, el manejo de servicios y recursos y la construcción de canales de comunicaciones.

Los *peers* se identifican a través de un código único en toda la red, el PeerID, operando de manera independiente y asíncrona del resto. Cada uno publica una o varias direcciones de red para utilizar con los protocolos JXTA. Las direcciones de red son anunciadas como *peers endpoints* y son utilizadas para establecer la comunicación directa entre dos usuarios.

Por limitaciones físicas de la red no siempre es posible una comunicación punto-a-punto real entre dos terminales. Cuando esto sucede, *peers* intermedios son utilizados para encaminar los mensajes logrando una comunicación lógica. El listado de *peers* intermedios puede modificarse con el transcurso del tiempo y JXTA soluciona la convergencia resolviendo los nuevos caminos, como se indica en [1].

Los *peers* pueden ser clasificados en tres tipos distintos: *Minimal-Edge peer*, *Full-Edge peer* y *Super Peer*. Los primeros implementan únicamente los servicios core de JXTA y dependen de otros *peers* que actúan de proxies para participar de los servicios "no core" de la infraestructura, típicamente son los sensores, dispositivos de automatización, etc. Los *Full-Edge peers* implementan todos los servicios core y estándar JXTA, y participan en todos los protocolos. Estos participantes son la mayoría en una red JXTA e incluyen teléfonos celulares, PCs, servidores, etc. Por último, los *Super Peer* son usuarios que implementan y proporcionan recursos para soportar el despliegue y operación de la red JXTA, coordinando grupos, administrando las búsquedas y cumpliendo funciones de *proxy*.

Para lograr una mejor administración, los usuarios pueden agruparse en uno o más conjuntos de interés simultáneamente. Cada grupo establece su propia política de membresía pudiendo ser abiertos - cualquier *peer* puede unirse - o seguros - requiriendo credenciales. Estos grupos tienen como fin principal crear un ambiente seguro, estableciendo un dominio de control local con su política de seguridad particular, segmentar el alcance del ambiente, formando grupos de interés e intercambio de información, y crear un entorno de administración y monitoreo, unificando el control de los participantes. Los grupos además pueden formar una relación jerárquica padre-hijo, en la cual cada grupo tiene un único padre, generando límites de propagación de los anuncios según políticas predeterminadas.

JXTA da funcionalidades adicionales tipo Bus de Servicios (*Service Bus*). Los *peers* ponen a disposición de otros participantes un conjunto de servicios y recursos. Los servicios son programas interactivos que pueden incluir bases de datos, sistemas de autenticación, servidores de chat y cualquier otro programa que pueda brindarse a través de la red. Hay dos tipos de servicios en JXTA, *peer services* y *group services*. Los primeros son los que provee un único *peer*. En cambio, los *group services* son provistos en forma federada, redundante y cooperativa por todo el grupo. Para el

anuncio de servicios y recursos se utilizan datos XML llamados avisos (*advertisements*), que habilitan a los otros *peers* de la red a descubrirlos y a determinar cómo conectarse e interactuar con ellos (consumirlos).

Toda la lógica descrita se monta sobre canales de comunicación virtuales. JXTA utiliza *pipes* y *sockets* para el intercambio de mensajes. Los *pipes* son un mecanismo unidireccional y asíncrono para transferir los mensajes utilizados para servicios de comunicaciones. Los mensajes son simplemente documentos XML cuyo envoltorio contiene información de encaminamiento, descripción y credenciales. Los *sockets* son conexiones fiables bidireccionales, construidas por encima de los *pipes*. La especificación provee dos tipos de *pipes*, los *Point-to-Point* en los cuales el destinatario del mensaje es un único *peer*, y el *propagate* que permite una mensajería *multicast*.

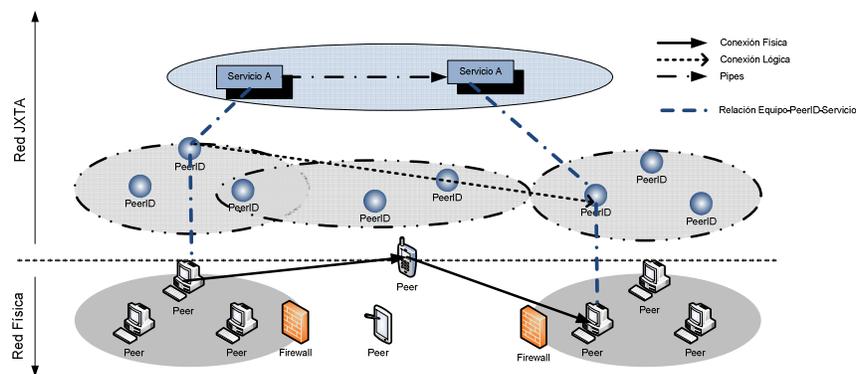


Fig. 1. Arquitectura JXTA.

En resumen, ver Fig. 1, JXTA se distingue de otras implementaciones P2P por la utilización de avisos para describir recursos, la abstracción del establecimiento de canales de comunicaciones, la identificación única de los usuarios dentro de la red global y las subredes (grupos) creados, y su naturaleza estructurada en el sentido de la propagación de consultas (*Hash Tables*) con una implementación particular que permite mantener el dinamismo de una arquitectura no estructurada.

Esta tecnología, en conclusión, se adapta totalmente al componente ODin de la arquitectura de FISiCO², cubriendo las necesidades técnicas y funcionales del sistema EMERC²AT. Además, los servicios que ofrece esta tecnología cubren las necesidades de manejo y publicación de servicios de manera dinámica y la gestión de canales de comunicaciones, tanto P2P como *multicast*, flexibilizando al máximo la infraestructura de comunicaciones del sistema de C2.

3.3 JXTA en EMERC²at

Para resolver la difícil problemática de la interoperabilidad y comunicaciones entre las variadas y heterogéneas plataformas que utilizan cada una de las organizaciones que actúan ante un evento que requiera C2 en el ámbito civil, EMERC²AT, tal como

fue descrito anteriormente, empleará la plataforma JXTA para las capas tres y cuatro de FISiCO². Es decir, cada sistema o subsistema propio de las organizaciones que participan del apoyo en situaciones de desastre se integrará a EMERC²AT como un *peer* o un grupo de *peers*.

Los *peers* serán responsables de adaptar la información de cada sistema particular a la ontología estándar acordada por el resto de la red JXTA. Esa información estará disponible por medio de servicios que los *peers* publicarán y que podrán ser localizados y consumidos fácilmente para las personas que ejerzan el C2, permitiéndole conocer en tiempo real los recursos que disponen.

Un ejemplo de estos servicios podría ser el de disponibilidad de camas de hospitales. Es ese caso, los *peers* de los hospitales una vez instanciados y conectados a la red JXTA publican el servicio para que pueda ser consumido por otros *peers*. Las personas que gestionen la coordinación de los actores del operativo, en su tablero de comando visualizarán en el SIG la ubicación de los hospitales como así también del resto de los elementos. Sumado a la información en tiempo real de la disponibilidad de camas podrán tomar mejores decisiones acerca de dónde es más conveniente evacuar a los heridos.

En este ejemplo vemos también la importancia de la interconectividad transparente que brindan las redes de P2P, dado que seguramente las redes informáticas de los hospitales y donde se encuentre el comando central, estarán aisladas entre sí y con diversos mecanismos de seguridad, como por ejemplo firewalls. La comunicación entre ellos no se hará en forma directa, sino que la propia red encaminará los mensajes a través de nodos intermedios hasta llegar a destino, de manera totalmente transparente para el usuario.

Utilizando el mismo tablero de comando es posible administrar usuarios, agregar nuevos servicios y hacerlos disponibles a los elementos que los necesiten. Esta dinámica y flexibilidad en los sistemas de C2 son fundamentales, dado que el escenario donde se desarrolla pocas veces es estático y la cantidad y la naturaleza de los actores varía de acuerdo a la necesidad del momento.

Otro servicio común en situaciones de desastre es el de búsqueda de personas. Muchas veces familiares y amigos de los damnificados recorren los centros de evacuación para buscarlos. En el caso de implementar EMERC²AT las ambulancias (*peer* móvil) podrán consumir un servicio indicando la identidad de la persona que transportan, la fecha, hora como así también el hospital destino. El propio hospital, a través de su acceso a la red de P2P, también indicará cuando sean necesarios traslados o el número de cama donde se encuentren las personas que estén atendiendo. Toda esa información se administrará en forma centralizada en los servicios mencionados, y luego podría ser consultada por Internet.

Gracias a la posibilidad de creación de grupos de *peers* de forma dinámica, los comandantes podrán establecer misiones u órdenes y crear un grupo interdisciplinarios ad-hoc sumando a todos los actores de la operación, incluso siendo *peers* de distintas instituciones y utilizando distintas tecnologías de comunicación – por ejemplo, distintos sistemas de radios de HF -. Esta flexibilidad en la organización de grupos con fines específicos, por un lado facilita la coordinación entre los actores estableciendo mensajería y recursos comunes (por ejemplo, documentos, mapas, archivos, bases de datos), y por otro lado dependiendo de la naturaleza de la misión podrá tener el nivel de seguridad que corresponda. Estos grupos de *peers*

heterogéneos, se comportarán como una única unidad de trabajo, como muestra la Fig. 2.

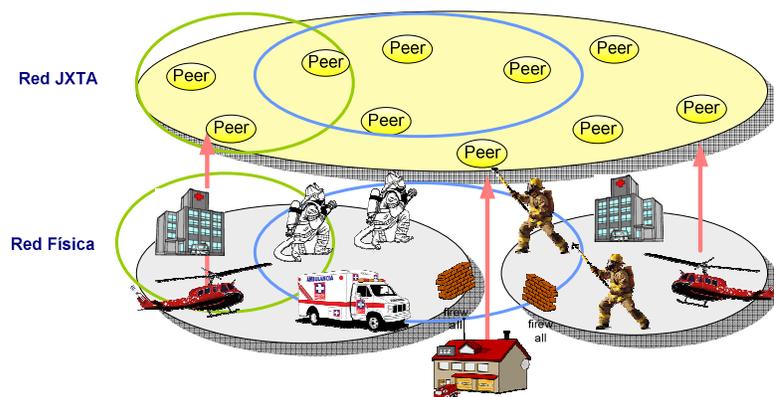


Fig. 2. Vinculación entre la red física y la red JXTA de P2P.

Desde la perspectiva de implementación, el despliegue y el mantenimiento se ve facilitado por el direccionamiento lógico de la red JXTA –PeerID– independiente de la red y del medio físico. Siguiendo el ejemplo anterior, una ambulancia que esté fuera del radio de cobertura de la red de celulares –en situaciones de catástrofes suelen colapsar las redes de comunicación convencionales–, podrá conectarse a través de otro medio físico como HF/VHF y continuar operando el sistema y cuando le sea posible, volver a la red de celulares para aprovechar el mejor ancho de banda. Estos cambios del medio físico son transparentes para el resto de la red de *peers*, permitiendo comunicarse con la ambulancia con normalidad sin tener que realizar ninguna configuración ni enterarse de los cambios.

El mismo concepto puede ser aplicado para los elementos críticos que requieran garantizada la conectividad, siendo posible establecer múltiples canales de comunicación para cuando falle el medio principal.

4 Conclusiones

En conclusión, la implementación del módulo ODiN utilizando JXTA resuelve todos los problemas destacados de los sistemas de C2 para situaciones de desastre. Otorga agilidad, flexibilidad y robustez a las comunicaciones, dando calidad de servicio, evitando el único punto de falla, y soluciona el problema de la publicación y consumo de servicios a través de una capa de abstracción propia, manejando incluso el escenario donde más de un actor brinda un mismo servicio – servicios federados. Además debe destacarse que este conjunto de protocolos es de código abierto y se postula como firme candidato a convertirse en estándar a nivel global.

Esta tecnología provee una herramienta de alto valor agregado tanto a nivel operativo (participantes de las operaciones de ayuda) como estratégico (niveles

decisorios). A través del desarrollo de abstracciones sobre esta plataforma, los niveles de mando pueden administrar de modo rápido y flexible los flujos de datos entre los actores y acomodar de modo conveniente la información que fluye por todos los sistemas a su cargo.

A pesar de las facilidades que brinda es necesario destacar que el esfuerzo de implantación y despliegue no es menor. Para cumplir con el objetivo de interoperabilidad total hay que considerar el desarrollo de una ontología común entre posibles actores y la integración del modo de comunicaciones que propone JXTA.

5 Referencias

- [1] Sun Microsystems, Inc., *JXTA Java™ Standard Edition v2.5: Programmers Guide*. Sun Microsystems, Inc. : s.n., 2007.
- [2] Repetto, Alejandro Juan Manuel., "Framework de Interoperabilidad para Sistemas de Comando y Control." El Calafate : s.n., 2010. WICC'10.
- [3] NATO Standardization Agency., *NATO Glossary*. s.l. : NATO, 2010. AAP-6.
- [4] Dourandish, Robert, Zumel, Nina y Manno, Michael., "Command and control during the First 72 hours of a joint military-civilian disaster response." 2007. Command and Control Research & Technology Symposium.
- [5] Dekker, H.A., *C4ISR Architectures, Social Network Analysis and the FINC Methodology: An Experiment in Military Organisational Structure*. s.l. : DSTO Reports, 2002. DSTO-GD-0313.
- [6] Multilateral Interoperability Program ., *The Joint C3 Information Exchange Data Mode 3.0.2l*. s.l. : NATO, 2009.
- [7] Schoder, Detlef y Fischbach, Kai., "Peer-to-peer prospects." Commun. ACM, New York, NY, USA : ACM, 2003, Issue 2, Vol. 46, págs. 27-29.
- [8] Ishikawa, Norihiro, y otros., "Jupiter: Peer-to-Peer Networking Platform over Heterogeneous Networks." 2005. 3rd International Conference on Computer, Communications and Control Technologies. Vol. 4.
- [9] Park, Hyojin, y otros., "A Survey on Peer-to-Peer Overlay Network Schemes." s.l. : IEEE, 2008. 10th International Conference on Advanced Communication Technology. Vol. 2, págs. 986 - 988.
- [10] Baker, Mark, Buyya, Rajkumar y Laforenza, Domenico., "Grids and Grid Technologies for Wide-Area Distributed Computing." Software: Practice and Experience, s.l. : John Wiley & Sons, Inc, 2002, Vol. 32, págs. 1437-1466.
- [11] Repetto, Alejandro Juan Manuel., "Overlay Distribution Network (ODiN) para Sistemas Publicador/Consumidor." El Calafate : RedUNSI, 2010. WICC'10, XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. págs. 572 - 576.