

Una arquitectura de recomposición de servicios Telco Convergentes mediante técnicas de planificación automática

An architecture for converging Telco Services Recomposing using automated planning techniques

Jorge A. García C.*
Jaime A. Guzmán L.**

Fecha recepción: 12 febrero de 2013

Fecha aceptación: 30 de abril de 2013

Resumen

En este artículo se propone una arquitectura para la recuperación de servicios Telco convergente que permita solucionar las fallas que se presenten durante el servicio previamente compuesto mientras se esté ejecutando, haciendo uso de algunas técnicas de planificación de forma automática. La idea principal es implementar técnicas de planificación dependiendo de los problemas que se presenten concernientes a la composición de servicios de telecomunicaciones y servicios web.

Palabras clave

Sistemas Inteligentes, IA, Servicios Web, Planificación, Recomposición, Planificación Automática, Convergencia.

* Grupo de Sistemas Inteligentes Web. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. joragarcia@unal.edu.co

** Grupo de Sistemas Inteligentes Web. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. jaguzman@unal.edu.co

Abstract

This article proposes an architecture for recovering enabling converged Telco services that solve faults occurring during the precomposed service while running, making use of some planning techniques automatically. The main idea is to implement planning techniques depending on the problems that occur about the composition of telecommunications and web services.

Keywords

Intelligent Systems, AI, Web Services, Planning, Recomposition, Automatic Planning, Convergence.

1. Introducción

El gran avance de la tecnología y en particular de la industria de las telecomunicaciones ha permitido pasar de servicios básicos a la Nueva Generación de Redes de telecomunicaciones (NGN, por su sigla en inglés) [20] implementando estándares, siendo simple, más flexible, rentable, redes multi-servicios y basada en intercambio de paquetes y luego el enfoque revolucionario de la combinación de los servicios Telco sobre las NGN y la Tecnología Web 2.0, da lugar a lo que se denomina el nuevo modelo de negocios de servicios Telco convergentes [7, 8].

Las arquitecturas orientadas a servicios (SOA) son un conjunto de principios de diseños que permiten la integración de sistemas heterogéneos y aplicaciones de Tecnología Informática y también de Telecomunicaciones [7]. Las aplicaciones SOA utilizan los estándares de los Servicios Web (WS) los cuales han despertado un gran interés en la comunidad debido a su potencial para facilitar sin problemas las transacciones electrónicas o de negocios o la integración de aplicaciones empresariales. Los WS son típicamente implementados usando el patrón encontrar-enlazar-publicar (find-bind-publish).

De esta forma, las aplicaciones Telco que son implementadas a través de la composición de servicios web y servicios de telecomunicaciones, pueden ser creadas a través de la agregación de servicios simples, trayendo como consecuencia posibles problemas o errores, como son la disponibilidad de los servicios y la propia falla en los mismos [17]. Por lo tanto se requiere que existan modelos que permitan superar esos problemas cuando se presenten.

Una serie de trabajos previos discuten o tienen propuestas para la composición y/o recomposición automática de servicios, así como en aplicaciones Telco los cuales se discuten a continuación.

En [1] se propone una arquitectura para compañías Telco que permite hacer un híbrido entre aplicaciones Telco y aplicaciones de la "web 2.0". En [4] se enfocan en la utilización de técnicas de planificación de Inteligencia Artificial (IA) como HTN para mejorar la flexibilidad de la composición de servicios Web automáticamente. En [18] se presenta un framework para la composición automática de servicios. Este framework describe el proceso para la composición automática incluyendo servicios de telecomunicaciones y dominios Web. En [19, 20] des-

criben un framework llamado Plataforma Abierta para la Creación y Ejecución de Servicios Centrada en el Usuario (OPUCE, por su sigla en inglés) el cual posee un servicio de telecomunicaciones centrado en el usuario. En [5] presentan el enfoque OMELETTE, lo cual permite al usuario final realizar aplicaciones híbridas usando servicios Telco. En [20] se centran en investigar los problemas, diferentes soluciones y orientaciones para la implementación de servicios Web que son administrados por un Web Service Management System (WSMS). En [16] se enfocan en la Convergencia de las telecomunicaciones en la nube permitiendo la integración, escalabilidad e implementación de servicios convergentes sin necesidad de que un usuario tenga conocimiento sobre la infraestructura en la “nube”, mostrando las tendencias de los Telcos, influencias y efectos.

En [15] se presenta una arquitectura donde se aplica la planificación automática para el procesamiento autónomo de SW. Dentro de su arquitectura integran JSHOP2 que es la versión de Java de SHOP2 para generar los planes, la ejecución de planes con WS-BPEL, monitoreo y replanificación de acuerdo a las posibles fallas en la ejecución de los SW. Su solución consiste en la recuperación automática de fallas y la creación de un plan alternativo dependiendo del contexto.

A pesar de lo exitosas de las anteriores propuestas, estas no implementan la recomposición de servicios Telco convergentes cuando se presentan fallas y mucho menos tratan de forma automática este evento usando técnicas de planificación Automática [10].

En este artículo presentamos una arquitectura con el fin de enfrentar las fallas que se presenten durante la ejecución de servicios Telco convergentes previamente generados de forma automática.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta un escenario de motivación a este trabajo. En la Sección 3 se describen los conceptos de servicios Telco y la Convergencia de Servicios,

seguido de los principales elementos y características de los Servicios Web y al final, se relacionan lo que son técnicas de (re)planificación basadas en Inteligencia Artificial (IA). En la Sección 4 describimos la arquitectura propuesta para abordar el problema del manejo de fallas de forma automática. En la Sección 5 se presenta y compara la arquitectura propuesta con algunos trabajos relacionados y en la Sección 6 se exponen las conclusiones y trabajos futuros que se desprenden de esta investigación.

2. Escenario de motivación

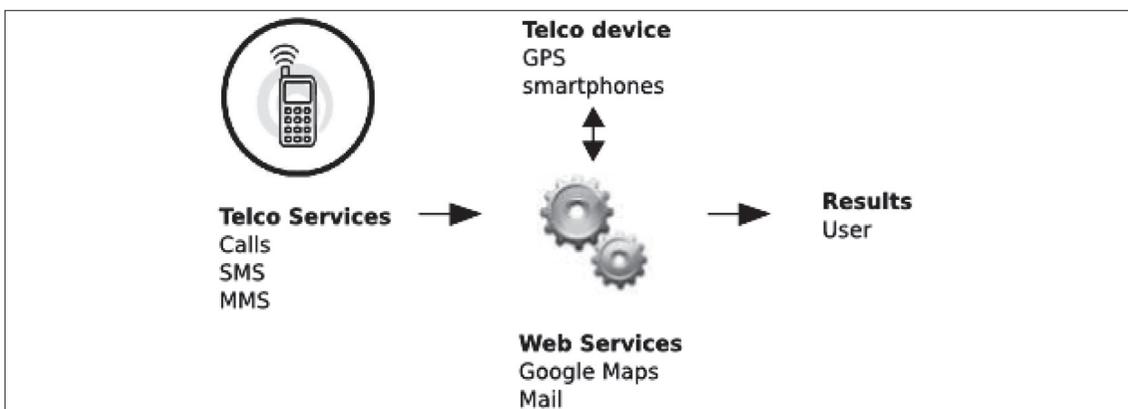
Con el fin de contextualizar el problema de replanificar servicios Telco, se presenta el siguiente caso de estudio: un sistema lector de correos electrónicos que involucra el uso de servicios Telco, dispositivos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y servicios web. De esta manera el sistema debe tomar la decisión de leer el correo de la forma tradicional o si este debe usar un mensaje de voz para dicha tarea (ver la figura 1).

En el anterior esquema se usan servicios Telco y Servicios Web teniendo como resultado un servicio convergente.

El flujo del proceso inicia desde una petición telefónica que consume un servicio web de correo electrónico, luego se debe verificar si el usuario se encuentra en movimiento (conduciendo un vehículo por ejemplo) a través del GPS bajo unos parámetros preconfigurados de velocidad, que en caso de superarlos el correo pendiente por leer se recibe a través de un servicio de voz si este va manejando ó en cualquier otra situación se presenta en forma de texto para su lectura. Estos servicios deben interactuar y funcionar de forma automática en un ambiente convergente.

En caso de que alguno de estos servicios no esté disponible o presente un problema, por ejemplo la conversión de texto a voz, al momento de capturar la falla, automáticamente se deben generar los posibles planes de solución o la reparación del plan actual incor-

Figura 1. Caso de Estudio - Servicio Telco convergente



Fuente: elaboración propia.

porando ésta al proceso en ejecución de tal manera que se logre el objetivo.

3. Servicio telco convergente

3.1 Servicios Telco

Dentro del modelo de negocios de las empresas de telecomunicaciones llamadas Telco, el modelo tradicional utilizado por ellas para implementar esta clase de servicios poco a poco ha ido evolucionando [8]. Inicialmente, los operadores de telecomunicaciones ofrecían a sus clientes servicios simples como llamadas de voz o mensajes de texto (SMS - Short MessageService, por su sigla en inglés). Su modelo de negocio era muy simple, es decir, el operador incurre en costos por mantenimiento de la red, la compra de equipos y la prestación de servicio al cliente (soporte, facturación, etc.).

La situación fue cambiando con la aparición de los servicios de telecomunicaciones móviles, el roaming internacional y con la aparición de proveedores virtuales que no eran de su infraestructura. Lo anterior ocasionó que el modelo de negocios se asociara a las soluciones que ofrecía la Web. Es así como estos sistemas TELCO insertaron en sus sistemas la tecnología IP y el Protocolo de Inicio de Sesión (SIP, Session Initiation Protocol)

que les permitió crear, modificar y terminar sesiones. Así mismo hicieron uso de manera particular de elementos específicos para la Web como Parlay, que es una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por su sigla en inglés) para acceso a aplicaciones y recursos de Telecomunicaciones, que en conjunto con el Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP, por su sigla en inglés) facilitan la integración de las capacidades de las redes de Telecomunicaciones con aplicaciones de Tecnología Informática (TI).

En los últimos años ha surgido un nuevo modelo estructural de negocios llamado Telco 2.0 que combina los servicios de Telecomunicaciones y los Servicios Web con el fin de extender las capacidades de las aplicaciones o servicios y buscar nuevas formas de hacer negocios.

En [6] se definen los servicios Telco como servicios de software que proveen soporte para comunicación y colaboración y se han clasificado los servicios dependientes de la red en la que se esté operando, de la siguiente manera:

- *Internet telco services*, operan exclusivamente en Internet. Proveen herramientas eficientes para transferencia de datos asíncrona y síncronamente para comunicación por voz o video. Ejemplo, Voz

sobre IP (VoIP) o mensajes instantáneos. Proveedores de este tipo de servicio son por ejemplo Skype, Google Voice.

- *Converged services*, median entre diferentes redes y protocolos de comunicación. Los servicios convergentes permiten el intercambio de datos entre las partes independiente de la ubicación, quien no tenga acceso a Internet podría comunicarse a través de otros canales como redes de operadores. Especialmente los procesos y tareas de decisión, donde las personas están involucradas, pueden beneficiarse de las capacidades de las redes y la disponibilidad de los dispositivos móviles. Los paquetes de datos usualmente están limitados en tamaño de paquetes y la mediación entre las redes es más costosa. Sin embargo, los servicios de mensajes cortos (SMS, por su sigla en inglés) son por lo general suficientes para confirmar tareas o para proporcionar la información requerida. Se puede realizar supervisión y gestión de procesos mediante notificación con SMS o MMS (Multimedia Messaging System). Ejemplo de ello es enviar un mensaje SMS o una llamada de voz sobre IP (VoIP, por su sigla en inglés) desde Internet a un teléfono móvil. Proveedores de este tipo de servicio son por ejemplo Tropo, Twilio.
- *Signaling services*, provee acceso a la infraestructura de señales de los operadores de red. Además, puede ser usado para establecer conexión entre dos partes en aras de iniciar transferencia de datos sobre un canal alternativo de comunicación.

Ejemplo de este servicio son las notificaciones sobre las llamadas entrantes o la negociación de parámetros de la calidad del servicio (QoS). Proveedores de este tipo de servicio son por ejemplo DeveloperGarden, Comfone Signaling o Orange API.

- Por último los autores definen *device APIs* como servicios, que permiten acceder a las capacidades del dispositivo como

cámara, micrófono, servicios de localización, etc. Las APIs de los dispositivos proveen datos adicionales que pueden ser importantes para muchos escenarios. Por ejemplo, datos de localización de smartphones con soporte para GPS, puede ser utilizado para la toma de decisiones y procesos de asignación de tareas. Además permiten el mashup de aplicaciones (o composición de servicios) para ser ejecutado parcialmente en los dispositivos finales y proporcionar funciones adicionales para el usuario.

3.2 Servicios web

Los Servicios Web son sistemas de software autónomos identificados por URIs que pueden ser publicados, localizados, y se acceden a través de mensajes codificados basados en estándares XML (SOAP, WSDL, y UDDI) y transmitidos usando protocolos de Internet [22].

Los Servicios Web encapsulan la funcionalidad de la aplicación y los recursos de información y hacen que estén disponibles a través de interfaces de programación [22], es decir, proporcionan un mecanismo estándar para que diferentes aplicaciones de software que están siendo ejecutadas en diferentes plataformas y/o marcos de trabajo puedan interoperar [3].

En [11] presentan que el modelo mínimo y más comúnmente aceptado para la composición orientada a servicios, es la Arquitectura Orientada a Servicios (AOS). Esta consta de los siguientes roles básicos: (i) el proveedor de servicios quien es el propietario de los servicios, es decir, es el sujeto (o una organización) que provee los servicios; (ii) el requeridor de servicios, también conocido como el cliente, es el sujeto que busca e invoca servicios con el fin de alcanzar algunos objetivos, y (iii) el directorio de servicios, que es el sujeto que provee un repositorio/registro de las descripciones de los servicios, donde los proveedores publican sus servicios y los requeridores buscan los servicios.

Cuando un proveedor quiere hacer que un servicio esté disponible, él publica su interfaz (parámetros de entrada/salida, tipos de mensajes, conjunto de operaciones, etc.) en el directorio, especificando también la información sobre sí mismo (nombre contactos, URL, etc.) y sobre la invocación del servicio (su descripción en lenguaje natural la posible lista de clientes autorizados, los servicios que deben ser invocados, etc.) entre otras cosas. Un cliente que requiera alcanzar un objetivo explotando las funcionalidades de un servicio, busca un servicio adecuado en el directorio de servicios y entonces lo enlaza al proveedor del servicio específico con el fin de realizar su invocación usando la información que viene junto con el servicio.

3.3 Técnicas de planificación/replanificación en Inteligencia Artificial y composición en Servicios Telco

Dentro del tema de composición de Servicios Telco, se ha tratado de hacer este proceso de forma automática o semiautomática. Para lograrlo se han estudiado ampliamente numerosas técnicas entre las que se distingue las asociadas a una de las ramas de la Inteligencia Artificial, conocida como la planificación automática ó planificación en IA. Planificar es el razonamiento sobre la acción. Este es un proceso de deliberación explícita y abstracta que escoge y organiza las acciones anticipándose a los resultados esperados [11].

Un tema asociado a la planificación es la replanificación la cual consiste en la reconstrucción de planes en caso de alguna falla. Existen diferentes técnicas que permiten adaptar los planes a las nuevas situaciones entre las que se destacan: *Reparación del plan original*, trata de repararlo mediante la introducción de cambios en sus partes conflictivas.

Reutilización de cálculos, consiste en la reutilización de los cálculos realizados durante el proceso inicial de planificación [13].

Librerías de planes, almacena un conjunto de planes junto con información asociada a los mismos. Posibilidad de técnicas de aprendizaje [11].

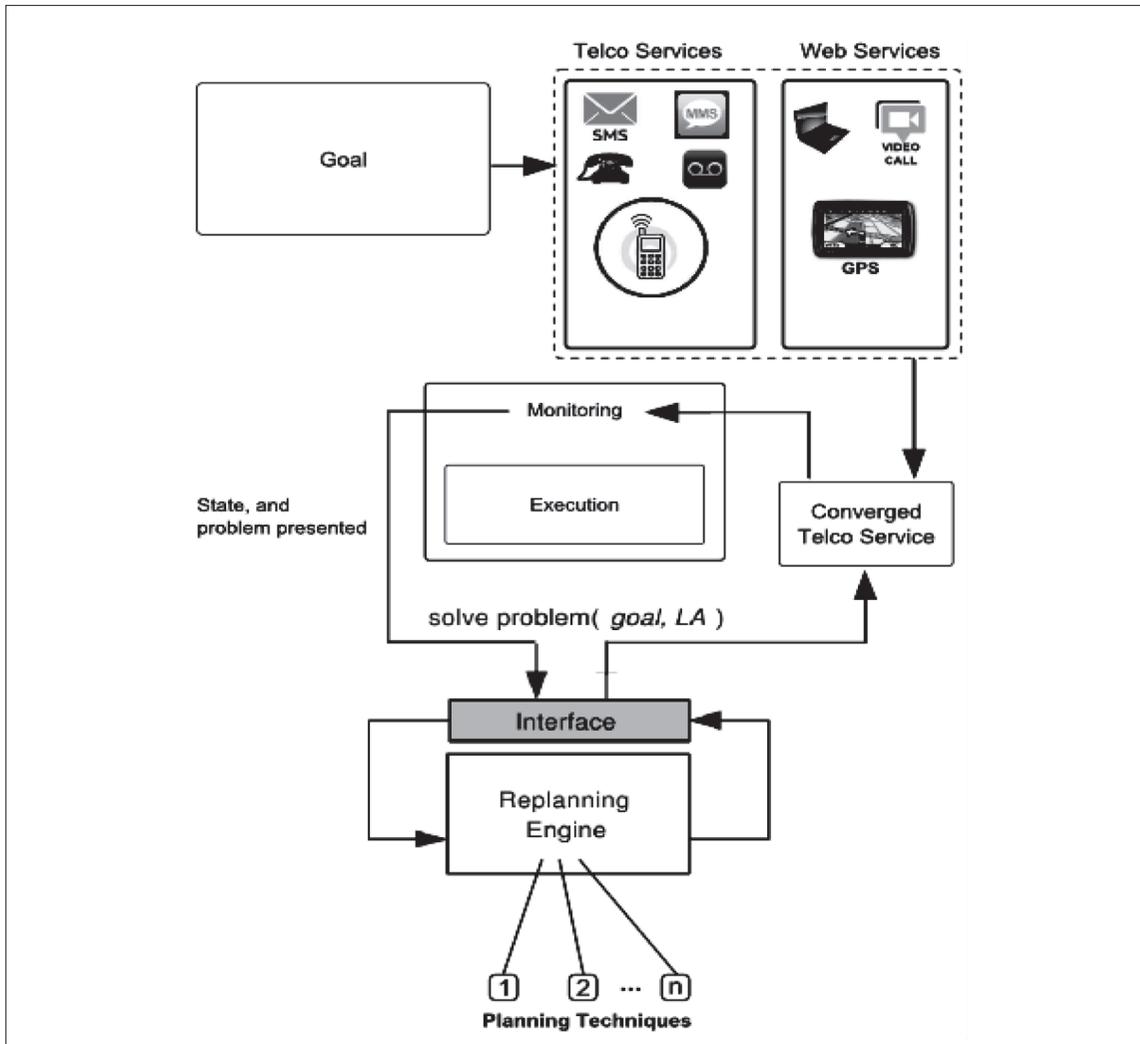
Las técnicas de replanificación están generalmente integradas a los sistemas o arquitecturas de planificación automática y su importancia está en que ante nuevas situaciones, problemas o errores, permiten adaptar, corregir o descartar un plan que ha dejado de ser válido [12].

4. Arquitectura propuesta de replanificación

Como solución al problema de fallas en tiempo de ejecución de los servicios TELCO en la figura 2 se propone una arquitectura que permite la ejecución, monitoreo y replanificación del servicio Telco previamente compuesto. Esta arquitectura (ver figura 2) toma elementos de la Arquitectura propuesta en [7].

Esta arquitectura permite la recomposición de servicios Telco convergentes mediante técnicas de planificación de forma automática. Estos es, al principio existe un objetivo que se quiere lograr, visto como una situación problema que en términos de planificación de tareas debe contener un estado inicial y el objetivo a lograr, pasando por una serie de tareas o acciones que al irse ejecutando de forma coherente y respetando las restricciones inherentes al problema se logre el objetivo (muchas posibilidades de tareas complejas). Todas esas acciones o tareas en su conjunto son llamadas "plan", que en nuestro caso involucran servicios Telco y servicios web dando lugar a un servicio Telco convergente. Luego éste, pasa a ser ejecutado bajo la supervisión de un proceso de monitoreo, el cual reportará una falla en caso de presentarse al motor de replanificación con los elementos necesarios para que pueda ser procesado y convertido a través de de subrutinas propias presentes en la interfaz.

Figura 2. Prototipo de Arquitectura



Fuente: elaboración propia.

En el motor de replanificación se analiza la falla y se utiliza dependiendo de la situación alguna de las técnicas de planificación para resolver el problema.

Luego, el problema resuelto nuevamente se convierte a través de la interfaz para ser utilizado como el servicio Telco convergente a seguir utilizándose, haciendo uso de los servicios web y servicios Telco necesarios. Éste servicio nuevo (recomposición) servicio Telco convergente es pasado al proceso de monitoreo y se procede a su ejecución entrando nuevamente al ciclo de

monitoreo y todo este proceso ocurre de forma automática.

La ejecución se realiza en un ambiente JSLEE (Service Logic Execution Environment) que provee [9] un modelo estándar de programación que puede ser usado por desarrolladores en Java, simplificando el desarrollo de aplicaciones, bajo unos estándares definidos por Parlay-X. El Consorcio Parlay (Parlay Consortium) ha definido el estándar Parlay-X que expone la interfaz principal de Servicio Web para la funcionalidad con Telecomunicación [14][12] y [2]

Tabla 1. Algoritmo: Estrategia Básica de Ejecución, Monitoreo y Replanificación [12].

Pasos	A Basic Execution Monitorin and Replanning Strategy
1. Se realiza la operación BUILD-DOMAIN.	El dominio y problema WSC se traducen a la descripción del dominio de planificación.
En la transformación sucede lo siguiente:	
a. SESMA-PDDL OWL-S	<p>Se crea un operador de planificación PDDL por cada operación de SW anotado. Se obtienen las descripciones de los servicios.</p> <p>La transformación de actividades que tengan más de un resultado pueden ser archivadas con sendos operadores PDDL. Se forman precondiciones conjuntas.</p> <p>En caso de precondiciones idénticas sólo es necesario crear un operador PDDL.</p>
b. Esto permite usar variables de descripción de objetivos	El objetivo de la WSC es transformado en una precondición de un operador reservado cuyo efecto es el objetivo de planificación.
c. Se realiza la operación EXTRACT-FROM d.	<p>Inicializar el conjunto patrones de relaciones causales para evitar las violaciones en la búsqueda de restricciones fuera del objetivo.</p> <p>El hecho base de planificación se transforma un conjunto atómico, la descripción del estado inicial.</p>
2. Se realiza la operación MAKE-PLAN.	Después de que el dominio y la definición del problema es creado, el algoritmo entra al bucle principal.
a.	<p>Si tiene éxito, el planificador invocado ofrece un plan el cual:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Es completo ii) Puede ser parcialmente ordenado iii) No contiene ningún link causal que concuerde con el patrón en el paso 1c.
b.	<p>Si falla, el proceso termina y se informa.</p> <p>Se crea una linearización del plan y se ejecuta de una manera controlada. Para cada paso del plan se invoca la función Causal-Link-Violations para verificar si se cumplen las condiciones previas para los pasos restantes.</p>
c.	El planificador crea un mensaje y éste se envía al servicio web y su respuesta se recupera y analiza.
Después de ejecutar el paso 2b, el siguiente paso es elegido y se hace la comprobación nuevamente. Si se detectan problemas se interrumpe el ciclo. Se utiliza el próximo ciclo de planificación.	
d.	Mientras no se cumpla el límite el algoritmo sigue solicitando otro plan Si no se dan los resultados deseados, se tratará de determinar un plan alternativo. Se inician la ejecución y el monitoreo de nuevo.
3. Se realiza la operación SOLVE-PROBLEM.	Una vez que el método se las arregla para ejecutar un plan sin caer en violaciones de causalidad, entonces el problema está resuelto.

Fuente: elaboración propia.

[16] el cual provee un alto nivel de abstracción independiente de protocolos usados en las redes. Además Parlay-X especifica un conjunto de servicios web (en WSDL) y particularmente orientados a las aplicaciones convergentes Telco.

En cuanto al motor de replanificación, éste provee la interfaz que permite asignar las entradas de un problema de servicios web (composición), junto con las restricciones que satisfacen, identifican y ejecutan la solución de acuerdo con un objetivo específico y coordina los planificadores para resolver los problemas y re-planificar cuando haya lugar.

En este trabajo nos enfocaremos en las técnicas de replanificación presentadas en [12] en el cual propone un modelo de tres capas para la computación orientada a servicios en la que se fomenta la combinación de técnicas de resolución de problemas:

A Basic Execution Monitoring and Replanning Strategy, la principal rutina replanificación es SOLVE-PROBLEM y sus argumentos son: el objetivo, estado inicial, el número límite de ciclos de planificación y ejecución antes de desistir. El algoritmo de ésta técnica se puede resumir en la tabla 1:

Problem Specific Replanning Strategies, es una variación de la estrategia básica, debido a las diferentes implementaciones que se puedan dar, por ejemplo cuando hay dominios y problemas donde un enfoque es más especial (menos genérico) puede ser apropiado.

Ésta contiene dos estrategias: *IsolatedSerial* e *IsolatedParallel*. Una estrategia *Isolated* divide el dominio en varios (parcialmente superpuestos) sub-dominios donde cada uno consiste exactamente en un servicio.

La idea es dividir el (servicio) dominio en una colección de sub-dominios, de acuerdo con unos criterios predefinidos. Cada uno de los sub-dominios es sujeto a un proceso de planificación y ejecución independiente.

5. Trabajos relacionados

Una serie de trabajos previos discuten o tienen propuestas para la composición y/o recomposición automática de servicios, así como en aplicaciones Telco:

En el trabajo de [15] se presenta una arquitectura donde se aplica la planificación automática para el procesamiento autónomo de servicios web. Este trabajo sugiere aplicar técnicas de replanificación automática como un medio para superar automáticamente las fallas que surgen durante la ejecución del servicio previamente compuesto buscando crear un plan alternativo dependiente del contexto. Este trabajo es importante porque categorizan según el contexto los errores que se presentan para tomar decisiones en materia de reutilización de planes o conversión al siguiente plan, basado en los planificadores de Inteligencia Artificial (IA).

Sin embargo, el enfoque aplicado a los SW sobre replanificar en este trabajo no se aplica al campo de los servicios Telco convergentes ni tampoco la selección de varias técnicas de planificación para recuperarse de las fallas como pretendemos en nuestra arquitectura.

En [21] se centran en investigar los problemas, diferentes soluciones y orientaciones para la implementación de servicios Web que son administrados por un Web Service Management System (WSMS). Identifica las características principales de un WSMS y realiza un estudio comparativo de sistemas de implementación de servicios web representativos con respecto a elementos o mecanismos como: composición automática, optimización (en la composición del plan) y monitoreo con miras a la evolución de las tecnología de servicios web teniendo en cuenta el acceso eficiente al servicio web, la composición automática del servicios, manejo de ontologías para servicios web, descubrimiento y recuperación de fallas. Esto lo hace diferente a nuestra arquitectura por el hecho de no incluir la recomposición o reparación de las fallas que se presenten.

En [16] se enfocan en la Convergencia de las telecomunicaciones en la nube, sobre todo en las Next Generation Networks (NGN), mostrando las tendencias de los Telcos, influencias y efectos e incorporando la combinación de Infraestructura como Servicio Infraestructure as a Service (IaaS, Infraestructure as a Service), Plataforma como Servicios Platform as a Service (PaaS, Platform as a Service) y Software como servicio Software as a Service (SaaS, Software as a Service).

IaaS está en la capa más baja y es un medio de administración de almacenamiento básico y calcula las capacidades de los servicios estandarizados través de la red, además de soportar la carga de trabajo. La capa media, o PaaS, es la encapsulación de un entorno abstracto de desarrollo, así como la carga y testeo de servicios. SaaS es la capa más alta y cuenta con aplicaciones completas ofrecidas como un servicio en demanda a través de múltiples clientes, y que permite correr una sola instancia del software que sirven a múltiples clientes.

Lo anterior permite la integración, escalabilidad e implementación de servicios convergentes sin necesidad de que un usuario tenga conocimiento sobre la infraestructura en la "nube". De igual forma en este trabajo, no se incluyen los elementos de monitoreo, ejecución o replanificación cuando se presenten problemas en los servicios Telco convergentes como pretendemos en nuestra propuesta.

En [1] se propone una arquitectura para compañías Telco habilitada para hacer un híbrido o combinación con la "web 2.0". Además propone también un diseño e implementación de un corredor de servicios específicos Telco convergente haciendo uso la especificación Parlay X que provee una API para abstracción de servicios web.

En este trabajo tratan el tema aplicaciones híbridas en conjunto con los servicios de telecomunicaciones, pero no incluyen la recomposición automática o recuperación de fallas para servicios Telco convergentes.

En el trabajo de [4] se enfocan en la utilización de técnicas de planificación de Inteligencia Artificial (IA) como HTN para mejorar la flexibilidad de la composición de servicios Web automáticamente. En este trabajo proponen la combinación de un modelo de proceso de decisión de Markov y la planificación HTN para abordar la composición de servicios Web. En el modelo, la planificación HTN es mejorada para descomponer una tarea en múltiples formas y, por tanto, ser capaz de encontrar más de un plan, que contempla las propiedades funcionales y no funcionales. Además, cuando la ejecución de los resultados del plan seleccionado resulta en una falla, los planes candidatos pueden asegurar que las tareas se llevarán a cabo sin descuidar las restricciones o incrementando premisas.

La propuesta anterior no incluye un proceso de monitoreo de los planes en ejecución que entregue la posible falla al proceso que se encargue de replanificación como pretendemos en nuestra arquitectura y aunque no mencionan la aplicación de la técnica utilizada por el autor en el dominio de los servicios Telco convergentes, esta técnica podría ser utilizada en el futuro en arquitectura para la recuperación de fallas en los mismos.

En [18] se presenta un framework para composición automática de servicios. Este framework describe el proceso para la composición automática incluyendo servicios de telecomunicaciones y dominios Web. Además describen su arquitectura para la composición automática a través de un prototipo pero no se muestran detalles de implementación.

En este trabajo también realizan validación a la composición de los servicios en cuanto a las propiedades no funcionales expresadas en los requerimientos del servicio, no obstante, en ningún momento se denotan como elementos de recuperación de fallas en el proceso, haciéndolo diferente a nuestra propuesta.

En [20] su trabajo está enfocado en que los usuarios finales puedan crear, personalizar y compartir sus propios servicios desde la composición de otros servicios de forma fácil y rápida y combinados con los servicios Telco. Ellos describen un framework llamado Plataforma Abierta para la Creación y Ejecución de Servicios Centrada en el Usuario (OPUCE, por su sigla en inglés) el cual posee un servicio de Telecomunicaciones centrado en el usuario. La plataforma OPUCE utiliza también servicios estandarizados y características de la plataforma IMS (IP Multimedia Subsystem): ubicuidad, presencia de información, mensajería instantánea, Pulsar para hablar bajo telefonía y multimedia. Además validan un prototipo tipo laboratorio donde ponen a prueba a OPUCE proveyendo un escenario real de convergencia y crearon un editor para la composición de los servicios donde se refleja gráficamente el flujo del servicio creado.

Además en [19], su trabajo está enfocado en que los usuarios finales puedan crear, personalizar y compartir sus propios servicios desde la composición de otros servicios de forma fácil y rápida y combinarlos con los servicios Telco. Ellos describen un framework llamado Plataforma Abierta para la Creación y Ejecución de Servicios Centrada en el Usuario (OPUCE, por su sigla en inglés) el cual posee un servicio de Telecomunicaciones centrado en el usuario.

Dentro de la descripción de la arquitectura de OPUCE no se ve reflejado la composición automática de servicios Telco convergentes ni mecanismos de recuperación en caso de fallas.

En [5] presentan el enfoque OMELETTE, lo cual permite al usuario final realizar aplicaciones híbridas usando servicios Telco. OMELETTE posee dos características importantes que permiten un rápido desarrollo: un motor de recomendación para proporcionar ayuda a usuarios o desarrolladores durante un desarrollo manual y un motor de composición automático que es capaz de hacer tareas de desarrollo. Este motor auto-

mático se basa en la configuración del perfil de usuario y sus preferencias para llevar a cabo su tarea.

Al igual que algunos de los trabajos anteriores, éste carece de características de recuperación de fallas a pesar de tocar el dominio de los servicios Telco, no se asemeja a nuestra arquitectura.

En las propuestas arriba mencionadas se tratan varios temas importantes para construir nuestra propuesta, pero ninguna implementa la recomposición de servicios Telco convergentes cuando se presentan fallas en la composición de un servicio previamente, y mucho menos de forma automática usando técnicas de planificación.

6. Conclusiones

La replanificación en Inteligencia Artificial abre una gama de posibilidades en cuanto al manejo de fallas en servicios TELCO convergentes. Los servicios web generalizan y facilitan esta tarea para no limitar las posibilidades de uso y su implementación al ser estándar esté siempre disponible para los distintos sistemas o máquinas. La integración de técnicas de planificación IA y los servicios Telco convergentes son un componente clave para gestionar los posibles problemas que se presenten en la generación y ejecución de estos servicios haciendo posible recuperarse de las fallas y cumplir con los objetivos inicialmente definidos.

En la arquitectura aquí propuesta se espera globalizar todas las técnicas de replanificación actuales aunque iniciando con las presentadas por [23] y futuras como un instrumento útil en plataformas o arquitecturas de planificación de tareas.

Como trabajo futuro se propone incluir el mayor número de técnicas de replanificación posibles para enriquecer este proceso en el manejo de fallas de servicios TELCO convergentes a errores, fallas y sucesos que lleven a revisar el proceso y lograr los estados objetivo.

7. Agradecimientos

Este trabajo es soportado por el proyecto “Apoyo al Grupo de Sistemas Inteligentes Web - SINTELWEB - Convocatoria Nacional - Apoyo para el Fortalecimiento de Grupos de Investigación o Creación Artística 2012” código Dime 205010011129 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

8. Referencias

- [1] Blum, N. et al. 2008. Services, enablers and architectures: Definition of a connected web 2.0/telco service broker to enable new flexible service exposure models. *Proc. of International Conference on Intelligence in Networks (ICIN), Bordeaux* (2008), 20–23.
- [2] Bond, G. et al. 2009. Unified telecom and web services composition: problem definition and future directions. *Proceedings of the 3rd International Conference on Principles, Systems and Applications of IP Telecommunications* (2009), 13.
- [3] Booth, D. et al. 2004. Web services architecture. (2004).
- [4] Chen, K. et al. 2009. Markov-htn planning approach to enhance flexibility of automatic web service composition. *Web Services, 2009. ICWS 2009. IEEE International Conference on* (2009), 9–16.
- [5] Chudnovskyy, O. et al. 2012. End-user-oriented telco mashups: the OMELETTE approach. *Proceedings of the 21st international conference companion on World Wide Web* (2012), 235–238.
- [6] Chudnovskyy, O. et al. 2012. Integration of telco services into enterprise mashup applications. *Current Trends in Web Engineering*. (2012), 37–48.
- [7] Corrales, J.C. and Falcarin, P. 2012. User Centred Automated Composition in Telco 2.0. (Jul. 2012), 104–110.
- [8] Davies, J. et al. D8. 5. Telco 2.0 Recommendations.
- [9] Falcarin, P. and Venezia, C. 2008. Communication web services and JAIN-SLEE integration challenges. *International Journal of Web Services Research (IJWSR)*. 5, 4 (2008), 59–78.
- [10] Ghallab, M. et al. 2004. *Automated Planning: theory and practice*. Morgan Kaufmann.
- [11] Guzmán Luna, J.A. 2009. *Modelo de Planificación y Ejecución Concurrente para la Composición de Servicios Web Semánticos en Entornos Parcialmente Observables*. Universidad Nacional de Colombia.
- [12] Joachim Peer 2006. *Description and Automated Processing of Web Services*. University of St. Gallen.
- [13] Koenig, S. et al. 2004. Lifelong Planning A \square . *Artificial Intelligence*. 155, 1–2 (May. 2004), 93–146.
- [14] Mittal, S. et al. 2008. Sewnet-: a framework for creating services utilizing telecom functionality. *Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web* (2008), 875–884.
- [15] Moore, C. et al. 2010. An architecture for autonomic Web service process planning. *Emerging Web Services Technology Volume III*. (2010), 117–130.
- [16] Penza, A. 2011. 50th FITCE Congress in Palermo On track. *Fitce Forum* (2011).
- [17] Portilla Rosero, B.E. 2011. *Modelo basado en aprendizaje de máquinas para el manejo de riesgo de falla durante la composición de servicios Web*. s.n.
- [18] Shiaa, M. et al. 2008. Towards the automation of the service composition process: case study and prototype implementations. *ICT-MobileSummit 2008 Conference Proceedings, Stockholm, Sweden, IIMC International Information Management Corporation* (2008).

- [19] Yelmo, J.C. et al. 2011. A user-centric approach to service creation and delivery over next generation networks. *Computer Communications*. 34, 2 (Feb. 2011), 209–222.
- [20] Yelmo, J.C. et al. 2008. A user-centric service creation approach for Next Generation Networks. *Innovations in NGN: Future Network and Services, 2008. K-INGN 2008. First ITU-T Kaleidoscope Academic Conference (2008)*, 211–218.
- [21] Yu, Q. et al. 2008. Deploying and managing Web services: issues, solutions, and directions. *The VLDB Journal*. 17, 3 (2008), 537–572.
- [22] Zeng, L. et al. 2004. QoS-aware middleware for web services composition. *Software Engineering, IEEE Transactions on*. 30, 5 (2004), 311–327.