



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO, MATEMÁTICAS
Y NATURALES**

Tesis
para optar al título de postgrado correspondiente a la
Maestría en Ingeniería de Software

**Definición de Reglas de Transformación de Grafos y QoS
para la Interfaz entre Aplicaciones Externas a un
Workflow con Servicios Web**

Lic. Paola Martellotto

Director: Dr. Daniel Riesco
Co-directora: Mg. Marcela E. Daniele

San Luis
Febrero de 2010

Índice de Contenidos

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN -----	10
1.1. MOTIVACIÓN Y PROPUESTA -----	10
1.2. OBJETIVOS -----	13
1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO-----	14
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE -----	16
2.1. IMPLEMENTACIONES ALTERNATIVAS DE LA COMUNICACIÓN DEL SGFT CON LAS APLICACIONES EXTERNAS-----	16
2.2. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS WEB -----	20
2.3. BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DINÁMICA DE SERVICIOS WEB -----	24
2.4. ALGUNAS CONCLUSIONES SOBRE LOS TRABAJOS ANALIZADOS -----	26
CAPÍTULO 3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE FLUJOS DE TRABAJO -----	29
3.1. INTRODUCCIÓN -----	30
3.2. DEFINICIÓN-----	31
3.3. DIFERENTES TIPOS DE FLUJOS DE TRABAJO -----	34
3.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE UN FLUJO DE TRABAJO -----	35
3.5. EL MODELO DE REFERENCIA DE LA WfMC-----	37
3.5.1 PROCESOS Y TRANSICIONES DE ESTADOS DE ACTIVIDAD -----	41
3.5.2 WORKFLOW APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (WAPI)-----	42
3.5.3 INTERCAMBIO DE DATOS-----	43
3.5.4 INTERFAZ 1: DEFINICIÓN DE PROCESOS -----	44
3.5.5 INTERFAZ 2: APLICACIONES DE CLIENTE -----	46
3.5.6 INTERFAZ 3: APLICACIONES INVOCADAS -----	49
3.5.7 INTERFAZ 4: FUNCIONES DE INTEROPERABILIDAD -----	51
3.5.8 INTERFAZ 5: ADMINISTRACIÓN Y EL MONITOREO -----	54
CAPÍTULO 4. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA INTERFAZ DE APLICACIONES INVOCADAS CON SERVICIOS WEB -----	57
4.1. LOS SERVICIOS WEB -----	58
4.1.1 OBJETIVOS DE LOS SERVICIOS WEB-----	61
4.1.2 EJEMPLOS DE SERVICIOS WEB-----	62
4.1.3 ARQUITECTURA BÁSICA -----	64

4.1.4 DINÁMICA DE LOS SERVICIOS WEB	66
4.2. EL LENGUAJE WSDL	68
4.3. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA INTERFAZ DE APLICACIONES INVOCADAS	69
4.3.1. DEFINICIÓN DEL ELEMENTO TYPES	71
4.3.2. DEFINICIÓN DEL ELEMENTO INTERFACE	72
4.3.3. DEFINICIÓN DEL ELEMENTO BINDING	73
4.3.4. DEFINICIÓN DEL ELEMENTO SERVICE	74
CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIÓN NO FUNCIONAL DE LA INTERFAZ DE APLICACIONES INVOCADAS CON SERVICIOS WEB	76
5.1. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS WEB	77
5.2. ESPECIFICACIÓN NO FUNCIONAL DE LA INTERFAZ DE LAS APLICACIONES INVOCADAS	80
5.3. LA ESPECIFICACIÓN COMPLETA	82
CAPÍTULO 6. INVOCACIÓN DE APLICACIONES EXTERNAS CON REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS	85
6.1. LAS REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS.....	86
6.2. LAS REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS EN EL MODELADO ORIENTADO A OBJETOS	87
6.3. SELECCIÓN AUTOMÁTICA DE SERVICIOS WEB CON REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS	88
6.4. SU UTILIZACIÓN EN LA INVOCACIÓN DE UNA APLICACIÓN EXTERNA.....	90
6.4.1 GRAFOS DEL SOLICITANTE Y LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS WEB	92
6.4.2 ANÁLISIS DE LA CORRESPONDENCIA ENTRE LOS GRAFOS GENERADOS	97
CAPÍTULO 7. CASO DE ESTUDIO: INVOCACIÓN DE APLICACIONES EXTERNAS EN OPENUP/BASIC.....	99
7.1. EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE OPENUP	100
7.2. OPENUP/BASIC	102
7.2.1. ROLES	103
7.2.2. DISCIPLINAS	104
7.2.3. TAREAS.....	105
7.2.4. ARTEFACTOS	105
7.2.5. CICLO DE VIDA	105
7.3. LOS SERVICIOS WEB EN LA INVOCACIÓN DE APLICACIONES EXTERNAS EN OPENUP/BASIC.....	106
7.3.1. GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CÓDIGO A PARTIR DE UN MODELO DE DISEÑO	106
7.3.1.1. GRAFOS DE LOS SERVICIOS WEB DEL SOLICITANTE Y LOS PROVEEDORES	107
7.3.1.2. CORRESPONDENCIA ENTRE LOS GRAFOS	111
7.3.2. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO Y DE SUS ITERACIONES	113

7.3.2.1. GRAFOS DE LOS SERVICIOS WEB DEL SOLICITANTE Y LOS PROVEEDORES -----	115
7.3.2.2. CORRESPONDENCIA ENTRE LOS GRAFOS -----	117
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS-----	119
8.1. CONCLUSIONES -----	120
8.2. TRABAJOS FUTUROS -----	122
8.2.1. CONTINUACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO -----	122
8.2.2. EXTENSIONES AL TRABAJO REALIZADO -----	123
8.3. PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS-----	123
8.3.1. CONGRESOS INTERNACIONALES-----	124
8.3.2. CONGRESOS INTERNACIONALES-----	124
8.3.3. CONGRESOS NACIONALES -----	124
8.3.4. TRABAJOS FINALES DE CARRERAS-----	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	127
ANEXO A. TECNOLOGÍAS DE LOS SERVICIOS WEB -----	133
A.1 INTRODUCCIÓN-----	134
A.2 EL PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA HTTP -----	134
A.3 EL LENGUAJE XML -----	137
A.4 EL PROTOCOLO SOAP PARA LA REPRESENTACIÓN DE LOS MENSAJES-----	141
A.4.1 ESTRUCTURA DE UN MENSAJE SOAP-----	141
A.4.2 ATRIBUTOS DE UN MENSAJE SOAP -----	143
A.5 EL LENGUAJE WSDL PARA LA DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS WEB-----	144
A.5.1 ESTRUCTURA DE UN DOCUMENTO WSDL -----	145
A.6 EL DIRECTORIO UDDI PARA EL REGISTRO Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS WEB-----	152
A.6.1 EL MODELO DE DATOS DEL REGISTRO UDDI -----	153
A.6.2 INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN (API) DE UDDI -----	154
ANEXO B. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS WEB-----	157
B.1 INTRODUCCIÓN-----	158
B.2 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS WEB-----	158
B.3 ENFOQUES POSIBLES PARA EL SOPORTE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD -----	164
B.4 DESCUBRIMIENTO AUTOMÁTICO DE SERVICIOS WEB CON QOS -----	167
B.4.1 LOS ACUERDOS SLA-----	167
B.4.2 LA DESCRIPCIÓN NO FUNCIONAL EN WSDL -----	169

ANEXO C. REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS -----	171
C.1 INTRODUCCIÓN-----	172
C.2 GRAMÁTICAS DE GRAFOS Y TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS-----	173
C.3 DIFERENTES ENFOQUES DE LA TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS-----	176
C.4 EL ENFOQUE ALGEBRAICO EN LA TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS-----	179
C.4.1 EL ENFOQUE DPO-----	180
C.4.2 EL ENFOQUE SPO-----	182
C.5 LAS REGLAS DE TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS EN EL MODELADO ORIENTADO A OBJETOS-----	183
C.6 MODELADO Y META MODELADO-----	185
C.6.1 MODELADO CON TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS-----	186
C.6.2 META MODELADO CON TRANSFORMACIÓN DE GRAFOS-----	187
ANEXO D. INTERFAZ DE LAS APLICACIONES INVOCADAS -----	171
D.1 INTRODUCCIÓN-----	195
D.2 LA INTERFAZ DE LAS APLICACIONES INVOCADAS-----	196
D.3 FUNCIONES DE CONEXIÓN/DESCONEXIÓN-----	197
D.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CONEXIÓN/DESCONEXIÓN-----	197
D.3.2 OPERACIONES ENTRE LAS APIS Y EL MOTOR DEL FLUJO DE TRABAJO-----	198
D.4 WAPIS DE LA INVOCACIÓN DE APLICACIONES-----	199
D.4.1 WAPIS DE CONEXIÓN/DESCONEXIÓN-----	199
D.4.2 WAPI PARA INVOCAR UNA APLICACIÓN-----	201
D.4.3 WAPI PARA SOLICITAR EL ESTADO DE UNA APLICACIÓN-----	202
D.4.4 WAPI PARA TERMINAR UNA APLICACIÓN-----	203

Índice de Figuras

Figura 3.1. Términos principales y sus relaciones.....	36
Figura 3.2. Modelo de Referencia de SGFT. Componentes e Interfaces.....	39
Figura 3.3. Transiciones de Estados de Actividad y Proceso.....	41
Figura 3.4. Transiciones de Estados de las Actividades.....	42
Figura 3.5. Componentes que participan en la Interfaz 1.....	45
Figura 3.6. Meta-modelo básico para la definición de un flujo de trabajo.....	46
Figura 3.7. Componentes que participan en la Interfaz 2.....	48
Figura 3.8. Componentes que participan en la Interfaz 3.....	50
Figura 3.9. Modelo encadenado.....	51
Figura 3.10. Modelo de sub-procesos anidados.....	52
Figura 3.11. Modelo de Peer-to-Peer.....	53
Figura 3.12. Modelo de Sincronización Paralela.....	53
Figura 3.13. Componentes que participan en la Interfaz 4.....	54
Figura 3.14. Componentes que participan en la Interfaz 5.....	55
Figura 4.1. Estándares de los Servicios Web.....	60
Figura 4.2. Operaciones de los Servicios Web.....	65
Figura 4.3. Dinámica de los Servicios Web.....	67
Figura 4.4. Descripción del elemento <i>types</i> del servicio web <i>InvokeApplication</i>	72
Figura 4.5. Descripción del elemento <i>interface</i> del servicio web <i>InvokeApplication</i>	73
Figura 4.6. Descripción del elemento <i>binding</i> del servicio web <i>InvokeApplication</i>	74
Figura 4.7. Descripción del elemento <i>service</i> del servicio web <i>InvokeApplication</i>	74
Figura 5.1. Descripción del elemento <i>QoSReq</i> del servicio web <i>InvokeApplication</i>	80
Figura 5.2. Especificación de la característica de calidad <i>Tiempo de Respuesta</i>	81
Figura 5.3. Especificación de la característica de calidad <i>Disponibilidad</i>	81
Figura 5.4. Especificación de la característica de calidad <i>Throughput</i>	81
Figura 5.5. Especificación de la característica de calidad <i>Reputación</i>	81
Figura 5.6. El documento completo del servicio web <i>InvokeApplication</i> (<i>types</i>).....	83
Figura 5.7. Documento completo del servicio web <i>InvokeApplication</i> (<i>interface</i> , <i>binding</i> y <i>service</i>).....	84
Figura 6.1. Modificación de grafos basada en reglas.....	86
Figura 6.2. Transformación de Grafos.....	87
Figura 6.3. Esquema de selección de Servicios Web.....	91
Figura 6.4. Grafo de la precondition del servicio solicitado.....	94
Figura 6.5. Grafos de la poscondición del servicio solicitado.....	95
Figura 6.6. Grafos de la precondition del servicio ofrecido por el proveedor.....	96

Figura 6.7. Grafos de la poscondición del servicio ofrecido por el proveedor.....	97
Figura 6.8. Grafos de las precondiciones del solicitante y el proveedor.....	98
Figura 6.9. Grafos de las poscondiciones del solicitante y el proveedor.....	99
Figura 7.1. Capas de OpenUP: micro-incrementos, ciclo de vida de la iteración y ciclo de vida del proyecto.....	102
Figura 7.2. Fases del Ciclo de Vida en OpenUP/Basic.....	107
Figura 7.3. Grafo de la precondición del solicitante.....	109
Figura 7.4. Grafo de la poscondición del solicitante.....	109
Figura 7.5. Grafo de la precondición del proveedor1.....	110
Figura 7.6. Grafo de la poscondición del proveedor1.....	111
Figura 7.7. Grafo de la precondición del proveedor2.....	112
Figura 7.8. Grafo de la poscondición del proveedor2.....	112
Figura 7.9. Grafos de la pre y poscondición del solicitante y el proveedor 1.....	113
Figura 7.10. Grafos de la pre y poscondición del solicitante y el proveedor 2.....	114
Figura 7.11. Grafo de la precondición del solicitante.....	116
Figura 7.12. Grafo de la poscondición del solicitante.....	117
Figura 7.13. Grafo de la precondición del proveedor.....	118
Figura 7.14. Grafo de la poscondición del proveedor.....	119
Figura 7.15. Grafos de la pre y poscondición del solicitante y el proveedor.....	120

Índice de Tablas

Tabla 3.1. APIs para acceder a la definición de procesos.....	46
Tabla 3.2. APIs para el uso de aplicaciones de clientes.....	49
Tabla 3.3. APIs para la invocación de aplicaciones.....	51
Tabla 3.4. APIs para la interoperabilidad de flujos de trabajo.....	54
Tabla 3.5. APIs para la definición de procesos.....	56
Tabla 5.1. Características de calidad de los servicios web.....	79