

TABLA DE CONTENIDOS

| | página |
|---|------------|
| Dedicatoria | I |
| Agradecimientos | II |
| Tabla de Contenidos | III |
| Índice de Figuras | I |
| Índice de Tablas | II |
| Resumen | IV |
| Abstract | VI |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Contexto | 1 |
| 1.2. Descripción del problema. | 2 |
| 1.3. Objetivos | 3 |
| 1.3.1. Objetivo General | 3 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 3 |
| 1.4. Metodología | 3 |
| 1.5. Alcance del Proyecto | 4 |
| 2. Marco Teórico. | 5 |
| 2.1. Modelos de base de datos | 5 |
| 2.2. Restricciones de integridad | 14 |
| 2.3. Bases de datos de grafo | 18 |
| 2.3.1. Modelos de bases de datos de grafo | 18 |
| 2.3.2. Base de datos de grafo | 19 |
| 2.4. RDF, RDF Schema y SPARQL | 21 |
| 2.4.1. RDF | 21 |
| 2.4.2. RDF-Schema | 25 |
| 2.4.3. SPARQL | 27 |

| | |
|---|------------|
| 3. Desarrollo de la investigación | 30 |
| 3.1. Estudio sobre restricciones de integridad en Bases de Datos. | 30 |
| 3.1.1. Restricciones de Integridad en el Modelo Relacional | 30 |
| 3.1.2. Restricciones de Integridad en el Modelo Orientado a Objetos | 32 |
| 3.1.3. Restricciones de Integridad en el Modelo Semiestructurado . . | 33 |
| 3.1.4. Restricciones de Integridad en el Modelo Deductivo | 34 |
| 3.1.5. Restricciones de Integridad en los Modelos de Grafos | 35 |
| 3.2. Selección de Restricciones de Integridad | 37 |
| 3.3. Caso de Estudio: Facebook | 42 |
| 3.4. Definición de Restricciones de Integridad para grafo. | 50 |
| 3.5. Validación de Restricciones de Integridad usando SPARQL. | 62 |
| 3.6. Prototipo para la validación automática de Restricciones de Integridad | 65 |
| 3.6.1. Descripción general del prototipo | 65 |
| 3.6.2. Bibliotecas utilizadas | 66 |
| 3.6.3. Diseño de la aplicación (prototipo). | 67 |
| 3.6.4. Implementación del prototipo | 70 |
| 3.6.5. Prueba del prototipo | 72 |
| 4. Conclusiones | 75 |
| Bibliografía | 77 |
| Anexos | |
| A: Vocabulario de RDF Schema (Informativo) | 81 |
| B: Tabla comparativa de Restricciones de Integridad | 84 |
| C: RDF Schema para Facebook | 93 |
| D: Datos de Facebook en formato RDF/XML | 97 |
| E: Datos de Facebook en formato N3 | 118 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | página |
|--|--------|
| 2.1. Modelo de Red | 8 |
| 2.2. Modelo Relacional | 9 |
| 2.3. Modelo Semántico | 10 |
| 2.4. Modelo Orientado a Objetos | 12 |
| 2.5. Modelo Semiestructurado | 13 |
| 2.6. Modelo de Grafo | 19 |
| 2.7. Triple RDF | 24 |
| 3.1. Diagrama de un grafo con 6 nodos y 7 aristas | 38 |
| 3.2. Ejemplo de camino en un grafo | 38 |
| 3.3. Patrón de Grafo | 39 |
| 3.4. Grafo Dirigido | 40 |
| 3.5. Consulta utilizando Graph API de Facebook | 44 |
| 3.6. Diagrama de Clases de Propiedades | 48 |
| 3.7. Diagrama de Clases de Entidades | 48 |
| 3.8. Patrón de grafo | 59 |
| 3.9. Diagrama de bloques/módulos del prototipo | 67 |
| 3.10. Clase principal del prototipo | 68 |
| 3.11. Modelo de la aplicación para Validación de restricciones de integridad | 69 |
| 3.12. Áreas principales del prototipo | 70 |
| 3.13. Pantalla inicial del sistema | 72 |
| 3.14. Vista de resultados | 73 |
| 3.15. Vista de consulta SPARQL realizada | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | página |
|--|--------|
| 2.1. Cuadro comparativo de modelos de datos | 13 |
| 2.2. Comparativa - Modelo Relacional(parte 1) | 17 |
| 2.3. Comparativa - Modelo Relacional(parte 2) | 18 |
| 2.4. Sintáxis básica de una consulta SPARQL | 28 |
| 3.1. Restricciones de Integridad en el Modelo Relacional | 31 |
| 3.2. Restricciones de Integridad - Modelo Relacional | 32 |
| 3.3. Restricciones de Integridad en el Modelo Orientado a Objetos | 33 |
| 3.4. Restricciones de Integridad - Modelo Semiestructurado | 33 |
| 3.5. Restricciones de Integridad - Modelo Semiestructurado | 34 |
| 3.6. Restricciones de Integridad en el Modelo Deductivo | 35 |
| 3.7. Restricciones de Integridad en el Modelo Grafos | 36 |
| 3.8. Clasificación de Restricciones para Nodos | 40 |
| 3.9. Clasificación de Restricciones para Aristas | 41 |
| 3.10. Clasificación de Restricciones para Vecindad | 41 |
| 3.11. Clasificación de Restricciones para Caminos | 41 |
| 3.12. Clasificación de Restricciones para Patrones | 42 |
| 3.13. Clasificación de Restricciones para Búsquedas sobre grafos dirigidos | 42 |
| 3.14. Relaciones existentes en Facebook | 45 |
| 3.15. Relaciones existentes en Facebook | 46 |
| 3.16. Atributos existentes en Facebook | 46 |
| 3.17. Atributos existentes en Facebook | 47 |
| 3.18. Atributos seleccionados Facebook | 49 |
| 3.19. Definición General 1 | 51 |
| 3.20. Vocabulario de definición de Restricciones de Integridad | 52 |
| A.1. Clases RDF (parte 1) | 81 |
| A.2. Clases RDF (parte 2) | 82 |
| A.3. Propiedades RDF (parte 1) | 82 |
| A.4. Propiedades RDF (parte 2) | 83 |
| B.1. Comparativa - Modelo Relacional (parte 1) | 84 |

| | |
|--|----|
| B.2. Comparativa - Modelo Relacional (parte 2) | 85 |
| B.3. Comparativa - Modelo Orientado a Objetos | 86 |
| B.4. Comparativa - Modelo Semiestructurado (parte 1) | 87 |
| B.5. Comparativa - Modelo Semiestructurado (parte 2) | 88 |
| B.6. Comparativa - Modelo Deductivo | 89 |
| B.7. Comparativa - Modelo Grafos (parte 1) | 90 |
| B.8. Comparativa - Modelo Grafos (parte 2) | 91 |
| B.9. Comparativa - Modelo RDF | 92 |