

Contenido

Agradecimientos.....	viii
Abstract.....	x
Lista de Figuras.....	xx
Lista de Tablas	xxiii
1. Introducción	1
1.1 Motivación.....	1
1.2 Objetivos	5
1.3 Metodología de investigación.....	6
1.4 Principales contribuciones	8
1.4.1 Artículos en revistas	8
1.4.2 Artículos en congresos internacionales	8
1.4.3 Capítulos de libro.....	9
1.4.4 Proyectos y contexto de investigación	10
1.5 Estructura de la tesis.....	10
2. Estado del arte.....	13
2.1 Introducción.....	13
2.2 Internet de las Cosas (IoT)	14
2.2.1 Evolución desde una visión	14
2.2.2 Definiciones de IoT	16
2.2.3 Características de IoT.....	19
2.2.4 Componentes de IoT.....	21
2.2.5 Arquitecturas de referencia en IoT	25
2.2.5.1 Arquitectura de tres capas.....	26
2.2.5.2 Arquitectura de cuatro capas.....	26
2.2.5.3 Arquitectura de cinco capas.....	27
2.2.5.4 Arquitectura de red jerárquica para la conectividad escalable M2M.....	27
2.2.6 Dominios de aplicación de IoT	28
2.2.6.1 Dominio industrial - Transporte y logística	29
2.2.6.2 Dominio del bienestar sanitario - Cuidado de la Salud.....	30
2.2.6.3 Dominio de Ciudad Inteligente	31
2.2.7 Desafíos en el desarrollo de IoT	33
2.3 Interoperabilidad en el ámbito de IoT.....	34

2.4 Interoperabilidad de dispositivos en IoT.....	37
2.4.1 Heterogeneidad de los dispositivos.....	38
2.4.2 Patrones de comunicación de dispositivos	40
2.4.2.1 Comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D).....	40
2.4.2.2 Comunicación de dispositivo al cloud (D2C).....	41
2.4.2.3 Comunicación de dispositivo a gateway (D2G).....	43
2.4.3 Niveles de Interoperabilidad	45
2.4.3.1 Interoperabilidad Técnica	47
2.4.3.1.1 Tecnologías y protocolos de comunicación relacionados	48
2.4.3.1.1.1 <i>Capa física y de enlace</i>	48
2.4.3.1.1.2 <i>Capa de red y de transporte</i>	59
2.4.3.1.1.3 <i>Capa de aplicación</i>	62
2.4.3.2 Interoperabilidad sintáctica.....	74
2.4.3.3 Interoperabilidad semántica.....	78
2.5 Conclusiones	82
3. Especificación de la arquitectura	83
3.1 Introducción.....	83
3.2 Análisis de requerimientos	84
3.3 Visión general de la arquitectura	87
3.3.1 Vista de Contexto	88
3.3.2 Vista Funcional.....	90
3.3.2.1 Dominio Dispositivo	92
3.3.2.2 Dominio Gateway	93
3.3.2.2.1 Adaptador de protocolo.....	94
3.3.2.2.1.1 <i>Controlador de dispositivo</i>	95
3.3.2.2.1.2 <i>Bridge</i>	96
3.3.2.2.2 Administración de Datos.....	97
3.3.2.2.2.1 <i>Transformación de datos</i>	97
3.3.2.2.2.2 <i>Almacenamiento local de datos</i>	100
3.3.2.2.2.3 <i>Procesamiento de Datos</i>	101
3.3.2.2.2.4 <i>Análisis de datos</i>	103
3.3.2.2.2.5 <i>Manejo de eventos</i>	105
3.3.2.2.2.1 <i>Broker message</i>	107
3.3.2.2.2.2 <i>Bridge de Interconexión</i>	111
3.3.2.3 Dominio Cloud.....	111
3.3.2.3.1 Plataformas IoT	111
3.3.2.3.2 Análisis de datos <i>cloud</i>	112
3.3.2.4 Dominio de aplicación.....	113
3.4 Conclusiones	114

4. Smart IoT gateway para la interoperabilidad de dispositivos heterogéneos	116
4.1 Introducción.....	116
4.2 Arquitectura smart IoT gateway	117
4.3 Relación del smart IoT gateway con la arquitectura global	119
4.4 Caso de estudio AAL (Ambient assisted living).....	122
4.5 Implementación del caso de estudio	124
4.5.1 Redes de sensores inalámbricas	124
4.5.2 Smart IoT gateway.....	126
4.5.2.1 Plataforma de desarrollo	127
4.5.2.2 Lenguaje de programación.....	128
4.5.2.3 Adaptador de dispositivos	129
4.5.2.3.1 Adaptador 6LowPAN.....	129
4.5.2.3.2 Adaptador ZigBee	131
4.5.2.3.3 Adaptador LoRa	132
4.5.2.3.4 Adaptador Wi-Fi.....	133
4.5.2.3.5 Adaptador 6LowPAN.....	134
4.5.2.4 Message broker	134
4.5.2.5 Transformación de datos	137
4.5.2.6 Procesamiento de datos	139
4.5.2.7 Manejo de eventos	141
4.5.2.8 Almacenamiento de datos.....	142
4.5.2.9 Interfaz gráfica de usuario (GUI)	143
4.6 Evaluación y resultados.....	144
4.6.1 Escenarios de prueba	145
4.6.2 Uso de CPU.....	146
4.6.3 Uso de memoria RAM.....	147
4.6.4 Consumo de energía.....	148
4.7 Trabajos relacionados	149
4.8 Conclusiones	156
5. Arquitectura de interconexión de dispositivos heterogéneos con plataformas IoT	157
5.1 Introducción.....	157
5.2 Relación de la arquitectura de interconexión con la arquitectura global.....	158
5.3 Trabajos relacionados	159
5.4 OneM2M y especificaciones de interconexión.....	160
5.4.1 Estándar oneM2M.....	160
5.4.2 Interconexión a través del IPE.....	162
5.5 Arquitectura de interconexión	163
5.6 Verificación de la arquitectura de interconexión.....	166

5.6.1 Caso de estudio: INTER-LogP	166
5.6.2 Procedimientos de interconexión entre los dispositivos y la plataforma oneM2M.....	169
5.6.3 Implementación y escenarios de interconexión	174
5.6.3.1 Implementación	174
5.6.3.2 Escenarios de interconexión.....	178
5.6.3.3 Resultados preliminares.....	180
5.7 Extensibilidad de la arquitectura de interconexión	181
5.7.1 Fi-ware	181
5.7.2 Procedimientos de interconexión entre los dispositivos y la plataforma Fi- ware.....	184
5.8 Conclusiones	186
6. Sistema de detección de caídas para personas mayores utilizando IoT y Big data	188
6.1 Introducción.....	188
6.2 Estado del arte y trabajos relacionados.....	190
6.3 Relación de la arquitectura del sistema con la arquitectura global.....	195
6.4 Sistema de detección de caídas utilizando IoT y Big Data	196
6.4.1 Extracción de características	196
6.4.1.1 Conocimiento histórico de SisFall.....	197
6.4.1.2 Ventanas deslizantes junto con SMA.....	198
6.4.2 Selección del algoritmo de aprendizaje supervisado.....	199
6.4.2.1 Algoritmos de aprendizaje supervisado	199
6.4.2.2 Selección del clasificador.....	201
6.4.3 Sistema de detección de caídas	204
6.4.3.1 Dispositivo Portátil.....	205
6.4.3.2 Red de comunicaciones inalámbrica.....	206
6.4.3.3 Smart IoT gateway y servicios <i>fog</i>	206
6.4.3.4 Servidor cloud.....	212
6.4.4 Resultados y evaluaciones.....	212
6.4.4.1 Resultados de la detección de caídas	212
6.4.4.2 Comparación con otros sistemas	215
6.5 Conclusiones	217
7. Conclusiones y líneas de trabajo futuras	220
7.1 Conclusiones generales.....	220
7.2 Trabajos futuros.....	224
Bibliografía	227