



Máster Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados

Systematic Mapping sobre la coexistencia entre
sistemas ontológicos e IOT en entornos con
restricciones de tiempo real

Proyecto fin de máster

Antonio Bardo Ibañez

Junio 2021

Máster Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados

Systematic Mapping sobre la coexistencia entre sistemas ontológicos e IOT en entornos con restricciones de tiempo real

Proyecto fin de máster

Autor: Antonio Bardo Ibañez
Director: Javier Garcia Martin
Director: Norberto Cañas de Paz

Junio 2021

1	Introducción	10
1.1	Objetivos	10
2	Planificación	13
2.1	Planificación de un mapeo sistemático	13
2.2	Estructura de la planificación	13
2.3	Metodología para iteraciones y filtrado de artículos	14
2.4	Objetivos de la planificación	14
2.5	Generación de condiciones de aceptación y rechazo	14
2.5.1	Definición de restricciones a cumplir	15
2.5.2	Condiciones de aceptación o rechazo	15
2.5.3	Tabla resumen de condiciones aceptación y rechazo	16
2.6	Restricciones de tiempo real	16
2.7	Fuentes de información	17
3	Snowball	18
3.1	Primera iteración	18
3.1.1	Objetivo	18
3.1.2	Planificación	18
3.1.3	Interacciones sobre la cadena de búsqueda en el navegador IEEEExplore:	19
3.1.3.1	Primer intento	19
3.1.3.2	Segundo intento	19
3.1.3.3	Tercer intento	20
3.1.3.4	Cuarto intento	20
3.1.3.5	Quinto intento	20
3.1.3.6	Sexto intento	21
3.1.3	Extensión de la cadena	22
3.1.4	Conclusiones	23
3.1.5	Tabla de lecturas	24
3.2	Segunda iteration	32
3.2.1	Objetivos	32
3.2.2	Planificación	32
3.2.3	Pre-filtrado de conceptos clave	32
3.2.4	Definición cadena de búsqueda	35
3.2.4.1	Términos clave	35
3.2.4.2	Generación de la cadena genérica	35
3.2.4.3	Traducción de la cadena a distintos buscadores	36
3.2.5	Conclusiones	37
3.2.6	Tabla de lecturas	38
3.3	Tercera iteración	50
3.3.1	Objetivos	50
3.3.2	Planificación	50
3.3.3	Pre-filtrado de conceptos clave	50
3.3.4	Definición cadena de búsqueda	53
3.3.4.1	Conceptos clave	53

3.3.4.2	Generación de la cadena genérica	53
3.3.4.3	Traducción de la cadena a distintos buscadores	54
3.3.5	Conclusiones	55
3.3.6	Tabla lecturas	56
4	Lectura de artículos	61
4.1	Objetivo	61
4.2	Lecturas	62
4.2.1	Plantilla artículo aceptado	63
Título:		63
4.2.2	A Cloud-IoT Platform for Passive Radio Sensing: Challenges and Application Case Studies[115]	65
4.2.3	A Soft Real-time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]	68
4.2.4	An Approach for Real-Time Stream Reasoning for the Internet of Things[118]	71
4.2.5	A Semantic Based Annotation Technique for the Internet of Things[117]	73
4.2.6	An Ontology-based Context-aware IoT Framework for Smart Surveillance[119]	75
4.2.7	Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments[40]	77
4.2.8	ECA: An Edge Computing Architecture for Privacy-Preserving in IoT-Based Smart City[123]	79
4.2.9	Goal-Driven On-Line Imbalanced Streaming Data Preprocessing[125]	81
4.2.10	Introducing Hierarchical Clustering with Real Time Stream Reasoning into Semantic-enabled IoT[126]	82
4.2.11	IoT based Healthcare Monitoring and Intravenous Flow Control[127]	83
4.2.12	IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management[128]	84
4.2.13	Modeling Actuators in BCI-O: A Context-based Integration of SOSA and IoT-O[129]	85
4.2.14	Context Intelligence in Pervasive Environments[40]	86
4.2.15	Real-time RDF Adaptation Model for Smart Human-Care Querying in IoT based Mobile Applications[133]	88
4.2.16	Semantic Data Process Method Based on RDF for Context Information[134]	89
4.2.17	Semantic Stream Management Framework for Data Consistency in Smart Spaces[135]	90
4.2.18	Towards Stream-based Reasoning and Machine Learning for IoT Applications[137]	92
4.2.19	Type-2 Fuzzy Ontology-Based Multi-Agents system for Wireless Sensor Network[138]	94
4.3	Artículos rechazados por el filtro	95
4.3.1	Objetivo	95
4.3.2	Lecturas	96
5	Resultados	100
5.1	Análisis primer nivel	100
5.1.1	Introducción	100
5.1.2	Datos	100

5.1.3 Conclusiones primer nivel	104
5.2 Análisis segundo nivel	105
5.2.1 Introducción	105
5.2.2 Implementación	106
5.2.3 Uso o referencia de Ontología estandarizada	107
5.2.4 Conclusiones segundo nivel	110
6 Conclusiones	110
6.1 Objetivos cumplidos	111
6.2 Resultados generales	111
6.3 Valoración de la metodología	112
6.4 Valoración personal del aporte, experiencia aprendizaje	112
6.5 Organismos estandarizadores	112
6.6 Trabajo futuro	112
7 Referencias	113

Resumen

El objetivo de este documento es, a través de un systematic mapping, determinar cuáles son las tecnologías, metodologías, diseño y otros aspectos que están ahora mismo liderando el desarrollo dentro de los sistemas ontológicos para el tratamiento de datos IOT en entornos con restricciones temporales como aquellas encontradas en sistemas de tiempo real.

Este estudio ha sido motivado por la falta de herramientas encontradas en el entorno profesional que permitan trabajar con ontologías sobre sistemas IOT cuando es necesario aplicar restricciones de tiempo real.

Como resultados se han obtenido información sobre el ecosistema tecnológico en el que se pueden encontrar ontologías y sistemas en tiempo real dentro del ámbito IOT trabajando conjuntamente. Esta información han permitido identificar cuales son los estándares, tecnologías y grupos de investigación predominantes en este ámbito.

Los resultados han permitido obtener unas conclusiones sobre cuales son actualmente los diseños, tecnologías y publicadores predominantes en este ámbito. Además, se plantea un escenario hipotético que representa de forma superficial los datos obtenidos.

Abstract

The objective of this document is, through a systematic mapping, to determine which are the technologies, methodologies, design and other aspects that are currently leading the development within ontological systems for the treatment of IOT data in environments with temporal restrictions such as those found in real time systems.

This study has been motivated by the lack of tools found in the professional environment that allow working with ontologies on IOT systems when it is necessary to apply real-time restrictions.

As result, information has been obtained on the technological ecosystem in which ontologies and systems can be found in real time within the IOT field working together. This information has made it possible to identify which are the prevailing standards, technologies and research groups in this field.

The results have allowed us to obtain some conclusions about which are currently the predominant designs, technologies and publishers in this field. In addition, a hypothetical scenario is proposed that superficially represents the data obtained.

Palabras clave

Mapeo sistemático de literatura, IOT, ontologías, tiempo real

Keywords

Systematic mapping , IOT, ontology, real time

1 Introducción

Para poder lograr el objetivo propuesto de realizar un mapeo sistemático de bibliografía y definir las características de los entornos ontológicos que cumplen restricciones en tiempo real se ha seguido la metodología descrita en el artículo [1].

Este documento está organizado como sigue: primero se plantean las iteraciones sobre la metodología snowball para la obtención de los artículos a analizar, tras esto se realiza el análisis de cada uno de los artículos y la extracción de datos. Por último se presentan las conclusiones y el resumen de trabajo futuro para la continuación de este proyecto.

1.1 Objetivos

Como resultado de nuestro objetivo principal de “Realizar un mapeo de literatura sobre el ámbito ontológico con restricciones en tiempo real” se pueden generar los siguientes objetivos secundarios que deben cumplirse a lo largo del estudio.

Objetivos de formación

- Formarse sobre la metodología para la gestión de grandes cantidades de documentación
- Llevar a cabo una extracción de los conceptos clave del ecosistema tecnológico elegido
- Obtener un conocimiento sobre cómo seleccionar y clasificar publicaciones científicas
- Generar un sistema automatizado para preprocesar los resultados numéricos obtenidos con objetivo de usarlo en proximo trabajos relacionados

Objetivos de información

- Obtener información relativa a los diseños ontológicos usados
- Obtener información relativa a los distintos tipos de paradigmas de tiempo real
- Obtener información relativa a los actuales esfuerzos de investigación en el ámbito definido
- Obtener información relativa a los principales autores dentro de este ámbito específico
- Obtener información relativa a las tecnologías que componen los ecosistemas
- Obtener información relativa a la arquitectura de los sistemas
- Obtener información relativa al paradigma usado para el sistema ontológico (mundo abierto/mundo cerrado)
- Obtener información relativa a la procedencia de los datos procesados por el sistema ontológico
- Obtener información relativa al formato y modificaciones de los datos para su procesamiento por el sistema ontológico
- Obtener información relativa respecto a si los datos ganan valor mediante su incorporación al sistema ontológico
- Obtener referencias que puedan aportar valor y no hayan sido identificadas previamente

Dado que este estudio busca identificar el estado del arte a nivel de investigación, se identifica el estado del arte dentro de esta área como las tecnologías que se están usando de forma masificada a nivel profesional.

Partiendo de esta definición, el estado del arte actual en el ámbito de las ontologías parece no encontrarse aún asentado. Aunque el concepto de ontología dentro del ámbito de las tecnologías de la información si está asentado, se encuentran fundamentalmente en las grandes empresas, que buscan en las ontologías un medio para estandarizar la información de sus sistemas.

A nivel de investigación, antes de comenzar el estudio se ha llevado a cabo una búsqueda en las fuentes de información seleccionadas para localizar posibles mapeos sistemáticos previos que ayuden o resuelvan los objetivos propuestos.

En este caso solo se han encontrado resultados en science direct, y como se verá más adelante, mediante una lectura del título de estos resultados, se pueden descartar inmediatamente.

A continuación se pueden encontrar los enlaces a los buscadores y las cadenas de búsqueda utilizadas.

[IEEEExplore](#)

("Abstract":systematic mapping) AND ("All Metadata":IOT) AND ("All Metadata":Ontology) AND ("All Metadata":Real time)

[science direct](#)

“systematic mapping” AND IOT AND Ontology AND “Real time”

[ACM](#)

“systematic mapping” AND IOT AND Ontology AND “real time”

Los títulos de los resultados obtenidos en science direct son:

Quality of service approaches in IoT: A systematic mapping
Internet of things in medicine: A systematic mapping study
Three decades of software reference architectures: A systematic mapping study
A sustainable-development approach for self-adaptive cyber-physical system's life cycle: A systematic mapping study
On the interplay of Internet of Things and Cloud Computing: A systematic mapping study
Architecting with microservices: A systematic mapping study
The design of secure IoT applications using patterns: State of the art and directions for research
Security patterns: A systematic mapping study
Research on Big Data – A systematic mapping study
Process mining techniques and applications – A systematic mapping study
QoS-aware cloud service composition: A systematic mapping study from the perspective of computational intelligence
LAURA architecture: Towards a simpler way of building situation-aware and business-aware IoT applications
Systematic survey of big data and data mining in internet of things
Software product line applied to the internet of things: A systematic literature review
Building Blocks for Adopting Smart Manufacturing

1 Introducción

A multi-agent system for optimizing physiological collection based on adaptive strategies

Industry 4.0 reference architectures: State of the art and future trends

Bio-based design methodologies for products, processes, machine tools and production systems

A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda

Multidisciplinary Pattern Recognition applications: A review

Basándonos en estos resultados se considera que el estudio aporta un análisis e información de valor elevado en el ámbito del uso de las ontologías en entornos IOT con restricciones de tiempo real.

2 Planificación

2.1 Planificación de un mapeo sistemático

Un mapeo sistemático de literatura busca identificar el estado, objetivos y otros factores de las principales líneas de investigación dentro de un ámbito, aportando la base para permitir identificar con precisión cuál es el estado del arte en un área concreta de conocimiento[1].

Partiendo de este concepto, la planificación expuesta es del tipo incremental y parte de la premisa de que no se debe usar el conocimiento previo sobre el ámbito de estudio para evitar posibles desviaciones pre condicionadas por este conocimiento.

El tratamiento incremental considera primero la expansión máxima del área a cubrir para determinar cuáles son los conceptos generales más interesantes y habituales, para posteriormente mediante el uso y refinamiento de estos conceptos acotar al máximo el número de publicaciones a abordar.

2.2 Estructura de la planificación

Un primer bloque de exploración, en el que a partir de una cadena genérica de búsqueda y de la lectura aleatoria de abstracts solo para obtener conceptos clave se debe obtener una lista de conceptos que abarquen de forma general lo más amplia posible alrededor de la búsqueda objetivo (sistemas ontológicos para el tratamiento de datos IOT de forma directa en ambientes de tiempo real)

Un segundo bloque para selección y filtrado de artículos, con posibilidad, en caso de que sea necesario, de modificar las condiciones de aceptación y rechazo. Además en este se lleva a cabo la selección del ámbito una vez definida una cadena de búsqueda más refinada. De aquí se obtiene el listado completo de artículos a leer que solo podrá ser modificado si durante la lectura se detecta algún cambio que genere un gran impacto en la calidad de los resultados.

Un tercer bloque de lectura de artículos completos y extracción de datos, este se hará mediante un formulario de preguntas predefinidas que deben mantenerse iguales para todos los artículos elegidos pero que podrán modificarse con el mismo sistema de interacciones en caso de que se detecte una posible mejora gracias a la lectura en profundidad de los artículos.

Un cuarto bloque para resumir los resultados obtenidos y establecer el enfoque general en el estado del arte actual dentro de este ámbito.

2.3 Metodología para iteraciones y filtrado de artículos

Se ha seguido una metodología de snowball[1], en la que las distintas interacciones buscan refinar la cadena de búsqueda y los resultados hasta acotar ambos, de forma que las lecturas se correspondan con los objetivos del documento.

En este caso la primera interacción se basa en conceptos elegidos al azar mientras que el resto usan los conceptos de la anterior para el análisis.

Todos las iteraciones comparten una estructura similar, prefiltrado de conceptos obtenidos en la iteración anterior, generación de cadena de búsqueda, obtención de resultados, análisis de los resultados y obtención de nuevos conceptos para expandir la cadena de búsqueda.

Se considera que hemos acabado con las iteraciones cuando los resultados iniciales y finales de una interacción son los mismos.

Una vez concluido este proceso de refinamiento se realiza la lectura de los artículos para obtener resultados generales del estado del arte.

2.4 Objetivos de la planificación

- Optimizar el esfuerzo necesario para la identificación de los conceptos más relevantes dentro del ámbito de estudio.
- Reducir el número de iteraciones del proceso snowball al mínimo necesario para definir las publicaciones que formarán parte del estudio.
- Optimizar el filtrado de archivos mediante unas condiciones de aceptación y rechazo basadas en la información de los resúmenes.
- Producir unas conclusiones que permitan resolver los objetivos propuestos

2.5 Generación de condiciones de aceptación y rechazo

Estas condiciones están definidas de forma previa a la lectura de los artículos y en caso de posible mejoría se deben adaptar a las necesidades encontradas previa explicación.

Para aceptar un artículo debe cumplirse al menos una condición de aceptación pero ninguna de las de rechazo.

Primero definimos las restricciones que buscamos cumplir en los artículos, tras esto se definen las condiciones de aceptación y rechazo.

2.5.1 Definición de restricciones a cumplir

- (1) Siendo el objetivo capturar datos relacionados con ontologías en el sector IOT es necesario por tanto la existencia de una regla que especifique que estamos buscando sistemas ontológicos que trabajen directamente sobre datos procedentes de sensores IOT.
- (2) Se busca que las ontologías ofrezcan una capa de interoperabilidad entre los distintos sistemas que sean usados.
- (3) La ontología debe tener un rol dentro del sistema relevante más allá de simplemente ofrecer un intermediario para estandarizar los datos, se puede definir como la intervención de la ontología en el funcionamiento en sí del sistema IOT.
- (4) Es importante que las ontologías y los sistemas IOT operen de forma conjunta y no que sean componentes aislados entre ellos dentro del sistema final

2.5.2 Condiciones de aceptación o rechazo

A continuación se detallan las condiciones de aceptación y rechazo obtenidas a partir de las restricciones anteriores.

- (1) “Uso de ontologías para el tratamiento de datos procedentes de sensores IOT”**
- (2) “Referencia al uso de ontologías para la interoperatividad entre sistemas”**
- (3) “En el abstract utiliza sistemas IOT sin intervención de ontologías”**
- (4) “En el abstract se habla de usar ontologías y sistemas IOT pero no de forma directamente complementaria entre ellos”**

2.5.3 Tabla resumen de condiciones aceptación y rechazo

En la siguiente tabla se resumen las condiciones de aceptación y rechazo y sus características.

Parámetro	Zona de aplicación	Aceptación/Rechazo	Usado
Referencia a interoperatividad entre sistemas o datos IOT	Abstract	A	Si
Uso de ontologías para el tratamiento de datos procedentes de sensores IOT	Abstract	A	Si
En el abstract utiliza sistemas IOT sin intervención de ontologías	Abstract	R	Si
En el abstract se habla de usar ontologías y sistemas iot pero no de forma directamente complementaria entre ellos	Abstract	R	Si

2.6 Restricciones de tiempo real

La focalización principal de este análisis busca analizar el ecosistema, diseño y configuraciones de estos sistemas sujetos a restricciones de tiempo real, por lo que es necesario añadir una condición extra que filtre aquellos artículos que no referencian dichas restricciones.

En este caso esta condición no solo será una condición base de aceptación y rechazo sino que estará implícita en las cadenas de búsqueda más adelante, incorporándose a estas una vez estén establecidas.

Es importante destacar que la definición de “tiempo real” que se está buscando es aquella relacionada directamente con restricciones temporales de algún tipo, descartando por tanto aquellos artículos que den a entender un contexto de tiempo real semejante al de flujo de datos constante.

Este matiz se considera importante durante el análisis ya que cuando se define un flujo de datos con la especificación tiempo real requiere que se trate de forma distinta, esto es debido a que dicho flujo de datos puede ser en tiempo real porque aporte de forma constante informacion o puede ademas forzar una restricción temporal sobre el sistema de forma dinámica obligando a que los datos recibidos se procesen en ventanas de tiempo variables y semi estrictas.

Aparte se considera incorporar cualquier otra sub definición encontrada en los artículos, del término tiempo real, incluyendo aquellos que trabajan con restricciones temporales

2 Planificación

variables, restricciones temporales no estrictas, que se puedan romper en casos determinados o ventanas de tiempo variable para ejecución.

2.7 Fuentes de información

Para el desarrollo de este estudio se han elegido estos tres buscadores de publicaciones, quedando como trabajo futuro el ampliar el número de buscadores en caso de que se identifique alguno otro que provea información relevante en nuestro estudio.

Links:

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp>

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://dl.acm.org/>

3 Snowball

3.1 Primera iteración

3.1.1 Objetivo

Esta primera interacción busca refinar la cadena de búsqueda y los parámetros de aceptación y rechazo en torno al objetivo de llevar a cabo un systematic mapping del tema: “Uso de sistemas ontológicos sobre datos procedentes de sensores IOT para lograr interoperabilidad “

Se busca que estos abstract representen lo más cerca a lo que se está buscando y permitan obtener nuevos conceptos que tal vez se hayan pasado por alto mediante la búsqueda por repeticiones.

3.1.2 Planificación

En este ciclo se determinará la cadena de búsqueda mediante la elección y lectura de abstracts aleatorios, comenzará por una cadena genérica cuyos parámetros serán: “IOT”, “ontology”, “semantic web”.

A partir de los resultados de esta cadena de búsqueda se elegirán de forma totalmente aleatoria una serie de abstracts que se leerán de forma superficial simplemente para seleccionar más palabras clave y enriquecer la cadena.

Esto también incluye cambiar las condiciones lógicas que unen las distintas palabras clave dentro de la cadena.

El proceso se llevará a cabo en interacciones cada vez que se añade o modifica algo hasta que se consiga una cantidad de resultados inferior a 200 o en su defecto se considere que la cadena define a un nivel básico el objetivo de la búsqueda.

3.1.3 Interacciones sobre la cadena de búsqueda en el navegador IEEEExplore:

3.1.3.1 Primer intento

results: 43,919

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&newsearch=true&matchBoolean=true&queryText=\(\(\"Abstract\":IOT\)%20OR%20\"Abstract\":ontology\)%20OR%20\"Abstract\":semantic%20web\)&ranges=2010_2021_Year](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&newsearch=true&matchBoolean=true&queryText=((\)

((\"Abstract\":IOT) OR \"Abstract\":ontology) OR \"Abstract\":semantic web)

Comentarios: Campo demasiado general y además se obtienen artículos fuera del ámbito de uso

3.1.3.2 Segundo intento

Search:

looking for IOT ontologies for semantic web

results: **358**

The abstract is not the only information source but it represents a good initial filter

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=\(\(\"Abstract\":IOT\)AND\(\(\"Abstract\":ontology\)OR\(\"Abstract\":semantic%20web\)\)\)](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=((\)

((\"Abstract\":IOT)AND((\"Abstract\":ontology)OR(\"Abstract\":semantic web)))

Comentarios: Sobre palabra clave **“sensor”**. Es posible que sea interesante incluirla ya que abre la posibilidad del uso de ontologías para la lectura de datos de sensores más allá de entornos IOT

3.1.3.3 Tercer intento

results: 109

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=\(\(\("Abstract":sensor\)AND\("Abstract":IOT\)AND\(\("Abstract":ontology\)OR\("Abstract":semantic%20web\)\)\)OR\(\("Document%20Title":sensor\)AND\("Document%20Title":IOT\)AND\(\("Document%20Title":ontology\)OR\("Document%20Title":semantic%20web\)\)\)\)%20\)\)](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=((()

((("Abstract":sensor)AND("Abstract":IOT)AND(("Abstract":ontology)OR("Abstract":semantic web)))OR(("Document Title":sensor)AND("Document Title":IOT)AND(("Document Title":ontology)OR("Document Title":semantic web))))

3.1.3.4 Cuarto intento

results: 136

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=\(\(\("Abstract":sensor\)AND\(\("Abstract":IOT\)OR\("Abstract":internet%20of%20things\)\)AND\(\("Abstract":ontology\)OR\("Abstract":semantic%20web\)\)\)\)%20OR%20\(\("Document%20Title":sensor\)AND\(\("Document%20Title":IOT\)OR\("Document%20Title":internet%20of%20things\)\)AND\(\("Document%20Title":ontology\)OR\("Document%20Title":semantic%20web\)\)\)\)%20\)\)](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=((()

((("Abstract":sensor)AND(("Abstract":IOT)OR("Abstract":internet of things))AND(("Abstract":ontology)OR("Abstract":semantic web))) OR ((("Document Title":sensor)AND(("Document Title":IOT)OR("Document Title":internet of things))AND(("Document Title":ontology)OR("Document Title":semantic web))))

Comentarios: Se decide usar nada más que el abstract ya que en término general el título no aporta información relevante y complica mucho la cadena de búsqueda

3.1.3.5 Quinto intento

results: 136

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=\(\(\("Abstract":sensor\)AND\(\("Abstract":IOT\)OR\("Abstract":internet%20of%20things\)\)AND\(\("Abstract":ontology\)OR\("Abstract":semantic%20web\)\)\)\)%20%0A%0A%0A](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&newsearch=true&queryText=((()

((("Abstract":sensor)AND(("Abstract":IOT)OR("Abstract":internet of things))AND(("Abstract":ontology)OR("Abstract":semantic web))))

Comentarios: La eliminación de conceptos englobados en otros conceptos simplifica la cadena sin una pérdida aparente de información.

3.1.3.6 Sexto intento

results: 106

[https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&queryText=\(\(\(\"Abstract\":sensor%20data\)AND\(\"Abstract\":IOT\)OR\(\"Abstract\":internet%20of%20things\)\)AND\(\"Abstract\":ontology\)OR\(\"Abstract\":semantic%20web\)OR\(\"Abstract\":owl\)\)\)%20\)&highlight=true&returnFacets=ALL&returnType=SEARCH&matchPubs=true&sortType=newest](https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?action=search&matchBoolean=true&queryText=(((\)

(((\"Abstract\":sensor data)AND(\"Abstract\":IOT)OR(\"Abstract\":internet of things))AND(\"Abstract\":ontology)OR(\"Abstract\":semantic web)OR(\"Abstract\":owl))))

Comentarios: La determinación del uso de un lenguaje ontológico muy extendido y enfocado a la interoperabilidad nos elimina algunos artículos

3.1.3 Extensión de la cadena

Adaptamos esta cadena de búsqueda para que nos permita trabajar con el resto de navegadores seleccionados:

Buscador	cadena de búsqueda	núm resultados	enlace búsqueda			
IEEEExplore	((("Abstract":sensor)AND("Abstract":IOT)OR("Abstract":internet of things)OR("Abstract":linked data))AND(("Abstract":ontology)OR("Abstract":semantic web)OR("Abstract":owl))))	138	enlace			
sciencedirect	(sensor AND (iot OR "internet of things")) AND (ontology OR semantic web OR owl)	46	enlace			
ACM	(sensor AND (iot OR "internet of things")) AND (ontology OR semantic web OR owl)	172	enlace			

3.1.4 Conclusiones

En base a las condiciones de aceptación o rechazo, se han aplicado sobre los 100 primeros abstract ordenados por relevancia segun IEEExplore, tras esto se han obtenido un total de 65 que han superado las condiciones y se han extraído los siguientes términos que podrían ser de interés para la cadena de búsqueda o generar nuevas condiciones de aceptación o rechazo:

semantic broker, SPARQL, DS-Ontology, Markov models, Demster-Shafer, knowledge processors, context dimension tree, Semantic Sensor Networks Ontology (SSN) , RDF format, building management systems (BMS), Smart appliances Reference (SAREF), smart energy Aware Systems (SEAS), Intelligent Tutoring Systems(ITS), unified web of things(WOT), sensor ontologies, Semantic web of things(Swot), SWRL rules, decision support system (DDS), SOA techniques, linked services, wireless sensor networks, sensor ML

Dada la cantidad de términos, cuando estos se añaden sin filtrado a la cadena de búsqueda se genera una cantidad inmanejable de artículos por lo que en la siguiente interacción será necesario filtrar estos resultados en base a su ámbito de aplicación.

3.1.5 Tabla de lecturas

Esta tabla representa las lecturas que se han realizado y si el abstract de las mismas ha cumplido una o varias condiciones de rechazo. Siendo el valor un 1 cuando se cumple la condición y 0 cuando no.

Document Title	Aceptado	En el abstract aparece referenciado un enfoque a la interoperabilidad entre sistemas o datos IOT.	En el abstract sale mencionado específicamente el uso de ontologías o similar para el tratamiento de datos procedentes de los sistemas IOT	En el abstract utiliza sistemas IOT sin intervención de ontologías	En el abstract se habla de usar ontologías y sistemas iot pero no de forma directamente complementaria entre ellos	extra data/terminologia de interes
A semantic sensor mashup platform for Internet of Things[2]	1	0	1	0	0	
Describing the Internet of Things with an ontology: The SusCity project case study[3]	0	0	1	0	1	
A Storage as a Service scheme for supporting Medical Services on 5G Vehicular Networks[4]	0	0	1	1	1	
A Flexible Architecture for Cognitive Sensing of Activities in Ambient Assisted Living[5]	1	1	1	0	0	
Hapicare: A Healthcare Monitoring System with Self-Adaptive Coaching using Probabilistic Reasoning[6]	1	0	1	0	0	
Assisting IoT Projects and Developers in Designing Interoperable Semantic Web of Things Applications[7]	1	1	1	0	0	
Cooperative semantic sensor networks for pervasive computing contexts[8]	0	0	0			
Towards Ontological Approach on Trust-Aware Ambient Services[9]	0	0	0			
Thing as a Service Interoperability: Review and Framework Proposal[10]	1	1	1	0	0	review incl

3 Snowball

SemIDEA: Towards a Semantic IoT Data Analytic Framework for Facilitating Environmental Protection[11]	0	1	0	1	1	
Ontology-driven Device Descriptions for IoT Network Management[12]	1	1	1	0	0	
From Heterogeneous Sensor Networks to Integrated Software Services: Design and Implementation of a Semantic Architecture for the Internet of Things at ARCES@UNIBO[13]	1	1	1	0	0	semantic broker, SPARQL
Detection of attacks in IoT based on ontology using SPARQL[14]	0	0	0			
Invited Paper: Semantic IoT Data Description and Discovery in the IoT-Edge-Fog-Cloud Infrastructure[15]	1	0	1	0	0	DS-ontology
An iBeacon based Real-time context-aware e-healthcare system[16]	1	0	1	0	0	
An Ontology-Based Domain Modeling and Device Search in Smart Home[17]	0	0	0			
Intelligent data analysis using SSN ontology for streaming reasoning capability[18]	1	0	1	0	0	
Implementation of semantic system in the smart home lights device based on agent[19]	1	0	1	0	0	
Toward Universal Data Interoperability in Networked Belief Models[20]	0	1	0	1	0	Markov models,Dempster-Shafer
Design and implementation of the first aid assistance service based on Smart-M3 platform[21]	0	0	0			knowledge processors
Towards Modelling and Reasoning About Uncertain Data of Sensor Measurements for Decision Support in Smart Spaces[22]	1	0	1	0	0	
Smart City Architecture for Data Ingestion and Analytics: Processes and Solutions[23]	0	0	0			
Cross-Domain Internet of Things Application Development: M3 Framework and Evaluation[24]	1	1	1	0	0	
Human Localization Sensor Ontology: Enabling OWL 2 DL-Based Search for User's Location-Aware Sensors in the IoT[25]	1	0	1	0	0	

3 Snowball

Web2Touch 2020–21 : Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration[26]	1	1	1	0	0	review de varios papers
Sustainable Interoperability and Data Integration for the IoT-Based Information Systems[27]	0	1	0	1	1	
IoT Device Management using Semantics for Distinguishing Device Compatibility[28]	1	1	1	0	0	
On the Bulk Ingestion of IoT Devices from Heterogeneous IoT Brokers[29]	0	1	0	0	1	
Organization and management of Semantic Sensor information using SSN ontology: An energy meter use case[30]	1	0	1	0	0	
A Modular Approach to Context-Aware IoT Applications[31]	0	0	0			context engines
Building a framework for network security situation awareness[32]	1	0	1	0	0	
Object (B)logging: a Decentralized Cognitive Paradigm for the Industrial Internet of Things[33]	1	0	1	0	0	
Development of a Fully Interoperable Middleware Framework Based on IoT Techniques[34]	1	1	1	0	0	
MuG: A Multilevel Graph Representation for Big Data Interpretation[35]	1	1	1	0	0	Context Dimension Tree
Semantic-Aware IoT Platforms[36]	1	1	1	0	0	
IoT-Lite: A Lightweight Semantic Model for the Internet of Things[37]	0	0	0			
A Novel Approach for Automation of Smart Homes, Based on Internet of Things, Using Fuzzy Ontology[38]	1	0	1	0	0	semantic sensor networks
Unified IoT ontology to enable interoperability and federation of testbeds[39]	1	1	1	0	0	
Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments[40]	0	0	0			
iKaaS Data Modeling: A Data Model for Community Services and Environment Monitoring in Smart City[41]	0	1	1	1	1	RDF format

3 Snowball

Ontology-Based Consistent Specification of Sensor Data Acquisition Plans in Cross-Domain IoT Platforms[42]	1	1	1	0	0	Semantic Sensor Network ontology
A cross-layer framework for sensor data aggregation for IoT applications in smart cities[43]	0	1	1	0	1	
LOV4IoT: A Second Life for Ontology-Based Domain Knowledge to Build Semantic Web of Things Applications[44]	1	0	1	0	0	
Sensing Network Element Ontology Description Model for Internet of Things[45]	1	1	1	0	0	
4W1H in IoT Semantics[46]	1	1	1	0	0	
Modelling Data For A Sustainable Aquaculture[47]	1	1	1	0	0	
Towards a semantic model for IoT-based seismic event detection and classification[48]	1	1	1	0	0	
oneM2M Architecture Based User Centric IoT Application Development[49]	0	1	0	0	1	
Semantic Enrichment of IoT Stream Data On-demand[50]	0	0	0			
Monitoring urban traffic using semantic web services on smartphones - a case study[51]	1	1	1	0	0	
Development of a smart home ontology and the implementation of a semantic sensor network simulator: An Internet of Things approach[52]	1	1	1	0	0	Semantic Sensor Networks (SSN) ontology
Ontology-based model for trusted critical site supervision in FUSE-IT[53]	0	1	0	1		Building Management Systems (BMS), Smart Appliances REFERENCE (SAREF), Smart Energy Aware Systems (SEAS)
An Intelligent Context Aware Based Access Control Framework to Prevent Attacker Nodes in Internet of Things[54]	0	0	0			
Providing Smart Objects with Intelligent Tutoring Capabilities by Semantic Technologies[55]	1	1	1	0	0	Intelligent Tutoring Systems (ITS)
Enabling the Smart Home Through a Semantic-Based Context-Aware System[56]	1	1	1	0	0	

3 Snowball

The symbloTe Solution for Semantic and Syntactic Interoperability of Cloud-based IoT Platforms[57]	0	1	1	0	1	
Elastic Streaming Semantic Engine for Web of Things[58]	1	1	1	0	0	unified Web of Things(WOT)
Accessing alignments of ontologies via IoT based on SKOS data model[59]	1	1	1	0	0	
Gateway-Based Semantic Collaboration Method in SWoT[60]	0	1	1	0	1	
IMAT: Intelligent Mobile Agent[61]	0	1	1	1	1	
Data Pipeline for Generation and Recommendation of the IoT Rules Based on Open Text Data[62]	1	1	1	0	0	
Goal-Driven Context-Aware Data Filtering in IoT-Based Systems[63]	1	1	1	0		
A Semantic-Enabled Framework for Future Internet of Things Applications[64]	1	1	1	0	0	
SPARQL for Networks of Embedded Systems[65]	0	1	1	0	1	
Top-Down Human-Cyber-Physical Data Fusion Based on Reinforcement Learning[66]	1	0	1	0	0	
Towards a layered agent-modeling of IoT devices to precision agriculture[67]	1	0	1	0	0	
An Ontology for an IoT-enabled Smart Classroom in a University Campus[68]	1	1	1	0	0	
Do-it-Yourself Digital Agriculture applications with semantically enhanced IoT platform[69]	1	1	1	0	0	OpenIoT platform,
Deklaer: An Ontology-Driven Framework for Generating IoT Applications using ContextNet[70]	1	1	1	0	0	
A Soft Real-Time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]	1	1	1	0	0	
Embedded Semantic Engine for Numerical Time Series Data[72]	1	1	1	0	0	
An Ontology-Based Monitoring System in Vineyards of the Burgundy Region[73]	1	1	1	0	0	Swrl rules

3 Snowball

An ontology design pattern for IoT device tagging systems[74]	0	0	0			
EasiCrawl: A Sleep-Aware Schedule Method for Crawling IoT Sensors[75]	1	0	1	0	0	
Toward semantic interoperability in oneM2M architecture[76]	1	1	1	0	0	
A Distributed Scalable Approach for Rule Processing: Computing in the Fog for the SWoT[77]	1	1	1	0	0	
Web of Topics: An IoT-aware model-driven designing approach[78]	1	1	0	0	0	
The smart service proxy — A middlebox for a semantic Web of things[79]	1	1	1	0	0	IETF CoRE drafts,eb technologies such as RDF, the SSPs
A Semantic Web-of-Things Architecture for Monitoring the Risk of Bedsores[80]	1	1	1	0	0	
Enhanced IoT-based Interoperable and Configurable Middleware using Semantic Web Techniques[81]	1	1	1	0	0	
A Smart IoT Platform for Personalized Healthcare Monitoring Using Semantic Technologies[82]	1	1	1	0	0	
Semantic Gateway as a Service Architecture for IoT Interoperability[83]	1	1	1	0	0	
Ontologies and Artificial Intelligence Systems for the Cooperative Smart Farming Ecosystem[84]	1	1	1	0	0	
Efficient Caching for Peer-to-Peer Service Discovery in Internet of Things[85]	0	0	0			
ML-Assisted Monitoring and Characterization of IoT Sensor Networks[86]	0	0	0			
Ontology based context aware situation tracking[87]	1	0	1	0	0	
The application of security adaptive framework for sensor in industrial systems[88]	0	0	0			
Semantics for Wastewater Reuse in Agriculture[89]	0	0	1	0	1	Decision Support System (DSS)
A Semantic IoT Early Warning System for Natural Environment Crisis Management[90]	1	1	1	0	0	

3 Snowball

Internet of Things to Smart IoT Through Semantic, Cognitive, and Perceptual Computing[91]	1	0	1	0	0	This article discusses key AI research in semantic computing
Automatic Clustering and Semantic Annotation for Dynamic IoT Sensor Data[92]	1	0	1	0	0	Semantic Sensor Network Ontology (SSN Ontology)
A semantic data model for the interpretation of environmental streaming data[93]	1	0	1	0	0	SSN ontology
An Ontology-Based IoT Communication Data Reduction Method[94]	1	0	1	0	0	
Web2Touch 2019: Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration[95]	0					review
Agri-IoT: A semantic framework for Internet of Things-enabled smart farming applications[96]	1	1	1	0	0	complete semantic processing pipeline,
Reusing and Unifying Background Knowledge for Internet of Things with LOV4IoT[97]	1	1	1	0	0	enhance automation
Data Interoperability Enhancement of Electronic Health Record data using a hybrid model[98]	0	0	0			
An IoT Reconfiguration Framework Applied Ontology-based Modeling and Bayesian-based Reasoning for Context Management[99]	0	0	0			
Populating the Smart Musical Instruments Ontology with Data[100]	0	0	0			
A development methodology to facilitate the integration of Smart Spaces into the Web of Things[101]	0	0	0			
KrishiSense: A semantically aware web enabled wireless sensor network system for precision agriculture applications[102]	1	1	1	0	0	
Rest-based sensor networks with OData[103]	0	0	0			
Standardizing generic cross-domain applications in Internet of Things[104]	1	1	1	0	0	
Integration of WSNs into enterprise systems based on semantic physical business entities[105]	0	1	0	0	1	

3 Snowball

Applications of multimodal physical (IoT), cyber and social data for reliable and actionable insights[106]	1	1	1	0	0	
Linked services for M2M communication with Enterprise IT systems[107]	1	1	0	0	0	SOA techniques, Linked Services
True self-configuration for the IoT[108]	1	1	1	0	0	
SPITFIRE: toward a semantic web of things[109]	1	1	1	0	0	
Senaas: An event-driven sensor virtualization approach for Internet of Things cloud[110]	1	1	1	0	0	
A service-centric solution for wireless sensor networks[111]	1	1	1	0	0	wireless sensor networks (WSNs)
Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment[112]	1	1	0	0	0	semantic Web (Web 3.0)
Short paper: WoO approach general overview. Business context, innovative features and proposed framework`[113]	0	1	0	1	0	
Modeling Geospatial Sensor Knowledge under a Semantic Sensor Web Environment[114]	1	1	1	0	0	Sensor ML (Sensor Model Language),semantic sensor web,SWE (Sensor Web Enablement)

3.2 Segunda iteration

3.2.1 Objetivos

En base a los términos obtenidos en la iteración anterior, se va a definir una nueva cadena de búsqueda enfocada a delimitar un ámbito de aplicación más concreto pero abarcando la mayor cantidad de términos posibles.

3.2.2 Planificación

Buscando optimizar el proceso, en vez de añadir directamente cada términos y ver cómo responde la cadena de búsqueda se ha decidido hacer un análisis previo.

Como ámbito de aplicación se ha decidido filtrar por aplicación en sistemas en tiempo real.

Por lo que primero se filtraran los términos para eliminar todos aquellos que caigan fuera del campo de la gestión de sensores o interpretación de sus datos y tras esto se generará una nueva cadena de búsqueda incluyendo la determinación del ámbito de aplicación y por último se hará un prefiltrado de nuevo basado en el contenido del abstract.

Es importante destacar que algunos términos estarán englobados en otros, para simplificar la búsqueda se descartan todos aquellos que estén englobados en otros incluidos en la lista, salvo que se considere que pueden aportar realmente información relevante por sí mismos a la búsqueda.

En caso de incluirse un término que englobe a otro procedente de una iteración anterior, se aplicará el mismo baremo.

3.2.3 Pre-filtrado de conceptos clave

A continuación detallamos cuáles de los anteriores términos destacan y por qué.

Término	Descripción	Añadido	Comentarios
semantic broker	parte de un semantic middleware	no	demasiado genérico no aporta valor a la búsqueda
SPARQL	Lenguaje de consultas sobre RDF	no	Es dependiente de un término que también se va a evaluar (RDF)
DS-Ontology	Disease-Symptom Ontology (DS-Ontology)	no	no está directamente relacionado con el objetivo
Markov models	Modelo de predicción basado en cálculo probabilístico	no	No está directamente relacionado con el objetivo perseguido
Demster-Shafer	Modelo de predicción	no	No está directamente relacionado con el objetivo perseguido

3 Snowball

knowledge processors(kbps)	Tecnología red para ipv6	no	No está directamente relacionado con el objetivo perseguido
Semantic Sensor Networks Ontology (SSN)(SSNO)	Ontología para la descripción de sensores y sus observaciones	si	
RDF format	Componente de la web semántica también llamado resource description framework	si	Al ser un mecanismo importante de la web semántica y la referencia en varios artículos justifica su inclusión
building management systems (BMS)	Sistemas de gestión automática de edificios, no tienen un enfoque de interoperabilidad ni tratamiento de datos de sistemas iot, se trata de sistemas de decisiones que realizan acciones a partir de datos IOT	no	No parece dar un aporte directo para ampliar el rango de búsqueda, aunque trate sistemas IOT no parece trabajar directamente con ontologías o semejante.
Smart appliances Reference (SAREF)	Ontología enfocada a la interoperabilidad general mediante el uso y combinación de assets para cubrir necesidades específicas	si	Tiene aplicación directa sobre sistemas IOT y además un enfoque especializado en interoperabilidad
smart energy Aware Systems (SEAS)	Enfocado a interacciones entre productos y consumidores a nivel energético	no	No está directamente relacionado con el objetivo perseguido
Intelligent Tutoring Systems(ITS)	Sistema que usa sensores IOT y otras tecnologías para proporcionar una calidad extra a nivel de aprendizaje en humanos	no	No está directamente relacionado con el objetivo perseguido
unified web of things(WOT)	Se trata de una arquitectura que busca proporcionar interoperabilidad entre cualquier tipo de sistema IOT mediante sus estándares y soluciones	si	Puede cubrir el uso de sistemas semánticos y ontológicos para la interoperabilidad
SWRL rules	Usado para definir ejecuciones condicionales (IF) en ontologías	no	Englobado en concepto ontologías
decision support system (DDS)	Sistema de captura de información para poder filtrar y generar datos de valor para seres humanos o sistemas de toma de decisiones	no	El único punto en común con el objetivo es el hecho de que usan sistema de almacenaje del conocimiento que podrían (o no) ser ontológicos

3 Snowball

SOA techniques	Sistemas que proveen unos servicios unificados a través de otros sistemas de comunicaciones	no	Es demasiado genérico el ámbito de aplicación, no tienen un enfoque de interoperabilidad y además no tienen porqué trabajar con sistemas iot u ontologías.
wireless sensor networks(WSNs)(WSN)	Diseños de red para sistemas sensores distribuidos	si	Aporta información en el ámbito IOT
sensor ML	Estándar para la definición de sensores y medidas en XML	si	Aporta información en el ámbito IOT
OWL	lenguaje de definición de ontologías	no	contenido en ontology
sensor	referente a la fuente de datos en sistemas IOT	no	contenido en IOT
linked data	Concepto genérico que implica todos los datos estructurados y accesibles desde sistemas semánticos	no	Aporta gran cantidad de datos fuera del ámbito de búsqueda, las ontologías ya acotan suficiente

3.2.4 Definición cadena de búsqueda

Tras el filtrado de los términos clave, nos queda categorizarlos para poder generar una nueva cadena de búsqueda.

Además, se hace un filtrado superficial para determinar si algún término procedente de la interacción anterior ha perdido su valor al añadir algún término nuevo.

para la generación de la cadena de búsqueda nos queda:

3.2.4.1 Términos clave

concepto	ámbito	sinonimos y siglas	concepto principal
sensor	IOT		no
IOT	IOT	internet of things	si
sensor ML	IOT		no
wireless sensor networks(WSNs)	IOT	WSNs	no
unified web of things(WOT)	IOT	WOT	no
ontology	Linked data	ontologies	si
Semantic Sensor Networks Ontology (SSN)	Linked data	SSN,SSNO	no
RDF format	Linked data	RDF	no
Smart appliances Reference (SAREF)	Linked data	SAREF	no

3.2.4.2 Generación de la cadena genérica

Para generar la cadena de búsqueda tenemos en cuenta que los conceptos principales son obligatorios y los secundarios son opcionales de aparecer en los artículos, pero al menos alguno de ellos debe aparecer para considerar que el artículo está dentro de nuestra área de búsqueda.

Como extra, es siempre necesario que aparezca una referencia al ámbito de uso, en este caso en sistemas críticos.

((sensor OR sensor ML OR wireless sensor networks OR WSNs OR unified web of things OR WOT) AND IOT) AND (ontology AND (linked data OR Semantic Sensor Networks Ontology OR SSN OR SSNO OR RDF OR Smart appliances Reference OR SAREF)) AND (critical systems)

Por desgracia la complejidad de esta cadena de búsqueda no permite aplicarla en el buscador de Scencedirect, por tanto queda como trabajo futuro el llevar a cabo un estudio paralelo para incorporar los datos provistos por este buscador al estudio.

Esto se plantea mediante dos aproximaciones, de las cuales queda pendiente verificar su viabilidad:

- 1 - Dividir la cadena de búsqueda en subcadenas que si sean aceptadas por el buscador y posteriormente llevar a cabo una intersección de los resultados.
- 2 - Mediante un análisis de los conceptos utilizas poder generar una cadena de menor complejidad que obtenga los mismos datos.

3.2.4.3 Traducción de la cadena a distintos buscadores

IEEEExplore

Resultados: [25](#)

Resultados sin filtrado de ámbito: [305](#)

```
(
  (
    ((
      ("Abstract":"sensor ML") OR
      ("Abstract":"wireless sensor networks") OR
      ("Abstract":"WSNs") OR
      ("Abstract":"WSN") OR
      ("Abstract":"unified web of things") OR
      ("Abstract":"WOT")
    ) OR
    (
      ("Abstract":"IOT")
    ) )AND
    ((
      ("Abstract":"ontology")
    ) OR(
      ("Abstract":"Semantic Sensor Networks Ontology") OR
      ("Abstract":"SSN") OR
      ("Abstract":"SSNO") OR
      ("Abstract":"RDF") OR
      ("Abstract":"Smart appliances Reference") OR
      ("Abstract":"SAREF")
    ))
  )
  AND ("Abstract":"real time")
)
```

ACM

Resultados: [6](#)

Resultados sin filtrado de ámbito: [55](#)

```
(
(
  ((
    "sensor ML" OR
    "wireless sensor networks" OR
    "WSNs" OR
    "WSN" OR
    "unified web of things" OR
    "WOT"
  ) OR
  (
    "IOT"
  ) ) AND
  ((
    "ontology"
  ) OR (
    "Semantic Sensor Networks Ontology" OR
    "SSN" OR
    "SSNO" OR
    "RDF" OR
    "Smart appliances Reference" OR
    "SAREF"
  ))
)
AND "real time"
)
```

3.2.5 Conclusiones

En este caso será necesaria otra interacción, ya que se han incorporado nuevos conceptos clave.

Se adjunta el análisis de los abstract de los primeros 115 artículos resultantes de este filtrado solo en el buscador de IEEE.

3.2.6 Tabla de lecturas

Esta tabla representa las lecturas que se han realizado y si el abstract de las mismas ha cumplido una o varias condiciones de rechazo. Siendo el valor un 1 cuando se cumple la condición y 0 cuando no.

Document Title	Aceptado	En el abstract aparece referenciado un enfoque a la interoperabilidad entre sistemas o datos IOT.	En el abstract sale mencionado específicamente el uso de ontologías o similar para el tratamiento de datos procedentes de los sistemas IOT	En el abstract utiliza sistemas IOT sin intervención de ontologías	En el abstract se habla de usar ontologías y sistemas iot pero no de forma directamente complementaria entre ellos
A semantic sensor mashup platform for Internet of Things[2]	1	0	1	0	0
Describing the Internet of Things with an ontology: The SusCity project case study[3]	0	0	1	0	1
A Storage as a Service scheme for supporting Medical Services on 5G Vehicular Networks[4]	0	0	1	1	1
A Flexible Architecture for Cognitive Sensing of Activities in Ambient Assisted Living[5]	1	1	1	0	0
Hapicare: A Healthcare Monitoring System with Self-Adaptive Coaching using Probabilistic Reasoning[6]	1	0	1	0	0

3 Snowball

Assisting IoT Projects and Developers in Designing Interoperable Semantic Web of Things Applications[7]	1	1	1	0	0
Cooperative semantic sensor networks for pervasive computing contexts[8]	0	0	0		
Towards Ontological Approach on Trust-Aware Ambient Services[9]	0	0	0		
Thing as a Service Interoperability: Review and Framework Proposal[10]	1	1	1	0	0
SemIDEA: Towards a Semantic IoT Data Analytic Framework for Facilitating Environmental Protection[11]	0	1	0	1	1
Ontology-driven Device Descriptions for IoT Network Management[12+]	1	1	1	0	0
From Heterogeneous Sensor Networks to Integrated Software Services: Design and Implementation of a Semantic Architecture for the Internet of Things at ARCES@UNIBO[13]	1	1	1	0	0
Detection of attacks in IoT based on ontology using SPARQL[14]	0	0	0		

3 Snowball

Invited Paper: Semantic IoT Data Description and Discovery in the IoT-Edge-Fog-Cloud Infrastructure[15]	1	0	1	0	0
An iBeacon based Real-time context-aware e-healthcare system[16]	1	0	1	0	0
An Ontology-Based Domain Modeling and Device Search in Smart Home[17]	0	0	0		
Intelligent data analysis using SSN ontology for streaming reasoning capability[18]	1	0	1	0	0
Implementation of semantic system in the smart home lights device based on agent[19]	1	0	1	0	0
Toward Universal Data Interoperability in Networked Belief Models[20]	0	1	0	1	0
Design and implementation of the first aid assistance service based on Smart-M3 platform[21]	0	0	0		
Towards Modelling and Reasoning About Uncertain Data of Sensor Measurements for Decision Support in Smart Spaces[22]	1	0	1	0	0
Smart City Architecture for Data Ingestion and Analytics: Processes and Solutions[23]	0	0	0		

3 Snowball

Cross-Domain Internet of Things Application Development: M3 Framework and Evaluation[24]	1	1	1	0	0
Human Localization Sensor Ontology: Enabling OWL 2 DL-Based Search for User's Location-Aware Sensors in the IoT[25]	1	0	1	0	0
Web2Touch 2020–21 : Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration[26]	1	1	1	0	0
Sustainable Interoperability and Data Integration for the IoT-Based Information Systems[27]	0	1	0	1	1
IoT Device Management using Semantics for Distinguishing Device Compatibility[28]	1	1	1	0	0
On the Bulk Ingestion of IoT Devices from Heterogeneous IoT Brokers[29]	0	1	0	0	1
Organization and management of Semantic Sensor information using SSN ontology: An energy meter use case[30]	1	0	1	0	0
A Modular Approach to Context-Aware IoT Applications[31]	0	0	0		
Building a framework for network security situation awareness[32]	1	0	1	0	0

3 Snowball

Object (B)logging: a Decentralized Cognitive Paradigm for the Industrial Internet of Things[33]	1	0	1	0	0
Development of a Fully Interoperable Middleware Framework Based on IoT Techniques[34]	1	1	1	0	0
MuG: A Multilevel Graph Representation for Big Data Interpretation[35]	1	1	1	0	0
Semantic-Aware IoT Platforms[36]	1	1	1	0	0
IoT-Lite: A Lightweight Semantic Model for the Internet of Things[37]	0	0	0		
A Novel Approach for Automation of Smart Homes, Based on Internet of Things, Using Fuzzy Ontology[38]	1	0	1	0	0
Unified IoT ontology to enable interoperability and federation of testbeds[39]	1	1	1	0	0
Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments[40]	0	0	0		
iKaaS Data Modeling: A Data Model for Community Services and Environment Monitoring in Smart City[41]	0	1	1	1	1

3 Snowball

Ontology-Based Consistent Specification of Sensor Data Acquisition Plans in Cross-Domain IoT Platforms[42]	1	1	1	0	0
A cross-layer framework for sensor data aggregation for IoT applications in smart cities[43]	0	1	1	0	1
LOV4IoT: A Second Life for Ontology-Based Domain Knowledge to Build Semantic Web of Things Applications[44]	1	0	1	0	0
Sensing Network Element Ontology Description Model for Internet of Things[45]	1	1	1	0	0
4W1H in IoT Semantics[46]	1	1	1	0	0
Modelling Data For A Sustainable Aquaculture[47]	1	1	1	0	0
Towards a semantic model for IoT-based seismic event detection and classification[48]	1	1	1	0	0
oneM2M Architecture Based User Centric IoT Application Development[49]	0	1	0	0	1
Semantic Enrichment of IoT Stream Data On-demand[50]	0	0	0		
Monitoring urban traffic using semantic web services on smartphones - a case study[51]	1	1	1	0	0
Development of a smart home ontology and the implementation of a semantic sensor network simulator: An Internet of Things approach[52]	1	1	1	0	0

3 Snowball

Ontology-based model for trusted critical site supervision in FUSE-IT[53]	0	1	0	1	
An Intelligent Context Aware Based Access Control Framework to Prevent Attacker Nodes in Internet of Things[54]	0	0	0		
Providing Smart Objects with Intelligent Tutoring Capabilities by Semantic Technologies[55]	1	1	1	0	0
Enabling the Smart Home Through a Semantic-Based Context-Aware System[56]	1	1	1	0	0
The symbloTe Solution for Semantic and Syntactic Interoperability of Cloud-based IoT Platforms[57]	0	1	1	0	1
Elastic Streaming Semantic Engine for Web of Things[58]	1	1	1	0	0
Accessing alignments of ontologies via IoT based on SKOS data model[59]	1	1	1	0	0
Gateway-Based Semantic Collaboration Method in SWoT[60]	0	1	1	0	1
IMAT: Intelligent Mobile Agent[61]	0	1	1	1	1
Data Pipeline for Generation and Recommendation of the IoT Rules Based on Open Text Data[62]	1	1	1	0	0
Goal-Driven Context-Aware Data Filtering in IoT-Based Systems[63]	1	1	1	0	

3 Snowball

A Semantic-Enabled Framework for Future Internet of Things Applications[64]	1	1	1	0	0
SPARQL for Networks of Embedded Systems[65]	0	1	1	0	1
Top-Down Human-Cyber-Physical Data Fusion Based on Reinforcement Learning[66]	1	0	1	0	0
Towards a layered agent-modeling of IoT devices to precision agriculture[67]	1	0	1	0	0
An Ontology for an IoT-enabled Smart Classroom in a University Campus[68]	1	1	1	0	0
Do-it-Yourself Digital Agriculture applications with semantically enhanced IoT platform[69]	1	1	1	0	0
Deklaer: An Ontology-Driven Framework for Generating IoT Applications using ContextNet[70]	1	1	1	0	0
A Soft Real-Time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]	1	1	1	0	0
Embedded Semantic Engine for Numerical Time Series Data[72]	1	1	1	0	0
An Ontology-Based Monitoring System in Vineyards of the Burgundy Region[73]	1	1	1	0	0
An ontology design pattern for IoT device tagging systems[74]	0	0	0		
EasiCrawl: A Sleep-Aware Schedule Method for Crawling IoT Sensors[75]	1	0	1	0	0

3 Snowball

Toward semantic interoperability in oneM2M architecture[76]	1	1	1	0	0
A Distributed Scalable Approach for Rule Processing: Computing in the Fog for the SWoT[77]	1	1	1	0	0
Web of Topics: An IoT-aware model-driven designing approach[78]	1	1	0	0	0
The smart service proxy — A middlebox for a semantic Web of things[79]	1	1	1	0	0
A Semantic Web-of-Things Architecture for Monitoring the Risk of Bedsores[80]	1	1	1	0	0
Enhanced IoT-based Interoperable and Configurable Middleware using Semantic Web Techniques[81]	1	1	1	0	0
A Smart IoT Platform for Personalized Healthcare Monitoring Using Semantic Technologies[82]	1	1	1	0	0
Semantic Gateway as a Service Architecture for IoT Interoperability[83]	1	1	1	0	0
Ontologies and Artificial Intelligence Systems for the Cooperative Smart Farming Ecosystem[84]	1	1	1	0	0
Efficient Caching for Peer-to-Peer Service Discovery in Internet of Things[85]	0	0	0		
ML-Assisted Monitoring and Characterization of IoT Sensor Networks[86]	0	0	0		

3 Snowball

Ontology based context aware situation tracking[87]	1	0	1	0	0
The application of security adaptive framework for sensor in industrial systems[88]	0	0	0		
Semantics for Wastewater Reuse in Agriculture*[89]	0	0	1	0	1
A Semantic IoT Early Warning System for Natural Environment Crisis Management[90]	1	1	1	0	0
Internet of Things to Smart IoT Through Semantic, Cognitive, and Perceptual Computing[91]	1	0	1	0	0
Automatic Clustering and Semantic Annotation for Dynamic IoT Sensor Data[92]	1	0	1	0	0
A semantic data model for the interpretation of environmental streaming data[93]	1	0	1	0	0
An Ontology-Based IoT Communication Data Reduction Method[94]	1	0	1	0	0
Web2Touch 2019: Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration[95]	0				
Agri-IoT: A semantic framework for Internet of Things-enabled smart farming applications[96]	1	1	1	0	0
Reusing and Unifying Background Knowledge for Internet of Things with LOV4IoT[97]	1	1	1	0	0
Data Interoperability Enhancement of Electronic Health Record data using a hybrid model[98]	0	0	0		

3 Snowball

An IoT Reconfiguration Framework Applied Ontology-based Modeling and Bayesian-based Reasoning for Context Management[99]	0	0	0		
Populating the Smart Musical Instruments Ontology with Data[100]	0	0	0		
A development methodology to facilitate the integration of Smart Spaces into the Web of Things[101]	0	0	0		
KrishiSense: A semantically aware web enabled wireless sensor network system for precision agriculture applications[102]	1	1	1	0	0
Rest-based sensor networks with OData[103]	0	0	0		
Standardizing generic cross-domain applications in Internet of Things[104]	1	1	1	0	0
Integration of WSNs into enterprise systems based on semantic physical business entities[105]	0	1	0	0	1
Applications of multimodal physical (IoT), cyber and social data for reliable and actionable insights[106]	1	1	1	0	0
Linked services for M2M communication with Enterprise IT systems[107]	1	1	0	0	0
True self-configuration for the IoT[108]	1	1	1	0	0
SPITFIRE: toward a semantic web of things[109]	1	1	1	0	0

3 Snowball

Senaas: An event-driven sensor virtualization approach for Internet of Things cloud[110]	1	1	1	0	0
A service-centric solution for wireless sensor networks[111]	1	1	1	0	0
Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment[112]	1	1	0	0	0
Short paper: WoO approach general overview. Business context, innovative features and proposed framework[113]	0	1	0	1	0
Modeling Geospatial Sensor Knowledge under a Semantic Sensor Web Environment[114]	1	1	1	0	0

3.3 Tercera iteración

3.3.1 Objetivos

Una vez definido el ámbito concreto de aplicación de la tecnología (Sistemas en tiempo real o semejante) queda determinar, en base a los resultados de la anterior búsqueda, si se deben ampliar o modificar tanto las cadenas de búsqueda como las condiciones de análisis de los artículos.

3.3.2 Planificación

Se aplica el mismo patrón que en la iteración anterior, tras leer y filtrar los abstracts, de aquellos que hayan sido aceptados se obtienen las palabras clave.

Tras esto, en caso de que la palabra sea totalmente nueva y no se haya analizado previamente, se hace un análisis previo a la búsqueda para determinar si merece la pena incorporar y probarla en una cadena de búsqueda y por último en caso afirmativo se generará una nueva cadena de búsqueda.

3.3.3 Pre-filtrado de conceptos clave

A continuación detallamos cuáles de los anteriores términos destacan y por qué.

Término	Descripción	Añadir	Comentarios
Semantic Sensor Networks Ontology (SSN)(SSNO)	-	-	ya analizado
C-SPARQL	C-SPARQL es un nuevo lenguaje para la ejecución continua de queries sobre streams de datos en formato RDF	no	englobado dentro del concepto SPARQL
RDF format	-	-	ya analizado
wireless sensor networks(WSNs)(WSN)	-	-	ya analizado
Semantic Stream	La capacidad de operar de forma semántica sobre streams de datos	si	Genera una rama de búsqueda independiente y complementaria con IOT por lo que

3 Snowball

			puede ampliar el rango en el campo ontológico
SPARQL	-	-	ya analizado
real-time symbolic reasoning	Capacidad de llevar a cabo operaciones con sistemas de decisión sobre streams semánticos de datos operando en tiempo real.	no	Es dependiente de los conceptos principales actuales ya que no amplía conocimiento en las ramas ontológicas ni de iot
Fact Stream	Capacidad de obtener y generar información sobre hechos en base a streams de datos.	no	Es dependiente de los conceptos principales actuales ya que no amplía conocimiento en las ramas ontológicas ni de iot
real-time channel quality information (CQI)	Indicador y estándar para determinar la calidad de transmisión en un canal de datos	no	No está directamente ligado al ámbito del tratamiento de datos iot mediante sistemas ontológicos
manipulation-ontology models (OMs)	especificación de un tipo concreto de ontología	no	englobado en el concepto de ontología
Complex Event Processing (CEP)	Capacidad de analizar streams de datos en tiempo real para analizar y generar información enriquecida sobre eventos	no	Aunque aporta un campo nuevo de búsqueda, el procesamiento de eventos, se debe poner como complementario a IOT y ontologías lo cual restringiría la búsqueda ya que no supone en sí una rama independiente de ambas por lo que queda incluido en la actual búsqueda.
Data Stream Management System (DSMS)	Software encargado de la gestión de streams de datos	no	Aunque aporta un campo nuevo de búsqueda, el procesamiento de eventos, se debe

			poner como complementario a IOT y ontologías lo cual restringiría la búsqueda ya que no supone en sí una rama independiente de ambas por lo que queda incluido en la actual búsqueda.
Multimedia Web Ontology Language (MOWL)	Ontología específica para el uso sobre recursos multimedia capaz de relacionar estos con distintos niveles de abstracción en un dominio cerrado.	no	Ya englobado dentro de el concepto de ontología
Dynamic Bayesian networks (DBN)	Una red Bayesiana que es capaz de ligar variables con distintos saltos de tiempo.	no	Aunque aporta un campo nuevo de búsqueda, el procesamiento de eventos, se debe poner como complementario a IOT y ontologías lo cual restringiría la búsqueda ya que no supone en sí una rama independiente de ambas por lo que queda incluido en la actual búsqueda.
real-time RDF	Capacidad de llevar a cabo extracciones RDF a partir de datos en tiempo real	no	Concepto ya englobado por RDF y el ámbito tiempo real
BCI(Brain-Computer Interfaces) Ontology (BCI-O)	Ontología específica para el ámbito de aplicación en brain computing	no	Englobada dentro del concepto ontología
Semantic ontology model extending (SOSA)	Estándar de modelo ontológico general	no	Englobada dentro del concepto ontología
SAN (IoT-O)	Ontología enfocada a operar con conocimiento horizontal	no	Englobada dentro del concepto ontología

3.3.4 Definición cadena de búsqueda

En esta interacción, el único concepto clave a tener en cuenta es Semantic Stream, por lo que la nueva cadena de búsqueda sólo incorporará este concepto.

3.3.4.1 Conceptos clave

concepto	ámbito	sinonimos y siglas	concepto principal
Semantic Stream	Linked Data	-	no

3.3.4.2 Generación de la cadena genérica

En este caso incorporamos “semantic stream” a los conceptos de linked data como concepto complementario no obligatorio.

((sensor OR sensor ML OR wireless sensor networks OR WSNs OR unified web of things OR WOT) AND IOT) AND (ontology AND (linked data OR Semantic Sensor Networks Ontology OR SSN OR SSNO OR RDF OR Smart appliances Reference OR SAREF OR Semantic Stream)) AND (critical systems)

3.3.4.3 Traducción de la cadena a distintos buscadores

[IEEEExplore](#)

```
(
  (
    ((
      ("Abstract":"sensor ML") OR
      ("Abstract":"wireless sensor networks") OR
      ("Abstract":"WSNs") OR
      ("Abstract":"WSN") OR
      ("Abstract":"unified web of things") OR
      ("Abstract":"WOT")
    ) OR
    (
      ("Abstract":"IOT")
    ) )AND
    ((
      ("Abstract":"ontology")
    ) OR(
      ("Abstract":"Semantic Sensor Networks Ontology") OR
      ("Abstract":"SSN") OR
      ("Abstract":"SSNO") OR
      ("Abstract":"RDF") OR
      ("Abstract":"Smart appliances Reference") OR
      ("Abstract":"SAREF") OR
      ("Abstract":"semantic stream")
    ))
  )
  AND ("Abstract":"real time")
)
```

[ACM](#)

```
(
(
  ((
    "sensor ML" OR
    "wireless sensor networks" OR
    "WSNs" OR
    "WSN" OR
    "unified web of things" OR
    "WOT"
  ) OR
  (
    "IOT"
  ) ) AND
  ((
    "ontology"
  ) OR (
    "Semantic Sensor Networks Ontology" OR
    "SSN" OR
    "SSNO" OR
    "RDF" OR
    "Smart appliances Reference" OR
    "SAREF" OR
    "semantic stream"
  ))
)
AND "real time"
)
```

3.3.5 Conclusiones

En este caso aunque se ha añadido un concepto secundario, los resultados no se han alterado y seguimos teniendo la misma cantidad de artículos, 25 en IEEE y 6 en ACM, por lo que tomamos estos artículos para nuestro estudio.

Durante este último filtrado de artículos se añade una nueva condición de filtrado, este nuevo filtro no descarta como tal los artículos sino que determinará si se le aplican unas preguntas u otras durante la extracción de datos, permitiendo que artículos en principio descartados puedan volver a ser aceptados si presentan datos que apoyen este procedimiento.

La condición de descarte añadida es: *“En el abstract no sale referenciada aplicación en sistemas en tiempo real(hard/soft real time)”*

3.3.6 Tabla lecturas

Esta tabla representa las lecturas que se han realizado y si el abstract de las mismas ha cumplido una o varias condiciones de rechazo. Siendo el valor un 1 cuando se cumple la condición y 0 cuando no.

Document Title	Aceptado	En el abstract aparece referenciado un enfoque a la interoperabilidad entre sistemas o datos IOT.	En el abstract mencionado específicamente el uso de ontologías o similar para el tratamiento de datos procedentes de los sistemas IOT	En el abstract utiliza sistemas IOT sin intervención de ontologías	En el abstract se habla de usar ontologías y sistemas iot pero no de forma directamente complementaria entre ellos	En el abstract no sale referenciada aplicacion en sistemas en tiempo real(hard/soft real time) no captura continua de datos	extra data/terminología de interes	buscador
A Cloud-IoT Platform for Passive Radio Sensing: Challenges and Application Case Studies[115]	1	0	1	0	0	0	CQI,OMs	IEEE
Automatic Clustering and Semantic Annotation for Dynamic IoT Sensor Data[92]	0	0	1	0	0	1	SSNO	IEEE
Building a Service-Oriented Ontology for Wireless Sensor Networks[116]	0	0	0				Suggested Upper Merged Ontology(SUMO),OntoSensor ontology, Protege 3.3.1,RACER 1.9.0,	IEEE
A Semantic Based Annotation Technique for the Internet of Things[117]	1	0	1	0	0	0	SOSA,RDF	ACM

3 Snowball

A Soft Real-Time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]	1	0	1	0	0	0	C-SPARQL, CEP,RDF	IEEE
An Approach for Real-Time Stream Reasoning for the Internet of Things[118]	1	0	1	0	0	0	real-time symbolic reasoning, Semantic Stream,Fact Stream,RDF	IEEE
An Ontology-based Context-aware IoT Framework for Smart Surveillance[119]	1	0	1	0	0	0	MOVL,DBN	ACM
Context Intelligence in Pervasive Environments: Poster Abstract[40]	1	1	1	0	0	0	WSN	ACM
Lilliput: Ontology-Based Platform for IoT Social Networks[121]	0	0	0					IEEE
On the Bulk Ingestion of IoT Devices from Heterogeneous IoT Brokers[29]	0	1	1	0	0	1	IFTTT	IEEE
Implementation of Semantic Web on Wireless Sensor Application for Environment Monitoring[122]	0	1	1	0	0	1	WSN,XBEE	IEEE
ECA: An Edge Computing Architecture for Privacy-Preserving in IoT-Based Smart City[123]	1	1	1	0	0	0	PROTEGE	IEEE
Gatica: Linked Sensed Data Enrichment and Analytics	0	1	1	0	0	1	RDF,SPARQL	IEEE

3 Snowball

Middleware for IoT Gateways[124]								
Goal-Driven On-Line Imbalanced Streaming Data Preprocessing[125]	1	1	1	0	0	0		IEEE
Introducing Hierarchical Clustering with Real Time Stream Reasoning into Semantic-Enabled IoT[126]	1	1	0	0	0	0		IEEE
IoT based Healthcare Monitoring and Intravenous Flow Control[127]	1	0	1	0	0	0		IEEE
IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management[128]	0	1	1	0	0	1		IEEE
Modeling actuations in BCI-O: a context-based integration of SOSA and IoT-O[129]	1	0	1	0	0	0	BCI(Brain-Computer Interfaces) Ontology (BCI-O), SOSA, SAN (IoT-O),	ACM
Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments[40]	1	1	1	0	0	0	WSN	IEEE
Goal-Driven Context-Aware Data Filtering in IoT-Based Systems[63]	0	0	0				SSNO	IEEE

3 Snowball

An ontology-driven context aware framework for smart traffic monitoring[130]	0	0	0					IEEE
Smart City Architecture for Data Ingestion and Analytics: Processes and Solutions[23]	0	1	1	0	0	1		IEEE
Views on the role and importance of dew computing in the service and control technology[131]	0	1	1	0	0	1	Dew-Computing paradigm, Global Information Processing Environment (GIPE), Distributed Information Services Environment (DISE)	IEEE
An intelligent context-aware system for logistics asset supervision service[132]	0	0	1	0	0	1		IEEE
Real-time RDF adaptation model for smart human-care querying in IoT based mobile applications[133]	1	0	1	0	0	0	RDF, real-time RDF	ACM
Semantic Data Process Method Based on RDF for Context Information[134]	1	1	1	0	0	0	SSNO	IEEE

3 Snowball

Semantic Stream Management Framework for Data Consistency in Smart Spaces[135]	1	1	1	0	0	0	RDF	IEEE
An IoT approach for context-aware smart traffic management using ontology[136]	0	0	1	0	0	1	MOWL,DBN	ACM
Towards stream-based reasoning and machine learning for IoT applications[137]	1	0	1	0	0	0	CEP,Data Stream Management System (DSMS),Semantic Stream,Fact Stream,Complex Event Processing (CEP),RDF	IEEE
Type-2 fuzzy ontology-based multi-agents system for wireless sensor network[138]	1	1	1	0	0	0	WSN	IEEE

4 Lectura de artículos

4.1 Objetivo

Con esta lectura se pretende determinar, dentro de los últimos diez años, cuáles han sido las tendencias de diseño e implementación de ontologías para el tratamiento de datos procedentes de sensores IOT en el ámbito de aplicación de los sistemas en tiempo real.

Como se ha visto durante el análisis de los abstract, es bastante común que la implicación dentro del ámbito de tiempo real sea de forma indirecta, lo que se busca es que se contemplen restricciones de tiempo real sobre las operaciones del sistema general y más específicamente sobre las operaciones del sistema ontológico.

En todo caso se descartaron aquellos artículos que se refieran a tiempo real cuando hablan de la gestión de datos IOT generados de forma continua, ya que aunque estos datos se generan en tiempo real, sobre estos sistemas no aplica ninguna de las restricciones de tiempo de un sistema en tiempo real. Es decir periodos o plazos de tiempo que debe cumplir el sistema.

Además se incluyen los artículos “descartados” en base a su abstract, en los cuales se hará una búsqueda rápida para confirmar que han sido correctamente descartados. De esta forma con una lectura rápida se determinará si alguno de estos artículos opera sobre el campo del tiempo real, de ser así se le aplicarán las mismas preguntas que a un artículo aceptado.

4.2 Lecturas

Para llevar a cabo el análisis de las lecturas se ha diseñado una plantilla con preguntas a responder. Estas preguntas han sido seleccionadas buscando extraer la máxima cantidad de información relevante para el objetivo del estudio con el menor trabajo posible.

Para evitar rellenar con grandes volúmenes de información no relevante, aquellas preguntas que se considere que no aplican a un artículo, ya sea porque no sean relevantes en cuestión o porque el artículo no aporte datos al respecto, se van a omitir. Dentro de este punto se debe tener en cuenta que ciertas preguntas son básicas y necesarias, concretamente aquellas que incumben a las ontologías y a las restricciones de sistemas en tiempo real.

Por lo que si sobre un artículo no son aplicables estas preguntas ya que el artículo no aporta información a este respecto este artículo puede ser excluido del estudio. Cabe destacar una diferencia entre los artículos que no aportan datos pero si dan referencias que puedan aportar información de alto valor y artículos que directamente no hacen mención más allá del abstract a los datos buscados. En este caso los primeros aún pueden ser incorporados y tenidos en cuenta mientras que los datos de los segundos no se tendrán en cuenta en las conclusiones.

Respecto a la posible extracción de conceptos a partir de los artículos, se trata de un paso recurrente y necesario buscando, en caso de una aportación realmente nueva y considerable, generar de nuevo otra cadena de búsqueda.

A continuación se encuentra la plantilla para la extracción de datos. Se han juntado y enumerado las preguntas encadenadas en un esfuerzo por no repetir varias veces la misma respuesta.

Es importante destacar la diferencia entre una pregunta que no ha sido respondida y la respuesta “no definido”, se considera que si una publicación aporta datos sobre una pregunta pero no los suficientes para poder aportar una respuesta de valor se categoriza como “no definido” mientras que si no aporta ningún dato directamente esta pregunta quedará sin responder.

4.2.1 Plantilla artículo aceptado

Título:

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
		Si/No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado? (2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)¿Tiene una estructura de datos fija? (2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

- Entendiendo relación como la interacción directa entre ambos sistemas mediante el intercambio de datos, o en caso de ser indirecta la presencia de un sistema intermedio que haga de portador de los datos (segundo orden) o que modifique los datos parcialmente (tercer orden)

¿Con qué tecnologías tiene relación indirecta de segundo orden el sistema ontológico?

¿Con qué tecnologías tiene relación indirecta de tercer orden el sistema ontológico?

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

(1)¿Desde su generación o captura, los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

- Con modificación de datos se refiere a un cambio directo en sus valores. Si un dato es ampliado con información adicional por los distintos sistemas ya sea para gestionarlo o para mejorar la información contenida no es modificación, sin embargo si se generan nuevos valores o se cambian los ya existentes por un sistema intermedio, semejantes a la fusión de sensores, o como alternativa para falta de datos por ejemplo para generar medias, se considera que estos datos han sido modificados tras su captura.

¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos? ¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

Referencias interesantes

Características del entorno

4.2.2 A Cloud-IoT Platform for Passive Radio Sensing: Challenges and Application Case Studies[115]

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
OTA(over the air)	Modificación y carga de configuraciones en dispositivos Android de forma rápida y ágil	No
oneM2M-O	Ontología estándar de oneM2M para sistemas IOT	NO

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

-Estandarizada

-Estándares IOT-O y oneM2M

(1)Se trata de un diseño dividido en cinco modelos de objeto principales cada uno de ellos diseñado para cubrir una funcionalidad distinta, todos ellos basado en la ontología [IOT-O](#)

En este caso la ontología ha sido seleccionada ya que provee de la capacidad de añadir información muy específica de una aplicación sobre una capa horizontal genérica.

Además proporciona distintos modelos que en este caso se pueden adaptar para cubrir las necesidades del proyecto como son :

Un modelo de sensorización, de actuación o de servicios.

Es importante destacar que esta ontología ha sido dividida en dos partes que aunque complementarias entre ellas, se diferencian fundamentalmente en que aquellas ubicadas en un nivel más cercano a los sensores (Edge) tienen un diseño enfocado a los datos capturas por el sistema fundamentalmente mientras que aquellas que están ubicadas en la parte cloud presentan unos modelos diseñados para ofrecer servicio a aplicaciones externas.

(2)Más en detalle se destaca en el artículo que el modelo usado en el edge con el nombre de "Radio Link Model" precisamente actúa como un aglutinador y productor de datos.

En la parte cloud, el "Service Model" se basa en una [ontología](#) de oneM2M sobre lenguaje [owl](#) como estándar para integración entre aplicaciones.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(3) Se trata de un paradigma de mundo cerrado, diseño ontológico estándar que (1)(2) no admite tipos de datos nuevos aunque admite la incorporación de sensores nuevos al sistema.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

-Soft real time

Si, participa de forma directa en la creación y distribución de nuevas tareas en lo que podríamos llamar "soft real time" mediante sistemas OTA (Over the Air)

En este caso concreto la necesidad de restricciones del tipo de tiempo real se focaliza en la gestión y carga de nuevas configuraciones en los dispositivos sensores para poder cambiar su perfil de detección y ajustarlo según las necesidades.

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

-Edge, Cloud

En este caso concreto, el sistema ontológico provee funcionalidad en varias capas de la arquitectura.

(1) Concretamente podemos encontrar la parte ontológica destinada a la gestión directa de los datos en la parte Edge, compuesta por ontologías con los modelos llamados "Radio Link Model" y "Actuator Model".

Y por último también podemos encontrar tres modelos en la parte Cloud, "modelo de servicio", "modelo de manipulación de CQI" y por último "modelo de actuación para configuración de tareas"

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Json- Como formato de datos ligero en sustitución de xml debido al volumen y complejidad de las comunicaciones

Websockets - Para proveer servicio

[oneM2M](#) - Como estándar para las comunicaciones entre las distintas partes del proyecto.

OTA(over the air) - Para cambios en la configuración de los dispositivos sensores

Aplicaciones de terceros que usen la plataforma

¿Con qué tecnologías tiene relación indirecta de segundo orden el sistema ontológico?

Radio análisis technologies (Zigbee)(2.4ghz-5ghz)

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

-Sensores -> edge, Aplicaciones terceras -> cloud

Múltiple, parte sensorial pero también recibe datos de terceras aplicaciones a través de protocolos estandarizados.

Aquellos datos procedentes de sensores son gestionados directamente por el "Radio Link Model" mientras que todos los datos procedentes de terceras aplicaciones son recibidos por la parte cloud.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

-Si han sido modificados

-Se modifican tras añadirlos a la ontología

-Se lleva a cabo mediante operaciones matemáticas

(1)Los datos en un principio son modificados a posteriori de ser añadidos a la ontología de forma que se capturan, (2)se gestionan a través de la ontología y posteriormente son generados nuevos datos de mayor valor a partir de estos.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

-Si, basándose en el estándar

En este caso el formato y origen han afectado de forma grave sobre el diseño ya que su similitud con un sistema IOT clásico de sensores y actuadores ha permitido que se pueda seleccionar un diseño ontológico genérico y adaptarlo sin gran dificultad para cubrir los requisitos planteados.

(1)¿El sistema ontológico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

-Si

(1)Si, aunque los datos se reciben directamente de los sensores,(2) estos son modificados para generar datos de mayor valor mediante operaciones matemáticas.

4.2.3 A Soft Real-time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
MEPA/M-Hub	Sistema encargado de llevar a cabo de computar los datos procedentes de las lecturas en bruto del sensor y transformarlas a un formato entendible por el sistema, en este caso tripletes para el sistema semántico	No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(2)-No estandarizado

(1)Se proponen varios para poder hacer una comparación de rendimiento, siendo el más óptimo en cuestiones temporales el más simple de diseño que además fuerza a la no existencia de axiomas en la ontología.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)No se puede asegurar ya que se proponen varios modelos pero (3)de suponer que se basa en un paradigma de mundo cerrado y (2)por tanto no admite tipos de datos no definidos.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

-Optimización y simplicidad de diseño

-Necesidad cubierta satisfactoriamente

En este caso la necesidad de una una fuerte optimización ha forzado el diseño de una ontología específica para el entorno compuesta en un principio por una clase principal que cubre el aspecto de habitación o habitáculo y compuesto de sensores relacionados directamente con este habitáculo y entre ellos, por último parece que se especifica la clase de sensor para poder añadir información . En un principio no está detallada en profundidad la ontología pero podemos deducir dado que hablan de simplificar al máximo que no debe existir un diseño de relaciones y objetos mucho más allá del mencionado.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

-Soft real time

En este caso específico el sistema ontológico es directamente el sistema en tiempo real y su capacidad para obtener resultados a partir de los datos está directamente ligada a las restricciones de tiempo.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

Se trata de una arquitectura de dos capas, ambas compuestas por sistema semántico.

En la primera capa se lleva a cabo una transformación de los datos en bruto generados por los sensores a datos enriquecidos por valores semánticos y(2) en la segunda capa se lleva a cabo el razonamiento de eventos.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

C-SPARQL

SPARQL

MEPA/M-Hub

RDF

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

-Carga previa

-Sensores

Los datos que recibe el sistema ontológico son de dos tipos, aquellos ya cargados previamente en el sistema para permitir obtener información sobre eventos en el entorno y aquellos obtenidos a partir de la modificación y enriquecimiento de los datos de los sensores.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

-Si

(2)-Operación necesaria para transformarlos en tripletes rdf

(1)Los datos son modificados directamente por el sistema semántico al recibirlos y los datos que llegan a la ontología por tanto no son aquellos que han sido generados por los sensores.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

-No

En este caso específico ha afectado más una búsqueda de la optimización que el formato de los datos ya que existe un sistema previo que lleva a cabo una adaptación de los datos para el sistema ontológico.

Referencias interesantes

- T. D. Wang and B. Parsia, "Ontology performance profiling and model examination: First steps," in The Semantic Web. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 595–608.

- Se hace referencia a este artículo cuando se habla de problemática de las ontologías para conseguir obtener resultados en tiempo real

Características del entorno

MaCos 10.13

Ubuntu 16.04

Java 8

4.2.4 An Approach for Real-Time Stream Reasoning for the Internet of Things[118]

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
ETALIS	Lenguaje para la definición de reglas	No
ELA	Lenguaje para la definición de eventos	No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(1)¿Sigue algún estándar?

(2)-Sin estándar

(1)-Generada de forma dinámica

(1)(2)El diseño ontológico no queda especificado, se usan reglas especiales dentro del sistema semántico para encontrar relaciones espacio temporales dentro de los tripletes de información que son añadidos a la fuente de conocimiento(ontología).

En base a estas coincidencias espacio temporales se generan las relaciones que posteriormente se usan como consulta.

Esto queda descrito en un ejemplo que aunque no representa directamente la aplicación en el sistema nos da idea de que la ontología se genera de forma “dinámica”

Se podría decir que toda la información recibida por el sistema se puede transformar en conocimiento si existe una relación directa o indirecta entre sus términos.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)(2)(3)Ontología del teorema de mundo abierto, acepta todos los tipos de datos

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)Es de suponer que no se usa un estándar de diseño ontológico previo puramente dicho porque parte del análisis es sobre la (2)capacidad de generar el conocimiento dentro de la ontología con restricciones temporales, además de permitir una mayor flexibilidad de implementación.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No queda especificado en el documento pero es de suponer que el sistema en tiempo real es el sistema encargado de la gestión de eventos y por tanto tiene relación directa con la ontología.

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)(3)No se especifican las capas del sistema, aun así se detalla que existe una fase de captura y transformación de los datos por parte de la primera capa del sistema ontológico y una capa de razonamiento y adquisición del conocimiento en una “segunda capa”.

Tomando como referencia una estructura IOT que tenga cloud y edge, podríamos decir que el sistema semántico ocupa ambas capas (2)sin embargo la ontología está ubicada en la parte cloud.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

CEP(complex event processing), SPARQL, ETALIS(lenguaje de reglas), ELA(lenguaje de eventos), RDF

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

-Sensores (original)

-RDF modificación

Los datos que llegan a la ontología no son datos originados en el sistema IOT sino datos adaptados a tripletes mediante una parte previa del sistema semántico.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

(1)(2)Los datos han sido modificados para permitir su interpretación mediante un sistema de gestión de eventos y para ampliar parcialmente su información.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Al tratarse de un diseño dinámico que se genera en base a los datos recibidos, sin duda su formato y características afectarán al diseño final de la ontología.

(1)¿El sistema ontológico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

(1)El sistema ontológico sólo tiene como objetivo almacenar el conocimiento para que en base a esta información se pueda obtener(2)relación de eventos y predecir el comportamiento del sistema y del entorno monitorizado.

Referencias interesantes

[14] K. Teymourian, M. Rohde, and A. Paschke, “Fusion of background knowledge and streams of events,” in 6th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems (DEBS’12). ACM, 2012, pp. 302–313.

4.2.5 A Semantic Based Annotation Technique for the Internet of Things[117]

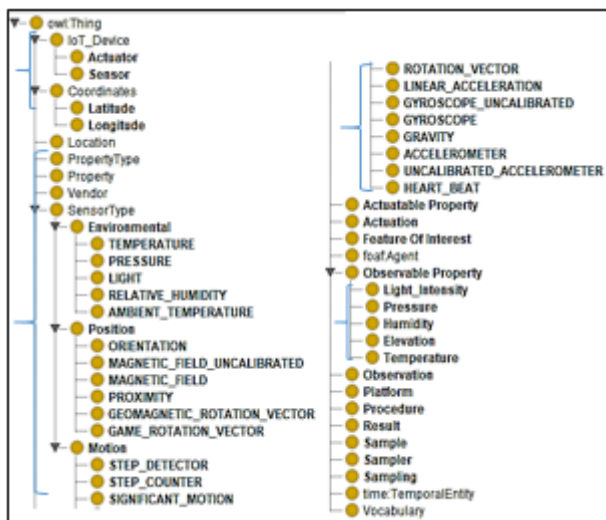
Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
Apache Storm, Apache Samza, Apache Flink and Apache Spark	Sistemas complementarios para las gestión de datos	No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)Se trata de un diseño muy específico que extiende la ontología (2)SOSA(sensor-observation-sampling-actuator).

Por tanto se parte de un diseño estandarizado por SOSA y se agrega información para cubrir los requisitos necesarios.



(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(3)Paradigma de mundo cerrado, dado que se trata de un diseño específico no se puede asegurar que (2)(1) acepte la incorporación de nuevos tipos de sensores pero se puede presuponer que si los acepta dado que está basado en el estándar SOSA que sí permite esta clase de operaciones.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Si, existe una relación directa entre el sistema ontológico y las restricciones en tiempo real, de hecho se detalla en el análisis las características implementadas en el sistema semántico y su repercusión en los tiempos de cálculo para un conjunto de datos específico.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)El sistema ontológico está ubicado en la cuarta capa de un sistema de cinco, aunque su ubicación física literal no queda especificada se encuentra supuestamente en una capa que iría en el entorno cloud.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Tiene relación directa con sistemas SPARK y SPARQL.

¿Con qué tecnologías tiene relación indirecta de segundo orden el sistema ontológico?

Zookeeper, Kafka

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Durante los primeros momentos del ciclo de vida de los datos, estos son enriquecidos con información sobre el entorno pero no modificados a priori, lo cual implica que el sistema ontológico se nutre de datos originales enriquecidos.

Si se especifica que existe un filtrado previo de los datos pero no se detallan exactamente los filtros.

También se especifica el enriquecimiento, en este caso se enriquecen mediante unas cabeceras identificativas del contenido.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

(1)Los datos no son modificados, son filtrados y (2)enriquecidos.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

El diseño ontológico es un estándar para sistemas IOT y en una primera instancia se podría decir que los datos adquiridos se adaptan a este estándar, no siendo necesaria ninguna modificación de los datos.

Referencias interesantes

[11] Hromic, H., Le Phuoc, D., Serrano, M., AntoniĆ, A., Źarko, I.P., Hayes, C. and Decker, S., 2015, June. Real-time analysis of sensor data for the internet of things by means of clustering and event processing. In 2015 IEEE International conference on communications (ICC) (pp. 685-691). IEEE. DOI: 10.1109/ICC.2015.7248401.

[12] Chen, X., Chen, H., Zhang, N., Huang, J. and Zhang, W., 2015. Large-scale realtime semantic processing framework for Internet of Things. International Journal of Distributed Sensor Networks, 11(10), p.365372. DOI: 10.1155/2015/365372.

[13] Jung, H.S., Yoon, C.S., Lee, Y., Park, J.W., and Yun, C.H., 2017. Processing IoT Data with Cloud Computing for Smart Cities. IJWA, 9(3), pp.88-95.

4.2.6 An Ontology-based Context-aware IoT Framework for Smart Surveillance[119]

***Artículo descartado ya que aunque en el abstract se referencia a la obtención de datos con parámetros en tiempo real luego no se aportan datos al respecto.**

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)Se usa un diseño específico pensado para la representación de eventos concretos, esta especificación se hace mediante el lenguaje (2)“Multimedia Web Ontology”.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2) ¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

Dado que la documentación indica que la solución es funcional,(2) se supone que la necesidad que ha forzado el usar una ontología específica ha sido cubierta pero no queda del todo clara la (1)decisión de diseño de la ontología aunque está claro que está enfocada a cubrir el caso de uso en cuestión de la forma más estricta posible.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No se especifica en el artículo ninguna restricción del tipo tiempo real, por lo que podemos decir que el artículo cuando habla de generar eventos en tiempo real en el abstract se refiere en realidad a generar eventos de forma continua para las autoridades sin una restricción de tiempo existente.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)El sistema ontológico se ubica en la capa cloud

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Redes Bayesianas, MOWL,DBN Reasoning

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Proceden de redes Bayesianas, tras el procesamiento de las imágenes se determina el tipo de situación y esto es transmitido al sistema ontológico.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

(1)Sí, dado que los datos base son imágenes y son procesados por las(2) redes bayesianas.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

-No

Dado que los datos inicialmente capturados no llegan en ningún caso hasta el sistema ontológico.

(1)¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

(2)En este caso si hay una relación directa entre la calidad de los datos y su modificación dado que precisamente se obtiene información de alto valor mediante el procesamiento de los datos.

4.2.7 Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments[40]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)El sistema ontológico en general está compuesto por 4 ontologías:

(2)emergency assistance (EA), commercial building automation (CBA), pervasive mobile computing (PMC), human-machine interaction (HMI); Conectadas a través de mapas semánticos.

(1)(2)Para el diseño de la modularidad han seguido los estándares de DOLCE(Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering), SSN(W3C Semantic Sensor Network Ontology)

El mapeo se hizo con “owl:equivalentClass” para generar el enlace jerárquico entre las clases de las ontologías.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

Es difícil de asegurar nada al respecto dado que se usan cuatro ontologías distintas, aunque si tomamos como referencia su diseño para la modularidad, partiendo del estándar (1)SSN debería tratarse de un paradigma de (3)mundo cerrado que admite (2)cualquier clase de sensor.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

Aunque no se entra en gran detalle de los motivos, parece que los principales requisitos a (1)cubrir por el diseño propuesto son, tener una ontología enriquecida que cubra con eficiencia los cuatro ámbitos de aplicación de la ontología y además ser eficiente permitiendo cubrir los requisitos temporales.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

La capacidad de procesar el conocimiento por parte de la ontología es el sistemas con requisitos temporales, por tanto la ontología es el sistema en tiempo real.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

no especificado

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

OWL, Nools framework in NodeJS,

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

no especificado

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Aunque no está especificado se puede deducir que el tipo de datos y su ámbito han influido en los estándares ontológicos seleccionados durante el diseño.

4.2.8 ECA: An Edge Computing Architecture for Privacy-Preserving in IoT-Based Smart City[123]

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
Protege	Herramienta para la creación de ontologías	No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(2)Se trata de un diseño no estandarizado, la ontología se ha diseñado y creado con la herramienta Protégé.

(1)El diseño de la ontología es de tipo árbol con una única clase raíz.

Sin entrar en detalles, en el artículo se describe el diseño como la representación ontológica para la preservación de la privacidad en las smart cities.

Esto está dividido en tres subclases principales, Privacidad y reglas, dispositivos y alarmas. Los cuales representan todos los elementos necesarios en la ontología para cubrir los requisitos del sistema.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)(2)(3)Al proponer un diseño específico no estandarizado no se puede especificar nada al respecto con seguridad.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Si, todo el sistema en si se trata de un sistema en tiempo real, en este caso las restricciones de tiempo se aplican en las operaciones u órdenes que se envían a los distintos elementos de la red cambiando sus características de seguridad.

En un principio no se especifican en profundidad estas restricciones de tiempo solo se habla del hecho de tener que repetir las operaciones en un periodo determinado de tiempo.

Tampoco se habla o especifica si la operación en sí está sujeta a una restricción temporal.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)El sistema ontológico está ubicado en la parte Edge de la arquitectura propuesta.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Protege, Visual studio .net

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

En este sistema ontológico los datos están precargados y se usan simplemente como motor de consulta.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

El diseño ontológico fuerza el formato de los datos.

Características del entorno

Se dan estadísticas de uso pero no se especifican características del entorno.

4.2.9 Goal-Driven On-Line Imbalanced Streaming Data Preprocessing[125]

***Rechazado, no especifica ninguna aplicación de tiempo real ni hace alusión a ningún sistema de estas características.**

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)(2)Formato de árbol generalizado que representa el grado de pertenencia de los datos respecto al objetivo de aprendizaje

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No especificado sistema en tiempo real

Para arquitecturas multicapa;

¿Dónde se ubica el sistema ontológico?¿Por qué esa ubicación?¿Qué ventajas provee?

No especificada arquitectura

4.2.10 Introducing Hierarchical Clustering with Real Time Stream Reasoning into Semantic-enabled IoT[126]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(2)Diseño no estandarizado, se especifica de forma superficial en el documento.

(1)Generado a partir de los resultados de clusterización y añadiendo relaciones temporales entre los conceptos tales como “ocurre antes”, “ocurre después”.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)Se trata de una estructura dinámica que(2) puede admitir nuevos datos siempre que estos sean preprocesados previamente mediante clustering.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No detallado en el artículo, se habla de distintas ventanas de tiempo para las operaciones pero no se detalla cual es la influencia del sistema de tiempo real en el sistema semántico ni ontológico.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)El sistema ontológico está ubicado en la parte Edge de la arquitectura.

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Los datos reciben un enriquecimiento previo por parte del procesado de streams antes de ser usados por el sistema semántico para mediante clustering obtener los resultados que recibirá el sistema ontológico.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

Si, (1)se obtienen datos procesados mediante clustering para (2)mejorar la calidad de la información con la que trabaja la ontología.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Los datos procesados fuerzan un diseño ontológico dinámico a través de la extracción de sus conceptos y propiedades.

¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos?¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

No

4.2.11 IoT based Healthcare Monitoring and Intravenous Flow Control[127]

****No se han encontrado en el artículo las referencias buscadas, más concretamente no se ha detectado ningún apartado que hable de ontologías y restricciones de tiempo real por lo que se considera el artículo como no válido para el estudio.**

Referencias interesantes

C. S. Khandelwal, S. (2013). Design and implementation of real time embedded tele-health monitoring system. In: 2013 International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies (ICCPCT). Nagercoil, India: IEEE.

4.2.12 IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management[128]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)Diseño específico, se ha usado el estándar owl como lenguaje para definirla

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

Al proponer un diseño específico no estandarizado no se puede especificar nada al respecto con seguridad.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(2)Se ha cubierto la necesidad mediante la creación de toda la estructura de la ontología en base (1)al concepto de recursos aunque la ontología provee funcionalidad a todas las capas del sistema propuesto.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No se define sistema en tiempo real

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)No se definen unas capas arquitecturales que afecten a la ontología aunque el sistema está dividido en capas según el tipo de dato y su "valor".

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

SQL

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Proceden de sistemas terceros, no está del todo definido ya que se habla de recursos abstractos.

Principalmente los datos están compuestos por identificadores de objeto y las relaciones entre los distintos objetos.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

No se especifica directamente captura de datos

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Si, la ontología está diseñada a medida en base al sistema propuesto.

4.2.13 Modeling Actuations in BCI-O: A Context-based Integration of SOSA and IoT-O[129]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

El diseño es una adaptación usando BCI-O (Brain computer interfaces ontology), SSN (sensor network ontology) and SOSA (Sensor, Observation, Sample and Actuator Ontology)

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

Es difícil de asegurar nada al respecto dado que se usan cuatro ontologías distintas, aunque si tomamos como referencia el estándar usado (1)(2)(3)SSN debería tratarse de un paradigma de mundo cerrado que admite cualquier clase de sensor.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)El diseño se ha visto forzado por el hecho de que no exista previamente a este trabajo una ontología que se adapte de forma correcta a las BCI aplicadas en entornos con sensores y actuadores.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No se hace mención directa del tema de tiempo real.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

La arquitectura propuesta no es multicapa, se trata de un sistema en principio totalmente local, (2)aunque se divide en tres grupos fundamentales, el sistema BCI,(1) el sistema de interpretación donde está ubicada la ontología y el sistema de actuadores.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

No especificado directamente

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Proceden del sistema BCI, seguramente modificados para que sean comprensibles por el sistema ontológico.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Si, como se demuestra en el caso de uso, aunque el diseño es generalista se adapta a cada entorno en concreto.

Características del entorno

No especificado

4.2.14 Context Intelligence in Pervasive Environments[40]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

Para cubrir los requisitos del sistema se propone el diseño de 4 ontologías:

- emergency assistance (EA),
- commercial building automation (CBA),
- pervasive mobile computing (PMC)
- human-machine interaction (HMI);

(1)Estas ontologías se generan a partir de la importación y enlazado mediante owl:import de otras ontologías, concretamente :

(2)DOLCE, the Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering
SSN, the W3C Semantic Sensor Network Ontology

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

Es difícil de asegurar nada al respecto dado que se usan cuatro ontologías distintas, aunque si tomamos como referencia el estándar usado (1)(2)(3)SSN debería tratarse de un paradigma de mundo cerrado que admite cualquier clase de sensor.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)No se especifica, es de suponer que no existe un estándar ontológico que cumpla al 100% los requisitos necesarios.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No se hace mención al sistema en tiempo real.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Nodejs, distributed rules-based engine (DRBE)

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Los datos proceden del DRBE, estos son enriquecidos con descriptores semánticos aunque no se entra en detalle.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

No especificado

Referencias interesantes

Michael Compton, Payam Barnaghi, Luis Bermudez, Raúl García-Castro, Oscar Corcho, Simon Cox, John Graybeal, Manfred Hauswirth, Cory Henson, Arthur Herzog, and others. 2012. The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group. Web semantics: science, services and agents on the World Wide Web 17 (2012),

Características del entorno

Se especifica que el DRBE puede desplegarse en cualquier SO linux based

4.2.15 Real-time RDF Adaptation Model for Smart Human-Care Querying in IoT based Mobile Applications[133]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

No existe diseño de la ontología, en su lugar se usan tripletes **RDF** para las relaciones

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)(2)(3)Usa el teorema de mundo abierto, ya que trabaja directamente con relaciones y además se trata de una de las características fundamentales del formato RDF, la capacidad de adaptar e incorporar nuevo conocimiento.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

En este caso aunque no se especifica en profundidad si se hace mención a que la medida temporal de las consultas en una cantidad de 41976 tripletes con una respuesta de 0.003 segundos.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Android, SQL , XML

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

En este caso los datos gestionados por el sistema semántico se filtran a través de una base de datos y un fichero xml antes de ser transformados en tripletes RDF para relacionar los distintos valores.

4.2.16 Semantic Data Process Method Based on RDF for Context Information[134]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)No hay ontología, se trabaja con un diseño con especificación (2)RDF.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)(2)(3)Usa el teorema de mundo abierto, ya que trabaja directamente con relaciones y además se trata de una de las características fundamentales del formato RDF, la capacidad de adaptar e incorporar nuevo conocimiento.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)Buscan una mayor optimización de las queries de consulta de datos

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

No, lo que se hace es una comparación de tiempos respecto a la mejora propuesta en el artículo, aun así, proporciona estadísticas temporales de rendimiento.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

(1)Todo el sistema está ubicado en entorno cloud

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Android, SQL

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Una aplicación android

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Hay cierta relación entre el sistema RDF y el formato de los datos de forma que parecen condicionarse mutuamente.

(1)¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

El sistema semántico los enriquece mediante la anotación en el formato RDF definido.

4.2.17 Semantic Stream Management Framework for Data Consistency in Smart Spaces[135]

Conceptos clave nuevos obtenidos:

Concepto	Descripción	Aporta información
Jena tool	Un framework de código libre basado en java para generar sistemas del tipo web semántica y linked data	No

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)Diseño personalizado llamado “SmartSASM” siendo una extensión de (2)SSNO y por tanto también de SOSA

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

Es difícil de asegurar nada al respecto dado que se usan cuatro ontologías distintas, aunque si tomamos como referencia su diseño para la modularidad, partiendo del estándar (1)(2)(3)SOSA debería tratarse de un paradigma de mundo cerrado que admite cualquier clase de sensor.

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(2)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)Faltaba una mayor autoevolución y especificación de conceptos para definir el smart space.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Si, se considera parte de él.

El análisis de tiempos cubre el proceso de realizar operaciones en todo el ámbito semántico.

Además se proveen datos cuantitativos de los resultados y se explica porque se cumplen los requisitos temporales del sistema.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

Según el diseño arquitectural propuesto sabemos que existe una capa semántica entre la aplicación y la captura de datos pero (1)no se especifica la ubicación de esta capa en una arquitectura IOT por ejemplo.

Si se expone un caso de uso en el que se usa un ordenador centralizado que engloba todo el sistema para las pruebas.

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

Jena, y otros no especificados

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Son añadidos a formatos de serialización (4 definidos) y enviados a la capa semántica.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

El formato de los datos y las entidades involucradas en el entorno de los “smart spaces” es lo que ha provocado la creación de una ontología específica para cubrir estas necesidades.

(1)¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

(1)No, ya que recibe los datos ya adaptados

4.2.18 Towards Stream-based Reasoning and Machine Learning for IoT Applications[137]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

(1)Sin diseño, se genera de forma dinámica en base a los datos recibidos

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)Estructura de datos dinámica,(2)(3) acepta cualquier dato que aporte información

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Si, aunque no se detalla en profundidad, trabajan con ventanas de tiempo con características especiales y de larga duración (60-120seg)

Para arquitecturas multicapa;

¿Dónde se ubica el sistema ontológico?¿Por qué esa ubicación?¿Qué ventajas provee?

No especificado

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

RDF

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Datos procedentes de sensores enriquecidos y datos creados por el sistema de gestión de eventos. En ambos casos en formato RDF.

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

(2)Se verifica que la modificación de los datos aporta nueva información al sistema.

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

Dado que se trata de un diseño dinámico que se genera en base a los datos capturados se puede decir que si.

Referencias interesantes

D. C. Luckham, The Power of Events: An Introduction to Complex Event Processing in Distributed Enterprise Systems. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2001.

A. Arasu, S. Babu, and J. Widom, "The CQL continuous query language: Semantic foundations and query execution," The VLDB Journal, vol. 15, no. 2, pp. 121–142, Jun. 2006

4 Lectura de artículos

M. Gaber, A. Zaslavsky, and S. Krishnaswamy, "Mining data streams: A review," SIGMOD Record, vol. 34, no. 2, pp. 18–26, Jun. 2005.

X. Su, E. Gilman, P. Wetz, J. Riekkı, Y. Zuo, and T. Leppänen, "Stream reasoning for the Internet of Things: Challenges and gap analysis," in 6th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS'16), Nîmes, France, Jun. 2016.

D. Barbieri, D. Braga, S. Ceri, E. D. Valle, Y. Huang, V. Tresp, A. Rettinger, and H. Wermser, "Deductive and inductive stream reasoning for semantic social media analytics," IEEE Intelligent Systems, vol. 25, pp. 32–41, Nov.–Dec. 2010

D. Barbieri, D. Braga, S. Ceri, E. D. Valle, and M. Grossniklaus, "CSPARQL: SPARQL for continuous querying," in 18th International World Wide Web Conference (WWW'09), 2009, pp. 1061–1062

Características del entorno

No especificado

4.2.19 Type-2 Fuzzy Ontology-Based Multi-Agents system for Wireless Sensor Network[138]

(1)¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?(2)¿Sigue algún estándar?

Diseño fijo no estandarizado, adaptado a las necesidades del proyecto.

(1)¿Tiene una estructura de datos fija?(2)¿Se pueden modificar los datos de la ontología para aceptar nuevo conocimiento?(3)¿Usa el teorema de mundo abierto o cerrado?

(1)(2)(3)En el diseño propuesto presenta una estructura fija

En caso de no usarse un estándar ontológico

(1)¿Qué funcionalidad no cubierta por un estándar ha forzado que se usó algo no estandarizado?(1)¿Se ha llegado a cubrir esa necesidad?

(1)Han buscado una optimización sobre el tema de consumo de energía y ello motiva un diseño específico.

¿Tiene relación directa el sistema ontológico con el sistema en tiempo real?

Se habla de rendimiento pero no de restricciones de tiempo real.

Para arquitecturas multicapa;

(1)¿Dónde se ubica el sistema ontológico?(2)¿Por qué esa ubicación?(3)¿Qué ventajas provee?

No especificado

¿Con qué tecnologías tiene relación directa el sistema ontológico?

SPARQL,protege

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

No especificado, indirectamente motas sensoras IOT

(1)¿Desde su generación o captura los datos han sido modificados?(2)¿Esta operación ha sido totalmente necesaria o se ha llevado a cabo para mejorar la calidad de los datos?

No especificado

¿El formato y origen de los datos ha afectado directamente al diseño ontológico?

No especificado

(1)¿El sistema semántico está diseñado para modificar los datos?(2)¿Está corroborado que este comportamiento genera una mejoría en la calidad de los datos?

No, solo procesamiento y almacenamiento

4.3 Artículos rechazados por el filtro

4.3.1 Objetivo

Con objetivo de verificar que los artículos filtrados han sido correctamente rechazados se ha decidido aplicarles un análisis superficial buscando verificar las condiciones de aceptación/rechazo y además, en caso de ser necesario, detectar artículos que deban ser incluidos en el estudio.

A estos artículos se les aplicará un juego distinto de preguntas para la extracción de datos, más superficial y solo en caso de que todas las preguntas tengan una respuesta que aporte datos de relevancia podría añadirse el artículo al estudio.

Preguntas para extracción de datos

- ¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?
- ¿Se trata de una ontología estandarizada?
- ¿Existe relación con sistemas en tiempo real?
- ¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?
- ¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

4.3.2 Lecturas

An Intelligent Context-aware System for Logistics Asset Supervision Service[132]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Un diseño personalizado sin referenciar ninguna estándar, sigue un formato descrito como base de datos híbrida.

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No se menciona relación alguna

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

Ninguna referenciada

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Sin especificar, suponemos que de sensores o añadidos previamente al sistema

An IoT Approach for Context-aware Smart Traffic Management Using Ontology[136]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Usan el estándar MOWL(Multimedia Web Ontology Lenguaje)

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No, no se hace referencia a sistemas en tiempo real

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

4G

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Fotogramas con identificadores proporcionados por IA especializada.

Automatic Clustering and Semantic Annotation for Dynamic IoT Sensor Data[92]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

SSN(Semantic sensor network ontology) y DUL ontology

¿Se trata de una ontología estandarizada?

Si en funcion de los dos estándares especificados previamente

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

Protege, R Studio, Fuzzy Logic

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Indirectamente sensorización procesados mediante data mining.

Building a Service-Oriented Ontology for Wireless Sensor Networks[116]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Mezcla de estándares, GML, SWO, SensorML, OntoSensor, SUMO(Suggested Upper Merged Ontology) y con clases específicas para admitir sistemas sensores antiguos

¿Se trata de una ontología estandarizada?

Ontología seudo estandarizada

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

Protege, Racerpro, sparql

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Sensor networks

Gatica: Linked Sensed Data Enrichment and Analytics Middleware for IoT Gateways[124]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Diseño específico ampliado sobre SSN ontology.

¿Se trata de una ontología estandarizada?

La base es estandarizada aunque se haya ampliado

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

TDB RDF database, Triple RDF statements, OWL, sparql, Linked sensor middleware

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Sensores simulados en C

Implementation of Semantic Web on Wireless Sensor Application for Environment Monitoring[122]

**Concepto interesante open rdf semantic database

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Diseño hecho a medida y especificado en el paper

¿Se trata de una ontología estandarizada?

No estandarizado

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

SPARQL, XBee devices, RDFLib, OpenRDF semantic Database

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Procedencia de sensores con dispositivos XBee

Lilliput: Ontology-based platform for IoT Social Networks[121]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Específico con tal solo cuatro entidades

¿Se trata de una ontología estandarizada?

No, solo usa como estándar una representación en N-Triples (<[subject]><predicate><[object]>)

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

OWL 2, MySQL, ONS(object naming service), context broker arquitectura (CoBra), Near Field Communication (NFC)

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Redes sociales y sistemas IOT a través de un servicio web.

On the Bulk Ingestion of IoT Devices from Heterogeneous IoT Brokers[29]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Se usa una ontología estandarizada

¿Se trata de una ontología estandarizada?

Ontología llamada KM4city específicamente diseñada para smart cities

Bellini, P., et al.: Km4city ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services. J. of Visual Languages and Computing 25(6), 827–839 (2014)

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

Indirectamente, indican medidas respecto a la comunicación y recepción de datos y sus respectivos márgenes de tiempo.

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

MQTT, RabbitMQ

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Sin especificar, sistemas iot en general

Smart City architecture for data ingestion and analytics: processes and solutions[23]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

Diseño estandarizado

¿Se trata de una ontología estandarizada?

Si, usan el estándar referido como KM4City

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No especificado

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

Sparql, No SQL

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

Aplicaciones móviles

Views on the Role and Importance of Dew Computing in the Service and Control Technology[131]

¿Cuál es el diseño propuesto en la ontología?

No definido

¿Se trata de una ontología estandarizada?

No definido

¿Existe relación con sistemas en tiempo real?

No definido

¿Qué otras tecnologías interesantes se encuentran en el ecosistema?

No definido

¿Procedencia de los datos almacenados o gestionados por el sistema ontológico?

No definido

5 Resultados

5.1 Análisis primer nivel

Se plantea un análisis por niveles, en cada uno de ellos profundizando en una serie de relaciones distintas entre los datos obtenidos.

5.1.1 Introducción

El objetivo de este nivel es dar una representación superficial a nivel cuantitativo de los datos obtenidos. Concretamente del número de artículos que cumplen una determinada condición.

Se trata de los datos a nivel general, sin filtrar ni ordenar ya que en futuros niveles se profundizará más en las relaciones entre los datos y su valor.

5.1.2 Datos

Se usa o referencia una Ontología estandarizada

si - 5
no - 11

Qué estándar ontológico es referenciado/usado

iot-o - 1
onem2m - 1
generada de forma dinámica - 1
multimedia web ontology - 1
bci-o (brain computer interfaces ontology) - 1
ssn(w3c semantic sensor network ontology) - 3
sosa (sensor observation sample and actuator ontology) - 3
rdf - 2
emergency assistance ontology (eao) - 1
commercial building automation ontology (cba) - 1
pervasive mobile computing ontology (pmco) - 1
human-machine interaction ontology (hmio) - 1
dolce(descriptive ontology for linguistic and cognitive engineering) - 1

Motivo(s) para no usar un estándar ontológico

optimización - 4
simplificación - 1
flexibilidad de implementación - 1
diseño para representar la privacidad en las smart cities - 1
no especificado - 2
no existencia de ontología previa que cubriera las necesidades del proyecto - 1

falta especificación smart space - 1
dinamismo (construcción de la ontología en base a datos recibidos) - 1
enfoque específico al concepto de recursos - 1

Necesidad(es) cubierta por uso de ontología no estandarizada

si - 3
diseño para representar la privacidad en las smart cities - 1
no especificado - 1
adaptar bci(brain computer interfaces) a entornos con sensores y actuadores - 1
mejora en tiempos de ejecución - 1
optimización sobre queries de consulta - 1
aceptación de cualquier tipo de dato - 1
reducción consumo energético - 1

Relación con restricciones de tiempo real

soft real time - 3
no especificado - deducido soft real time - 1
no especificado - 4
hard real time - 4
no especificado - deducido hard real time - 1
rendimiento(sin especificación de tiempo real) - 3
sin relación - 1

Arquitectura general del sistema

clásico iot (cloud-fog-edge) - 5
bicapa(enriquecimiento datos-razonamiento eventos) - 2
no especificada - 5
tricapa(bci,interpretación,actuadores) - 1
específica - en base a tipo de dato y su valor - 1
cinco capas - personalizado - 1

Ubicación sistema ontológico (en la arquitectura)

fog/edge - 3
cloud - 3
no especificada - 7
interpretación - 1
capa semántica - 1
cuarta capa(contando desde fuente de datos) - 1

Tecnologías, metodologías y estándares con relación directa

json - 1
websockets - 1
ota(over the air) - 2
sparql - 4
rdf - 3
mepa/m-hub - 1

cep(complex event processing) - 1
etalis(lenguaje de reglas) - 1
ela(lenguaje de eventos) - 1
redes bayesianas - 1
mowl - 1
dbn reasoning - 1
protege - 2
visual studio .net - 1
android - 2
sql - 3
xml - 1
jena - 1
owl - 2
spark - 1
nools framework in nodejs - 1

Tecnologías, metodologías y estándares con relación indirecta

zigbee - 1
zookeeper - 1
apache kafka - 1

Procedencia de los datos recibidos por el sistema ontológico

sensores - 5
aplicaciones terceras-> cloud - 1
carga previa - 2
redes bayesianas - 1
no especificado - 2
clustering - 1
distributed rules-based engine (drbe) - 1
sql -xml - 1
sistema android - 1
no definido - 1
aplicaciones terceras(no se especifica captura) - 1
no especificada - 1

Se han modificado los datos

si - 11
no especificado - 3

La modificación enriquece los datos

si - 10
no - 1

Técnica de modificación

operación matemática - 1
transformación en tripletes rdf - 2
mediante redes bayesianas - 1
clustering - 1
distributed rules-based engine (drbe) - 1
filtrado para sql - 1
data a triplete rdf - 1
serializados(formateados y añadidas restricciones temporales) - 1
enriquecimiento rdf - 1
enriquecimiento(datos recibidos originales enriquecidos) - 1

Impacto del formato y origen de datos en el diseño ontológico

no(datos adaptados previamente) - 1
no - 2
si - 1
sin impacto - 1
profundamente - 7
deducido - si - 1

El sistema ontológico tiene relación directa con la modificación de los datos

si - 3
no - 6
no especificado - 1
si, obliga a su transformación a rdf - 1

Motivación para la modificación de los datos

obtención de datos enriquecidos - 1
adaptación al sistema ontológico - 3
obtencion de informacion procesada - 1
obtencion nueva información - 1
enriquecimiento - 1
filtrado - 1
aplicar restricciones temporales - 1
adaptación a rdf - 1

5.1.3 Conclusiones primer nivel

Tomando como referencia aquellos datos que destacan sobre el resto presentando una gran cantidad de referencias a determinadas palabras clave, se pueden deducir las siguientes informaciones:

- Estandarización de diseño ontológico: El 69% de los artículos proponen ontologías no estandarizadas para cubrir necesidades específicas, el resto de artículos(31%) se fundamentan principalmente en los estándares SSN(16%), SOSA(16%) y RDF(11%)
- Relación con restricciones en tiempo real: Estos datos confirman que los filtros que se han utilizado han sido al menos parcialmente correctos ya que una parte mayoritaria de los artículos referencian directamente el uso de restricciones de tiempo real (52%) mostrando además una anomalía ya que una parte de los artículos(17%) hablan en términos de rendimiento en vez de restricción temporal.
- Sensorización: El 27% de los artículos muestran un consenso al tomar sus datos de sensores lo cual cuadra dentro del marco IOT aunque existe cierta desviación producida por aquellos sistemas que toman los datos procedentes de sistemas externos de almacenamiento cargados o no previamente o de aplicaciones terceras.
- Modificación: La modificación de los datos originales se lleva a cabo en la mayor parte de los artículos(79%), esta modificación genera un enriquecimiento de los datos(91%) y se podría decir que mayoritariamente se aplica con el objetivo de adaptar los datos(30%).

Estos datos aportan una visión general de resultados, se considera apropiada la obtención de datos generales aunque no estén específicamente ligados a artículos con restricciones en tiempo real ya que aportan una visión general del ecosistema que rodea a los sistemas ontológicos.

5.2 Análisis segundo nivel

5.2.1 Introducción

El objetivo de este nivel es obtener resultados de valor mediante las relaciones obtenidas a partir de los datos.

Concretamente se buscan los datos relacionados con aquellos artículos que aseguran evidenciar restricciones de tiempo real.

Buscamos en una primera instancia datos relacionados con los estándares usados o referenciados a nivel de diseño de ontología, las arquitecturas que se han usado y si los datos procedentes de los sensores han sufrido alguna modificación.

Es importante diferenciar entre los distintos tipos de tiempo real identificados en el análisis anterior:

soft real time - Se aplican restricciones de tiempo real pero no de forma totalmente estricta y en caso de no cumplirse se pueden tomar alternativas.

deducido soft real time - Se ha deducido en base a la información dada que se aplican estas restricciones.

hard real time - Tiempo real estricto, con restricciones de obligatorio cumplimiento y planificación de la ejecución.

deducido hard real time - Se ha deducido en base a la información dada que se aplican estas restricciones.

rendimiento(sin especificación de tiempo real) -

no especificado - Se detalla la existencia de restricciones de tiempo real pero no se especifica cuáles

sin relación - No se especifica ninguna existencia de restricciones de tiempo real

A continuación se muestra de forma cuantitativa cuáles serán los datos usados para este análisis:

soft real time - 3

deducido soft real time - 1

hard real time - 4

deducido hard real time - 1

rendimiento(sin especificación de tiempo real) - 3

no especificado - 4

sin relación - 1

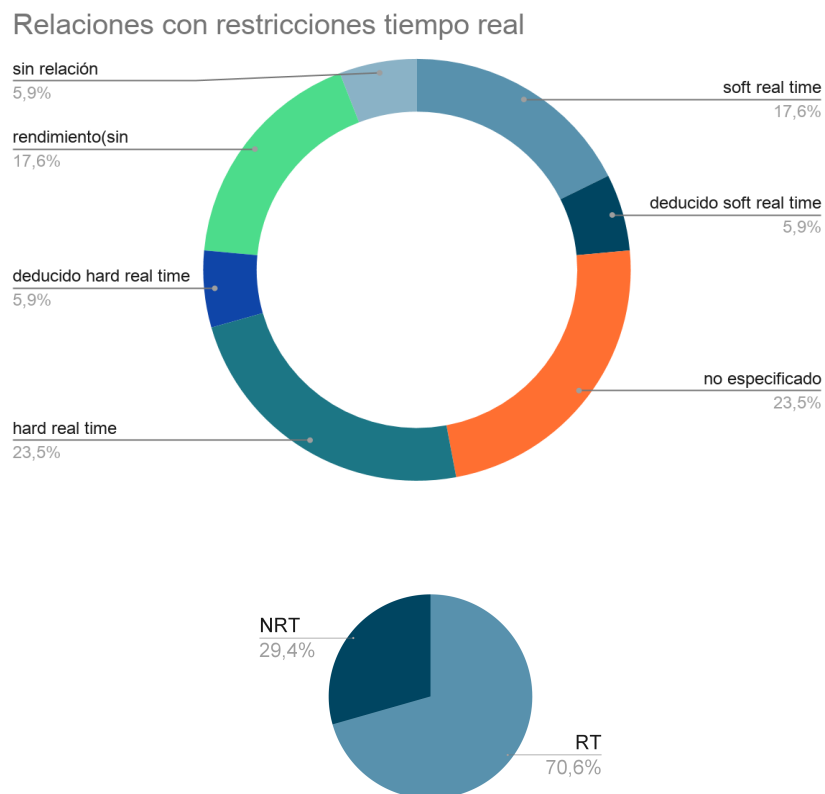


Figura 2

*Siendo RT - Real Time y NRT - no Real Time

Por tanto se toman como referencia los resultados de ese 70,6% de los artículos que referencian o se deduce que referencian restricciones de tiempo real para el análisis llevado a cabo en este capítulo, siendo este el origen de todos los datos expresados a continuación.

5.2.2 Implementación

Objetivo

Para poder obtener información de mayor valor basándonos en los datos obtenidos, estos datos se han estructurado en forma de árbol, siendo cada rama una lectura y cada hoja un dato con un valor específico. Tras esto se han analizado las relaciones entre las distintas lecturas(ramas) basándonos en los valores que tiene ciertos datos (hojas) concretos. Tras esto se han agrupado los resultados y se han representado en este capítulo.

La principal tarea es la de identificar el valor de interés de cada artículo, en este caso específico el valor que determina si cumple restricciones de tiempo real

Diseño

El diseño de este sistema no busca simplemente recorrer el árbol y dar una medida cuantitativa de los resultados, se busca también revisar las relaciones entre los distintos conceptos contenidos en cada artículo.

En caso de no ser así el sistema debería ser capaz de detectar los nuevos escenarios y representarlos para poder analizar la anomalía y obtener conclusiones además de filtrar los datos originales para mejorar la calidad de los datos.

5.2.3 Uso o referencia de Ontología estandarizada

En este apartado se busca determinar las relaciones entre los estándares utilizados y el resto de datos obtenidos.

Primero se buscan dentro de los artículos seleccionados cuáles de ellos usan o referencian diseños ontológicos estandarizados.

En este caso tenemos:

Si, Usan o referencian estándares ontológicos - 4

No, no se usa ni referencia estándar ontológico - 8

De aquellos que usan o referencian estándares se obtienen los siguientes datos:

iot-o - 1

onem2m - 1

ssn(w3c semantic sensor network ontology) - 2

sosa (sensor observation sample and actuator ontology) - 2

emergency assistance ontology (eao) - 1

commercial building automation ontology (cbao) - 1

pervasive mobile computing ontology (pmco) - 1

human-machine interaction ontology (hmio) - 1

dolce(descriptive ontology for linguistic and cognitive engineering) - 1

Conclusiones estándares

Por tanto el interés fundamental de este estudio, en cuanto a los estándares, se debe centrar en torno a *SSN(w3c sensor network ontology)[ssn]* y *SOSA(sensor observation sample and actuator ontology)*, como se verá más adelante están íntimamente relacionadas. Por lo que se podría deducir un 36% de los artículos mencionados usan estos estándares y por tanto podemos considerar estos estándares como los predominantes en el ámbito.

Sin embargo, de forma mayoritaria se ha adaptado una ontología o generado una desde cero para poder cumplir un objetivo con restricciones temporales.

Artículos que no referencian estándar ontológico

Aunque estos estándares solo son referenciados por un 33% de los artículos, a continuación se detallan los artículos que no han referenciado ningún estándar y se detalla el diseño ontológico seguido para cumplir con las restricciones de tiempo real.

A Soft Real-Time Stream Reasoning Service for the Internet of Things[71]

Modelo dinámico basado en rdf, concretamente se proponen una serie de aproximaciones:

Axiom	Time in Seconds
DangerousRoom	6
AlertRoom	10
DangerousFloor	10
AlertFloor	10
Sensor subclass - DangerousRoom	6
Sensor subclass - AlertRoom	10
Sensor subclass - DangerousFloor	8
Sensor subclass - AlertFloor	8
Device specialization - DangerousRoom	11
Device specialization - AlertRoom	23
Device specialization - DangerousFloor	14
Device specialization - AlertFloor	20
Removing axioms - DangerousRoom	4
Removing axioms - AlertRoom	2
Removing axioms - DangerousFloor	6
Removing axioms - AlertFloor	5

TABLE I
ALL EXPERIMENTS COMPARISON

An Approach for Real-Time Stream Reasoning for the Internet of Things[118]

El diseño ontológico no queda especificado, se usan reglas especiales dentro del sistema semántico para encontrar relaciones espacio temporales dentro de los tripletes de información que son añadidos a la fuente de conocimiento(ontología).

ECA: An Edge Computing Architecture for Privacy-Preserving in IoT-Based Smart City[123]

El diseño de la ontología es de tipo árbol con una única clase raíz.

Introducing Hierarchical Clustering with Real Time Stream Reasoning into Semantic-Enabled IoT[126]

Diseño no estandarizado, se especifica de forma superficial en el documento.

Generado a partir de los resultados de clusterización y añadiendo relaciones temporales entre los conceptos tales como “ocurre antes”, “ocurre después”.

Real-time RDF adaptation model for smart human-care querying in IoT based mobile applications[133]

Se usan tripletes rdf no una ontología determinada.

Semantic Data Process Method Based on RDF for Context Information[134]

Se usan tripletes rdf no una ontología determinada.

Towards stream-based reasoning and machine learning for IoT applications[137]

Ontología generada de forma dinámica a partir de los datos recibidos.

Type-2 fuzzy ontology-based multi-agents system for wireless sensor network[138]

Diseño fijo no estandarizado, adaptado a las necesidades del proyecto.

Por tanto se deduce que en general se usa un diseño de ontología con paradigma de mundo abierto de forma que aceptan datos de tipo no registrado previamente y además presenta una tendencia a usar tripletes RDF en vez de una ontología.

Respecto a las tecnologías relacionadas con los sistemas ontológicos

Json - 1

Websockets - 1

OTA(Over the Air) - 1

SparQL - 4

RDF - 3

MEPA/M-Hub - 1

CEP(complex event processing) - 1

ETALIS(lenguaje de reglas) - 1

ELA(lenguaje de eventos) - 1

Protege - 1

Visual studio .net - 1

Android - 1

SQL - 2

XML - 1

Jena - 1

protege - 1

SPARK - 1

OWL - 1

Nools framework in NodeJS - 1

5.2.4 Conclusiones segundo nivel

Características de los artículos analizados

A nivel general, los artículos presentan unas propiedades muy semejantes, siendo la media de páginas 7, siendo un 30% los artículos que tienen 8 páginas y tan solo dos que superan o igualan las 10 páginas. Aparte, el 90% de ellos proceden de conferencias, procediendo el resto de revistas.

Restricciones de tiempo real

Se ha podido observar en el estudio que existen cuatro ramas fundamentales en cuanto a la forma de abordar restricciones de tiempo real:

1 - hard real time

Siendo esta la más restrictiva que se aplicaría a sistemas en tiempo real donde es necesario cumplir las restricciones de forma estricta y por tanto planificar la ejecución de procesos

2 - soft real time

Aproximación menos restrictiva, permitiendo saltar o ajustar las restricciones de tiempo real para simplificar el sistema

3 - rendimiento

No especifican una restricción en sí, más concretamente rendimiento temporal sobre una hardware concreto.

4 - stream

Aproximación centrada en el procesamiento de datos, se busca computar bloques de datos procedentes de los sensores según se van recibiendo de forma que se evite congestión, lo cual permite evitar el almacenamiento a largo plazo de los datos recibidos.

Se almacenan datos ya procesados cuyo volumen es muy inferior o directamente se toman decisiones en base a los datos.

Tecnologías

Por tanto de las 26 referencias a tecnologías con las que se tiene relación directa las que destacan principalmente son:

SparQL - 4

RDF - 3

SQL - 2

De estos datos se puede deducir que las tecnologías más usadas dentro de los artículos consultados usan SparQL como lenguaje de consulta de grafos, RDF como lenguaje para definir los grafos, SQL como estándar para el almacenamiento de información.

6 Conclusiones

6.1 Objetivos cumplidos

En este estudio se ha logrado determinar y analizar en el ámbito de los sistemas ontológicos aquellas prácticas tecnológicas y de diseño que se aplican buscando cumplir restricciones de tiempo real.

Esto proporciona una valiosa información sobre los distintos paradigmas de tiempo real que se usan y los ecosistemas tecnológicos donde se pueden encontrar.

6.2 Resultados generales

Se plantean los resultados generales del estudio realizado como un escenario básico que use las características más generales vistas previamente para poder cubrir una necesidad de cumplir restricciones en tiempo real. Más precisamente cumplir estas características en un entorno tecnológico IOT o semejante que presente gran volumen de sensores.

Comenzando por el diseño ontológico, se podría optar por dos vertientes fundamentales, el uso de tripletes rdf que no componen directamente una ontología pero permiten operar con paradigma de mundo abierto de por sí permitiendo la incorporación de datos con formatos no especificados previamente o por el contrato trabajar sobre un estándar ontológico fijo como podrían ser SOSA o SSN.

Como en general han mostrado los artículos analizados, estas dos maneras serían las dos aproximaciones que se usan de forma más habitual. Además, están respaldadas por los resultados expuestos en los artículos que las referencian.

La tecnología complementaria para el almacenamiento de la información en caso de ser necesaria debería ser SQL.

Tras la asignación de estándares y tecnologías, sería necesario un análisis de las restricciones en tiempo real que se necesitan cumplir, de esta forma por ejemplo se podrían descartar en una primera instancia estos sistemas para restricciones de "hard real time" ya que en general no se especifica que se hayan conseguido obtener resultados en este ámbito.

Siendo lo más común el operar en formato stream e ir ajustando nuestra restricción de tiempo de cómputo al volumen de datos recibidos con la excepción, en caso de no cumplir con el objetivo de cómputo buscado, de poder procesar los datos recibidos a posteriori en caso de que el volumen no sea constante a lo largo del tiempo.

6.3 Valoración de la metodología

La metodología utilizada se ha basado parcialmente en aquella propuesta en el artículo guía [1]. Ha proporcionado unos resultados en general muy buenos y precisos permitiendo detectar rápidamente cualquier fallo en la información capturada, fallos en la lógica de búsqueda y otros errores.

Se ha aportado aparte el análisis por capas de los resultados para mejorar la calidad de los mismos, esto ha permitido obtener una claridad superior en los resultados ya que organiza los datos según el interés en el estudio. Siendo superior en aquellos datos analizados en la segunda fase.

6.4 Valoración personal del aporte, experiencia aprendizaje

A título personal, este primer proyecto de investigación me ha aportado un conocimiento inicial sobre los procesos para revisar el estado del arte en un ámbito tecnológico además y la disciplina para poder de forma organizada y ordenada una gran cantidad de literatura e información.

6.5 Organismos estandarizadores

En particular se analizan los organismos encargados de la gestión de los estándares directamente referenciados en los artículos y además de las tecnologías más comunes encontradas.

Más concretamente:

-SSN

Estándar mantenido por el "[World Wide Web Consortium \(W3C\)](#)"

-SOSA

Estándar mantenido por el "[World Wide Web Consortium \(W3C\)](#)"

-SparQL

Estándar mantenido por el "[World Wide Web Consortium \(W3C\)](#)"

-RDF

Estándar mantenido por el "[World Wide Web Consortium \(W3C\)](#)"

-SQL

Estándar definido en el ISO/IEC 9075-1:2016

Por tanto el organismo estandarizador que actualmente mantiene gran parte de los estándares analizados en este documento es W3C. Aunque a lo largo de nuestro análisis se han encontrado otros organismos como [oneM2M](#) que provee de estándares ontológicos y de otros tipos enfocados fundamentalmente a cubrir necesidades en el ámbito IOT.

6.6 Trabajo futuro

Se dejan como trabajo futuro los siguientes campos, que aunque analizados en este documento necesitan por sí mismos un análisis con mayor profundidad.

- Seguimiento de las investigaciones de los publicadores para verificar que los resultados obtenidos son los buscados y poder incorporar nuevos datos al estudio.
- Repetición del proceso completo en menor medida y profundidad en un campo de contraste como podría ser el de los sistemas críticos permitiendo tener otro juego de datos que poder analizar para obtener las diferencias entre los datos.
- Contraste de los niveles de calidad de las revistas en las que las investigaciones han publicado para poder catalogar los artículos en función del nivel de la revista.
- Mejorar el software de extracción de datos para poder configurar búsquedas de mayor complejidad
- Adaptar cadena de búsqueda para sciencedirect

7 Referencias

- [1] Kai Petersen, Sairam Vakkalanka, Ludwik Kuzniarz, "Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update"
- [2] S. Eom, W. Ro and K. Lee, "A semantic sensor mashup platform for Internet of Things," 2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2018, pp. 427-432, doi: 10.1109/WF-IoT.2018.8355108.
- [3] D. P. Abreu, K. Velasquez, A. M. Pinto, M. Curado and E. Monteiro, "Describing the Internet of Things with an ontology: The SusCity project case study," 2017 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN), 2017, pp. 294-299, doi: 10.1109/ICIN.2017.7899427.
- [4] E. Zoumi, E. Skondras, N. Tsohis, A. Michalas and D. D. Vergados, "A Storage as a Service scheme for supporting Medical Services on 5G Vehicular Networks," 2020 11th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/IISA50023.2020.9284339.
- [5] R. Zgheib, A. De Nicola, M. L. Villani, E. Conchon and R. Bastide, "A Flexible Architecture for Cognitive Sensing of Activities in Ambient Assisted Living," 2017 IEEE 26th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2017, pp. 284-289, doi: 10.1109/WETICE.2017.41.
- [6] . Kordestani et al., "Hapicare: A Healthcare Monitoring System with Self-Adaptive Coaching using Probabilistic Reasoning," 2019 IEEE/ACS 16th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA), 2019, pp. 1-8, doi: 10.1109/AICCSA47632.2019.9035291.
- [7] A. Gyrard, C. Bonnet, K. Boudaoud and M. Serrano, "Assisting IoT Projects and Developers in Designing Interoperable Semantic Web of Things Applications," 2015 IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems, 2015, pp. 659-666, doi: 10.1109/DSDIS.2015.60.
- [8] M. Ruta et al., "Cooperative semantic sensor networks for pervasive computing contexts," 2017 7th IEEE International Workshop on Advances in Sensors and Interfaces (IWASI), 2017, pp. 38-43, doi: 10.1109/IWASI.2017.7974209.
- [9] O. Lee, H. L. Nguyen, J. E. Jung, T. Um and H. Lee, "Towards Ontological Approach on Trust-Aware Ambient Services," in IEEE Access, vol. 5, pp. 1589-1599, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2663407.
- [10] D. Androcec and N. Vrcek, "Thing as a Service Interoperability: Review and Framework Proposal," 2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2016, pp. 309-316, doi: 10.1109/FiCloud.2016.51.
- [11] T. K. Duy, H. Huu Hanh, A. M. Tjoa and G. Quirchmayr, "SemIDEA: Towards a Semantic IoT Data Analytic Framework for Facilitating Environmental Protection," 2019 19th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT), 2019, pp. 481-486, doi: 10.1109/ISCIT.2019.8905178.
- [12] K. Sahlmann, T. Scheffler and B. Schnor, "Ontology-driven Device Descriptions for IoT Network Management," 2018 Global Internet of Things Summit (GIOTS), 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/GIOTS.2018.8534569.
- [13] C. Aguzzi et al., "From Heterogeneous Sensor Networks to Integrated Software Services: Design and Implementation of a Semantic Architecture for the Internet of Things at ARCES@UNIBO," 2018 23rd Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 2018, pp. 10-18, doi: 10.23919/FRUCT.2018.8588024.
- [14] M. Mittal and S. Vijayal, "Detection of attacks in IoT based on ontology using SPARQL," 2017 7th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2017, pp. 206-211, doi: 10.1109/CSNT.2017.8418538.
- [15] W. Zeng, S. Zhang, I. Yen and F. Bastani, "Invited Paper: Semantic IoT Data Description and Discovery in the IoT-Edge-Fog-Cloud Infrastructure," 2019 IEEE International Conference on Service-Oriented System Engineering (SOSE), 2019, pp. 106-10609, doi: 10.1109/SOSE.2019.00024.

-
- [16]M. M. B. Baig and M. T. Jilani, "An iBeacon based Real-time context-aware e-healthcare system," 2017 First International Conference on Latest trends in Electrical Engineering and Computing Technologies (INTELLECT), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/INTELLECT.2017.8277642.
- [17]Y. Xu, P. Hu and H. Ning, "An Ontology-Based Domain Modeling and Device Search in Smart Home," 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2018, pp. 105-111, doi: 10.1109/Cybermatics_2018.2018.00050.
- [18]M. Rani et al., "Intelligent data analysis using SSN ontology for streaming reasoning capability," 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), 2017, pp. 196-201, doi: 10.1109/CCAA.2017.8229799.
- [19]A. Prasetyo, S. R. Akbar and B. Priyambadha, "Implementation of semantic system in the smart home lights device based on agent," 2017 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET), 2017, pp. 93-99, doi: 10.1109/SIET.2017.8304116.
- [20]A. L. Bramson, "Toward Universal Data Interoperability in Networked Belief Models," 2020 13th International Conference on Human System Interaction (HSI), 2020, pp. 124-129, doi: 10.1109/HSI49210.2020.9142670.
- [21]N. Lebedev, I. Timofeev and I. Zavalova, "Design and implementation of the first aid assistance service based on Smart-M3 platform," 2016 18th Conference of Open Innovations Association and Seminar on Information Security and Protection of Information Technology (FRUCT-ISPIT), 2016, pp. 174-180, doi: 10.1109/FRUCT-ISPIT.2016.7561524.
- [22]O. Bamgboye, X. Liu and P. Cruickshank, "Towards Modelling and Reasoning About Uncertain Data of Sensor Measurements for Decision Support in Smart Spaces," 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2018, pp. 744-749, doi: 10.1109/COMPSAC.2018.10330.
- [23]P. Bellini, P. Nesi, M. Paolucci and I. Zaza, "Smart City Architecture for Data Ingestion and Analytics: Processes and Solutions," 2018 IEEE Fourth International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService), 2018, pp. 137-144, doi: 10.1109/BigDataService.2018.00028.
- [24]A. Gyrard, S. K. Datta, C. Bonnet and K. Boudaoud, "Cross-Domain Internet of Things Application Development: M3 Framework and Evaluation," 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud, 2015, pp. 9-16, doi: 10.1109/FiCloud.2015.10.
- [25]W. Chaochaisit, M. Bessho, N. Koshizuka and K. Sakamura, "Human Localization Sensor Ontology: Enabling OWL 2 DL-Based Search for User's Location-Aware Sensors in the IoT," 2016 IEEE Tenth International Conference on Semantic Computing (ICSC), 2016, pp. 107-111, doi: 10.1109/ICSC.2016.31.
- [26]R. Bonacin, M. Fugini, R. Martoglia, O. Nabuco and F. Saïs, "Web2Touch 2020–21 : Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration," 2020 IEEE 29th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2020, pp. 235-238, doi: 10.1109/WETICE49692.2020.00053.
- [27]A. Hussain and W. Wu, "Sustainable Interoperability and Data Integration for the IoT-Based Information Systems," 2017 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2017, pp. 824-829, doi: 10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData.2017.126.
- [28]S. Suman, T. Perumal, M. A. Ahmadon, N. Mustapha, R. Yaakob and S. Yamaguchi, "IoT Device Management using Semantics for Distinguishing Device Compatibility," 2019 IEEE 1st Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech), 2019, pp. 185-188, doi: 10.1109/LifeTech.2019.8884037.
- [29]S. Bonfitto, F. Hachem, E. G. Belay, S. Valtolina and M. Mesiti, "On the Bulk Ingestion of IoT Devices from Heterogeneous IoT Brokers," 2019 IEEE International Congress on Internet of Things (ICIOT), 2019, pp. 189-195, doi: 10.1109/ICIOT.2019.00039.

-
- [30]S. Dey, D. Jaiswal, R. Dasgupta and A. Mukherjee, "Organization and management of Semantic Sensor information using SSN ontology: An energy meter use case," 2015 9th International Conference on Sensing Technology (ICST), 2015, pp. 468-473, doi: 10.1109/ICSensT.2015.7438444.
- [31]J. Venkatesh, C. Chan, A. S. Akyurek and T. S. Rosing, "A Modular Approach to Context-Aware IoT Applications," 2016 IEEE First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), 2016, pp. 235-240, doi: 10.1109/IoTDI.2015.13.
- [32]M. Singh and P. Bhandari, "Building a framework for network security situation awareness," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016, pp. 2578-2583.
- [33]G. Capurso, M. Ruta and E. D. Sciascio, "Object (B)logging: a Decentralized Cognitive Paradigm for the Industrial Internet of Things," 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2019, pp. 2518-2523, doi: 10.1109/SMC.2019.8914289.
- [34]N. M. Htaik, N. A. Maung Maung and W. Zaw, "Development of a Fully Interoperable Middleware Framework Based on IoT Techniques," 2017 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSEC.2017.8443801.
- [35]F. Colace, M. Lombardi, F. Pascale, D. Santaniello, A. Tucker and P. Villani, "MuG: A Multilevel Graph Representation for Big Data Interpretation," 2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), 2018, pp. 1408-1413, doi: 10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00233.
- [36]M. B. Alaya, K. Drira and G. Gharbi, "Semantic-Aware IoT Platforms," 2017 IEEE International Conference on AI & Mobile Services (AIMS), 2017, pp. 8-13, doi: 10.1109/AIMS.2017.15.
- [37]M. Bermudez-Edo, T. Elsaleh, P. Barnaghi and K. Taylor, "IoT-Lite: A Lightweight Semantic Model for the Internet of Things," 2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCom/IoP/SmartWorld), 2016, pp. 90-97, doi: 10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP-SmartWorld.2016.0035.
- [38]M. Lesani, M. Naderan and S. E. Alavi, "A Novel Approach for Automation of Smart Homes, Based on Internet of Things, Using Fuzzy Ontology," 2018 8th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE), 2018, pp. 143-149, doi: 10.1109/ICCKE.2018.8566677.
- [39]R. Agarwal et al., "Unified IoT ontology to enable interoperability and federation of testbeds," 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2016, pp. 70-75, doi: 10.1109/WF-IoT.2016.7845470.
- [40]J. Francis, A. Oltramari, S. Munir, C. Shelton and A. Rowe, "Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments," 2017 IEEE/ACM Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), 2017, pp. 315-316.
- [41]K. Hashimoto et al., "iKaaS Data Modeling: A Data Model for Community Services and Environment Monitoring in Smart City," 2015 IEEE International Conference on Autonomic Computing, 2015, pp. 301-306, doi: 10.1109/ICAC.2015.64.
- [42]S. Valtolina, L. Ferrari and M. Mesiti, "Ontology-Based Consistent Specification of Sensor Data Acquisition Plans in Cross-Domain IoT Platforms," in IEEE Access, vol. 7, pp. 176141-176169, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2957855.
- [43]A. Alkhamisi, M. S. H. Nazmudeen and S. M. Buhari, "A cross-layer framework for sensor data aggregation for IoT applications in smart cities," 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISC2.2016.7580853.
- [44]A. Gyrard, C. Bonnet, K. Boudaoud and M. Serrano, "LOV4IoT: A Second Life for Ontology-Based Domain Knowledge to Build Semantic Web of Things Applications," 2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2016, pp. 254-261, doi: 10.1109/FiCloud.2016.44.

-
- [45]X. Wang, H. An, Y. Xu and S. Wang, "Sensing Network Element Ontology Description Model for Internet of Things," 2015 2nd International Conference on Information Science and Control Engineering, 2015, pp. 471-475, doi: 10.1109/ICISCE.2015.109.
- [46]G. Bajaj, R. Agarwal, P. Singh, N. Georgantas and V. Issarny, "4W1H in IoT Semantics," in IEEE Access, vol. 6, pp. 65488-65506, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2878100.
- [47]A. Abid, C. Dupont, F. Le Gall, A. Third and F. Kane, "Modelling Data For A Sustainable Aquaculture," 2019 Global IoT Summit (GloTS), 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/GIOTS.2019.8766376.
- [48]D. Rincon-Yanez, E. D. Lauro, M. Falanga, S. Senatore and S. Petrosino, "Towards a semantic model for IoT-based seismic event detection and classification," 2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), 2020, pp. 189-196, doi: 10.1109/SSCI47803.2020.9308329.
- [49]S. K. Datta, A. Gyrard, C. Bonnet and K. Boudaoud, "oneM2M Architecture Based User Centric IoT Application Development," 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud, 2015, pp. 100-107, doi: 10.1109/FiCloud.2015.7.
- [50]F. Karim, O. Al Naameh, I. Lytra, C. Mader, M. Vidal and S. Auer, "Semantic Enrichment of IoT Stream Data On-demand," 2018 IEEE 12th International Conference on Semantic Computing (ICSC), 2018, pp. 33-40, doi: 10.1109/ICSC.2018.00014.
- [51]O. Kleine, S. Ebers and M. Leggieri, "Monitoring urban traffic using semantic web services on smartphones - a case study," 2015 12th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking - Workshops (SECON Workshops), 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/SECONW.2015.7328138.
- [52]O. Berat Sezer, S. Z. Can and E. Dogdu, "Development of a smart home ontology and the implementation of a semantic sensor network simulator: An Internet of Things approach," 2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2015, pp. 12-18, doi: 10.1109/CTS.2015.7210389.
- [53]S. Ahvar et al., "Ontology-based model for trusted critical site supervision in FUSE-IT," 2017 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN), 2017, pp. 313-315, doi: 10.1109/ICIN.2017.7899430.
- [54]A. Kaur, I. Batra and A. Bakshi, "An Intelligent Context Aware Based Access Control Framework to Prevent Attacker Nodes in Internet of Things," 2018 4th International Conference on Computing Sciences (ICCS), 2018, pp. 218-227, doi: 10.1109/ICCS.2018.00044.
- [55]G. Fenza, V. Loia and F. Orciuoli, "Providing Smart Objects with Intelligent Tutoring Capabilities by Semantic Technologies," 2016 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), 2016, pp. 103-109, doi: 10.1109/INCoS.2016.110.
- [56]A. Mahroo, D. Spoladore, E. G. Caldarola, G. E. Modoni and M. Sacco, "Enabling the Smart Home Through a Semantic-Based Context-Aware System," 2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops), 2018, pp. 543-548, doi: 10.1109/PERCOMW.2018.8480414.
- [57]I. P. Žarko et al., "The symbloTe Solution for Semantic and Syntactic Interoperability of Cloud-based IoT Platforms," 2019 Global IoT Summit (GloTS), 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/GIOTS.2019.8766420.
- [58]X. Chen, H. Chen, N. Zhang and J. Huang, "Elastic Streaming Semantic Engine for Web of Things," 2015 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2015, pp. 305-308, doi: 10.1109/WI-IAT.2015.93.
- [59]X. Liu, X. Hou, J. Yu, Y. Gao, Y. Zhang and Y. Zhang, "Accessing alignments of ontologies via IoT based on SKOS data model," in China Communications, vol. 14, no. 6, pp. 137-155, 2017, doi: 10.1109/CC.2017.7961370.
- [60]W. Yong-An, Z. Bin and L. Guan-Yu, "Gateway-Based Semantic Collaboration Method in SWoT," 2016 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), 2016, pp. 136-141, doi: 10.1109/CyberC.2016.35.
- [61]H. Dhayne, R. K. Chamoun and R. A. Sabha, "IMAT: Intelligent Mobile Agent," 2018 IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology (IMCET), 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/IMCET.2018.8603059.

-
- [62]J. Hwang, M. Kim and H. J. Ahn, "Data Pipeline for Generation and Recommendation of the IoT Rules Based on Open Text Data," 2016 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2016, pp. 238-242, doi: 10.1109/WAINA.2016.46.
- [63]N. Narendra, K. Ponnalagu, A. Ghose and S. Tamilselvam, "Goal-Driven Context-Aware Data Filtering in IoT-Based Systems," 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2015, pp. 2172-2179, doi: 10.1109/ITSC.2015.351.
- [64]U. Bellur, P. Patel, S. Chauhan and Y. Qin, "A Semantic-Enabled Framework for Future Internet of Things Applications," 2017 IEEE World Congress on Services (SERVICES), 2017, pp. 106-113, doi: 10.1109/SERVICES.2017.26.
- [65]D. Boldt, H. Hasemann, M. Karnstedt, A. Kroeller and C. von der Weth, "SPARQL for Networks of Embedded Systems," 2015 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2015, pp. 93-100, doi: 10.1109/WI-IAT.2015.187.
- [66]S. Chen, J. Wang, H. Li, Z. Wang, F. Liu and S. Li, "Top-Down Human-Cyber-Physical Data Fusion Based on Reinforcement Learning," in IEEE Access, vol. 8, pp. 134233-134245, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3011254.
- [67]D. Cavaliere, V. Loia and S. Senatore, "Towards a layered agent-modeling of IoT devices to precision agriculture," 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/FUZZ48607.2020.9177771.
- [68]S. D. Nagowah, H. ben Sta and B. A. Gobin-Rahimbux, "An Ontology for an IoT-enabled Smart Classroom in a University Campus," 2019 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), 2019, pp. 626-631, doi: 10.1109/ICCIKE47802.2019.9004369.
- [69]P. P. Jayaraman, D. Palmer, A. Zaslavsky and D. Georgakopoulos, "Do-it-Yourself Digital Agriculture applications with semantically enhanced IoT platform," 2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISSNIP.2015.7106951.
- [70]V. Pinheiro, G. Neumann, M. Endler and F. Silva, "Deklaer: An Ontology-Driven Framework for Generating IoT Applications using ContextNet," 2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), 2018, pp. 00608-00614, doi: 10.1109/ISCC.2018.8538718.
- [71]R. D. Reis, M. Endler, V. P. de Almeida and E. H. Haeusler, "A Soft Real-Time Stream Reasoning Service for the Internet of Things," 2019 IEEE 13th International Conference on Semantic Computing (ICSC), 2019, pp. 166-169, doi: 10.1109/ICOSC.2019.8665668.
- [72]H. Hossayni, I. Khan and C. E. Kaed, "Embedded Semantic Engine for Numerical Time Series Data," 2018 Global Internet of Things Summit (GloTS), 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/GIOTS.2018.8534580.
- [73]A. Mouakher, R. Belkaroui, A. Bertaux, O. Labbani, C. Hugol-Gential and C. Nicolle, "An Ontology-Based Monitoring System in Vineyards of the Burgundy Region," 2019 IEEE 28th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2019, pp. 307-312, doi: 10.1109/WETICE.2019.00070.
- [74]V. Charpenay, S. Käbisch, D. Anicic and H. Kosch, "An ontology design pattern for IoT device tagging systems," 2015 5th International Conference on the Internet of Things (IOT), 2015, pp. 138-145, doi: 10.1109/IOT.2015.7356558.
- [75]M. Li, H. Chen, X. Huang and L. Cui, "EasiCrawl: A Sleep-Aware Schedule Method for Crawling IoT Sensors," 2015 IEEE 21st International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 2015, pp. 148-155, doi: 10.1109/ICPADS.2015.27.
- [76]M. B. Alaya, S. Medjiah, T. Monteil and K. Drira, "Toward semantic interoperability in oneM2M architecture," in IEEE Communications Magazine, vol. 53, no. 12, pp. 35-41, Dec. 2015, doi: 10.1109/MCOM.2015.7355582.
- [77]N. Seydoux, K. Drira, N. Hernandez and T. Monteil, "A Distributed Scalable Approach for Rule Processing: Computing in the Fog for the SWoT," 2018 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI), 2018, pp. 112-119, doi: 10.1109/WI.2018.0-100.

-
- [78]L. Mainetti, L. Manco, L. Patrono, I. Sergi and R. Vergallo, "Web of Topics: An IoT-aware model-driven designing approach," 2015 IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2015, pp. 46-51, doi: 10.1109/WF-IoT.2015.7389025.
- [79]O. Kleine, "The smart service proxy — A middlebox for a semantic Web of things," 2015 12th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON), 2015, pp. 160-162, doi: 10.1109/SAHCN.2015.7338306.
- [80]R. Zgheib, R. Bastide and E. Conchon, "A Semantic Web-of-Things Architecture for Monitoring the Risk of Bedsores," 2015 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), 2015, pp. 318-323, doi: 10.1109/CSCI.2015.128.
- [81]N. M. Htaik, N. A. M. Maung and W. Zaw, "Enhanced IoT-based Interoperable and Configurable Middleware using Semantic Web Techniques," 2018 15th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2018, pp. 90-93, doi: 10.1109/ECTICon.2018.8620032.
- [82]A. Dridi, S. Sassi and S. Faiz, "A Smart IoT Platform for Personalized Healthcare Monitoring Using Semantic Technologies," 2017 IEEE 29th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2017, pp. 1198-1203, doi: 10.1109/ICTAI.2017.00182.
- [83]P. Desai, A. Sheth and P. Anantharam, "Semantic Gateway as a Service Architecture for IoT Interoperability," 2015 IEEE International Conference on Mobile Services, 2015, pp. 313-319, doi: 10.1109/MobServ.2015.51.
- [84]S. S. L. Chukkapalli et al., "Ontologies and Artificial Intelligence Systems for the Cooperative Smart Farming Ecosystem," in IEEE Access, vol. 8, pp. 164045-164064, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022763.
- [85]H. Moeini, I. Yen and F. Bastani, "Efficient Caching for Peer-to-Peer Service Discovery in Internet of Things," 2017 IEEE International Conference on Web Services (ICWS), 2017, pp. 196-203, doi: 10.1109/ICWS.2017.33.
- [86]K. Ip, A. Asok, Y. Xu, D. Le, N. Mionis and R. Batoukov, "ML-Assisted Monitoring and Characterization of IoT Sensor Networks," 2020 IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/EAIS48028.2020.9122775.
- [87]A. Mallik, A. Tripathi, R. Kumar, S. Chaudhury and K. Sinha, "Ontology based context aware situation tracking," 2015 IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2015, pp. 687-692, doi: 10.1109/WF-IoT.2015.7389137.
- [88]B. A. Mozzaquatro, R. Jardim-Goncalves, R. Melo and C. Agostinho, "The application of security adaptive framework for sensor in industrial systems," 2016 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/SAS.2016.7479838.
- [89]D. Rotondi, L. Straniero, M. Saltarella, F. Balducci, D. Impedovo and G. Pirlo, "Semantics for Wastewater Reuse in Agriculture*," 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2019, pp. 598-603, doi: 10.1109/SMC.2019.8913949.
- [90]S. Poslad, S. E. Middleton, F. Chaves, R. Tao, O. Necmioglu and U. Bügel, "A Semantic IoT Early Warning System for Natural Environment Crisis Management," in IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, vol. 3, no. 2, pp. 246-257, June 2015, doi: 10.1109/TETC.2015.2432742.
- [91]A. Sheth, "Internet of Things to Smart IoT Through Semantic, Cognitive, and Perceptual Computing," in IEEE Intelligent Systems, vol. 31, no. 2, pp. 108-112, Mar.-Apr. 2016, doi: 10.1109/MIS.2016.34.
- [92]C. Yu, Y. Zou, H. Li and S. Lin, "Automatic Clustering and Semantic Annotation for Dynamic IoT Sensor Data," 2018 1st International Cognitive Cities Conference (IC3), 2018, pp. 188-189, doi: 10.1109/IC3.2018.00-30.
- [93]T. K. Duy, G. Quirchmayr, A. Tjoa and H. H. Hanh, "A semantic data model for the interpretation of environmental streaming data," 2017 Seventh International Conference on Information Science and Technology (ICIST), 2017, pp. 376-380, doi: 10.1109/ICIST.2017.7926788.
- [94]Y. Xu and T. Kishi, "An Ontology-Based IoT Communication Data Reduction Method," 2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), 2018, pp. 321-325, doi: 10.1109/UEMCON.2018.8796782.

-
- [95]M. Fugini, R. Bonacin, R. Martoglia, O. Nabuco and F. Sais, "Web2Touch 2019: Semantic Technologies for Smart Information Sharing and Web Collaboration," 2019 IEEE 28th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2019, pp. 255-258, doi: 10.1109/WETICE.2019.00061.
- [96]A. Kamilaris, F. Gao, F. X. Prenafeta-Boldu and M. I. Ali, "Agri-IoT: A semantic framework for Internet of Things-enabled smart farming applications," 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2016, pp. 442-447, doi: 10.1109/WF-IoT.2016.7845467.
- [97]A. Gyrard, G. Ateazing, C. Bonnet, K. Boudaoud and M. Serrano, "Reusing and Unifying Background Knowledge for Internet of Things with LOV4IoT," 2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2016, pp. 262-269, doi: 10.1109/FiCloud.2016.45.
- [98]V. K. Daliya and T. K. Ramesh, "Data Interoperability Enhancement of Electronic Health Record data using a hybrid model," 2019 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), 2019, pp. 318-322, doi: 10.1109/ICSSIT46314.2019.8987777.
- [99]T. Nguyen-ANH and Q. Le-TRUNG, "An IoT Reconfiguration Framework Applied Ontology-based Modeling and Bayesian-based Reasoning for Context Management," 2019 6th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS), 2019, pp. 540-545, doi: 10.1109/NICS48868.2019.9023885.
- [100]L. Turchet, G. Zhu and P. Bouquet, "Populating the Smart Musical Instruments Ontology with Data," 2020 27th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 2020, pp. 260-267, doi: 10.23919/FRUCT49677.2020.9210986.
- [101]I. Corredor, J. Iglesias, A. M. Bernardos and J. R. Casar, "A development methodology to facilitate the integration of Smart Spaces into the Web of Things," 2012 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2012, pp. 829-834, doi: 10.1109/PerComW.2012.6197626.
- [102]S. A. Sawant, J. Adinarayana and S. S. Durbha, "KrishiSense: A semantically aware web enabled wireless sensor network system for precision agriculture applications," 2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2014, pp. 4090-4093, doi: 10.1109/IGARSS.2014.6947385.
- [103]M. Thoma, T. Kakantousis and T. Braun, "Rest-based sensor networks with OData," 2014 11th Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS), 2014, pp. 33-40, doi: 10.1109/WONS.2014.6814719.
- [104]A. Gyrard, S. K. Datta, C. Bonnet and K. Boudaoud, "Standardizing generic cross-domain applications in Internet of Things," 2014 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps), 2014, pp. 589-594, doi: 10.1109/GLOCOMW.2014.7063496.
- [105]M. Thoma, K. Sperner, T. Braun and C. Magerkurth, "Integration of WSNs into enterprise systems based on semantic physical business entities," 2013 IFIP Wireless Days (WD), 2013, pp. 1-8, doi: 10.1109/WD.2013.6686525.
- [106]A. Sheth, P. Anantharam and K. Thirunarayan, "Applications of multimodal physical (IoT), cyber and social data for reliable and actionable insights," 10th IEEE International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing, 2014, pp. 489-494, doi: 10.4108/icst.collaboratecom.2014.257553.
- [107]M. Thoma, A. Antonescu, T. Mintsi and T. Braun, "Linked services for M2M communication with Enterprise IT systems," 2013 9th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2013, pp. 1212-1216, doi: 10.1109/IWCMC.2013.6583729.
- [108]I. Chatzigiannakis et al., "True self-configuration for the IoT," 2012 3rd IEEE International Conference on the Internet of Things, 2012, pp. 9-15, doi: 10.1109/IOT.2012.6402298.
- [109]D. Pfisterer et al., "SPITFIRE: toward a semantic web of things," in IEEE Communications Magazine, vol. 49, no. 11, pp. 40-48, November 2011, doi: 10.1109/MCOM.2011.6069708.
- [110]S. Alam, M. M. R. Chowdhury and J. Noll, "SenaaS: An event-driven sensor virtualization approach for Internet of Things cloud," 2010 IEEE International Conference on Networked Embedded Systems for Enterprise Applications, 2010, pp. 1-6, doi: 10.1109/NESEA.2010.5678060.

-
- [111]H. Zhou, Z. Huang and G. Zhao, "A service-centric solution for wireless sensor networks," 2010 5th International ICST Conference on Communications and Networking in China, 2010, pp. 1-5.
- [112]V. Miori and D. Russo, "Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment," 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 2012, pp. 745-750, doi: 10.1109/IMIS.2012.109.
- [113]M. Brut, P. Gatellier and I. Chong, "Short paper: WoO approach general overview. Business context, innovative features and proposed framework," 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2014, pp. 65-66, doi: 10.1109/WF-IoT.2014.6803121.
- [114]X. Meng, Y. Wang and Y. Wu, "Modeling Geospatial Sensor Knowledge under a Semantic Sensor Web Environment," 2014 IEEE 17th International Conference on Computational Science and Engineering, 2014, pp. 1090-1095, doi: 10.1109/CSE.2014.215.
- [115]S. Kianoush, M. Raja, S. Savazzi and S. Sigg, "A Cloud-IoT Platform for Passive Radio Sensing: Challenges and Application Case Studies," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, no. 5, pp. 3624-3636, Oct. 2018, doi: 10.1109/JIOT.2018.2834530.
- [116]J. Kim, H. Kwon, D. Kim, H. Kwak and S. Lee, "Building a Service-Oriented Ontology for Wireless Sensor Networks," Seventh IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (icis 2008), 2008, pp. 649-654, doi: 10.1109/ICIS.2008.100.
- [117]Shorouk Alaa El Din Talha. 2020. A Semantic Based Annotation Technique for the Internet of Things. In 2020 the 3rd International Conference on Computing and Big Data (ICCBD '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 42–47. DOI:<https://doi.org/10.1145/3418688.3418696>
- [118]M. Endler, J. Briot, F. S. E. Silva Silva, V. P. de Almeida and E. H. Haeusler, "An Approach for Real-Time Stream Reasoning for the Internet of Things," 2017 IEEE 11th International Conference on Semantic Computing (ICSC), 2017, pp. 348-353, doi: 10.1109/ICSC.2017.84.
- [119]Nisha Pahal, Anupama Mallik, and Santanu Chaudhury. 2018. An Ontology-based Context-aware IoT Framework for Smart Surveillance. In Proceedings of the 3rd International Conference on Smart City Applications (SCA '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 69, 1–7. DOI:<https://doi.org/10.1145/3286606.3286846>
- [120]J. Francis, A. Oltramari, S. Munir, C. Shelton and A. Rowe, "Poster Abstract: Context Intelligence in Pervasive Environments," 2017 IEEE/ACM Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), 2017, pp. 315-316.
- [121]J. Byun, S. H. Kim and D. Kim, "Lilliput: Ontology-Based Platform for IoT Social Networks," 2014 IEEE International Conference on Services Computing, 2014, pp. 139-146, doi: 10.1109/SCC.2014.27.
- [122]U. Umar, H. Widyantara, B. Montolalu and M. Muhsin, "Implementation of Semantic Web on Wireless Sensor Application for Environment Monitoring," 2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE), 2019, pp. 123-127, doi: 10.1109/ICEEIE47180.2019.8981465.
- [123]M. Gheisari, Q. Pham, M. Alazab, X. Zhang, C. Fernández-Campusano and G. Srivastava, "ECA: An Edge Computing Architecture for Privacy-Preserving in IoT-Based Smart City," in IEEE Access, vol. 7, pp. 155779-155786, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2937177.
- [124]S. Qanbari, N. Behinaein, R. Rahimzadeh and S. Dustdar, "Gatica: Linked Sensed Data Enrichment and Analytics Middleware for IoT Gateways," 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud, 2015, pp. 38-43, doi: 10.1109/FiCloud.2015.37.
- [125]C. Lu, C. Yu, C. Chen and S. Huang, "Goal-Driven On-Line Imbalanced Streaming Data Preprocessing," 2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/ICCE-China.2018.8448996.
- [126]J. Sun, M. Kamiya and S. Takeuchi, "Introducing Hierarchical Clustering with Real Time Stream Reasoning into Semantic-Enabled IoT," 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2018, pp. 540-545, doi: 10.1109/COMPSAC.2018.10291.

-
- [127]P. S. et al., "IoT based Healthcare Monitoring and Intravenous Flow Control," 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCCI48352.2020.9104119.
- [128]H. Cai, L. D. Xu, B. Xu, C. Xie, S. Qin and L. Jiang, "IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 2, pp. 1558-1567, May 2014, doi: 10.1109/TII.2014.2306391.
- [129]Sergio José and Rodríguez Méndez. 2018. Modeling actuations in BCI-O: a context-based integration of SOSA and IoT-O. In Proceedings of the 8th International Conference on the Internet of Things (IOT '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 46, 1–6. DOI:<https://doi.org/10.1145/3277593.3277914>
- [130]D. Goel, N. Pahal, P. Jain and S. Chaudhury, "An ontology-driven context aware framework for smart traffic monitoring," 2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/TENCONSpring.2017.8070059.
- [131]Z. Šojat and K. Skala, "Views on the role and importance of dew computing in the service and control technology," 2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2016, pp. 164-168, doi: 10.1109/MIPRO.2016.7522131.
- [132]Fan Feng, Yusong Pang and G. Lodewijks, "An intelligent context-aware system for logistics asset supervision service," 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2016, pp. 1147-1152.
- [133]Sohail jabbar, Kaleem Razzaq Malik, and Mudassar Ahmad. 2018. Real-time RDF adaptation model for smart human-care querying in IoT based mobile applications. In Proceedings of the 2nd International Conference on Future Networks and Distributed Systems (ICFNDS '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 61, 1–5. DOI:<https://doi.org/10.1145/3231053.3231128>
- [134]G. Baek, S. Kim, G. Shin, K. Ahn and S. Kim, "Semantic Data Process Method Based on RDF for Context Information," 2015 8th International Conference on Advanced Software Engineering & Its Applications (ASEA), 2015, pp. 25-29, doi: 10.1109/ASEA.2015.11.
- [135]O. Bamgboye, X. Liu and P. Cruickshank, "Semantic Stream Management Framework for Data Consistency in Smart Spaces," 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2019, pp. 85-90, doi: 10.1109/COMPSAC.2019.10188.
- [136]Deepti Goel, Santanu Chaudhury, and Hiranmay Ghosh. 2017. An IoT approach for context-aware smart traffic management using ontology. In Proceedings of the International Conference on Web Intelligence (WI '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 42–49. DOI:<https://doi.org/10.1145/3106426.3106499>
- [137]M. Endler, J. Briot, F. Silva e Silva, V. P. de Almeida and E. H. Haeusler, "Towards stream-based reasoning and machine learning for IoT applications," 2017 Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 2017, pp. 202-209, doi: 10.1109/IntelliSys.2017.8324292.
- [138]M. Mittal, S. Srinivasan, M. Rani and O. P. Vyas, "Type-2 fuzzy ontology-based multi-agents system for wireless sensor network," TENCON 2017 - 2017 IEEE Region 10 Conference, 2017, pp. 2864-2869, doi: 10.1109/TENCON.2017.8228350.

