

TESIS DOCTORAL

Socialización de Objetos Inteligentes aplicando Ingeniería Dirigida por Modelos en el marco de Internet de las Cosas

Daniel Meana Llorián

Director Dr. Juan Manuel Cueva Lovelle



Universidad de
Oviedo



CENTRO INTERNACIONAL
DE POSTGRADO
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

Contenido

Planteamiento del problema

Marco teórico

Soluciones propuestas y prototipos

Conclusiones finales

Publicaciones derivadas

Planteamiento del problema

Planteamiento del problema

Motivación

Descripción del problema

Hipótesis

Objetivos

Planteamiento del problema

Motivación

TRABAJO

AMIGOS

FAMILIA

PAREJA

Las personas necesitamos socializar
constantemente

SOMOS UNA SOCIEDAD

Planteamiento del problema

Motivación

Las personas necesitamos socializar constantemente

¿Sólo las personas necesitamos relacionarnos?

¿Sólo las personas formamos una sociedad?

¿Es único de la naturaleza humana la socialización?

Planteamiento del problema

Motivación

Según la Real Academia Española

SOCIEDAD

Conjunto de personas, pueblos o naciones que conviven bajo normas comunes.

Agrupación natural o pactada de personas, organizada para cooperar en la consecución de determinados fines.

Agrupación natural de algunos animales.

SOCIALIZACIÓN

Acción y efecto de socializar.

SOCIALIZAR

Extender al conjunto de la sociedad algo limitado antes a unos pocos. Socializar la cultura.

Adaptar a un individuo a las normas de comportamiento social.

Hacer vida de relación social.

RELACIÓN

Conexión, correspondencia de algo con otra cosa.

Conexión, correspondencia, trato, comunicación de alguien con otra persona.

Planteamiento del problema

Motivación

Agrupación natural de algunos animales.

El ser humano no es la única especie capaz de formar **sociedades**

Hacer vida de relación social.

No solo los humanos son capaces de socializar

Conexión, correspondencia de algo con otra cosa.

Las relaciones sociales se pueden entender como la conexión de un individuo con otro o con otra **cosa**

Hay más «Cosas» a parte de las personas que pueden socializar

¿qué «Cosas» pueden socializar?

¿es posible usar la socialización de «Cosas» para otros fines?

Planteamiento del problema

Motivación

Conexión de Cosas Internet de las Cosas Internet of Things (IoT)

Planteamiento del problema

Motivación

Internet de las Cosas (IoT)

COSAS u OBJETOS INTELIGENTES

Dispositivos cotidianos que la mayoría de las personas usan en su día a día como *smartphones*, *tablets*, *smartwatches* o cualquier otro tipo de *wearable*, y muchos otros dispositivos inteligentes capaces de conectarse a Internet.

INTERNET

Les permite entablar relaciones con otros dispositivos o personas para intercambiar información y reaccionar ante ella.

Los objetos inteligentes también son capaces de socializar al poder establecer conexiones con otros objetos o incluso con personas.

Planteamiento del problema

Motivación

Se conoce como **Internet de las Cosas** o **Internet de los Objetos** a la conexión entre dispositivos o interconexión de objetos heterogéneos y ubicuos a través de Internet, normalmente con cierta inteligencia, con el fin de lograr objetivos comunes, crear aplicaciones o suministrar servicios.

Vermesan & Peter Friess, 2013

Planteamiento del problema

Motivación

TESIS DOCTORAL

PROPUESTA 1

PROPUESTA 2

PROPUESTA
3

PROPUESTA 4

PROPUESTA 5

INTERNET DE LAS COSAS + SOCIALIZACIÓN DE LOS OBJETOS

Planteamiento del problema

Descripción del problema

5 PROPUESTAS DIFERENTES

2 abordarán la **mejora de la seguridad y la habitabilidad** aplicando técnicas de **Inteligencia Artificial** a los datos obtenidos de la socialización de objetos de Internet de las Cosas.

2 abordarán el **proceso de socialización de los objetos inteligentes** facilitando la socialización entre objetos y personas.

1 abordará la **dificultad de dar valor a datos aislados** que no se les otorga el valor que realmente merecen si se les combinase con datos de otros sistemas.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

PROPUESTAS PARA MEJORA DE LA SEGURIDAD Y LA HABITABILIDAD

MEJORA DE LA SEGURIDAD

Problema: Las grabaciones de cámaras IP necesitan ser revisadas manualmente para detectar anomalías o intrusos.

Propuesta: Aplicación de Inteligencia Artificial para automatizar tareas tras la detección de eventos anormales en cámaras de vigilancia IP.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

PROPUESTAS PARA MEJORA DE LA SEGURIDAD Y LA HABITABILIDAD

MEJORA DE LA HABITABILIDAD

Problema: Lograr un ajuste adecuado de la temperatura de un espacio cerrado no solo depende de la temperatura actual en ese espacio, sino que también depende de las condiciones ambientales del exterior.

Propuesta: Aplicación de Inteligencia Artificial para automatizar el control de los sistemas de climatización adaptando la temperatura interior a las condiciones ambientales del exterior.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE LOS OBJETOS INTELIGENTES

2 propuestas

Abordar la **socialización** de objetos **a través de redes sociales** de personas incluyendo a estas en el proceso de socialización.

Hacer la **socialización entre personas y objetos** en las redes sociales lo más **natural** posible además de establecer una **red de sensores relacionados** entre sí bajo distintos tipos de relaciones «sociales».

Planteamiento del problema

Descripción del problema

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE LOS OBJETOS INTELIGENTES

Se busca solventar varios problemas:

Necesidad de hardware

Heterogeneidad de los objetos

Dificultades en el desarrollo de aplicaciones

Falta de una comunicación natural entre personas y máquinas

Planteamiento del problema

Descripción del problema

DIFICULTAD DE DAR VALOR A DATOS AISLADOS

Con el auge de IoT:

- + dispositivos conectados a Internet
- + información que analizar y procesar

Combinar datos de diferentes fuentes:

- + valor a datos tomados de forma aislada

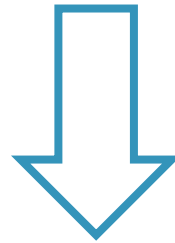
Planteamiento del problema

Hipótesis

El estudio de los problemas anteriores ha derivado en:

Una serie de **preguntas de investigación**

Diversas **hipótesis**



HIPÓTESIS GENERAL

Planteamiento del problema

Hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL

El estudio de la socialización de objetos de Internet de las Cosas permite encontrar mecanismos para mejorar la **seguridad**, mejorar la **habitabilidad**, integrar los **objetos inteligentes en las Redes Sociales** de las personas y **facilitar la comunicación** entre objetos y personas, es decir, acercar las tecnologías de Internet de las Cosas a las personas.

Planteamiento del problema

Objetivos

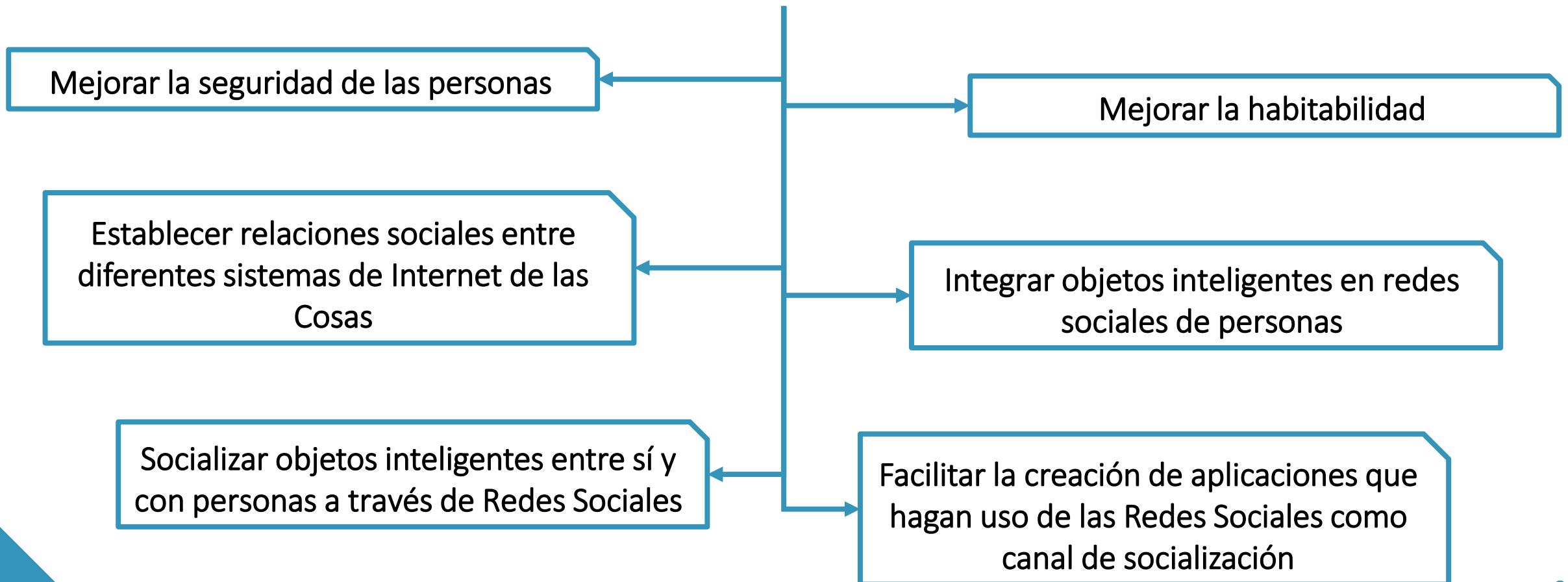
OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar una investigación en el marco de Internet de las Cosas que aborde la **socialización de los objetos inteligentes entre sí y con personas**, buscando facilitar esa comunicación acercándola a la **forma de socializar de las personas**, mejorar la **seguridad** de las personas y mejorar la **habitabilidad**, es decir, acercar las tecnologías de Internet de las Cosas al día a día de las personas sin que necesiten conocimientos de desarrollo de software utilizando diversas técnicas como **Inteligencia Artificial e Ingeniería Dirigida por Modelos**.

Planteamiento del problema

Objetivos

OBJETIVO PRINCIPAL
OBJETIVOS PARCIALES



Marco teórico

Marco teórico

Internet de las Cosas

Objetos Inteligentes

Ingeniería Dirigida por Modelos

Redes Sociales

Inteligencia Artificial

Marco teórico

Internet de las Cosas – Definición

Internet de las Cosas, o the Internet of Things (IoT) puede ser definido como la interacción entre cosas u objetos con el fin de cooperar entre sí y crear aplicaciones o sistemas que siguen un objetivo común.

Vermesan & Peter Friess, 2013

Se puede decir que la razón por la que surgió IoT fue para extender el Internet a todas las cosas

Li, Xu, & Zhao, 2014

IoT es la interconexión de objetos heterogéneos y ubicuos a través de Internet.

Marco teórico

Internet de las Cosas – Campos de aplicación

IoT ha abierto la puerta a nuevas tecnologías en diversos ámbitos de la vida de las personas.

Smart Homes

IoT aplicado en las propias casas

Smart Towns

IoT aplicado a los pueblos o municipios

Smart Cities

IoT aplicado a las ciudades

Smart Earth

IoT aplicado al medio ambiente

Industria 4.0

IoT aplicado en la industria

SMART WORLD

Marco teórico

Internet de las Cosas – Tecnologías relacionadas

IoT también abarca tecnologías cuyo objetivo es lograr la interconexión e interoperabilidad de objetos heterogéneos y ubicuos a través de Internet.

Desde tecnologías clásicas como TCP/IP hasta protocolos construidos para IoT Message Queue Telemetry Transport (MQTT).

Entre las más importantes se encuentran:

Las Smart Tags basadas en RFID o NFC

Bluetooth

ZigBee

Wireless Sensor Networks (WSN)

MQTT



Marco teórico

Internet de las Cosas

Objetos Inteligentes

Ingeniería Dirigida por Modelos

Redes Sociales

Inteligencia Artificial

Marco teórico

Objetos Inteligentes – Objeto

La definición de IoT hace referencia a la interconexión de objetos heterogéneos:

Objetos **inteligentes**.

Objetos **carentes de inteligencia o no inteligentes**.

Ambos tipos de objetos.

DEFINICIÓN DE OBJETO

Cualquier dispositivo electrónico que pueda ser conectado a Internet y pueda, bien recoger datos, como puede ser un sensor, o bien ejecutar una acción que pueda ser realizada por un objeto, comúnmente llamado actuador.

Cristian González García, 2017

Marco teórico

Objetos Inteligentes – Tipos

Los **objetos no inteligentes** o *Not-Smart Objects*, son dispositivos que necesitan de otro dispositivo para poder funcionar.

Sensores y **Actuadores**

Los objetos inteligentes están formados por objetos no inteligentes

Un objeto inteligente o *Smart Object*:

Es capaz de funcionar de manera **inteligente** y **autónoma** bajo determinadas condiciones.

Puede **interactuar con su entorno** o con otros dispositivos.

Dispone de un **sistema operativo**.

Cuenta con diversos actuadores, sensores o incluso ambos.

Marco teórico

Internet de las Cosas

Objetos Inteligentes

Ingeniería Dirigida por Modelos

Redes Sociales

Inteligencia Artificial

Marco teórico

Ingeniería Dirigida por Modelos – Origen

Surge como solución a la crisis del software de los 60s (Dijkstra, 1972)

Aún presente en la actualidad

Solo el 36% de los proyectos de software finalizaban de manera satisfactoria

El 19% de los proyectos de software no se completaban

Según The Standish Group International en su CHAOS REPORT del 2015

Baja **calidad** del software desarrollado

Incumplimiento de los presupuestos y planificaciones

El incremento del **coste** de mantenimiento

Marco teórico

Ingeniería Dirigida por Modelos – ¿Qué es?

La **Ingeniería Dirigida por Modelos** o **MDE** es uno de los intentos más populares de **industrialización del software**, un enfoque para diseñar y desarrollar software **basado en el uso de modelos** que buscan solventar los problemas del desarrollo del software a través de la **automatización del proceso del desarrollo del software**.

MODELOS

Son puntos de referencia de los que partir, a los que imitar o en los que basarse.

Marco teórico

Ingeniería Dirigida por Modelos – Objetivos

Resolver la **complejidad** del diseño y desarrollo del software moderno

Uso de **modelos** del dominio elevando el nivel de abstracción

Generación de código o diagramas de manera **automática** o semiautomática

Incrementar la **productividad**

Reducir el **tiempo** de desarrollo

Marco teórico

Internet de las Cosas
Objetos Inteligentes
Ingeniería Dirigida por Modelos
Redes Sociales
Inteligencia Artificial

Marco teórico

Redes Sociales

Las redes sociales son una de las piezas más importante para lograr la convergencia entre el mundo real y el mundo digital.



Permiten a las personas estar en contacto y compartir diversas cosas con gente que conocen y confían en la vida real (familiares, amigos, compañeros de trabajo, etc.) como su información personal y las actividades que realizan diariamente.

También permiten encontrar y socializar con personas con intereses comunes y gustos similares.

¿Solo a las personas?

Personas -> Entidades virtuales basadas en el mundo real

Marco teórico

Redes Sociales

Se usan con frecuencia para investigaciones, especialmente Twitter, que necesiten recopilar datos sobre personas y/o eventos gracias a su facilidad de uso, velocidad y alcance.

La combinación de **Internet de las Cosas** y **Redes Sociales** facilita que las personas se familiaricen con el mundo de Internet de las Cosas

Científicos de Ericsson afirmaron que la existencia de analogías entre el uso de tecnologías de Internet de las Cosas y los hábitos diarios en las redes sociales, facilitaba que las personas se familiarizarán con el mundo de Internet de las Cosas

Atzori, Iera, & Morabito, 2014

Marco teórico

Redes Sociales

Twitter

Mensajes cortos de hasta 140 caracteres

Relaciones no recíprocas

Funcionamiento en tiempo real

Lenguaje de marcado especializado que aporta semántica



Marco teórico

Internet de las Cosas
Objetos Inteligentes
Ingeniería Dirigida por Modelos
Redes Sociales
Inteligencia Artificial

Marco teórico

Inteligencia Artificial

Visión por Computador

Lógica Difusa

Procesamiento del Lenguaje Natural

Marco teórico

Inteligencia Artificial

Visión por Computador

Habilidad de las máquinas de reconocer e identificar características de una imagen con el fin de que las máquinas logren entender el mundo que las rodea.

Lógica Difusa

Surgió para resolver los problemas que la lógica clásica no es capaz de abordar:

Tratar con conjuntos de valores no binarios que representan distintos estados, tratar con datos imprecisos y ambiguos, y simular la toma de decisiones de las personas.

VARIABLES LINGÜÍSTICAS: Representan características como el «tamaño» que puede tomar varios valores como «grande» o «pequeño» que no tienen por qué tener el mismo significado para todo el que lo interprete ya que depende de la «cognición individual».

Procesamiento del Lenguaje Natural

Rama de la IA que trata de que las **máquinas puedan entender el lenguaje natural** para permitir a los usuarios comunicarse con las máquinas de forma rápida y efectiva usando su propio lenguaje **como si se estuvieran comunicando con otras personas.**

Soluciones propuestas y prototipos

Soluciones propuestas y prototipos

5 Hipótesis planteadas

5 Soluciones específicas

basadas en una **Solución general**

Intentarán confirmar la **hipótesis general** cumpliendo el **objetivo general** también dividido en varios **objetivos parciales**

Soluciones propuestas y prototipos

Solución general

Soluciones específicas y prototipos

Solución general

Solución general

Acercar al público general el mundo de Internet de las Cosas abordando 4 aspectos distintos que juntos logran integrar aún más Internet de las Cosas en las vidas de las personas aportándoles beneficios en su día a día.

Solución general

Mejorar la **seguridad** de las personas

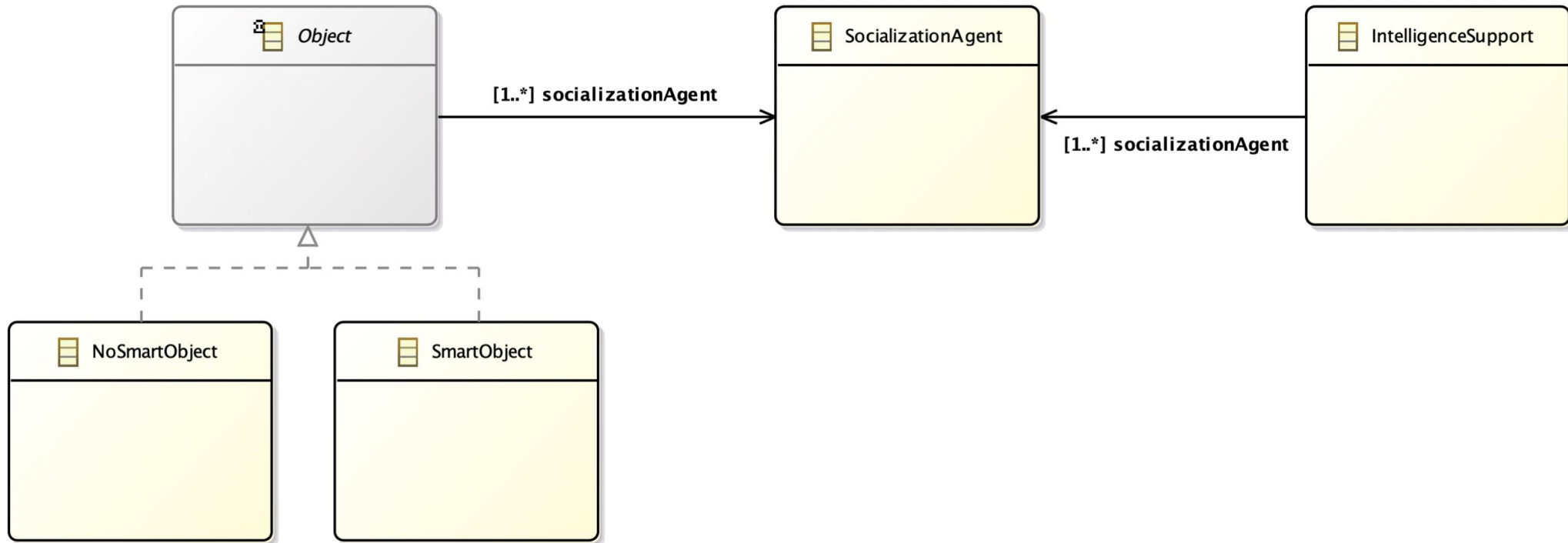
Mejorar la **habitabilidad**

Familiarizar a las personas con el **proceso de socialización** de los objetos

Socialización de objetos para lograr tareas en común

Solución general

Metamodelo de las soluciones



Soluciones específicas y prototipos

Soluciones específicas y prototipos

Las soluciones específicas se agrupan según el tipo de socialización

Socialización de objetos inteligentes entre sí

Socialización de objetos inteligentes con personas

Soluciones específicas y prototipos

Socialización de objetos inteligentes entre sí

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Sociedad de objetos inteligentes con fines comunes

Socialización de objetos inteligentes con personas

Redes sociales como canal de socialización

Aplicación de inteligencia artificial para socializar objetos con personas

Soluciones específicas y prototipos

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Visión por computador aplicada a las imágenes obtenidas de una cámara IP

Lógica difusa aplicada a los resultados de diferentes sensores de IoT

Visión por computador (solución específica)

Introducción

Visión por computador aplicada a las imágenes recuperadas de una cámara IP a través de una plataforma de Internet de las Cosas.

HIPOTESIS

Las imágenes de una cámara IP pueden ser tratadas como datos de un sensor binario mediante la aplicación de visión por computador con la suficiente precisión para automatizar o semi-automatizar tareas, integrando así la visión por computador en Internet de las Cosas.

Visión por computador (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Desarrollo de un **módulo de visión por computador** para la plataforma de Internet de las Cosas **Midgar***

*Permite generar aplicaciones que interconecten objetos a través de Internet usando su propio DSL.

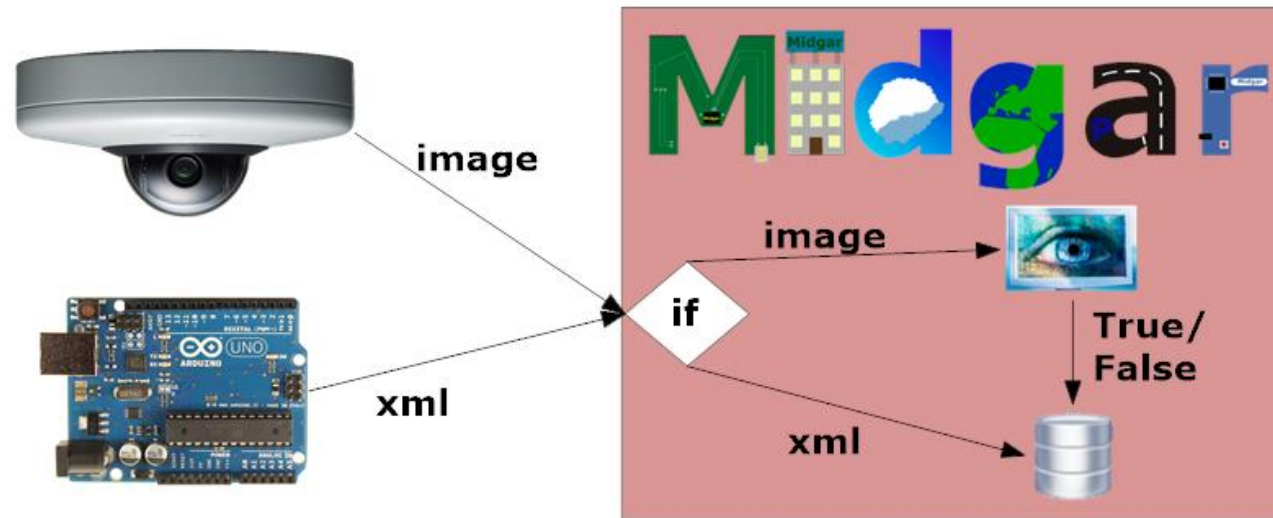
El módulo permite analizar las imágenes tomadas por una cámara IP y usarlas como datos de un sensor más de la plataforma.



Visión por computador (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

FLUJO DE TRABAJO



1. Midgar recibe una imagen.
2. Espera 5 segundos a recibir más imágenes para formar una secuencia.
3. **Analiza la secuencia completa en busca de personas.**
 - Si hay persona -> TRUE
 - Si no hay persona -> FALSE

Visión por computador (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

EL MÓDULO DE VISIÓN POR COMPUTADOR

Desarrollado en Python + OpenCV

Usado un modelo de ejemplo de la librería poco preciso

Falsos negativos en análisis de imágenes individuales

La precisión se busca con el análisis de secuencias de movimientos

Se evita el entrenamiento de un modelo que requiera mucha información inicial

Visión por computador (solución específica)

Evaluación y discusión

Dos fases de evaluación:

Fase 1 – imágenes tomadas manualmente

Fase 2 – imágenes tomadas automáticamente

Imágenes CON personas: **verdaderos positivos (VP)** y **falsos negativos (FN)**

Imágenes SIN personas: **verdaderos negativos (VN)** y **falsos positivos (FP)**

Visión por computador (solución específica)

Evaluación y discusión

Fase 1 – imágenes tomadas manualmente

160 imágenes: 64 imágenes CON personas y 96 imágenes SIN personas.

	Imágenes con personas (64 imágenes)	Imágenes sin personas (96 imágenes)
Resultado Positivo	Verdadero Positivo 7 – 10.937%	Falso Positivo 0 – 0%
Resultado Negativo	Falso Negativo 57 – 89.062%	Verdadero Negativo 96 – 100%

La precisión para identificar personas del modelo usado es bastante baja.

Visión por computador (solución específica)

Evaluación y discusión

Fase 2 – imágenes tomadas automáticamente

17 secuencias: 8 secuencias con movimiento de personas y 9 secuencias sin personas.

	Secuencias con personas (8 secuencias)	Secuencias sin personas (9 secuencias)
Resultado Positivo	Verdadero Positivo 8 – 100%	Falso Positivo 1 – 11.111%
Resultado Negativo	Falso Negativo 0 – 0%	Verdadero Negativo 8 – 88.888%

El uso de secuencias mejora la precisión del módulo.

Visión por computador (solución específica)

Conclusiones

El uso de un **modelo débil** para el análisis de **imágenes sueltas** provoca una **baja precisión** con un 89% de FN.

El uso de **secuencias de imágenes** mejora la **precisión** con un 100% de VP y un 88.888% de VN.

Esta solución es válida para para detectar eventos importantes como ladrones o intrusos.
Mejor falsos positivos que falsos negativos.

Es posible el uso de **visión por computador** en Internet de las Cosas y por tanto la aplicación de **Inteligencia Artificial** al resultado de la socialización de objetos dentro del marco de Internet de las Cosas.

El uso de **secuencias** en vez de **imágenes sueltas**, mejora el resultado obteniendo una **precisión adecuada** para automatizar tareas con un **modelo no bien ajustado**.

El uso de un buen modelo puede mejorar aún más la precisión, y en este caso evitar los falsos positivos.

Visión por computador (solución específica)

Trabajo futuro

Un DSL para personalizar la detección objetos distintos a personas.

Automatizar el uso de una cámara IP como actuador.

Escalabilidad en las plataformas de Internet de las Cosas.

Reconocimiento óptico de caracteres o reconocimiento facial.

Reconocimiento de gestos.

Soluciones específicas y prototipos

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Visión por computador aplicada a las imágenes obtenidas de una cámara IP

Lógica difusa aplicada a los resultados de diferentes sensores de IoT

Lógica difusa (solución específica)

Introducción

Gestión inteligente del sistema de climatización de una habitación considerando no solo la temperatura interior sino también la temperatura exterior y la humedad mediante aplicando lógica difusa en datos obtenidos dispositivos y de plataformas de Internet de las Cosas.

HIPOTESIS

La aplicación de la lógica difusa a datos obtenidos de plataformas de IoT permite mejorar la habitabilidad de un espacio cerrado mediante el control del sistema de calefacción y aire acondicionado, reduciendo el consumo energético, y considerando las condiciones ambientales exteriores.

Lógica difusa (solución específica)

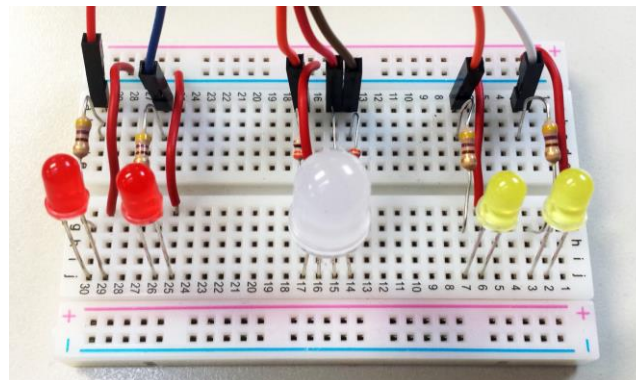
Descripción de la solución propuesta

IoFClimate

Sistema capaz de controlar de manera automática la temperatura de una ubicación específica usando lógica difusa.

Consume datos de sensores instalados en microcontroladores y microcomputadores, y de plataformas de Internet de las Cosas.

Controla actuadores que simulan el control de temperatura con cinco LEDs.



Lógica difusa (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

3 valores de entrada

Humedad exterior

Temperatura exterior

Temperatura interior

Humedad exterior + Temperatura exterior

SENSACIÓN TÉRMICA

Lógica difusa (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Humedad exterior

Plataforma de IoT ThingSpeak (JSON)

Temperatura exterior

Sensor de temperatura conectado a la plataforma MIDGAR

Temperatura interior

Sensor de temperatura conectado al prototipo

Lógica difusa (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Temperature (°C)	Humidity (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	21	21
21	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	23
22	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	24
23	20	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25
24	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26
25	22	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28
26	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	29	30
27	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	33
28	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	34	36
29	26	26	27	27	28	28	29	29	29	29	30	30	31	33	33	34	35	35	37	38	40
30	27	27	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	45
31	28	28	29	29	29	30	31	31	31	33	34	35	36	37	39	40	41	45	45	50	
32	29	29	29	29	30	31	31	33	33	34	35	35	37	39	40	42	44	45	51	51	55
33	29	29	30	30	31	33	33	34	34	35	36	38	39	42	43	45	49	49	53	54	55
34	30	30	31	31	32	34	34	35	36	37	38	41	42	44	47	48	50	52	55		
35	31	32	32	32	33	35	35	37	37	40	40	44	45	47	51	52	55				
36	32	33	33	34	35	36	37	39	39	42	43	46	49	50	54	55					
37	32	33	34	35	36	38	38	41	41	44	46	49	51	55							
38	33	34	35	36	37	39	40	43	44	47	49	51	55								
39	34	35	36	37	38	41	41	44	46	50	50	55									
40	35	36	37	39	40	43	43	47	49	53	55										
41	35	36	38	40	41	44	45	49	50	55											
42	36	37	39	41	42	45	47	50	52	55											
43	37	38	40	42	44	47	49	53	55												
44	38	39	41	44	45	49	52	55													
45	38	40	42	45	47	50	54	55													
46	39	41	43	45	49	51	55														
47	40	42	44	47	51	54	55														
48	41	43	45	49	53	55															
49	42	45	47	50	54	55															
50	42	45	48	50	55																

SENSACIÓN TÉRMICA – Variables lingüísticas

Extremadamente baja : entre -15°C y -5°C.

Muy baja: entre -7°C y 3°C.

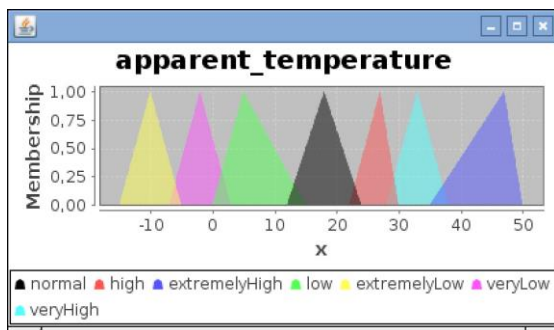
Baja: entre 0°C y 18°C.

Normal: entre 14°C y 24°C.

Alta: entre 22°C y 30°C.

Muy alta: entre 28°C y 38°C.

Extremadamente alta: entre 35°C y 50°C.



Lógica difusa (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

La humedad, la temperatura exterior y la temperatura interior también se han definido usando **variables lingüísticas**.

Las temperaturas tienen las mismas variables que la sensación térmica.

HUMEDAD

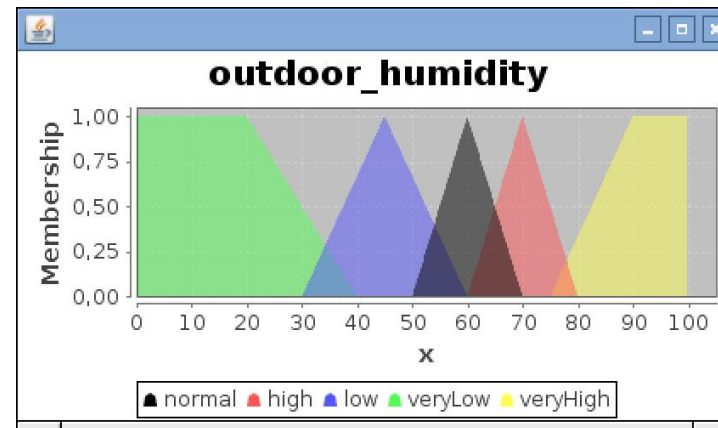
Muy baja: por debajo del 40%.

Baja: entre el 30% y el 60%.

Normal: entre el 50% y el 70%.

Alta: entre el 60% y el 80%.

Muy alta: por encima del 75%.



Lógica difusa (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Variables lingüísticas de la acción a realizar

Sistema de **aire acondicionado** funcionando a **máxima potencia**:
Resultado menor de 15.

Sistema de **aire acondicionado** funcionando a una **potencia normal**:
Resultado entre 10 y 20.

Sistema de **calefacción** y sistema de **aire acondicionado** apagados:
Resultado entre 18 y 22.

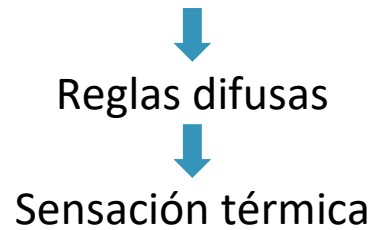
Sistema de **calefacción** funcionando a una **potencia normal**:
Resultado entre 20 y 30.

Sistema de **calefacción** funcionando a **máxima potencia**:
Resultado mayor de 25.

Lógica difusa (solución específica)

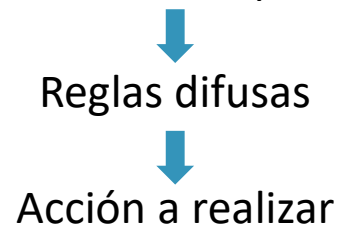
Descripción de la solución propuesta

Temperatura exterior + Humedad exterior



		TEMPERATURA EXTERIOR						
		Extremadamente baja	Muy baja	Baja	Normal	Alta	Muy alta	Extremadamente alta
HUMEDAD EXTERIOR	Y							
	Muy baja	Extremadamente baja	Muy baja	Muy baja	Normal	Normal	Alta	Muy alta
	Baja	Extremadamente baja	Muy baja	Baja	Normal	Alta	Muy alta	Extremadamente alta
	Normal	Extremadamente baja	Muy baja	Baja	Normal	Muy alta	Extremadamente alta	Extremadamente alta
	Alta	Muy baja	Baja	Baja	Normal	Muy alta	Extremadamente alta	Extremadamente alta
Muy alta	Baja	Baja	Normal	Normal	Extremadamente alta	Extremadamente alta	Extremadamente alta	

Sensación térmica + Temperatura Interior



		SENSACIÓN TÉRMICA EXTERIOR						
		Extremadamente baja	Muy baja	Baja	Normal	Alta	Muy alta	Extremadamente alta
TEMPERATURA INTERIOR	Y							
	Extremadamente baja	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia
	Muy baja	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia
	Baja	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a máx. potencia	Calefacción a potencia normal	Calefacción a potencia normal	Calefacción a potencia normal	Calefacción a potencia normal
	Normal	Calefacción a potencia normal	Calefacción a potencia normal	Calefacción a potencia normal	Nada en funcionamiento	Nada en funcionamiento	Nada en funcionamiento	Aire acondicionado a potencia normal
	Alta	Nada en funcionamiento	Nada en funcionamiento	Nada en funcionamiento	Nada en funcionamiento	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a máx. potencia
	Muy alta	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a potencia normal	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia
Extremadamente alta	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	Aire acondicionado a máx. potencia	

Lógica difusa (solución específica)

Evaluación y discusión

Comparación de tiempos de funcionamiento

Termostatos tradicionales VS Aplicando lógica difusa

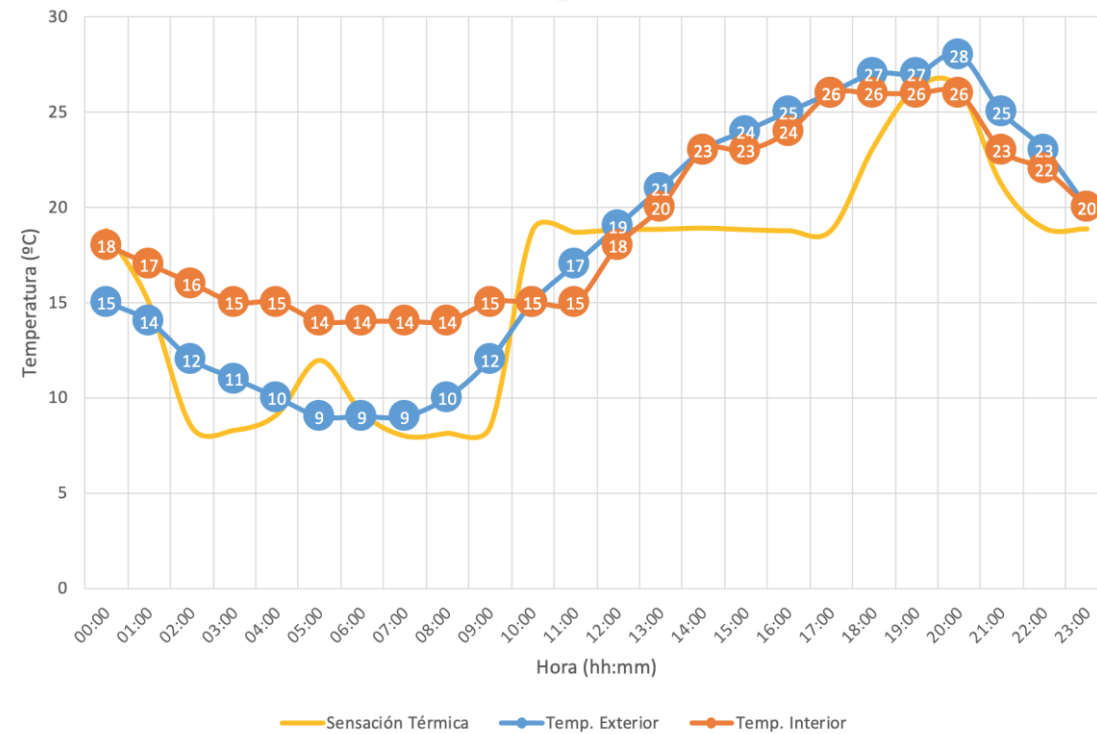
Los termostatos tradicionales controlan la temperatura mediante el encendido o apagado del sistema de calefacción o aire acondicionado cuando la temperatura excede o baja de un valor específico

¿Qué pasa cuando la temperatura oscila sobre esos 20°C ?

Lógica difusa (solución específica)

Evaluación y discusión

Hora	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Humedad	66	69	73	75	76	78	76	74	72	62	53	44	38	33	28	28	29	30	36	40	42	33	30	34
Temp. Exterior	15	14	12	11	10	9	9	9	10	12	15	17	19	21	23	24	25	26	27	27	28	25	23	20
Temp. Interior	18	17	16	15	15	14	14	14	14	15	15	15	18	20	23	23	24	26	26	26	26	24	22	20



Lógica difusa (solución específica)

Evaluación y discusión

Los sistemas de calefacción y de aire acondicionado tradicionales que se simulan en esta evaluación solo tiene dos estados de potencia, a máxima potencia o a potencia normal.

Calefacción a máxima potencia

Temperatura por debajo de 15°C.

Calefacción a potencia normal

Temperatura entre 15°C y 17°C.

Ambos sistemas **apagados**

Temperatura entre 18°C y 22°C.

Aire acondicionado a potencia normal

Temperatura entre 23°C y 25°C.

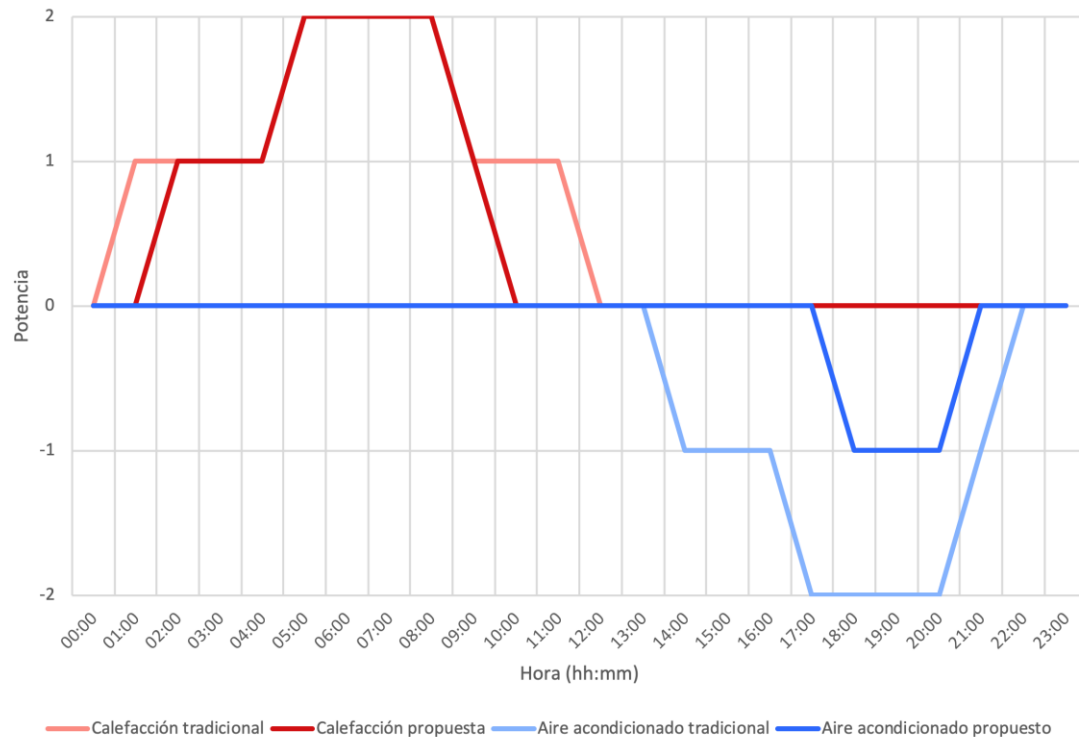
Aire acondicionado a máxima potencia

Temperatura por encima de 25°C.

Lógica difusa (solución específica)

Evaluación y discusión

Estados de los sistemas durante la simulación de un día completo



El sistema tradicional de calefacción se enciende una hora antes que el sistema propuesto y también se apaga una hora más tarde.

El sistema tradicional de aire acondicionado funciona a máxima potencia durante cuatro horas.

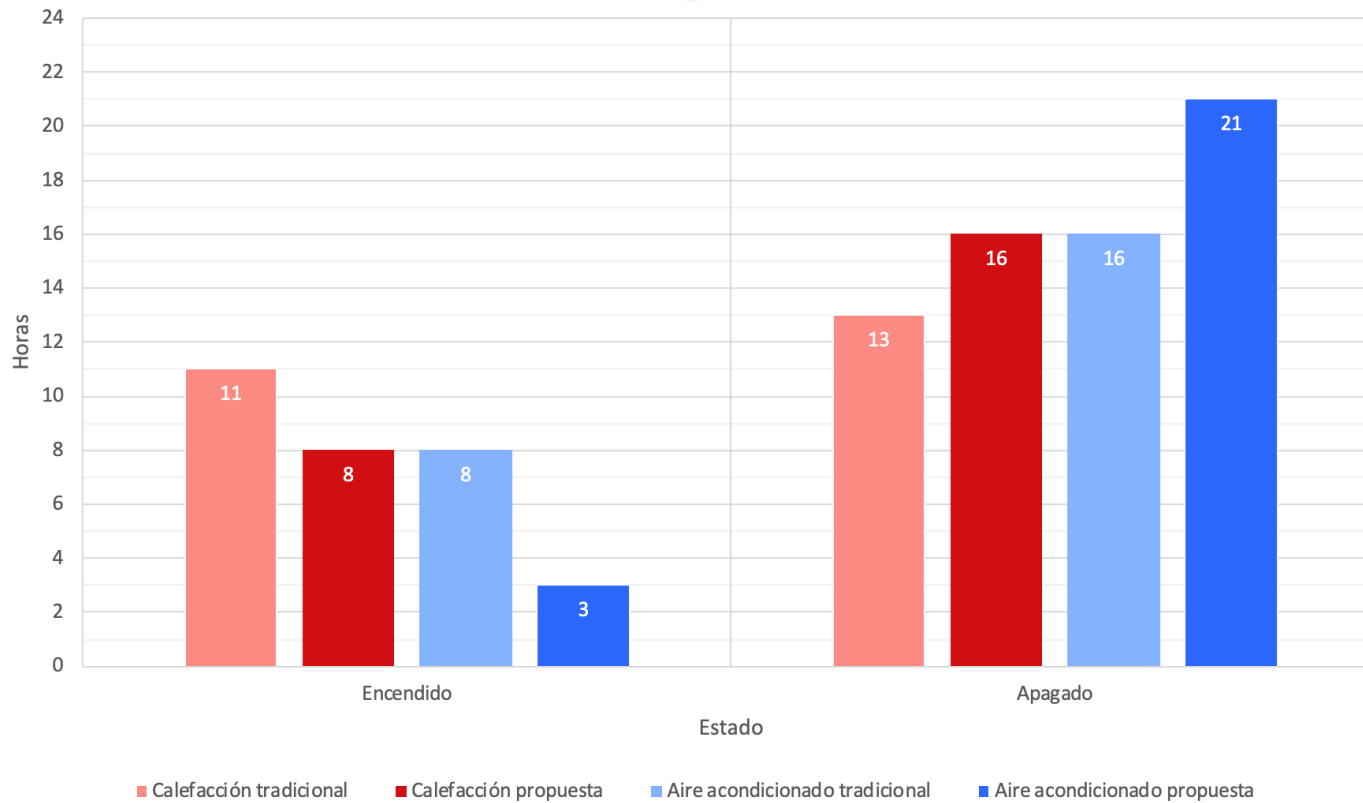
El sistema de aire acondicionado propuesto no llega a usar la máxima potencia.

El aire acondicionado del sistema propuesto funciona durante **menos horas** ya que empieza a funcionar cuatro horas más tarde y se apaga una hora antes

Lógica difusa (solución específica)

Evaluación y discusión

Número de horas de los sistemas encendidos/apagados



	Calefacción	Aire acondicionado
Sistema Tradicional	11 h	8 h
Sistema Propuesta	8 h	3 h
Ahorro energético	3 h 27,27%	5 h 62,5%

Lógica difusa (solución específica)

Conclusiones

IoFClimate simula el control del encendido y apagado de los sistemas de calefacción y de aire acondicionado a diferentes potencias según las condiciones ambientales exteriores y la temperatura interior.

Usar la lógica difusa en sistemas de este tipo permite controlar la temperatura de forma inteligente considerando las condiciones ambientales exteriores obteniendo un ahorro energético.

Al aplicar lógica difusa, los rangos en los que los sistemas se apagan o se encienden son más amplios, por tanto, este enfoque podría no ser válido en contextos de situaciones críticas donde la temperatura debe permanecer en valores estables de forma precisa.

Lógica difusa (solución específica)

Trabajo futuro

Mejorar la configuración de la lógica difusa.

Almacenar un histórico de las temperaturas con el fin de conocer si la temperatura está aumentando o está decreciendo.

Publicar datos en plataformas de Internet de las Cosas.

Añadir más sensores.

Crear un DSL para personalizar las reglas y los conjuntos difusos fácilmente.

Soluciones específicas y prototipos

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Visión por computador aplicada a las imágenes obtenidas de una cámara IP

Lógica difusa aplicada a los resultados de diferentes sensores de IoT

Soluciones específicas y prototipos

Socialización de Objetos Inteligentes entre sí

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Sociedad de objetos inteligentes con fines comunes

Socialización de Objetos Inteligentes con personas

Redes sociales como canal de socialización

Aplicación de inteligencia artificial para socializar objetos con personas

Sociedad de objetos (solución específica)

Introducción

Propuesta que junta las soluciones anteriores junto a otras soluciones descritas más adelante y otras soluciones propuestas en esta solución para que puedan trabajar de forma conjunta para fines comunes.

Simulación de los 5 sentidos en el marco de Internet de las Cosas.

HIPOTESIS

La creación de un macrosistema formado por diferentes sistemas que emulan los cinco sentidos humanos permite obtener nuevos datos tras combinar los datos de cada subsistema y tomar mejores decisiones con más información en comparación con usar los datos de cada subsistema de forma aislada .

Sociedad de objetos (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

IntelliSense

intelligence + the 5 Senses



Sociedad de objetos (solución específica)

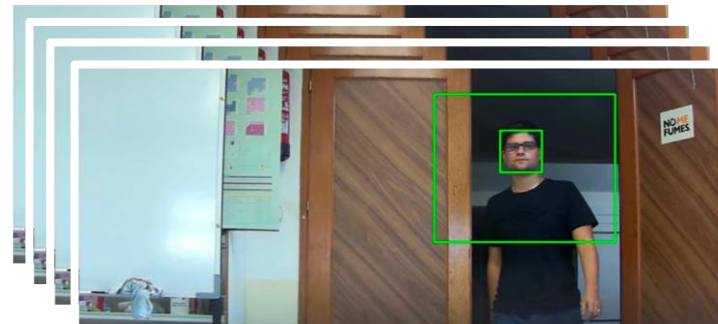
Descripción de la solución propuesta

VISTA

Uso de sensores para reconocer formas y/o colores que permitan identificar objetos que se están buscando o que se quieren evitar.

Ampliación y adaptación del prototipo de visión por computador.

1. Análisis de las imágenes recibidas en busca de personas.
2. Análisis de la imágenes positivas en busca de rostros.
3. Notificación al usuario de la presencia de una nueva persona.



Sociedad de objetos (solución específica)

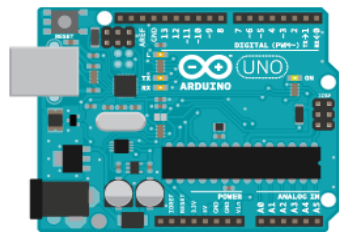
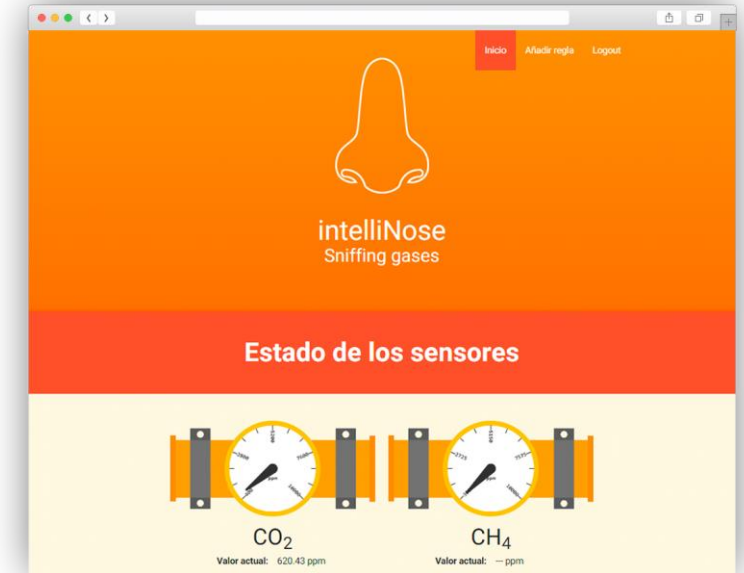
Descripción de la solución propuesta

OLFATO

Uso de sensores para controlar el nivel de gases de una sala y realizar acciones según unas reglas preestablecidas.

Se simula el sentido del olfato al reaccionar en función de la composición química del ambiente.

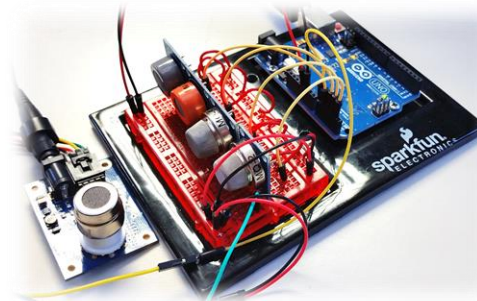
Aplicación web donde definir reglas seleccionando el gas que se quiere controlar, el valor y la condición de control, y la acción a realizar.



Placa Arduino®



Sensores de gases



Sociedad de objetos (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

TACTO

Uso de sensores para identificar características de los objetos del entorno como la forma, la suavidad, la rugosidad o cualquier otra característica física.

Uso de sensores para percibir características del medio como la temperatura, la humedad o la presión.

Adaptación del prototipo de lógica difusa.



Sociedad de objetos (solución específica)

Descripción de la solución propuesta



PROCESAMIENTO Y COMUNICACIONES

MIDGAR

Unidad central encargada de procesar los datos obtenidos de los distintos sentidos y en función de eso realizar diversas acciones.

Aporta cierto nivel de autonomía al sistema y por tanto de inteligencia

Plataforma de IoT que permite crear aplicaciones basadas en IoT interconectando distintos objetos.

BILROST

Unidad central encargada de interconectar objetos entre sí y con personas a través de redes sociales

Aporta un nivel de inteligencia al permitir establecer reglas que controlen la publicación e invocación de acciones.

Plataforma de IoT para la creación de la interconexión de objetos inteligentes a través de redes sociales de humanos.

Sociedad de objetos (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Prototipos pendientes planteados como trabajo futuro



OÍDO

Uso de sensores que puedan medir el nivel de ruido o la frecuencia sonora.

Análisis de las redes sociales para extraer información relevante para el sistema relacionada con el entorno que le rodea.



GUSTO

Uso de sensores químicos que permitan identificar la composición de distintos elementos, por ejemplo, mediante un sensor sumergido en líquidos.

Sociedad de objetos (solución específica)

Trabajo futuro

Construir todos los prototipos

Combinar Bilrost y Midgar en una única unidad central

Bilrost como módulo de Midgar

Integrar IA para combinar todos los datos y tomar decisiones

Soluciones específicas y prototipos

Socialización de objetos inteligentes entre sí

Inteligencia artificial aplicada a los resultados de un proceso de socialización

Sociedad de objetos inteligentes con fines comunes

Socialización de objetos inteligentes con personas

Redes sociales como canal de socialización

Aplicación de inteligencia artificial para socializar objetos con personas

Soluciones específicas y prototipos

Socialización de objetos inteligentes entre sí

Socialización de objetos inteligentes con personas

Redes sociales como canal de socialización

Aplicación de inteligencia artificial para socializar objetos con personas

Redes sociales como canal (solución específica)

Introducción

Socialización entre personas y objetos inteligentes a través de un canal de socialización propio de las personas y no de los objetos

LAS REDES SOCIALES

Generar aplicaciones sin necesidad de conocimientos avanzados de programación que permitan usar este canal de socialización.

HIPOTESIS

Es posible facilitar la creación de aplicaciones que permitan la integración de objetos inteligentes de Internet de las Cosas en redes sociales, y que permitan la interacción entre los propios objetos y entre los objetos y las personas.

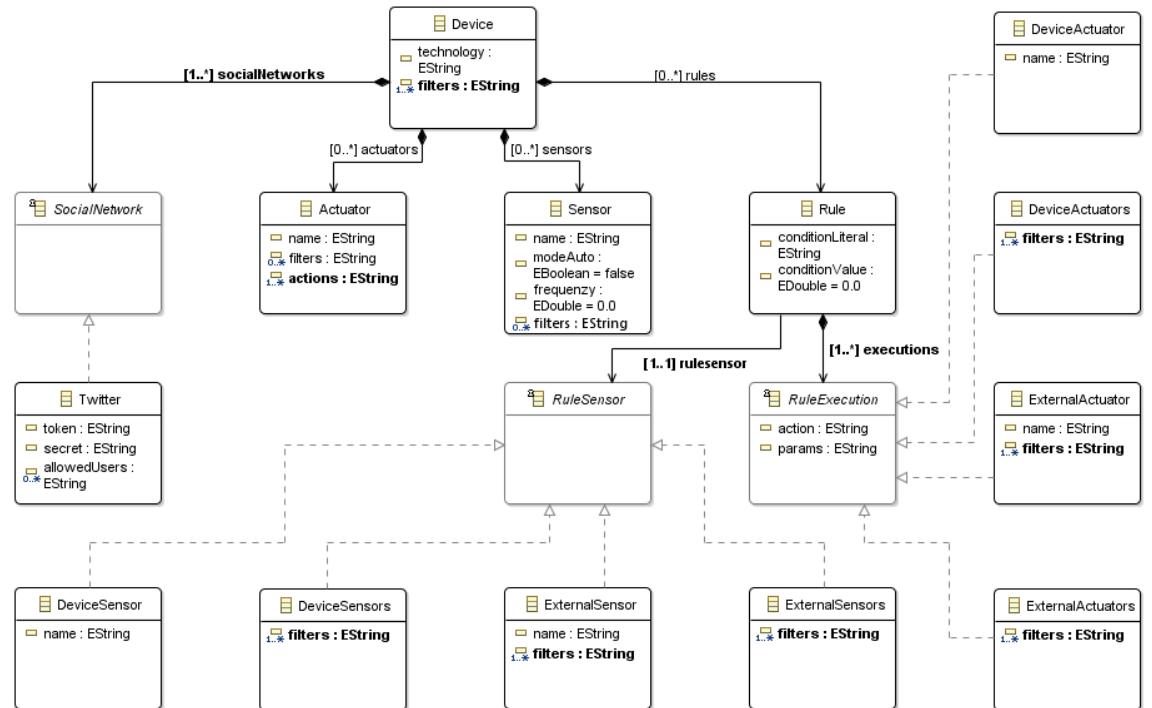
Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Permite a los usuarios generar plantillas de aplicaciones usando un lenguaje de dominio específico (DSL) llamado **BILROST-SPECIFIC LANGUAGE (BSL)**.

Automatización de la implementación necesaria para interconectar objetos a través de redes sociales.



Los usuarios no necesitan disponer de conocimientos avanzados* para interconectar objetos ni una infraestructura para ello.

*Solo los conocimientos necesarios para la lógica encargada de acceder a los datos de sus sensores o controlar los actuadores.

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST-SPECIFIC LANGUAGE – Sintaxis

Gramática libre de contexto

Permite la definición de dispositivos para varias plataformas

Preparado para varias redes sociales

Permite la definición de actuadores y sus acciones

Permite la definición de sensores y varios modos de funcionamiento

Automatización de las comunicaciones

Reglas que realizan invocaciones a acciones en función de datos de sensores

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST-SPECIFIC LANGUAGE – Sintaxis

Definición de un dispositivo

La definición de un dispositivo usando BSL está compuesta por 4 diferentes bloques además de las propiedades del propio dispositivo:

Bloque de redes sociales*

Bloque de actuadores

Bloque de sensores

Bloque de reglas

Se pueden definir en cualquier orden.

*Obligatoria la presencia del bloque de redes sociales y al menos uno de los otros 3.

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST-SPECIFIC LANGUAGE – Sintaxis

Ejemplo

Dispositivo que controla un ventilador y dispone de un sensor de temperatura.

Se comunica con otro dispositivo que controla la calefacción.

El dispositivo definido invoca las acciones correspondientes de su ventilador y de la calefacción para apagar o encender ambos dispositivos según la temperatura.

```
DEVICE IN PYTHON
  FILTER BY 'bilrost', 'rpi'
SOCIAL NETWORKS
  CONNECT TO TWITTER
  TOKEN 'token'
  SECRET 'secret'
ACTUATORS
  DEFINE ACTUATOR 'fan'
  ACTIONS 'on', 'off'
SENSORS
  DEFINE SENSOR 'temperature'
  MODE AUTO 30 SECONDS
RULES
  DEFINE RULE TO SENSOR 'temperature'
  FILTER BY 'bilrost', 'climate'
  IF VALUE IS GREATER THAN 25
  EXECUTE ACTION 'off'
    IN EXTERNAL ACTUATOR 'heating'
  FILTER BY 'bilrost', 'climate'
  EXECUTE ACTION 'on'
    IN ACTUATOR 'fan'
```

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Sistema capaz de generar aplicaciones preparadas para interconectar objetos a través de Twitter

No genera la lógica específica de cada dispositivo

Lógica para acceder a los datos de un sensor

Lógica para controlar un actuador

Dos editores web para definir dispositivos

Editor textual

Editor gráfico

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

The image shows three stacked screenshots of the BILROST configuration interface:

- Device Box:** A brown-themed panel titled "Set up the technology to the device and the filters to locate the device." It features a "Technology" section with a Python logo and a "Filters" section with two active filters: "bilrost" and "mderg".
- Social Networks Box:** A blue-themed panel titled "Set up the social networks and their parameters." It includes a "Token" field, a "Secret" field, and an "Allowed users" section with one user: "dani_meana".
- Objects Box:** A green-themed panel titled "Set up the actuators and sensors with their parameters." It shows two objects: "light" (with "Auto" mode and "rpi" filter) and "led" (with "on" and "off" actions and "rpi" filter).

On the right side of the interface, there are vertical panels for "Filters", "Technologies", "Social Networks", "Actuators", and "Sensors", each listing available options.

BILROST Editor gráfico

The image shows the "Rules Box" configuration interface, titled "Set up rules for sensor to invoke actuators." It features a red-themed panel with the following configuration:

- Sensors:** A "Device sensor" is selected with the value "light".
- Condition:** The sensor value is compared to "30" using a "Less or Equal" (<=) operator.
- Executions:** An "External actuator" is configured with the action "on" and parameters "flash".
- Filters:** The rule includes three filters: "bilrost", "smartphone", and "mderg".

On the right side, there is a vertical panel for "Rules" listing various components like "Rule", "Sources", "Device sensor", "External sensor", "Filter", "Conditions", "Executions", and "Actuator".

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST **Ciclo de trabajo**

2 fases con interacción de los usuarios

Generación de proyectos

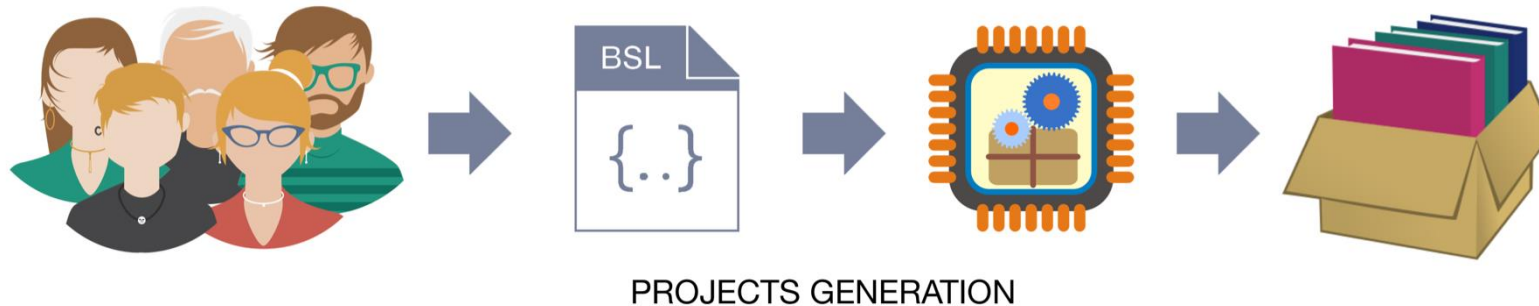
Completado de proyectos

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Ciclo de trabajo – Generación de proyectos



1. Los usuarios definen un dispositivo usando el BSL
2. El sistema procesa y analiza la definición
3. Se genera un proyecto que cumple los requisitos definidos por usuario y donde **la conexión con las redes sociales ya está implementada**

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Ciclo de trabajo – Generación de proyectos

Se genera un proyecto con un esqueleto para la lógica específica

Conexión con Twitter ya implementada

Métodos vacíos con comentarios

```
class LedActuator(ActuatorBase):  
    def __init__(self):  
        super().__init__('led')  
  
    def on_action(self, params):  
        # TODO Fill as you want  
        pass  
  
    def off_action(self, params):  
        # TODO Fill as you want  
        pass
```

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Ciclo de trabajo – Completado de proyectos



1. Los usuarios modifican el proyecto generado en la fase anterior
El proyecto contiene un esqueleto que el usuario debe rellenar con la **lógica específica del dispositivo**
2. Los usuarios despliegan las aplicaciones finales en los dispositivos

Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Comunicación a través de Twitter

2 tipos de mensajes

Mensajes para controlar un actuador

Mensajes que publican los datos de un sensor

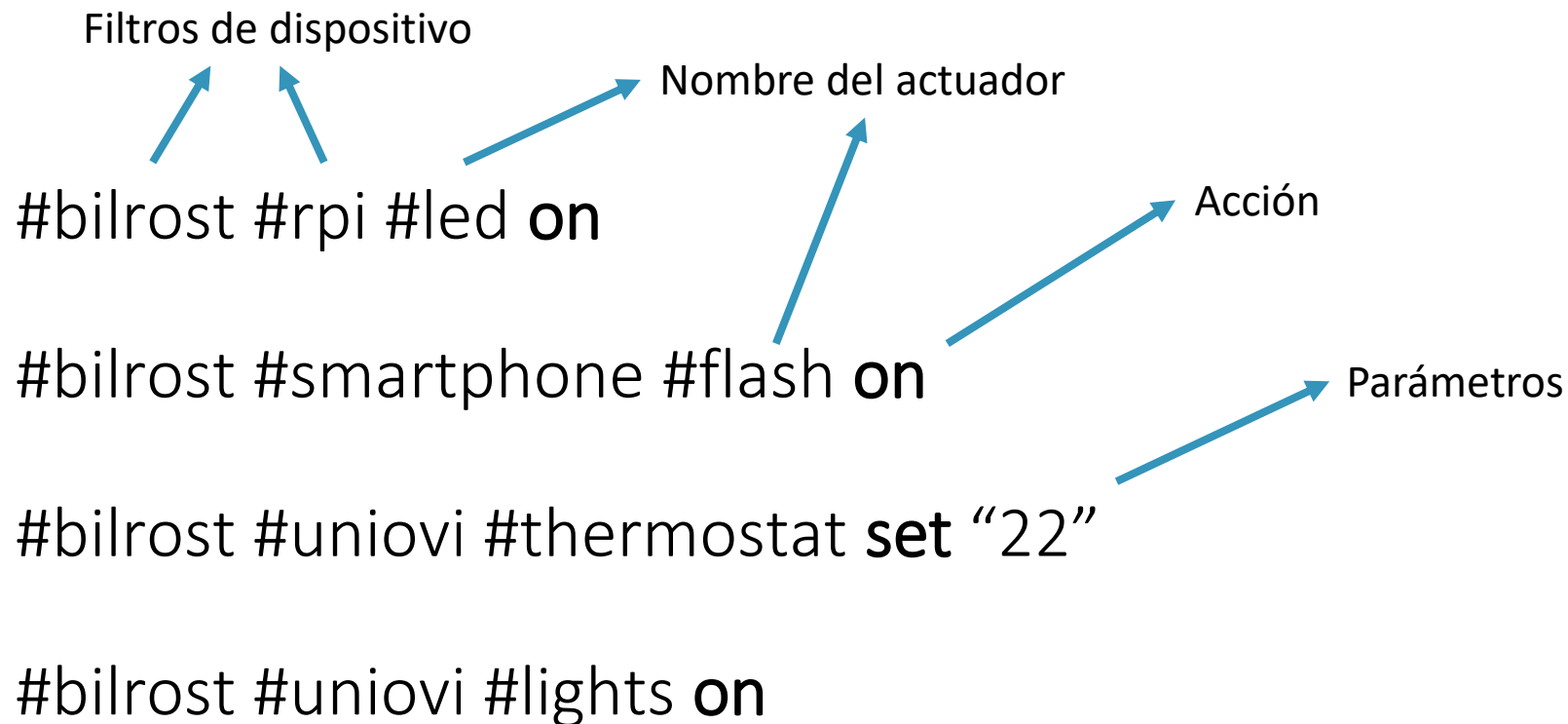


Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Mensajes en Twitter para controlar un actuador

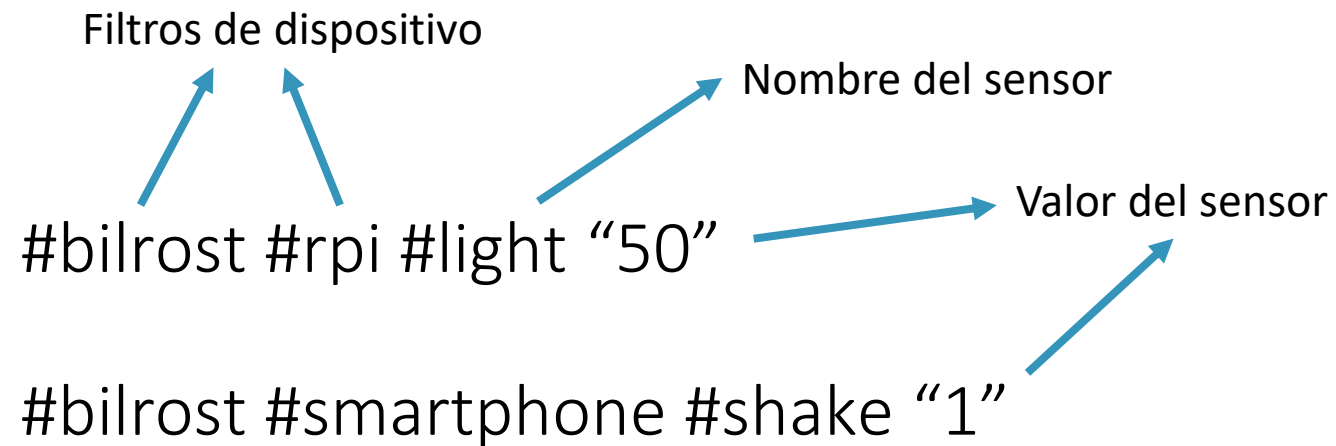


Redes sociales como canal (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

BILROST

Mensajes en Twitter para publicar los datos de un sensor



Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

10 voluntarios con conocimientos de programación

Dos fases de evaluación

Fase 1 - Realización de una tarea específica con ambos editores

Fase 2 - Realización de una encuesta de opinión para valorar el sistema

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

Fase 1

Lectura de un documento explicativo de la sintaxis BSL

Resolución de dudas

Tiempo de “juego” para conocer los editores

Lectura de la tarea a realizar y aclaración de dudas

Toma de tiempos de realización de la tarea con cada editor

Primero se realiza la tarea con un editor y después con el otro alternando cada participante el editor por el que comienzan

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

Fase 2

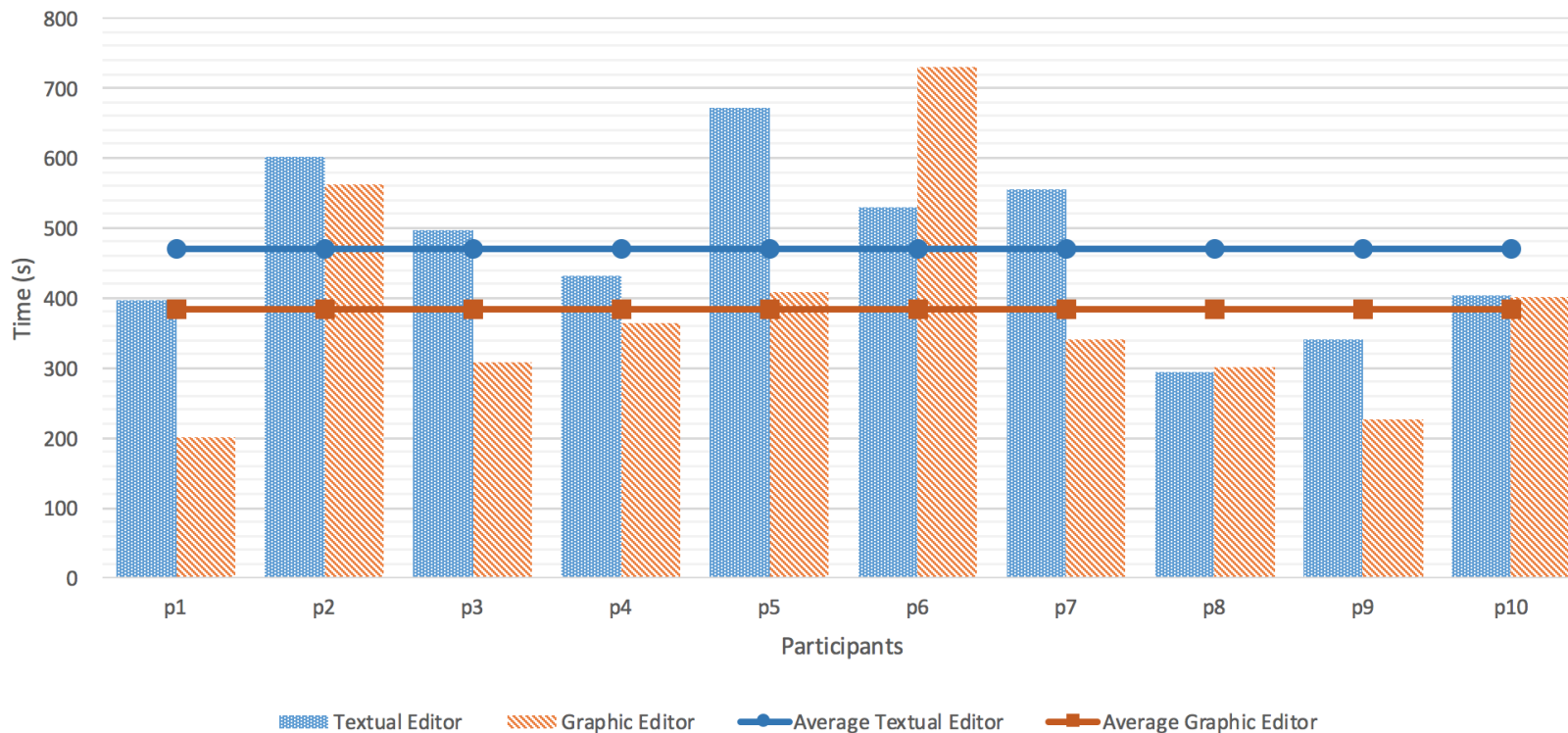
Encuesta de opinión usando **escala de Likert** de 5 puntos con 14 declaraciones

1. Completamente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Opción neutral
4. De acuerdo
5. Complemente de acuerdo

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

Resultados Fase 1

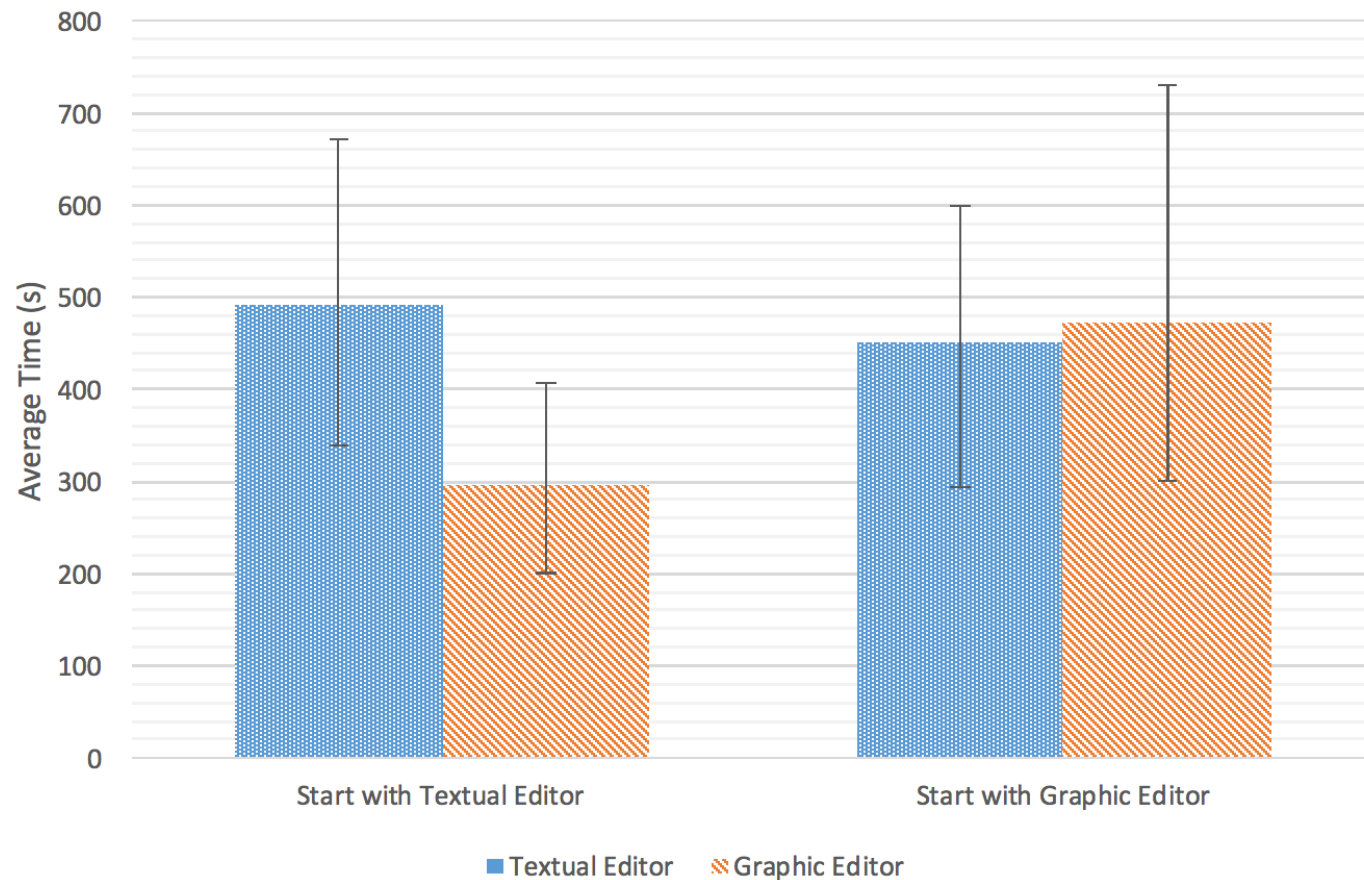


	Editor textual	Editor gráfico
Menor tiempo	294 s	201 s
Mayor tiempo	672 s	730 s
Tiempo medio	471,5 s	383,9 s

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

Resultados Fase 1



1º Editor Textual	Editor textual	Editor gráfico
Mín.	339 s	201 s
Máx.	672 s	408 s
Media	491,4 s	296 s

1º Editor Gráfico	Editor textual	Editor gráfico
Mín.	294 s	301 s
Máx.	600 s	730 s
Media	451,6 s	471,2 s

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

Resultados Fase 1

Usar **el editor textual** en primer lugar **influye significativamente** en el tiempo empleado en el editor gráfico

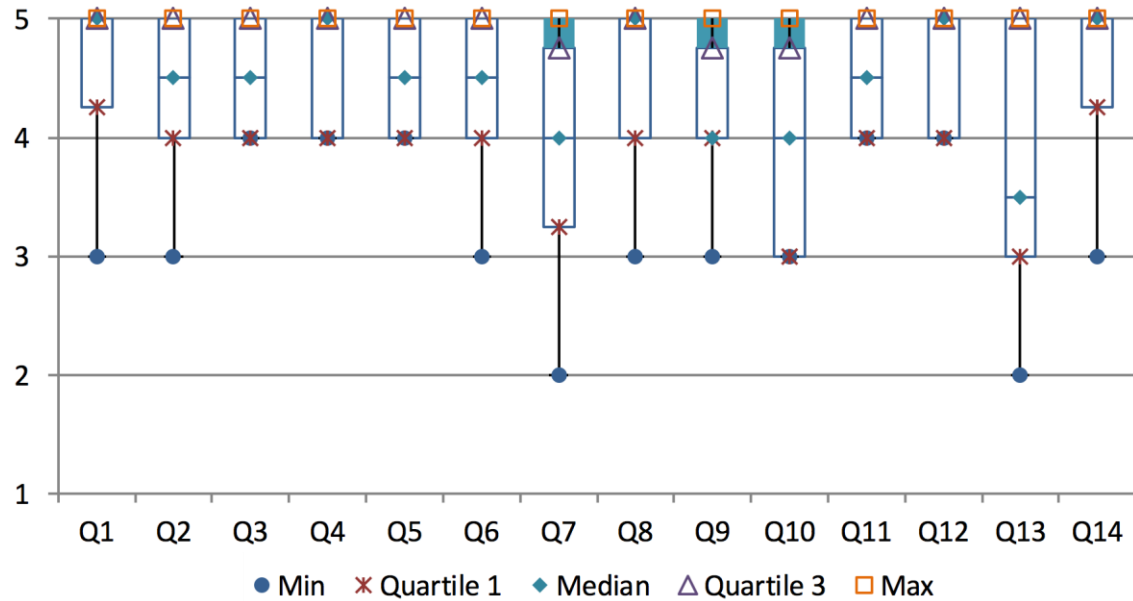
Usar **el editor gráfico** en primer lugar **no influye** en el tiempo empleado en el editor textual

Empezar por el editor textual hace que el uso del editor gráfico sea más sencillo

Redes sociales como canal (solución específica)

Evaluación y discusión

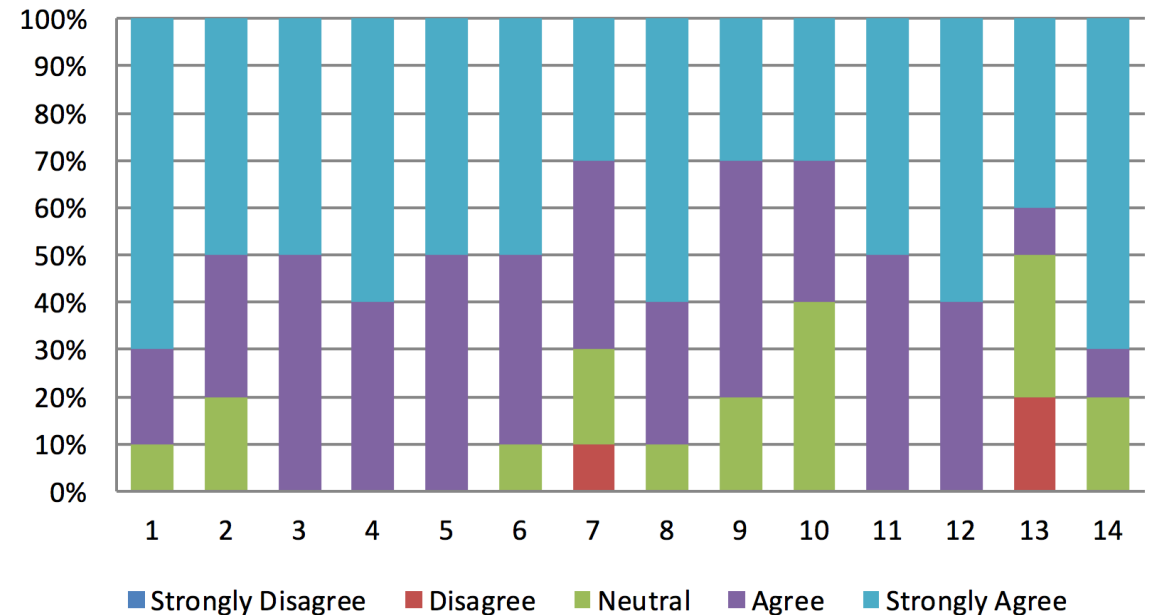
Resultados Fase 2



Puntuación media obtenida 4,33

Los usuarios estaban, al menos, de acuerdo con la totalidad de la encuesta

- Q7: El editor TEXTUAL no requiere conocimientos de programación complejos
- Q13: Las redes sociales pueden beneficiarse de esta solución



Redes sociales como canal (solución específica)

Conclusiones

El sistema propuesto es útil para conectar objetos entre sí y con personas mediante el uso de redes sociales.

Se ha logrado integrar objetos inteligentes en una red social.

Se ha logrado que las personas puedan interactuar con estos objetos.

Se ha logrado que los objetos se comuniquen entre sí a través de la red social.

Se ha definido un Lenguaje de Dominio Específico que realiza esa integración y configura las comunicaciones.

Se ha logrado facilitar la generación de aplicaciones que interconecten objetos inteligentes mediante la aplicación de Ingeniería Dirigida por Modelos.

Se ha logrado que se puedan generar aplicaciones que soporten distintas plataformas mediante la integración de elementos en el DSL que indican la plataforma de destino.

Se ha conseguido confirmar la hipótesis planteada, es decir, es posible facilitar la creación de aplicaciones que integren objetos inteligentes de Internet de las Cosas en las redes sociales de personas, permitiéndoles interactuar entre sí, y la interacción de las personas con los objetos inteligentes.

Redes sociales como canal (solución específica)

Trabajo futuro

Añadir la generación de aplicaciones finales con la lógica específica ya implementada.

Carga de módulos externos para nuevos dispositivos.

Realizar un estudio sobre las posibilidades de las redes sociales de personas para conectar objetos inteligentes.

Seguridad y privacidad.

Usar lenguaje natural en las comunicaciones.

Soluciones específicas y prototipos

Socialización de objetos inteligentes entre sí

Socialización de objetos inteligentes con personas

Redes sociales como canal de socialización

Aplicación de IA para socializar objetos con personas

IA para socializar (solución específica)

Introducción

Propuesta de aplicación de IA para **socializar objetos con personas** a través de redes sociales mediante lenguaje natural de las personas.

Las personas podrán pedir información a través de redes sociales a una red de sensores usando lenguaje natural.

HIPOTESIS

La socialización entre personas y objetos inteligentes de Internet de las Cosas a través de las redes sociales de personas usando el lenguaje natural de las personas es posible, permitiendo a las personas consultar información en una red de sensores relacionados entre sí.

IA para socializar (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

SenseQ

Sistema capaz de responder las preguntas que realizan usuarios de redes sociales obteniendo la información necesaria de sensores conectados al propio sistema y usando un lenguaje natural para los usuarios.

Sensores con capacidades sociales:

relaciones entre los sensores facilitando la recopilación de información.

Ejemplo: si un usuario pregunta por datos climáticos, el sistema tendrá que responder con datos de varios sensores como sensores de temperatura y humedad. Para ello, estos sensores tendrán una relación de «compañeros de trabajo» basada en que ambos aportan información climatológica.

IA para socializar (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

SenseQ Registro de sensores

Hay que registrar los sensores en el sistema para poder usarlos.

Se especifican los parámetros que permitan establecer relaciones:

Localización

Se indica la localización con diferentes granularidades.
Permite identificar los sensores «vecinos» de un sensor.

Finalidad

Se indica la finalidad con diferentes granularidades.
Permite identificar los sensores «compañeros de trabajo».

Propietario

El sistema asocia al usuario el sensor que registra.
Permite identificar los sensores que sean «familia».

Nivel de privacidad

Hay 4 niveles de privacidad que restringen el acceso a la información del sensor.

Cualquier petición de otros usuarios.

Solo peticiones que incluyan la localización del sensor.

Solo peticiones del propietario.

Solo por peticiones del propietario siempre que incluyan la localización del sensor.

IA para socializar (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

SenseQ

Relaciones de sensores

Red de sensores **relacionados** entre sí según los parámetros anteriores.

Las **relaciones** permiten filtrar los datos de los sensores.

Relación de vecindad

Relación de trabajo

Relación familiar

IA para socializar (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

SenseQ Interfaz en Redes Sociales

Interfaz de usuario basada en mensajes en redes sociales.

Se analizan los mensajes dirigidos al sistema en busca de los parámetros necesarios para buscar información en la red de sensores.

Finalidad – Análisis del texto

Localización – Hashtags

Propietario – Cuenta de usuario en la Red social

IA para socializar (solución específica)

Descripción de la solución propuesta

Ejemplos

Pregunta de un usuario por la temperatura actual en Madrid:

El sistema consultará todos los sensores registrados y cuyo parámetro de localización contenga el valor Madrid, y combinará la información para responder al usuario con el valor adecuado.

@user: @senseq ¿Cuál es la temperatura de #Madrid?

@senseq: @user La temperatura de #Madrid es 23°C.

Pregunta de un usuario sobre donde está lloviendo, usando sus propios sensores:

El sistema consultará los sensores del usuario que puedan detectar lluvia y responderá con la localización de estos si detectan que está lloviendo.

@user: @senseq ¿Dónde está lloviendo?

@senseq: @user Está lloviendo en #Gijón y en #Oviedo.

IA para socializar (solución específica)

Trabajo futuro

Añadir **nuevas relaciones** basadas en las **amistades del propietario** de los objetos en las redes sociales

Establecer **relaciones en las redes sociales** entre el propio **sistema** y los usuarios

Integrar plataformas externas

Conclusiones finales

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

Aportaciones

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

OBJETIVO A VERIFICAR

Mejorar la seguridad de las personas

Objetivo cumplido e hipótesis verificada con la aplicación de visión por computador en IoT

Las imágenes de una cámara IP pueden ser tratadas como datos de un sensor binario mediante la aplicación de visión por computador con la suficiente precisión para automatizar o semi-automatizar tareas, integrando así la visión por computador en Internet de las Cosas.

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

OBJETIVO A VERIFICAR

Mejorar la habitabilidad

Objetivo cumplido e hipótesis verificada con la aplicación de lógica difusa en IoT

La aplicación de la lógica difusa a datos obtenidos de plataformas de IoT permite mejorar la habitabilidad de un espacio cerrado mediante el control del sistema de calefacción y aire acondicionado, reduciendo el consumo energético, y considerando las condiciones ambientales exteriores.

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

OBJETIVO A VERIFICAR

Establecer relaciones sociales entre diferentes sistemas de Internet de las Cosas

Objetivo e hipótesis abordados en la solución «*Sociedad de objetos inteligentes con fines comunes*» pendiente de desarrollar.

Verificación como trabajo futuro de esta tesis

La creación de un macrosistema formado por diferentes sistemas que emulan los cinco sentidos humanos permite obtener nuevos datos tras combinar los datos de cada subsistema y tomar mejores decisiones con más información en comparación con usar los datos de cada subsistema de forma aislada .

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

OBJETIVOS A VERIFICAR

Integrar objetos inteligentes en redes sociales de personas.

Socializar objetos inteligentes entre sí y con personas a través de Redes Sociales.

Facilitar la creación de aplicaciones que hagan uso de las Redes Sociales como canal de socialización.

Objetivos cumplidos e hipótesis verificada con el sistema **BILROST**

Es posible facilitar la creación de aplicaciones que permitan la integración de objetos inteligentes de Internet de las Cosas en redes sociales, y que permitan la interacción entre los propios objetos y entre los objetos y las personas.

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

HIPÓTESIS A VERIFICAR

La socialización entre personas y objetos inteligentes de Internet de las Cosas a través de las redes sociales de personas usando el lenguaje natural de las personas es posible, permitiendo a las personas consultar información en una red de sensores relacionados entre sí.

Hipótesis abordados en la solución «*Aplicación de inteligencia artificial para socializar objetos con personas*» o *SenseQ* pendiente de desarrollar.
Verificación como trabajo futuro de esta tesis

Conclusiones finales

Verificación de objetivos e hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL

El estudio de la socialización de objetos de Internet de las Cosas permite encontrar mecanismos para mejorar la seguridad, mejorar la habitabilidad, integrar los objetos inteligentes en las Redes Sociales de las personas y facilitar la comunicación entre objetos y personas, es decir, acercar las tecnologías de Internet de las Cosas a las personas.

Verificadas 3 de 5 hipótesis.

Los objetivos cumplidos abordan la hipótesis general.

Hipótesis general VERIFICADA.

Conclusiones finales

Aportaciones

La integración de Visión por Computador en Internet de las Cosas.

Uso de imágenes de cámaras IP como sensores binarios de presencia.

Buena precisión en la detección de personas en escenas sin un modelo bien entrenado.

Módulo para Midgar capaz de automatizar tareas en función de la detección de personas en imágenes provenientes de una cámara IP permitiendo mejorar la seguridad de las personas.

La integración de Lógica Difusa en Internet de las Cosas.

Un sistema capaz de controlar la temperatura de una habitación específica según las condiciones ambientales exteriores **mejorando la habitabilidad**, llamado **IoFClimate**.

Una propuesta de sistema IoT que emula los cinco sentidos del cuerpo, llamado **IntelliSense**, capaz de interactuar con el entorno usando subsistemas que emulan cada uno de los sentidos humanos y otro subsistema que los orqueste y tome decisiones según los datos obtenidos de ellos.

Conclusiones finales

Aportaciones

La integración de **objetos inteligentes** de IoT en las **Redes Sociales** de personas.

La socialización entre personas y objetos inteligentes usando Redes Sociales de personas.

El uso de Ingeniería Dirigida por Modelos para **facilitar el desarrollo de software** que interconecte objetos inteligentes entre sí y con personas usando Redes Sociales.

Un sistema, llamado **Bilrost**, capaz de generar aplicaciones que automaticen tareas usando actuadores y sensores de dispositivos locales y remotos usando Redes Sociales.

Un DSL, llamado **Bilrost Specific Language**, que permite a personas sin conocimientos de programación avanzados generar aplicaciones para distintas plataformas que aprovechen la socialización a través de Redes Sociales para automatizar tareas.

Una propuesta de sistema IoT, llamado **SenseQ**, que facilita la socialización entre personas y sensores a través de Redes Sociales usando Procesamiento de Lenguaje Natural.

Conclusiones finales

Trabajo futuro

Trabajo futuro presentando junto a las diferentes soluciones:

Visión por Computador

Lógica difusa

Redes sociales

Publicaciones derivadas

Publicaciones derivadas

Realizadas 9 publicaciones

2 artículos en revistas indexadas en JCR

2 artículos en revistas no indexadas en JCR

4 artículos en congresos científicos

1 capítulo de libro

Artículos en revistas indexadas en JCR

IoFClme: The fuzzy logic and the Internet of Things to control indoor temperature regarding the outdoor ambient conditions.

<https://doi.org/10.1016/j.future.2016.11.020>

Titulo	
Future Generation Computer Systems	
Índice de impacto	5.786
Índice de impacto de 5 años	5.67
Categorías	
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS: 8/105 – Q1	

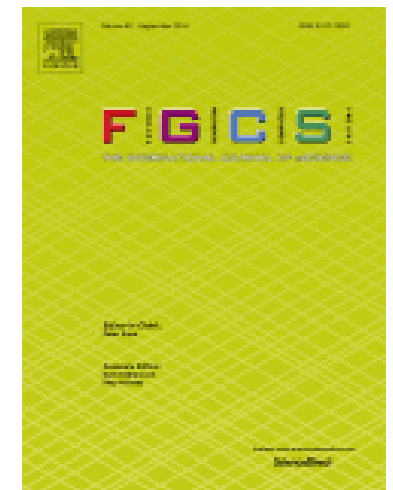


Artículos en revistas indexadas en JCR

Midgar: Detection of people through computer vision in the Internet of Things scenarios to improve the security in Smart Cities, Smart Towns, and Smart Homes

<https://doi.org/10.1016/j.future.2016.12.033>

Titulo	
Future Generation Computer Systems	
Índice de impacto	5.786
Índice de impacto de 5 años	5.67
Categorías	
COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS: 8/105 – Q1	



Artículos en revistas no indexadas en JCR

A review about Smart Objects, Sensors, and Actuators

International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence (IJIMAI)

<https://doi.org/10.9781/ijimai.2017.431>

SenseQ: Replying questions of Social Networks users by using a Wireless Sensor Network based on sensor relationships

Data Science and Pattern Recognition (DSPR)

<http://www.ikelab.net/dspr-pdf/vol1-1/dspr-paper1.pdf>

Artículos en congresos científicos

IntelliSenses: Sensing the Internet of Things

CISTI 2016 - 11ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información

<https://doi.org/10.1109/CISTI.2016.7521551>

SenseQ: Creating Relationships Between Objects to Answer Questions of Humans by Using Social Networks

MISNC, SI, DS 2016 – 3rd Multidisciplinary International Social Networks Conference on Social Informatics

<https://doi.org/10.1145/2955129.2955135>

Artículos en congresos científicos

Bilrost: Connecting the Internet of Things through human social networks with a Domain-Specific Language

RICE 2017 – 2nd International Conference on Research in Intelligent and Computer in Engineering

<http://doi.org/10.15439/2017R110>

Social Recommender System: A Recommender System Based on Tweets for Points of Interest

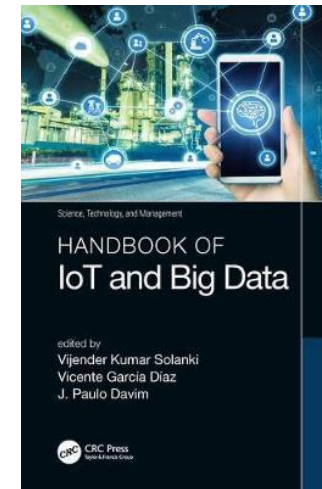
MISNC '17 – 4th Multidisciplinary International Social Networks Conference

<https://doi.org/10.1145/3092090.3092121>

Capítulo de libro

IoT Recommender System: A Recommender System Based on Sensors from the Internet of Things for Points of Interest

Handbook of IoT and Big Data



TESIS DOCTORAL

Socialización de Objetos Inteligentes aplicando Ingeniería Dirigida por Modelos en el marco de Internet de las Cosas

Daniel Meana Llorián

Director Dr. Juan Manuel Cueva Lovelle



Universidad de
Oviedo



CENTRO INTERNACIONAL
DE POSTGRADO
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL