



Automatic Performance Status Evaluation and Physical Activity Recognition in Cancer Patients for Medical Diagnosis Assistance

Salvador Moreno Gutiérrez
Contacto: smoreno94@correo.ugr.es

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
Trabajo de Fin de Grado

Índice de contenidos

- 1. Motivación**
- 2. Estado del Arte**
- 3. Diseño del sistema**
- 4. Implementación del sistema**
- 5. Conclusiones**
- 6. Trabajo Futuro**

1. Motivación

- **Ayuda a la evaluación y recuperación de pacientes con cáncer.**

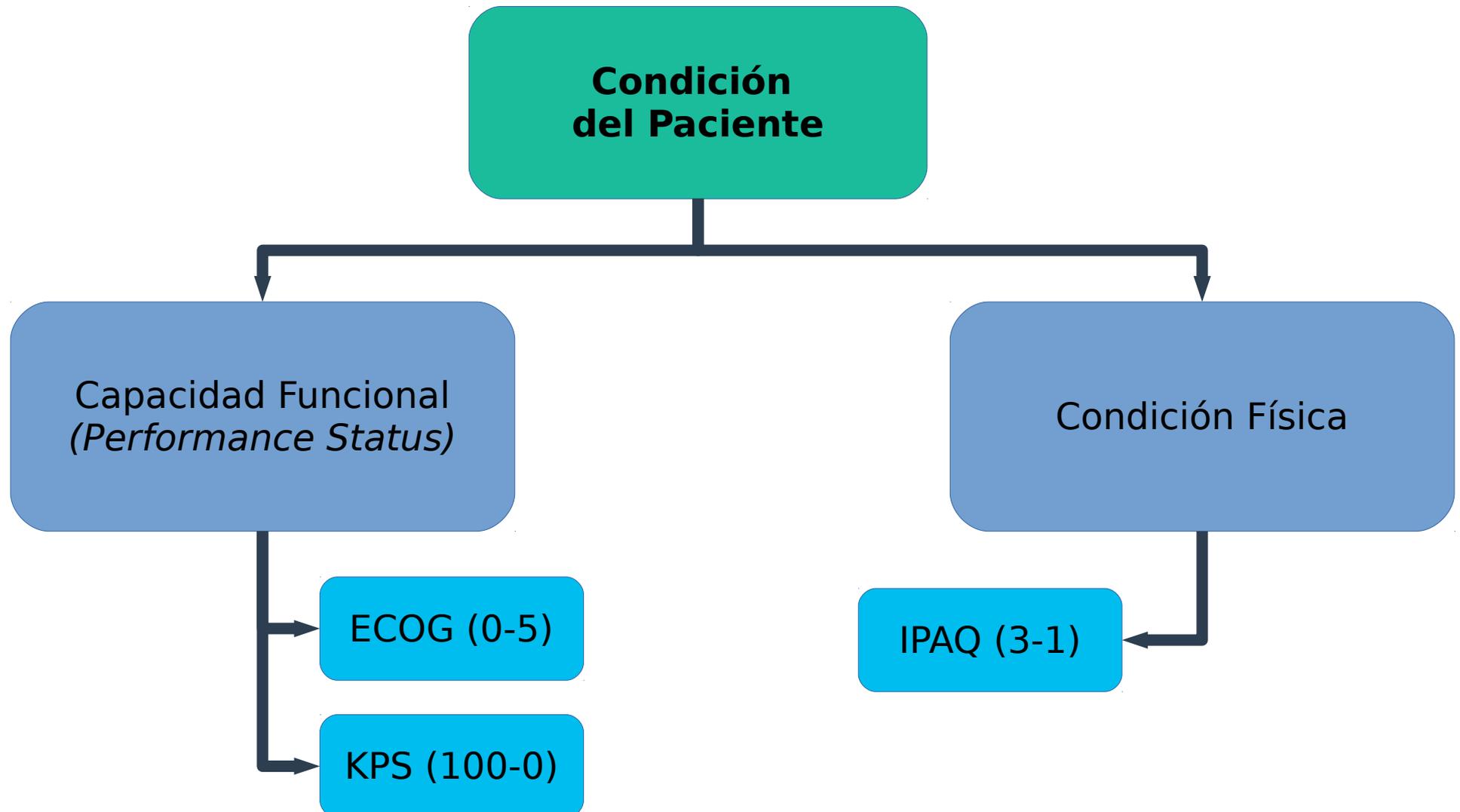


Quimioterapia



Radioterapia

2. Estado del Arte



2. Estado del Arte

KPS (Karnofsky's Performance Status) - 1949	
Asintomático	100
Capaz de realizar actividad normal	90
Actividad normal con esfuerzo	80
Incapaz de realizar actividad normal o trabajar, se vale por sí mismo	70
Asistencia ocasional, se hace cargo de la mayoría de sus necesidades	60
Considerable asistencia, frecuentes cuidados médicos	50
Imposibilitado. Cuidados especiales y asistencia.	40
Gravemente imposibilitado. Hospitalización indicada.	30
Muy enfermo. Precisa hospitalización	20
Moribundo	10
Exitus	0

[2.1] Karnofsky DA Burchenal JH. The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer. Evaluation of chemotherapeutic agents., pages 191-205, 1949. New York Columbia University Press.

2. Estado del Arte

ECOG (Eastern Cooperative Oncology Gropp) - 1960	
Actividad normal sin limitaciones	0
Limitación de actividades que requieren un gran esfuerzo físico. Capaz de realizar trabajos ligeros (esfuerzo físico).	1
Capaz de realizar todas las actividades de autocuidado. No puede realizar trabajos aunque sean ligeros (esfuerzo físico). Permanece levantado más del 50% del día.	2
Limitación en las actividades de autocuidado. Sintomático. Confinado a vida de cama-sillón más del 50% del día.	3
Completamente imposibilitado. Precisa hospitalización. Encamado la mayor parte del día.	4
Exitus	5

[2.2] C.G Zubrod et al. Appraisal of methods for the study of chemotherapy of cancer in man: Comparative therapeutic trial of nitrogen mustard and triethylene thiophosphoramidate. Journal of Chronic Diseases, 11(1):7-33, 1960.

2. Estado del Arte

IPAQ

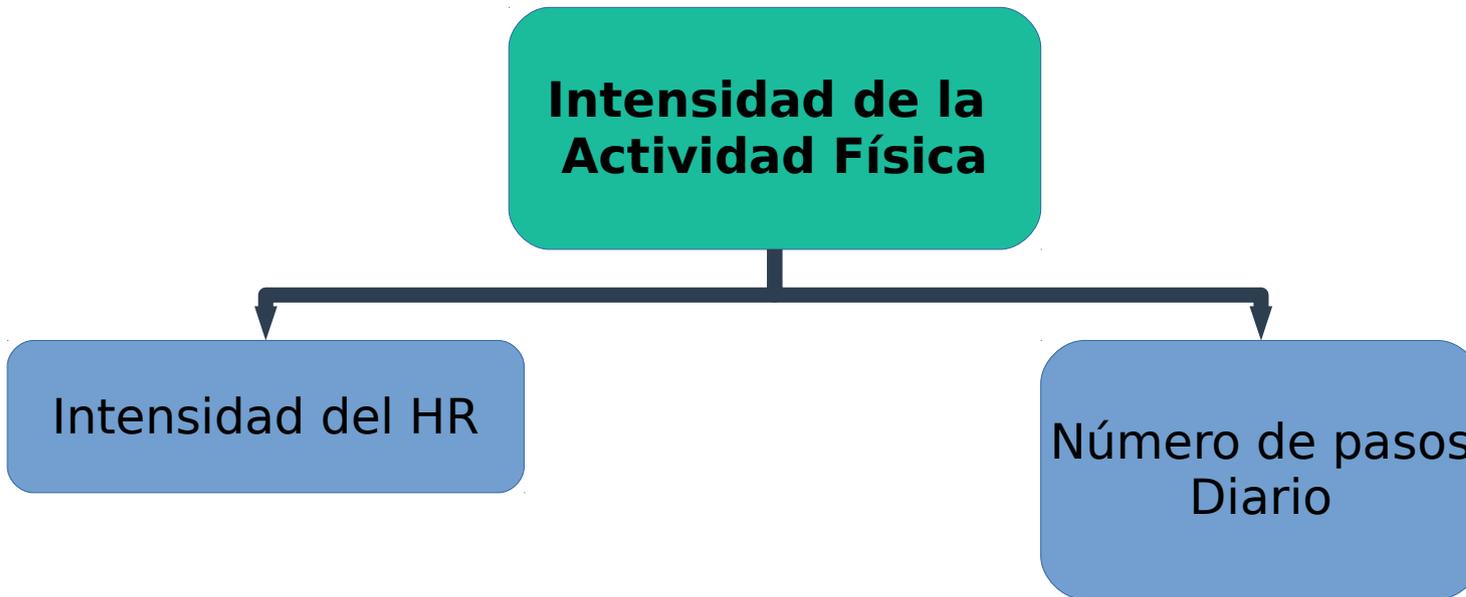
- IPAQ 3: Actividad Física Alta
- IPAQ 2: Actividad Física Moderada
- IPAQ 1: Actividad Física Baja

- Actividad Física medida en **MET·min**



[2.29] IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire.

2. Estado del Arte



$$HRI = \frac{HR - HR_{rest}}{HR_{max} - HR_{rest}} \cdot 100 [\%]$$

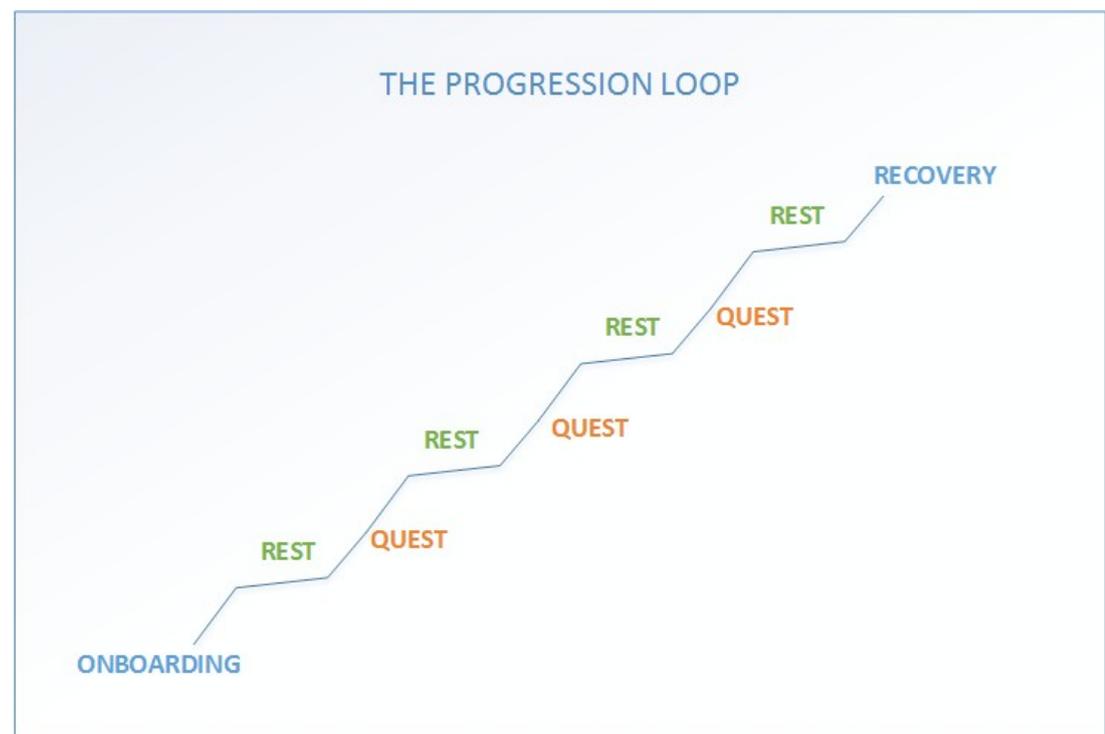
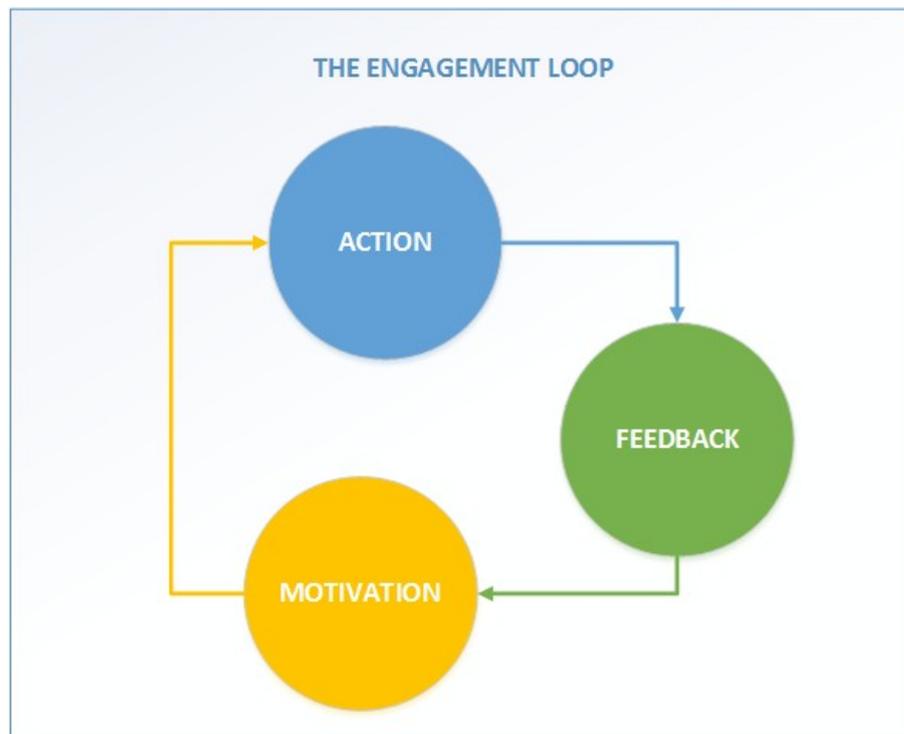
[2.36] Dr Juha Karvonen and Timo Vuorimaa. Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. Sports Medicine, 5(5):303-311, November 2012.

[2.42] Catrine Tudor-Locke and David R. Bassett Jr. How many steps/day are enough? Sports medicine, 34(1):1-8, 2004.

Clasificación	Pasos/día
Sedentario	<5000
Baja Act.	5000 – 7499
Media Act.	7500 – 9999
Alta Act.	10000 – 12499
Muy Alta Act.	>12500

2. Estado del Arte

- **Ludificación (*Gamification*):**



[2.57] Kevin Werbach and Dan Hunter. For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Wharton Digital Press, October 2012.

3. Diseño del Sistema

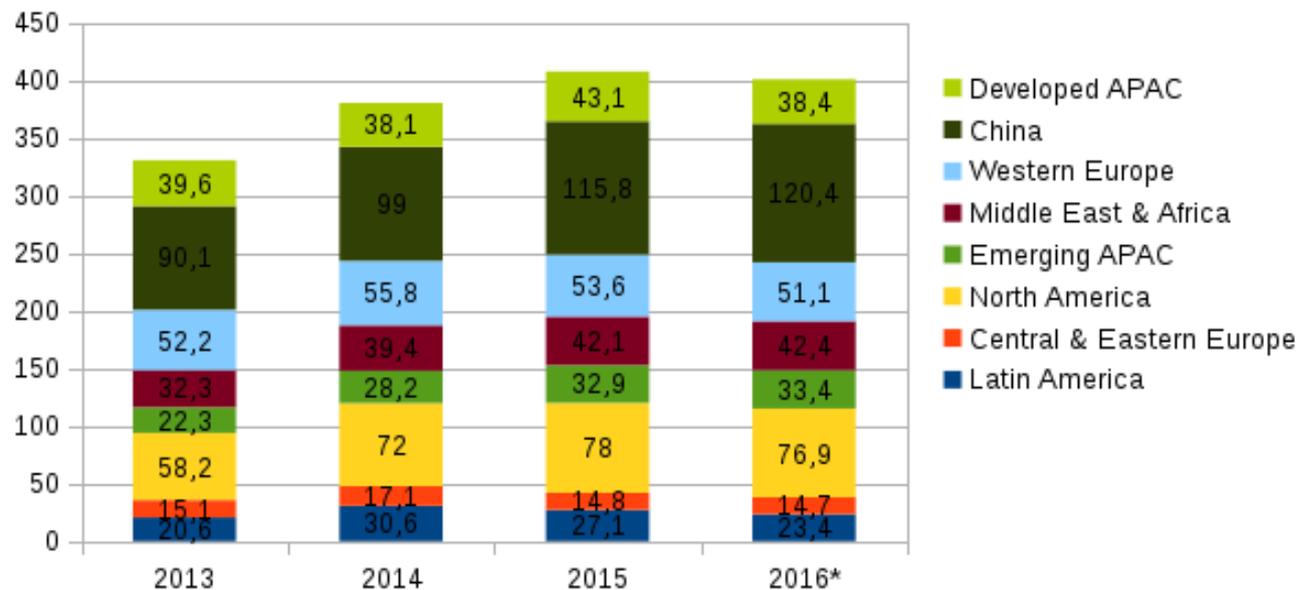
Objetivos:

- Diseñar un sistema con orientado a un conjunto wearable + smartphone.
- Sentar las bases de una implementación de gamificación.
- Desarrollar algoritmos para inferencia IPAQ.
- Desarrollar algoritmos para inferencia de ECOG y KPS.
- Poner el foco de los resultados en las tendencias más allá de los valores absolutos.

3. Diseño del Sistema

- Mercado de wearables crece un **171.6%** entre 2014 y 2015 (Fuente: IDC)
- Los smartphone mantienen sus ventas.

Smartphone sales value worldwide from 2013 to 2016
(in billion U.S. dollars), by region



3. Diseño del Sistema

Wearable seleccionado:

Sony Smartband 2 SWR12

Precio: 129.00 €

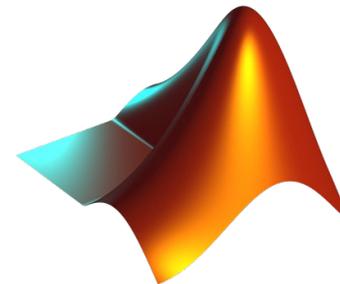
- Medición de:
 - Ritmo cardíaco (HR)
 - Pasos
 - Reconocimiento de Actividad
 - Calorías gastadas



3. Diseño del Sistema

**Desarrollo de software,
tratamiento de los
datos y algoritmos:**

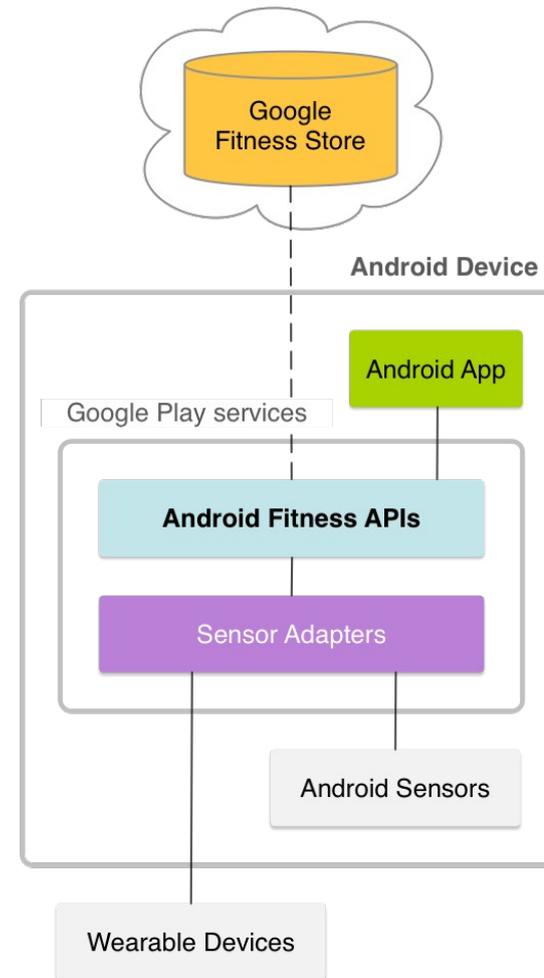
- Android
- MATLAB
- Base de datos SQLite



3. Diseño del Sistema

Google FIT:

- Sensors API
- Recording API
- History API
- Sessions API
- BLE (Bluetooth Low Energy) API
- Config API



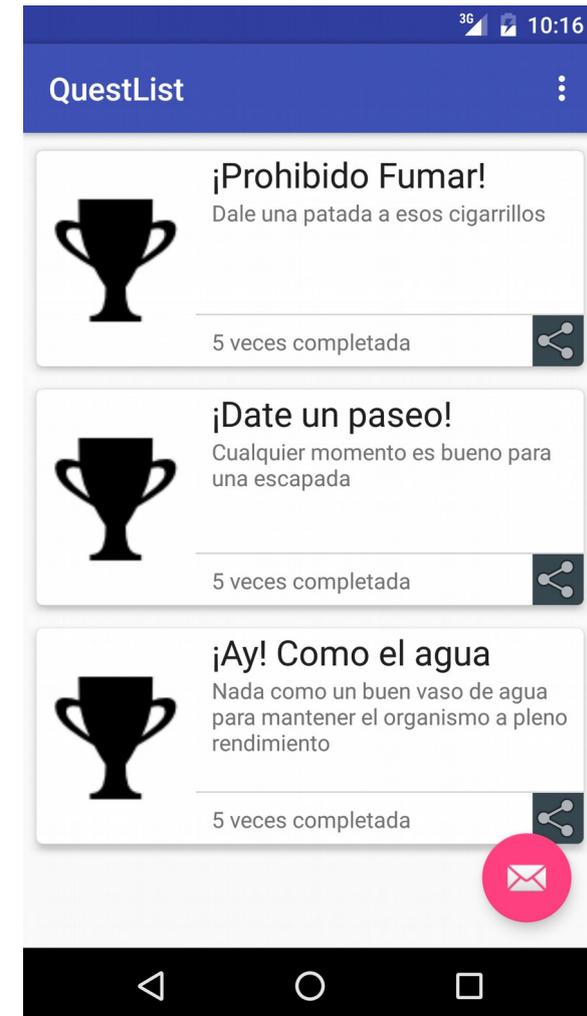
3. Diseño del Sistema

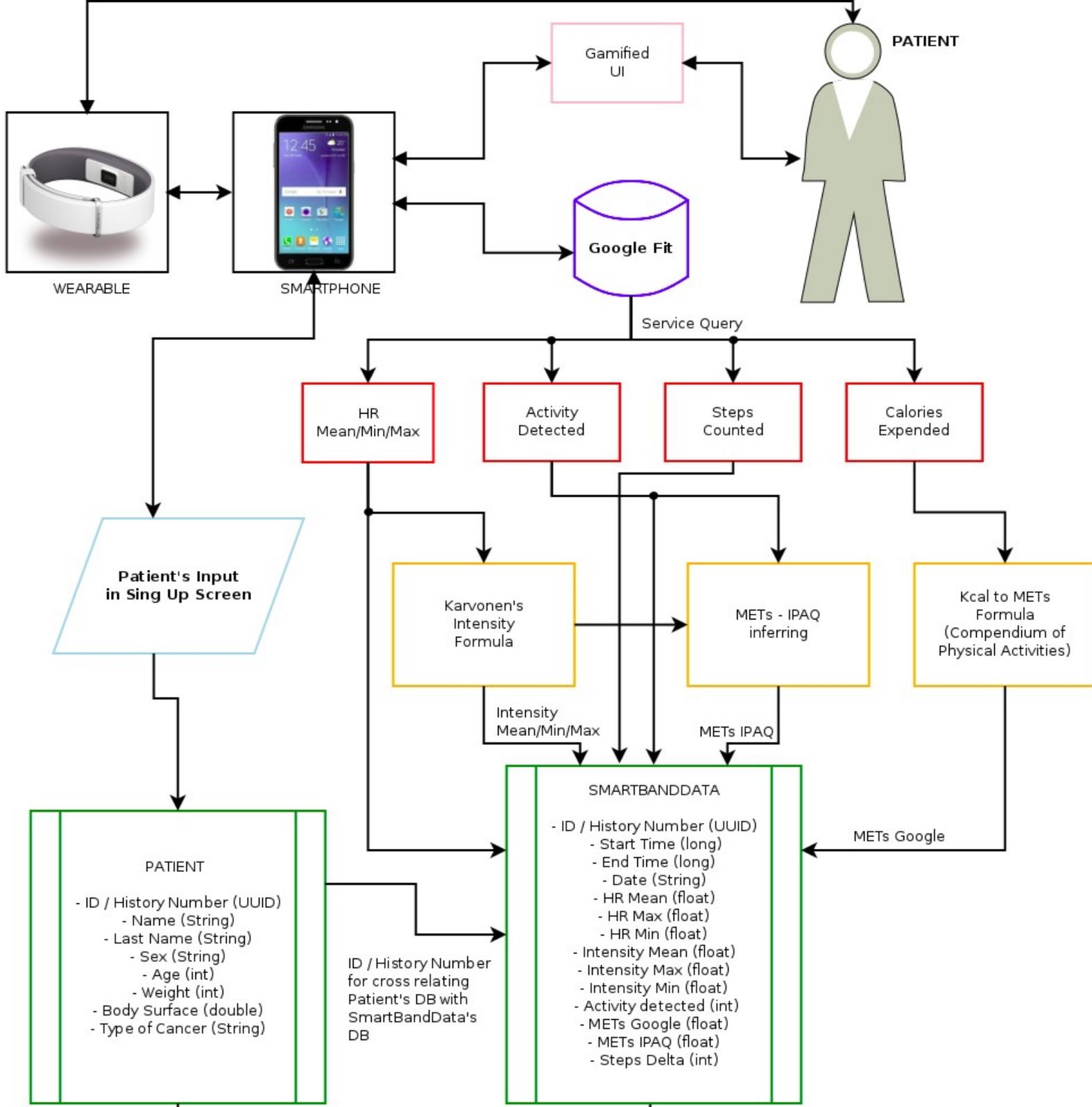
Datos Instantáneos (TYPE_)	Datos Agregados (AGGREGATE_)	Salida
ACTIVITY_SEGMENT	ACTIVITY_SUMMARY	activity (int—enum) duration (int—ms) num_segments (int—count)
CALORIES_EXPENDED	CALORIES_EXPENDED	calories (float—kcal)
HEART_RATE_BPM	HEART_RATE_SUMMARY	average (float—bpm) max (float—bpm) min (float—bpm)
STEP_COUNT_DELTA	STEP_COUNT_DELTA	steps (int—count)

3. Diseño del Sistema

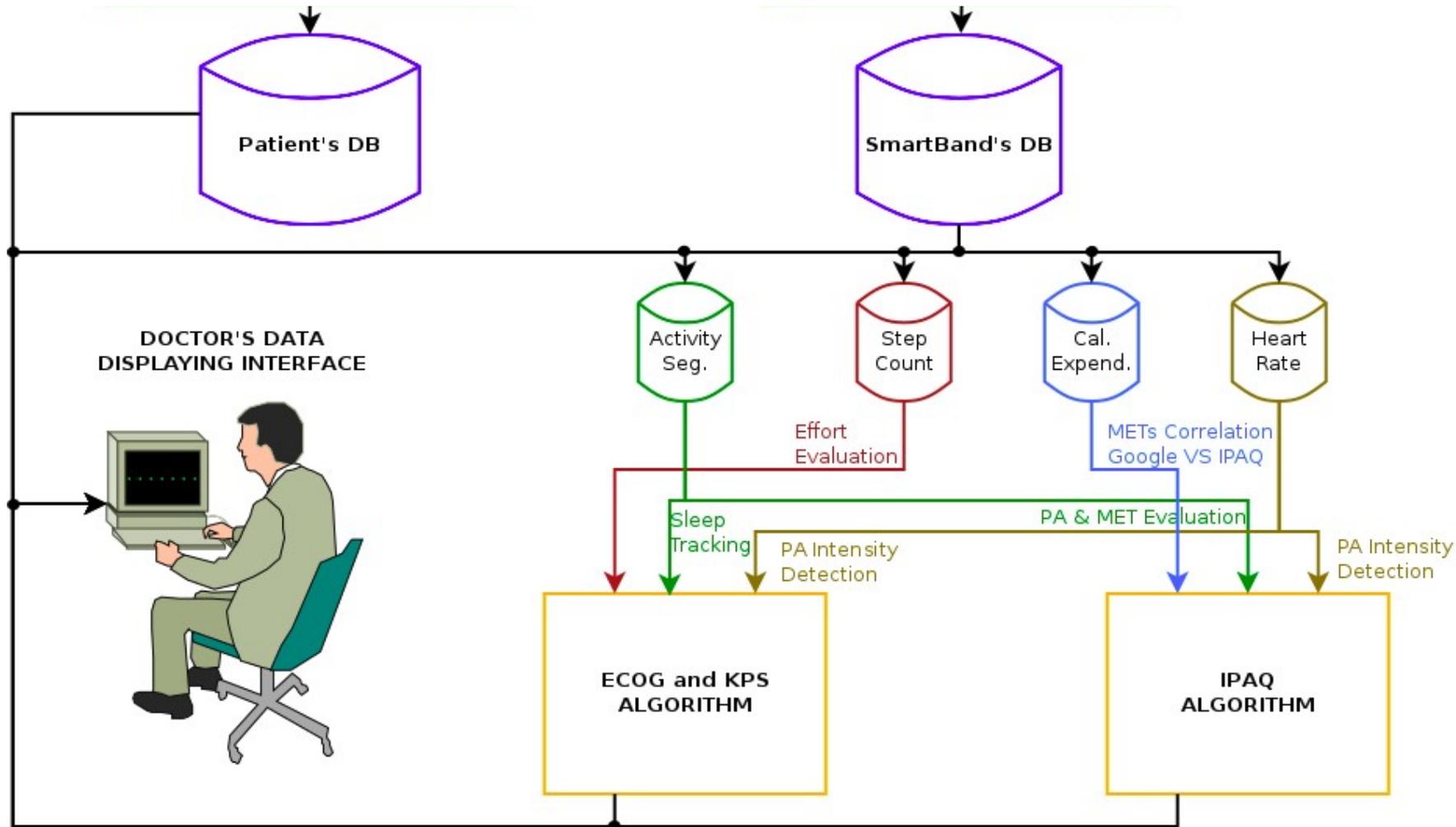
Diseño de la integración de la Ludificación:

- Interfaz atractiva para el paciente.
- *Engagement and progression loops.*
- Fomentar la actividad directa del paciente y su interacción.



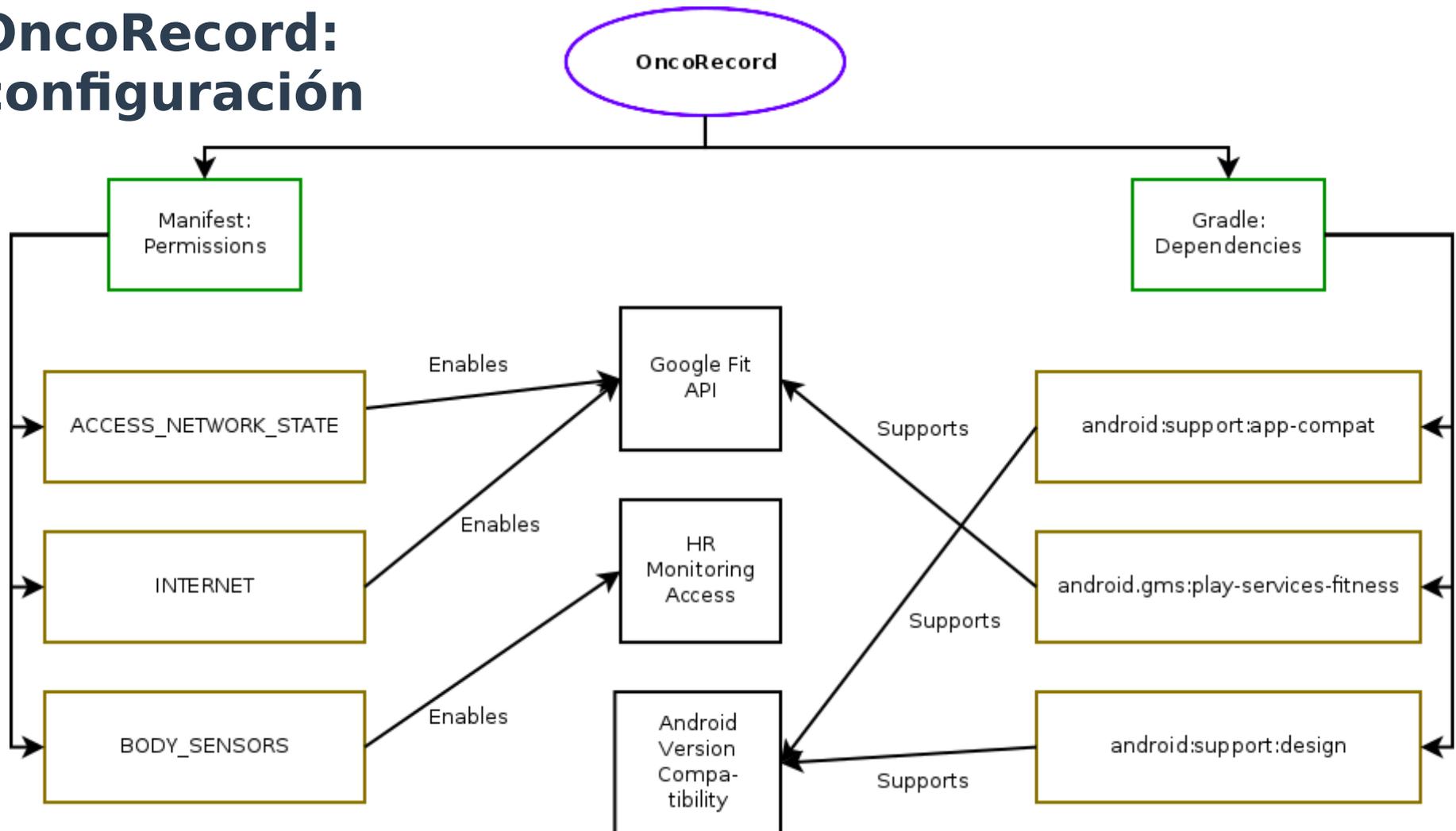


3. Diseño del Sistema



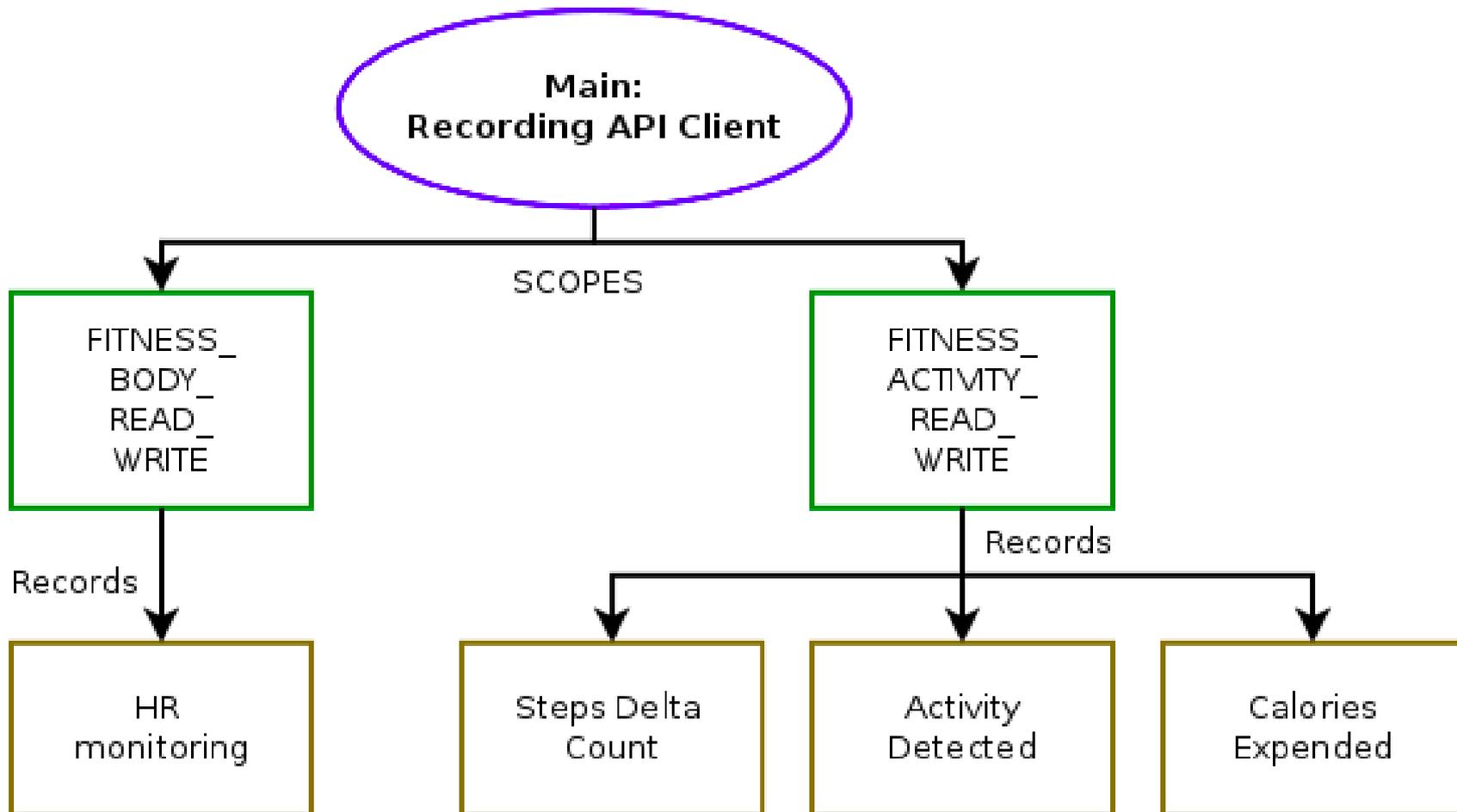
4. Implementación del sistema

OncoRecord: configuración



4. Implementación del sistema

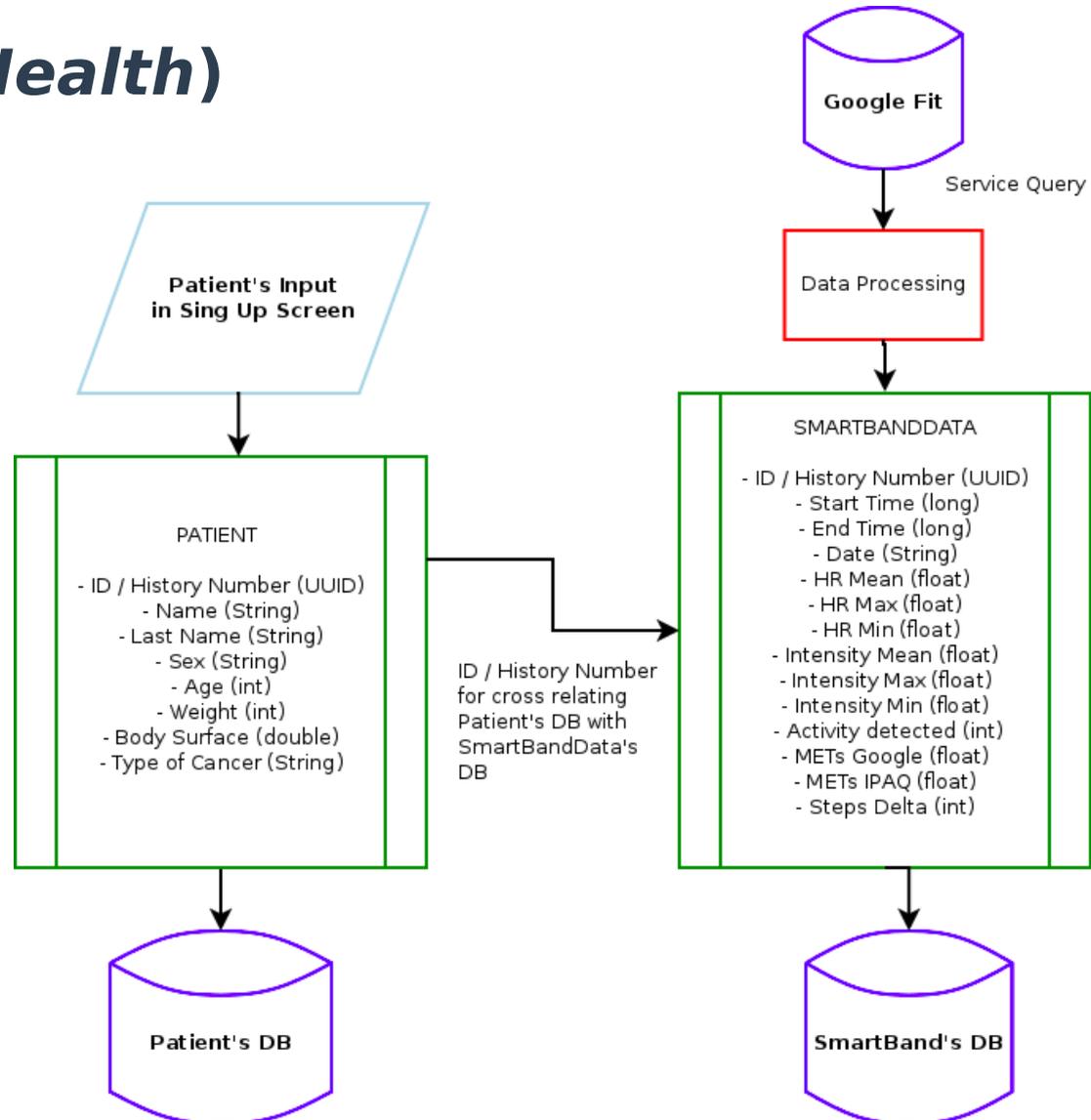
OncoRecord - Recording API



4. Implementación del sistema

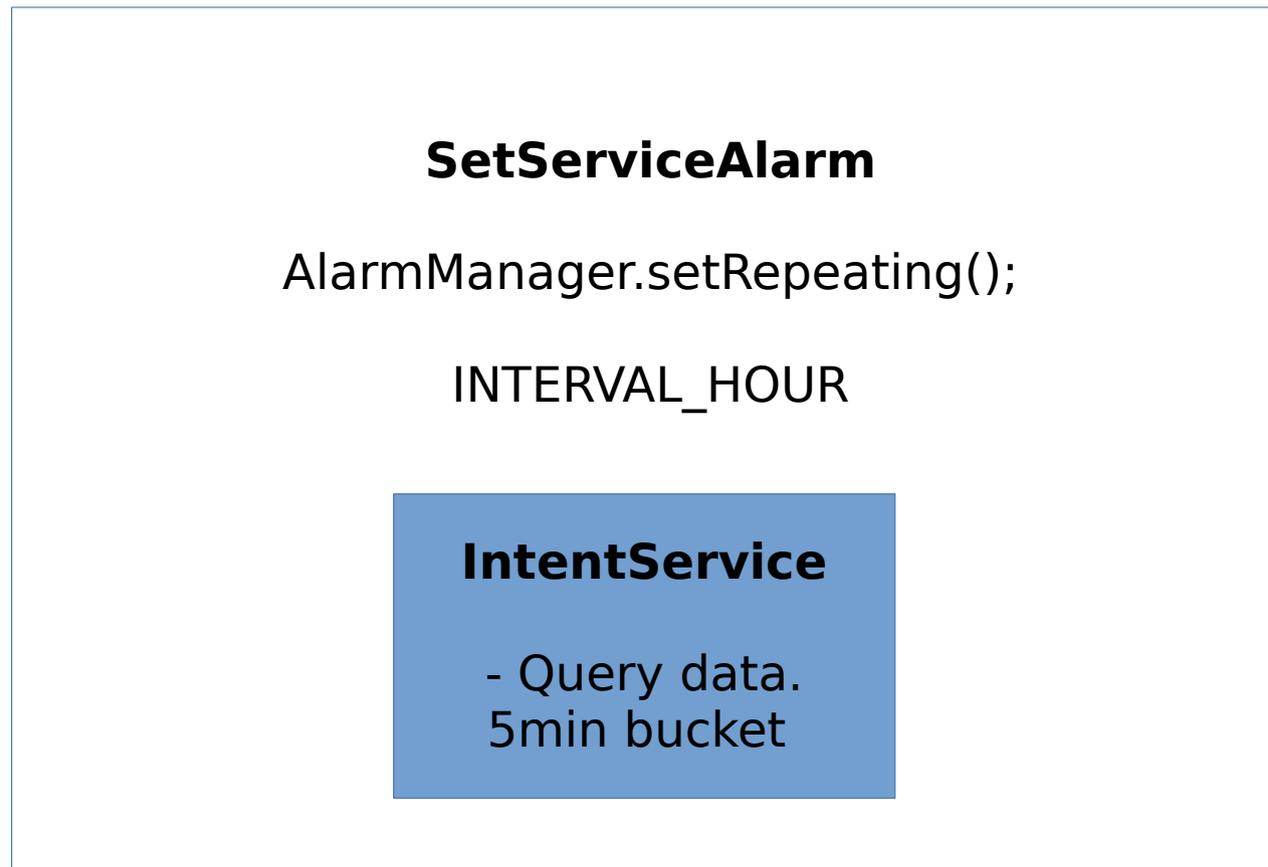
- **OncoSalud (*OncoHealth*)**

- Implementación en servicio para consulta automática.

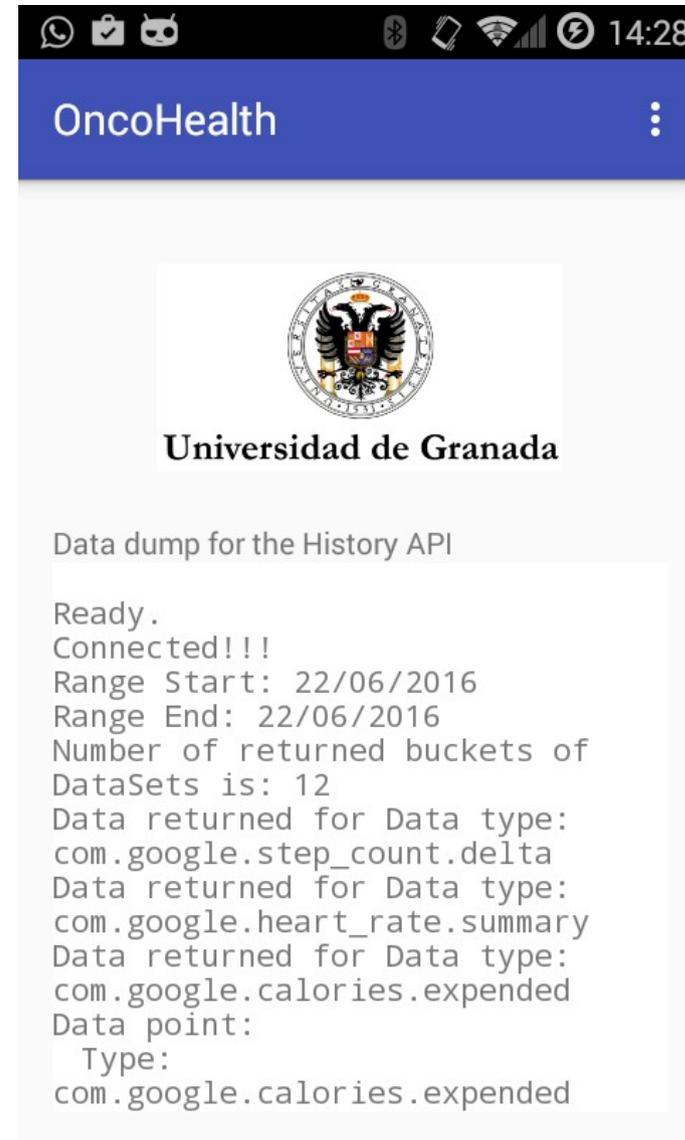
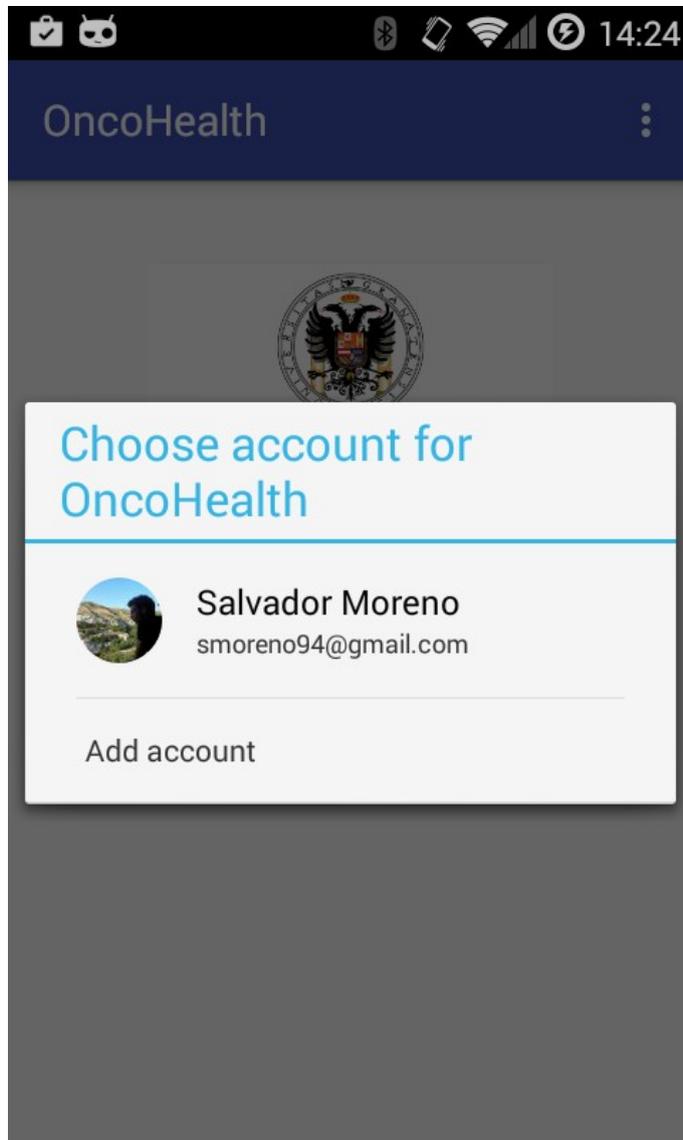


4. Implementación del sistema

- **OncoSalud - Servicio**
- Para depuración se ha utilizado la clase `AsyncTask`

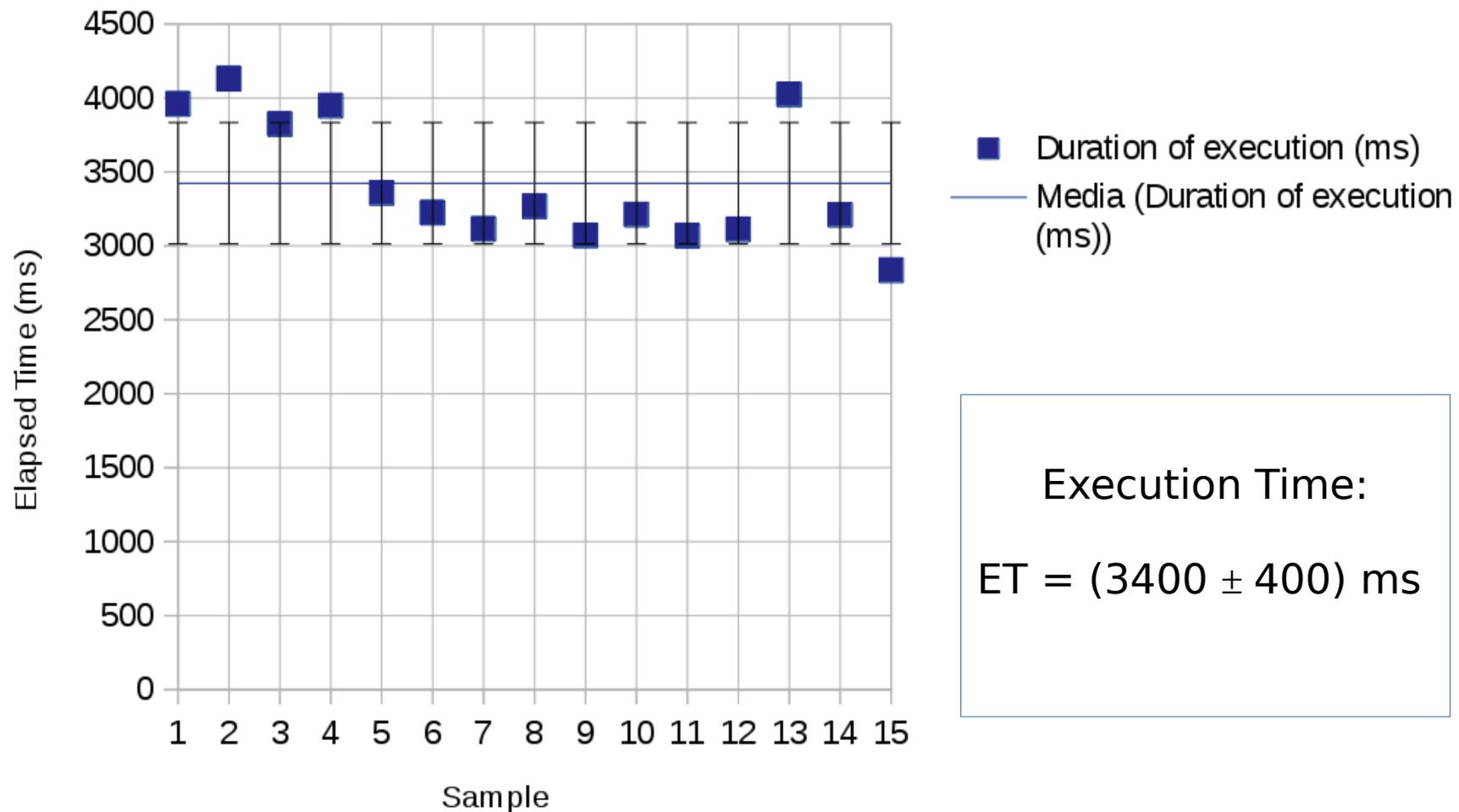


4. Implementación del sistema



4. Implementación del sistema

- **Ejecución de la consulta:**



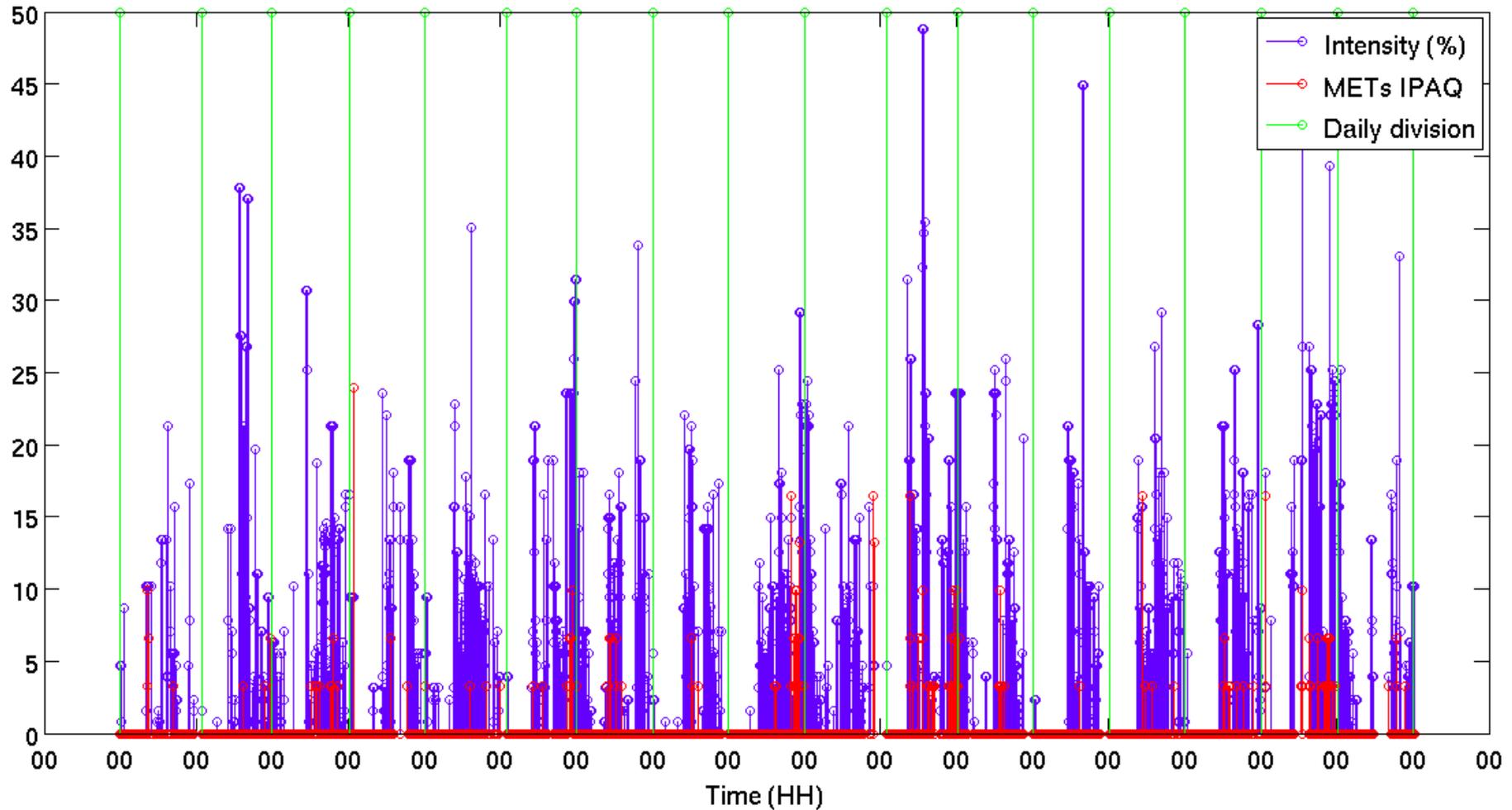
4. Implementación del sistema

Inferencia de IPAQ:

1. Consulta en la base de datos SQLite*
2. Adaptación de frecuencia de muestreo de los datos.
3. Detección de días.
4. Agrupación de datos por días.*
5. Segmentación semanal.*

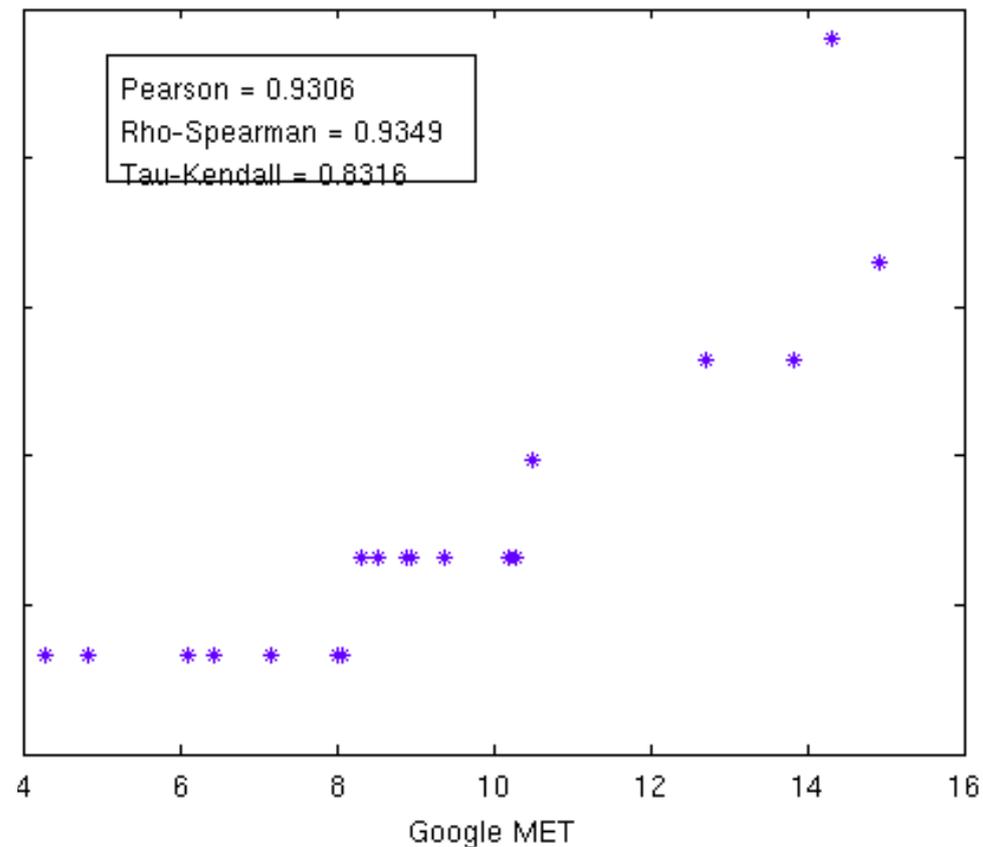
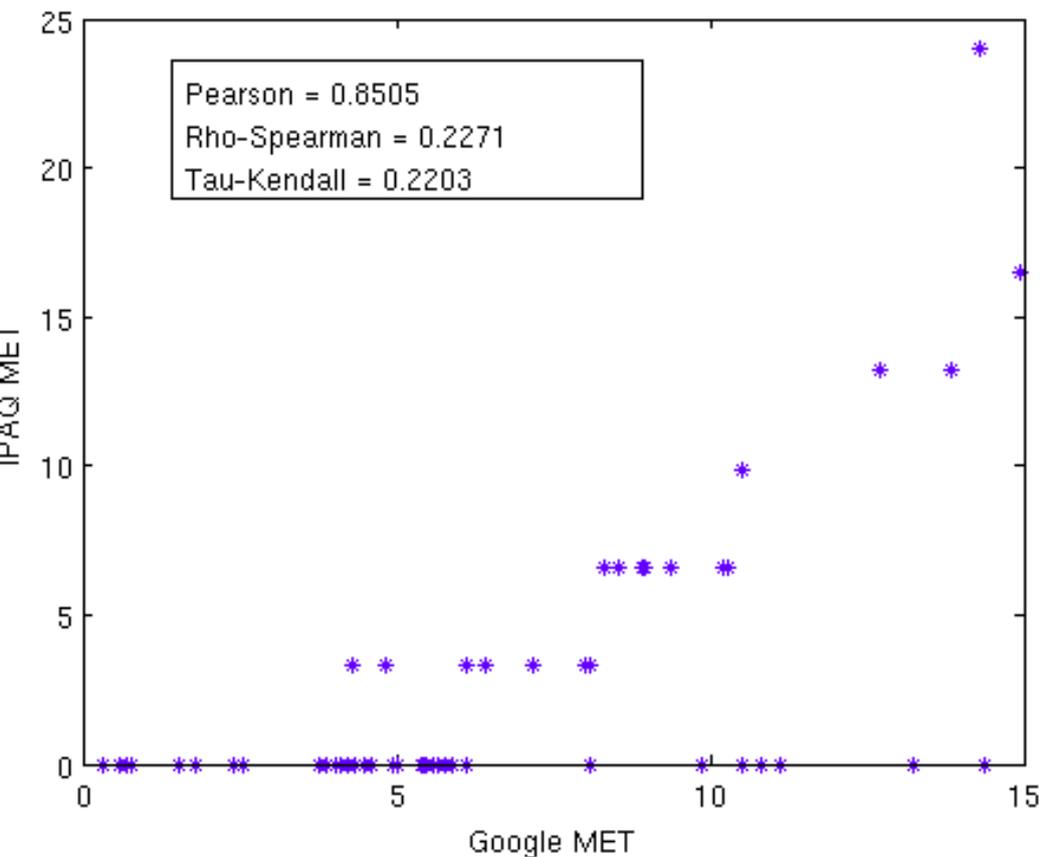
– **Intensidad. de la Act. detectada y MET – IPAQ*

4. Implementación del sistema



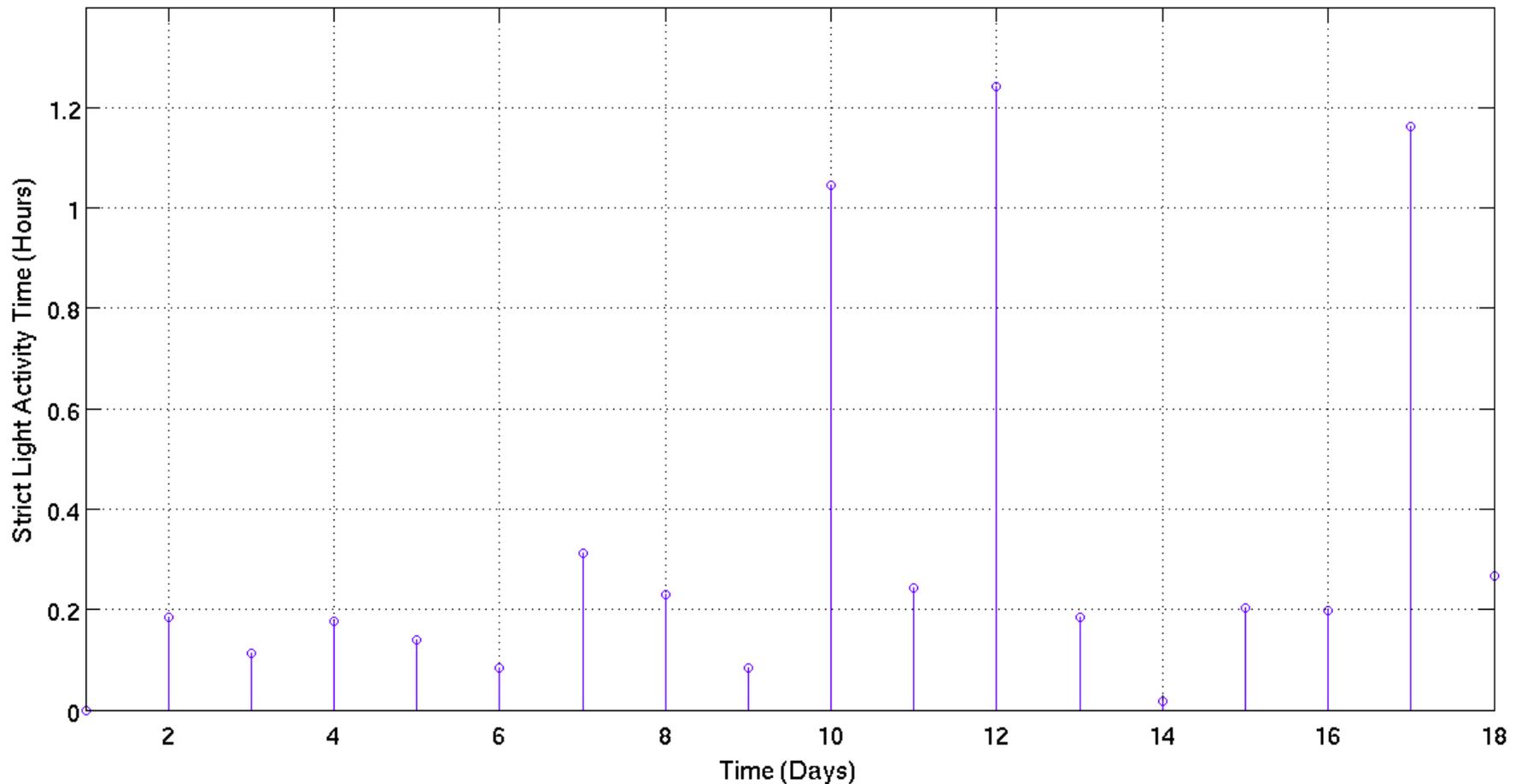
4. Implementación del sistema

Validación de METs inferidos:



4. Implementación del sistema

Tiempo de actividad física detectada:



4. Implementación del sistema

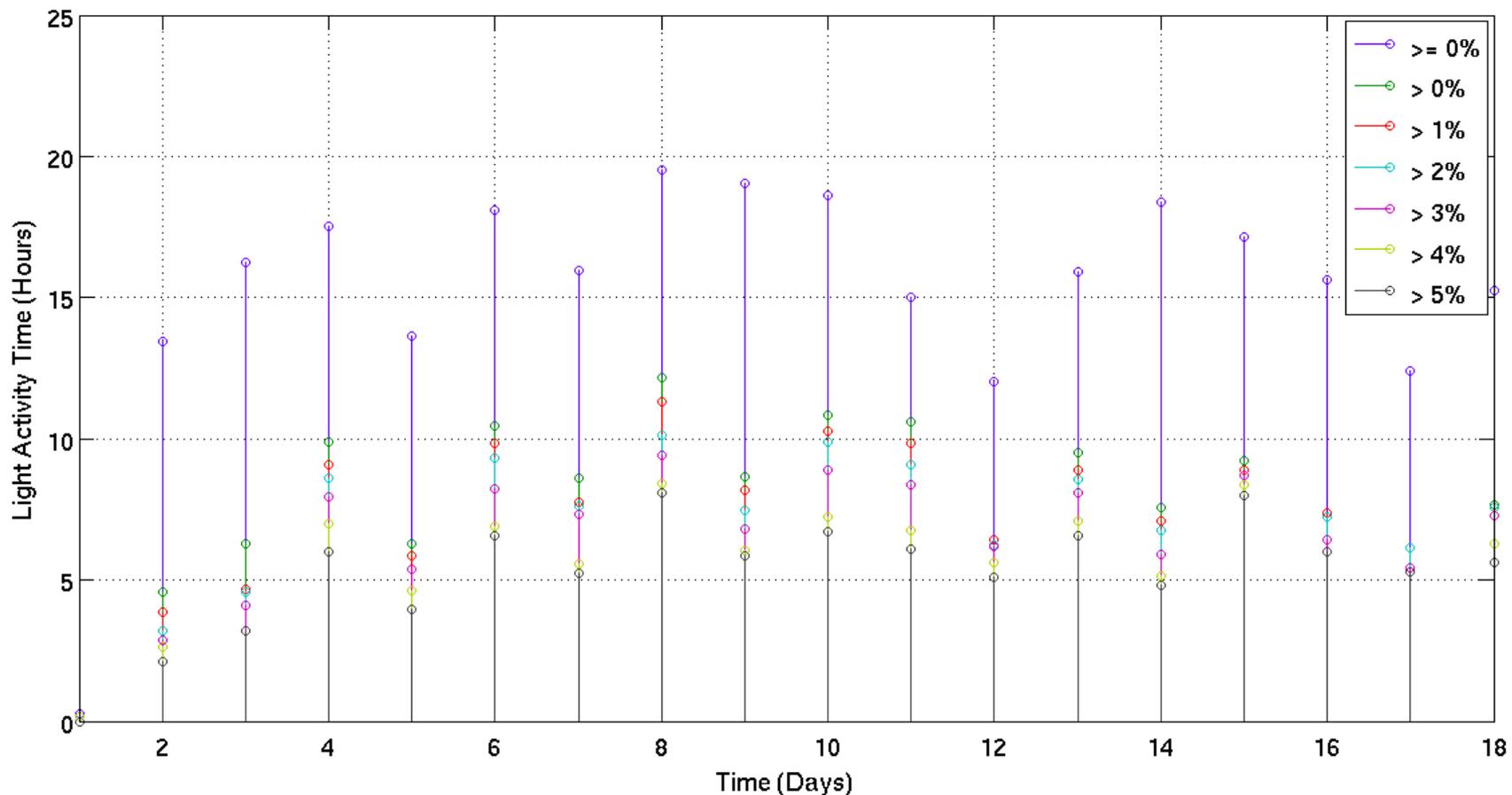
Inferencia de ECOG y KPS:

1. Consulta en la base de datos SQLite.*
2. Adaptación de frecuencia de muestreo de los datos.
3. Detección de días.
4. Agrupación de datos por días.*
5. Segmentación semanal.*

– **Actividad detectada, Intensidad. de la Act. detectada y StepsDelta*

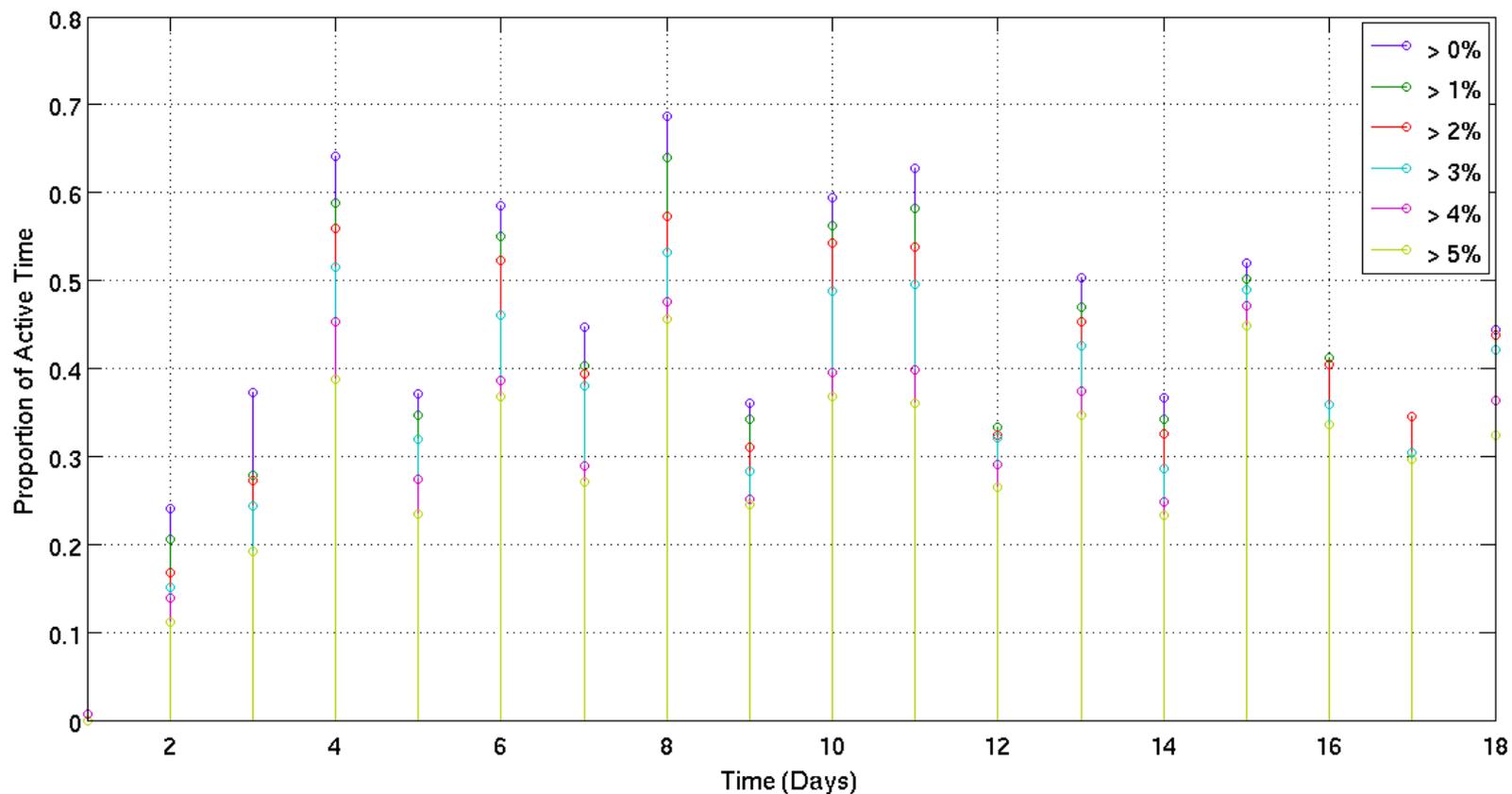
4. Implementación del sistema

Tiempo fuera de cama detectado:



4. Implementación del sistema

Proporción diaria fuera de cama:



RULE BASE				
IPAQ	Proportion	Steps	ECOG	KPS
3	≥0.5	5	0	100
		4	0	100
		3	0	100
		2	0	100
		1	0	100
	<0.5	5	0	100
		4	0	100
		3	0	100
		2	0	90
		1	1	90
2	≥0.5	5	0	100
		4	0	100
		3	0	100
		2	1	90
		1	1	80
	<0.5	5	0	100
		4	0	100
		3	1	90
		2	2	80
		1	2	70
1	≥0.5	5	1	90
		4	1	90
		3	2	80
		2	2	70
		1	2	60
	<0.5	5	2	70
		4	2	70
		3	3	60
		2	3	50
		1	4	40

LEGEND		
Steps Count	Intensity	
sc > 12.500	5	Very High
10.000 < sc < 12.500	4	High
7.500 < sc < 10.000	3	Normal
5.000 < sc < 7.500	2	Low
Sc < 5.000	1	Very Low

IPAQ	Intensity
3	High
2	Moderate
1	Low

Proportion	Legend
≥0.5	More than 50% active time out of bed
<0.5	Less than 50% active time out of bed

ECOG	Legend
0	Best (Asymptomatic)
1	...
2	
3	
4	Worst (Exitus)
5	

KPS	Legend
100	Best (Asymptomatic)
90	...
...	
...	
10	Worst (Exitus)
0	

4. Implementación del sistema

Resultados de su aplicación:

	Semana 1		Semana 2	
	ECOG	KPS	ECOG	KPS
> 0 %	1	90	2	70
> 1 %	2	70	2	70
> 2 %	2	70	2	70
> 3 %	2	70	2	70
> 4 %	2	70	2	70
> 5 %	2	70	2	70

5. Conclusiones

- Multitud de áreas en un mismo sistema.
- Extensa revisión del estado del arte.
- Evaluación de las necesidades con consejo de expertos.
- Planteamiento del diseño de la ludificación.
- Android, SQLite y MATLAB.
- Solución **sin precedentes** en un área de mucha necesidad y de gran impacto social.

6. Trabajo Futuro

- Solicitud de patente.
- Presentación ante el comité ético del hospital Virgen de las Nieves.
- Mejora de la interfaz de ludificación.
- Utilización de lógica difusa en la base de reglas ECOG - KPS.
- Publicación de resultados.

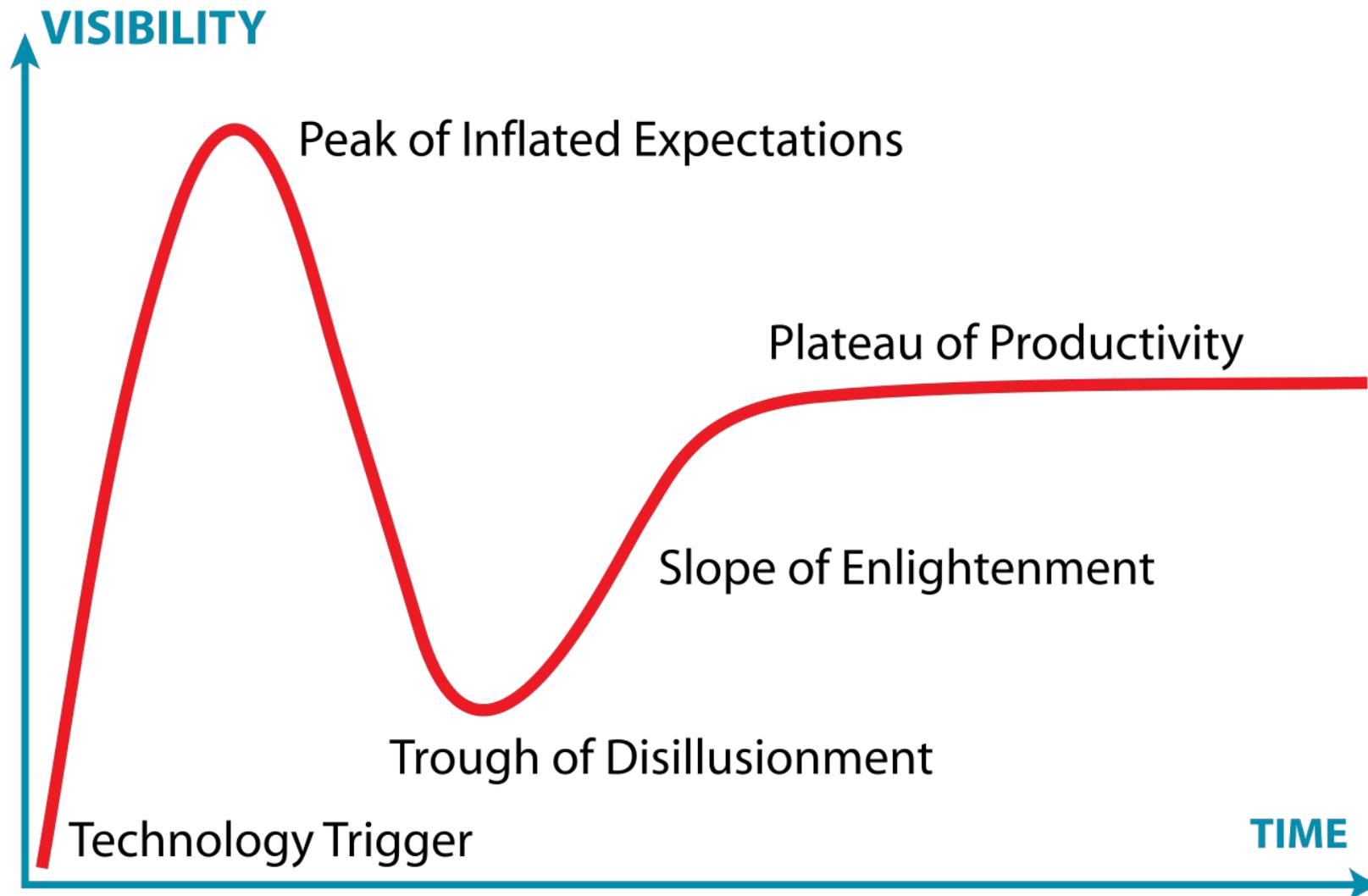


Automatic Performance Status Evaluation and Physical Activity Recognition in Cancer Patients for Medical Diagnosis Assistance

Salvador Moreno Gutiérrez
Contacto: smoreno94@correo.ugr.es

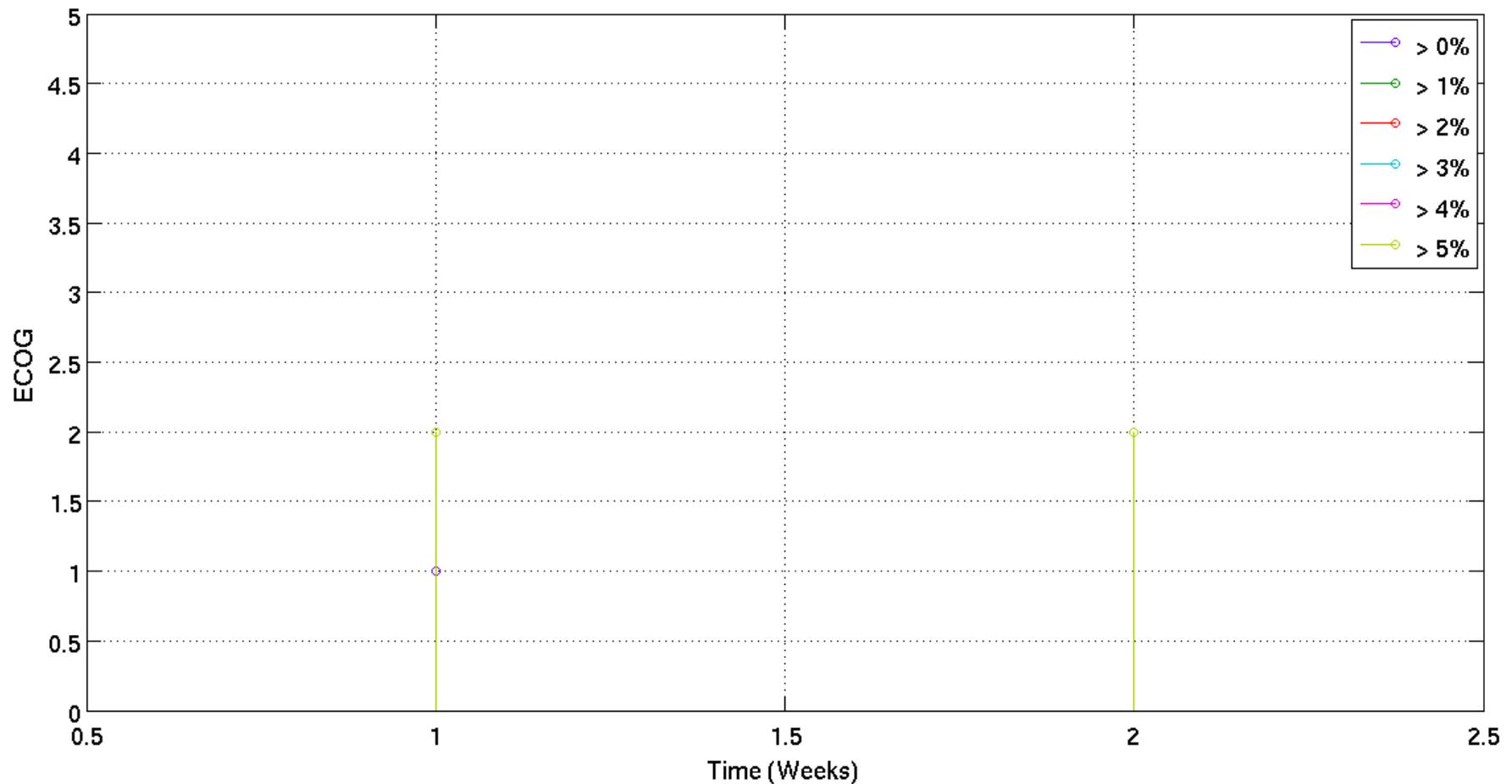
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
Trabajo de Fin de Grado

2. Estado del Arte



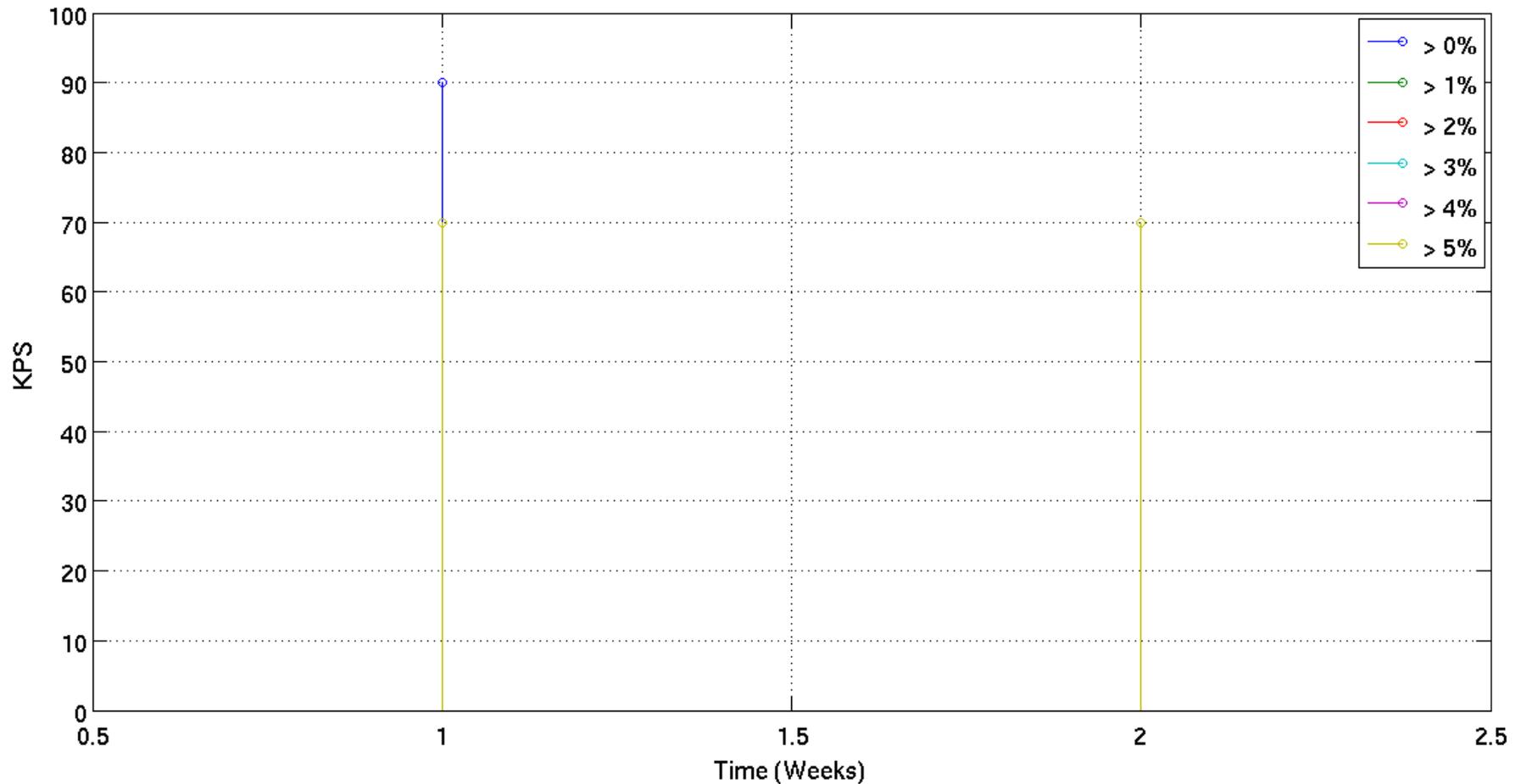
4. Implementación del sistema

ECOG



4. Implementación del sistema

KPS

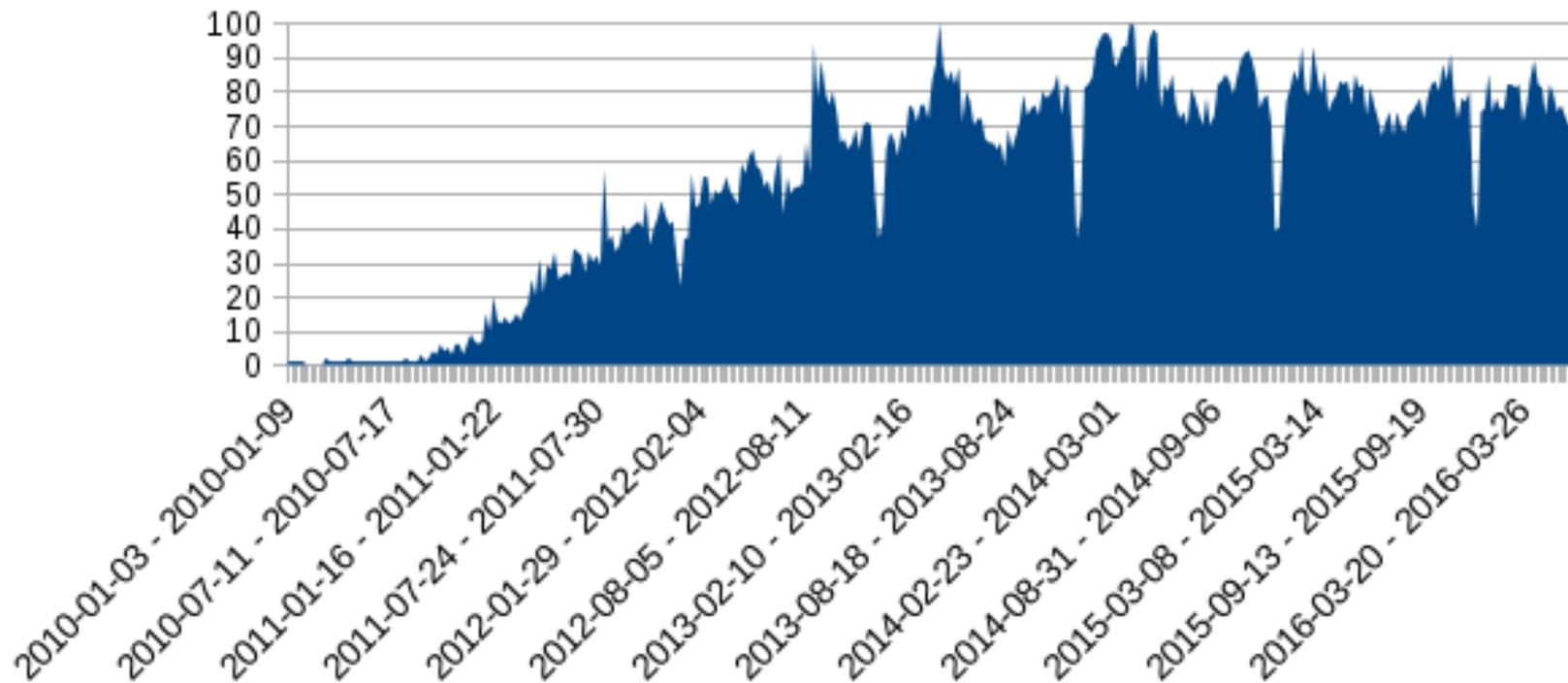


2. Estado del Arte

- **Ludificación:**

Gamification Web Interest

Source: Google Trends

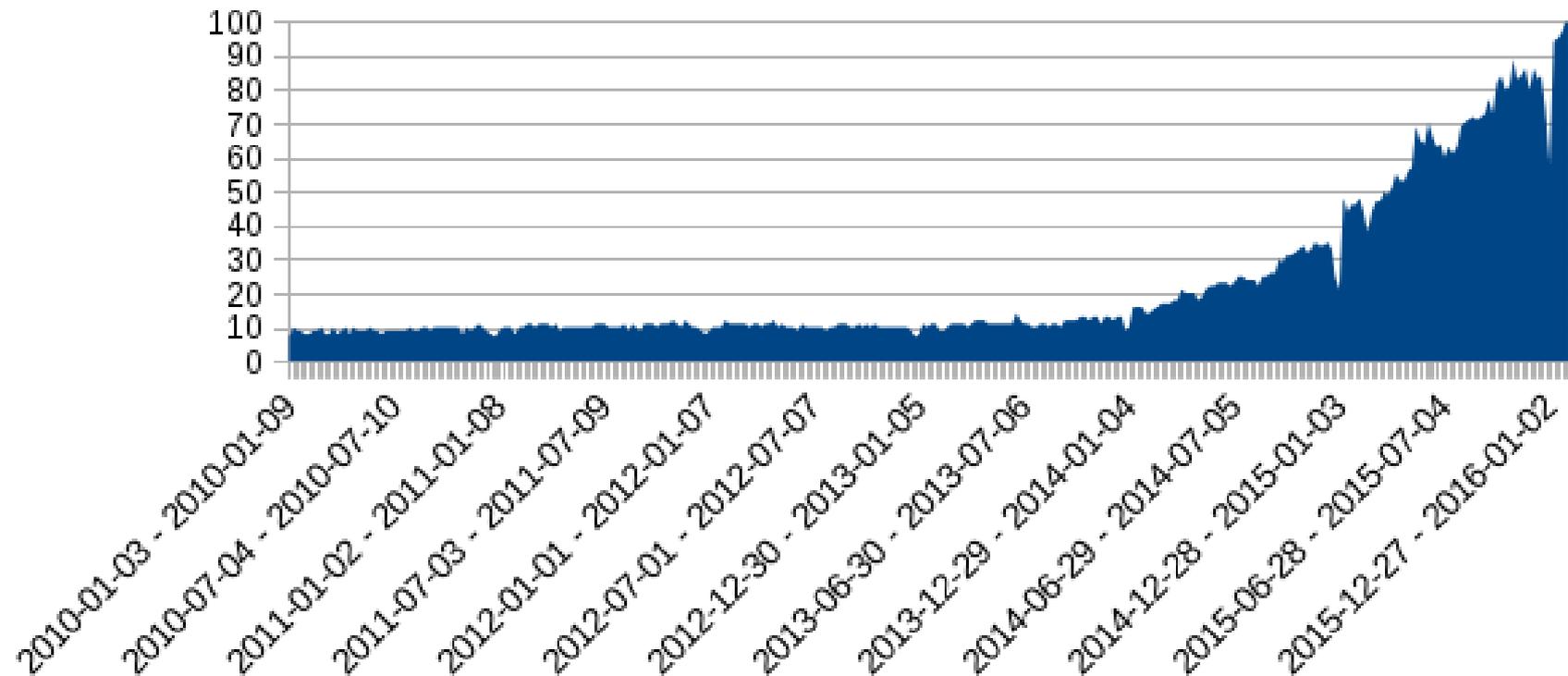


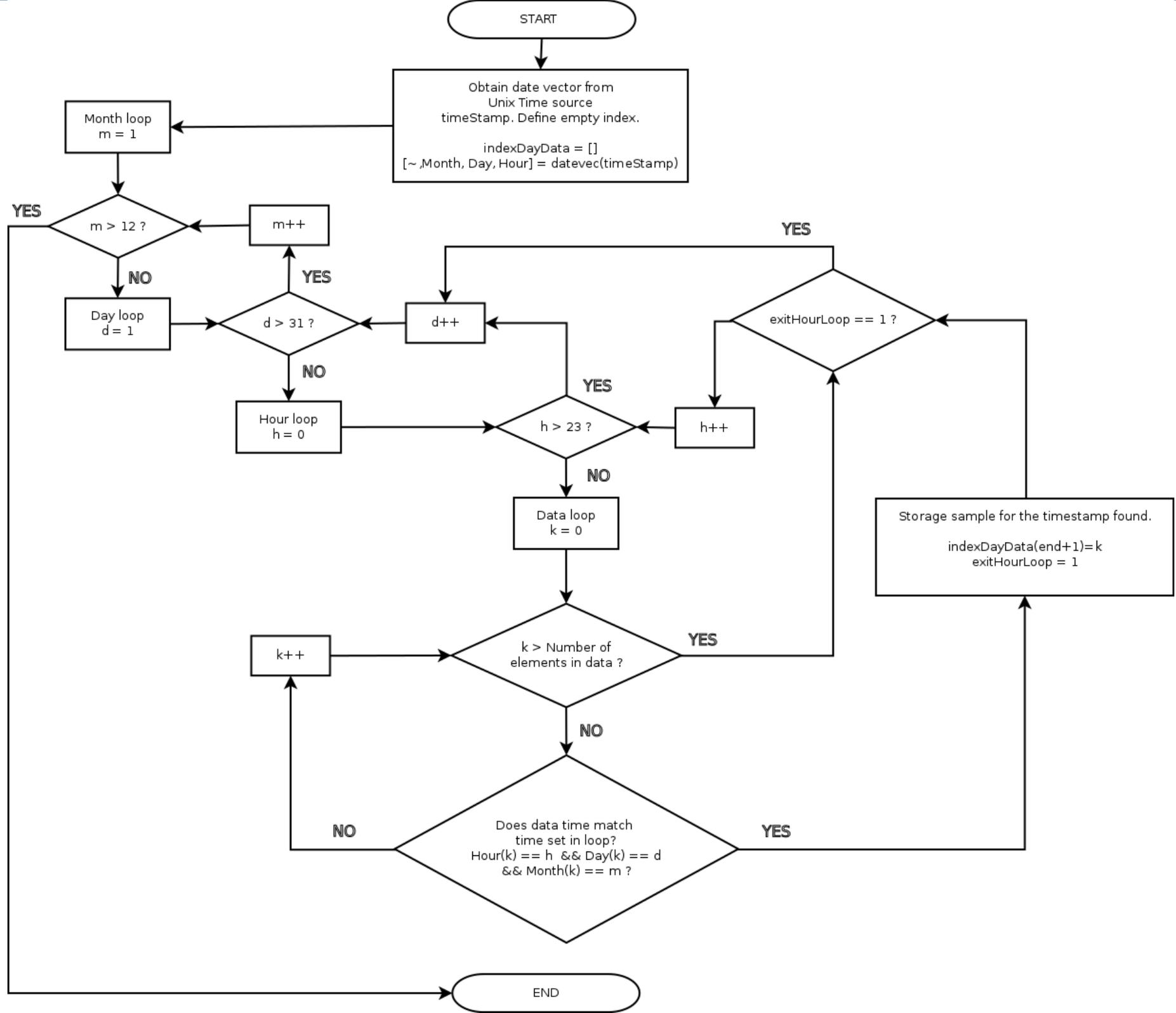
2. Estado del Arte

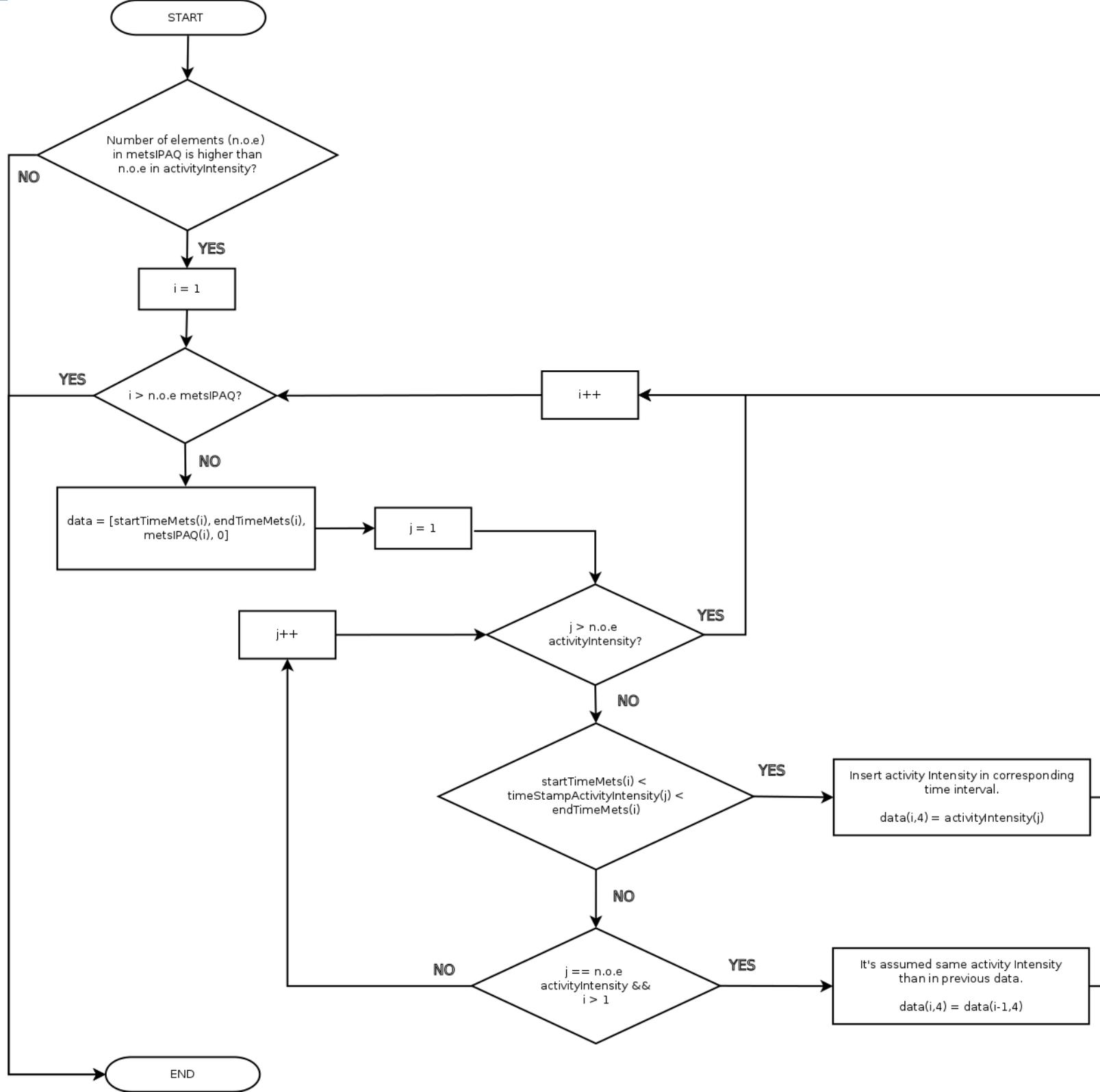
- IoT & mHealth

IoT Web Interest

Source: Google Trends







4. Implementación del sistema

OncoHealth

Universidad de Granada

Patient's Profile

Name Introduce your name

Last name Introduce your last name

Age Insert Age

Sex Male Female

Height Insert your height in cm

Weight Insert your weight in kg

OncoHealth

Universidad de Granada

Last name Introduce your last name

Age Insert Age

Sex Male Female

Height Insert your height in cm

Weight Insert your weight in kg

Type of cancer Insert your type of cancer

CANCEL DONE