

Desarrollo de Sistemas Inteligentes

# ALERTAS ECG: Informe 1

Convocatoria de Enero  
Curso académico 2021/22



LosmonTapuercas

F. Aguilar Martínez  
francisco.aguilarm@um.es  
Grupo PCEO

J.A. Lorenzo Abril  
joseantonio.lorencioa@um.es  
Grupo PCEO

R. Gaspar Marco  
ruben.gasparm@um.es  
Grupo PCEO

**Profesor:**  
Javier Gomez Marín-Blázquez

**Versión:** 1.0  
**Fecha:** 19 de noviembre de 2021

# Índice general

Introducción . . . . .	2
Paso 1. Determinar el dominio y el alcance de la ontología . . . . .	2
Paso 2. Considerar la reutilización de ontologías existentes . . . . .	2
Paso 3. Enumerar los términos importantes para la ontología. . . . .	2
Paso 4. Definir las clases y la jerarquía de clases . . . . .	3
Paso 5. Definir las propiedades (slots) de las clases. . . . .	3
Paso 6. Definir las facetas de los slots . . . . .	3
Paso 7. Crear instancias . . . . .	5

## Introducción

En este informe reflejamos el desarrollo de la *ontología de dominio* que constituye parte del proyecto final de la asignatura “Desarrollo de Sistemas Inteligentes”. El objetivo de la práctica es desarrollar un prototipo de un sistema de alarmas que identifique, a partir de la interpretación de un electrocardiograma (ECG o EKG), posibles patrones de riesgo para la salud.

La metodología seguida para el desarrollo de la ontología es la descrita en Desarrollo de Ontologías 101 [1]. En esta primera versión discutimos los aspectos generales a tener en cuenta, empezando con una primera iteración del proceso.

## Paso 1. Determinar el dominio y el alcance de la ontología

En nuestro caso, el dominio de la ontología es la representación de las diferentes componentes morfológicas de la señal, patrones anormales que se puedan dar en ellas y las hipótesis diagnósticas asociadas a estos patrones.

Planeamos usarla para desarrollar un sistema inteligente capaz de obtener conclusiones diagnósticas a partir de la interpretación del ECG. Por este motivo, conceptos como las partes de la máquina o el personal que realizan el electrocardiograma no se incluirán en la ontología, pues no nos aportan información relevante para resolver el problema.

Otros conceptos son descartados por la simplificación del problema a la que nos vamos a enfrentar. Por ejemplo, las derivaciones<sup>1</sup>, aun siendo relevantes para el problema, son descartados, pues solo observamos una derivación.

También existen ciertas ondas e intervalos, distintos a los que aquí tienen lugar, que se pueden considerar, pero dado que nuestros datos no los contemplan, nosotros no los usaremos en nuestra ontología, por simplicidad. Este también es el caso de otras enfermedades no consideradas aquí.

## Paso 2. Considerar la reutilización de ontologías existentes

Hemos revisado ontologías existentes, pero su complejidad excede la necesaria para la práctica, por lo que hemos decidido desarrollar una propia, sencilla y escueta.

## Paso 3. Enumerar los términos importantes para la ontología

### ■ ¿Qué datos proporcionados por el ECG debe considerar la ontología?

El ECG es una representación visual de la actividad eléctrica del corazón, en función del tiempo. Para nosotros será, aparte del valor del ritmo cardíaco, un conjunto de **ciclos** que consisten, a su vez, en una 5-upla ordenada (P,Q,R,S,T) cuyos componentes se denominan **ondas**, de las que nos interesan su instante de inicio y de fin y la altura máxima que alcanza su voltaje.

Estos valores determinan, a su vez, **segmentos** (línea normalmente isoelectrica que une dos ondas), **intervalos** (porción del EKG que incluye un segmento además de una o más ondas) y **complejos**

---

<sup>1</sup>Medidas del voltaje entre los distintos pares de electrodos

(conjuntos de ondas). De estos, nos interesan los siguientes, por ser útiles para el diagnóstico de las enfermedades consideradas:

- Segmento PR: desde el final de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.
  - Segmento ST: conecta el complejo QRS y la onda T.
  - Intervalo PR: desde el inicio de la onda P al inicio del complejo QRS.
  - Intervalo RR: desde el inicio de una onda R al inicio de la siguiente, o equivalentemente, hasta el final de la onda Q del siguiente ciclo.
  - Intervalo QT : El intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T.
  - Complejo QRS: desde el inicio de la onda Q hasta el final de la onda S.
- ¿Qué diagnósticos consideramos en la práctica?
- Sano
  - Hipopotasemia (hipokalemia)
  - Hipocalcemia
  - Infarto Agudo de Miocardio temprano
  - Isquemia Coronaria
  - Bradicardia Sinus
  - Tachycardia Sinus
  - Premature Ventricular Contraction

## Paso 4. Definir las clases y la jerarquía de clases

Definimos la jerarquía (fig. 1) siguiendo un enfoque combinado para centrarnos en los conceptos más relevantes y estructurar la ontología a partir de ellos. Reconocemos la relevancia de los patrones anormales detectados en los componentes del ECG, y por ello decidimos incluirlos también en la ontología.

## Paso 5. Definir las propiedades (slots) de las clases

Para las ondas, utilizaremos los atributos que nos ofrecen en los ficheros de entrada.

De las demás componentes de la señal nos interesará su duración y las ondas que los delimitan a su vez. Además, como nos interesará tener claro a qué ciclo pertenece cada componente de la señal, un atributo *ciclo* en la clase *Componente* nos permitirá distinguir el ciclo en las clases hijas.

Por último, el Ritmo Cardíaco tendrá, obviamente, que almacenar su valor en un slot *pulsaciones*.

## Paso 6. Definir las facetas de los slots

Las facetas de los slots han sido definidas como aparecen en la table 1.

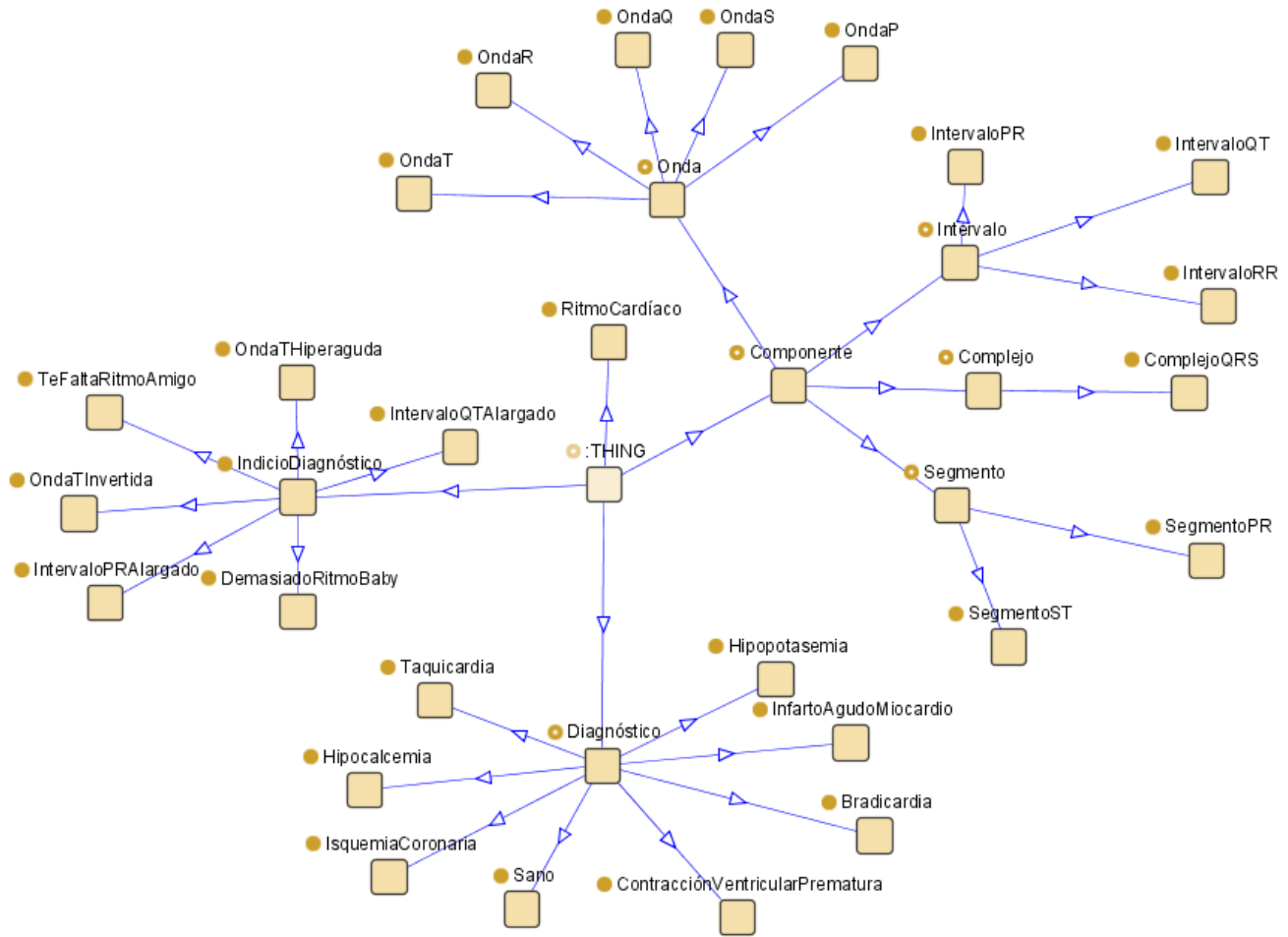


Figura 1: Jerarquía de la ontología

Nombre	Tipo	Dominio	Cardinalidad	Rango
ciclo	Entero	Componente, Diagnóstico, IndicioDiagnóstico	Simple	
inicio	Entero	Onda	Simple	
fin	Entero	Onda	Simple	
altura	Real	Onda	Simple	
duración	Entero	Componente	Simple	
pulsaciones	Entero	RitmoCardíaco	Simple	
tiene-ondaP	Instancia	IntervaloPR, SegmentoPR	Simple (obligatorio)	OndaP
tiene-ondaQ	Instancia	ComplejoQRS, IntervaloQT, IntervaloPR, IntervaloRR, SegmentoPR	Simple (obligatorio)	OndaQ
tiene-ondaR	Instancia	ComplejoQRS, IntervaloRR	Simple (obligatorio)	OndaR
tiene-ondaS	Instancia	ComplejoQRS, SegmentoST	Simple (obligatorio)	OndaS
tiene-ondaT	Instancia	IntervaloQT, SegmentoST	Simple (obligatorio)	OndaT
indicios	Instancia	Diagnóstico	Múltiple	IndicioDiagnóstico

Cuadro 1: Slots de la ontología

## Paso 7. Crear instancias

Finalmente hemos creado las instancias en Protégé junto a unas restricciones que nos permiten comprobar la consistencia de los ciclos entre las distintas componentes de la señal. Por ejemplo, hemos introducido un *Complejo QRS* incorrecto con *ciclo* 1 y una *Onda R* con *ciclo* 2 y un *Intervalo RR* que empieza en la *Onda R* de un ciclo y termina en la *Onda Q* de ese ciclo para comprobar que las restricciones funcionan.

A continuación escribimos las restricciones (omitiendo las casi idénticas) que en Protégé no hemos podido formatear debidamente.

```

1 (forall ?complex
2   (forall ?ondaQ
3     (forall ?ondaR
4       (forall ?ondaS
5         (<=>
6           (and
7             (tiene-ondaQ ?complex ?ondaQ)
8             (tiene-ondaR ?complex ?ondaR)
9             (tiene-ondaS ?complex ?ondaS)
10            (own-slot-not-null ciclo ?complex)
11            (own-slot-not-null ciclo ?ondaQ)
12            (own-slot-not-null ciclo ?ondaR)
13            (own-slot-not-null ciclo ?ondaS)
14          )
15          (and
16            (= (ciclo ?complex) (ciclo ?ondaQ))
17            (= (ciclo ?complex) (ciclo ?ondaR))
18            (= (ciclo ?complex) (ciclo ?ondaS))
19          )
20        )
21      )
22    )
23  )
24 )

```

Listado 1: complejoQRS-ciclos-constraint

```

1 (forall ?seg
2   (forall ?ondaP
3     (forall ?ondaQ
4       (<=>
5         (and
6           (tiene-ondaP ?seg ?ondaP)
7           (tiene-ondaQ ?seg ?ondaQ)
8           (own-slot-not-null ciclo ?seg)
9           (own-slot-not-null ciclo ?ondaP)
10          (own-slot-not-null ciclo ?ondaQ)
11        )
12        (and
13          (= (ciclo ?seg) (ciclo ?ondaP))
14          (= (ciclo ?seg) (ciclo ?ondaQ))
15        )
16      )
17    )
18  )
19 )

```

Listado 2: segmentoPR-ciclos-constraint

```

1 (forall ?interval
2   (forall ?ondaP
3     (forall ?ondaQ
4       (<=>
5         (and
6           (tiene-ondaP ?interval ?ondaP)
7           (tiene-ondaQ ?interval ?ondaQ)
8           (own-slot-not-null ciclo ?interval)
9           (own-slot-not-null ciclo ?ondaP)
10          (own-slot-not-null ciclo ?ondaQ)
11        )
12        (and
13          (= (ciclo ?interval) (ciclo ?ondaP))
14          (= (ciclo ?interval) (ciclo ?ondaQ))
15        )
16      )
17    )
18  )
19 )

```

Listado 3: intervaloPR-ciclos-constraint

```

1 (forall ?interval
2   (forall ?ondaR
3     (forall ?ondaQ
4       (=>
5         (and
6           (tiene-ondaR ?interval ?ondaR)
7           (tiene-ondaQ ?interval ?ondaQ)
8           (own-slot-not-null ciclo ?interval)
9           (own-slot-not-null ciclo ?ondaR)
10          (own-slot-not-null ciclo ?ondaQ)
11        )
12        (and
13          (= (ciclo ?interval) (ciclo ?ondaR))
14          (= (+ 1 (ciclo ?interval)) (ciclo ?ondaQ))
15        )
16      )
17    )
18  )
19 )

```

Listado 4: intervaloRR-ciclos-constraint

```

1 (forall ?interval
2   (forall ?ondaQ
3     (forall ?ondaT
4       (=>
5         (and
6           (tiene-ondaQ ?interval ?ondaQ)
7           (tiene-ondaT ?interval ?ondaT)
8           (own-slot-not-null duracion ?interval)
9           (own-slot-not-null inicio ?ondaQ)
10          (own-slot-not-null fin ?ondaT)
11        )
12        (=
13          (duracion ?interval)
14          (- (fin ?ondaT) (inicio ?ondaQ))
15        )
16      )
17    )
18  )
19 )

```

18 )  
19 )

Listado 5: intervaloQT-duracion-constraint



# Bibliografía

- [1] Natalya F. Noy y Deborah L. McGuinness. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. URL: [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf).