

# Instituto Tecnológico de Costa Rica



## Escuela de Ingeniería en Computación

*Aplicación de deep learning al aprendizaje de modelos de mundo en  
mecanismos cognitivos*

Primer informe de práctica profesional

Bachillerato en Ingeniería en Computación

Ariel Rodríguez Jiménez

Coruña, España; marzo 2018

## Sumario

Introducción.....	3
Contexto del proyecto.....	4
Descripción del problema.....	5
Enunciado del problema.....	5
Enunciado de la solución.....	5
Stakeholders.....	5
Resumen de necesidades y expectativas.....	6
Perspectiva, supuestos y dependencias del producto.....	6
Requerimientos no funcionales.....	7
Análisis de riesgos.....	8
Objetivos y alcances del sistema.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Alcance.....	9
Productos de la fase de conceptualización.....	10
Diagrama de casos de uso.....	10
Especificación de casos de uso.....	10

## Introducción

En el presente documento se explicará con detalle el proyecto que se realizará a lo largo de la práctica profesional en el Grupo Integrado de Ingeniería de la Universidade da Coruña. Cada punto será conciso y se tratará de detallar de una manera óptima para que no quede duda alguna en el lector.

El proyecto está siendo implementado en el rango de tiempo que estipula el calendario institucional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, primer semestre 2018.

En este documento no se adjuntará código alguno realizado previamente, sino solamente explicaciones técnicas del proyecto.

## Contexto del proyecto

El trabajo se realizará en el Grupo Integrado de Ingeniería(GII) de la Universidad da Coruña. Es un grupo interdisciplinar de investigación aplicado a la ingeniería orientado a la transferencia de conocimiento y a la generación de nuevos productos en el entorno industrial.

Este trabajo se enmarca en el proyecto europeo DREAM (Deferred Restructuring of Experince in Autonomous Machines), que se centra en la integración de procesos cognitivos basados en el sueño dentro de una arquitectura cognitiva para robots autónomos. El objetivo de utilizar estos procesos reside en la capacidad de consolidar el aprendizaje adquirido durante la operación en "tiempo de vida" que se ha visto que existe en los procesos asociados al sueño en el cerebro humano. De esta forma, la experiencia adquirida por el robot se analiza y procesa en otra escala temporal que proporciona nuevas representaciones de más alto nivel.

El proyecto DREAM se concreta en el desarrollo de una arquitectura cognitiva, denominada Multilevel Darwinist Brain (MDB), que da soporte a todos estos procesos cognitivos. Uno de los principales problemas a solucionar en el MDB se centra en el aprendizaje de modelos en tiempo real en problemas de alta dimensionalidad, y con sensores ruidosos, como son los que existen en cualquier robot real.

## Descripción del problema

### Enunciado del problema

El aprendizaje de modelos es un elemento clave en robótica cognitiva. Siguiendo el formalismo del campo de aprendizaje por refuerzo, estos modelos son de tres tipos: policies, forward models y value functions. El aprendizaje en tiempo real de estos modelos es complejo, y en el Grupo Integrado de Ingeniería (GII) de la Universidad de Coruña (UDC) se ha venido realizando mediante redes de neuronas artificiales que eran entrenadas utilizando algoritmos evolutivos. Esta combinación ha dado resultados muy satisfactorios, pero limitados en cuanto a la dimensionalidad del espacio de búsqueda. Se pretende aplicar técnicas de deep learning para intentar tener una mejor solución al problema mencionado.

### Enunciado de la solución

En este trabajo se pretende aplicar técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning) a este dominio (definido en el punto anterior), de modo que se puedan resolver problemas de aprendizaje de modelos con robots reales. El campo de Deep Learning está en pleno auge, pero son todavía pocos los trabajos en el marco de Aprendizaje por Refuerzo (Deep Reinforcement Learning), y menos aún, en un enfoque más de robótica cognitiva.

### Stakeholders

Nombre	Departamento	Labores que realiza	Responsabilidades en el proyecto	Objetivo en el proyecto
<b>Francisco Bellas Bouza</b>	Computación	Profesor e investigador en ciencias de la computación e inteligencia artificial	Definir líneas de trabajo. Definir experimentos concretos.	Tener implementación basada en Tensorflow de determinados componentes del MDB.

<b>José Becerra Permuy</b>	Computación	Profesor e investigador en ciencias de la computación e inteligencia artificial	Definir líneas de trabajo. Definir experimentos concretos.	Tener implementación basada en Tensorflow de determinados componentes del MDB.
<b>Juan Monroy Camafreita</b>	Computación	Profesor e investigador en ciencias de la computación e inteligencia artificial	Definir líneas de trabajo. Definir experimentos concretos.	Tener implementación basada en Tensorflow de determinados componentes del MDB.

### Resumen de necesidades y expectativas

<b>Necesidad</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Problema que conlleva</b>	<b>Solución actual</b>	<b>Solución con la que se propone satisfacer la necesidad</b>
<b>Implementación de gran parte de los componentes del MDB para ejecutarlos de manera distribuida.</b>	Alta	Aprendizaje de Tensorflow y conocimiento en materia de Redes Neuronales Artificiales.	Implementación con librerías propias y un poco obsoletas, dependencia de desarrollos propios.	Implementación de los problemas con Tensorflow, facilita el mantenimiento y mejora el rendimiento de los programas.

### Perspectiva, supuestos y dependencias del producto

- I. Se asume que el robot Baxter está en buen estado y se podrán hacer las pruebas en él en el momento que sea necesario.
- II. Se asume que las funciones de TensorFlow, tales como cálculo de errores, multiplicación de matrices, etc; funcionan de una manera óptima.
- III. Se asume que los datos para entrenar las redes neuronales están revisados y tienen relación entre ellos.

- IV. Se asume que el software ya existente al que se debe integrar el sistema, trabaja de una manera óptima.

## Requerimientos no funcionales

- I. Utilizar estándar de codificación PEP8 para el lenguaje de programación Python.
- II. Cumplir las tareas establecidas en el tiempo asignado.
- III. El aprendizaje de los modelos debe de ser posible con pocos datos de prueba, debido a que aprenden en tiempo real.
- IV. Mantener el trabajo realizado en un repositorio compartido con los miembros de trabajo.

## Análisis de riesgos

- 1) Implementación sin funcionar
  - a) Categoría
    - i) Tecnológico
  - b) Posibles causas
    - i) Deficiente programación de parte del estudiante
    - ii) Deficiente propuesta de solución
  - c) Impacto del riesgo para el proyecto
    - i) Tiempo perdido intentando solucionar problemas con nueva tecnología
  - d) Probabilidad de ocurrencia
    - i) 0.1
  - e) Estrategia de evasión
    - i) Revisar constantemente los resultados obtenidos
  - f) Estrategia de mitigación
    - i) Corregir errores encontrados cada vez que se revisen los resultados
  - g) Estrategia de contingencia
    - i) Seguir con los programas anteriores y hacer análisis de los errores obtenidos para encontrar una solución al respecto



## Objetivos y alcances del sistema

### Objetivo general

Estudio de la viabilidad de la aplicación de técnicas de Deep Reinforcement Learning para el aprendizaje en tiempo real de modelos en una arquitectura cognitiva denominada Multilevel Darwinist Brain.

### Objetivos específicos

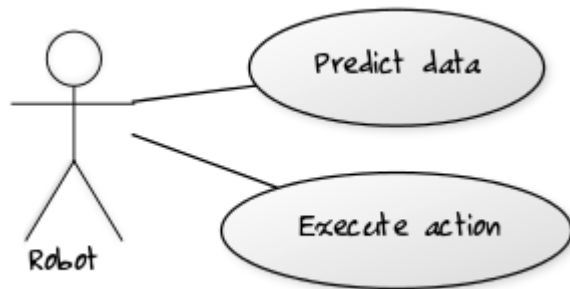
- I. Conocer el estado del arte en Deep Reinforcement Learning (DRL)
- II. Definir un problema de referencia en robótica cognitiva dentro del proyecto DREAM
- III. Obtener datos de entrenamiento de este problema
- IV. Seleccionar las aproximaciones adecuadas para el dominio de DRL
- V. Probar las diferentes aproximaciones sobre los datos de entrenamiento
- VI. Integrar la técnica más satisfactoria en el MDB
- VII. Analizar el MDB mejorado en un problema de aprendizaje en tiempo real

### Alcance

Este trabajo cubre todas las etapas del ciclo de desarrollo, desde el diseño de la solución hasta la programación y las pruebas finales, aunque está más centrado en esta última parte porque el desarrollo a realizar se debe integrar en una arquitectura software ya existente, por lo que el diseño está más acotado.

## Productos de la fase de conceptualización

### Diagrama de casos de uso



### Especificación de casos de uso

#### 1. Predecir datos

- 1.1. Redes neuronales a partir de las cuales el robot es capaz de predecir y decidir las mejores acciones a realizar en un determinado momento.
- 1.2. Flujo de eventos
  - 1.2.1. Se reciben datos de sensores.
  - 1.2.2. Entrada de datos a la red neuronal.
  - 1.2.3. Ejecución del proceso de predicción.
  - 1.2.4. Obtener salida de los datos y analizar acciones.
- 1.3. Requisitos especiales
  - 1.3.1. Normalizar datos de entrada en caso de que la red así fuera entrenada.
  - 1.3.2. Normalizar datos de salida en caso de que la red así fuera entrenada.
  - 1.3.3. Entrenar red con datos representativos para tener una mayor precisión.
- 1.4. Condiciones previas
  - 1.4.1. Sensores funcionando correctamente para obtener datos de entrada.

## 2. Ejecutar acción

2.1. Realizar una acción determinada según la salida de una red neuronal.

2.2. Flujo de eventos

2.2.1. Recepción de la salida de la red.

2.2.2. Análisis de la respuesta de la red.

2.2.3. Ejecución de la acción respectiva.

2.3. Requisitos especiales

2.3.1. Entrenamiento eficiente de la red para ejecutar acciones con sentido.