

Anexo I. Registro del Título del Trabajo Fin de Grado (TFG-BA)

NOMBRE DEL ALUMNO: Beatriz Castelló Díez

PROGRAMA:

GRUPO: 5 E2+BA

FECHA:

Director Asignado: Garrido Merchán

Apellidos

Eduardo

Nombre

Título provisional del TFG-BA:

SIMULACIÓN DE LA POLÍTICA DE TRIAJE EN URGENCIAS HOSPITALARIAS MEDIANTE GEMELOS DIGITALES Y AGENTES ENTRENADOS POR APRENDIZAJE POR REFUERZO.

ADJUNTAR PROPUESTA (máximo 2 páginas: objetivo, bibliografía, metodología e índice preliminares)

Firma del estudiante:

Beatriz Castelló

Fecha:

INDICE

1. Introducción y Motivación	
2. Estado del Arte (Aprendizaje reforzado)	
2.1 Revisión de la literatura sobre el aprendizaje por refuerzo en el sector sanitario.....	
2.2 Ejemplos de aplicaciones existentes en medicina y su impacto.....	
2.3 Comparación con otros enfoques de simulación en triaje hospitalario.....	
3. Alcance del Trabajo Fin de Grado	
3.1 Objetivos del trabajo: mejora de la precisión y rapidez en el triaje.....	
3.2 Hipótesis de partida: la IA basada en aprendizaje por refuerzo puede superar la toma de decisiones humanas en triaje.....	
3.3 Restricciones del proyecto: limitaciones tecnológicas y éticas.....	
3.4 Asunciones del estudio: supuestos sobre datos y entornos hospitalarios.....	
4. Metodología	
4.1 Descripción del aprendizaje por refuerzo: definición, principios básicos y su aplicación en sistemas autónomos.....	
4.2 Algoritmos de aprendizaje por refuerzo relevantes (DQN, Proximal Policy Optimization).....	
4.3 Enfoque metodológico para la simulación del triaje.....	
5. Experimentos	
5.1 Implementación: herramientas y tecnologías utilizadas para desarrollar los gemelos digitales.....	
5.2 Descripción del problema: diseño del entorno simulado de urgencias hospitalarias.....	
5.3 Descripción del experimento: variables clave, etapas y parámetros de entrenamiento de la IA.....	
5.4 Resultados: evaluación de la IA en función del tiempo de respuesta y precisión en el triaje.....	
6. Conclusiones y trabajo futuro	
6.1 Resumen de los hallazgos y aportaciones.....	
6.2 Limitaciones del estudio y posibles mejoras.....	
6.3 Recomendaciones para futuras investigaciones.....	

1.1 Objetivos del trabajo

El principal objetivo de este proyecto es mejorar la precisión y rapidez en el proceso de triaje hospitalario mediante el uso de gemelos digitales y técnicas avanzadas de aprendizaje por refuerzo. A continuación, se desglosan los objetivos específicos:

1. Desarrollar un modelo de gemelo digitales que replique el proceso de triaje hospitalario, permitiendo la simulación de diferentes escenarios clínicos y patologías. Este modelo integrará datos limpios y representativos, basados en guías clínicas y patrones observados en diversos casos de patologías.
2. Entrenar agentes de IA mediante aprendizaje por refuerzo permitiendo que se puedan tomar decisiones de triaje de forma autónoma y eficiente, sobrepasando las limitaciones de la toma de decisiones humanas. Estos agentes se entrenan para optimizar criterios como la minimización del tiempo de espera colectivo o la reducción del riesgo individual.
3. Comparar la precisión y eficiencia del triaje realizado por agentes de IA frente a médicos en un entorno simulado, evaluando métricas clave como el tiempo de respuesta y la precisión en la clasificación de pacientes.
4. Explorar las potenciales mejoras que el uso de gemelos digitales y la IA basada en aprendizaje por refuerzo pueden ofrecer al proceso de formación médica, proporcionando a los médicos en formación un entorno seguro para experimentar con casos clínicos simulados
5. Evaluar la viabilidad tecnológica y ética de la implementación de sistemas de IA y gemelos digitales en entornos hospitalarios reales, identificando cuales son las limitaciones que presenta las tecnológicas actuales y las barreras éticas que se deben abordar para su uso generalizado.

1.2 Metodología

Este trabajo se basará en un enfoque mixto, combinando análisis cualitativo y cuantitativo para simular y evaluar la efectividad de un sistema de triaje hospitalario mejorado mediante el uso de gemelos digitales y aprendizaje por refuerzo.

En primer lugar, se simularán diversos ensayos clínicos y patologías para crear gemelos digitales que representen el proceso de triaje hospitalario. Para ello se seguirán los

siguientes pasos:

- Recopilación y limpieza de datos: Se utilizarán datos de casos clínicos reales, específicamente un conjunto inicial de (X) casos de patologías comunes en urgencias. Para garantizar que el modelo refleje la realidad clínica, los datos serán depurados y limpiados en base a guías clínicas internacionales, eliminando datos erróneos o incoherentes. Solo se conservarán aquellos datos que sean representativos de situaciones de urgencias reales.
- Generación de clones: A partir de los patrones observados en los datos limpios, se generarán clones virtuales de pacientes siguiendo las guías clínicas. Estos clones tendrán en cuenta variables clave como la edad, sexo, síntomas y antecedentes médicos. El objetivo es crear un conjunto de pacientes virtuales que reflejen con precisión los diferentes escenarios clínicos que se podrían encontrar en un entorno de urgencias.
- Modelado del entorno hospitalario: Se diseñará un entorno simulado que represente el flujo de pacientes en un servicio de urgencias, integrando las diferentes áreas de atención (triaje, observación, y tratamiento). Este entorno será utilizado para evaluar la toma de decisiones de los agentes de IA en condiciones realistas.

El siguiente paso será el entrenamiento de los agentes de IA mediante aprendizaje por refuerzo, un enfoque que permitirá que los agentes aprendan a tomar decisiones de triaje de forma autónoma y eficiente. Para el entrenamiento de los agentes de IA, se prevé el uso de algoritmos avanzados de aprendizaje por refuerzo profundo:

- Deep Q-Networks (DQN): Este algoritmo será utilizado para la toma de decisiones discretas, como la clasificación de pacientes en diferentes niveles de urgencia.
- Proximal Policy Optimization (PPO): Se utilizará este algoritmo para optimizar políticas más complejas y continuas, permitiendo que los agentes ajusten sus decisiones en función de un entorno dinámico y de múltiples factores clínicos

En tercer lugar, se desarrollará el entorno simulado donde se implementará el triaje hospitalario. Los principales componentes de la simulación serán:

- Entrenamiento en escenarios clínicos: Se diseñarán múltiples escenarios clínicos, variando las patologías y la gravedad de los pacientes que llegan al servicio de urgencias. Estos escenarios permitirán entrenar a los agentes en situaciones complejas y realistas.
- Sistema de recompensas: Se creará un sistema de recompensas para guiar el aprendizaje del agente. Este sistema incentivará acciones que reduzcan los tiempos de espera colectivos o minimicen el riesgo individual, recompensando aquellas decisiones que optimicen el flujo de pacientes y la precisión del triaje.

Finalmente, se evaluará la viabilidad de implementar este sistema en un entorno hospitalario real. Esta fase incluirá el análisis de los siguientes aspectos:

- Limitaciones tecnológicas: Se investigarán las barreras tecnológicas, como la integración con los sistemas de información hospitalarios y la necesidad de datos clínicos en tiempo real.
- Consideraciones éticas: Se explorarán las implicaciones éticas del uso de IA en decisiones médicas críticas, abordando cuestiones de responsabilidad y confianza en los sistemas automatizados.

1.3 Bibliografía

Sofprint. (2023, 21 julio). *Gemelos digitales aplicados a la biomedicina*. Sociedad Canaria de Pediatría de Tenerife. <https://scptfe.com/gemelos-digitales-aplicados-a-la-biomedicina/>

Filosofía & IA | Desatando el potencial de la medicina personalizada: los Gemelos Digitales | Fundación Formación y Futuro. (s. f.). https://fundacionff.com/filosofia_inteligencia_artificial/gemelos_digitales

