

Tesis Expuestas



Hemos seleccionados las últimas 4 Tesis de Doctorado y 5 de Maestría que se han defendido, de modo de tener una mirada rápida al conocimiento e innovación generados en las mismas.

Las **4 Tesis de Doctorado** abarcan áreas de conocimiento diferentes, lo cual queda reflejado en un rápido análisis del alcance de los resúmenes que se presentan:

"Modelización y Gestión del Consumo Energético en un Sistema de Computación de Altas Prestaciones con Tolerancia a Fallos"

"Experiencia de Usuario de estudiantes de carreras STEM utilizando Smart Glasses"

"Propuesta de un modelo de gamificación para entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Instituciones de Educación Superior y su impacto en la presencia social, cognitiva y docente en dichos entornos"

"Definición de un Modelo de Clasificación de Tráfico en Redes definidas por Software"

Las **5 Tesis de Maestría** corresponden a carreras acreditadas en el Postgrado:

2 Tesis de Maestría en Ingeniería de Software:

"Selección de estrategias de gestión de proyectos ágiles en función de los factores de complejidad técnicos y ambientales"

"Recomendaciones para juegos serios basadas en analíticas de aprendizaje"

3 Tesis de Maestría en Inteligencia de Datos orientada a Big Data:

"Desarrollo de recursos y modelos para la traducción de Lengua de Señas Argentina"

"Modelado estadístico y semi-empírico para la estimación de la radiación solar horizontal utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes de satélite"

"Métrica PeS/PdS y método CB-RISE: Nuevos enfoques en la evaluación de interpretabilidad en modelos de visión por computadora"

Tesis en este número

Doctorado en Ciencias Informáticas

2025

Marina Moran

Ronny Enrique Santana Estrella

Glenda Rosalía Vera Mora

Alberto Daniel Núñez Agurto

Maestría

INGENIERÍA DE SOFTWARE

2025

Fernando Pinciroli

Leonel Domingo Guccione

INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA

2025

Pedro Alejandro Dal Bianco

Paula Iturbide

Oscar Agustín Stanchi

Modelización y Gestión del Consumo Energético en un Sistema de Computación de Altas Prestaciones con Tolerancia a Fallos

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/180599>



Tesista

Marina Moran

Directores

Dr. Javier Balladini

Dra. Dolores Rexachs

CoDirector

Dr. Enzo Rucci

MOTIVACIÓN

Los sistemas actuales de computación de alto rendimiento (HPC, por sus siglas en inglés) utilizan desde cientos hasta millones de unidades de procesamiento, y la tendencia es a seguir aumentando su cantidad para alcanzar un mayor poder de cómputo. Sin embargo, esta estrategia para aumentar el poder computacional conlleva un incremento en el consumo energético, lo que puede conducir a que los costos para abastecer de energía a grandes sistemas HPC resulten inviables. Es por lo que la mejora de la eficiencia energética se ha convertido en el obstáculo principal.

Disminuir el consumo energético de los grandes sistemas de cómputo no sólo resulta importante por su impacto económico sino también por sus consecuencias negativas en lo social y medioambiental. La creciente acumulación de gases de efecto invernadero están cambiando el clima y las condiciones meteorológicas del mundo. Esto genera desde sequías en algunos países hasta inundaciones en otros. Cada vez hay temperaturas más altas a nivel global, lo que plantea serios problemas al planeta. Un objetivo ecológico clave en el uso de sistemas computacionales es reducir su consumo energético, para así minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. La computación ecológica (o green computing), se refiere al estudio y práctica de la computación ambientalmente sostenible, que comprende diferentes aspectos. El diseño ecológico trata principalmente sobre el diseño de computadoras y sistemas de refrigeración energéticamente eficientes. La eliminación ecológica trata sobre el reuso y reciclado de desechos electrónicos. La manufactura ecológica trata sobre el proceso de fabricación con impacto mínimo en el medio ambiente. Finalmente, el uso ecológico se enfoca en cómo utilizar las computadoras de manera ambientalmente racional, y reduciendo al mínimo el consumo energético que se produce.

En los sistemas HPC, las aplicaciones paralelas de alto rendimiento utilizan un número elevado de recursos durante mucho tiempo (la ejecución de una aplicación puede demorar horas o incluso días), aumentando la probabilidad de fallo durante la ejecución, motivo por el cual es esencial contar con algún método de tolerancia a fallos. Estos métodos permiten continuar con la ejecución de la aplicación luego de un fallo,

evitando tener que reiniciarla desde el principio. Sin embargo, la tolerancia a fallos añade un consumo de energía adicional al correspondiente a la ejecución de la aplicación. Nos preguntamos entonces, ¿qué oportunidades de ahorro energético presenta la tolerancia a fallos? ¿es posible reducir el consumo de energía de la ejecución de una aplicación haciendo que su método de tolerancia a fallos sea más eficiente energéticamente? Explorar diferentes formas de reducir el consumo energético durante la ejecución de aplicaciones a gran escala, incluso en presencia de fallos, es fundamental para mantener e incrementar el enorme poder de cómputo alcanzado. Es más, aumentar el número de unidades de procesamiento también requiere métodos de tolerancia a fallos escalables. En ese sentido, volver a ejecutar la aplicación es una solución que reduce las prestaciones y aumenta el consumo energético. Por lo tanto, es relevante evaluar las oportunidades de ahorro de energía que presentan estos métodos.

Una aplicación de pasaje de mensajes puede verse afectada por fallas en múltiples componentes en sistemas de cómputo de memoria distribuida. En HPC, algunos métodos permiten continuar con la ejecución de la aplicación en presencia de un fallo. Uno de los métodos más utilizados es el denominado rollback recovery, mediante el uso de puntos de control o checkpoints. Un checkpoint consiste en guardar el estado de la aplicación en almacenamiento estable, como si fuera una fotografía de la ejecución de la aplicación. Cuando ocurre una falla, la aplicación puede reiniciar su ejecución desde los checkpoints que correspondan. Los checkpoints se pueden realizar de manera coordinada (sincrónicamente) o no coordinada (asincrónicamente). En el primer caso, todos los procesos de la aplicación se deben detener, realizar el checkpoint y recién luego pueden continuar con su ejecución. Cuando ocurre una falla, todos los procesos, incluso los que no han fallado, se reinician desde el último checkpoint. En el segundo caso, los procesos suelen realizar su checkpoint en momentos diferentes.

Cuando un nodo falla, sólo éste se debe reiniciar, permitiendo que los procesos de los nodos que no fallaron puedan continuar su ejecución. Hay que tener en cuenta que el método de checkpoints no coordinados requiere la implementación de algún mecanismo que evite el efecto dominó, como por ejemplo un log de mensajes.

Nos preguntamos, ¿es posible configurar el sistema de manera de disminuir el consumo de energía durante los checkpoints y los restarts?, ¿cuáles son los factores que inciden (significativamente) en el consumo energético de los métodos de tolerancia a fallas? Y ante la presencia de un fallo, ¿cómo aprovechar el hecho de que no todos los procesos deben recuperarse cuando se utilizan checkpoints no coordinados?, ¿qué estrategias podrían aplicarse a los diferentes procesos (los que recuperan y los que no) desde la perspectiva energética?, ¿se puede ser más eficiente energéticamente sin afectar al rendimiento?, ¿de qué manera se podrían evaluar los posibles beneficios de cada estrategia?

OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesis es conocer y gestionar las posibilidades de ahorro energético que se presentan al utilizar el método de tolerancia a fallos basado en checkpoint/restart en sistemas de cómputo de altas prestaciones.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar factores propios del sistema de altas prestaciones (hardware y software) y del método de tolerancia a fallos que impacten en el consumo energético de las operaciones de checkpoint y restart.
- Desarrollar un método que permita estimar el consumo energético de las operaciones de checkpoint y restart, considerando diferentes parámetros del sistema de altas prestaciones y de la aplicación.
- Proponer una serie de estrategias para disminuir el consumo de energía ante la presencia de un fallo, y un modelo para estimar el ahorro energético al aplicar esas estrategias.
- Validar la utilidad de las estrategias propuestas evaluando el ahorro energético en múltiples escenarios con diferentes configuraciones del sistema y momentos del fallo.

APORTES DE LA TESIS

Las principales contribuciones este trabajo son:

- Un método para construir modelos de predicción del consumo de energía, para checkpoint/restart coordinado a nivel de sistema, en aplicaciones SPMD, en rollback homogéneos.

- Un modelo de predicción del consumo energético del checkpoint/restart para una aplicación de propagación de calor que sigue el paradigma de programación paralela SPMD.
- Un estudio de los factores del sistema (hardware y software) y de aplicación que impactan en el consumo de energía producido por las operaciones de checkpoint y restart.
- La definición de una serie de estrategias para el ahorro energético cuando se produce un fallo y sólo recuperan los procesos que han fallado, contemplando que se comunican directa e indirectamente con el proceso fallado.
- La definición de un modelo que permita evaluar el impacto de la aplicación de estrategias sobre el consumo energético bajo diferentes escenarios.
- El diseño y desarrollo de un simulador que usando el modelo anterior permite evaluar las estrategias propuestas y determinar la más conveniente desde el punto de vista energético.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Algunas de las líneas de trabajo futuro que se desprenden de esta tesis pueden ser:

- Evaluar el comportamiento energético del nodo de almacenamiento. El nodo de almacenamiento es una parte fundamental en la tolerancia a fallos. Durante la protección, que se realiza periódicamente, se escribe el checkpoint en almacenamiento estable. También existen propuestas híbridas donde el checkpoint se realiza en diferentes lugares con diferentes costos en tiempo y energía, y diferentes grados de protección. Por otro lado los checkpoints no coordinados requieren usualmente la escritura y lectura de logs de mensajes, lo que agrega un costo adicional. Por su parte la recuperación requiere la lectura de los archivos de checkpoints desde el almacenamiento estable. Si bien evaluamos el comportamiento del sistema de archivos NFS, podría ampliarse a otros tipos de sistemas de archivos.
- Ampliar la estimación de las fases de cómputo y de espera a todos los procesos de cada nodo, y redefinir la evaluación y aplicación de las estrategias para contemplar esta nueva información.
- Contemplar aplicaciones con una frecuencia no regular en sus comunicaciones.
 - Extender el simulador para:
 - Evaluar los procesos en el mismo orden en que ocurre la propagación de los bloqueos, para lograr la propagación de la ralentización (como se explica en la Sección 4.1.1).
 - Contemplar el log de mensajes, considerando su efecto en los tiempos de las comunicaciones y el consumo de energía de su escritura y lectura.
 - Considerar clusters no homogéneos.
- En relación a la estrategia del cambio de frecuencia durante la fase de cómputo (Capítulo 4), en vez de aplicar una única frecuencia para toda la fase, podría evaluarse si se logran mejores resultados usando una combinación de dos o más frecuencias, de manera de aplicar cada frecuencia durante una fracción de la fase de cómputo.
- En relación a las estrategias aplicadas en la fase de espera (Capítulo 4), podría ampliarse el simulador para que contemple situaciones en las que es requerido un proceso que se encuentra en un nodo dormido. Esta situación, sin tratamiento, puede generar esperas no deseadas de otros procesos. Podrían evaluarse diferentes acciones a tomar en estos casos, por ejemplo no dormir el nodo, y bajar su frecuencia de reloj si corresponde, o bien dormirlo y despertarlo cuando sea necesario. También habría que evaluar qué acciones tomar luego de que se termina la comunicación por la cual se lo despertó.
- Implementar las estrategias propuestas en un sistema real, de manera de verificar los resultados obtenidos, y avanzar en la concreción de una herramienta que pueda ser utilizada en entornos de producción.

Experiencia de usuario de estudiantes de carreras STEM utilizando Smart Glasses.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/180839>



Tesista

Ronny Enrique Santana Estrella

Director

Dr. Andrés Rodríguez

CoDirector

Dr. Gustavo Rossi

MOTIVACIÓN

Esta tesis doctoral es motivada por la creciente adopción de tecnologías wearables, con un enfoque particular en la incorporación de gafas inteligentes en los entornos de aprendizaje. A pesar de su popularidad, existe una brecha significativa en la comprensión de cómo estas tecnologías impactan la UX, especialmente en estudiantes de carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en una institución de educación superior latinoamericana. Esta tesis busca contribuir en esta dirección con una orientación en las disciplinas de STEM.

El propósito de esta tesis es investigar los aspectos de la UX relacionados con el uso de gafas inteligentes en contextos educativos y explorar el potencial de las aplicaciones de RA para mejorar la experiencia de aprendizaje de conceptos científicos, especialmente si las gafas inteligentes se utilizan en combinación con aplicaciones de RA. Este estudio se centrará en una evaluación rigurosa y detallada de la usabilidad e interacción con estas herramientas tecnológicas.

Además, de explorar la integración de tecnologías de RA en las gafas inteligentes, se analizarán los desafíos técnicos, factores ergonómicos y de diseño que influyen en la UX general. Este estudio abarcará la evaluación de la carga cognitiva, la usabilidad y la adaptabilidad de las gafas inteligentes, utilizando estudios de caso y experimentación en entornos reales para obtener una comprensión aplicada y relevante en el campo de la educación STEM y UX.

La finalidad de esta investigación es no solo reducir la brecha de conocimiento existente en el uso de gafas inteligentes en entornos educativos STEM, sino también establecer directrices sólidas para la integración de este tipo de tecnología en ambientes de aprendizaje, sentando así las bases para futuras implementaciones en otros entornos educativos.

APORTES DE LA TESIS

Los resultados de los estudios muestran que los estudiantes de carreras STEM consideran útiles las gafas inteligentes y la aplicación STEM Education, y se han realizado 24 evaluaciones efectivas utilizando un protocolo experimental en un entorno educativo. Esta tesis avanza en el área de UX en el ámbito educativo a través de los siguientes aportes:

Un estudio de mapeo sistemático sobre la experiencia de uso de gafas inteligentes en estudiantes STEM:

Llevé a cabo una revisión sistemática exhaustiva de la literatura existente sobre la experiencia de uso de gafas inteligentes en estudiantes STEM, con el objetivo de identificar las aplicaciones actuales de esta tecnología en contextos educativos STEM y de analizar los desafíos y oportunidades que surgen en su implementación. Esta revisión ha permitido mapear el estado del arte, proporcionando una base sólida para comprender sus implicaciones, así como para identificar áreas clave que requieren una investigación más profunda.

Evidencia empírica de cómo los estudiantes perciben y experimentan la interacción con las gafas inteligentes en el contexto educativo STEM:

Se presenta una sólida evidencia empírica, respaldada por experimentos rigurosos que llevé a cabo, que demuestra la efectividad y el potencial de las gafas inteligentes en entornos educativos STEM. Se exploró a fondo la percepción y experiencia de los estudiantes al utilizar gafas inteligentes en el entorno educativo STEM, abordando sus actitudes, opiniones, emociones y experiencias subjetivas sobre estas tecnologías. Este estudio contribuye significativamente al entendimiento de las dinámicas de interacción entre los estudiantes y las tecnologías emergentes.

Aplicación práctica y potencial de la aplicación de RA "STEM Education":

La aplicación desarrollada en esta investigación ofrece un enfoque práctico y aplicable. Los resultados obtenidos evidencian el potencial de la Realidad Aumentada en entornos educativos STEM para mejorar la experiencia de usuario y facilitar el aprendizaje de conceptos científicos. La integración de esta tecnología mediante gafas inteligentes muestra beneficios concretos en el proceso educativo; no obstante, se recomienda continuar evaluando su impacto en distintos contextos académicos para validar y ampliar sus alcances.

Identificación de los factores que influyen en la UX de los estudiantes STEM:

Esta investigación se enfocará en identificar los principales factores que afectan la UX de los estudiantes al utilizar gafas inteligentes en el contexto de carreras STEM. Esto permitirá comprender mejor cómo mejorar la interfaz y la interacción con estas tecnologías, brindando recomendaciones específicas para mejorar la experiencia de usuario en este contexto.

Perspectivas de profesores y tomadores de decisiones sobre el uso de gafas inteligentes en entornos educativos STEM:

Revela una comprensión integral de los beneficios y desafíos asociados con la adopción de las gafas inteligentes. La comparación entre enfoques pedagógicos y estratégicos resalta la necesidad de una planificación integral, que incluya el acceso equitativo, la formación continua del profesorado y el establecimiento de normativas claras para garantizar una implementación exitosa y sostenible de esta tecnología.

Recomendaciones prácticas para el diseño y desarrollo de una aplicación de RA para gafas inteligentes:

Se proponen recomendaciones prácticas de diseño para los desarrolladores de aplicaciones de RA adaptadas a las gafas inteligentes en la educación STEM. La interfaz debe aprovechar las características propias de las gafas inteligentes, como la visualización inmersiva de contenidos educativos en 3D e integrándose de manera natural con el entorno del estudiante.

Además, la distribución del contenido visual debe estar estructurada para reducir la sobrecarga cognitiva y ajustarse de forma dinámica al progreso del estudiante en la comprensión de conceptos científicos complejos.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Evaluar el impacto de las gafas inteligentes en el rendimiento académico a largo plazo.

- Adaptar la aplicación STEM Education a otros entornos educativos y áreas de estudio.
- Mejorar la experiencia de usuario optimizando el diseño de interfaces para gafas inteligentes.

Propuesta de un modelo de gamificación para entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Instituciones de Educación Superior y su impacto en la presencia social, cognitiva y docente en dichos entornos.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/179166>



Tesista

Glenda Rosalía Vera Mora

Directoras

Dra. Cecilia V. Sanz

Dra. Teresa Coma Roselló

CoDirectora

Dra. Sandra Baldasarri

MOTIVACIÓN

El aula actual, a diferencia de la tradicional, mueve fronteras físicas y organizativas de la formalidad imperante del modelo convencional de las aulas en las Instituciones de Educación Superior (IES). Las aulas se convierten así, no en espacios físicos, sino en una concepción más amplia donde se extienden, por ejemplo, a través de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), que forman parte de la experiencia de comunicación pedagógica en un proceso educativo mediado por tecnologías digitales.

En estas transformaciones del paradigma pedagógico, los procesos educativos mediados por EVEA, requieren diferentes miradas y planteamientos para alcanzar mayores niveles de motivación, interés y posibilidades de profundización cognitiva en los estudiantes, de forma que facilite el desarrollo de sus conocimientos, hábitos, habilidades y actitudes, lo que implica un replanteamiento del rol docente. Las estrategias de gamificación en los actuales EVEA constituyen uno de los caminos para abordarlas.

La gamificación en el contexto de los EVEA en IES, se ha empleado como una herramienta educativa para motivar e involucrar a los estudiantes en actividades que, de otra forma, resultarían poco atractivas. Varios estudios destacan resultados positivos del aprendizaje con gamificación en EVEA. Sin embargo, la gamificación es un objeto de investigación reciente, que precisa de un análisis riguroso desde las Ciencias de la Computación y la Pedagogía que contribuyan al mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje. Desde el punto de vista de las Ciencias de la Computación, el diseño de EVEA que posibiliten llevar adelante experiencias gamificadas, es un desafío tanto para docentes como para las IES. Desde el punto de vista de la Pedagogía, el estudio de estrategias de gamificación que se adecuen a diferentes contextos educativos con mediación tecnológica, es un aspecto clave de investigación. Por tanto, la gamificación en el ámbito de la Educación Superior (ES), debe ser una iniciativa estratégica institucional y un mecanismo de planificación curricular, para realizar cambios sustanciales en la enseñanza, haciendo del aprendizaje un proceso motivador. Por ello, se requiere repensar la praxis educativa, que conduzcan a los estudiantes a la obtención de habilidades cognitivas de alto nivel, mediante la interacción social y la participación activa en comunidad.

Así, se consideran relevantes las presencias: social, cognitiva y docente del Modelo de Comunidad de Indagación (Col).

Las presencias desempeñan un rol fundamental en la construcción de los aprendizajes, las relaciones interpersonales y de cooperación entre docente y estudiantes, con el propósito de fortalecer el pensamiento crítico y reflexivo de quienes utilizan la comunicación mediada por EVEA. Investigaciones orientadas al análisis de las presencias del modelo Col en EVEA gamificados, dan cuenta de resultados prometedores. No obstante, todos ellos están referidos a estudios experimentales, lo que resalta la importancia de profundizar en la reflexión teórica y la necesidad de plantear procesos de investigación científica con contribuciones, tanto teóricas como empíricas.

Esta tesis pretende ser un aporte para docentes que requieran mejorar procesos de enseñanza y aprendizaje en IES. En particular, a través de experiencias gamificadas en EVEA, con la guía de un modelo de gamificación que integre estrategias, diversas herramientas e indicadores de presencia. La integración de estos aspectos se considera fundamental para posibilitar la interacción social significativa, el desarrollo cognitivo de orden superior y la presencia docente en el proceso educativo, así como para el éxito del aprendizaje en EVEA gamificados.

Objetivo general:

Investigar y diseñar un modelo de gamificación en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) dirigido a Instituciones de Educación Superior (IES) y analizar el impacto en la presencia (social, cognitiva y docente) a partir de su aplicación.

Objetivos específicos:

1. Fundamentar el proceso de gamificación en EVEA en el contexto universitario, considerando marcos teóricos de las Ciencias de la Computación y de referentes del ámbito pedagógico.
2. Estudiar el concepto de presencia social, cognitiva y docente en procesos educativos mediados por EVEA.
3. Analizar los antecedentes de gamificación en EVEA y caracterizarlos según categorías y criterios propios que permitan conocer el estado del arte.
4. Proponer indicadores que permitan analizar la presencia cognitiva, social y docente en procesos educativos gamificados mediados por EVEA.
5. Proponer un modelo de gamificación que integre estrategias, diversas herramientas e indi-

cadores de presencia para posibilitar prácticas educativas gamificadas en EVEA en IES y orientado a impactar en la presencia cognitiva, social y docente en estos entornos.

6. Valorar las posibilidades del modelo de gamificación propuesto a partir de juicio de expertos en pedagogía y gamificación.

7. Desarrollar estudio de casos que integren el modelo de gamificación en EVEA propuesto para validarlo y evaluar su impacto en la presencia, utilizando los indicadores propuestos en los procesos educativos mediados por EVEA de las IES.

APORTES DE LA TESIS

Aportes generales:

1. Una conceptualización de gamificación vinculada al campo de las Ciencias de la Computación y la Pedagogía.
2. Una fundamentación de los procesos de gamificación en EVEA en el contexto universitario.
3. Una descripción del concepto de presencias del Modelo Col en sus dimensiones: social, cognitiva y docente, orientados a procesos educativos mediados por EVEA.
4. Un análisis sobre experiencias en EVEA a la luz del concepto de las presencias.
5. La fundamentación, diseño, desarrollo y validación de un Modelo de Gamificación Tecnológico-Pedagógico (MGTP) con visión holística integradora de los contenidos y formas que ofrecen las Ciencias de la Computación y la estructuración metodológica de las Ciencias Pedagógicas.

En cuanto a los aportes específicos se mencionan:

1. El diseño de siete instrumentos de valor que guían el proceso de llevar experiencias gamificadas en EVEA en IES, a partir del MGTP.

Específicamente:

- a. *Matriz de componentes con posibilidades de gamificación.*
- b. *Entrevista semiestructurada: Motivación para gamificar contenidos de aprendizaje.*
- c. *Guía de inducción docente para la implementación del MGTP.*
- d. *Consideraciones a seguir en una experiencia gamificada en EVEA.*
- e. *Bitácora de trabajo docente.*
- f. *Lista de revisión docente.*
- g. *Entrevista de valoración sobre el impacto de la experiencia gamificada.*

2. Los outputs obtenidos mediante la participación en un estudio de casos en las dos experiencias gamificadas en EVEA con la guía del MGTP:
 - a. *Un informe del análisis de la exigencia de contenidos de gamificación.*
 - b. *Un informe de resultados que permite determinar la motivación y competencias suficientes de los docentes.*
 - c. *Dos planificaciones de las experiencias gamificadas con las decisiones de los docentes.*
 - d. *Dos experiencias gamificadas implementadas en el EVEA Moodle.*
3. Un método de evaluación de los estudiantes, basado en procesos cualitativos y cuantitativos que posibilita evaluar el impacto en las presencias.
4. Un método de evaluación del impacto del uso del MGTP desde la mirada docente.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

1. Ampliar el alcance de los estudios empíricos existentes para obtener una comprensión más completa del impacto de las experiencias gamificadas en EVEA.
2. Aplicar las experiencias gamificadas en otras disciplinas formativas de la Educación Superior.
3. Explorar la implementación de experiencias gamificadas en EVEA diferentes de Moodle para evaluar la efectividad de la gamificación en otros contextos tecnológicos, así como la flexibilidad y adaptabilidad del MGTP propuesto.
4. Investigar el impacto a largo plazo de la gamificación en las presencias de Col.
5. Optimizar los procesos de revisión, análisis y valoración de las actividades desarrolladas en el EVEA gamificado a través de la herramienta Moodle Analytics.

Definición de un Modelo de Clasificación de Tráfico en Redes Definidas por Software

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/181815>



Tesista

Alberto Daniel Núñez Agurto

Director

Ing. Luis Armando Marrone

CoDirector

Dr. Walter Marcelo Fuertes Díaz

MOTIVACIÓN

En un mundo cada vez más digital, el número de conexiones y dispositivos está creciendo más rápido que la población y los usuarios de Internet. Caracterizado por la rápida proliferación de dispositivos inteligentes y tecnologías emergentes, el tráfico de red experimenta un crecimiento exponencial. Además, la adopción de nuevos dispositivos con importantes capacidades e inteligencia, como los teléfonos inteligentes, televisores inteligentes y consolas de videojuegos, combinada con la expansión de las comunicaciones máquina a máquina y el consiguiente desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones, ha cambiado significativamente los patrones de flujo de tráfico y el rendimiento de la red. Gestionar diferentes infraestructuras de red para satisfacer los requisitos de estos nuevos dispositivos, aplicaciones y servicios se ha convertido en una tarea compleja. La clasificación es un dominio bien comprendido dentro de las matemáticas y la ciencia de la computación. Herramientas como TensorFlow permiten desarrollar modelos de aprendizaje automático en Python, haciendo este dominio accesible para los programadores. Sin embargo, estas herramientas no suelen centrarse en aplicar métodos de clasificación en el ámbito específico de la clasificación del tráfico de red. Esto puede hacer que el proceso de aplicar técnicas de clasificación parezca complejo para quienes son nuevos en este campo. Por lo tanto, comprender el proceso de selección de técnicas de aprendizaje automático es fundamental para abordar algunos de los problemas encontrados con los enfoques actuales en la clasificación de ataques y aplicaciones. En el Capítulo~\ref{ch_2} se exploran de manera más detallada las técnicas de aprendizaje automáticas más utilizadas, se analizan las redes definidas por software y los métodos de clasificación de tráfico. A pesar de los numerosos estudios sobre clasificación de tráfico mediante aprendizaje profundo en entornos de redes definidas por software, aún quedan retos por abordar. Entre ellos se incluyen la clasificación de nuevas categorías de tráfico, la optimización de los enfoques de clasificación y el ajuste preciso de los hiper-parámetros. DL es un enfoque práctico que ofrece varios algoritmos que han demostrado ser muy eficaces en tareas de clasificación de tráfico. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo diseñar un modelo de clasificación de tráfico utilizando algoritmos DL, centrándose en la clasi-

ficación de flujos de tráfico por tipo de aplicación y ataques a la red. El principal objetivo es definir un modelo de clasificación de tráfico en redes definidas por software utilizando técnicas de aprendizaje automático, con el fin de mejorar la calidad de servicio e incrementar el nivel de seguridad de los servicios y aplicaciones. Los métodos explorados para la clasificación del tráfico se basan en el análisis de los flujos de tráfico. Para ello, se realiza una revisión sistemática de la literatura para determinar los desafíos y las futuras líneas de investigación de cada una de las propuestas. Es fundamental establecer un marco experimental que incluya capturas de tráfico real, las cuales deben estar etiquetadas según sus clases y serán utilizadas como 'ground truth' para entrenar y evaluar los clasificadores. Además, se requiere desarrollar los programas y algoritmos necesarios para parametrizar el tráfico de acuerdo con las diferentes técnicas de aprendizaje automático propuestas.

APORTES DE LA TESIS

- Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre pruebas empíricas relevantes de los métodos de clasificación de tráfico en redes definidas por software, centrándose en los trabajos más recientes en el área y que apliquen técnicas de aprendizaje automático. El propósito de esta revisión exhaustiva es identificar las limitaciones actuales y sugerir futuras direcciones de investigación que aún no han sido abordadas.
- Se desarrollaron 4 clasificadores con algoritmos de aprendizaje profundo para evaluar cuál ofrece mejores resultados, sobre la base de conjuntos de datos abiertos. En concreto, se han utilizado los algoritmos GRU, BiGRU, LSTM y BiLSTM. En trabajos relacionados, se ha observado una falta de clasificadores que utilicen específicamente algoritmos GRU, BiGRU y BiLSTM para la clasificación de tráfico multiclase en las redes definidas por software.
- Los clasificadores tienen como objetivo mejorar el rendimiento y la seguridad de las SDN, al utilizar el flujo de tráfico para identificar tipos de aplicaciones y ataques en cinco categorías: Multimedia, VoIP, Mensajes instantáneos, Transferencia de archivos y Ataques. Una de las principales innovaciones de este enfoque radica en la integración de la detección de ataques en el proceso de clasificación, al abordar así una laguna identificada en trabajos relacionados. Los experimentos demuestran la exactitud en la detección de diferentes tipos de aplicaciones y ataques, como

DoS, DDoS, ataque de fuerza bruta, explotación (R2L), ataque web, botnet y sonda.

- La selección de características basada en el análisis de los controladores SDN y la longitud de la secuencia permite una generalización adecuada de los modelos de aprendizaje profundo. Esta elección facilita la implementación de clasificadores en las redes definidas por software con cualquier controlador, ya que las interfaces del norte pueden obtener las características seleccionadas. Esto reduce la complejidad del entrenamiento del modelo, mejora la exactitud de la clasificación del tráfico y disminuye el costo computacional asociado.
- Se seleccionaron los modelos de clasificación de tráfico entrenados con GRU y LSTM para ser desplegados en un entorno de simulación, con el propósito de demostrar su funcionalidad y su potencial para ser implementados en entornos reales. Además, se demostró la capacidad para obtener las características necesarias para la clasificación a través de las interfaces hacia el norte del controlador, lo que facilita la integración de los clasificadores en diferentes entornos de redes definidas por software. Esta validación práctica no solo confirma la eficacia de los modelos en condiciones controladas, sino que también establece un precedente para su implementación en redes operativas.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

- Implementar los clasificadores propuestos en un entorno de redes definidas por software en tiempo real, para clasificar instantáneamente los flujos entrantes sobre la base de la información estadística de los flujos y aplicar las correspondientes políticas de calidad de servicio y seguridad.
- Construir un conjunto de datos para evaluar y mejorar los clasificadores en un entorno más representativo, al reflejar la dinámica y la complejidad del tráfico en redes definidas por software. La creación de este conjunto de datos implicará la captura de tráfico real en diversas situaciones y configuraciones de red, al asegurar una amplia cobertura de diferentes tipos de aplicaciones y posibles ataques.
- Explorar el uso del aprendizaje por refuerzo para la clasificación de tráfico en redes definidas por software. El aprendizaje por refuerzo permite que un agente aprenda a tomar decisiones mediante la interacción con el entorno, al optimizar sus acciones a través de la retroalimentación recibida.

Selección de estrategias de gestión de proyectos ágiles en función de los factores de complejidad técnicos y ambientales.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/180527>



Tesista

Fernando Pincioli

Director

Dr. Leandro Antonelli

Asesor

Dr. Alistair Cockburn

MOTIVACIÓN

Si bien la aparición del Manifiesto Ágil provocó un cambio sustancial en la forma en la que se desarrolla software, la evidencia actual de los éxitos y los fracasos en los proyectos de desarrollo de software indican que todavía hay mucho espacio para la mejora. Hay numerosos factores que inciden en el no aprovechamiento de los beneficios de la agilidad, que van desde la falta de consenso acerca de lo que ella es hasta la implementación equivocada de sus estrategias, técnicas y herramientas por no analizar adecuadamente las exigencias del contexto.

El objetivo general de esta tesis es:

Ofrecer una guía para la selección de las estrategias, técnicas y herramientas más adecuadas para la gestión ágil de proyectos, en función de la naturaleza de la realidad a enfrentar, de los factores técnicos y ambientales que inciden en su complejidad y de los niveles de la organización que se vean alcanzados.

Los objetivos específicos son:

- Seleccionar los factores más representativos para describir la complejidad de un proyecto.
- Emplear el marco Cynefin para describir la complejidad de un proyecto y para categorizar las estrategias, técnicas y herramientas de gestión en función de esa complejidad.
- Brindar orientaciones sobre las adaptaciones que deben realizarse en la gestión de un proyecto a causa de los cambios producidos en la realidad, a partir de las dinámicas que describe el marco Cynefin.
- Agregar las variantes en la gestión de un proyecto según el alcance a nivel de organización (proyecto, programa, portafolio de proyectos) y del foco de interés del proyecto (producto, calidad, equipo, etc.).

APORTES DE LA TESIS

Ofrecer criterios para la identificación de la complejidad de los proyectos, a partir de los factores

de la triple restricción y otros factores de complejidad técnicos y ambientales reconocidos en la industria, que permitan ubicarlos en los contextos del marco Cynefin y, a partir de esta caracterización, proponer las estrategias, técnicas y herramientas más convenientes para gestionarlos adecuadamente con un enfoque ágil.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Nuevos elementos para enriquecer la guía, que surjan de su empleo en proyecto reales.

- La investigación para obtener nuevas y mejores opiniones de más autores sobre los factores que inciden en la complejidad de los proyectos y sobre los enfoques, herramientas y técnicas que pueden utilizarse para gestionar los proyectos según su complejidad.
- Un estudio profundizado del marco Cynefin y sus dinámicas.
- La automatización de la guía y sus recomendaciones.

Recomendaciones para juegos serios basadas en analíticas de aprendizaje.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/183071t>



Tesista

Leonel Domingo Guccione

Directora

Dra. Stella Maris Massa

CoDirector

Dr. Andrés Rodríguez

MOTIVACIÓN

Las Analíticas de Aprendizaje en Juegos Serios (Serious Games, SG) constituyen una herramienta clave para obtener información sobre las competencias que el jugador demuestra durante su interacción. No obstante, por sí solas, estas métricas no alcanzan para automatizar de forma integral el proceso de enseñanza-aprendizaje. Surge entonces la necesidad de dotar a los SG de sistemas adaptativos que, a partir de los datos recolectados, sean capaces de ofrecer recomendaciones personalizadas y retroalimentación inmediata. De esta manera, cada sesión de juego no solo constituye una experiencia lúdica, sino también un espacio de aprendizaje guiado que contribuye a acercar al estudiante al estado de conocimiento deseado. El objetivo general de la investigación es construir un marco teórico-práctico que permita incorporar dichas recomendaciones en un SG, apoyándose en las métricas del desempeño obtenidas mediante las Analíticas de Aprendizaje. Entre los objetivos específicos se destacan: (1) diseñar e implementar un sistema adaptativo capaz de utilizar Inteligencia Artificial para generar recomendaciones basadas en datos, y (2) realizar un trabajo de campo que permita analizar la viabilidad y posibilidades de integración de este proceso en un juego concreto.

APORTES DE LA TESIS

En cuanto al diseño e implementación, la tesis presenta un mecanismo adaptativo que utiliza lógica difusa para evaluar el desempeño del jugador y generar recomendaciones ajustadas a sus necesidades. Este mecanismo se integra al Modelo de Proceso de Desarrollo de Juegos Serios (MPDSG), aportando flexibilidad al juego mediante la posibilidad de adaptar los escenarios y la dificultad de los desafíos según las competencias demostradas en sesiones anteriores. La Rúbrica de Aprendizaje se emplea como base del proceso evaluativo automatizado, ya que permite formalizar criterios de evaluación académicos y transferirlos al sistema informático. De esta manera, se logra un puente entre las áreas educativa y tecnológica, asegurando que la evaluación responda a objetivos pedagógicos claros. El empleo de lógica difusa resulta fundamental, dado que posibilita gestionar la imprecisión inherente a la valoración de competencias, ofreciendo un modelo más flexible y cercano a los procesos reales

de enseñanza que los métodos tradicionales. El sistema diseñado presenta una arquitectura modular que facilita su integración con el SG original, requiriendo mínimas modificaciones en el código fuente y preservando la jugabilidad. El feedback al estudiante se materializa en la reconfiguración de la siguiente sesión de juego, generando un entorno de aprendizaje dinámico y progresivo. En el trabajo de campo se desarrolló un sistema complementario al SG Power Down the Zombies, que permitió evaluar el desempeño en cada sesión, almacenar datos en un servidor y generar recomendaciones para configurar automáticamente la sesión siguiente. Se incorporaron, además, módulos de gestión docente que permiten administrar jugadores, escenarios y recomendaciones, completando un sistema integral de apoyo a la enseñanza. La implementación se concretó en un prototipo local que valida la factibilidad de la propuesta y sienta las bases para futuras ampliaciones.

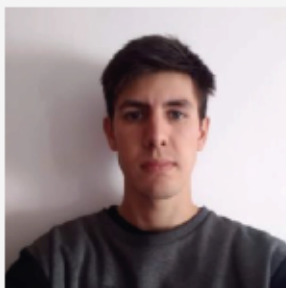
LÍNEAS DE I/D FUTURAS

El desarrollo realizado abre distintas posibilidades de investigación y desarrollo futuro. Una de las líneas más importantes consiste en llevar a cabo pruebas de campo con docentes y estudiantes, lo que permitirá validar los aportes no solo desde el punto de vista técnico, sino también educativo y de experiencia de usuario. De este modo, se podrá analizar cómo el sistema incide en el aprendizaje real de los estudiantes. Otra línea de trabajo radica en automatizar aún más la configuración de escenarios mediante lógica difusa, eliminando la necesidad de que los docentes predefinan las condiciones iniciales. Este avance permitiría generar recomendaciones más detalladas y ajustadas a cada caso particular, potenciando la personalización del proceso de enseñanza. Desde el punto de vista tecnológico, se proyecta la evolución del prototipo standalone hacia una solución distribuida y escalable. Para ello, se propone implementar un Servidor de Servicios basado en Spring Boot, encargado de gestionar los datos y proveer servicios tanto al juego como al sistema de gestión docente. Asimismo, se plantea el desarrollo de un sitio web como frontend que facilite el acceso al sistema por parte de los docentes, permitiéndoles gestionar jugadores, escenarios y recomendaciones desde cualquier lugar y dispositivo. Esta arquitectura favorecería la usabilidad, la escalabilidad y la inserción del sistema en entornos educativos reales.

Desarrollo de recursos y modelos para la traducción de Lengua de Señas Argentina

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/183831>



Tesista

Pedro Alejandro Dal Bianco

Director

Dr. Franco Ronchetti
Dr. Facundo Quiroga

MOTIVACIÓN

La motivación principal de esta tesis surge de la necesidad de desarrollar tecnologías inclusivas que faciliten la comunicación entre personas sordas y oyentes, particularmente en el contexto de la Lengua de Señas Argentina (LSA), donde existen escasos recursos digitales y lingüísticos. El objetivo general es diseñar y evaluar modelos de Deep Learning para el reconocimiento y traducción automática de LSA al castellano. Entre los objetivos específicos se incluyen: la creación y validación de bases de datos robustas, el diseño de arquitecturas gloss-free adaptadas a escenarios de bajos recursos, y la generación de herramientas que vinculen la investigación con la comunidad usuaria de la LSA.

APORTES DE LA TESIS

La tesis contribuye con:

- La construcción del corpus LSA-T, primer recurso continuo de LSA para traducción automática.
- El desarrollo de la plataforma Seni.ar, integrando la participación de la comunidad sorda en la curación de datos.
- La propuesta de modelos gloss-free para LSA, estableciendo baselines en un idioma sin recursos previos de este tipo.
- El diseño de SignAttention, una arquitectura orientada a la interpretabilidad de modelos de traducción de señas.
- La implementación de la librería slt_datasets, que estandariza y facilita el acceso a múltiples corpus internacionales de lenguas de señas.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Estrategias de preentrenamiento multilingüe y fine-tuning para mejorar el desempeño en lenguas de señas con pocos recursos.

- Incorporación de técnicas de aumentación de datos para enriquecer los corpus existentes.
- Desarrollo de modelos de traducción multimodal, que integren información de video, pose y expresiones faciales.
- Profundización en interpretabilidad y explicabilidad para garantizar la confiabilidad en escenarios de uso real.
- Extensión de las herramientas desarrolladas hacia aplicaciones prácticas en educación y accesibilidad digital.

Modelado estadístico y semi-empírico para la estimación de la radiación solar horizontal utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes de satélite.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/182856>



Tesista

Paula Iturbide

Director

Rodrigo Alonso Suárez

CoDirector

Franco Ronchetti

MOTIVACIÓN

Son de particular interés los mapas de radiación solar diaria media mensual en sus tres componentes (global, directa y difusa) para el desarrollo de las energías renovables. Contar con datos adecuados que muestren la variabilidad espacio-temporal del recurso solar es de suma importancia. De su correcta evaluación dependen el adecuado dimensionamiento de las plantas generadoras de energía (en el caso de centrales fotovoltaicas) y el análisis de su factibilidad económica y, en el futuro, el pronóstico de la producción en el corto plazo.

Es por ello que es necesario contar con un modelo que pueda estimar la radiación solar con baja incertidumbre y capacidades espacio-temporales adecuadas. La motivación de esta tesis es poder aprovechar la gran cantidad de datos de las estaciones de medición en tierra junto con las imágenes satelitales y las técnicas de machine learning aprendidas en la maestría para generar un modelo que estime la radiación solar global en plano horizontal y que, potencialmente, pueda ser usado para generar cartas.

El objetivo general de este trabajo es generar un modelo de estimación 10-minutal de la radiación solar en plano horizontal (GHI) basado en técnicas de Machine Learning (ML), utilizando como insumos estimaciones de modelos físicos de estimación de la radiación de cielo despejado y variables obtenidas a partir de imágenes satelitales. Se plantearon dos alternativas diferentes para este modelado, una puramente estadística y otra semi-empírica, para decidir qué estrategia es más exitosa en nuestra región. Si bien ambas estrategias desarrolladas aquí utilizan ML, la segunda incorpora a su entrada estimaciones de modelos físicos de cielo despejado, por lo que no se considera completamente estadística.

El desempeño se comparó con el de otros modelos satelitales semi-empíricos disponibles para la región, siendo esta la referencia a superar. El método semi-empírico utiliza como entrada variables derivadas de imágenes satelitales más un modelo de cielo claro e información geométrica, donde la técnica de ML seleccionada aprenderá a estimar la GHI de manera directa. El método completamente estadístico utiliza las mismas variables satelitales de entrada, pero no el modelo de cielo claro y la información geométrica. A diferencia del anterior, ML aprende la GHI solamente con información proveniente de las imágenes satelitales.

Se evaluó cuál método es el más adecuado para la región estudiada, así como también sus ventajas y desventajas. La comparación entre el modelo obtenido y otros disponibles (por ejemplo, el CIM-ESRA o el CIM-McClear ajustados a la región) permitirá seleccionar aquel que mejor estime los datos de radiación.

El modelo permitirá estimar por satélite la GHI en cualquier punto de la Pampa Húmeda a escala 10-minutal. La base de datos empleada para el ajuste y evaluación de desempeño consta de 3 años de medidas en tierra durante el período 2019-2021 y de imágenes del satélite meteorológico geoestacionario GOES-16, públicamente disponibles y procesadas en el Laboratorio de Energía Solar (LES) de la Universidad de la República de Uruguay.

El modelo seleccionado se podría utilizar a futuro para generar cartas mensuales de irradiación solar global en plano horizontal para la Pampa Húmeda Argentina, contando con los años necesarios de información satelital.

APORTES DE LA TESIS

La tesis integra de forma innovadora métodos estadísticos y semi-empíricos utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes satelitales para la estimación de la radiación solar, lo que constituye un aporte significativo y actual al campo.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Si bien los avances logrados con Machine Learning son significativos, las mejoras sobre los modelos físicos e híbridos son relativamente modestas, lo que subraya la dificultad de seguir optimizando las estimaciones satelitales de irradiación solar. Cabe resaltar que la simplicidad del modelo CIM-McClear, un modelo de caja blanca, interpretable y sencillo, ofrece una competencia directa a las redes neuronales, las cuales son algoritmos de caja negra, menos transparentes en su funcionamiento. Esto genera una disyuntiva entre la búsqueda de mayor precisión y la necesidad de interpretabilidad.

En futuros trabajos, será de importancia evaluar el comportamiento de estos modelos en otras regiones de la Pampa Húmeda y considerar la inclusión de variables adicionales, como la información de canales infrarrojos de los satélites o información de varios píxeles en una región, para mejorar aún más la precisión de las estimaciones.

Además, es necesario simplificar las RN mediante la identificación de combinaciones óptimas de resoluciones espaciales, a fin de desarrollar un modelo que sea a la vez simple y preciso.

En futuras investigaciones, será importante realizar una búsqueda exhaustiva de variables de entrada para optimizar los modelos de estimación de irradiación solar. Además, contar con más años de datos satelitales del GOES-16 permitirá desarrollar modelos más robustos y precisos, mejorando la capacidad de generalización de las predicciones. Asimismo, será relevante llevar a cabo una caracterización detallada de los años incluidos en los conjuntos de datos, con el fin de comprender mejor las variaciones climáticas y atmosféricas que puedan influir en el rendimiento de los modelos.

Por último, se explorará el uso directo de imágenes satelitales como insumo para los modelos de aprendizaje automático, lo que podría abrir nuevas posibilidades en la mejora de las estimaciones.

Se recomienda también explorar la integración de datos adicionales de estaciones ubicadas en distintas regiones para mejorar la capacidad de generalización del modelo de Red Neuronal en ubicaciones alejadas. Esto permitiría ajustar el modelo a variaciones geográficas y climáticas más amplias, incrementando su precisión en escenarios de extrapolación. Además, la implementación de técnicas avanzadas de Machine Learning, como modelos de ensamblado o aprendizaje por transferencia, podría optimizar los resultados en áreas con características atmosféricas diferentes a las de Luján, ampliando así su aplicabilidad y robustez para estudios de irradiación solar en diversas zonas.

Métrica PeS/PdS y Método CB-RISE: Nuevos enfoques en la evaluación de interpretabilidad en modelos de visión por computadora.

Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/182960>



Tesista

Oscar Agustín Stanchi

Directores

Dr. Franco Ronchetti

Dr. Facundo M. Quiroga

MOTIVACIÓN

La creciente complejidad y el uso de modelos de caja negra en visión por computadora han impulsado la necesidad de métodos que permitan interpretar de manera objetiva y confiable las decisiones de las redes neuronales profundas. La falta de interpretabilidad no solo dificulta el diagnóstico y la mejora de estos modelos, sino que también limita su aplicación en contextos de alto riesgo, donde la transparencia es crucial. En este contexto, esta tesis se propone abordar dos desafíos fundamentales:

1. Mejorar los métodos de interpretabilidad por atribución de caja negra, optimizando técnicas existentes y superando limitaciones en eficiencia y calidad de las explicaciones.
2. Desarrollar métricas cuantitativas que permitan evaluar de manera objetiva la calidad y robustez de las explicaciones generadas, facilitando la comparación entre métodos y apoyando la toma de decisiones en aplicaciones críticas.

Estos objetivos se orientan a contribuir al avance de la interpretabilidad en modelos de visión por computadora, proporcionando herramientas que permitan una evaluación sistemática y fiable de las explicaciones, y en última instancia, fomenten el desarrollo de modelos más transparentes y confiables.

APORTES DE LA TESIS

Esta tesis realiza aportes significativos en el campo de la interpretabilidad de modelos de aprendizaje profundo aplicados a visión por computadora, que se pueden resumir en tres ejes principales:

Desarrollo de la Métrica PeS/PdS:

Se introduce la métrica Pixel Erosion and Dilation Score (PeS/PdS), que evalúa la robustez de las explicaciones mediante procesos iterativos de operaciones morfológicas (erosión y dilatación) aplicadas a los mapas de atribución. Esta herramienta cuantifica la efectividad de las explicaciones de forma objetiva, preservando la coherencia espacial de la imagen y ofreciendo una comparación sistemática entre métodos de interpretabilidad.

Mejoras sobre el Método RISE:

Se propone CB-RISE: Convergence Detection and Blurred Perturbations for RISE, una versión mejorada del algoritmo RISE. Entre sus innovaciones destacan:

1. C-RISE: Un mecanismo de detección de convergencia basado en el algoritmo en línea de Welford, que reduce significativamente la carga computacional al detener la generación del mapa de importancia una vez que éste se estabiliza.
2. B-RISE: La integración de máscaras difuminadas mediante un filtro Gaussiano, que sustituye los parches negros y preserva la estructura espacial, minimizando distorsiones y anomalías.
3. PRN: Un nuevo esquema de normalización que ajusta los valores del mapa de importancia en función del puntaje original del modelo, garantizando resultados más comparables e interpretables.

Evaluación Experimental y Benchmarking:

Se realizó un exhaustivo estudio de ablación utilizando un subconjunto de imágenes de ImageNet-1K para evaluar el desempeño de la métrica PeS/PdS y las variaciones del algoritmo RISE (incluyendo CB-RISE). Los resultados experimentales demuestran que las mejoras propuestas optimizan tanto la eficiencia computacional como la calidad de las explicaciones, permitiendo una comparación objetiva entre métodos white-box y black-box.

LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Los avances presentados en esta tesis sientan las bases para múltiples líneas de investigación futura, entre las que se destacan:

Automatización de Parámetros en PeS/PdS:

Investigar métodos para la selección automática del umbral inicial y explorar diferentes funciones de agregación, con el fin de adaptar la métrica a diversas aplicaciones y conjuntos de datos.

Validación con Evaluaciones Humanas:

Combinar evaluaciones cuantitativas con estudios centrados en el usuario, para validar la efectividad de la métrica PeS/PdS y su correlación con la percepción humana de la interpretabilidad.

Enfoques Adaptativos en CB-RISE:

Desarrollar soluciones que permitan ajustar dinámicamente el tamaño de las máscaras durante la ejecución en función de las características de la imagen, y explorar nuevas estrategias de enmascaramiento, como la aplicación de perturbaciones en los mapas de activación de la última capa convolucional.

Optimización mediante Algoritmos Metaheurísticos:

Investigar el uso de algoritmos evolutivos y metaheurísticos para optimizar iterativamente la selección de máscaras, mejorando la eficiencia y calidad del mapa de importancia generado.