Portada (institucionalmente establecida)

# Resumen

(máximo de 5 páginas, incluyendo al final Palabras clave y Códigos UNESCO)

# Contenido

[1 Resumen 2](#_Toc79516638)

[2 Contenido 3](#_Toc79516639)

[3 Introducción (donde se incluya los antecedentes y justificación) 5](#_Toc79516640)

[3.1 Antecedentes 5](#_Toc79516641)

[3.1.1 Herramientas de reconocimiento de ecuaciones 5](#_Toc79516642)

[3.1.2 Herramientas de solución simbólica de ecuaciones 5](#_Toc79516643)

[3.2 Justificación 5](#_Toc79516644)

[4 Objetivos 6](#_Toc79516645)

[5 Metodología 7](#_Toc79516646)

[5.1 Análisis del estado del arte 7](#_Toc79516647)

[5.2 Elección de la arquitectura 7](#_Toc79516648)

[5.3 Seguimiento de mejores prácticas 7](#_Toc79516649)

[5.4 Metodologías agile 7](#_Toc79516650)

[5.5 Elección de licencia de código abierto 7](#_Toc79516651)

[*5.6* Escalabilidad 7](#_Toc79516652)

[6 Resultados y discusión 8](#_Toc79516653)

[6.1 Arquitectura 8](#_Toc79516654)

[*6.1.1* *Front end* 8](#_Toc79516655)

[*6.1.2* *Back end* 8](#_Toc79516656)

[6.1.3 Segmentación 8](#_Toc79516657)

[6.1.4 Clasificación 8](#_Toc79516658)

[6.1.5 Reconstrucción 8](#_Toc79516659)

[6.1.6 Resolución 8](#_Toc79516660)

[6.1.7 Distribución de eventos 8](#_Toc79516661)

[6.1.8 Resultados de los tests 8](#_Toc79516662)

[7 Conclusiones 9](#_Toc79516663)

[8 Líneas futuras (opcional) 10](#_Toc79516664)

[9 Bibliografía (incluyendo normativa de aplicación al trabajo) 11](#_Toc79516665)

[10 Planificación temporal y presupuesto 12](#_Toc79516666)

[11 Índice de figuras (opcional) 13](#_Toc79516667)

[12 Índice de tablas (opcional) 14](#_Toc79516668)

[13 Abreviaturas 15](#_Toc79516669)

# Introducción (donde se incluya los antecedentes y justificación)

## Antecedentes

En la actualidad existen multitud de proyectos, herramientas y librerías que cubren tanto el campo del reconocimiento de ecuaciones mediante inteligencia artificial como la resolución de éstas mediante cálculo numérico y simbólico.

A continuación, se incluye una relación (no exhaustiva) de los principales desarrollos que cubren ambos aspectos.

### Reconocimiento de ecuaciones

En el campo de reconocimiento de ecuaciones se pueden distinguir dos enfoques distintos que difieren en el método de recogida de datos.

El primer método denominado *online* recoge datos de tabletas digitalizadoras y similares. El método de reconocimiento se basa en los trazos realizados con el bolígrafo digital y utilizan, entre otros datos de las direcciones de los trazados y el orden (marcas de tiempo) en el que éstos se realizan.

La gran ventaja de estos métodos es que cuentan con una gran cantidad de información añadida para realizar las predicciones. Por el contrario, generan la necesidad de tener dispositivos para la recogida de los datos y, por tanto, no se pueden utilizar en texto escrito en formato analógico.

Por otro lado, el método *offline* utiliza imágenes como fuente de datos lo que lo convierte en un método más flexible. Es relativamente sencillo convertir registros de *online* a *offline*. Sin embargo, el problema de inferir los trazos y marcas de tiempo para convertir registros *offline* a *online* constituiría un problema a resolver en sí mismo.

#### Reconocimiento online

El reconocimiento *online* ha sido ampliamente más investigado que el reconocimiento *offline*. Como referente cabe destacar el CROHME (Competición de reconocimiento *online* de expresiones matemáticas manuscritas, por sus siglas en inglés). Se han llevado a cabo 6 competiciones de CROHME en 2011 [1], 2012 [2], 2013 [3], 2014 [4], 2016 [5] y 2019 [6]. En todas ellas se han incluido categorías de reconocimiento de expresiones *online* mientras que solo la última introdujo categoría *offline.*

Los algoritmos de reconocimiento empleado se pueden clasificar entre algoritmos basados en gramática y estadística [7] [8] y algoritmos basados en redes neuronales [9] [10].

A pesar de que las soluciones de redes neuronales han obtenido mejores resultados en la competición los enfoques mixtos han obtenido resultados cercanos [6].

De entre los enfoques basados en gramática y estadística cabe destacar la solución comercial WIRIS MathType [[1]](#footnote-1) y SESHAT [11]

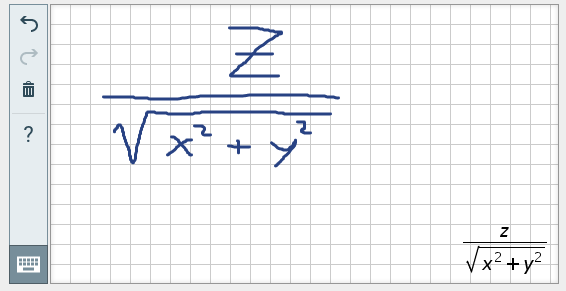


Figura : Reconocimiento «online» WIRIS MathType

La aplicación de WIRIS MathType dispone de versión de escritorio y es incrustable en diversos formatos y *frameworks* web.

SESHAT es parte del resultado de una tesis doctoral llevada acabo en la Universidad Politécnica de Valencia. Es un desarrollo de código abierto bajo licencia GNU alojado en GitHub[[2]](#footnote-2). También hay una implementación disponible en formato web[[3]](#footnote-3).

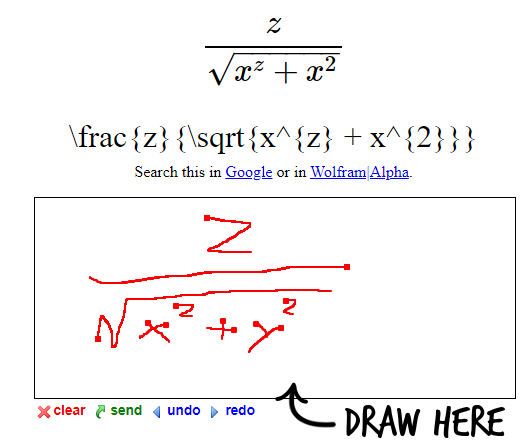


Figura : Reconocimiento «online» SESHAT

Entre los enfoques mixtos cabe destacar MyScript[[4]](#footnote-4) Calculator, una app móvil (de pago) disponible en iOS y Android. La aplicación es capaz de resolver ecuaciones sencillas.

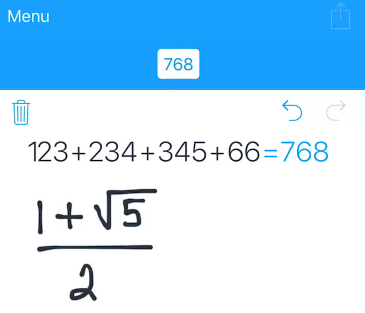


Figura Reconocimiento «online» MyScript

#### Segmentación

#### Clasificación

#### Reconstrucción

### Herramientas de solución simbólica de ecuaciones

## Justificación

# Objetivos

1. Crear una aplicación capaz de tomar fotografías de ecuaciones diferenciales y resolverlas.
2. Escribir código que siga las mejores prácticas de programación para asegurar la mantenibilidad del proyecto.
3. Asegurar la escalabilidad de la aplicación mediante el diseño de un proyecto modular que permita balancear la carga entre los distintos módulos.
4. Adquirir una visión global de la administración de sistemas.

# Metodología

## Análisis del estado del arte

## Elección de la arquitectura

## Seguimiento de mejores prácticas

## Metodologías agile

## Elección de licencia de código abierto

## Escalabilidad

# Resultados y discusión

(incluyendo la valoración de impactos y de aspectos de responsabilidad legal, ética y profesional relacionados con el trabajo)

## Arquitectura

### *Front end*

### *Back end*

### Segmentación

### Clasificación

### Reconstrucción

### Resolución

### Distribución de eventos

### Resultados de los tests

# Conclusiones

# Líneas futuras (opcional)

# Bibliografía (incluyendo normativa de aplicación al trabajo)

# Planificación temporal y presupuesto

# Índice de figuras (opcional)

# Índice de tablas (opcional)

# Abreviaturas

1. https://demo.wiris.com/mathtype/en/index.php [↑](#footnote-ref-1)
2. https://github.com/falvaro/seshat [↑](#footnote-ref-2)
3. https://cat.prhlt.upv.es/mer [↑](#footnote-ref-3)
4. https://www.myscript.com/calculator [↑](#footnote-ref-4)