

Quantum Support Vector Machine para Clasificación de Imágenes

Erick Jesús Ríos González

Seminario de Redes Neuronales, UNAM

November 13, 2024

Introducción

- ▶ Las Support Vector Machines (SVM) son modelos de clasificación popular en aprendizaje automático.
- ▶ La Quantum Support Vector Machine (QSVM) introduce principios de computación cuántica para optimizar la clasificación en problemas complejos.

Datos: Imágenes de Perros y Gatos

- ▶ El conjunto de datos contiene imágenes etiquetadas de perros y gatos.
- ▶ Preprocesamiento: redimensionado, escalado y conversión a vectores de características.
- ▶ Los datos están divididos en conjuntos de entrenamiento y prueba.

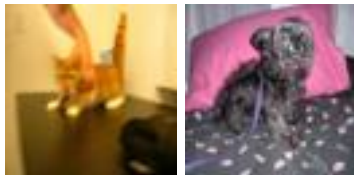


Figure: Ejemplos de imágenes de perros y gatos

¿Qué es una Support Vector Machine?

- ▶ Una SVM es un modelo supervisado que encuentra un hiperplano óptimo para clasificar datos en distintas clases.
- ▶ Se usa para problemas de clasificación y regresión.
- ▶ Ventaja: eficaz en conjuntos de datos de alta dimensión.

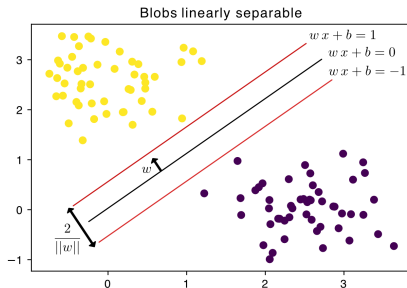


Figure: Ilustración de una SVM

¿Qué es una Quantum Support Vector Machine?

- ▶ La QSVM es una versión cuántica de la SVM que utiliza principios de mecánica cuántica.
- ▶ Se implementa en circuitos cuánticos, aprovechando superposición y entrelazamiento para representar datos.
- ▶ Objetivo: mejorar la precisión en la clasificación de datos complejos y de alta dimensión.

Funcionamiento de una QSVM

- ▶ Recordemos que la idea de una SVM clásica es encontrar un hiperplano óptimo que separe un conjunto de puntos de otros. Puede ser lineal, pero también puede ser más complejo.
- ▶ ¿Qué se necesita en el caso de una computadora cuántica?

¿Qué se necesita en el caso de una computadora cuántica?

- ▶ Primero necesitamos calcular el vector de datos clásicos \vec{x} en un vector cuántico $|\Phi(\vec{x})\rangle$. Esto lo conseguimos haciendo un circuito $U_{\Phi(\vec{x})} |0\rangle$. Donde $\Phi()$ puede ser cualquier función clásica aplicada en los datos clásicos \vec{x} .
- ▶ Luego necesitamos un circuito cuántico parametrizado $W(\theta)$ que procese la información de una forma en la que al final podamos aplicar medidas que regresen
- ▶ 1 o -1 para cada entrada clásica de datos, lo cual va a identificar la etiqueta de la clase a la que pertenece.

- ▶ En el caso de una QSVM, el circuito cuántico solo usaremos mapas de características cuánticas $U_{\Phi(\vec{x})}$ para mapear los datos clásicos a un espacio cuántico. Después construiremos el Kernel de la SVM con estos datos. Finalmente calculando la matriz del kernel en una computadora cuántica podemos entrenar la QSVM de la misma forma que una clásica SVM.

Definición del Núcleo Cuántico

La idea del núcleo cuántico es la misma que en el caso clásico. Tomamos el producto interno, pero ahora con los mapas de características cuánticas.

Nota: No hay una prueba de que el QSVM ofrezca una ventaja cuántica, pero los autores de [1] argumentan que no habría ventaja si usamos mapas de características fáciles de simular clásicamente, ya que no necesitaríamos una computadora cuántica.

Resultados y Conclusiones

- Precisión obtenida: 49.20%. En análisis para mejorar con otros optimizadores.
- Conclusión: La QSVM muestra potencial, pero requiere ajustes adicionales para aplicaciones en imágenes.
- Futuro: Explorar optimizadores avanzados y configuraciones de circuitos cuánticos.

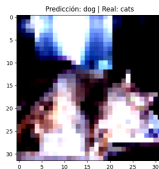
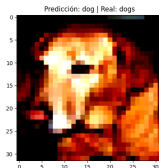


Figure: Predicción realizada por el primer modelo QSVM



Referencias

- 1 Vojtech Havlicek, Antonio D. C'orcoles, Kristan Temme, Aram W. Harrow, Abhinav Kandala, Jerry M. Chow, and Jay M. Gambetta¹, Supervised learning with quantum enhanced feature spaces, Nature 567, 209–212 (2019).
- 2 Rebentrost, P., Mohseni, M. & Lloyd, S. Quantum support vector machine for big data classification, Physical review letters 113, 130503 (2014).