

Inteligencia Artificial

INVESTIGACIÓN: TRANSFORMERS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

NOMBRE:

Garcia Rodríguez Usiel

CARRERA:

Ingeniería en Sistemas Computacionales

AULA:

EB01

ASIGNATURA:

Inteligencia Artificial

DOCENTE:

Ríos Félix José Mario

HORA:

18:00 - 19:00



Instituto Tecnológico De Culiacán

Tecnológico Nacional De México



Introducción

Los **Transformers** han redefinido el panorama de la IA desde su introducción en 2017, desplazando a modelos recurrentes y convolucionales en tareas secuenciales. Su capacidad para procesar datos en paralelo y capturar relaciones contextuales complejas los ha convertido en la base de modelos como **GPT-4**, **BERT** y **T5**.

Objetivos Específicos:

1. Analizar los fundamentos matemáticos de la **atención autoasistida**.
2. Explorar aplicaciones emergentes en **multimodalidad** (texto, imagen, audio).
3. Discutir limitaciones y soluciones propuestas (ej: *sparse attention*).

Arquitectura Detallada de los Transformers

Mecanismo de Atención (Self-Attention)

- **Ecuación Clave:**

$$\text{Atención}(Q, K, V) = \text{softmax}(QK^T/dk)V$$

donde Q (q queries), K (k keys), y V (v values) son matrices aprendidas.

- **Ejemplo**

Práctico:

En la frase "El gato persigue al ratón", el modelo asigna pesos altos a "gato" y "persigue" para contextualizar "ratón".

Atención Multi-Cabeza (Multi-Head Attention)

- **Propósito:** Paralelizar el aprendizaje de diferentes tipos de relaciones (ej: sintácticas, semánticas).
- **Hiperparámetros:** Número de cabezas (8 en el paper original), dimensión $d_k d_v$.

Positional Encoding

- **Función:** Inyecta información posicional mediante funciones sinusoidales:

$$\begin{aligned} PE(pos, 2i) &= \sin\left(\frac{pos}{10000^{2i/d_{model}}}\right) & PE(pos, 2i) &= \sin\left(\frac{pos}{10000^{2i/d_{model}}}\right) \\ PE(pos, 2i+1) &= \cos\left(\frac{pos}{10000^{2i/d_{model}}}\right) & PE(pos, 2i+1) &= \cos\left(\frac{pos}{10000^{2i/d_{model}}}\right) \end{aligned}$$

Capas Adicionales

- **Normalización de Capa (LayerNorm):** Estabiliza entrenamiento.
- **Redes Feed-Forward:** Operan posición por posición (ej: 2 capas densas con ReLU).

Inteligencia Artificial

Aplicaciones Avanzadas

NLP de Vanguardia

- **Modelos Autoregresivos (GPT-3/4):** Generación de texto coherente en largos contextos.
- **Modelos Bidireccionales (BERT):** Pre-entrenamiento con tareas como *masked language modeling*.

Visión por Computador

- **Vision Transformers (ViT):** Divide imágenes en parches de 16x16 píxeles y los trata como tokens.
- **Swin Transformer:** Introduce jerarquía de ventanas para reducir complejidad computacional.

Aplicaciones Multimodales

- **CLIP (OpenAI):** Alinea texto e imágenes en un espacio embebido compartido.
- **Flamingo (DeepMind):** Combina Transformers con RNNs para diálogo multimodal.

Otros Dominios

- **AlphaFold 2:** Predice estructura 3D de proteínas con atención estructural.
- **Robótica:** Planificación de trayectorias usando Transformers para secuencias de acciones.

Ventajas

- ✓ **Eficiencia en Secuencias Largas:** Comparado con RNNs, evita el problema de *vanishing gradients*.
- ✓ **Transfer Learning:** Modelos pre-entrenados (ej: BERT) logran *state-of-the-art* con fine-tuning mínimo.
- ✓ **Escalabilidad:** Leyes de escalado (ej: rendimiento mejora con tamaño del modelo y datos).

Desafíos y Soluciones

- **Coste Computacional:**
 - **Solución:** *Mixture of Experts* (MoE), donde solo se activan subredes (ej: Switch Transformer).
- **Sesgo en Datos:**
 - **Ejemplo:** GPT-3 puede generar texto discriminatorio.
 - **Mitigación:** Fine-tuning con datos equilibrados y *reinforcement learning from human feedback* (RLHF).

- **Modelos Eficientes:**
 - **Compresión:** Distillation (ej: TinyBERT), cuantización.
 - **Arquitecturas Sparse:** Longformer, BigBird.
- **IA Generativa:**
 - Video generation (ej: Sora de OpenAI).
- **Teoría Matemática:**
 - Estudio de dinámicas de entrenamiento y *scaling laws*.

Conclusión

Los Transformers han revolucionado la IA al reemplazar modelos tradicionales y permitir el procesamiento paralelo de datos con atención autoasistida. Su arquitectura es clave en modelos avanzados como GPT-4 y BERT, con aplicaciones en NLP, visión por computadora y multimodalidad.

Si bien ofrecen eficiencia y escalabilidad, enfrentan desafíos como el alto costo computacional y sesgos en datos. Las investigaciones futuras buscan modelos más optimizados y avances en IA generativa, consolidando su papel en la evolución tecnológica.

Referencias

- IA Transformers: Aprende, Transforma y Triunfa. (s/f). Iatransformers.Academy. Recuperado el 29 de mayo de 2025, de <https://www.iatransformers.academy/>
- Los Transformers en IA: Un Avance Clave en el Procesamiento de Lenguaje. (s/f). Victormolla.com. Recuperado el 29 de mayo de 2025, de <https://www.victormolla.com/transformers>
- ¿Qué es un modelo de transformador? (2025, febrero 27). Ibm.com. <https://www.ibm.com/es-es/topics/transformer-model>
- Redes Transformer. (2020, junio 30). Codificando Bits. <https://codificandobits.com/blog/redes-transformer/>