

Tendencias en las arquitecturas de chatbots

Trends in chatbot architectures

Francisco Javier Miguel García ^a, Asdrúbal López chau ^b

Abstract:

Chatbots have evolved from simple laboratory programs to widely used tools across various sectors, including business, education, and government. Today, there are multiple chatbot architectures, ranging from basic models to advanced systems based on deep learning techniques. This article reviews 46 recent publications with the aim of identifying current trends in chatbot architectures and applications. Based on this analysis, a general overview is provided to help understand the direction in which this technology is evolving.

Keywords:

Chatbot, Artificial intelligence, chatbots architectures

Resumen:

Los chatbots evolucionaron de ser simples programas de laboratorio a convertirse en herramientas ampliamente utilizadas en diversos sectores, incluyendo el empresarial, educativo y gubernamental. Hoy en día, existen múltiples arquitecturas de chatbots, que van desde modelos básicos hasta sistemas avanzados basados en técnicas de aprendizaje profundo. En este artículo se revisaron 46 publicaciones recientes con el objetivo de identificar las tendencias actuales en arquitecturas y aplicaciones de chatbots. A partir de este análisis, se ofrece un panorama general que permite comprender la dirección en la que se está desarrollando esta tecnología.

Palabras Clave:

Chatbot, Inteligencia artificial, arquitecturas chatbots

Introducción

Hoy en día han surgido nuevas tecnologías como los chatbots o bots conversacionales que han atraído la atención mundial. Los chatbots son un tipo de software diseñado para aparentar la conversación humana, especialmente en Internet, aunque recientemente también de dispositivos móviles. Otros nombres para los chatbots son robot inteligente, agente interactivo, asistente digital u objeto de conversación artificial. Los chatbots pueden simular las interacciones humanas, atender y entretener a los usuarios. Estos agentes interactivos son útiles en una plétora de aplicaciones como comercio electrónico, educación, negocios y recuperación de información.

Los primeros chatbots surgieron en la década de los 60's por ejemplo el caso de "Eliza", su desarrollo sirvió como un puente de comunicación entre el hombre y la máquina,

este sistema reconocía palabras específicas o clave, respondiendo como si fuera un psicólogo. El creador de este chat fue un profesor del Massachusetts Institute of Technology de Berlín llamado Joseph Weizenbaum [1]. Pasaron muchos años desde Eliza, para que los chatbots pudieran ser usados en ámbitos comerciales o educativos.

Actualmente, los chatbots reducen de manera notable el tiempo de espera de los clientes o usuarios en muchas aplicaciones de diverso tipo, desde bancos, ventas, reservaciones, hasta educativas. Los chatbots ayudan a obtener respuestas rápidas a mensajes, ya sean de voz o de texto.

Existen actualmente diversas arquitecturas que permiten el funcionamiento de chatbots inteligentes (ver Figura 1),

^a Universidad Autónoma del Estado de México | CU UAEM Zumpango | Zumpango-Estado de México | México, <https://orcid.org/0009-0007-0889-7800>, Email: fmiguelg001@alumno.uaemex.mx

^b Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de México | CU UAEM Zumpango | Zumpango-Estado de México | México, <https://orcid.org/0000-0001-5254-0939>, Email: alchau@uaemex.mx

las cuales pueden variar según la complejidad del sistema, el tipo de interacción y el dominio en el que se apliquen. A continuación, se describen las principales:

Arquitectura basada en reglas: Esta es la forma más simple de chatbot. Funciona siguiendo árboles de decisión predefinidos, donde cada respuesta depende de reglas y patrones preestablecidos. Aunque es algo eficiente en tareas simples, no tiene capacidad para adaptarse a nuevas preguntas, ya que hay que implementarlas manualmente, no tiene la capacidad de aprender [5].

Arquitectura basada en recuperación de información (retrieval-based): En esta arquitectura de chatbot, se selecciona una respuesta a una pregunta de un usuario de entre varias respuestas almacenadas en una base de datos. Para lograr lo anterior, se usan técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) para analizar la pregunta del usuario y determinar cuál respuesta almacenada es la más adecuada. Es más flexible que los chatbots basados en reglas, pero no genera nuevas respuestas, sólo selecciona entre opciones existentes [16].

Arquitectura generativa (generative-based): Este tipo de arquitectura de chatbot emplea redes neuronales profundas, en particular Transformers. A diferencia de los chatbots anteriormente mencionados, los generativos pueden crear respuestas nuevas, lo que les permite mantener conversaciones más naturales, similar a un humano. Los modelos GPT (Generative Pre-trained Transformer) y BERT han sido fundamentales en este enfoque [17]. Una desventaja de las arquitecturas de chatbot generativas es que requieren una infraestructura de hardware con más poder computacional que las otras.

Arquitectura híbrida: Combina elementos de las arquitecturas anteriores para aprovechar sus fortalezas. Por ejemplo, puede utilizar un sistema de recuperación de información para preguntas frecuentes y, al mismo tiempo, usar un modelo generativo para conversaciones más complejas o abiertas. Este enfoque busca lograr un equilibrio entre el costo computacional y la precisión, eficiencia y adaptabilidad en la interacción [16].

Además de las arquitecturas anteriores, es importante tomar en cuenta otros elementos [18], como la comprensión del lenguaje natural (NLU) que consiste en extraer significado e intención de la información textual; la gestión del diálogo (DM) que controla y actualiza el contexto de una conversación en un chatbot; y la síntesis del lenguaje natural (NLG) que realiza la producción de

texto en función de temas clave o específicos. Estos componentes actúan como componentes necesarios para que los chatbots que se aproximen cada vez más a la conversación humana real.

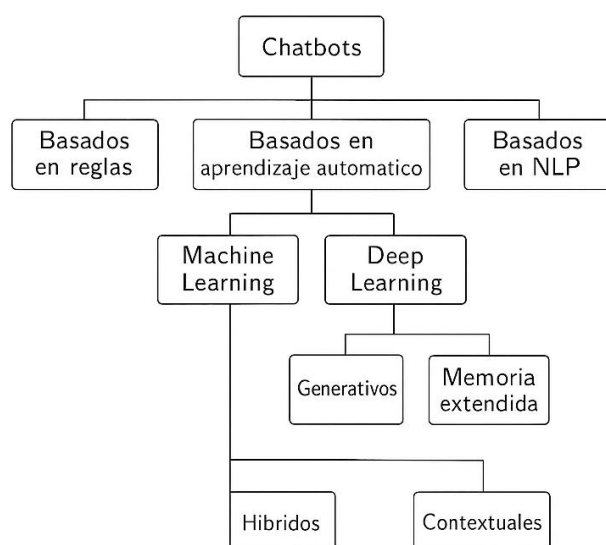


Figura 1. Bosquejo de arquitecturas de chatbots
Marco teórico

Funcionamiento general de un chatbot

Un chatbot es un software que sigue reglas e instrucciones precisas para realizar tareas de comunicación con humanos, esto con muy poca o incluso nula intervención humana. Un bot conversacional moderno usa modelos de aprendizaje profundo [3] para ayudar a que la conversación que se tenga con el humano sea de manera no robotizada.

Aplicaciones principales

Las aplicaciones de IA también son cada vez más frecuentes en diferentes sectores estratégicos. Por ejemplo, en medicina y wearables, se propone un marco que combina Metaverso, IA y blockchain [41] para la gestión integral de enfermedades crónicas. Lo que habilita la creación de entornos virtuales personalizados y seguros.

Otra de las áreas en las que la IA y los chatbots están teniendo gran aceptación es en educación. Particularmente en los sistemas de e-learning y e-mentoring [42]. Esto debido a que pueden mejorar la personalización del aprendizaje, facilitando la mentoría virtual mediante IA.

En la industria financiera, se ha creado el corpus FINCORP [43] especialmente diseñado para entrenar

modelos de detección de quejas y su severidad en redes sociales. Esto permite una respuesta inmediata a problemas de clientes o usuarios.

Algunas otras aplicaciones de los chatbots son las siguientes:

1. Atención al cliente: Los chatbots son utilizados para brindar atención al cliente, ya sea para contestar preguntas frecuentes y para explicación de procesos.
2. Asistencia en salud mental: Los chatbots brindan ayuda en lugares poco accesibles o en situaciones de emergencia. Esto brinda una disponibilidad de los 7 días las 24 horas. Esto es apreciado por personas que quieren permanecer en el anonimato y sentirse más seguras al expresar su sentir a una entidad que no los juzga. Los chatbots pueden proporcionar un ambiente seguro y anónimo para que los pacientes se sientan cómodos compartiendo sus experiencias [4].
3. Comercio electrónico (e-commerce): Otra aplicación muy utilizada es el área de comercio electrónico, ya que ofrece respuestas personalizadas sobre información que solicita el cliente sobre los productos o servicios.
4. Entretenimiento y ocio: Los chatbots son utilizados en la parte de entretenimiento ya sea para: Letras de canciones, chistes, guiones, recetas o generación de diálogos.
5. Educación y formación: En el ámbito educativo es una poderosa herramienta. Brinda información de manera rápida y da explicaciones claras. Sin embargo, si se usa de manera incorrecta puede dar lugar a problemas académicos, de aprendizaje, éticos y hasta legales.

Tendencias y Arquitecturas principales de chatbots en la literatura

A continuación, se muestran las principales arquitecturas actuales de los chatbots.

1. Basadas en reglas (Rule-Based)

Como se mencionó anteriormente, los chatbots con esta arquitectura son muy simples, usan reglas predefinidas para responder a preguntas. Cada regla especifica una acción y una reacción [5].

2. Basadas en aprendizaje automático (Machine Learning-Based)

Los bots conversacionales basados en Machine Learning usan modelos predictivos como redes neuronales para elegir respuestas de una base de datos. Este tipo de modelos son ajustados mediante conjuntos de datos de conversaciones de otros chats [6].

3. Basadas en procesamiento de lenguaje natural (NLP-Based)

NLP es una rama de la IA que brinda a las computadoras la capacidad de entender el lenguaje humano. Para esto, combina la lingüística computacional, que está basada en las reglas de lenguaje humano, con modelos estadísticos, de aprendizaje automático y aprendizaje profundo [7]. Los chatbots basados en este tipo de arquitectura son capaces de comprender el contexto de las conversaciones.

4. Generativas, basadas en redes neuronales (Deep Learning-Based)

Los chatbots basados en este tipo de arquitectura son capaces de entender el contexto de las conversaciones, recordar temas hablados anteriormente y mantener una conversación a un nivel similar a un humano. Además, son capaces de generar nuevas respuestas [8].

Las arquitecturas generativas pueden crear contenido como: Texto, Imágenes, Música, Audio y Video. Todo esto gracias a modelos robustos que pueden realizar múltiples tareas y atender peticiones que solicite el usuario para todos estos ámbitos ya mencionados [11].

5. Híbridas (Hybrid Architectures)

Existen dos tipos de inteligencia artificial, la simbólica y la no simbólica. La simbólica se refiere a aquella que emplee uso de símbolos como representación del conocimiento humano, y la no simbólica que se alimenta de información sin tratamiento alguno. Dicho lo anterior la IA Híbrida es aquella que incluye estos dos tipos lo que permite una mejor respuesta siempre y cuando tenga supervisión de un humano [9].

6. Basadas en memoria (Memory Networks)

Son un tipo especial de red neuronal con capacidades de memoria extendida a corto y largo plazo, arquitecturas comunes incluyen Redes neuronales recurrentes (RNN), memoria de corto y largo plazo (LSTM), y unidad recurrente con compuertas (GRU). Permite dar respuestas basadas en hechos similares [10].

7. Basadas en recuperación de información (Retrieval-Based)

La generación mejorada por recuperación (RAG) es una técnica que combina búsqueda de información con generación de texto. Mediante esta combinación un modelo grande de lenguaje (LLM) pueda responder con información actualizada, precisa y basada en datos externos, sin necesidad de haberla aprendido en su entrenamiento. Este enfoque permite usar información nueva, por ejemplo, información propia almacenada en documentos o bases de datos, con LLMs que no conocen esa información [12].

8. Orientado a tareas (Task-Oriented Chatbots)

Son desarrolladas para principalmente atender al usuario en dos tipos de tareas:

- Resolución de procesos/tareas
- Mantener conversaciones

Ambas tareas tienen el propósito de solucionar y atraer al usuario ayudándolo desde una simple consulta hasta un proceso complejo [13].

9. Contextuales (Context-Aware Chatbots)

Los chatbots contextuales son capaces de comprender el contexto de una conversación dando respuestas más precisas y relevantes gracias a que utilizan ML para analizar y comprender el contexto de la conversación y así permitir que los factores de las preferencias del usuario sean tomadas en cuenta al responder y dar así una conversación coherente con respuestas relevantes [14].

Las arquitecturas más poderosas actualmente son las basadas en modelos de aprendizaje profundo. En la siguiente sección, se describe la metodología empleada para obtener los artículos recientes sobre chatbots.

Metodología

Para realizar una investigación sobre las principales arquitecturas de chatbots inteligentes, se definió como objetivo general analizar y explicar las arquitecturas más relevantes utilizadas en su desarrollo, identificando sus ventajas, limitaciones y aplicaciones prácticas. En primer lugar, se llevó a cabo una revisión bibliográfica que incluye artículos académicos disponibles en IEEEExplore. La consulta se estructuró de la siguiente manera:

Consulta: ("chatbot" OR "conversational agent" OR "virtual assistant") AND ("architecture" OR "framework") AND ("Content Type":Journal)

Filters Applied: 2023 - 2025

Se eliminaron manualmente los artículos que no tenían relación con el objetivo general de esta investigación. Después, se eligieron artículos que fueron citados al menos una vez, hasta el 6 de febrero de 2025. Se analizaron los títulos de los artículos usando una nube de palabras. Se aplicó el mismo análisis a los resúmenes. Se leyeron los artículos, identificando las principales arquitecturas y sus características.

Resultados

El total de documentos que regresó la búsqueda explicada anteriormente fue de 81, sin embargo, después de filtrar manualmente los documentos, la cantidad total de artículos encontrados y que cumplen con todos los criterios fue de 46.

La Figura 2 muestra la nube de palabras construida a partir de los títulos de los artículos seleccionados, mientras que la Figura 3 la nube de palabras para los resúmenes.

Figura 1. Nube de palabras con los títulos de los artículos.

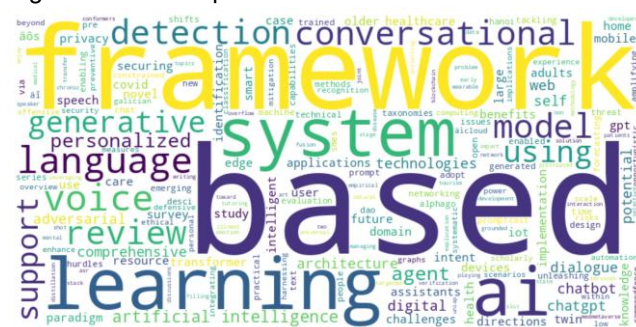


Figura 2. Nube de palabras con los títulos de los artículos.

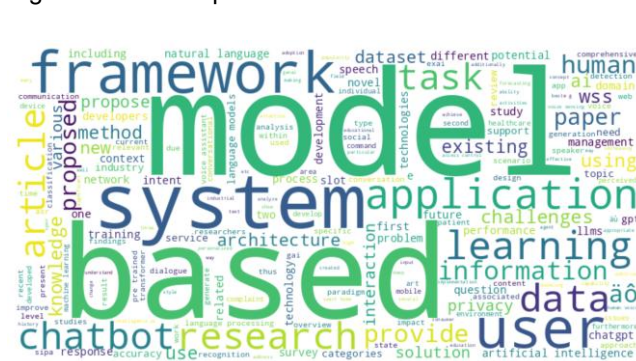


Figura 3. Nube de palabras con los resúmenes de los artículos.

Los LLMs han transformado el desarrollo de chatbots, permitiendo capacidades avanzadas de comprensión y generación de lenguaje natural. Su rápida evolución fue debida a avances en arquitecturas basadas en

Transformers, y métodos de entrenamiento a gran escala con datos masivos. La arquitectura Generative Pre-trained Transformer (GPT) es hasta ahora la arquitectura más influyente de los LLMs [21]. GPT enfrenta varias limitaciones como la tendencia a generar respuestas incorrectas, la dependencia del diseño de los prompts y la falta de un razonamiento estructurado. Para abordar estos problemas, se están explorando soluciones como el aprendizaje por refuerzo con retroalimentación humana y la integración con sistemas externos de verificación de hechos [21]. Otras de las desventajas actuales son los elevados costos computacionales, la dificultad para controlar sesgos y la interpretación de sus decisiones [20]. En el terreno del conocimiento humano, se está debatiendo el papel de los GPT en la distribución del conocimiento, con implicaciones sobre autoría y veracidad [44].

A continuación, se resumen las arquitecturas revisadas.

Aunque con la capacidad actual de razonamiento de los LLM, como GPT5 o LLaMA tienen capacidades asombrosas nunca antes vistas en sistemas de cómputo, se busca mejorar todavía más su alcance. Por ejemplo, DiaProlog [39] (Dialogue Prolog) es un lenguaje diseñado para integrar la lógica de Prolog en los sistemas de diálogo. Esto permite no solamente generar texto, sino razonar sobre hechos, basándose en reglas. El problema de las reglas es que son fácilmente escalables. Debido a esto, se están explorando técnicas de aprendizaje por refuerzo y adversarial [40] (con redes generativas adversarias), que generen respuestas con un equilibrio entre coherencia, diversidad y naturalidad.

La IA explicable (XAI-eXplainable AI) es otra tendencia relevante en el área de los chats conversacionales. En muchas aplicaciones, se requiere de una transparencia en las decisiones algorítmicas, por ejemplo, en las decisiones para beneficios sociales. Aquí es necesaria la transparencia para la aceptación de las soluciones automatizadas [45]. Un análisis comparativo entre los GPT y modelos más simples como los basados en reglas permite evaluar su aplicabilidad en escenarios donde la precisión, trazabilidad y control son prioritarios [46].

La evolución de los modelos para comprender el lenguaje hablado es una prioridad en el desarrollo de interfaces más naturales. Una propuesta reciente [32] que se basa en un marco de fusión selectiva ha mejorado sustancialmente la detección de intenciones y la extracción de entidades. Este enfoque de identificar intenciones y entidades permite generar una representación más precisa del contexto conversacional.

La protección de la privacidad en entornos de escucha constante, como bocinas inteligentes y sistemas IoT (Internet of Things) ha motivado soluciones como UniAP [35]. Este propone proteger las señales de micrófonos de dispositivos sin comprometer su funcionalidad [36]. Debido a que actualmente, los bots conversacionales ya no son exclusivamente para texto, sino también para voz, las propuestas para integrar seguridad son esenciales.

Debido a que se han detectado vulnerabilidades en sistemas de acceso por voz, algunos investigadores han propuesto marcos de refuerzo para mejorar la seguridad en entornos domésticos inteligentes. Ejemplo de esto es el uso de Conformers para reconocimiento biométrico de la voz, que ha permitido el desarrollo de sistemas para la detección de ataques por suplantación de voz en dispositivos inteligentes [33] [34], esto es especialmente importantes en sistemas conversacionales de IoT, donde la verificación de oradores no había sido necesaria anteriormente, pero con los avances de la IA generativa se ha convertido en una vulnerabilidad latente.

El uso de señales RF (radiofrecuencia) en combinación con biometría vocal, mostrado en [50], también representa una frontera emergente en interfaces sin contacto, particularmente relevante en entornos sanitarios o industriales.

Los modelos como EP-GAN [37], que son redes generativas adversarias aplicadas a PLN, están siendo estudiados para su aplicación en chatbots sociales. Este tipo de bots conversacionales, son diseñados para generar respuestas originales, pero que tengan la característica de ser empáticas con el usuario. Se supone que esto mejora significativamente la calidad de la interacción humano-máquina. Otro modelo, el PoPe-DG (Politeness-Personalized Dialogue Generator) tiene una idea similar, pero se centra en la cortesía y la personalización. En contraparte, modelos como T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) [47] [48] son usados para generar respuestas "con doble sentido", o alguna intensión oculta. Esto puede tener aplicación en escenarios donde las respuestas inteligentes, pero con intensión oculta, o políticamente incorrectas no son mal vistas, como redes sociales. Los chatbots sociales son lo opuesto a los chatbots sarcásticos.

Conclusiones

La revisión de los artículos revela que las arquitecturas modernas en redes y chatbots están evolucionando hacia sistemas más autónomos, inteligentes y seguros. En redes, el enfoque Intent Based Networking permite gestionar infraestructuras basándose en intenciones

expresadas, aunque aún enfrenta desafíos en interpretación y adaptabilidad.

En inteligencia artificial conversacional, los LLM y en específico los GPT, han transformado la generación y comprensión del lenguaje. Esto ha aumentado las áreas de aplicaciones, sin embargo, también han mostrado limitaciones en costos y control de sesgos, así como veracidad en sus respuestas.

La IA está llegando a sectores estratégicos como la medicina, educación y finanzas, impulsando la personalización y eficiencia. La necesidad de transparencia y escalabilidad en la IA cobra relevancia en la Industria 5.0, junto con el desarrollo de interfaces innovadoras que combinan biometría vocal y señales de radiofrecuencia, especialmente en el contexto post-pandemia.

Como trabajos futuros, se tiene planeado buscar o solicitar los códigos fuentes a los autores, y realizar pruebas en equipo de cómputo en la nube, como Google Colab.

Referencias

- [1] Fernández, Y. Así era ELIZA, el primer bot conversacional de la historia. <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/asi-era-eliza-el-primer-bot-conversacional-de-la-historia>, 2024. Consultado el 12/02/2025.
- [2] IBM, ¿Qué es el diseño de un chatbot?, *IBM*, 2023. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/chatbot-design>
- [3] Amazon Web Services (AWS), "¿Qué es un bot?", *AWS*, 2023. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/what-is/bot>
- [4] Espinosa García, P., "Chatbots o asistentes virtuales para la atención en salud mental," *Emocional*, 1-mar-2023. Disponible en: <https://emocional.com/mx/chatbots-o-asistentes-virtuales-para-la-atencion-en-salud-mental/>
- [5] DeepAI, "Rule-based system," *DeepAI*, 2023. Disponible en: <https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/rule-based-system>
- [6] Google Cloud, "¿Qué es el aprendizaje automático (AA)?", *Google Cloud*, 2023. Disponible en: <https://cloud.google.com/learn/what-is-machine-learning?hl=es-419>
- [7] Guler, Ahmet akgül, A review on the science of natural language processing., 2022. Consultado el 15/02/2024.
- [8] ScienceDirect, "Neural network architecture," *ScienceDirect*, 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/neural-network-architecture>
- [9] López, M., "Inteligencia Artificial híbrida: qué es," *Immune Institute*, 12-may-2022. Disponible en: <https://immune.institute/blog/inteligencia-artificial-hibrida/>
- [10] Papers with Code, "Memory network," *Papers with Code*, 2023. Disponible en: <https://paperswithcode.com/method/memory-network>
- [11] Google Cloud, "Casos de uso de IA generativa," *Google Cloud*, 2023. Disponible en: <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai?hl=es>
- [12] Amazon Web Services (AWS), "¿Qué es RAG?: explicación de la IA de generación aumentada por recuperación," *AWS*, 2023. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/what-is/retrieval-augmented-generation/>
- [13] Feersum Engine, "Natural language understanding for task-oriented chatbots," *Medium*, 2023. Disponible en: <https://medium.com/feersum-engine/natural-language-understanding-for-task-oriented-chatbots-6b494a16d7a7>
- [14] Improvitz, "The future of chatbot interaction: Exploring the potential of context-aware technology," *Impactum*, 30-agosto-2023. Disponible en: <https://impactum.mx/the-future-of-chatbot-interaction-exploring-the-potential-of-context-aware-technology/>
- [15] ChatCompose, "Comprendiendo la Arquitectura de los Chatbots", ChatCompose, [En línea]. Disponible en: <https://www.chatcompose.com/arquitectura.html>. [Accedido: 5 de junio de 2025].
- [16] Amazon Web Services, "¿Qué es la generación aumentada por recuperación (RAG)?", Amazon Web Services, [En línea]. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/what-is/retrieval-augmented-generation/>. [Accedido: 5-jun-2025].
- [17] E. Souza, "¿Cómo impacta el Diseño Generativo en la arquitectura?", *ArchDaily México*, 19 de abril de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.archdaily.mx/mx/937716/como-impacta-el-diseno-generativo-en-la-arquitectura>. [Accedido: 5-jun-2025].
- [18] Aunoa, "Arquitectura de un sistema de IA conversacional," Aunoa, [En línea]. Disponible en: <https://aunoa.ai/blog/arquitectura-de-un-sistema-de-ia-conversacional/>. [Accedido: 5-jun-2025].
- [19] A. Leivadeas; M. Falkner, "A Survey on Intent-Based Networking," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 25, no. 1, pp. 625-655, 2023.
- [20] M. A. K. Raiaan; M. S. H. Mukta; K. Fatema; N. M. Fahad; S. Sakib; M. M. J. Mim; J. Ahmad; M. E. Ali; S. Azam, "A Review on Large Language Models: Architectures, Applications, Taxonomies, Open Issues and Challenges," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 26839-26874, 2024.
- [21] G. Yenduri; M. Ramalingam; G. C. Selvi; Y. Supriya; G. Srivastava; P. K. R. Maddikunta; G. D. Raj; R. H. Jhaveri; B. Prabadevi; W. Wang; A. V. Vasilakos; T. R. Gadekallu, "GPT (Generative Pre-Trained Transformer)—A Comprehensive Review on Enabling Technologies, Potential Applications, Emerging Challenges, and Future Directions," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 54608-54649, 2024.
- [22] Q. Miao; W. Zheng; Y. Lv; M. Huang; W. Ding; F. -Y. Wang, "DAO to HANOI via DeSci: AI Paradigm Shifts from AlphaGo to ChatGPT," *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 10, no. 4, pp. 877-897, 2023.
- [23] E. N. Crothers; N. Japkowicz; H. L. Viktor, "Machine-Generated Text: A Comprehensive Survey of Threat Models and Detection Methods," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 70977-71002, 2023.
- [24] S. Malodia; N. Islam; P. Kaur; A. Dhir, "Why Do People Use Artificial Intelligence (AI)-Enabled Voice Assistants?," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 491-505, 2024.
- [25] S. Sharma; G. Singh; N. Islam; A. Dhir, "Why Do SMEs Adopt Artificial Intelligence-Based Chatbots?," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 1773-1786, 2024.
- [26] H. Xue; F. D. Salim, "PromptCast: A New Prompt-Based Learning Paradigm for Time Series Forecasting," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 36, no. 11, pp. 6851-6864, 2024.
- [27] V. Hassija; A. Chakrabarti; A. Singh; V. Chamola; B. Sikdar, "Unleashing the Potential of Conversational AI: Amplifying Chat-GPT's Capabilities and Tackling Technical Hurdles," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 143657-143682, 2023.
- [28] I. Froiz-Míguez; P. Fraga-Lamas; T. M. Fernández-Caramés, "Design, Implementation, and Practical Evaluation of a Voice Recognition Based IoT Home Automation System for Low-Resource Languages and Resource-Constrained Edge IoT Devices: A System for Galician and Mobile Opportunistic Scenarios," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 63623-63649, 2023.
- [29] A. Meloni; S. Angioni; A. Salatino; F. Osborne; D. Reforgiato Recupero; E. Motta, "Integrating Conversational Agents and Knowledge Graphs Within the Scholarly Domain," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 22468-22489, 2023.

- [30] M. U. Islam; B. M. Chaudhry, "A Framework to Enhance User Experience of Older Adults With Speech-Based Intelligent Personal Assistants," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 16683-16699, 2023.
- [31] Y. -C. Wang; J. Xue; C. Wei; C. -C. J. Kuo, "An Overview on Generative AI at Scale With Edge-Cloud Computing," *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 4, pp. 2952-2971, 2023.
- [32] M. Charfeddine; H. M. Kammoun; B. Hamdaoui; M. Guizani, "ChatGPT's Security Risks and Benefits: Offensive and Defensive Use-Cases, Mitigation Measures, and Future Implications," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 30263-30310, 2024.
- [33] Y. Xiao; Y. Jia; Q. Hu; X. Cheng; B. Gong; J. Yu, "CommandFence: A Novel Digital-Twin-Based Preventive Framework for Securing Smart Home Systems," *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, vol. 20, no. 3, pp. 2450-2465, 2023.
- [34] S. Nasir; R. A. Khan; S. Bai, "Ethical Framework for Harnessing the Po3wer of AI in Healthcare and Beyond," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 31014-31035, 2024.
- [35] L. Benaddi; C. Ouaddi; A. Jakimi; B. Ouchao, "A Systematic Review of Chatbots: Classification, Development, and Their Impact on Tourism," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 78799-78810, 2024.
- [36] Z. Ma; B. Sun; S. Li, "A Two-Stage Selective Fusion Framework for Joint Intent Detection and Slot Filling," *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 35, no. 3, pp. 3874-3885, 2024.
- [37] A. Abilkaiyrkyzy; F. Laamarti; M. Hamdi; A. E. Saddik, "Dialogue System for Early Mental Illness Detection: Toward a Digital Twin Solution," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 2007-2024, 2024.
- [38] R. S. Albornoz-De Luise; M. Arevalillo-Herráez; D. Arnau, "On Using Conversational Frameworks to Support Natural Language Interaction in Intelligent Tutoring Systems," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 16, no. 5, pp. 722-735, 2023.
- [39] M. Ahmed; H. U. Khan; E. U. Munir, "Conversational AI: An Explication of Few-Shot Learning Problem in Transformers-Based Chatbot Systems," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 11, no. 2, pp. 1888-1906, 2024.
- [40] D. Cai; M. Li, "Leveraging ASR Pretrained Conformers for Speaker Verification Through Transfer Learning and Knowledge Distillation," *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 32, pp. 3532-3545, 2024.
- [41] D. K. Murala; S. K. Panda; S. P. Dash, "MedMetaverse: Medical Care of Chronic Disease Patients and Managing Data Using Artificial Intelligence, Blockchain, and Wearable Devices State-of-the-Art Methodology," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 138954-138985, 2023.
- [42] K. Mahmood; G. Rasool; F. Sabir; A. Athar, "An Empirical Study of Web Services Topics in Web Developer Discussions on Stack Overflow," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 9627-9655, 2023.
- [43] M. Firdaus; N. Thangavelu; A. Ekbal; P. Bhattacharyya, "¿I Enjoy Writing and Playing, Do You?: A Personalized and Emotion Grounded Dialogue Agent Using Generative Adversarial Network," *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 14, no. 3, pp. 2127-2138, 2023.
- [44] P. Cheng; Y. Wu; Y. Hong; Z. Ba; F. Lin; L. Lu; K. Ren, "UniAP: Protecting Speech Privacy With Non-Targeted Universal Adversarial Perturbations," *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, vol. 21, no. 1, pp. 31-46, 2024.
- [45] M. Firdaus; A. Shandilya; A. Ekbal; P. Bhattacharyya, "Being Polite: Modeling Politeness Variation in a Personalized Dialog Agent," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 1455-1464, 2023.
- [46] C. Trivedi; P. Bhattacharya; V. K. Prasad; V. Patel; A. Singh; S. Tanwar; R. Sharma; S. Aluvula; G. Pau; G. Sharma, "Explainable AI for Industry 5.0: Vision, Architecture, and Potential Directions," *IEEE Open Journal of Industry Applications*, vol. 5, pp. 177-208, 2024.
- [47] F. Beierle et al., "Self-Assessment of Having COVID-19 With the Corona Check mHealth App," *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 27, no. 6, pp. 2794-2805, 2023.
- [48] P. W. Kim, "A Framework to Overcome the Dark Side of Generative Artificial Intelligence (GAI) Like ChatGPT in Social Media and Education," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 11, no. 4, pp. 5266-5274, 2024.
- [49] A. Singh; R. Bhatia; S. Saha, "Complaint and Severity Identification From Online Financial Content," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 11, no. 1, pp. 660-670, 2024.
- [50] Y. Meng; J. Li; H. Zhu; Y. Tian; J. Chen, "Privacy-Preserving Liveness Detection for Securing Smart Voice Interfaces," *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, vol. 21, no. 4, pp. 2900-2916, 2024.
- [51] N. Nouman; Z. A. Shaikh; S. Wasi, "A Novel Personalized Learning Framework With Interactive e-Mentoring," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 10428-10458, 2024.
- [52] D. Branco; A. Amato; S. Venticinque; R. Aversa, "Agents Based Cyber-Physical Diffused Museums Over Web Interoperability Standards," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 44107-44122, 2023.
- [53] Q. -D. L. Tran; A. -C. Le; V. -N. Huynh, "Enhancing Conversational Model With Deep Reinforcement Learning and Adversarial Learning," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 75955-75970, 2023.
- [54] P. Galetsi; K. Katsaliaki; S. Kumar, "Realizing Resilient Global Market Opportunities and Societal Benefits Through Innovative Digital Technologies in the Post COVID-19 Era: A Conceptual Framework and Critical Literature Review," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 10650-10666, 2024.
- [55] H. A. Shafei; C. C. Tan, "A Closer Look at Access Control in Multi-User Voice Systems," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 40933-40946, 2024.
- [56] R. Sarwar; L. An Ha; P. S. Teh; F. Sabah; R. Nawaz; I. A. Hameed; M. U. Hassan, "AGI-P: A Gender Identification Framework for Authorship Analysis Using Customized Fine-Tuning of Multilingual Language Model," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 15399-15409, 2024.
- [57] X. Zheng, "Building Conventional "Experts" With a Dialogue Logic Programming Language," *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 31, pp. 1784-1796, 2023.
- [58] Y. Lee; N. Kim; J. Jeong; I. -Y. Kwak, "Experimental Case Study of Self-Supervised Learning for Voice Spoofing Detection," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 24216-24226, 2023.
- [59] P. Tummala; C. K. Roa, "Exploring T5 and RGAN for Enhanced Sarcasm Generation in NLP," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 88642-88657, 2024.
- [60] R. Rijgersberg-Peters; W. van Vught; J. Broekens; M. A. Neerinx, "Goal Ontology for Personalized Learning and Its Implementation in Child's Health Self-Management Support," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 17, pp. 903-918, 2024.
- [61] Y. Wu; J. Han; Z. Jian; W. Xu, "Human Voice Sensing Through Radio Frequency Technologies: A Comprehensive Review," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 73, pp. 1-20, 2024.
- [62] D. Halvonik; J. Kapusta, "Large Language Models and Rule-Based Approaches in Domain-Specific Communication," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 107046-107058, 2024.
- [63] E. B. M. Chaparro; J. Muñoz-Arteaga; Á. E. M. Zavala; H. C. Reyes; K. O. V. Condori, "Mixed Reality Ecosystem Architecture to Support Visuoconstructive Ability in Older Adults," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 18, no. 2, pp. 182-189, 2023.
- [64] A. Tandon; A. Dhir; N. Islam, "Mobile Health Interventions for Cancer Care and Support: ¿The Next Level of Digitalization in Healthcare?," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 6173-6189, 2024.