

Software para generación de código G para máquina de corte de plasma en metales.

Pedro Alejandro Nunez Perez Instituto Politécnico Nacional (e-mail: pnunezp2000@alumno.ipn.mx)

Resumen - El objetivo del proyecto es simplificar la generación de código G, teniendo como propósito la creación de un sistema el cual con el análisis de archivos DWF y mediante una inteligencia artificial genere el código G, teniendo en cuenta diferentes aspectos como la variabilidad de las figuras y la complejidad de la trayectoria del corte; todo esto con la finalidad de poder simplificar este proceso en la generación de piezas. La dificultad que se tiene es que actualmente la generación de este tipo de código es un proceso complejo que requiere un conocimiento amplio de la geometría de las piezas y los parámetros de corte.

Palabras clave – Q-Learning, Código G, Automatización, Inteligencia artificial.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, no se dispone de un sistema documentado que permita la automatización completa de la generación de código G, aunque existen proyectos que simplifican parte de este proceso. Un ejemplo es el mencionado en [4], que trata de una librería de Python que traduce código escrito en ese lenguaje a código G. A pesar de los avances en esta área, los desarrolladores de software tienden a preferir lenguajes de alto nivel, debido a la complejidad asociada a la creación manual de código G, un lenguaje que sigue siendo crucial en la industria manufacturera.

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A. Marco Teórico

Para comprender mejor la relevancia y la innovación de este proyecto, es esencial detallar los conceptos clave:

1) *Inteligencia Artificial: La IA, en términos generales, se refiere a la capacidad de las máquinas para aprender de datos y tomar decisiones basadas en ese aprendizaje, imitando procesos cognitivos humanos [10]. En este proyecto, la IA será utilizada para analizar archivos DXF o imágenes y generar automáticamente código G, que es*

esencial para controlar máquinas CNC (Control Numérico Computarizado).

2) *Aprendizaje por refuerzo: Este proyecto usará un enfoque de aprendizaje por refuerzo, en el cual el agente (el modelo de IA) aprende mediante la interacción directa con su entorno, obteniendo recompensas según las acciones que tome [6]. Esta técnica es adecuada porque el proceso de generación de código G implica optimización y toma de decisiones en tiempo real.*

3) *Automatización: La automatización en la manufactura es crucial para reducir costos y estandarizar procesos [8]. En este caso, la automatización se aplicará a la generación de código G, lo que eliminará la necesidad de que los especialistas intervengan directamente en la programación, mejorando la eficiencia y reduciendo errores.*

4) *Interfaz de usuario: El proyecto incluirá una interfaz gráfica que permitirá a los usuarios cargar archivos y ajustar parámetros de corte. Además, la simulación de los cortes ayudará a los usuarios a validar el código generado antes de su uso en la máquina de corte.*

B. Problema de investigación

A pesar de los avances mencionados, sigue existiendo una gran necesidad de un sistema que automatice completamente la generación de código G a partir de archivos DXF o imágenes. La generación manual de código G es compleja y propensa a errores, lo que afecta la eficiencia de las empresas que dependen de esta tecnología. Este proyecto busca abordar esta problemática desarrollando un sistema que no solo genere código G automáticamente, sino que también determine la mejor secuencia de corte para evitar defectos en la pieza final, como movimientos no deseados o errores de corte.

C. Justificación

La manufactura asistida por máquinas CNC depende en gran medida del código G, pero su generación sigue siendo un desafío debido a la complejidad del lenguaje y los costos asociados con el software CAM. Este proyecto propone una solución que utiliza IA para generar automáticamente el código G a partir de archivos DXF o imágenes, con el objetivo de reducir los costos y mejorar la eficiencia en las empresas manufactureras. Además, al ser un software gratuito, esta solución será accesible para instituciones educativas y

pequeñas empresas, proporcionando una alternativa económica frente a los costosos softwares comerciales actuales [1, 7].

D. Objetivos

1) *Objetivo general: Desarrollar un sistema que genere código G automáticamente a partir de archivos DXF o imágenes utilizando técnicas de inteligencia artificial.*

2) *Objetivos particulares*

- a) *Desarrollar una interfaz de usuario que permita la carga de archivos y ajuste de parámetros de corte.*
- b) *Implementar un método para detectar bordes y geometrías en imágenes y archivos DXF.*
- c) *Utilizar aprendizaje por refuerzo para generar un código G eficiente y preciso.*
- d) *Crear una simulación que permita visualizar el código generado antes de su ejecución en la máquina.*
- e) *Proporcionar la opción de exportar el código G en formato TXT para su uso directo.*

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo utilizando la metodología ágil *Scrum*, un marco de trabajo basado en desarrollo incremental e iterativo, ideal para proyectos donde se requiere flexibilidad y adaptabilidad al cambio. Según Kumar et al. [4], las metodologías ágiles permiten dividir el desarrollo en pequeñas iteraciones, llamadas *sprints*, las cuales facilitan el ajuste de los requerimientos a medida que avanza el proyecto.

Este enfoque fue seleccionado para asegurar que, a pesar de no contar con todos los requerimientos claramente definidos desde el inicio, fuera posible comenzar con el desarrollo y hacer ajustes según fuera necesario. Las características principales de *Scrum*, como la planificación adaptativa, el desarrollo evolutivo y la rápida adaptabilidad al cambio, fueron cruciales para el éxito de este proyecto, en el cual la generación de código G a través de inteligencia artificial necesitaba ser flexible y eficiente.

A. Entorno experimental

1) *Entorno experimental*

- a) *Herramientas utilizadas:*
 - (1) Python: El lenguaje de programación principal utilizado para la generación de código G y el procesamiento de archivos DXF.
 - (2) Notion: Para la gestión del proyecto y la documentación de los sprints, tareas y backlog de producto.

- (3) Tkinter y Flet: Para la creación de la interfaz gráfica de usuario (GUI) y la visualización de la simulación generada por el modelo de IA.

b) *Modelo de IA: Se utilizó un enfoque de aprendizaje por refuerzo para el entrenamiento del modelo encargado de generar el código G. Este modelo se entrenó en un entorno simulado en el que las acciones del agente (la IA) se tradujeron en comandos de código G que definían los movimientos de una herramienta de corte en un espacio 2D. El objetivo era optimizar la secuencia de movimientos para reducir errores y mejorar la eficiencia en el proceso de corte.*

c) *Entrenamiento del modelo: El modelo fue entrenado utilizando el algoritmo Q-Learning, el cual permite al agente aprender de manera activa mediante la interacción con el entorno y la obtención de recompensas en función de su rendimiento. Se definieron estados basados en la geometría de las figuras, acciones correspondientes a los movimientos de la herramienta, y recompensas positivas por trayectorias óptimas y precisas.*

B. Metodología aplicada

El equipo del proyecto adoptó *Scrum* con los siguientes roles:

- 1) *Equipo de desarrollo: Pedro Alejandro Nunez Perez*
- 2) *SCRUM master: M. en C. Erika Paloma Sánchez Femat*
- 3) *Product owner: M. en C. Eleazar Pacheco Reyes*
- 4) *Cliente: Dr. Miguel Fernando Delgado Pamanes*

El proceso de desarrollo incluyó la planificación y ejecución de un total de siete sprints durante el periodo de marzo a junio, cada uno de aproximadamente 2 semanas de duración. Cada sprint incluía las siguientes ceremonias:

- 1) *Sprint Planning: Reuniones en las que se planificaron las tareas a realizar durante el sprint.*
- 2) *Daily Scrum Meetings: Reuniones diarias breves para revisar el progreso y discutir los bloqueos.*
- 3) *Sprint Review y Retrospective: Reuniones al final de cada sprint para revisar los resultados obtenidos y realizar ajustes en función de las necesidades del cliente y del proyecto.*

IV. RESULTADOS

V. DISCUSIÓN

VI. CONCLUSIONES

VII. RECONOCIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que me han brindado su apoyo durante el desarrollo de este proyecto. En primer lugar, al Instituto Politécnico Nacional y a la UPIIZ (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas) por proporcionar el entorno académico y los recursos necesarios para llevar a cabo este estudio.

De igual forma, agradezco a mis asesores, la M. en C. Erika Paloma Sánchez Femat y el M. en C. Eleazar Pacheco Reyes, por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de todo el proceso, así como al Dr. Miguel Fernando Delgado Pamanes por su retroalimentación y contribuciones como cliente del proyecto.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a mi familia y amigos por su constante ánimo y comprensión, quienes han sido un pilar fundamental en este camino.

VIII. REFERENCIAS

- [1] A. Campos, V. Borja, y Á. Ayala, «Comparación de software shareware para generación de programas en código G», presentado en Memorias de Congreso: XXIII Congreso Internacional Anual de la SOMIM, Cuernavaca, Morelos, México, Septiembre. pp. MM142-149. ISSN, 2017, pp. 2448-5551.
- [2] O. J. Cifuentes Enciso, «Programación de Mecanizado en Código G con Macros».
- [3] G. R. V. Iscano, «Generador de código G con Python», 2022.
- [4] G. Kumar y P. K. Bhatia, «Impact of agile methodology on software development process», International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE), vol. 2, n.º 4, pp. 46-50, 2012.
- [5] P. E. Montero, «Aprendizaje por refuerzo en espacios continuos», 2014.
- [6] E. Morales y J. González, «Aprendizaje por refuerzo», Presentacion En Linea en: <https://ccc.inaoep.mx/~emorales/Cursos/Aprendizaje2/Acetatos/refuerzo.pdf>, 2012.
- [7] Mordor Intelligence, «Mercado CNC - Tamaño, participación y crecimiento». [En línea]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/computer-numerical-controls-market>
- [8] P. P. Pande y Y. A. K. Kharche, «Development of Artificial Intelligence Algorithm for Automated CNC Machining Process for Unmanned Production», Journal of Pharmaceutical Negative Results, pp. 1392-1395, 2023.
- [9] S. Sachdeva, «Serum methodology», Int. J. Eng. Comput. Sci, vol. 5, n.º 16792, pp. 16792-16800, 2016.