

UOT 621.941.01

RPI TORNA ƏMƏLİYYATI ÜÇÜN HİSSƏLƏRİN 3D MODELLEŞDİRİLMƏSİ VƏ İDARƏETMƏ PROQRAMLARININ İŞLƏNMƏSİNDƏ SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ

Ağayev A.R.

Azərbaycan Texniki Universiteti
AZ1073, Bakı şəh., H.Cavid pr., 25
E-mail: agasi.agayev@aztu.edu.az

Xülasə. Məqalədə RPI torna əməliyyatı üçün hissələrin 3D modelləşdirilməsi və idarəetmə proqramının hazırlanmasında süni intellekt texnologiyalarından istifadə imkanı araşdırılmışdır. Nümunə hissənin 3D modelləşdirilməsi məqsədilə cəld həndəsi model yaratmağa imkan verən qrafiki proqramdan və süni intellekt texnologiyasından istifadə edilmiş və onların nəticələrinin vaxt baxımından müqayisəli analizi aparılmışdır. Bundan əlavə məqalədə proqram təminatı və süni intellekt texnologiyalarından istifadə etməklə rəqəmli idarəetmə proqramının formalaşdırılması məsələsinə də baxılmışdır.

Abstract. The article examines the possibility of using artificial intelligence technologies in the development of 3D modeling of parts and control programs for CNC lathe operations. For the purpose of 3D modeling of a sample part, a graphical program and artificial intelligence technology were used, which allowed for the rapid creation of a geometric model, and a comparative analysis of their results in terms of time was carried out. In addition, the article also considers the issue of forming a numerical control program using software and artificial intelligence technologies.

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования технологий искусственного интеллекта при 3D-моделировании деталей и разработке управляющего программного обеспечения для токарных станков с цифровым управлением. Для быстрого создания геометрической модели с целью 3D-моделирования детали образца была использована графическая программа и технология искусственного интеллекта, а также проведен сравнительный анализ их результатов по времени. Кроме того, в статье также рассматривается вопрос формирования программы цифрового управления с использованием программного обеспечения и технологий искусственного интеллекта.

Açar sözlər: üçölçülü (3D) modelləşdirmə, torna əməliyyatı, rəqəmli proqramla idarəetmə, idarəetmə proqramı, süni intellekt

Key words: three-dimensional (3D) modeling, lathe operation, numerical control, control software, artificial intelligence

Ключевые слова: трехмерное (3D) моделирование, токарная операция, числовое программное управление, управляющее программное обеспечение, искусственный интеллект

Giriş. Hal-hazırda süni intellekt (AI-Artificial intelligence) bir çox sahələrdə geniş tətbiq tapmışdır. Bu müasir texnologiya maşın və cihaz hissələrinin modelləşdirilməsi və layihələndirməsində də geniş istifadə olunmağa başlanmışdır. Süni intellekt əmək intensivliyi, layihələndirməyə nəzarət və modelləşdirməyə olan vaxt itkisi problemlərini həll edərək 3D modellərlə işi əhəmiyyətli dərəcədə optimallaşdırır [1].

Ənənəvi 3D modelləşdirmə uzun müddət bir sıra sənaye sahələrinin əsas vasitələrindən olub bir sıra məhdudiyyətlərlə müşayiət olunur. Bu məhdudiyyətlər prosesin mürəkkəb və əməktutumlu olması, layihələndirmənin vaxt tutumlu olması, yaradıcılığın məhdudlaşdırılması və insan amilindən asılılıqdır [2]. Məhz bu məhdudiyyətlər və vizual texnologiyaların durmadan inkişafı layihəçiləri

yeni yanaşmalar axtarmağa sövq edir. Bu məsələdə yeni yanaşmalardan biri də süni intellekt texnologiyalarından istifadə etməkdir.

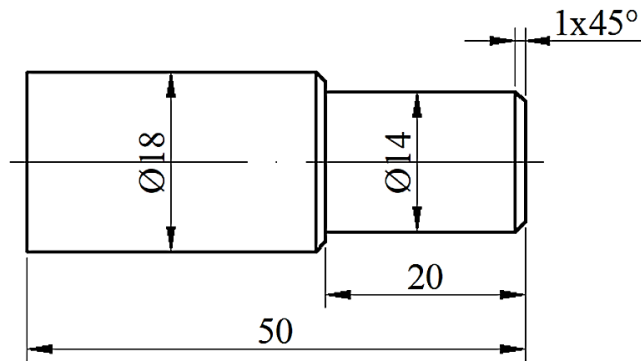
Süni intellektin 3D modelləşdirmədə rolu. Süni intellekt, məlumatları təhlil edə bilən, nəticə çıxara bilən, qərarlar qəbul edən və normal olaraq insan zəkasının tələb etdiyi vəzifələri yerinə yetirə bilən sistemləri inkişaf etdirməyi hədəfləyən kompüter elminin bir sahəsidir. 3D modelləşdirmə kontekstində işin səmərəliliyini və keyfiyyətini yüksəltmək məqsədilə üçölçülü modellərin yaradılması və redaktəsi proseslərinin avtomatlaşdırılması üçün süni intellektdən istifadə edilir [3].

Süni intellektin modelləşdirmədə tətbiq olunmasının üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Modelləşdirmə prosesinin sürətləndirilməsi. Süni intellekt, xüsusən təkrarlanan funksiyaların yaradılması və ya model həndəsəsinin optimallaşdırılması kimi mürəkkəb və təkrarlanan tapşırıqlara gəldikdə, bir çox işi insanlardan daha sürətli yerinə yetirə bilər;
2. Modelləşdirmənin dəqiqliyi və keyfiyyətinin yüksəldilməsi. Süni intellektdən istifadə modelləşdirmənin dəqiqliyini və keyfiyyətini artırır, belə ki, süni intellekt modelin həndəsəsinə və topologiyasına optimallaşdırma və təkmilləşdirə, eləcə də əl ilə modelləşdirmə zamanı yaranacaq səhvləri və çatışmazlıqları aradan qaldıra bilər [4];
3. Modelləşdirmə üçün yeni ideyalar yaratmaq bacarığı. Süni intellekt insanlar üçün mümkün olmayan alternativ formalar və strukturlar təklif etməklə modellər yaratmaq üçün yeni ideyalar yaratmağa kömək edə bilər.

Süni intellektin modelləşdirmədə tətbiq olunmasının çatışmazlıqları isə aşağıdakılardır:

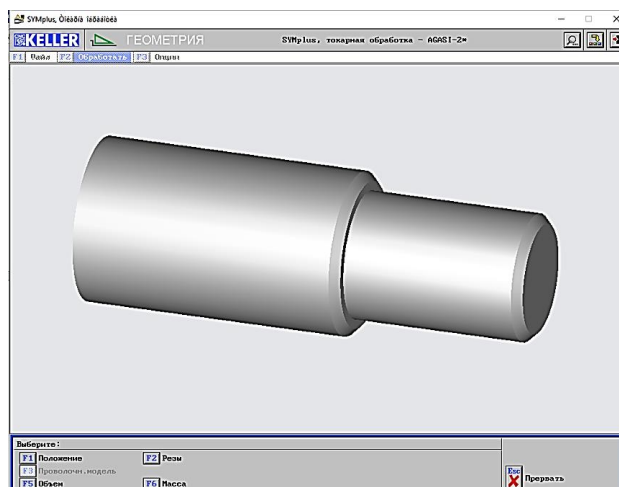
1. Süni intellektin sazlanması və öyrənilməsinin mürəkkəbliyi. 3D modelləşdirmədə süni intellektdən istifadə kompüter və proqramlaşdırma bacarıqları tələb edir. Süni intellekti sazlamaq və öyrənmək əhəmiyyətli vaxt və maliyyə sərmayəsi tələb edə bilər [5];
2. Süni intellektin istifadəsində məhdudiyyətlər. Süni intellekt yalnız əl ilə yaradıla bilən mürəkkəb və qeyri-ənənəvi formaları modelləşdirmək qabiliyyəti ilə məhdudlaşa bilər;
3. Yaradıcılıq prosesinin potensial itkisi. Süni intellektdən istifadə insanın modellərin yaradılmasında yaradıcılıq prosesində iştirakını azalda bilər ki, bu da modellərin orijinallığını və fərdiliyini itirməsinə səbəb ola bilər [6].



Şəkil 1. Modelləşdiriləcək nümunə hissənin eskizi

Nəticə olaraq demək olar ki, 3D modelləşdirmədə süni intellektdən istifadə modelin yaradılması prosesini təkmilləşdirmək üçün əhəmiyyətli potensiala malikdir. Süni intellekt modelləşdirmə prosesini sürətləndirməyə və optimallaşdırmağa, modellərin dəqiqliyini və keyfiyyətini artırmağa və modellərin yaradılması üçün yeni ideyalar təqdim etməyə kömək edə bilər [7]. Bununla belə, süni intellektin sazlanması və öyrənilməsinin çətinliyi, modelləşdirmə imkanlarında məhdudiyyətlər və yaradıcı prosesin itirilməsi kimi 3D modelləşdirmədə süni intellektdən istifadənin məhdudiyyətlərini və potensial çatışmazlıqlarını nəzərə almaq lazımdır. Ümumiyyətlə, müasir süni intellekt texnologiyaları 3D modelləşdirmə prosesində inqilab edəcəyini vəd edir və gələcəkdə bu sahədə süni intellektdən getdikcə daha çox istifadənin şahidi olacağıq [8].

Ancaq yadda saxlamaq lazımdır ki, süni intellektdən istifadə şüurlu və effektiv olmalıdır və potensial problemləri və məhdudiyyətləri nəzərə almalıdır.

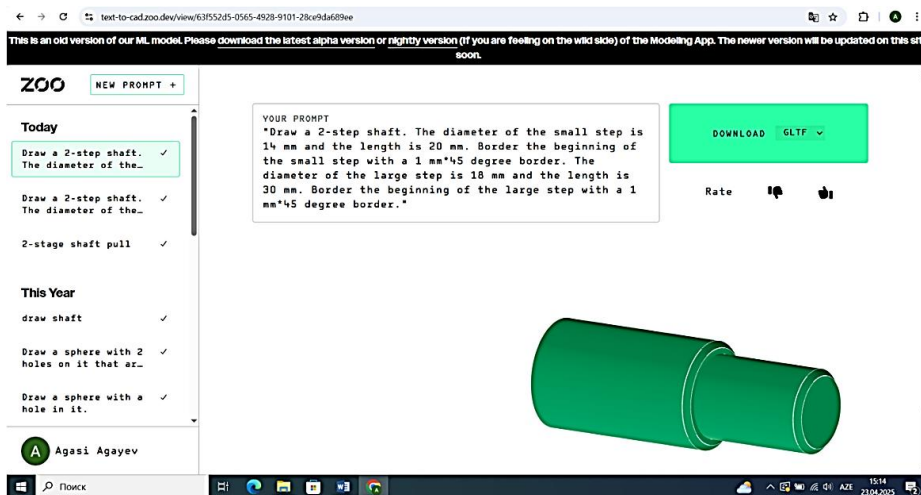


Şəkil 2. Nümunə hissənin eskizinin KELLER SYM Plus proqramında 3D modeli

RPİ torna əməliyyatı üçün hissələrin 3D modelləşdirilməsində süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi. Məlum olduğu kimi torna əməliyyatında daxili və xarici fırlanma səthlərindən təşkil olunmuş hissələr emal olunur. Bu hissələrin müasir RPİ (rəqəmli proqramla idarəolunan) torna dəzgahlarında emalı üçün tələb olunan NC (numerical control-rəqəmsal idarəetmə) proqramlarının avtomatlaşdırılmış şəkildə yazılması üçün ilk növbədə emal olunacaq hissənin 3D modelinə ehtiyac duyulur. Hissələrin 3D modellərinin yaradılması üçün çoxsaylı 3D qrafiki modelləşdirmə proqramlarından istifadə olunur. Bu qrafiki proqramlar ilk növbədə yüksək sistem tələblərinə malik kompüterlər tələb edir. Eləcə də bu proqramların bütün nəzərdə tutulmuş imkanlarından istifadə etmək üçün onların orijinal variantlarından istifadə etmək lazım gəlir. Həmçinin bu proqramlarda hissələrin modelləşdirilməsini yerinə yetirmək üçün istifadəçilərdən professional konstruktor biliyinin olması tələb olunur. Süni intellekt texnologiyalarından istifadə zamanı isə bu məsələlərin hamısını bu texnologiyalar öz üzərinə götürür. Həm qrafiki proqramlardan, həm də süni intellekt texnologiyalarından istifadə etməklə torna RPİ dəzgahında emal olunma imkanı olan şəkil 1-də göstərilmiş nümunə bir hissənin 3D modelləşdirilməsi prosesini və bu texnologiyalardan istifadənin müqayisəli analizini araşdıraraq.

Şəkil 1-də göstərilmiş verilmiş nümunə hissənin eskizini qrafiki proqramlardan istifadə etməklə modelləşdirmə təmsalında digər qrafiki proqramlardan cəld həndəsi modelləşdirməyə imkan verən CAD/CAM təyinatlı KELLER SYM Plus proqramında 3D olaraq modelləşdiririk. Bu həndəsi modelin yaradılması proqramdan rahat istifadə edə bilən istifadəçi üçün 4 dəqiqə 23 saniyə çəkir (şəkil 2).

Daha sonra isə verilmiş nümunənin eskizinin modelləşdirilmə vaxtını müqayisəli şəkildə analiz etmək məqsədilə onu internet üzərindən pulsuz 3D model yaratmağa imkan verən və hər bir istifadəçi üçün əlçatan olan süni intellekt texnologiyası sayılan **text to cad** təyinatlı <https://text-to-cad.zoo.dev> platforması vasitəsilə modelləşdiririk (şəkil 3). Bu platforma üzərindən nümunənin modelləşdirilməsi isə internet və kompüter texnologiyalarından rahat istifadə edə bilən sadə istifadəçi üçün (platformada qeydiyyatdan keçdikdən sonra) cəmi 1 dəqiqə 05 saniyə çəkir. Bu zaman modelləşdirmə üçün **prompt** adlanan təsvirin ingilis dilində yazılması mütləqdir. Bu **prompt** verilmiş nümunənin həndəsəsini verbal formada təsvir edir. Verilmiş nümunəni ifadə edən promptun təsviri ingilis və azərbaycan dillərində şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkil 3. Nümunə hissənin eskizinin süni intellekt texnologiyası vasitəsilə modelləşdirilməsi

İngilis dilində

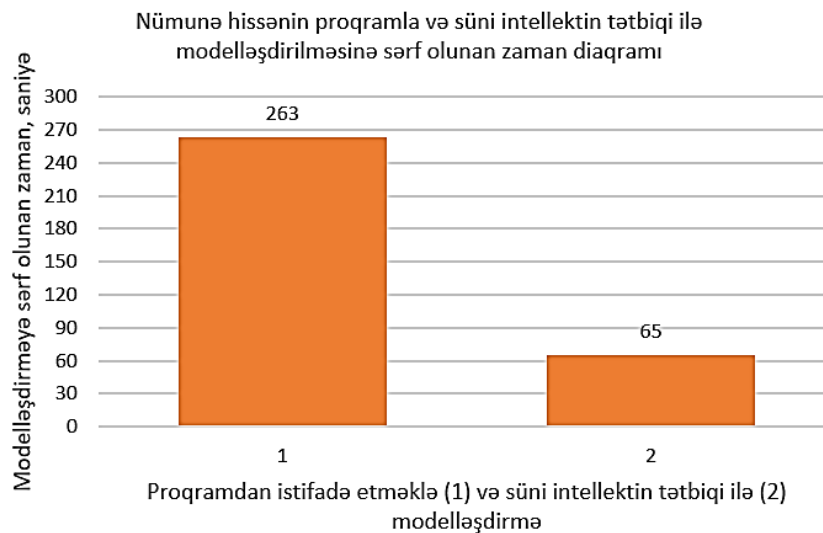
YOUR PROMPT
"Draw a 2-step shaft. The diameter of the small step is 14 mm and the length is 20 mm. Border the beginning of the small step with a 1 mm*45 degree border. The diameter of the large step is 18 mm and the length is 30 mm. Border the beginning of the large step with a 1 mm*45 degree border."

Azərbaycan dilində

2 pilləli val çək. Kiçik pillənin diametri 14 mm və uzunluğu 20 mm olsun. Kiçik pillənin başlanğıc hissəsini 1 mm*45 dərəcəlik haşiyə ilə haşiyələndir. Böyük pillənin diametri 18 mm və uzunluğu 30 mm olsun. Böyük pillənin başlanğıc hissəsini 1 mm*45 dərəcəlik haşiyə ilə haşiyələndir.

Şəkil 4. Verilmiş nümunənin həndəsəsini verbal formada təsvir edən prompt

Verilmiş nümunənin CAD təyinatlı proqramla və süni intellekt texnologiyasından istifadə etməklə modelləşdirilməsi zamanı əsasən modelləşdirməyə sərf olunan vaxt baxımından qənaət əldə olunur. Hər iki üsul ilə modelləşdirməyə sərf olunan vaxtı müqayisəli analizi şəkil 5-də göstərilmişdir.

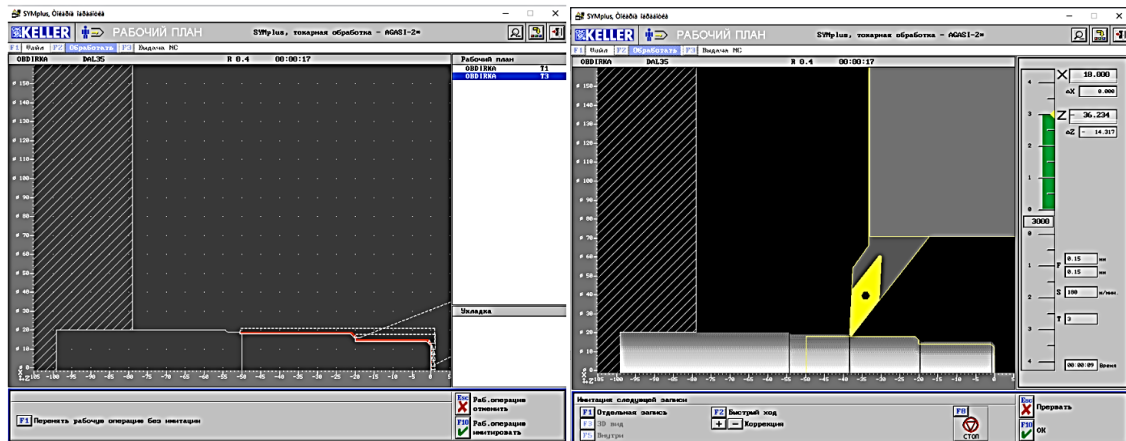


Şəkil 5. CAD təyinatlı proqramla və süni intellekt texnologiyasının tətbiqi ilə nümunə hissənin modelləşdirilməsinə sərf olunan vaxtın müqayisəli analizi

Süni intellekt texnologiyalarının RPİ dəzgahlarında tətbiqi imkanının araşdırılması. Süni intellekt RPİ dəzgahlarında emal zamanı dəqiqliyi, səmərəliliyi və avtomatlaşdırmanı artırır. Süni intellekt alqoritmləri kəsmə trayektoriyasını optimallaşdırır, dəzgahın texniki qulluq vaxtını

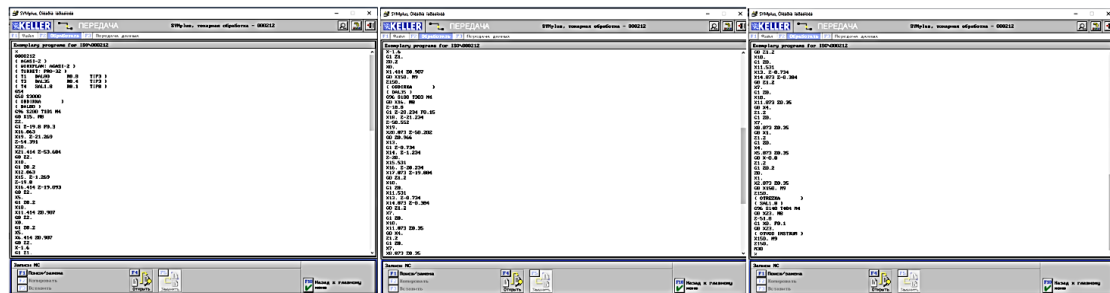
proqnozlaşdırır və real vaxt rejimində tənzimləmələrə imkan verir ki, nəticədə tullantılar, istehsal müddəti və xərclər azalır. Bu integrasiya, misli görünməmiş dəqiqliklə mürəkkəb, xüsusi layihələrə cavab verən daha ağıllı, daha uyğunlaşa bilən emal həlləri təklif edərək istehsalda irəliləyişə doğru sıçrayışı təmsil edir.

Süni intellekt yüksək dəqiqlik, səmərəlilik və avtomatlaşdırmanı təmin etmək üçün süni intellekt texnologiyalarının əsas emal ilə integrasiyasıdır. Süni intellekt alqoritmlərdən istifadə edərək, emal əməliyyatları daha ağıllı olur. Texniki qulluğun proqnozlaşdırılmasını, tapşırıqların optimallaşdırılmasını və real vaxt rejimində düzəlişləri yerinə yetirə bilir və bununla da məhsuldarlığı artırmaq, tullantıları və xərcləri azaltmaqla istehsalda inqilab edir.



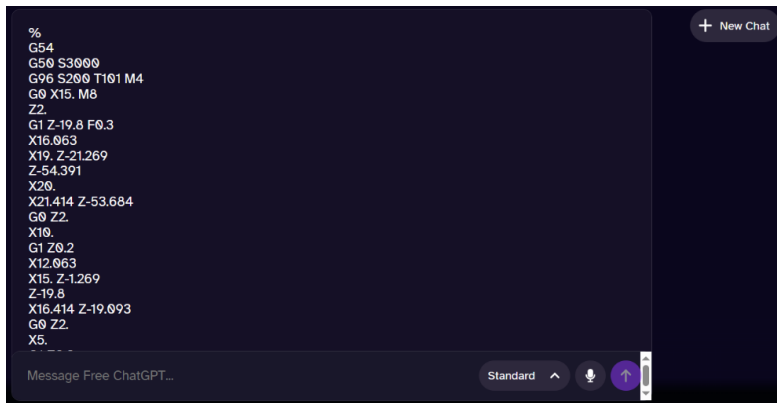
Şəkil 6. Nümunə hissənin CAD/CAM təyinatlı KELLER SYM Plus programında qurulmuş işçi planı

Süni intellekt G və M-kodlarla proqramlaşdırmanın avtomatlaşdırılmasını gücləndirərək RPİ dəzgahlarında emala öz töhfəsini verir. Süni intellekt alqoritmlərindən istifadə edərək, sistem alətin hərəkətini simulyasiya etmək, eləcə də G və M kodların əsas komponentləri sayılan olan veriş və şpindelin fırlanma tezliyi kimi kimi optimal emal parametrlərini müəyyən etmək üçün 3D modelləri, material xüsusiyyətlərini və istehsal məlumatlarını diqqətlə təhlil edir.



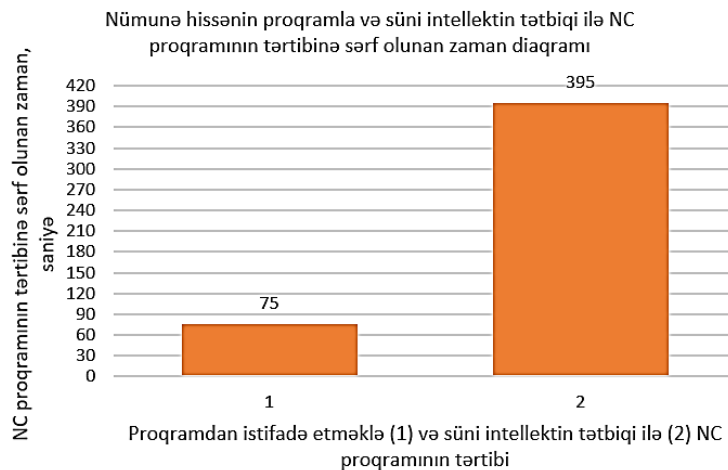
Şəkil 7. Nümunə hissənin KELLER SYM Plus programı tərəfindən tərtib olunmuş NC programı

Bu geniş təhlil emal tsiklini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və material tullantılarını minimuma endirərək RPİ dəzgahlarda istehsalın səmərəliliyində müsbət irəliləyiş təmin edir. Verilmiş hissənin cizgisini verbal formada tanımaqla hissəni təsvir edə bilməsi süni intellekt texnologiyalarına hissənin NC proqramını tərtib etməyə imkan verir. Nəticə olaraq, süni intellektin istehsal sənayesinə integrasiyası səmərəlilik, innovasiya və rəqabətə davamlılığa doğru həlledici keçidi təmsil edir. Süni intellekt işçi qüvvəsini dəyişdirdiyinə, global oyun sahəsini bərabərləşdirdiyinə və sənayenin sağ qalmasını yenidən müəyyənləşdirdiyinə görə, bu texnologiyanın tətbiqi təkcə strateji deyil, həm də gələcək uğur və davamlılıq üçün zəruridir. Süni intellektin NC proqramlarının tərtibində istifadə oluna bilmə imkanını şəkil 1-də verilmiş nümunənin NC proqramının tərtibi nümunəsində araşdırmaq.



Şəkil 8. Nümunə hissənin süni intellekt tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramı

RPİ torna əməliyyatı üçün nümunə hissənin idarəetmə proqramının tərtibində süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi. Məlum olduğu kimi RPİ dəzgahlarda hissələrin emalı üçün mütləq olaraq dəzgah onların NC (numerical control-rəqəmli idarəetmə) proqramları daxil edilməlidir. RPİ dəzgahlarda emal zamanı NC proqramlarının hazırlanması üçün əsasən 2 üsuldən-əl ilə proqramların tərtibi üsulundan və CAM təyinatlı proqramlardan istifadə etməklə, yəni qrafiki üsul ilə proqramların tərtibi üsullarından istifadə olunur. Şəkil 1-də verilmiş nümunə hissənin NC proqramını həm CAM təyinatlı proqramla, həm də süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi ilə hazırlanmasını nəzərdən keçirək. Birinci üsul ilə verilmiş hissənin NC proqramının tərtibi üçün CAD/CAM təyinatlı KELLER SYM Plus proqramından istifadə edək. Bunun üçün verilmiş nümunənin şəkil 1-də göstərilmiş eskizi əsasında şəkil 2-də göstəriləyi kimi 3D CAD modeli qurulur və bu həndəsi modelin əsasında şəkil 6-da göstəriləyi kimi CAM işçi planı tərtib olunur. Tərtib olunmuş CAM işçi planının əsasında isə qrafiki proqram hissənin NC proqramını formalaşdırır.



Şəkil 9. Nümunə hissənin KELLER SYM Plus proqramı və süni intellekt tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramının tərtibinə sərf olunan vaxtın müqayisəli analizi

Şəkil 1-də göstərilmiş nümunənin CAD/CAM təyinatlı KELLER SYM Plus proqramı tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramı (şəkil 7) 105 proqram sətirindən ibarətdir və onun proqram tərəfindən tərtibinə CAD və CAM model hazır olduqdan sonra cəmi 1 dəqiqə 15 saniyə sərf olunmuşdur.

Nümunə hissənin süni intellekt texnologiyası (<https://deepai.org/chat/free-chatgpt>) tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramı (şəkil 8) isə 75 proqram sətirindən ibarətdir, lakin onun tərtib olunması dialoq rejimində aparıldığından onun tərtibinə 6 dəqiqə 35 saniyə vaxt sərf olunmuşdur.

Nümunə hissənin KELLER SYM Plus proqramı və süni intellekt tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramının tərtibinə sərf olunan vaxtın müqayisəli analizi şəkil 9-da göstərilmişdir.

Nəticə. 1. RPİ torna əməliyyatı üçün hissələrin 3D modelləşdirilməsinin süni intellekt texnologiyalarından istifadə etməklə aparılması mümkündür. Bu üsulda verilmiş hissənin eskizinin və ya cizgisinin verbal formada süni intellektə təqdim olunması layihəçi üçün müəyyən qədər çətinlik törədir.

2. Süni intellekt texnologiyası tərəfindən verilmiş hissənin 3D modelinin tərtibi qrafiki proqramlardan istifadə etməklə modelləşdirməyə nisbətən daha az modelləşdirmə və ya layihələndirmə vaxtı tələb edir.

3. Süni intellekt texnologiyası tərəfindən verilmiş hissənin 3D modelinin tərtibi zamanı qrafiki proqramlardan istifadə etməklə modelləşdirmədə olduğu kimi bahalı və yüksək sistem tələblərinə malik texniki avadanlıqdan istifadəyə ehtiyac qalmır.

4. RPİ torna əməliyyatı üçün modelləşdirilmiş hissənin idarəetmə proqramının CAD/CAM təyinatlı proqramlarda hazırlanmasına model və hissənin işçi emal planı hazır olduqdan sonra daha az vaxt sərf olunur.

5. RPİ torna əməliyyatı üçün modelləşdirilmiş hissənin idarəetmə proqramının süni intellekt texnologiyaları tərəfindən hazırlanmasına daha çox vaxt sərf olunur. Lakin CAD və CAM modelin süni intellektə tanıtılması verbal formada aparıldığından bu vaxtı optimal hesab etmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, daha müasir süni intellekt texnologiyalarında NC proqramlarının hazırlanması üçün hissənin eskiz və ya cizgisinin sistemə şəkil kimi yüklənməsi nəzərdə tutulur.

6. Həm qrafiki proqramlaşdırma, həm də süni intellekt tərəfindən tərtib olunmuş NC proqramlarının RPİ dəzgahlarda reallaşdırılması üçün mütləq olaraq səriştəli dəzgah proqramçısı tərəfindən bu proqramlara baxış yerinə yetirilməlidir.

Ədəbiyyat

1. Богатенков С.А., Сазонова Н.С., Юсубов Н.Д., Аббасова Х.М., Дадашов Р.Е., Бадалова Б.Б. Искусственный интеллект для автоматизированного проектирования многоинструментных операций. Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy No1, 2024, p 14-20.
2. Кабалдин, Ю.Г. Искусственный интеллект и кибер-физические механообрабатывающие системы в цифровом производстве: монография / Ю.Г. Кабалдин [и др.]; под ред. Ю.Г. Кабалдина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 271 с.
3. Макаров, И.М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, С.П. Романов – М.: Наука – 2006. – 336 с.
4. Есть способ лучше: цифровой двойник повышает эффективность процессов конструкторско-технологического проектирования и производства // CAD/CAM/CAE Observer. – 2016, № 3 – с. 36-40.
5. Пайвин, А.С. Основы программирования станков с ЧПУ: учеб. пособие / А.С. Пайвин, О.А. Чикова – Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2015. – 102 с.
6. Кабалдин, Ю.Г. Компьютерное моделирование и исследование наноструктур в процессах резанием на основе квантово-механических расчетов: учеб. пособие / Ю.Г. Кабалдин [и др.]; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014 – 119 с.
7. Дьяконов, А.А. CAD/CAM/CAE/CAPP-системы в машиностроении: учебное пособие / А. А. Дьяконов, А.Х. Нуркенов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2017. – 168 с.: ил.
8. Основы автоматизированного проектирования: учебник / Под ред. А.П. Карпенко. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 329 с.

Мəqalə qəbul olunub: 17.04.25
Təvsiyə edib: prof. Məmmədov A.T.