

K.A.Məmmədova, X.Y.Məlikova (Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti)

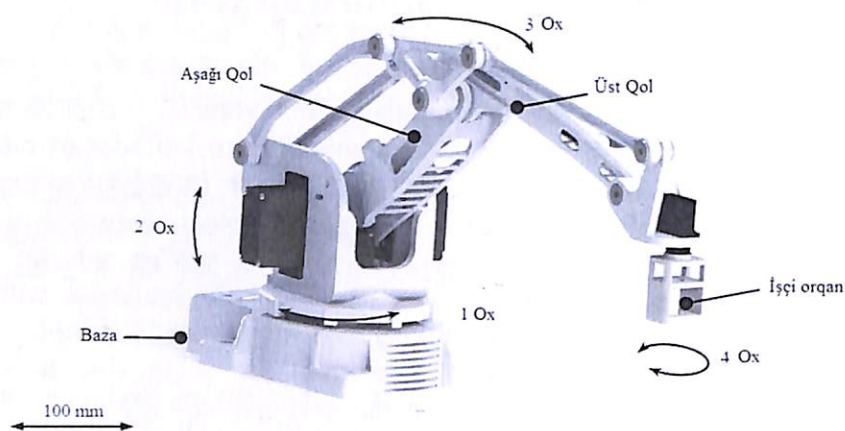
3D MODELLƏŞDİRMƏ PROQRAMI İLƏ SƏNAYE ROBOTUNUN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ METODU

1. Giriş. Yüksək səviyyəli avtomatlaşdırma zərurəti və iqtisadi cəhətdən təkrarlana bilən konsepsiyalara ehtiyac sənaye robotlarının istifadəsini tələb edir. Son zamanlar belə robotların inkişafında böyük irəliləyişlər müşahidə olunur. İlk sadə şəkildə hazırlanmış robotdan başlayaraq müxtəlif kinematik quruluşlu intellektual robotlara qədər böyük inkişaf yolu keçmişdir. Robototexnika sahəsini əhatə edən texnoloji inkişafı yanaşı, əlavə istehsal kimi yeni texnologiyalar da tədricən onların tətbiq sahəsinin zənginləşməsinə səbəb olmuşdur. Parçaları laylı şəkildə istehsal edən bu texnologiyalar 40 ildən artıq bir tarixə malikdir. Artıq bu proseslər yalnız prototipləmə üçün istifadə edilmir, kommersiya təsiri hələ də cüzi olsa da, yeni imkanlar və tətbiqlər qeyri-münasib istehsal problemlərinə yol açır [1]. Rapid Techniques üçölçülü hissələri qat-qat aşqar üsulu ilə qurmaqla, materialın çıxarılması proseslərində olduğu kimi xüsusi qurğulardan istifadə etmədən, CAD modellərindən birbaşa olaraq mürəkkəb həndəsi hissələrin sərbəst formada hazırlanmasına imkan verir. Sürətli prototipləmə texnologiyası məhsul istehsalçılarına daim daha rəqabətli və daha sürətli dəyişən global bazarda məhsullarını aşağı xərclərlə istehsal etməyə kömək edir [2].

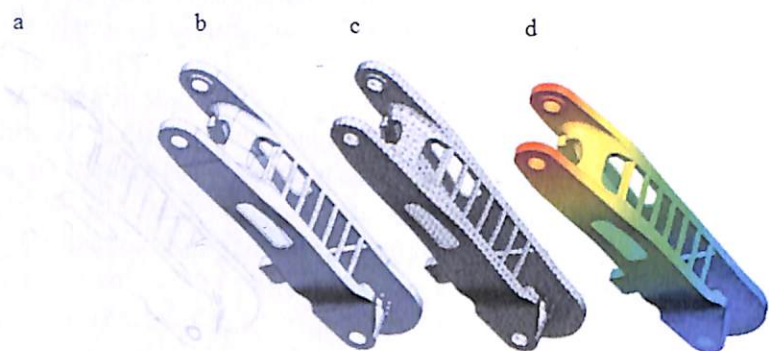
Məqsəd bu üstünlüklərdən tam istifadə etmək və onları robototexnika ilə birləşdirmək üçün əlavə istehsal texnologiyasından istifadə edərək seçmək və yerləşdirmək kimi sənaye iş tapşırıqlarını yerinə yetirən və kifayət qədər möhkəm olan 4 oxlu paletləmə robotunu yaratmaqdan ibarət olmuşdur. Bu konsepsiyayı həyata keçirmək üçün ilk addım kimi bu nəzəriyyəni sınaqdan keçirmək məqsədilə aşağı dəyərli komponentlərdən ibarət mini model yaratmaq tələb olunmuşdur. Buna görə də Arduino mikrokontrolleri, Servo mühərrikləri və Endeffektor kimi 6V vakuum sormadan istifadə edilmişdir.

2. Layihələndirmə mərhələsi. Klassik mühəndisliyin əsas vəzifəsi istehsalçılara modelləri qurarkən məhsulun istehsal qabiliyyətini öyrətmək olmuşdur. Belə istehsal qabiliyyəti istifadə olunan istehsal proseslərinə görə fərqlənir və burada istehsal və montaj xərclərinin nəzərə alınması vacib amillərdir. Bu amillərə əlavə olaraq nəzərdə tutulan məhsulun istehsal prosesi üçün müəyyən edilmiş təlimatlar daxildir: məqsədin formalaşmasından başlayaraq, kütləvi istehsala qədər. Əlavə istehsal prosesindən istifadə olunması hazırlanma prosesinin mərhələləri arasında müddətin qısalmasına səbəb olur. Bəzi mərhələlər bəlkə də aradan qaldırıla bilər ki, bu da təqdim olunan amillərin yeni təyinatına gətirib çıxarır. Baş verən dəyişikliklər məhsulun hazırlanması prosesinin tam dəyişməsinə səbəb olur [3]. Bəzi eskizləri çəkildikdən sonra növbəti addım robotun keçid və birləşmələrinin 3D təsvirini yaratmaq və obyektin modelləşdirilməsinə başlamaq olmuşdur (şək.1). Dördoxlu paletləmə robotunun qurulması zamanı diqqət oxun istehsal ediləcəyi üsula deyil, birbaşa onun funksiyasına yönəldilir. Bundan əlavə, robot oxunun çəkisini azaltmaq və qurulmuş mühərriklərdə oxu və şarnirləri tənzimləmək nəzərə alınır. Müasir CAD modelləşdirmə və simulyasiya proqramından istifadə edərək robotun hərəkətinin öyrənilməsi zamanı istifadə olunan

material oxun mexaniki fəaliyyətini simulyasiya etməyə imkan verir. Bu işdə əsas məqsəd konfigurasiya edilmiş modeldə mühərrikin fırlanma momentindən maksimum istifadə edilməsi mümkün olan optimal nəticəyə nail olmaqdan ibarətdir (şək.2).



Şək.1. SolidWorks-də təsvir edilən robotun 3D modeli



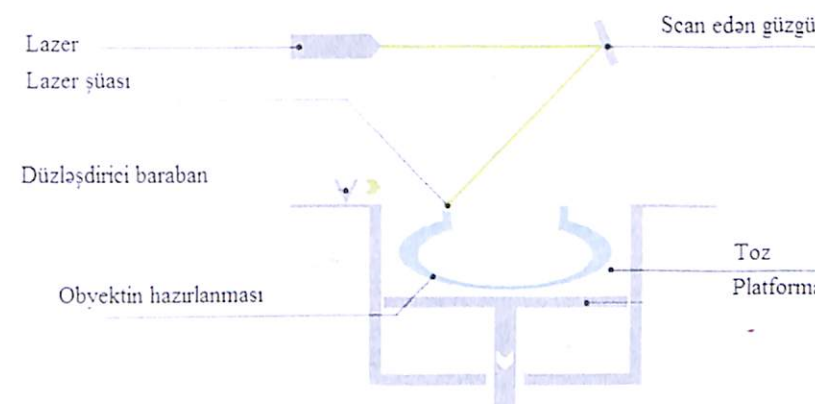
Şək.2. Robotun müxtəlif konfigurasiyaları: a) robot oxunun eskizi; b) 3D model; c) meshed-model (statik tədqiqat üçün); d) statik təhlilin nəticəsi [3]

Beləliklə, robot oxunun həddindən artıq dizayn edilib-edilməməsi və ya ümumi əməliyyatları yerinə yetirərkən oxun qırılma təhlükəsi yoxlanılmışdır. Statik və dinamik tədqiqatlardan istifadə etməklə statik və ya dinamik yüklərlə yüklənmiş hissələrin və şarnirlərin gərginliyinin analizi üçün modelin nə qədər təhlükəsiz, səmərəli və qənaətcil olduğu müəyyən edilmişdir.

3. Robot oxunun hazırlanması və yığılması. Robot şarnirlərinin yerləşdirilməsi oxşar istehsal üsulları ilə həyata keçirilir, onlar materialları təbəqələrə əlavə edərək obyektlər əmələ gətirirlər [4]. Lazer sinterləmə texniki vasitələri toz halında olan materialı sinterləmək üçün lazerdən istifadə edir və bərk struktur yaratmaq üçün onu birləşdirir. Maşınlar ölçüsü 50 mikrona qədər olan tozla doldurulmuş işçi kameradan, xy konturunu generasiya edən və yuxarıda yerləşən lazer skanerindən ibarətdir (şək.3).

Montaj kamerasının aşağı hissəsi istənilən z səviyyəsinə uyğunlaşdırıla bilən daşınan porşen (nasoslarda və s.-də mayeləri, buxarı, qazları qovan silindrik hissə)

şəklində hazırlanır. Toz yatağının yuxarı hissəsi faktiki təbəqənin yığıldığı işçi sahəni müəyyənləşdirir. Lazer şüası hər təbəqənin konturunu çəkir. Şüanın səthə toxunduğu yerdə toz hissəcikləri lokal olaraq əriyir [3].



Şək.3. Lazer sinterləmə (üz qabığının soyulması) sistemi [5]

Bir təbəqə tamamlandıqda, yığıma platforması 0,1 mm (qatın qalınlığı) aşağı hərəkət edir və avtomatlaşdırılmış rulon obyektin növbəti en kəsiyini yaratmaq üçün sinterlənmiş (üz qatı lazerlə təmizlənmiş) yeni bir material qatını əlavə edir. Qeyri-sinterlənmiş materialdan isə dəstəkləyici material kimi istifadə olunur. Robot oxu plastik lazer sinterləmə sistemi EOS FORMIGA P 110 tərəfindən istehsal edilmişdir. 200 mm x 250 mm x 330 mm ölçüdə konstruksiya paketi ilə maşın bir neçə saat ərzində poliamiddən və ya polistiroidən plastik məmulatlar istehsal edir [6].

İstifadə olunan toz materialı aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik PA 2200-dir:

- yüksək möhkəmlik və sərtlilik;
- yaxşı kimyəvi müqavimət;
- əla uzunmüddətli daimi hərəkət;
- yüksək seçmə qabiliyyəti və detalların buraxılması;
- müxtəlif iş imkanları (məsələn, metalizasiya, sobanın emallanması, vibrasiyalı üyüdülmə, çəlləklərin rənglənməsi, yapışdırılması, toz örtüyü, flokləşdırma).

Robot oxunu istehsal etməzdən əvvəl statik və dinamik tədqiqatlara başlamaq üçün əlavə istehsal prosesində istifadə olunacaq material xüsusiyyətlərini müəyyən etmək tələb olunur.

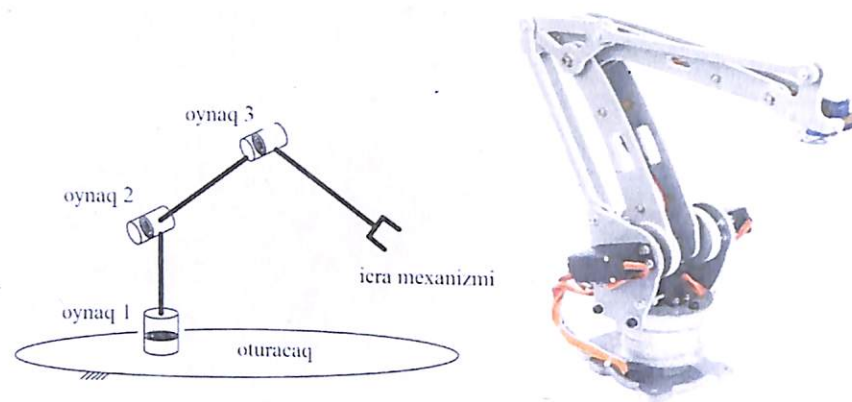
4. Robot oxunun qurulması və idarəetmə modeli. Robotun ayrı-ayrı hissələrinin istehsalından sonrakı addımda onun hissələrinin yığılması yerinə yetirilir. Yığılmış robotun fiziki modeli şəkil 4-də təsvir olunmuşdur.

Robot oxunu və mühərrikləri yığıqdan və sistem qoşulduqdan sonra proqramlaşdırma prosesi iki mərhələdə yerinə yetirilir:

- mikrokontrollerin proqramlaşdırılması;
- insan-Maşın İnterfeysinə qurulması.

Xətti hərəkətə nail olmaq üçün robotun düz və tərs kinematikasını həll etmək üçün MathWorks SimMechanics proqram alətindən istifadə edilmişdir [8]. SimMechanics qüvvələr və fırlanma momentlərinin standart Nyuton dinamikasından istifadə edən mexaniki sistemlərin modelləşdirilməsi və simulyasiyası üçün blok-

diqram modelləşdirmə mühitinə malikdir. SimMechanics-ə əsaslanan kinematik analizlər mexanizmin kinematik modelini qurmaqdan azaddır. Mexaniki sistemlər vaxta qənaət edən əlaqəli blok-diaqramlarla qrafik şəkildə verilə bilər [9].



Şək.4. Robotun fiziki modeli [7]

İdarəetmə interfeysini Windows proqramı kimi proqramlaşdırdıqdan sonra robotun məhsuldarlığı sınaqdan keçirilir. Mühərriklər və mikrokontroller aşağı qiymətli komponentlər olsa da, robotun hərəkəti real vaxt rejimində olur. Bu robot sənaye tətbiqləri, yüngül tədarük və öyrənmə məqsədləri üçün optimal şəkildə uyğun gəlir. Həqiqətən də müəyyən edilmişdir ki, robot oxu demək olar ki, aşqar texnologiyalardan istifadə etməklə istehsal oluna bilər. Həmçinin real ölçülü ox çap edilə bilər [10]. Gələcəkdə mühəndislər peşəkar sənaye üçün uyğunlaşdırılmış servo mühərriklərdən istifadə edərək real ölçülü sənaye robotu dizayn edəcəklər. Belə ki, zəif dəqiqlik və mövqe haqqında rəyin alınma bilməməsi aşağı qiymətli servo mühərriklərdən istifadənin əsas çatışmazlıqlarından biridir.

Nəticə. Bununla da sənaye robotunun istehsalı üçün yeni bir yanaşma təqdim edilmiş, onun dizaynı və idarə edilməsi üçün əlavə texnologiyalardan və müasir proqram vasitələrindən istifadə etməklə onun hazırlanma müddətinin azaldıla biləcəyi göstərilmişdir. Əsas konsepsiyayı yaratdıqdan sonra ilk addım sənaye tətbiqlərində istifadə etmək üçün kifayət qədər sərt olması lazım olan robotun keçid və birləşmələrinin 3D CAD dizaynı olmuşdur. Baxılan halda işin məqsədinə uyğun olaraq poliamid materialdan istifadə edilmişdir. Simulyasiya proqramı robotun hərəkətinin öyrənilməsi zamanı materialın mexaniki davranışını imitasiya etmək üçün nəzərdə tutulmuş və buna görə də robotun oxu optimallaşdırılmışdır. İkinci mərhələdə robot qurğusunun qurulması üçün idarəedicinin dizaynına baxılmışdır. Bu tapşırığı həyata keçirmək üçün MathWorks-dən Simulink-Libraries dəstəyi ilə SimMechanics-dən istifadə edilmişdir. Üçüncü mərhələdə robotun istehsalı və yığılması məsələləri araşdırılmışdır. Sonda operatorun robotun hərəkətlərini proqramlaşdırması üçün istifadəçi interfeysinin hazırlanması məsələsi şərh edilmişdir.

Modelləşdirilmiş robot detallı götürmə və yerləşdirmə proqramlarına malik olmaqla təlim üçün uygundur. Əlavə olaraq qısa müddət ərzində yüksək keyfiyyətli robot hissələrinin istehsalı üçün səmərəli istehsal prosesi olduğu sübut edilmişdir. Bundan əlavə bu üsul mühəndis vaxtına qənaət etməklə layihə-mühəndis işini birbaşa məhsulun funksionallığına yönəldə bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. A.I.Daneko, A.V.Kosarev, K.M.Tikhonov, V.V.Tishkov. The use of modern integrated information technologies in the modeling of aviation robotic systems / Ed. corresponding member RARAN, Doctor of Technical Sciences B.V. Obnosov. - M.: Publishing house MAI-PRINT, 2010. -212 p.
2. P.I.Begun, E.A.Lebedeva, D.A.Lobacheva, O.V.Shchepilina. Computer modeling in applied and biomechanics: textbook. allowance. St. Petersburg: SPbGETU "LETI", 2015. - 159 p.
3. G.N.Levy, R.Schindel, J.P.Kruth. Rapid Manufacturing and Rapid Tooling with Layer Manufacturing (LM) Technologies, State of the Art and Future Perspectives, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 52, Issue 2, 2003, pp. 589-609.
4. A.N.Gebhardt. Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping - Rapid Tooling - Rapid Manufacturing, 2011, Munich, Carl Hanser Verlag.
5. PA2200 Datasheet, Fine Polyamide PA 2200 for EOSINT P, [online] Available at: <http://pro.sculpteo.com/media/data/faq/pa2200-datasheet.pdf>.
6. M.A. Boboulos. CAD-CAM & Rapid prototyping Application Evaluation, 2010, ISBN 978-87-7681676-6.
7. Breuninger, J., Becker, R., Wolf, A., Rommel, S., Verl, A. 2013. Generative Fertigung mit Kunststoffen: Konzeption und Konstruktion Selektives Lasersintern. Berlin: Springer-Verlag.
8. http://www.eos.info/systeme_loesungen/kunststoff/systeme_und_zubehoer/formiga_p_110
9. http://www.mathworks.com/products/simmechanics/download_sw2sm.html
10. Y. Shaqoqi, L. Zhong, L. Xingshan. Modeling and Simulation of Robot Based on Matlab / SimMechanics, Control Conference, 2008. 27th Chinese, pp.161-165.

К.А.Мамедова, Х.Ю.Меликова

Метод проектирования промышленных роботов с программой 3D-моделирования

Резюме

Представлена идея моделирования и изготовления промышленного робота с использованием современных технологий производства и программы 3D-моделирования. Наиболее важными требованиями этого проекта было создание персонализированного, легкого и недорогого робота, который мог бы выполнять многие промышленные задачи, такие как укладка на поддоны чехлов для мобильных телефонов. Показано, что интеграция средств моделирования движения в SolidWorks интенсивно сокращает время подготовки, затрачиваемое на поиск оптимальной механической структуры робота в соответствии с производственной задачей.

К.А.Мамедова, Х.Ю.Меликова

Industrial robot design with 3D modeling program

Abstract

This paper presents a new idea for modeling and manufacturing an industrial robot using modern production techniques and a 3D modeling program. The most important requirements of this project were to create a personalized, lightweight and inexpensive robot that could perform many industrial tasks, such as palletizing mobile phone covers. The integration of motion simulation tools into SolidWorks intensively reduces the preparation time spent to find the optimal mechanical structure of the robot in accordance with the industrial task.