

Robotmegfogó szerkezet optimális kialakítása additív gyártáshoz

Optimal construction of a robot gripper for additive manufacturing

BOLERACZKI Miklós¹, dr. FODOR Dénes¹

¹Pannon Egyetem, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ,
Veszprém, Egyetem u. 10.

Abstract

The use of robots in modern manufacturing environments has long been a feature, while 3D printing technologies are still on the rise. The need for accelerated turnaround times is also helped by the flexibility of robots and the speed of additive manufacturing. The thesis highlights the possibilities, applicability and limitations of these technologies through the design and construction of a collaborative robot gripper.

Kivonat

A korszerű gyártási környezethez a robotok alkalmazása már jó ideje hozzátartozik, míg a 3D nyomtatási technológiák jelenleg is terjedőben vannak. A gyorsuló átfutási idő iránti igényt a robotok rugalmassága és az additív gyártás gyorsasága is segít kielégíteni. A dolgozat e technológiák lehetőségeire, alkalmazhatóságára és korlátaira mutat rá, egy kollaboratív robot megfogó tervezésén és kivitelezésén keresztül.

Kulcsszavak: Additív gyártás, tervezés, robotmegfogó, 3D nyomtatás, gyártástechnológia

1. Bevezetés

A 3D nyomtatás kezdeteitől, a gyors prototípus gyártástól mára eljutottunk az ipari szintű additív gyártásig. A technológia egyre gyorsabb terjedése és növekvő felhasználása arra sarkallja a tervezőket és a gyártókat is, hogy megismerjék és beépítsék a napi munkájuk során felhasznált eszközök sorába ezeket a gépeket is. Mint minden gyártási eljárásnak, ennek is megvannak a maga sajátosságai, erősségei és gyengeségei [1]. A dolgozatban bemutatásra kerülnek a fontosabb additív gyártási lehetőségek, elsősorban az egyes gyakran felmerülő alkatrész típusok és az ezekhez szükséges tervezői tudás oldaláról szemlélve az egész technológiát. Az optimális kihasználás érdekében a tervezőnek hasonló, de más jellegű megkötésekkel kell megismerkednie, mint más, tradicionális gyártási eljárások keretében.

2. Additív gyártástechnológiák

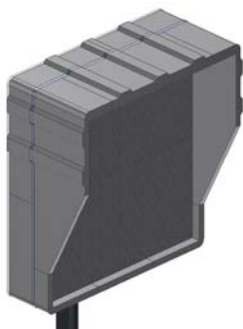
Korábban elsősorban gyors prototípusgyártásnak nevezték azt a gyártási technológiát, melyben a kívánt geometriát nem "kifaragjuk" egy tömbből, hanem "felépítjük" egy asztalra. Számos párhuzamot vonnak különféle ismert módszerekkel, így például a térképészek által használt szintvonalakkal is. Az első berendezések között olyat is találunk, mely egymásra ragasztott papírral működött. Az elv minden gépnél ugyanaz, a test 3D geometriai modelljét fel kell szeletelni az alapsikkal párhuzamos vékony rétegre, majd ezeket egymásra helyezni a megfelelő CNC berendezéssel. Vagyis a leírás szerint a 2,5D marás áll a legközelebb hozzá a hagyományos gyártási eljárások közül. Alapvetően a tárgy szelvényeit rajzolja meg a gép valamilyen anyagból a megadott vastagságban. A technológiák és az alapanyagok széles skálája érhető el, műanyagok és különféle fémek, olcsóbb és drágább kivitelezésben, alacsonyabb és magasabb részletességgel. A felhasználó választhatja ki a neki leginkább megfelelő anyagot és technológiát. A legfontosabb különbség a hagyományos eljárásokhoz képest az, hogy ebben az esetben a gyártani kívánt geometriához nem szükséges semmilyen szerszám, az alkatrész közvetlenül a 3D-s (általában *.STL fájl) testmodellből gyártható. Az alábbi táblázat egy rövid áttekintést nyújt a lehetőségekről [3,4,5].

Technológia	Jellemző anyagminőség	Előny	Korlát	Költség
Szálhúzásos FDM	ABS, PLA, PETG, műanyag huzal, akár kompozit anyag	Gyors, olcsó, viszonylag ellenálló darabok	Pontosság és geometriai megkötések	Olcsó, megfizethető árú KKV-knak is
Sztereolitográfia SLA	Különbféle tulajdonságú műgyanták, folyadék	Precíz darabok, finom részletek, pontos méretek	Alkatrészek méretei, viszonylag lassú	Még megfizethető árú KKV-knak is
Szelektív lézer szinterezés SLS	Nylon, PA6, műanyag por	Precíz nagyméretű darabok	Lassú eljárás, akár 60 órán át is eltart	Vannak megfizethető gépek is KKV-k számára
Szelektív lézeres olvasztás SLM	Rozsdamentes acél, kobalt-krom, titán, fémpor	Precíz, ellenálló darabok, termelékenyvé tehető kis alkatrészek esetén	A gép munkatere korlátozza a darabok méretét, érzékeny a gyártás körülményeire	Drága berendezések, inkább bérnyújtás

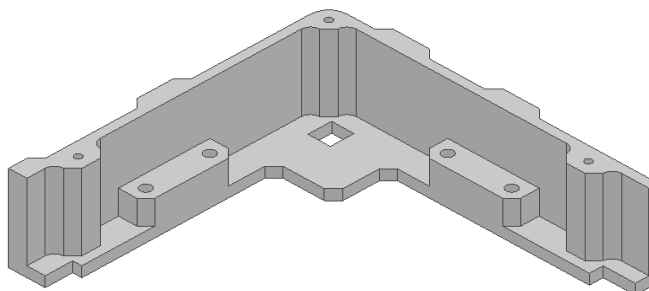
A fentiekén kívül is léteznek még egyéb technológiák is, de ezek tekinthetők a legfontosabbaknak. Jellemző a területre, hogy az évente megrendezésre kerülő kiállításokon (pl. Formnext) megjelenő újdonságok egy része valóban megvalósul és rövid idő alatt elérhetővé válik a piacon, míg más részük fejlesztése zsákutcának bizonyul, a cég tönkremegy, vagy más lehetőség után néz. Hasonló jelenséggel állunk szemben ezen a területen, mint a számítógép hardverek fejlődése, az elérhető legfrissebb technológiát hamar felváltja a következő generáció, ami a korábbiak jelentős árcsökkenéséhez vezet. Az additív gyártásnál meg kell még említeni a már kialakult alapanyag gyártáshoz tartozó ellátási láncot, valamint a legyártott darabok esetleges utókezelését is, sima, színes, esetleg ellenálló felület létrehozása céljából.

3. A tervezési követelmények kielégítése

Az egyes alkatrészek általában valamilyen összeállításba épülnek be, ami egy funkcionális berendezés szerves része. A tervezők az alkatrészek tervezésekor egy elképzelésből indulnak ki. Ezután következik az alakadás [2] amikor a teherbíró alkatrész megkapja az előzetes alakját. A 1. ábrán látható közlekedési lámpa jellegű berendezés házána tervezésekor a gyors gyártásra kellett helyezni a hangsúlyt, ezért a 3D nyomtatás mellett döntöttünk. A tervezéskor figyelembe kellett venni a nyomtató munkatérét és az alkatrészek elhelyezését is a munkatérben. Kiemelt szempont volt továbbá, hogy minden alkatrésznek legyen egy kitüntetett sík lapja, ami a nyomtató asztalán felfekszik. Az egyes alkatrészek egymáshoz illesztése egyedi (szintén nyomtatott) hasáb alakú tájoló csapokkal történt. A 2. ábrán az említett lámpának egy alkatrésze látható. Hagyományos gyártással ez az alkatrész csak nagy mennyiségű hulladék keletkezésével lenne gyártható. Ellenben az additív gyártáshoz kifejezetten ideális alakkal rendelkezik.



1. ábra
Egyedi lámpa burkolat



2. ábra
Műanyag alkatrész 3D nyomtatáshoz tervezve

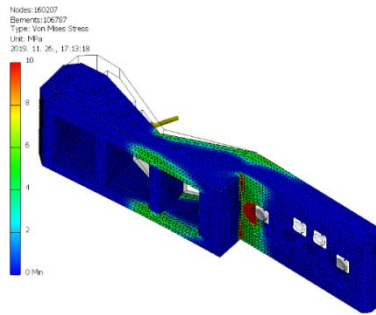
4. Robotmegfogó tervezése

Az ipari robotizált gyártókörnyezetben gyakori igény a különféle ipari robotok kereskedelmi megfogó szerkezeteit egyedi pofákkal kiegészíteni. A megfogó érintkezik közvetlenül az alkatrészszel, amelyet manipulálni (pakolni, mozgatni, beilleszteni, válogatni) kell. A legfontosabb követelmények mellett (ne sértse a munkadarabot, biztosítson stabil megfogást, legyen cserélhető) a gyors pótlás vagy csere is egyre fontosabb a robotok és a termékváltozatok számának növekedésével. A 3. ábrán látható robotmegfogót forgácsolással való gyártáshoz tervezték, ezért két darabból áll (megfogó ujj és pofa), melyeket illesztő csapokkal tájolnak és csavarokkal rögzítenek egymáshoz. A tervezett anyagminőség: AlMgSi1.

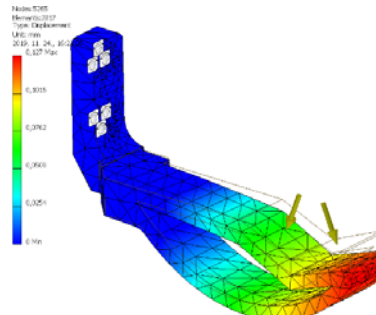


3. ábra
Két darabból álló robotmegfogó pofa

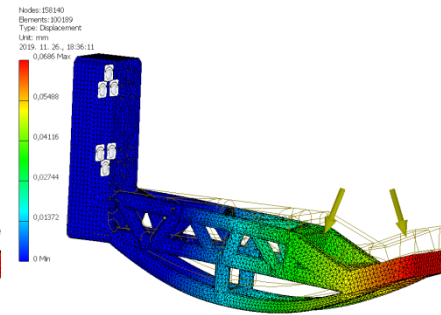
A prizmás megfogópofa párban kerül felszerelésre a robotkar elektromos működtetésű megfogójára, így biztosítva az alkatrész stabil megfogását. Ha a munkadarab változik (pl. típusváltás, új termék adaptálása a sorhoz) akkor új pofát kell gyártani. A fenti indokok miatt is érdemes megvizsgálni az ilyen jellegű alkatrészek gyártási lehetőségeit additív gyártással is. Érdemes rögtön több változatot is készíteni, és ezeket összevetni az optimális kiválasztás érdekében. A technológiai sajátosságoknak megfelelő tervezési elvek mentén kell az egyes változatokat elkészíteni, kiindulásként felhasználva az eredeti megfogó terveket. Célszerű a legkönnyebben elérhető szálhúzásos (FDM) technológiával kezdeni az áttervezést. Fontos, hogy a darabon legyen egy síkfelület, amire a darabot fel lehet a nyomtató asztalára fektetni. További szempont még a nyomat elhelyezése, ugyanis a rétegekre merőleges irányban erősebb lesz az alkatrész, mint a rétegekkel párhuzamosan. A furatok kialakítására is előre gondolni kell, hiszen míg forgácsolással könnyen kialakíthatóak a pozicionáló és a menetes furatok, addig nyomtatással ezeket nem lehet a kellő minőségben készre nyomtatni. Célszerű egy kisebb furatot tervezni, majd a menetet utólag belefűrní. Pozicionáláshoz pedig furatok helyett síkokat, peremeket is lehet alkalmazni. Az áttervezett megfogó változatait mutatja a 4-es, 5-ös, és 6-os ábra. Az alkatrészeket vége-selem szimulációval is lehet vizsgálni, mely nagyban megkönnyíti az áttervezést, a módosítást, és az optimális alak megtalálását.



4. ábra
Bordás kialakítás



5. ábra
Íves kialakítás



6. ábra
Rácsos tartó jellegű kialakítás

Az additív gyártás segít kihasználni a generatív tervezés nyújtotta lehetőségeket is. Ez várhatóan mindennapos eszköze lesz a tervezőknek a közeljövőben. A módszer nagyban segíti olyan tervváltozatok létrehozását és kiértékelését melyek minimális anyagfelhasználás és maximális gyártási sebesség elérését teszik lehetővé.

5. Összefoglalás

A dolgozatban az egyre terjedő additív gyártástechnológiákhoz kapcsolódó tervezési kérdéseket vizsgáltuk. Konkrét tervezési példákon keresztül mutattuk be azokat a szempontokat, melyek segíthetik a tervezőket a gyártástechnológia optimális felhasználásában.

6. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 azonosító számú „A Pannon Egyetem átfogó intézményfejlesztése az intelligens szakosodás elősegítése érdekében”, valamint EFOP-3.6.2-16-2017-00002 azonosító számú „Autonóm járműrendszerek kutatása a zalaegerszegi autonóm tesztpályához kapcsolódóan” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

7. Irodalmi hivatkozások

- [1] Olaf Diegel, Alex Nordin: A Practical Guide to Design for Additive Manufacturing, Springer, 2020
- [2] Dr. Zsáry Árpád: Gépelemek I. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. Budapest, 1999
- [3] Marlow Sousa: Additive manufacturing technology: the status, applications, and prospects
- [4] Selective Laser Sintering Process - A Review, ISSN (PRINT): 2393-8374, (ONLINE): 2394-0697, VOLUME-2, ISSUE-10, 2015
- [5] Joran W. Booth, Jeffrey Alperovich, Patrik Chawla, Jiayan Ma: The Design for Additive Manufacturing Worksheet, Journal of Mechanical Design · July 2017