

SPIROID CSIGA MATEMATIKAI, GEOMETRIAI MODELLEZÉSE ÉS GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁSA

Dr. Dudás Illés¹, Bodzás Sándor²

¹ egyetemi tanár, illes.dudas@uni-miskolc.hu

² főiskolai adjunktus, PhD hallgató, bodzassandor@nyf.hu

^{1,2}Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

^{1,2}Nyíregyházi Főiskola, Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék,
H-4400, Nyíregyháza, Sóstói u. 9-11.

Összefoglalás

A cikk a spiroid csiga-felület matematikai modellezését mutatja be általános esetben. Terveztünk egy spiroid csigahajtást, melyről 3 dimenziós modellt készítettünk, majd a virtuális modell alapján Rapid Prototyping eljárással elkészítettük a csigatengely fizikai modelljét a további gyártásgeometriai kutatásaink céljából.

Kulcsszavak: gyors prototípus gyártás, kúpos csigatengely

Abstract

We introduce the mathematical modelling of spiroid worm surface in universal occurrence. We worked out a spiroid worm gear drive from which 3 dimensional model can be prepared, then based on the virtual model using Rapid Prototyping method we prepared the physical model of the worm shaft for our following production geometric research work.

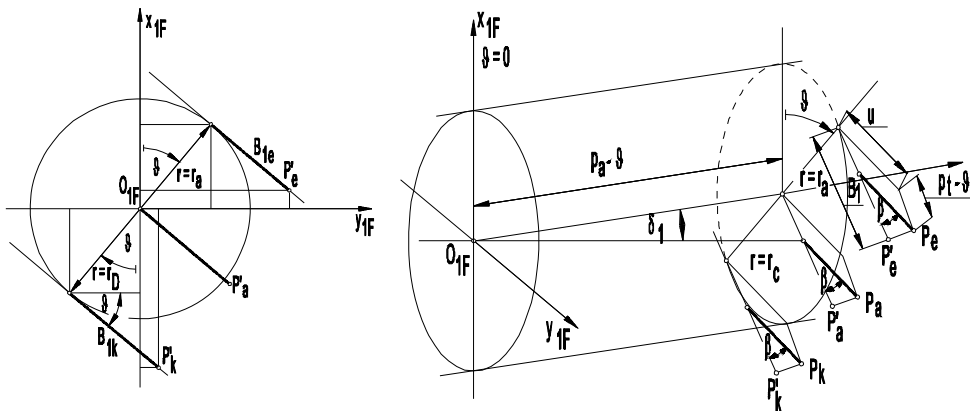
Keywords: Rapid Prototyping production, spiroid worm

1. Bevezetés

A valóságos prototípusok gyártása költséges és viszonylag lassú folyamat. A vizuális realitás módszereivel élethűen megjelent geometriai modell számos kérdésre választ ad, amelyet a prototípustól várunk. Ennek ellenére gyakran van szükség fizikailag létező prototípusokra. A módszer az alak rétegekre bontásán, majd a prototípusnak a rétegekre vonatkozó információk alapján való rétegenkénti felrakásán alapul. A Rapid Prototyping kifejlesztése lehetővé tette a cégeknek, hogy gyakrabban, valamint kevesebb költséggel, rövidebb idő alatt ellenőrizzék és változtassák meg a konstrukciókat.

2. Kúpos csavarfelületek matematikai modellezése

A spiroid hajtópár kúpos csigájának fogfelületét hasonló módon lehet származtatni, mint a hengeres csigáét, de a szerszám axiális elmozdulásával (p_a) egy időben – a csiga kúposágától függő – a szerszám tangenciális (p_t) előtolását is biztosítani kell [2, 4]. A kúpos csavarfelületek általános pontjainak célszerű megadásával az általános felületi ponthoz tartozó helyvektorok olyan alakjához jutunk, melyekből kiindulva felírhatjuk a háromféle kúpos csavarfelület általános alakját (1. ábra).



1. ábra. Vonalfelületű kúpos csavarfelületek származtatásának összefoglaló ábrája

$$\vec{r}_{1F} = \begin{bmatrix} -B_1 \cdot \sin\vartheta + r \cdot \cos\vartheta \\ B_1 \cdot \cos\vartheta + r \cdot \sin\vartheta \\ u \cdot \sin\beta + p_a \cdot \vartheta \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

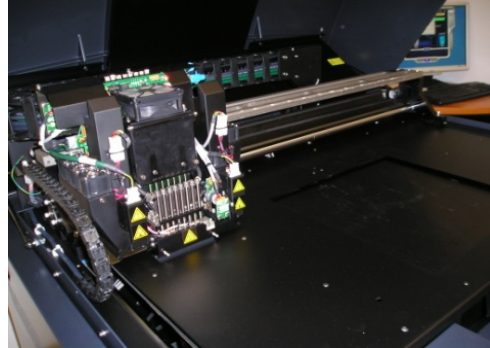
Az (1) általános alak:

- $r = 0$ esetén archimedesi;
- $r = r_a = p_a \cdot \operatorname{ctg}\beta - p_t > 0$ esetén evolvens;
- $0 < r = r_D < r_a$ esetén konvolut csavarfelületet ad.

3. Az EDEN 3D nyomtató bemutatása

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszékén található EDEN 3D nyomtatóval (2.a. ábra) állítottuk elő a kúpos csigatengelyt. Célunk a csigatengely geometriai ellenőrzése és a gyártáskor adódó esetleges hibák feltárása.

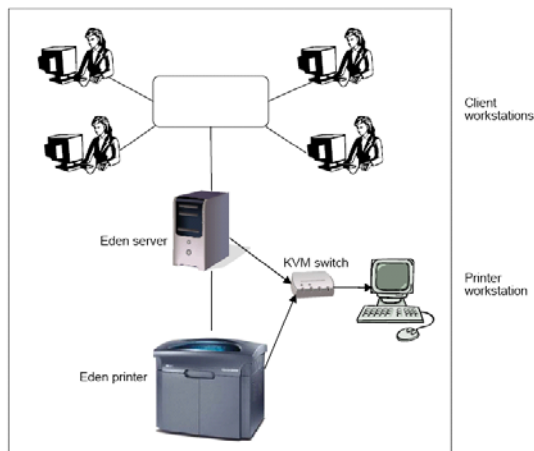
Az EDEN 500V / 350V / 350 gépet használhatjuk egyedülállóan vagy több felhasználó által elérhető rendszerként. Amennyiben bekapcsoljuk a helyi hálózatba a gép több felhasználót is képes kiszolgálni. Az egyes felhasználók előkészíthetik az Objet Studio szoftverrel a feladatokat. A szerver gép, amelyik a közvetlenül a nyomtatóval van összekötve, mint feladat menedzser elküldi az adatokat a nyomtatónak (3. ábra).



a)

b)

2. ábra. Az EDEN 3D nyomtató (a) és a nyomtatófej elrendezés (b)



3. ábra. A rendszer összeállítása

Az Objet program a fontosabb adatokat megkapja a szerver géptől, mint a gyan-ta típusát, a feladat sorszámát és más fontos információkat. Több felhasználó ki-alakítás esetén a szerver gépet üzemeltető felhasználó, mint gyártásirányító, fel-ügyeli a különböző feladatokat. Teljes jogosultsága van az összes nyomtatásra,

megváltoztathatja a nyomtatási sorrendet, törölhet feladatot, újra indíthat korábbi nyomtatást, megváltoztathatja munkatér berendezését, stb.

Az EDEN 3D nyomtató térbeli modelleket készít, amelyeket az általában alkalmazott 3D CAD rendszerekkel vagy különleges felhasználásra készített programokkal lehet készíteni. Az EDEN rendszer a következő fájlformátumokból tud feldolgozni:

- STL (Standard Triangulation Language);
- SLC (Stereo Lithography Contour).

Az EDEN rendszer mind a két formátumot tudja egyszerre kezelni (egy munkatérbe két különböző fájl).

Az eredmények a prototípus elkészítése előtt a tervezőrendszerben vagy a gyors prototípus-gyártó berendezés vezérlésének képernyőjén ellenőrizhetők.

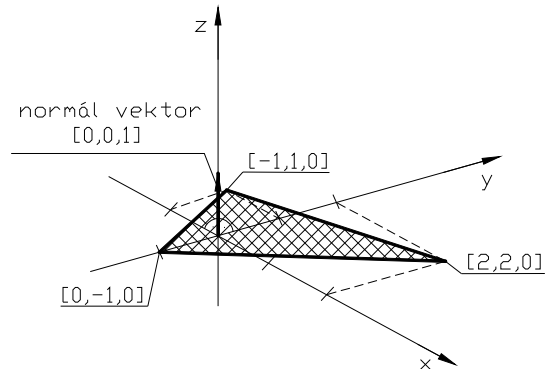
4. Az STL fájl létrehozása

Az STL fájl a Rapid Prototyping iparág szabványosított adatátviteli formátuma, amelytől megkívánjuk, hogy a legkülönbözőbb eljárások számára is felismerhető, feldolgozható, azaz kompatibilis legyen [1].

Az STL fájl kölcsönösen megfeleltethető egy 3D nyomtatott alkatrészszel. Ez a formátum a szilárdtest modell felületét háromszögekkel közelíti. Minél bonyolultabb a felület, annál több háromszöget kell létrehozni.

```

solid
...
facet normal 0.00 0.00 1.00
outer loop
vertex 2.00 2.00 0.00
vertex -1.00 1.00 0.00
vertex 0.00 -1.00 0.00
endloop
endfacet
...
endsolid
    
```

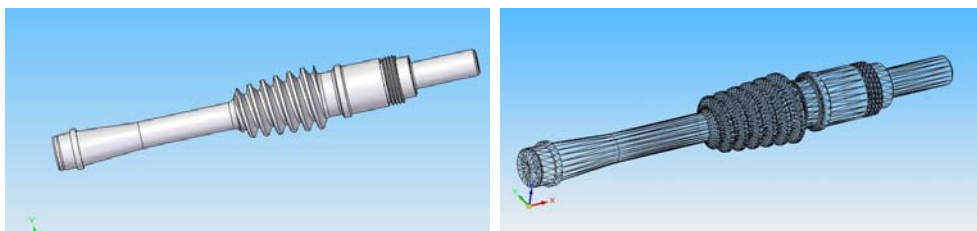


4. ábra. Elemi háromszögelem

Az STL fájloknak két formátuma van, egy szöveges (ASCII), illetve egy bináris. A szöveges leírás előnye, hogy könnyen módosítható, viszont kissé nehézkes a vele való dolgozás, és viszonylag nagy tárterületet foglal el. A bináris kódolás nagy előnye, hogy sokkal kisebb a fájl mérete, amely a hálózati adatátvitel során nélkülözhetetlen.

Az ASCII fájlban a kisbetűs „solid” kulcsszóval kell kezdődnie és az „endsolid” szóval kell végződnie. Ezen kulcsszavakon belül ez egyes háromszögek listája található, amelyek a szilárdtest felületét definiálják. Minden egyes független háromszög leírása egy normál egységvektort igényel, amely a szilárdtest felületéből kifelé mutat. Majd ezt követi a három csúcspont (x, y, z) koordinátáinak megadása (4. ábra). Ezen értékek mindegyike Descartes-koordináta rendszerben megadott lebegőpontos adatok. Ezen háromszög értékeknek mind pozitívnak és az építési térfogaton belül kell lenniük.

Az általunk tervezett kúpos csigatengely modelljét (5.a. ábra) Solid Edge tervezőszoftver segítségével STL formátummá konvertáltuk (5.b. ábra).



a) b)
5. ábra. *Spiroid csigatengely modell (a) és az STL modell (b)*

5. A modell elhelyezése a gyártótérben

Az Objet Studio programmal készítjük elő a forrás adatokat az EDEN 3D nyomtatóban való gyártásra [3]. Az Objet Studio lehetőséget biztosít többfajta fájl művelet végrehajtására, az alap eljárás a következő:

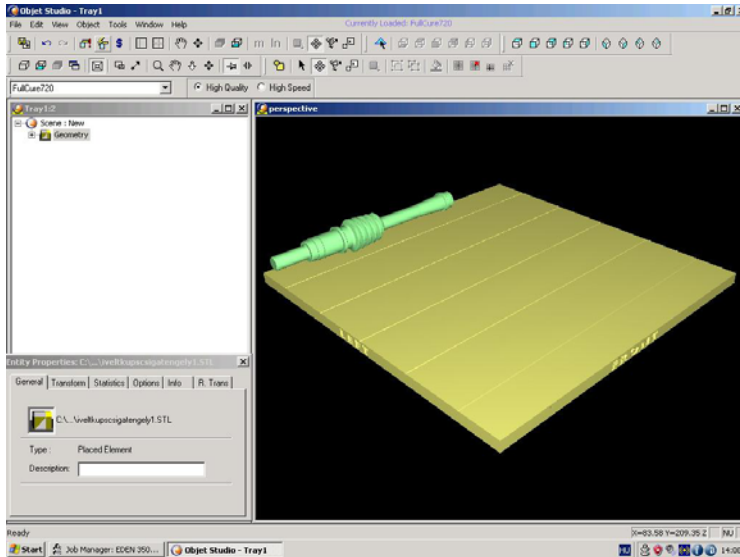
1. Alkatrész beillesztése a munkatérbe;
2. Objektumok pozicionálása a munkaasztalon;
3. Objektumok és a munkatér paramétereinek a beállítása;
4. A berendezett munkatér minden paraméterének mentése otf formátumban;
5. Otf fájl küldése az EDEN 3D nyomtatóra.

A program egy üres munkatérrel ábrázolva indul el. Alkatrészek gyártásához modelleket kell a munkatérbe importálni, elhelyezni. Ha tudjuk milyen alapanyagból akarjuk gyártani az alkatrészt ellenőrizzük, hogy a megfelelőt választottuk-e ki a modell anyag panelen.

Nem kötelező kiválasztani az alapanyagot, de javasolt, mivel minden alapanyag egyéni tulajdonságokkal rendelkezik ezért a pontos elhelyezést befolyásolja a munkaasztalon.

Egy alkatrészt többszörözve is beilleszthetünk a munkatérbe. Az alkatrész kiválasztásához egyszerűen csak rá kell kattikolni a munkatérben vagy a munkaasztal listában. A munkatérben az alkatrész színe megváltozik (világos kékre) és kijelölődik a listában (6. ábra).

Az Objekt Studio program automatikusan elrendezi a beillesztett objektumot. Ugyanakkor ellenőrizni kell, hogy a modell az általunk kívánt elhelyezkedéssel került-e a munkatérbe, amennyiben nem megfelelő megváltoztathatjuk.



6. ábra. Csigatengely pozicionálása a munkatérben

Az alkatrészek elhelyezése a munkatérben befolyásolja milyen gyorsan és hatékonyan fogja a gép legyártani a mintadarabokat. Mennyit és hova építi a támasztékanyagot és vajon melyik alkatrész lesz fényes. Ennek megfelelően lehetőség van különböző opciók beállítására, eldönteni az alkatrészek elhelyezését a tálcán.

6. A Job Manager program használata

A Job Manager használata során különbséget kell tenni a kliens munkaállomás és azon számítógép között amelyik közvetlenül kapcsolódik az EDEN nyomtatóhoz.

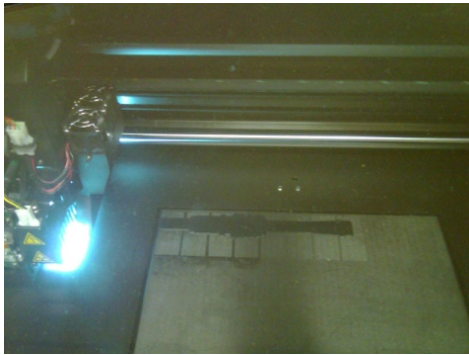
A kliens számítógép Job Manager-e csak a nyomtatásra váró feladatok sorát mutatja és azok státuszát, amelyek arról a számítógépről lettek elküldve. A közvetlenül a nyomtatóval összekötött (server) számítógép Job Manager-e mutatja az összes kienstől sorba állított nyomtatási feladatot és annak státuszát [3]. Itt lehet a megváltoztatni a feladatok sorrendjét vagy esetleg megváltoztatni a nyomtatási feladatot. Itt lehetőség van a már elkészült feladatok újra nyomtatását kérni.

7. A spiroid csigatengely gyártása

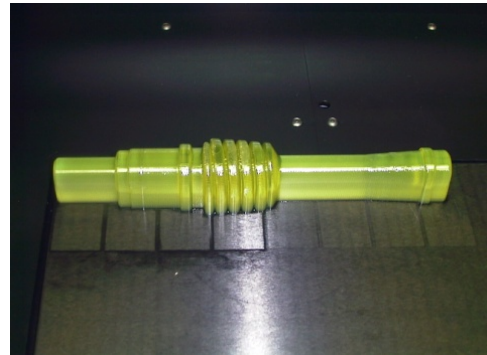
A 7.a. ábrán látható a csigatengely rétegenkénti nyomtatása. A fej balról jobbra halad, majd üresjáratban jobbról balra, eközben az asztal, amire nyomtat folyamatosan lefelé süllyed. A nyomtatás során a modellt anyagtakarékosság és költség szempontjából a felére kicsinyítettük.

A 7.b. ábrán látható az éppen elkészült modell támaszanyaggal körbevéve. A támaszanyagot először kézzel, majd NaOH oldattal eltávolítva kapjuk a kész modellünket (7.c. ábra).

Az eredményünk egy termék, amely az első alkalommal már működik, kevesebb pénzt és időt kell fordítani a tervezésre és gyártásra, kielégíti a vásárlói igényeket, gyorsabban piacra kerül, így rövidebb a megtérülési ideje, különböző geometriai vizsgálatokra alkalmas, stb.



a)



b)



c)

7. ábra. A csigatengely rétegenkénti nyomtatása (a), az elkészült modell támaszanyaggal körülvéve (b) és az előállított csigamodel (c)

8. Összefoglalás

A cikkben bemutatottuk a spiroid csiga felület matematikai modellezését általános esetben. Terveztünk egy spiroid csigahajtást, elkészítettük ezen hajtás tengelyének geometriai modelljét. További geometriai, gyártásgeometriai, kapcsolódási és mérés-technikai vizsgálataink céljából elkészítettük a csigatengely fizikailag létező modelljét Rapid Prototyping eljárással.

9. Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártás-technológia Tanszék "Csavarfelületek, Menetfelületek Kutatócsoport" keretében készült munka. A kutatócsoport a I. Modellezés, CAD, CAM, a II. Minőségbiztosítás, CAQ, TQM, Rapid Prototyping és a III. Szerkezet integritás terén kezdte meg munkáját. Témavezető: Dr. Dudás Illés, egyetemi tanár. A cikk a Modellezés, CAD, CAM, Rapid-prototyping kutatócsoport munkája.

10. Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Dudás Illés: *Gépgyártástechnológia III.*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2005 (ISBN 963 661 572 1)
- [2] Dr. Dudás Illés: *The Theory and Practice of Worm Gear Drives*. Penton Press, London, 2000. (ISBN 1 8571 8027 5)
- [3] *Eden Family 3-D Printing System*, Operator Training Guide Basic Course, 2009. Object Geometries Ltd., November 2009.
- [4] Hegyháti József: *Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben*. Diss. A. TU. Desden, 1988.