

MECHANIZMUSOK KINEMATIKAI VIZSGÁLATA

Nándoriné Tóth Mária

egyetemi docens, ME GÉIK Ábrázoló Geometriai tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: nnetm@abrg.uni-miskolc.hu

Kovács Béla

egyetemi docens, ME GÉIK Analízis Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: matmn@uni-miskolc.hu

Összefoglalás

A cikk egy és több szabadságfokú, csuklós és csúszkás kapcsolódásokkal rendelkező mechanizmusok analízisével foglalkozik. Számítógépi program segítségével a mechanizmus bármely pontjának a pályáját, a sebességábráját és bármely tag pólusgörbéjét meg tudjuk jeleníteni, amin aztán különböző vizsgálatokat lehet végezni.

Kulcsszavak: *algebrai geometria, mechanizmus, robot*

Abstract

In this paper, some single and multiple mechanisms having pivots and slides in the plain are analysed. It has been demonstrated that using a computer program we can describe trajectories and the velocity curves of any points of the mechanisms which are suitable for further investigations.

Keywords: *algebraic geometry, mechanism, robot*

1. Bevezetés

Mechanizmusok tervezésének egyik alapfeladata az, hogy a hajtási paraméterek (hajtott tag elmozdulásának nagysága és/vagy elfordulásának a szöge) segítségével hogyan lehet leírni tagjainak a pillanatnyi helyzetét. A másik alapvető probléma ennek az inverze, az a kinematikai feladat, amikor a mechanizmus egy pontjának pillanatnyi helyzetéhez határozzuk meg a lehetséges hajtási paraméterek (hossz és szögelfordulás) értékeit. Utóbbi feladatról a Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriumán beszámoltunk [6]. Jelen dolgozat főleg ennek a munkának az előzményeiből kíván néhány eredményt bemutatni, vagyis az első feladathoz kapcsolódó programot.

2. A mechanizmusokkal kapcsolatos alapfogalmak

A mechanizmusok láncokból [1], a láncok tagokból és kényszerekből állnak. A tagok merev testek. A tagokat a rajtuk levő kényszereket összekötő egyenesekkel jelöljük. Azaz, ha két

kényszerrel kapcsolódnak, a képük egyenes, ha hárommal, a képük háromszög. A kényszer lehet csukló, ekkor a kapcsolt tagok között a csukló tengelye körüli szögelfordulás lehetséges, vagy lehet csúszka, ami adott hatásvonal menti eltolódást (elcsúszást) tesz lehetővé. A láncokat - attól függően, hogy hány tagból állnak - egy-, két-, három- stb. tagúnak nevezzük.

3. Az analízis módszere

Csuklókkal és csúszkákkal kapcsolódó tagokból álló mechanizmusok mozgásának vizsgálatával foglalkozunk adott kezdeti paramétereinek ismeretében. Egy szabadságfokú mechanizmusok esetén a hajtott tag mozgását a t idő, vagy ezzel arányos geometriai paraméter függvényében adjuk meg. A mechanizmus mozgásának vizsgált szakasza a

$$t_1 \leq t \leq t_2$$

intervallum.

Az intervallum egyenközű felosztásával diszkrét időpillanatokban határozzuk meg a helyzet, ill. a sebesség állapotát. A tartomány felosztásának sűrítésével a vizsgálat pontosítható.

A hajtott tag diszkrét időpillanatokhoz tartozó helyzeteihez meghatározzuk a mechanizmus többi tagjának helyzetét. Két egymást követő helyzet ismeretében tetszőleges pont elmozdulás vektora ismert. Ebből az átlagos sebesség is meghatározható. Hasonlóan a sebesség pólusgörbéje és a sebességra is ábrázolható.

A pályagörbe és pólusgörbe meghatározása elemi geometriai szerkesztésekre vezet [2],[3]. Kör és kör, kör és egyenes, egyenes és egyenes metszéspontját kell meghatározni, más szóval Euklideszi szerkesztésekkel meghatározhatók a keresett pontok. Ha a geometriai feladatnak több megoldása van, akkor a hajtott tag adott elmozdulásához a mechanizmus helyzetének meghatározása további vizsgálatot igényel. Figyelembe kell venni, hogy a mechanizmus nem szedhető szét. Emiatt egy újabb állás meghatározásakor tekintettel kell lenni az ezt megelőző állapotra és az ahhoz közelebbi megoldást választani, bizonyos esetekben, ha szükséges, sűríteni kell a felosztást.

Több szabadságfokú mechanizmusok esetén az összes hajtott tag mozgástörvényét meg kell adni.

Térbeli esetekkel is foglalkoztunk, közülük olyan csuklós és csúszkás mechanizmusokkal, amelynek háromtagú az első lánc, és ennek második és harmadik kapcsolódási pontja síkon köteles mozogni. Ehhez kapcsolódhatnak újabb kéttagú láncok. Az ilyen típusú mechanizmusokkal való foglalkozás fontosságát [4] taglalja.

4. A számítógépi program

Ezen számítások és rajzolások elvégzésére, egy **FORTRAN** és **C** forrásnyelvű számítógépi program is készült. Előző esetben Function szegmensekkel kell megadni a hajtás típusát. Az **FK(I)** szegmens a hajtott tag körmozgása esetén, az **FE(I)** pedig a hajtott tag egyenes vonalú mozgása esetén adja meg az elmozdulást - jelen esetben - az

$$I \leq I \leq 50$$

intervallumban. Két szabadságfokú mechanizmus esetén a másik hajtott tag mozgását az **FK2 (I)** ill. az **FE2 (I)** szegmens határozza meg.

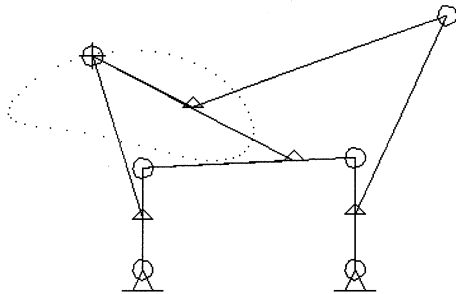
A pólusgörbe rajzolásakor annak szakadása esetén, és minden olyan esetben, amikor a rajzlap keretén kívülre kerül a görbe, a rajzolás megszakad és a következő ponttól folytatódik. Természetesen a méretezést úgy határozzuk meg, hogy a mechanizmus egésze rákerüljön az ábrára, csupán a hozzá képest túl messze kerülő pólusgörbe-pontokat nem rajzoljuk ki, az ábra könnyebb értékelhetősége érdekében.

A másik, a **C** nyelvű változatnál a program adatfájlokat hoz létre, amivel a **KEYCREATOR** nevű 3D-s gépészeti tervező rendszer elvégzi a rajzolásokat. Egy **mech1.dat** és egy **mech2.dat** nevű adatfájl felhasználásával a **mech0.cdl** nevű **CADL** nyelvű fájl kirajzolja a mechanizmust. Bejelöli rajta a vizsgált pontokat és azok pályagörbjét, illetve az őket tartó rudak pólusgörbjét kirajzolja, külön feltüntetve a sebességábrát.

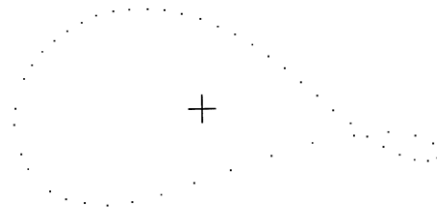
A mechanizmus további vizsgálatának könnyebb elvégzéséhez tehát rendelkezésre állnak a számszerű adatok és a kirajzolt ábrák is.

5. Példa

Egy háromlánccú mechanizmus különböző pontjait bejelölve kirajzoltatja a program a pont által leírt pályagörbét és egy másik ábrán a sebességábrát, a hodográfot. Jelen példánkban nem jelöltük be a pólusgörbét. A 1. - 4. ábrák egy adott mechanizmus két különböző pontjának analizisét mutatják. Az első esetben egy rúd végpontjának mozgását vizsgáltuk (1. és 2. ábra), a második esetben pedig (3. és 4. ábra) a rúd középpontját választottuk, ahová egy másik rúd kapcsolódik.



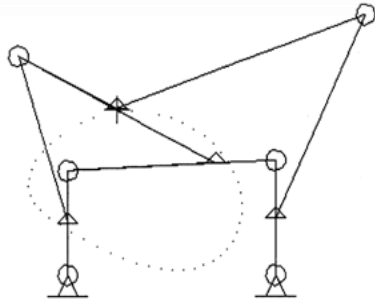
1. ábra. A mechanizmus egy pontjának pályagörbje



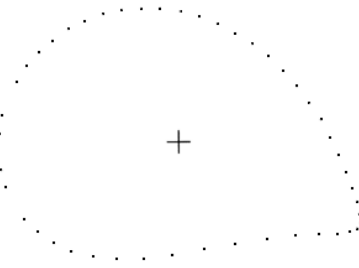
2. ábra. A mechanizmus egy pontjának sebességábrája

A csuklók nullkörökkel vannak jelölve. Ahol rúd közbülső pontjához kapcsolódik csukló, azt háromszöggel ábrázoltuk. Ugyanennek a pontnak a sebességábrája látható a mechanizmus mellett. Egy + jel mutatja, hogy mely pont pályáját számoltuk, majd a pont - a hajtott tag diszkrét elmozdulásához tartozó - helyzeteket jelöltük. Ezen helyzetek egymástól mért távolsága mutatja a sebesség nagyságát. Minél távolabb van két egymást követő

helyzet egymáshoz képest, annál nagyobb ott a pont sebessége. Ezzel összefüggésben a sebességábra szemléletesebben mutatja a sebesség változását.



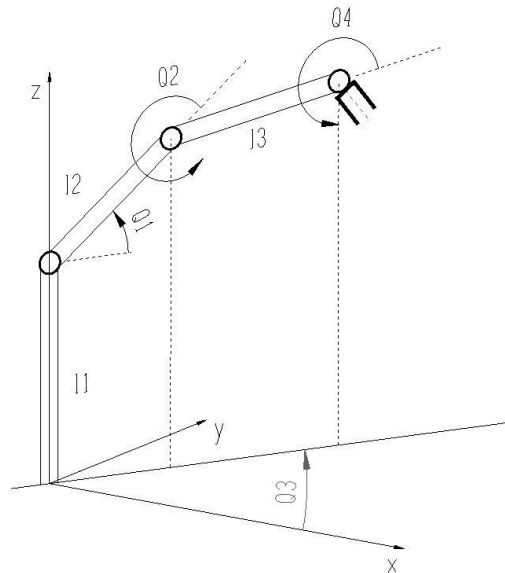
3. ábra. A mechanizmus egy másik pontjának pályagörbéje



4. ábra A mechanizmus másik pontjának sebességábrája

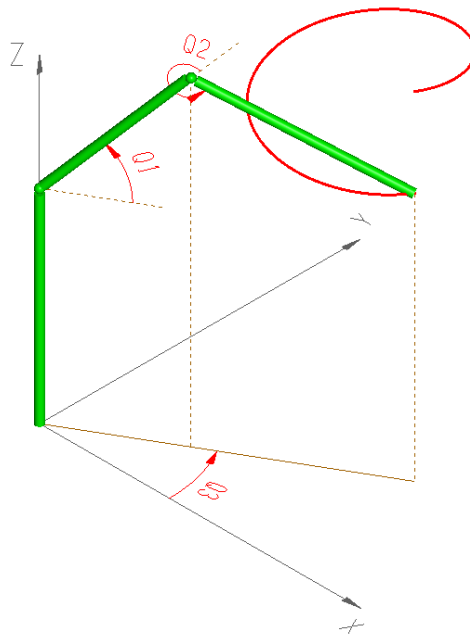
6. Az inverz kinematikai feladat

A másik probléma pedig, amikor a mechanizmus egy pillanatnyi helyzetéhez határozzuk meg a lehetséges paraméterek (hossz és szögelfordulás) értékeit például algebrai geometriai módszerekkel. A [5] – ben ilyen feladatot oldottunk meg nyílt láncú mechanizmusokra – más néven robotokra (5. ábra).



5. ábra. A robot térbeli elhelyezkedése [5]

Következő feladatként konkrét pályagörbét leíró robot mozgását vizsgáljuk, ahol a számításokat MAPLE16 programmal végezzük és a KEYCREATOR nevű rajzoló programmal rajzoltatjuk ki a különböző helyzeteket (6. ábra).



6. ábra. Végpontjával előírt pályán mozgó szerkezet

7. Összefoglalás

Olyan számítógépi program készült, amely síkbeli csuklós, ill. csúszkás mechanizmusok esetén a hajtott tag mozgástörvényének ismeretében a kinematikai analízisből a helyzet- és sebességállapot meghatározására alkalmas. Nevezetesen a program a mechanizmus tetszőleges pontjainak a helyzetét, tetszőleges tag sebességpólusát meghatározza, és ezt követően a pályagörbéről, pólusgörbéről, ill. a sebességábráról rajzot készít, mindezt az idővel arányos geometriai paraméter függvényében. Másrészt megvizsgálja, hogy a hajtott tag - forgása esetén - körbeforgatható-e.

A másik program ennek a feladatnak az inverzét oldja meg, vagyis egy előre meghatározott görbén való mozgást feltételezve a hajtás paramétereit állapítja meg.

8. Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

9. Irodalom

- [1] Ifj. Dr. Sályi I.: *Mechanizmusok*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- [2] Nándoriné Tóth M.: *Síkbeli mechanizmusok kinematikai analízise*, Borsodi Műszaki Hetek, 1982. jún.4.
- [3] Nándoriné Tóth M.: *Síkbeli csuklós mechanizmusok kinematikai analízise*, Gépszerkezettani Akadémiai Bizottság Mechanizmusok Munkabizottságának ülése, 1982. november 25.
- [4] Kozák I.né: *Egyszabadságfokú térbeli mechanizmus sebességállapotának vizsgálata geometriai úton.*= NME Közleményei, X. Kötet, 1964, 235-242 p.
- [5] Kovács B., Nándoriné Tóth M.: *Robotok inverz feladatának megoldása*, Géptervezők és termékfejlesztők XXVII. szemináriuma, Gép, LXII. Évf., 2011/7-8., 79-82.p.