FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek

Stankóczi Zoltán

Abstract

Conventional machine tools use either orthogonal or rotational movements. They are often combined in a series of discrete stages, each providing a degree of freedom. The hexapod differs in that all six degrees of freedom are enabled by a parallel arrangement of variable length struts. For any given set of strut lengths there is a single fully constrained position for the mechanism. Controlling the legs enables the platform to be simultaneously positioned and orientated.

The advantages of the parallel kinematics are reduction of moving masses and a higher stiffness. The disadvantage is the relative small rotating range of the moving platform. Therefore an additional rotating head unit with two rotating freedom is applied. It makes the kinematics redundant and the control system complicated. If only 3 legs and a 2 or 3 degrees of freedom rotating head is used, then the kinematics and the control unit becomes simpler.

On the TU Budapest, Department of Manufacturing Engineering I have developed a new 3 legs parallel kinematics machine tool. The design of the mechanism and the computer simulation of the kinematics are completed, and the realization of the machine is in progress.

Bevezetés

Bonyolult felületek megmunkálására széles körben elterjedtek a 4, 5, 6 –tengelyes szerszámgépek (maró, gyalu, köszörű). Ezek a kívánt mozgást 3 lineáris és 1, 2, vagy 3 rotációs mozgás eredője révén valósítják meg.

Az ipari robotok szintén 5-6 szabadságfokú mozgást képesek végezni, a megvalósított kinematikai elrendezések száma jóval nagyobb, mint a forgácsoló szerszámgépek esetén.

A szerszámgépek esetében az elsődleges szempontok a nagy terhelhetőség, merevség, pontosság, ezen követelményeknek rendelik alá a gép egyéb jellemzőit. Ez miatt a sebesség nem éri el a robotoknál szokásos értékeket, valamint a munkatér jelentősen kisebb. Robotoknál a nagy munkatér, nagy sebesség a kíváncs, mérsékelt teherbírás, és a szerszámgépekhez képes 2-3 nagyságrenddel kisebb pontosság és merevség mellett. Ezen egymásnak ellentmondó követelmények miatt a két gépcsoport az alkalmazási terület tekintetében élesen elkülönül.

A párhuzamos kinematikájú (Stewart- Platform) robotok (szerszámgépek) előnyösen egyesítik a két gépcsoport tulajdonságait.

A párhuzamos kinematikájú robotok felépítése

A kinematika rendkívül egyszerű, és három fő részre tagozódik:

- Hosszukat változtatni képes lábak (teleszkóphenger, golyósorsó stb.)
- Egy álló és egy mozgó platform
- A lábak a platformokhoz csuklókon keresztül kapcsolódnak.

Az első párhuzamos kinematikájú robotok 6 lábbal épültek, (1. ábra) innen származik a HEXAPOD elnevezés.[1, 2]
A berendezés 6 darab, az álló platformhoz csuklókkal rögzített, hosszukat egymástól függetlenül változtatni képes lábból (lineáris aktuátorok) áll, melyek a mozgó platformhoz szintén csuklókkal kapcsolódnak. Ez a hexapod kinematika 6 szabadságfokú mozgást tesz lehetővé.

A lábak hosszának változtatásával a mozgó platform a munkatér tetszőleges pontjába, tetszőleges orientációval eljuttatható. A munkatér a lineáris aktuátorok mozgástartománya, valamint a lábak egymással vagy valamelyik platformmal történő ütközése korlátozza.

A hexapod robotok jellemzője a nagy teherbírás, nagy merevség, az álló platformnál általában nagyobb alapterületű munkatér. A nagy teherbírás annak köszönhető, hogy a lábakat hajlító igénybevétel nem terheli, csak tisztán rúdírányú erők hatnak, és a terhelés megoszlik az egyes lábak között. [1] Mivel a hexapod robotokban nincsenek a hagyományos szerszámgépekben használatos szánok, vezetékek, a mozgó tömegek jelentősen kisebbek. A mozgó tömeget a lábak, a mozgó platform, valamint a rajta elhelyezett berendezések (főrsó, manipulátor, mérőfej stb.) képviselik. Ezek miatt a párhuzamos kinematikájú gépek merevsége és terhelhetősége eléri az azonos munkatérű hagyományos szerszámgépekét, egy nagyságrenddel kisebb saját tömeg mellett.

A sebesség és gyorsulás tekintetében a hexapod robotok elérik a hagyományos robotoknál szokásos 1 m/s és 1-2 g tartományt. Mindezen tulajdonságok miatt a legjelentősebb alkalmazási területük a nagysebességű forgácsolás, a lézer- és vízsugaras vágás, mérés, nagy pontosságú pozicionálás.

A hatlábú kinematika legnagyobb hátránya a korlátozott rotációs mozgástartomány ($\pm 15-30^\circ$). Ezért általában még két rotációs tengellyel szerelik fel őket. (2. ábra) [1]

1. ábra

2. ábra

Ez nemcsak drágítja a szerkezetet, de a vezérlés szempontjából is komoly problémát okoz. A nyolc vezérelt tengellyel a kinematika redundánssá válik. A vezérlések a feladatot általában úgy oldják meg, hogy a mozgó platform mindig párhuzamos marad a gép alapsíkjával, azaz csak háromtengelyes mozgást végez, a két rotációs mozgást a platformra szerelt billenőfej végzi. [2]

Tripod robotok

Párhuzamos kinematikát 3 lineáris aktuátorral is meg lehet valósítani, ekkor a lábak egy tetraéder éleit testesítik meg. Ezzel az elrendezéssel csak 3 tengelyes pozicionálás valósítható meg, a mozgó platformhoz rögzített koordináta-rendszer tengelyei nem állíthatók be tetszőleges irányba, az irányukat a mozgó platformnak a munkatérben elfoglalt helyzete, és az adott kinematikára jellemző sajátosságok határozzák meg. A koordináta-rendszer tengelyei a munkatér azonos pontján mindig azonos irányba mutatnak.

A 3 láb előnye az egyszerűbb, olcsóbb szerkezet, a legnagyobb hátránya a kisebb torziós merevség. Az előnyök közé tartozik a hexapod szerkezetekhez képest, hogy az 5- tengelyes mozgás megvalósításához szükséges billenőfej felszerelése esetén sem válik a kinematika redundánssá, valamint a mozgás matematikai leírása jóval egyszerűbb.

Az általam a Budapesti Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén kifejlesztett tripod kinematika az álló platform alapterületénél nagyobb munkatérrel, és az X, Y, Z- irányban kiegyenlített terhelhetőséget biztosít.

Golyósorsókat alkalmazunk lábként, ezeket az SKF magyarországi képviselője bocsátotta rendelkezésünkre. A lábak az álló platformhoz kardáncsuklókon keresztül kapcsolódnak, ezeken a kardáncsuklókon képeztük ki a motorok és a bordásszík hajtás helyét. A meghajtást INLAND típusú AC-szervomotorokkal oldottuk meg.

A tervezés során elvégeztük a robot számítógépes modellezését és szimulációját. Az alkalmazott program a SOLID EDGE nevű parametrikus tervezőrendszer volt. A modellezés során meggyőződünk arról, hogy a kinematika működőképes, ellenkező esetben ugyanis nem lehetett volna a modellt a SOLID EDGE-vel felépíteni.

A következő ábrán négy különböző helyzetben látható a modell. (3. ábra)

3. ábra

Felhasznált irodalom:

- [1] Effektiver fräsen mit sechs Beinen,
Hebsacker, M.; Schweizer Präzisions-Fertigungstechnik, 1997. August
- [2] Offene objektoriente CNC-Steuerungarchitektur am Beispiel der Hexapod-Maschine
Kreidler, V. ; Fachaufsatz/ sonderdruck „ Hexapodmaschinen „, 1997

Név: Stankóczy Zoltán, doktorandusz
 Munkahely: Budapesti Műszaki Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék
 Magyarország, Budapest, Eötvös József u. 1
 1111

Tel: 36(1)463-2641
 Fax: 36(1)463-3176
 E-Mail: stanz@manuf.bme.hu