SAJÁT CNC PROTOTÍPUS RENDSZER MINT IOT ESZKÖZ

OUR OWN CNC PROTOTYPE SYSTEM AS IOT DEVICE

Molnár Zsolt¹, Erdei Timotei István², Almusawi Husam³, Husi Géza⁴

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető u. 2-4.

¹zsolt.molnar94@gmail.com

²timoteierdei@gmail.com

³asd_sw@ymail.com

⁴husigeza@eng.unideb.hu

Abstract

The appearance of Industry 4.0/IoT induced new production trends in various industry segments. The inclusion of new technologies in production processes requires a different approach to the young engineers, in network devices and security protocols. Our project was a custom-designed semi-industrial CNC, which is attached to the network and uses Linux distribution system to programming and remote control/monitoring.

Keywords: CNC; Industry 4.0; IoT; remote control; Raspberry Pi; Linux; Timotei-Robotics

Összefoglalás

Az Ipar 4.0/IoT megjelenésével, addig nem ismert új gyártási trendek jöttek létre a különböző ipari szegmensekben. Az új technológiák bevonása a gyártási folyamatokba más szemléletet követel meg a fiatal mérnököktől, ami elsősorban a hálózatba kötött eszközök és a biztonsági protokollok ismeretét helyezi előtérbe. Projektünkben egy olyan egyedi kivitelezésű félipari CNC került megtervezésre/megépítésre, amely hálózatba csatolt eszközként, Linux disztribúciós rendszeren keresztül programozható és felügyelhető az éppen aktuális munkamenet.

Kulcsszavak: CNC; Ipar 4.0; IoT; távvezérlés; Raspberry Pi; Linux; Timotei-Robotics

1. Bevezetés

Az egyre globalizálódó világunkban az információ áramlás és annak közlése egyre nagyobb hangsúlyt kap, aminek alappillérvé az Internet vált. Ennek felhasználásával képesek vagyunk komplett távvezérlési és távfelügyeleti rendszerek megtervezésére, kivitelezésére és üzemeltetésére.

Az üzembiztos technológiák alkalmazásával kiforrott, az ipar számára is használható távvezérlés és távfelügyeleti

rendszert dolgoztunk ki, a Debreceni Egyetem, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, Épületmechanikai Kutatóközpontjában [1].

1.1. Tervezési szempontok

Az Épületmechanikai Kutatóközpontban, számos fejlesztés folyik, ezért szükségessé vált egy saját fejlesztésű CNC gép tervezése, ami alkalmas méretezésének megfelelően kis elemszámban precíz alkatrészek készítésére. A tervezési szempontok között szerepelt, hogy a

rendszer alapját Linux disztribúció képezze, valamint hálózaton keresztül lehessen programozni és felügyelni az adott munka feladatot. Továbbá, hogy a megmunkáló szerszám gyors/egyszerű cseréje is lehetséges legyen. Így a CNC lézervágóként, 3D hibrid nyomtató és habvágóként is funkcionálhat a jövőben [2].

A tervezés egyik legfontosabb része a 3D modell készítése volt, melyhez a Google által fejlesztett SketchUp [3] program került felhasználásra. A 3D-s tervezés egyik előnye, hogy megvizsgálhatjuk, hogy a kiválasztott alkatrészek az adott összeállításban megfelelően illeszkednek-e, továbbá szimulációk által ellenőrizhető, hogy mozgás közben a különböző alkatrészek között jön-e létre ütközés.

1. ábra. SketchUp programban megtervezett 3D modell

2. CNC Felépítése

A CNC gép szánrendszereinek elemei a Descartes-féle derékszögű koordináta rendszer tengelyeivel párhuzamosan mozognak, így a meghajtását legkevesebb három motor végzi. A SketchUp-ba telepített plugin-ok segítségével elvégzett szimulációkat figyelembe véve a választás az orsós hajtásra esett, mivel nagy pontosságot tesz lehetővé, ugyanakkor kisebb forgatónyomatékú motor esetén is biztosítani lehet a marófej számára a

szükséges előtolási erőt, megfelelően választva meg az orsó menetemelkedését.

A felsorolt szempontok szerint, az elérhető alkatrészek paraméterei alapján a CNC marónak a következő fő paraméterei lettek meghatározva:

Munkaterület: X tengely: 440 mm, Y tengely: 390 mm, Z tengely: 100 mm.

A CNC munkaasztalának mérete rögzítő pontokat beleértve, 690 mm x 480 mm. A CNC gép által elfoglalt tér (motorvezérlő és tápegység nélkül): 820 mm x 670 mm x 640 mm.

Pontosság tekintetében célnak a 0,01mm-es lépésenkénti felbontás lett kitűzve, ami elegendő a legtöbb megmunkálási feladathoz. A menetorsók meghajtására hibrid léptetőmotorok kerültek beépítésre, amik bipolárisként vannak bekötve, mivel a vezérléséhez szükséges elektronika és logika egyetlen tokba, az A4988 nevű vezérlő integrált áramkörbe (továbbiakban Pololu) van integrálva. Ez tartalmazza az áramméréshez szükséges ellenállásokat, zavarsszűrő kondenzátorokat, valamint a motor tekercsein átfolyó áramot beállító potenciométert. Az áramkör egyik legnagyobb előnye az úgynevezett microstep lépésszétosztás funkció, amellyel a léptetőmotorok egészlépés szögeit bonthatjuk tovább. A microstep-nél megkülönböztetünk 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 lépésszögeket az áramkör beállításaitól függően. A Pololu esetében a maximálisan beállítható áram 2A, és 8-35V között változhat a motorok tápfeszültsége feladattól függően. A vezérlőlogika tápfeszültsége mindössze 3,3V [4]. A gép összeállítása során a kitűzött feladathoz méreteztük a menetorsók hajtását, így a meghajtó motorok terén az X és Y tengely meghajtásához két NEMA23 és a Z tengely esetén egy NEMA17 rögzítésű motor került felhasználásra.

3. ábra. NEMA17 léptetőmotor

A NEMA17 léptetőmotor paramétereit tekintve egy bipoláris hibrid léptetőmotor, aminek a méretei 42,3 x 42,3 x 47 mm, feszültsége 5V. A maximális áram fázisonként 1,2A, nyomatékát tekintve 0,25 Nm [4]. A NEMA23 léptető motor félipari alkalmazásoknál elterjedtebb. Ezen léptetőmotor jellemzően nagy nyomaték kifejtésére képes. A motor egy bipoláris hibrid léptetőmotor, aminek a méretei 57 x 57 x 53 mm és a maximális áram fázisonként 2A. A feszültség 2,8V a nyomatéka pedig 0,41 Nm [4].

3. Megépített áramkör

Az áramkör KiCAD-ben [5] került megtervezésre, aminek fő része az Arduino UNO panel, amelyik a Raspberry Pi [6] és a Pololu A4988 összekapcsolását végzi, illetve a léptetőmotor vezérlő modulokat és a galvanikus leválasztást végző 6 optocsatolót.

5. ábra. KiCAD - megtervezett áramkör

Az áramkörhöz továbbá bekötésre került biztonságtechnikai szempontokat figyelembe véve egy vészleállító gomb (E-Stop).

4. Tesztelés során meghatározott műszaki jellemzők

Mivel a CNC gép építése során a megmunkálási sebesség nem volt fő szempont, ezért a következő sebességek és gyorsulások lettek meghatározva az egyes tengelyekre, gyakorlati úton.

1. táblázat. Sebesség/gyorsulás

	Maximális sebesség [mm/s] ([mm/min])	Gyorsulás [mm/s ²]
X tengely	3,333 (199,98)	25
Y tengely	3,333 (199,98)	25
Z tengely	6,667 (400,02)	25

A CNC gép teszteléséhez használt szoftver a megadott adatokból idő-sebesség grafikonokat generált, a beállítások vizuálissá tétele érdekében. A grafikonok vízszintes tengelyén az időt, a függőlegesen pedig a pillanatnyi sebességet feltüntetve.

6. ábra. X; Y és Z tengely mozgás profilja

5. Távvezérlés és távfelügyelet

A CNC távvezérlése és távfelügyelete a VNC (Virtual Network Computing) szerver-kliens programkombinációval lett megvalósítva [7]. Jellemzően rendkívül kevés erőforrást igényel, így nem csak asztali számítógépeken és laptopokon, hanem Linux alapú tableteken, mobiltelefonokon is futtatható.

7. ábra. Hálózat topológia

Az egyik legfontosabb követelmény a program használata szempontjából, hogy az irányított és az irányítandó gépek között helyi hálózati kapcsolatnak kell kiépítve lennie, ami létrehozásra került a laborunkban. A VNC program esetünkben egy átlagos alsó kategóriás tekinthető okostelefonra került feltelepítésre. A Félipari CNC gépet vezérlő Raspberry Pi számítógépre a Raspbian [7] Linux Distribúció lett feltelepítve LXDE asztali környezettel, mivel ez a rendszer nagyobb hálózati védelmet nyújt. Erre a Linux-ra a VNC és a Grbl [7] G-kód interpretert telepítettük Terminal-on keresztül. A Grbl egy program, amely a megmunkálás menetét leíró G kódot küldi ki a Linux-Arduino számára. A VNC által a vezérléshez felhasznált Linux-Androidos eszköz segítségével hozzáférést nyertünk a CNC gépet vezérlő számítógép kezelőfelületéhez és ezzel együtt a Grbl vezérlőprogram GUI-hoz, amely segítségével előre meghatározott lépéshosszakon lehet mozgatni a CNC tengelyeit. A távfelügyelet a program

kezelőfelületének, a vezérlő számítógép állapotát, a CNC tengelyeinek állását és G-kód futtatása esetén a tervezett és végrehajtott útvonalról küld visszajelzést a felhasználó számára.

6. Következtetések

A prototípus alkatrészek elkészítésére kifejlesztett CNC megépítése, távvezérlése és távfelügyelete megvalósításra került, mely saját hálózaton történő kommunikációt tesz lehetővé Linux Distribúciók alkalmazásával, megfelelően ezzel az Ipar 4.0/IoT követelmények főbb aspektusainak. Pontosság szempontjából arra a következtetésre jutottunk, hogy távvezérlés esetén 0,3 és 0,8 másodperc közötti késés jelentkezett, 20,0 Mbit/s sebesség mellett. Azonban ez az üzemszerű működést nem befolyásolta. Következtetésképp elmondhatjuk, hogy a távvezérlés és távfelügyelet az Épületmechanikai Kutatóközpontban megbízhatóan és biztonságosan működik. A mobil eszköz biztosítja a távirányítást végző ember számára a mobilitást a készülék felügyelete és programozása mellett.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] G. Husi, P. T. Szemes, E. Dávid, T. I. Erdei: *Building Mechatronics Research Centre as energy aware Intelligent Space*. Industrial Electronics Society, IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE; 01/2013
- [2] T. I. Erdei, ZS. Molnár, G. Husi: *Selecting Equipment and Supplies for Self-Replicating 3D Printer*. Acta Technica Corviniensis. Bulletin of Engineering; Hunedoara9.1 (Jan-Mar 2016): 59-62.
- [3] <http://www.sketchup.com/download?sketchu> p=pro - 2017.01.14. 23:33
- [4] <http://www.nema17steppermotor.com/tags/reprap/> - 2017.01.15. 17:13
- [5] <http://kicad-pcb.org/> - 2017.01.15. 20:22
- [6] <http://makezine.com/2017/01/27/maker-pro-news-how-to-pitch-your-project-a-palm-sized-drone-and-more/> - 2017.01.15. 09:38
- [7] http://elinux.org/RPi_VNC_Server 2017.01.15. 20:47