

ROBOTOK ALKALMAZÁSA A HEGESZTÉSBN

ROBOTS APPLICATION FOR WELDING

Kafi Abdallah,¹ Kovács Tünde Anna,² Tóth László,³ Nyikes Zoltán⁴

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Magyarország, abdallah.kafi@phd.uni-obuda.hu

^{2,3,4} Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország,

² kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

³ toth.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

⁴ nyikes.zoltan@phd.uni-obuda.hu

Abstract

In this work, the authors give an overview of the advancement of industrial robots and show the mechanization of welding processes, step by step. As manual welding is a physically exhausting professional work, engineers have sought to improve work conditions since the industrial revolution. Unfortunately, even today, many procedures can only be performed manually. In the welding process, the highest level of mechanization is represented by the use of robotics. The entrance of Robots in the history of welding is recent, though their spread and development is rapid.

Keywords: *welding, robot, sensor, security, danger.*

Összefoglalás

Jelen munkában a szerzők az ipari robotok fejlődéséről nyújtanak áttekintést, valamint bemutatják a hegesztési folyamat gépesítésének lépéseit. Mivel a kézi hegesztés fizikailag igen megterhelő szakmunka, ezért a mérnökök az ipari forradalom óta igyekeznek ennek gépesítésével javítani a munkakörülményeken. Sajnos mind a mai napig vannak olyan feladatok, melyek csak kézi hegesztéssel oldhatók meg. A hegesztés folyamatában a gépesítés legfelsőbb szintjének tekinthető a robotok alkalmazása. A robotok a hegesztésben rövid múltra tekintenek vissza, de fejlődésük és terjedésük igen jelentős ütemben zajlik.

Kulcsszavak: *hegesztés, robot, szenzor, biztonság, veszély.*

1. Bevezetés

A robotok vagy pontosabban fogalmazva: az automata gépek igen nagy múltra tekintenek vissza. Már az ókori Görögország történelmi dokumentumaiból ismert Talos, az óriási, bronzból készült automata (1. ábra), amely Krétát és Európát védte a kalóztól és a betolakodóktól úgy, hogy naponta háromszor „járta” körbe a sziget partjait [1].

Az időszámításunk előtti időkből (i. e. 77–100) fennmaradt, a tengerből előkerült mechanikus számológép-maradványok is azt bizonyítják, hogy az ember már rég képes automatákat alkotni. Ilyenek voltak Ctesibus orgonái és vízórái (i. e. 270), valamint egyéb mechanikus szerkezetek,



1. ábra.

Talos, a görög óriás robot [1]



2. ábra. Leonardo Da Vinci mechanikus oroszlánja [2]

melyeket a mai robotikában is használnak. Heron, aki matematikus, fizikus és mérnök volt, mobil színházat alkotott. Heron és Philon könyveket is írt az automatákról és a robotika alapjairól.

Leonardo Da Vinci a reneszánsz korában igen sok mechanikus szerkezetet készített, jelentős alkotása a mechanikus oroszlán (2. ábra) [1].

A Blaise Pascal által készített fogaskerekes számológép már komoly előrelépést jelentett a mechanikus berendezések sorában. Ez a számológép hasznos segítség volt, Pascaline-nek nevezték, és kb. 50 darab készült belőle.

A 18. században épített mechanikus berendezések, amelyek már kezdetleges robotoknak tekinthetők, főként szórakoztató céllal készültek. Ilyenek voltak Pierre Jaquet-Droz svájci órásmester humanoid robotjai vagy a Jacques de Vaucanson által készített robotkacsa.

Az első ipari alkalmazásban is helytálló robotnak az Unimate robotot nevezik, melyet George Charles Devol alkotott meg 1954-ben. Majd néhány évvel később Devol és társa, Joseph F. Engelberger céget alapított, és megszületett az Unimation [3]. Ezt követően kezdett kialakulni a robotika tudománya.

2. A robotika alapjai

A robot megnevezés Karel Čapek csehszlovák írótól származik, ő alkotta a szót az angol Rossum's Universal Robots R.U.R. rövidítéséből (1921). Azóta a köz-, illetve a szaknyelv is átvette a megnevezést [4].

Ezt követően a robotika alaptörvényeit (1942) Isaac Asimov három alaptörvényben írta le:

1. A robot nem okozhat emberi sérülést, és nem is engedheti, hogy az ember megsérüljön.
2. A robotnak végre kell hajtania az ember utasításait, az első törvény betartásával.

3. A robotnak védenie kell önmagát, miközben nem szegheti meg az előző törvényeket.

Ezek a törvények a robotikatudomány alappillérei. A robotika a mérnöki tudományok azon interdiszciplináris területe, mely magában foglalja a gépészmérnöki, villamosmérnöki, számítástechnikai területeket, illetve ma már az informatikával is kibővül, mivel a robotoknak távolról programozhatóknak és ellenőrizhetőknak kell lenniük.

Az ipari robotok a gyártási folyamatokba rendszert alkotva épülnek be. Az ipari robotok automatikusan működnek, programozhatók, mozgásokban többtengelyűek.

Az ipari robotokkal új ergonómiai és biztonsági előírások is szükségessé váltak, hiszen a robottal együttműködő emberek a hagyományostól jelentősen eltérő munkakörülmények közé kerültek.

Az ipari robotok működése során ki kell alakítani az emberi munkaerő biztonságos munkavégzési környezetét. Emellett a robotot is védeni kell, hiszen ismertek az ipari forradalmak során történt géprombolási esetek, amikor az emberek, a munkájukat féltve, tönkretették a gépeket. A rongálás természetesen nem csak akaratlagosan történhet, hanem a robot működésének nem megfelelő ismerete vagy véletlen baleset is okozhatja. A robotot működtető operátor mindenképpen jól képzett szakember, sok esetben mérnök, aki átfogó ismeretekkel rendelkezik a robot működéséről, programozásáról és a betartandó biztonsági előírásokról.

3. A hegesztés gépesítése

A hegesztés igen nagy múltra visszatekintő kéztéchnológiai eljárás. Hosszú ideig csak kézi hegesztés létezett. A hegesztett kötés minősége a hegesztő képességeitől függően változott. A kézi hegesztés igen komoly fizikai megterhelést jelent a hegesztő számára, ezért nem tudja folyamatosan, pihenődök beiktatása nélkül végezni ezt a munkát. Az ipar azonban egyre nagyobb teljesítményt kíván, melyet automatizálással lehet megvalósítani.

A gépesítésnek különböző szintjei ismertek.

A gépesítés eszköztárából – alkalmazási jellemzői miatt – kitűnnek a manipulátorok, illetve a perifériákkal együttműködő, rugalmasan programozható ipari robotok (3. ábra). Alkalmazásukkal növekszik a termelékenység, csökken a gyártás ciklusideje, javul a minőség, a reprodukálhatóság, nő a termelési rendszer rugalmassága, csökkenthető a monoton és nehéz fizikai munka,

és az egészségre fokozottan ártalmas helyeken segítségükkel kiváltható az emberi tevékenység [5, 6].

A robothegesztés egy viszonylag új irány a robotos alkalmazások területén, az ipari robotokkal együtt fejlődött ki. 1962-ben a General Motors alkalmazott ellenállás-ponthegesztő robotokat az összeszerelő gyártósoron.

Az autógyártásban jelentős számú ponthegeztő robotot találunk, és számuk folyamatosan növekszik [7]. Az autóiipar alkalmazta leginkább a ponthegeztő robotokat, melyek a '80-as évektől kezdődően igen népszerűek lettek. A GM sikerét felismerve, a többi autógyár is alkalmazni kezdte a hegesztő robotokat. Hamarosan megtérült a beruházás, és ennek köszönhetően már más fémipari technológiáknál is alkalmazni kezdték a robotokat. Ezután igen gyors fejlődés következett. A szenzorok fejlődése pedig tovább növelte a robotok termelékenységét, és az alkalmazási lehetőségük köre is bővült.

A hegesztő robotok az első ponthegeztő robotok óta (1962) igen nagy fejlődésen mentek keresztül. A gyártók felismerték a robotalkalmazások előnyét és hasznát. Emellett a robotok nagy

választéka is megjelent, széles körben lefedve az ipar igényeit.

A továbbiakban a robothegesztés néhány fontos előnyét mutatjuk be.

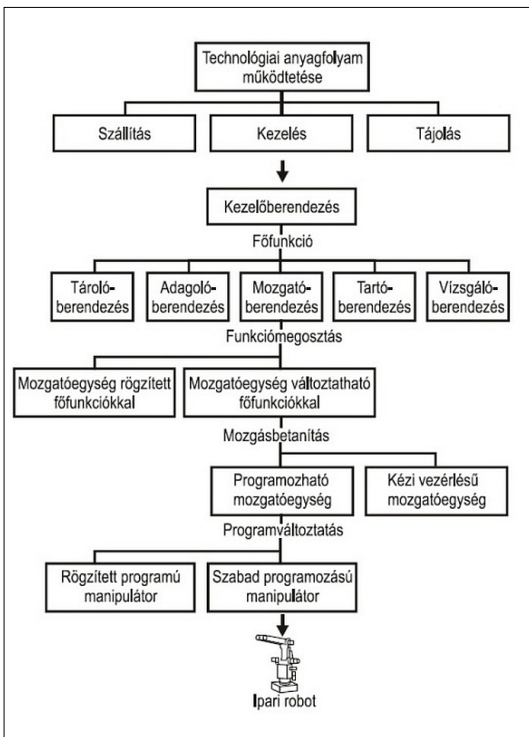
A minőség: a robotok kiváló minőségű, pontos hegesztéseket tudnak készíteni. Ezeket a hegesztéseket nagy pontossággal képesek ismételni.

A termelékenység: a robotok fáradhatatlanul dolgoznak a nap 24 órájában, azonos sebességgel és minőségben.

A kézi hegesztés számos kérdést vet föl ergonomiai szempontból, melyekre a megoldás a robothegesztés. A hegesztés során képződő toxikus gázok, az ergonomiailag nem megfelelő testtartás, valamint a hő, az ultraibolya sugárzás nem okozzák a robot károsodását. További előny pedig, hogy a robot alacsonyabb áron, ismételhetően és produktívan dolgozik.

4. Hegesztőrobot alkalmazása

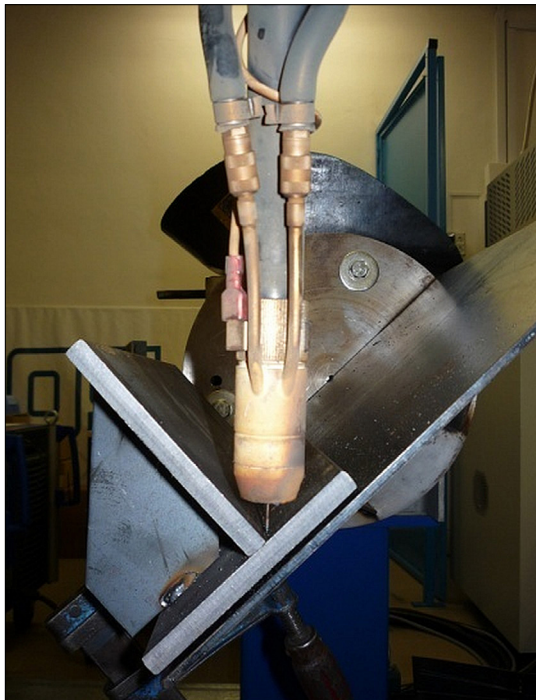
A Cloos International számos hegesztőberendezést, köztük áramforrásokat és robotokat is gyárt és fejleszt. Nagy teljesítményű eljárásokhoz a kézi hegesztéstől eltérő eljárásokat fejlesztettek ki.



3. ábra. Technológiák gépesítésének eszköztára [8]



4. ábra. Cloos hegesztő robot



5. ábra. Vályú helyzetű (PA) hegesztés [9]

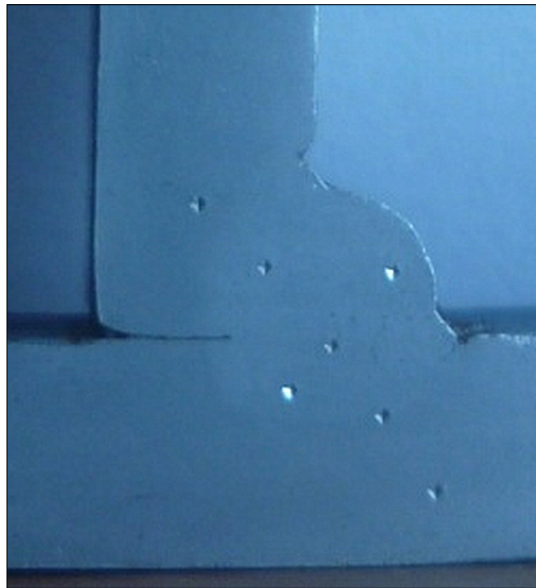
Emellett a különböző szenzorok segítik a hegesztő robotok munkáját.

A 4. ábrán bemutatott hegesztő robot 7 tengely körüli elmozdulást képes megvalósítani. A robot munkatere egy félgömbbel írható le, melynek minden pontját eléri. A hegesztési kísérleteink során azt ellenőriztük, hogy a robot minden pozícióban képes hegesztetni. A bemutatott és általunk alkalmazott robot digitális vezérlésű. A programozást a Cloos cég által fejlesztett programnyelven kell megvalósítani, mely során a koordináta-geometria ismerete mellett hegesztési ismeretek is szükségesek.

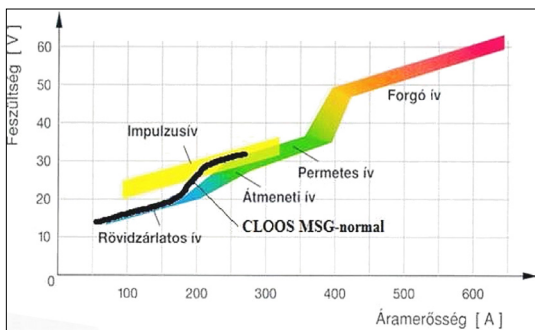
A hegesztést a robot huzalelektrodás ívhegesztési technológiával valósítja meg. A hegesztés során beállítható áramerősség jelentősen meghaladja a kézi áramforrások áramerősségét, és, a hegesztési sebességnek köszönhetően, a termelékenység is jelentősen meghaladja a kézi ívhegesztés lehetőségeit.

A hegesztés során elért eredményeink azt mutatták, hogy a vályúhelyzetben (5. ábra) elkészült varratok minősége előnyös. Ezért a hegesztés során célszerű a munkadarabokat ebben a pozícióban hegesztetni.

A hegesztés során a gázvédelem is nagyobb hatékonysággal érvényesül, mint más pozíciókban.



6. ábra. PA helyzetben végzett hegesztés eredménye [9]



7. ábra. Az alkalmazott robot szinergiagörbéje MSG normál üzemmódban [10, 11]

A 6. ábrán látható, hogy a PA helyzetben végzett hegesztés eredményes volt.

A paraméterek beállítása során szükséges volt ismerni az áramforrás ívkarakterisztikáját.

A szinergiagörbe alapján (7. ábra) meghatározható a hegesztési áramerősség. A hegesztési pozíció a külső tengely alkalmazásával vályú helyzetben (PA) megvalósítható. Az alkalmazott védőgáz a huzalelektrodás ívhegesztéshez a Linde ajánlása alapján M23. A kísérletben alkalmazott acél (S235JR) lemez 8 mm vastagságú volt.

5. Összefoglalás

Megállapítható, hogy a robottal végzett hegesztés, termelékenység ergonomiai szempontból is előnyös. A pozíció megválasztásánál igyekeznek

a munkadarabot PA helyzetbe mozgatni, melyhez külső tengelyek is alkalmazhatóak, hogy a varrat minősége megfelelő legyen. A varrat minőségének biztosítása érdekében szükséges a megfelelő áramerősséget a hegesztő áramforrás szinergiagörbéje szerint meghatározni.

Terveink között szerepel, hogy további kísérleteket végezzünk a robottal történő hegesztés korlátainak elemzéséhez.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Mayor A.: The World's First Robot: Talos Wonders & Marvels contributor,
<http://www.wondersandmarvels.com/2012/03/the-worlds-first-robot-talos.html>
- [2] Hernandez D.: *500 Years Later, da Vinci's Mechanical Lion Is Brought to Life. The automaton-reimagined from the inventor's mechanical sketches-is on display at the Italian Cultural Institute in Paris.*
<https://www.popularmechanics.com/technology/a29020685/leonardo-da-vinci-mechanical-lion-display/>
- [3] <https://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm>
- [4] The Evolution of Robotic Welding UK. 2017.
<https://www.robotics.org/blog-article.cfm/The-Evolution-of-Robotic-Welding/33> (letöltve: 2019. december 22.).
- [5] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I. Eljárások és gépesítés.* Műszaki Tudományos Füzetek 9., EME, Kolozsvár, 2010.
<https://doi.org/10.36242/mtf-09>
- [6] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika II. Berendezések és mérések.* Műszaki Tudományos Füzetek 10., EME, Kolozsvár, 2010.
<https://doi.org/10.36242/mtf-10>
- [7] Bitay E., Bagyinszki Gy.: *Robotok és a sajtoló hegesztések fejlesztései/Developments of industrial robots and pressure welding processes.* Műszaki Tudományos Közlemények 5., EME, Kolozsvár, 2016. 101–104.
<https://doi.org/10.33895/mtk-2016.05.16>
- [8] Bagyinszky Gy.: *A hegesztés robotosításának fogalmi háttere.* Hegesztés Technika folyóirat Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés, 19/1. (2008).
- [9] Szilágyi G., Kovács-C. T., Pinke P.: *Az összeállítási pontatlanság hatása a hegesztési paraméterek korrekciójára sarokvarratok esetén.* FMTÜ XVIII. Erdélyi Múzeum-Egyesület. Kolozsvár, 2013. 383–386.
- [10] Szilágyi G., Kovács-C. T., Pinke P.: *A hegesztés hatása az alapanyagra.* FMTÜ XVIII. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2014. 373–376.
- [11] Gyura L., Fehérvéri G., Balogh D.: *Szabályozott anyagátvitelű fogyóelektródás védőgázos hegesztések vizsgálata.* 25. Jubileumi Hegesztési Konferencia, Budapest, Óbudai Egyetem, 2010. 236–240.