

Robotok forradalma?

Az emberi tevékenységet utánozó szerkezetek a XVIII. században tűnnek fel. Például Bécsben őriznek egy 1753-ból származó gépet, amely írni és rajzolni képes. Két francia óras — testvérek egyébként — ugyanebben az időben több olyan figurát készített, melyek hangszereken játszottak. Egy honfitársuk óraszerkezetre járó kacsát szerkesztett; ez lebegtette a szárnyait, és felszedte a kukoricát a földről.

Manapság e gépek utódai — a robotok — talán egy újabb ipari forradalom beköszöntét jelzik. Az ipari és háztartási robotok az egész világon két, egymással párhuzamos úton fejlődnek, ipari szinten és barkácsolók műhelyeiben.

Az Egyesült Államokban szaklap is foglalkozik a robotokkal: az 1979-ben alapított, 12 ezres példányszámban megjelenő *Robotics Age* és az ugyancsak 1979 óta megjelenő, ötezres példányszámú *Robotics Today*. Az olvasókból alakult társaság első alkotása Adam és Andrea, a két, ember nagyságú robot volt, amelyeket rádióval felszerelt operátor ellenőrzött. Napi 500 dollár befizetése ellenében mindkét robot kibérelhető volt koktélparkokra vagy fogadásokra.

Donald Dixon amerikai szakember alkotása az Ahmed névre „hallgató” robot, amely a konstruktőr két gyermekére vigyáz — írja az *Il Solé — 24 ore* című olasz napilap. A robot — amelynek „lelke” egy mikroszámítógép — a gyermekszoba előtt van. Első része jobbról balra forog, így „kémléli” a környező teret. Ha a robot „látóterébe” valamilyen akadály kerül, megszólal, készítőjének hangjára emlékeztető hangon: „menjtek vissza az ágyba.” Ezt a szöveget maga Dixon programozta be. Ha nem teljesítik a parancsot, vagyis az akadály ott marad, a robot vízszelét ad le. Ahmednek mikrofonja is van, amely a hangok felismerésére szolgál. Például, ha Dixon üzenetet akar hagyni a feleségének, beprogramozza Ahmedet. Ha azután a robot a mikrofon segítségével felismeri az asszony hangját, átadja neki az üzenetet, másnak azonban nem.

A jövő mégis az ipari robotoké.

Az ipari robot

Ez módosíthatóan programozott szerkezet. Megkülönböztetünk adagoló robotokat (gépek, kemencék, berendezések stb. táplálása) és technológiai robotokat (pont-és ívhegesztés, csiszolás, festés stb.).

Az ipari robotok főként nagy sorozatú és a tömeggyártásban évek óta alkalmazott fogó és adagoló berendezések, minőségileg magasabb színvonalat képviselnek. Ott pótolják az embert, ahol gyakran változnak a termelés feltételei; számos nehéz, veszélyes (például hegesztés) vagy egészségtelen (például csiszolás, festékszórás) feladatot az ember helyett a gép végezhet. A robotok hibátlanul dolgoznak naponta huszonnégy órán át, s a munkásokat mentesítik az egyhangú, fázasztó szalgmunka terheitől. Vagy egy egyenes mentén, vagy körívben mozognak — esetleg más kényszerpályán. Kivitelezésük a mozgás és a munkafeladat megkövetelte mozgáskombinációktól függ. Állórészből, lineáris és forgóegységekből, programvezérlésű egységekből és hajtóműből állnak.

A legolcsóbb változatok (áruk 8000—20 000 dollár) sűrített levegővel működnek, súlyuk csekély, viszonylag erőtlenek. A hidraulikus meghajtású szerkezetek már nagyobb erőt képesek kifejezni, és ennek megfelelően drágábbak is. A legerősebb és leginkább energiatakarékos szerkezeteket elektromotor hajtja; az árcédulán legalább 80 ezer dollár szerepel, de nem ritkán a fenti összeg kétszeresébe is kerülhetnek. A karbantartási költségek ugyancsak a villamos meghajtású változatnál a legnagyobbak. Mindegyik meghajtási formához — a célnak megfelelően — négyfajta kar csatlakoztatható. Az emberi testrészt utánozó robotvégtag képes „könyökben” meghajolni, sarkokba, hasadékokba „beférni”, azonban nehezen ír-

nyitható, és nagyobb terhet nem tud megmozdítani. Az úgynevezett hengeres típusú kar talpazata körbe forgatható, míg az abból kinyúló kar felfelé és lefelé, valamint oldalirányban egyaránt képes mozogni. A következő modell annyiban különbözik ettől, hogy a talpazat nem forog: oldalirányú mozgásra van szerkesztve. A karral így a műveletvégzés magassága, szélessége és mélysége egyaránt beállítható. Az ilyen karral ellátott robotok nagy pontosságot kívánó munkafolyamatokra alkalmasak, de viszonylag lassúak. A negyedik változat: a poláris kar talpazata a hengeres modellhez hasonlóan forgatható, karja azonban egy tengelyen rögzített, és így ugyancsak kör alakú mozgásra képes. Például egy szerszámgép kiszolgálására villamos meghajtású és hengeres karú robot a legmegfelelőbb. Festszűrőrohoz sűrített levegővel működő, de az emberi testrészt imitáló végtaggal ellátott szerkezet a legalkalmasabb. Pontthegesztésre legelőszérűbb a poláris karú „munkatárs” alkalmazása. A meghajtások és a karok tetszés szerinti kombinációjával a robotok széles választéka állítható elő.

Ami a karokhoz kapcsolható vezérlőszerkezetet illeti, annak alapvetően két kategóriája ismert. Az egyszerűbb típus „vedd fel és tedd le” parancs elvégzésére képes. Ez a számítógép-memória nem határozza meg pontosan a munkavégző kar útját; itt ez még nem is fontos. A robottól egyszerűen azt várják gazdái, hogy a tárgyat egy bizonyos helyről elvegye, és azután másik, meghatározott helyre tegye le. Ezzel az „intelligenciahiánnyal” viszont már nem lehetne autót festeni. Ekkor már a számítógép a kar mozgását folyamatosan ellenőrzi. Mivel a gép nem „lát”, a kar helyzeteiből kapott információkat hasonlítja össze a memóriában tároltakkal, és eltérés esetén helyesbit.

Első, második, harmadik nemzedék

Jelenleg legtöbbnyire az ipari robotok első generációját alkalmazzák a termelésben. Ezek a robotok az alkatrészt meghatározott helyen fogják meg és rakják le. Elrendezetlen tárgyak fogására nem alkalmasak. Műszaki lehetőségeiknél fogva az ilyen robotok adagolást, szállítást, technológiai folyamatok kiszolgálását végezhetik. Elláthatnak egy vagy több gépet, szállítási feladatokkal kombinálva a forgácsoló és formázó géprendszerek kiszolgálói lehetnek, alkalmazhatók a felület-, a hőkezelő és kovácsoló berendezéseknél. Egyes ipari robotok 3–5 esztergát vagy marógépet is elláthatnak szerszámokkal és munkadarabokkal. Az adagolás meggyorsítása végett gyakran két karral vagy kettős fogóval vannak felszerelve.

Az ipari robotok második nemzedékét már tapintó és esetleg optikai érzékelőkkel is felszerelik. Ennélfogva képesek a rendezetlenül heverő munkadarabokat is megfogni. Az ipari robotoknak ez a generációja kifejlesztés alatt áll. Továbbfejlesztésük alapja a mikroelektronika (mikroszámítógépek és érzékelők). A második generációjú ipari robotok bonyolultabb gépeket szolgálnak ki, részegységeket és egyszerű gépeket szerelnek, több műszakban dolgoznak, és mindinkább az integrált gyártási szakaszokban alkalmazzák őket.

Az ipari robotoknak a kifejlesztés kezdetén álló harmadik nemzedékét a tapintó és optikai érzékelők mellett felszerelik zajérzékelőkkel is. Ennél a generációnál az érzékelőket össze lehet majd kapcsolni a numerikus vezérléssel.

A jövő azonban a maiaknál fejlettebb érzékszervekkel felszerelt robotoké. A robot ugyanis hiába „tud” bizonyos mértékben többet az embernél — érzékel infrasugárzást és ultrahangot —, bizonyos feladatokkal zavarba hozható. Lassan menne például egy csomagból a háromszög alakú tárgyak kiválogatása. A robotnak ugyanis a keresett tárgy alakjáról meg kell győződnie, és ezt csak aprólékos tapogatással teheti meg. Az ember itt egy pillanat alatt, „ránézésre” dönt. Bár a kutatások folynak, „szemet” egyelőre nem minden előállító vállalat tud robotjához csatolni, és ha csatol is, ez nem tökéletes. Más módon azonban néhány cégnek sikerült gépét okosabbá tenni. Például a General Electric hegesztő robotja elektromágneses hullámok segítségével keresi meg a varratokat. Egy másik módszer a hegesztőiven keresztüláramló elektromosságból kísérli meg a varratok „bemérését”.

A gyártóknak jó okuk van arra, hogy a robotok továbbfejlesztését szorgalmazzák. A megfelelő alkalmazott munkavégző szerkezet ugyanis — rendkívüli termelékenysége, megbízhatóságánál fogva — lehetővé teszi az előállítási költségek csökkentését. A robotokat foglalkoztatók így a világpiacon alacsonyabb árakkal jelenhetnek meg, növelhetik eladásait, piaci részesedésüket.

Az ipari robotok növekvő népszerűségét jól példázza az amerikai General Motors. Tíz évvel ezelőtt mindössze 50 robottal rendelkezett, ma 270-et „alkalmaz”, és 1990-re további 14 000 munkavégző szerkezetre van igénye.

Hány ipari robot dolgozik a világon?

Erre a kérdésre nehéz válaszolni, mert a rendelkezésre álló forrásmunkák adatai között nagy az eltérés. A robot ma még egy kicsit kuriózum szerte a világon. Egyesek véleménye szerint 20 000 dolgozik belőlük, mások ennek kétszeresére vagy éppenséggel háromszorosára becsülik számukat. Nemsokára azonban megszokott jelenség lehet a munkatárgy fölé hajló, szikrát szóró szerkezet. A „japán kihívás” a robotok alkalmazása terén is mutatkozik. Míg az Egyesült Államokban 3000—3500, Nyugat-Németországban 2000—2500 ipari robot dolgozik, a távol-keleti szigetország ma már 10 000 (más források szerint 20 000, 35 000, illetve 42 000) robotot foglalkoztat, tehát a jelenleg működők felét. Közülük 2500-at lehet „betanítani” az elvégzendő feladatra: a robot megjegyzi a gépen bemutatott mozdulatsort. Ötszáz alkalmas arra, hogy a számítógép által adott bonyolult parancsoknak eleget tegyen. További ötszáznak, a legfejlettebbeknek, olyan „szeme” és érzékelői vannak, amelyeknek segítségével el tudják dönteni, mit kell tenniük.

Az amerikai robotintézet, a Robot Institute of America (RIA) felmérése a világ 1978. évi robotforgalmát mintegy 40 millió dollárra becsülte. A japán statisztika szerint ugyanebben az évben egyedül Japánban 90 millió dollár értékben adtak el robotokat. Az eltérés oka: a RIA csak a programozható, sok feladatot végző, „intelligens” gépeket tekinti robotoknak, azokat, amelyek változó körülmények közepette is képesek munkadarabokat, szerszámokat, készülékeket kezelni vagy szállítani. A japánok viszont a robotgépek közé sorolják az embert helyettesítő és munkáját megkönnyítő egyszerűbb gépeket, az úgynevezett manipulátorokat is.

Ezekből gyártanak világszerte a legtöbbet, így aztán érthető, miért haladja meg több tízezer darabbal a Japánban működő robotok száma a világ többi részén együttvéve alkalmazott robotokét.

A japán vállalatok a hatvanas évek derekán kezdtek kísérletezni az ipari robotokkal, s néhány év alatt felismerték, hogy az általános célú robotok helyett a sajátos rendeltetésűeket (célgépeket) jobban lehet hasznosítani az iparban. A robotgyártó technológia jó részét eleinte külföldről szerezték be. Például a robotgyártásban úttörő Kawasaki Heavy Industries megvásárolta az amerikai Unimation cég Unimate nevű ponthegesztő robotját. Ma már első a japán robotgyártók között, saját tervezésű termékeit kínálja exportra. 1981-ben 600 robotot állított elő, 30 százalékkal többet, mint 1980-ban.

A japán adatok szerint 1970-ben Japánban 1700 robotot gyártottak, 1979-ben már 12 ezer darabot, 1982-re az előirányzat 32 ezer, azaz több, mint amennyit a világ más részein eddig összesen fölszereltek. A felhasználó iparágak között első helyen áll a gépkocsiipar. Itt alkalmazzák a robotok 35 százalékat, ezt követi a villamosgépgyártás 25 százalékkal, a műanyagfeldolgozás 8 százalékkal, a fémfeldolgozás 7 százalékkal, a vas- és acélipar 6 százalékkal, a gépgyártás 5 százalékkal. Az automatizálásra legtöbb áldozó japán vállalatok jelentős része ön-ellátó: a 130 robotgyártó közül 60 maga használja valamennyi gyártmányát. A Nissan például 1300 anyagmozgató robotot foglalkoztat, mindet saját műhelyében készítette el.

A Fujitsu Fanuk robot- és szerszámgépek vezérelte automatizált gyárat is üzemeltet már. A cég 1981 januárjában 38 millió dolláros beruházással üzembe helyezte *robotgyártó robotüzemét*, amelyben robotok és számjegyvezérlésű (NC) szerszámgépek segítségével állítanak elő számítógépesített robotokat. Az új üzemben száz munkás száz robotot állít elő havonta. A Fanuk gyárban huszonnégy óras a munkaidő, a robotok két műszakban dolgoznak, egy műszakban pedig a munkások: ők szerelik össze a robotok és a gépek gyártotta részegységeket. De talán csak 1985-ig. Ugyanis a Fanuk ekkor fogja piacra dobni az első robot-összeszerelő robotokat.

Bizonyosan eljön az idő, amikor a japán gyárakból eltűnnek a „kékgallérosok”, és helyüket az „acélgallérosok”, vagyis a robotok foglalják el — jósolja a *Japan Economic Journal* angol nyelvű japán gazdasági hetilap.

A robotgépek gyártását és telepítését — ez utóbbit különösen a közepes és kis vállalatoknál — a mindenható kereskedelmi és iparügyi minisztérium (MITI) aktívan támogatja. A robotgyártók állami segítséget, előnyös hiteleket, a felhasználók pedig adókedvezményeket kapnak.

Egy tanulmány szerint az Egyesült Államokban 1985-re a gépkocsiiparban a futószalag mellett dolgozók egyötöde lesz robot, az évtized végére pedig, állítja a Carnegie Mellon Egyetem prognózisa, a gyáripari munkahelyek 4—7 százalékát fogják robotok betölteni. Persze, azok a robotok, minden valószínűség szerint, már továbbfejlesztett változatai lesznek a jelenleg működőknek.

A nemzetközi autógyártás jövőkutatói szerint nincs messze az az idő, amikor a gépkocsipar mai Dávidjainak parittyái Góliátokat dönthetnek le. A gondolatot néhány éve még fantazmagóriának tartó amerikai mammutkonzernnek újabbban olyan, nemrégben még jelentéktelennek ítélt versenytársakra kénytelenek figyelni, amelyek a korábbi, már-már továbbfinomíthatatlannak tűnő gyártási módszereket felrúgva, új termelési rendszerekkel könnyen a nyomukba érhetnek.

Mint korunk nagy technológiai robbanásában sok minden, ez a folyamat is a mikroprocesszorok térnyerésével kezdődött. Míg a hatalmas, elsősorban amerikai autóbirodalmak a sorozatnagyságok bűvöletében szenderegtek, a lényegesen kisebb piacú japán gépkocsigyártók és néhány nyugat-európai gyár azt kezdte vizsgálni, hogyan lehetne optimális gazdaságossággal az egyes típusokból kisebb sorozatokat termelni. Az eddig egyedül üdvözítőnek tartott futószalag-termelés optimális sorozatnagyságára vonatkozó szabályai azonban látszólag egyöntetűen érvényesek voltak minden termelőre: ahhoz, hogy egy gépkocsigyár megfelelően kihasználhassa gyártókapacitását, s beruházásai is időben megtérüljenek, naponta 800—1100, azaz évente több mint 250 ezer darab egy sorozatba tartozó kocsit kell előállítani. Ugyanez még hatványozottabban érvényes a motorgyártásra: ebből, a szükséges hatékonyság érdekében, naponta legalább 2500 egységet kell termelni a hagyományos módon.

Az új mikroprocesszor agyú robotok megjelenése éppen a számok mögött rejlő örök igazságokat döntötte romba. Mert bár a robotok hagyományos fajtái valóban csupán egysíkú, ismétlődő folyamatok automatikus végzésére alkalmasak, az új robotnemzedék a manipulátortechnika továbbfejlesztésével és a mikroelektronika felhasználásával bonyolult feladatsor megoldására programozható.

Mit ígérnek tehát az okos robotok előállításai? Elsősorban eddig hihetetlennek tűnő mozgékonyt. Az új berendezések alkalmazásának ugyanis nem csupán az az előnye, hogy az eddignél lényegesen kisebb sorozat is gazdaságosan gyártható, hanem az is, hogy átszerszámozás nélkül, pusztán a gépeket irányító számítógépek átprogramozásával elindítható az új sorozat, vagy éppen több típus egyidejű gyártása ugyanazon a szalagon. Az meg valósággal megdöbögthetja a tőkés vállalkozók szívét, hogy a számítások szerint az ilyen jellegű gépésítéssel, háromműszakos termelést véve alapul, 70 százalékkal kevesebb munkáskézre van szükség!

Igaz, napjaink nagy cégei, a General Motors, a Ford és a Volkswagen mai értelemben vett korszerű gyártócsarnokaiból valósággal ontják gyártmányaikat, de egy szalagon csak egyféle típust tudnak előállítani. A viszonylag kisebb cégek, a Volvo, a BMW vagy a Mitsubishi azonban már most képesek a szupersorozatok gazdaságosságát jóval kisebb sorozatokkal is kiegyenlíteni. Az új robottechnika segítségével tudta a japán Toyota és a Nissan az Egyesült Államokban is megvetni a lábát. Rádásul mindkét vállalat ezt az automatizált gyártási technológiát kívánja alkalmazni tervezett egyesült államokbeli új üzemében, ahol kis létszámú munkásgárdával széles választékot tudnak majd kialakítani. A két japán konzern a legnagyobb amerikai cégek „oroszlánbarlangjában” 250 ezer gépkocsit kíván évente értékesíteni, s ez a negyedmillió gépkocsi — a helyi üzemek nagy gyártási mozgékonyt érdemén — hatféle típusból kerül majd ki.

Nyugat-Európa és Japán lépéselőnyre tett szert Amerikával szemben. De míg az amerikai beruházók vállalkozó kedvét fékezti a már kialakult termelési szerkezet, a munkahelyeket pedig megvédi a szakszervezetek, addig a nyugat-európai és japán vállalatok — s ez elsősorban a távol-keleti szigetország termelőire vonatkozik — még mindig új gyárat építenek, s ezeket már a legkorszerűbb technológiával szerelik fel. A nyugat-európaiak, még a tekintélyes Mercedes-Benz is, néhány kivételtől eltekintve, elsősorban részleges átállítással kísérleteznek: egyelőre azokat a munkákat igyekeznek robotokkal elvégeztetni, amelyekre nehézségük vagy veszélyességük miatt nehezen vagy egyáltalán nem kapnak munkáskézet. A japán gépkocsipar fellendülésének azonban szinte már nem is kell meglévő felépítéssel számolnia. Így csaknem az egész gyártási folyamatot robotizálhatják.

Az európai mintagyár a Fiaté: Robogate nevű gyártósora már az automata összeszerelés első generációját képviseli. A torinói üzemben egy futószalagon két különböző modell, a Ritmo és a 127-es készül. Az igazi nagy példakép azonban Japán második legnagyobb gépkocsigyára: a Nissan, amelynek zamai gyáregységében, Tokiótól mintegy 40 kilométerre, a Datsun Sunny és a Nissan Sylvia/Gazelle összesen 45 változatát gyártják. A zamai szalag elektronikus agyának

kapacitása azonban elbírná egy harmadik kocsitípus gyártását is. A gyár karosszéria-szerelő részlegében a gépkocsikon végzett háromezer hegesztés 96 százalékát robotok végzik. A gyár közlönye szerint a cég 6500 munkása naponta 1750 kocsi állít elő, vagyis egy esztendő alatt minden munkás 67 gépkocsi gyárt. Ha ezt összehasonlítjuk a nemzetközi átlagmezőnyből amúgy is kiemelkedő japán mutatóval, amely szerint egy japán autóiipari munkás 45 gépkocsi készit évente, jól érzékelhetjük a döntő különbséget.

Rugalmas géprendszerek

Új fogalommal ismerkednek a munka- és üzemszervezők: a rugalmas (flexibilis) géprendszerekkel. Az ő tevékenységüket is alapvetően megváltoztató berendezés-komplexumok kiagyalói és gyártói öt pontban szokták összefoglalni az ipari munkavégzés jellegét gyökeresen megváltoztató „gondolkodó üzemek” előnyeit.

— Csökkennek a bérköltségek. A munka nagy részét számítógép irányítja, s a megmunkálendő részegységeket nem kézi erővel, hanem robotokkal mozgatják, és — részben — munkálják meg, szerelik össze. Így jóval kevesebb gépkezelőre és rakodómunkásra van szükség.

— Folyamatos a termelés. Az automatizált, robotizált rendszerek még éjszaka és ünnepnapokon is üzemben tarthatók, amikor a munkások többsége nem tartózkodik a gyárban.

— Jobb a gépkihasználat. Ha a szerszámgepeket egyetlen gyártósorba integrálják, a munkaidő 80-85 százaléka produktív munkával tölthető ki. Összehasonlításképpen a hagyományos szerszámgepek esetében — még jó munkaszervezéssel is — akár a munkaidő fele is anyagmozgatásra megy el.

— Kisebbségi a raktárkészlet. Miután az ilyen rendszerek igen termelékenyek, és könnyebben át lehet állni az egyik termék gyártásáról a másikra — vagyis gyorsabb a termelés átfutási ideje —, a készletek minimumra csökkenthetők. A gépek anyagigényét a raktárhelyiségek helyett a gépsor mellett kialakított raktárakból lehet kiszolgálni.

— Könnyebbé válik a termék megtervezése. A rugalmas rendszerek minden nehézség nélkül átállíthatók egy másik típus gyártására, így a konstruktorok a termék megtervezésénél sokkal szélesebb gyártási lehetőségekkel számolhatnak.

Üzemgazdászok egészen mostanig megdönthetetlen alapelvnek tekintették, hogy egy termék gyártása nagyüzemi körülmények között csakis akkor gazdaságos, ha nagy sorozatban lehet előállítani, így térülnek meg előnyösen a ráfordított költségek. Az évszázados tétel most, úgy tűnik, alapjaiban omlik össze, mert a szerszámgyártás élvonalában haladó országok — mindenekelőtt Japán — a robot- és számítógéptechnika alkalmazásával olyan rugalmas gyártórendszerekkel kísérleteznek, amelyek révén a kis sorozatú gyártás is kifizetődővé válhat.

Napjaink első rugalmas gyártórendszerei tulajdonképpen számítógép-vezérléssel egymáshoz kapcsolt különféle feladatokat ellátó szerszámgépsorok, amelyeket automaták szolgálnak ki anyagokkal. A rendszer alapvető újdonsága abban rejlik, hogy a megmunkálendő munkadarabokat az egyes fázisok befejezése után, emberi kéz érintése nélkül a robotok továbbítják a következő géphez. A megfelelő sorrendben összefűzött, tetszőleges számú szerszámgép egyszerre a legkülönbözőbb és legbonyolultabb elemek gyártására alkalmas. Az egyszerű típusok még csupán egy adott részegységet, például egy személygépkocsi hengerblokkját képesek elkészíteni, igaz, egyféle formában, de különböző méretekben. A legújabb szuperflexibilis gyártórendszerek viszont — az autós példánál maradva — már a henger-től homlokegyenest eltérő jellegű főtengely megmunkálására is képesek, még hozzá úgy, hogy a két munkadarab elkészítése között a gépek emberi beavatkozás nélkül, a program által vezérelten „állítják át magukat”.

Bár az új automatizált gépsorok első példányai csak mostanában kerültek ki a japán szerszámgyártó cégek laboratóriumaiából, a robottechnikában úttörő szerepet játszó Fujitsu Fanuk már 1969-ben eladott a japán államvasutaknak egy olyan számítógépet, amely több szerszámgép vezérlésére alkalmas. Öt évvel később készítették el első robotosított anyagmozgató rendszerüket, de a teljesen automatizált termelést csak egy évvel ezelőtt indították be, amikor felavatták a fent említett, robotokkal és rugalmas szerszámgépekkel felszerelt, ugyancsak robotok gyártására épített üzemüket. Ma már a Fanukon kívül nem egy japán szerszámgyártó cég megmutatta, hogy mire képes a munkás nélküli üzem távlatával kecsegtető automatizálás terén. A Murata Kikai textil- és szerszámgyártó vállalat 1981 áprilisában helyezte üzembe a robot-trélekkel működő rendszerét, amelyben féltucat nagy szerszámgépet kapcsoltak össze. A kis automata teherszállító a program vezérelte központi utasítás szerint mozognak a szerszámgepek

között, szállítják a súlyos alkatrészeket az újabb gyártófázishoz, de gép számítja ki azt is, hogy az anyagoknak mikor kell elindulniuk a raktárakból és megérkezniük az egyes szerszámgépekhez. Ha a cég terveivel valóra válnak, a gyár hamarosan naponta húsz órát lesz üzemben, és 1500 bonyolult textilgép-alkatrészt fog előállítani, négyszer nagyobb mennyiségben, mint ahogyan a hagyományos gyártás esetében lehetséges volna. Ehhez hasonlóan a Yamazaki Engineering, egy másik nagy japán szerszámgyár 1981 őszén helyezte üzembe azt a gyáregységet, ahol 18 számítógép-vezérlésű szerszámgép hetvenféle részegységet készít. A nyilvánosságra hozott adatok szerint a gyártást naponta három műszakban végzik, mindössze egy ember felügyelete mellett. A japán programtervezők még arról is gondoskodtak, hogy a rendszer az elkoptt szerszámokat önmaga cserélje.

A rugalmas gyártórendszerek fejlesztésével természetesen nemcsak Japánban foglalkoznak. A londoni *Economist* című hetilap értesülései szerint a traktorairól, illetve földmunkagépeiről ismert amerikai John Deere és Caterpillar már üzembe állította a japánokéhoz hasonló rugalmas megmunkáló rendszert. Igaz, a lap szerint ezeket még nem tudják „japán hatékonysággal” kihasználni. Ennek ellenére az amerikaiak vezető szerszámgyártója, a Cincinnati Milacron főnökei egy nyilatkozatukban már felvették a kesztyűt. Mint mondták, a verseny eredményét a software (a számítógépet működtető programok neve), a program minősége és előállítójuk technológiája dönti majd el. A legtöbb japán software-t — a Cincinnati szakértői szerint — az egész géprendszerre egy darabban írják. Így — mondták — meglehetősen nehéz bővíteni a rendszert, noha a felhasználóknak később gyakran szükségük lehet egy újabb robot vagy szerszámgép beállítására. Az amerikai software viszont építőelemekből áll, és ha a felhasználó bővíteni akarja az automatizált gyártássort, csak egy újabb software-modult kell megvásárolnia. Az amerikaiak ezzel akarják megnyerni a versenyt.

Gazdasági aggodalmak

A robotok alkalmazásának nem csupán haszonélvezői vannak. A már idézett Carnegie Mellon Egyetem tanulmánya szerint az elkövetkező két-három évtizedben a robotok elterjedése nyomán akár több millió munkahely is fölöslegessé válhat. A hatás persze a szakmunkásoknál lesz kevésbé érezhető. Őket ugyanis a robotok alkalmazói betanítottként vagy felügyelőként jórészt továbbra is foglalkoztatni fogják. (Persze, valószínűleg nem az eredeti létszámokban.) A betanított és segédmunkások esetében — például az anyagmozgatásban — a gond sokkal nagyobb lehet, és tömegesen érinthet olyan középkorú dolgozókat, akik már új szakma elsajátítására, átképzésre képtelenek. A robotok beállítását valószínűleg azok is meg fogják érezni, akik a kapcsolódó munkafázisokat végzik.

Kétségtelen persze, hogy a robotok beállításával a nemzetgazdaság termelékenysége nő, a felszabadított erőforrások pedig más szociális jellegű juttatásra, például jobb egészségügyi ellátásra fordíthatók. A fölöslegessé váló munkaerő pedig átképezhető vagy elhelyezhető a szolgáltatási ágazatban. Vagyis voltaképpen szerkezetváltásról van szó, hasonlóan ahhoz, amely napjainkban a fejlett tőkés országok kohászatában vagy textiliparában lezajlik. Rövidlátás lenne a robotok munkába állítását ellenezni, hiszen ezzel az érintett iparágak jövőbeni versenyképességét veszélyeztetnék.

Talán a nem is olyan távoli jövőben a robotok világpiacán a gépkocsi-világkereskedelemhez hasonló versenyharc fog uralkodni. Például Japán 1990-re fél-milliárd dollár értékben kíván robotokat exportálni. Elképzelhető, hogy például japán robotok fogják Európában és az Egyesült Államokban a helyi fogyasztásra készülő japán gépkocsikat összeszerelni. A nagy cégek — nemzeti hovatartozástól függetlenül — előnyben lesznek. A robotok eladását szükségszerűen kísérő szervízhálózatot, alkatrésztartárt csak megfelelő anyagi háttérrel lehet fenntartani.

Az elmondottak megerősítenek abban a meggyőződésünkben, hogy foglalkoznunk kell az ipari robotokkal, fel kell készülnünk a jövő technikájának befogadására, fejlesztésére, terjesztésére. Az újságolvasók és televíziónézők ismerik a hazai robotgyártásban és -alkalmazásban eddig elért eredményeinket, mégis szükségesnek tartom röviden összefoglalni.

Mint általában minden országban, nálunk is elsősorban gépkocsigyáraink alkalmaznak robotokat, és pedig főként szállításra, adagolásra és ponthegyszítésre. Az állandóan növekvő igények kielégítésére a bukaresti Vulcan gépgyártó robotok gyártására szakosították. 1981 októberében Bukarestben szimpoziumon foglalkozott a munkavégző gépek terén elért eredményeinkkel és a további lépés kérdésével. A robotok hazai fejlesztésével intenzíven foglalkoznak a temesvári Aurel Vlaicu Mű-

egyetemen, Kovács Ferenc egyetemi tanárnak, a Gépészmérnöki Kar dékánjának vezetésével. A televízió magyar adása is bemutatta tevékenységüket.

Eddigi eredményeink alapján bízunk abban, hogy a további kutatások során egy-egy teljesen új, eredeti ötlet is „kifuthat“.

Papp József András

LÉLEKTAN

Én-kép és viselkedés

Az emberi magatartás közvetlen okai a pszichikum szférájában formálódnak, ahol végbemegy a biológiai örökség és a szociális hatások ötvöződése. A magatartás „lelki“ szabályozása sokszorosán összetett rugalmas rendszer, amelynek dinamikája az egyén és a környezet kölcsönhatásaiban nyilvánul meg, s amelyre az állandó változás és fejlődés jellemző.

A gyermekkor időszakában az egyéni állandóan erős késztetések jelentkeznek: új meg új igények, amelyek kielégítése új viselkedésformák megtanulását teszi szükségessé. E tanulási folyamat tágitja az egyén tájékozódási lehetőségeit, növeli a befogadható és feldolgozható információk mennyiségét és minőségét, ami viszont újabb, magasabb fokú igényeket hoz létre. A fiatal ember egyed fejlődése tehát az igény, a viselkedés és az orientáció hármas kölcsönhatásában valósul meg.

Ebben a folyamatban a gyermek nemcsak környezetéről szerez ismereteket, hanem önmagát is megismeri. Az én-ről szerzett ismeretek rendkívül fontosak: a viselkedés társadalmi szabályozásának döntő fordulatát, az én-tudat kialakulását eredményezik. Az önmagunkra, külső és belső tulajdonságainkra, viselkedésünkre vonatkozó tapasztalatok és az önértékelés különböző területeinek összefoglalására az *én-kép* fogalmát használjuk. Ez intim jellegű lelki szerveződés, amely magatartásunkban, kimondott és megtett dolgainkban nyilvánul meg.

Az én-képnek mint kognitív struktúrának a kialakulása tehát kisgyermekkorban kezdődik el, amikor az egyed már határozott különbséget tesz *én* és *nem-én* között. Ekkor jelentkezik a gyermek határozott kompetenciaigénye, vagyis megpróbálja tevékenyen és szándékosan irányítani környezetével való kapcsolatát, érvényt akar szerezni manipulációs törekvéseinek, amelyekre környezete (elsősorban a szülők, testvérek,

rokonok) különbözőképpen válaszol. E reakciókat a gyermek mint pozitív vagy negatív kompetenciakésztetéseket éli meg. Előbbi a gyermek környezetében élő személyek bátorító, megengedő magatartását jelenti, ez utóbbi a tiltó, elutasító nevelő viszonyulást. A szülői beállítódástól függően a gyermek kompetenciaigényéhez való viszonyulás egyik vagy másik formája egy családon belül aránylag állandó. A gyermek számára, aki még nem önálló lény, rendkívül fontos, hogy környezete milyennek látja őt, hogyan ítéli meg cselekedeteit. A pozitív kompetenciakésztetés — a saját cselekvési jog elismerése és támogatása következtében — a gyermek önbizalmának és önértékelésének erősödéséhez vezet; kialakul a belső ellenőrzésre irányultság, a felelősségérzet és -vállalás. A pozitív kompetenciakésztetés kedvezően hat az én-erők fejlődésére, a problémák és konfliktusok önálló megoldására ösztönöz. Ezzel szemben a negatív kompetenciakésztetés az önbizalom és önértékelés gyengüléséhez vezet; a gyermek elsősorban a környezet értékítéleteire figyel, külső ellenőrzést igényel. Biztonságos állapotnak a függőséget fogja érezni, s ez kedvezőtlenül hat értelmi és érzelmi fejlődésére.

A kontrollfunkciók gyermekkorai alakulása döntően meghatározza az én-kép alakulását is. A pozitív kompetenciakésztetések erős belső ellenőrzésre való irányultságot, s ezáltal pozitív én-képet alakítanak ki, a negatívak pedig negatív én-képet a külső kontroll- és függőség-igény következtében. Megjegyzendő azonban, hogy szélsőségesen pozitív, illetve negatív én-kép csak kivételes esetekben alakul ki, s ez így jó: mindkettő kritikátlansághoz vezet, megnehezíti az önelemzést és a társadalmi alkalmazkodást.

Az én-kép kialakulása után bizonyos viselkedési sémák állandósulnak az egyénben; ekkor a személyiség már nehezen befolyásolható. Azt mondhatjuk, hogy a nevelhetőség, a rugalmasság és az alkalmazkodóképesség szempontjából a legmegfelelőbb a negatív elemeket is

tartalmazó, döntően pozitív én-kép. De nem annyira a különböző jellegű elemek aránya, mint inkább az én-képen mint egységen belüli összes elemek dinamikus egyensúlya a fontos: ettől függ a különböző élethelyzetek megfelelő és biztonságos megoldása, a gyermek vagy a felnőtt eredményes alkalmazkodása. (Az elemek közötti egyensúly hiánya jellemzi például a mániákus-depressziós egyén ingatag én-képét, aki a mániákus szakaszban jó életvezetésű embernek tartja magát, a depressziós szakaszban viszont a világot kétségbeejtőnek, saját helyzetét reménytelennek látja.)

A gyermek képtelen környezetének értékeit megrostálni és értékelni, ezért a gyermekkori hatások döntően befolyásolják az én-kép szerveződését, s ez kihat a későbbi személyiségfejlődésre és viselkedésre. Kísérletileg bizonyítható, hogy az emberek általában pozitívan értékelik azokat a tulajdonságaikat, amelyeket már szülei is elismertek bennük, s az iskolai teljesítmény és az én-kép közötti összefüggés is igen hangsúlyos. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy az egyén én-képe ne alakulna, ne szerveződne felnőtt korában is. Az ekkor kiszélesedő, sokirányú emberi kapcsolatok a halmozódó információk és visszajelentések mind én-képünket formálóan hatnak ránk. Én-képünk terjedelmesebbé s összetettebbé válik. Új elemekkel gazdagítják az élet folyamán változó szerepekhez kapcsolódó viselkedésmódok. Mindegyikük fontossága meghatározott: az egyén megtanulja, hogy az egyes elemek vonatkozásában mire számíthat. Egy adott elemhez kapcsolódó viselkedésből előre tudja jelezni magának a siker vagy a kudarc valószínűségét. Tehát mindegyik elemnek meghatározott jutalomértéke van. Ezért az egyén, én-képének megfelelően, szakmájával, társadalmi helyzetével, érdeklődési körével összefüggésben kiválaszt egyes tevékenységi területeket, s ezeket ápolja, másokat elutasít. A több irányban tájékozódóknak összetettebb és terjedelmesebb én-képük van, mint a beszűkült érdeklődésű egyéneknek. Egyes modern személyiségvizsgálók valószínűnek tartják, hogy az öntudatos és belülről irányított embernek világosabb és tagoltabb az én-képe, mint a kívülről irányítottak. (Bár az előbbi nem feltétlenül pontosabb, mint az utóbbi — érte pontosságon az én-kép és az egyén valódi élethelyzete közötti megfelelés mértékét, ami az ember önmagával szemben tanúsított ösztinteségéből adódik.)

Gyakran előfordul, hogy az élet bizonyos szakaszaiban eltolódás áll be az én-kép és a valóság helyzet között. Nem egy fejlett serdülő viselkedik fel-

nőttként, miközben önmagáról még gyermekként gondolkodik. A középkorú egyének is gyakran hordozzák magukban húszéves én-képüket.

A következetességgel, megfeleléssel és pontossággal összefügg az én-kép egy másik tulajdonsága: a hajlékonyság, vagyis az egyének az a képessége, hogy a különböző szerepekkel összhangban egyik megfelelő én-képet egy másik — ugyancsak megfelelő — én-képre tudja felcserélni. Például a vezető beosztású kádernek képesnek kell lennie arra, hogy amikor hazaérkezik, az apa és a férj én-képét öltse magára, s aszerint viselkedjék. Az otthoni „rutinból” a különböző társadalmi körökbe kilépő egyének bizonyos mértékben másnak kell látnia magát, mint lakása falai között, hogy eleget tehessen az idegen helyzetek követelményeinek.

Az egyén viselkedési sémái saját megismerő struktúráira, azaz véleményre alakult megismerési eredményeire alapozódnak. Ezért az egyén igyekszik megőrizni kialakult kognitív struktúráinak állandóságát: ez alapvető feltétele a személyiség és a viselkedés homeosztázisának. A stabilitás megőrzésére való törekvés határozottan tapasztalható az én-kép esetében is. Minden ember viszonylag állandónak és szilárdnak szeretné érezni az önmagáról kialakított képet, ezért elsősorban azokra a környezeti információkra figyel, amelyek egybevágóan kialakított én-képével, az ellentmondó visszajelentéseket pedig vagy nem veszi észre, vagy torzítottan fogja fel.

Furcsa, de a negatív én-kép is őrzi saját stabilitását: az egyén ez esetben is ragaszkodik begyakorolt viselkedésművelethez, számára is fontos a biztonságos tájékozódás. (Ezzel magyarázható a pszichózisos betegek kettős magatartása a pszichoterápiával szemben: gyógyulni szeretnének, de ugyanakkor „őrzi” is pszichózisukat.) A negatív önértékelésű ember nem — vagy legalábbis nehezen — fogadja el a személyére vonatkozó kedvező véleményeket, s gyakran viselkedik úgy, hogy másokból el-lenszenvet váltson ki.

Mind döntően pozitív, mind negatív én-kép esetében az egyén határozottan igényli a saját én-képe és a mások róla alkotott képe közötti összhangot. Azokat a személyeket tekintti értékesebbeknek, s azokkal érintkezik szívesen, akiknek véleménye egybevág én-képével. (Ez a szelektáló mechanizmus többnyire rejtetten működik.) Az én-kép állandóságának megőrzése mellett van tehát az emberben egy másik törekvés, nevezetesen az, hogy én-képe „találjon” a környezet véleményével. A környezet

értékítéleteinek hatására képesek vagyunk módosítani én-képünk egyik-másik elemét. Amint fentebb már szóba került, bizonyos változásokat életünk változó szerepei kívánnak meg. Különösen fontosak e tekintetben az egyén életében lényeges fordulópontot jelentő események (tanulmányok befejezése, házasságkötés, munkakörváltoztatás, nyugdíjba vonulás stb.).

Az egyénben munkáló stabilizáló és változtató törekvések dinamikája szempontjából érdemes megvizsgálnunk az én-kép (észlelt én) és az én-ideál (óhajtott én) viszonyát, ami lényegében az önmagunkkal való elégedettség vagy elégedetlenség mértékét fejezi ki. Szinte minden ember „jobb” szeretne lenni, mint amilyen; ezért az óhajtott én minőségileg felülmúlja az észleltet. A két közötti eltérés mértékét és az abból adódó jellegzetességeket több kutató tanulmányozta. Megállapításaik egy része ellentmondó — de helytálló, általános érvényű, a személyiségkutatásban szilárd támpontként felhasználható következtetések is vannak. Kimutatták például, hogy összefüggés van az egyén önmagával való elégedettsége és a beilleszkedés között, ez az összefüggés azonban nem egyszerű és nem lineáris. Sok ember tudja, hogy nem olyan, amilyen lenni szeretne, de azért tevékeny, alkotó életet él. Mások e felismerés következtében állandó válságban élnek, beilleszkedési nehézségeik vannak, szorongással küzdenek. Az észlelt és az óhajtott én közötti nagyfokú eltérés gyakran magas teljesítménymotivációval párosul, ösztönzőleg hat az egyénre.

A túlzott elégedettségnek, én-kép és én-ideál bizonyos fokú egybeesésének is megvannak a maga hátrányai. Az önmagukkal elégedett személyek kerülnek a közvetlenséget, de egyúttal népszerűket is szeretnének lenni. Block és Thomas

szerint: „a társadalmi alkalmazkodást a meghitt személyközi jóviszony fölé helyezik.” A két kutató szerint azoknak a középhelyzetűeknek az önészlelése egészséges, akiknek „magatartása észszerű, önértékelésüket megfelelőnek találják. Többet szeretnének birtokolni abból, amit sokra becsülnék, és kevesebbet abból, ami kényelmetlen számukra. Elfogadják az érzelmek ambivalenciáját, és jól érzik magukat a többiekkel fenntartott kapcsolataikban. Bizonyos, hogy nekik is megvannak a saját problémáik, de a problémák láttán nem esnek kétségbe, s nem tagadják le őket.”

A személyiségtesztek azt is kimutatták, hogy az észlelt én és az óhajtott én közötti megfelelés mértéke nincs összefüggésben sem az életkorral, sem az értelmi szinttel.

Mind az én-kép, mind az én-ideál szubjektív kategóriák. Feltevődik a kérdés: megismerhető-e a „valódi” én? Az eddigi kutatások és eredmények szerint nagyon nehezen. A szubjektív én-kép és a „valódi” én összehasonlításához olyan csoportokat tesztelnek, amelyek tagjai nagyon jól ismerik egymást. Az egyén önmagára vonatkozó kijelentéseit összehasonlítják azokkal, amelyeket társai tesznek róla.

Az én megismerése, a „bent” és a „kint” összhangjának megteremtése tehát egyáltalán nem könnyű és nem egyszerű feladat sem az egyén, sem környezete számára. Jelenlegi ismereteink szintjén azt kell mondanunk, hogy e tekintetben legtöbbet maga az egyén tehet, ha tudatosan és tárgyilagosan figyel magára. Talán sikerül megközelítenie igazi énjét, felfednie értékeit és tényleges hibáit. És nem árt azokra a nagyokra is figyelni, akik a világ, a természet, az ember megismeréséért vívott küzdelmükben önismeretükért is megküzdöttek.

Németh János

