

Készítette:
Mikó Mihály

LÉZERTECHNIKA ÉS ROBOTTECHNIKA

Bevezetés

A lézer szó az angol LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - fényerősítés kényszerített fénykibocsátás útján) betűszóból származik. A szó egy eszközcsalád működési elvét jelenti. Tapasztalataink szerint a fénynyalábok valamilyen közegen keresztülhaladva általában gyengülnek. 1917-ben azonban Einstein elméleti megfontolások alapján megjósolta, hogy létezik egy jelenség, a kényszerített emisszió, amely lehetővé teszi fénynyalábok erősítését is (1. sz. ábra)

Helyezzünk el képzeletben egy kétszeres erősítési tényezővel rendelkező optikai erősítőt egy négy tükörből álló ún. rezonátorba. Tételezzük fel, hogy valahonnan egy egységnyi intenzitású fénynyaláb esik az erősítő bemenetére. Az erősítőn való áthaladás során a nyaláb intenzitása két egységnyire nő. A félig áteresztő tükrön keresztül egy egységnyi intenzitású nyaláb kiszivárog a rezonátorból, míg a nyaláb másik része a három tükrőről visszaverődve ismét az erősítő bemenetére jut. Így az egész folyamat újra kezdődhet és folytatódhat, aminek eredményeképpen a rezonátorból folytonosan egy fénynyaláb - a lézernyaláb - lép ki (2. sz. ábra)

A kényszerített emisszió során keletkező erősödő fénynek négy alaptulajdonsága van: terjedési iránya, hullámhossza, rezgési fázisa és rezgési síkja azonos az erősítőbe belépő nyalábéval. Az eredmény egy tökéletesen rendezett nyaláb, amelyet koherens nyalábnak is szoktak nevezni. A koherens nyaláb széttartása rendkívül kicsi - például egy megfelelő optikával a Földtől 380 ezer km-re lévő Holdra juttatott lézernyaláb átmérője mindössze 50 m lesz. A koherens nyaláb másik kedvező tulajdonsága, hogy a lézer energiája egy megfelelő lencsével nagyon kis foltra (kb. egy tízmilliomod mm^2 -re) fókuszálható le.

Lézer a mindennapokban

1. Cd-lemezjátszó

A CD-lemez a digitalizált zenei információt spirálvonal mentén elhelyezkedő gödröcskék formájában tárolja. Az információt a gödröcskék hossza hordozza. A CD-lemezen lévő információ olvasása úgy történik, hogy egy lézerdióda fényét egy megfelelő lencserendszer a forgó CD felületére fókuszálja. A lemezről visszaverődő fény a nyalábosztóról a fénydetektorra jut. A detektorra eső fény intenzitása minden olyan pillanatban hirtelen leesik, amikor a gödröcskék pereme áthalad a fókuszponton. Ily módon a gödröcskék hossza, azaz a digitalizált zenei információ kiolvasható, dekódolható és muzsikává alakítható.

2. Vonalkód-leolvasó

Az áruházi vonalkód-leolvasóban lévő lézerdióda fényét egy rezgő tükör egy vonal mentén végigpásztázza a vonalkódon. A csíkrendszerről visszaverődő lézerfény intenzitásának időbeli változását a leolvasóban lévő fénydetektor regisztrálja. Ebből az elektromos jelből a vonalkód-leolvasóhoz kapcsolt számítógép felismeri a vonalkód struktúráját, és azonosítja az árut, vagyis megkülönbözteti egymástól például a salátát vagy a kutyaeledelt.

3. Lézeres sebességmérő

A lézeres gépjármű sebességmérőben lévő lézerdióda rövid fényimpulzusokat bocsát ki. A gépjárműről visszaverődő fényimpulzust a készülékben lévő fénydetektor észleli, és egyúttal megméri a visszaverődött impulzus késését a kibocsátáshoz képest. Ismerve a fény terjedési sebességét, a gépjármű távolsága és annak időbeli változása (azaz a jármű sebessége) kiszámítható.

4. Lézernyomtató

A fényérzékeny hengernek az a tulajdonsága, hogy a megvilágítás helyén elektrosztatikus töltések keletkeznek, vagyis a dióda segítségével rajzolt kép elektrosztatikus képpé alakul át. Ezek után a forgó hengerre finom festékpórá kerül, amely az elektrosztatikusan töltött helyekre feltapad. A forgó henger ezek után a feltapadt festékpórá-képet rásajtolja és ráégeti a papírra, amelyen ily módon megjelenik a nyomtatandó kép.

A lézer különleges alkalmazásai

1. Gyorsfényképezés

A 3. ábra olyan felvételeket mutat, amelyeket egy 1 mikroszekundum ideig felvillanó vakuval készítettek. Az ábrán látható puskaövedék vagy tejcsepp 1 mikroszekundum alatt gyakorlatilag nem mozdul el, így az alma szétrobbanásának vagy a csepp képződésének folyamata jól nyomon követhető. A legrövidebb lézerfelvillanások időtartama a 10 femtoszekundumos tartományban van, amely százmilliószor rövidebb, mint az egy mikroszekundum. Az ilyen rövid impulzusokkal százmilliószor gyorsabb folyamatok (pl. kémiai reakciók, molekulák keletkezése, elektronikus eszközök működése) is lefényképezhetők úgy, hogy a folyamat fázisait ki lehet merevíteni egymás után következő állóképekként.

2. Permanens szőrtelenítés

Ha a bőrt megfelelő impulzusidejű, energiájú és hullámhosszú lézerimpulzussal megvilágítjuk, az erős fényelnyeléssel rendelkező szőrtüszők hőmérséklete hirtelen megemelkedik, ennek hatására a szőrtüsző elhal és idővel kihullik. A szépségipar nagy üzlet, a lézeres epilátorok gyártói közül sokan meggazdagodtak (4. ábra).

3. Tetoválás lézeres eltávolítása

Szerelmes kamaszok gyakran elkövetik azt a hibát, hogy testükre pillanatnyi kedvesük nevét tetoválják, nem tudván azt, hogy a tetoválás tartósabb, mint a szerelem. Az ilyen, aktualitásukat veszítő feliratok súlyosan terhelik az újabb kapcsolatok kibontakozását. A mindentudó lézertechnika ebben az esetben is segíthet. A tetoválás festékanyaga ugyanis jól elnyeli az ún. rubin és neodimium lézerek sugárzását, melynek hatására a festék kémiaiilag szétbomlik, színét veszti majd felszívódik. A lézer mintegy kiradírozza a tetoválást, amint ez az 5. ábrán látható kékszemű, mosolygós kardfogú tigrissel is történt.

Lehetséges jövő

1. Szuperlátás

Az emberi szem a törzsfajlódás egyik csúcsteljesítménye. Elképesztően tökéletes érzékszerv. Ám az evolúció - iskolába nem járván - nem tanult modern fizikát, és ezért elkövetett néhány apró hibát az emberi szem kialakításában. Így azután a szemfenéken létrejövő kép minősége nem éri el az alapvető optikai jelenségek (diffrakció) által szabott legjobb felbontó képességet

Megbízható adatok vannak arra, hogy a látóideg-hártya illetve az emberi agy struktúrája elvileg akár több mint hatszor több vizuális információ feldolgozására is képes. A 6. ábra, illetve ennek a baloldalon lévő felnagyított része azt illusztrálja, hogy milyenek látja az egészséges szemű, jól látó ember a tőle 30 méterre lévő személyeket. A jobb oldali kép azt szemlélteti, milyenek látná az ember a képet, ha superlátással rendelkezne.

Az ilyen, ún. superlátás eléréséhez az alábbi műszaki feladatokat kell megoldani:

1. Minden eddiginél pontosabb eszközt kell kifejleszteni a szem leképzési hibáinak pontos feltérképezésére. 2. A hibák ismeretében ki kell számítani, hogy a szaruhártya-felület topográfiáján hol milyen változtatásokat kell végrehajtani a leképzési hibák teljes korrigálására. 3. Tovább kell tökéletesíteni a beavatkozást végző lézerrendszer műszaki fejlesztését, hogy a kívánt topográfiai változtatást lézertechnikán alapuló műtéti úton végre lehessen hajtani.

A szakértők véleménye szerint az így korrigált szemmel akár 5 méter távolságból is lehetne újságot olvasni. A superlátás elérésére (eltekintve néhány foglalkozástól - pl. pilóták, sportolók) tömeges klinikai igény valószínűleg nem lesz, de a kifejlesztés alatt lévő technológia várhatóan alkalmas lesz a bonyolult, irreguláris leképezési hibában szenvedő gyengénlátók látásának elfogadhatóvá tételére. Erre viszont komoly igény van. A superlátás megvalósításának útjában egyelőre nagyon sok és nagyon komplikált műszaki, technikai és orvosi probléma áll.

2. GPS (Global Positioning System) - globális helymeghatározó rendszer

A Föld körül 20 ezer km magasságban 24 mesterséges hold kering. Pályájuk olyan, hogy a Föld bármely pontjáról, bármenny pillanatban legalább 4 műhold állandóan látható. A műholdak pontos űrbeli helyzetét egy földi megfigyelő rendszer állandóan számon tartja. Mindegyik műholdon egy-egy atomóra van, amelyek pontossága 0,1 ns-nál jobb. (A 0,1 ns

olyan rövid idő, amely alatt a fény levegőben mindössze 3 cm utat fut be. Összehasonlításképpen: a fény egy másodperc alatt hét és félszer kerüli meg a Földet.) Az atomórák rádiójelek formájában folyamatosan sugározzák, hogy az ő atomórájuk szerint mennyi a pontos idő.

A GPS vevőegységében egy rádióvevő és egy nagyon pontos óra van. A vevőegység fogja a műholdakról származó pontos időjelzéseket, és összehasonlítja saját belső órájának idejével. A rádióhullámok terjedéséhez idő szükséges, ezért a két idő között különbség van. Ha például a vevőegység azt tapasztalja, hogy az egyik műholdról származó órajel egy tizenötöd másodpercet késik a saját belső órájához képest, akkor ebből azt a következtetést vonja le, hogy az adott műhold éppen húszezer km-re van tőle. (A rádióhullámok terjedési sebessége háromszázezer km másodpercenként.) A GPS vevőegysége az előbb vázolt módon megméri három ismert helyzetű műholdtól való távolságát. Ezekből az adatokból a térgeometria jól ismert szabályai alapján kiszámítja a vevőegység térbeli pozícióját, vagyis a földrajzi szélességi és hosszúsági fokot és a tengerszint feletti magasságot. (Emlékezzünk arra, hogy egy síkbeli pont helyzetét két ismert síkbeli ponttól való távolságból meg lehet határozni. Térbeli esetben három távolság ismerete szükséges.) A valóságban a GPS vevőegység négy műhold távolságát méri meg, mert ebben az esetben a vevőegységben található óra pontosságával szemben támasztott követelmény jelentősen csökken. (A GPS vevőegységében ezért szerencsére nem kell egy atomórát cipelni. Helyette a vevőegység egy kvarcórát használ, amelynek pontosságát egy központi atomóra rádióadón keresztül rendszeresen ellenőzi és szükség esetén korrigálja.)

A GPS rendszereket kiterjedten használják a repülésirányításban, a hajózásban, a gépjárművek helyzet-meghatározásában, a mezőgazdaságban, az erdészetben, a térképészetben a robotok irányításában. De az elsőbbség e téren is a katonai alkalmazásokat illeti. Amióta világ a világ, a katonák érdekérvényesítő képessége mindig jobb volt, mint bármely más érdekcsoporté.

A GPS rendszerek pontossága elérheti az 1 cm-t is. A polgári célokat szolgáló GPS berendezések pontosságát mesterségesen lerontják kb. 20 méterre, hogy terrorista-akciók végrehajtására ne lehessen felhasználni őket.

A jövő: Képzeljük csak el, hogy minden autó helyzetét 1cm pontossággal meg lehet állapítani a GPS rendszer segítségével. Így az utak ismeretében minden autó tudhatná a saját, illetve más autók helyzetét az úton. Ezek alapján csak a koordinátákat kellene megadnunk, hogy hova szeretnénk menni, és az autónk magától, a többi autóval való összeütközés nélkül odatalálna.

Ezek az alkalmazási területek még jó pár évvel odébb vannak, de érdekes jövőképet mutatnak.

ROBOTTECHNIKA

Az emberi agynak köszönhetően a robotok nem a XXI. század találmányai, de csúcstechnológia ebben az irányban igazán csak most mutatkozik meg. Egyre nagyobb a törekvés arra, hogy szórakoztató, illetve az embereket helyettesítő robotokat hozzanak létre. Ezek közül néhányat szeretnék bemutatni.

Következőgenerációs emberszabásúak

Pal és Chum - Haver és Pajtás - nemrég mutatkoztak be egy tokiói sajtókonferencián. A Sonyval és a Hondával versengő Hitachi első humanoidjai nem lábon járnak, hanem kerekeken gördülnek. Ők a világ leggyorsabb robotjai: egy óra alatt akár hat kilométert is megtesznek (7. és 8. ábra).

"Olyan robotokat szándékoztunk készíteni, melyek képesek az emberrel együtt élni" - nyilatkozta a cég Gépgyártási Kutatólaboratóriumának projektjét irányító Toshihiko Horiuchi. A fejlesztéseket egy éve kezdték. Azt akarták, hogy hasznosak legyenek a robotok. A felhasználókat frusztrálná, ha lassabban mozognának, mint ők. Így viszont nem kell állandóan várnia a lemaradó gépet, nem kell idegeskedni miatta. Ezért - nem törődve a trendekkel, a népszerű lábak helyett - döntöttek a kerekek mellett. A háztartásokban viszont lépcsők is vannak, amiket láb nélkül ugyancsak bajos lesz megmászniuk. Márpedig az együttéléshez az ilyen irányú adottságok elsajátítására szintén szükségük lesz. A jövő fejlesztőire vár az a feladat, hogy a kerekeken guruló robotot lépcsőmászásra is alkalmassá tegyék.

A hangot bárhonnán érzékelik, és mihelyst érzékelték, az adott irányba fordulnak, hogy megkezdhessék a felismerési folyamatot. Az 1,3 méter magas, hetvenkilónyi robotok jelenleg száz szóból álló, tervezőik szerint jócskán bővítendő szókészlettel rendelkeznek. Egyéb képességeket szintén el kell még sajátítaniuk ahhoz, hogy a prognosztizált öt-hat év múlva valóban hasznukat vegyük otthonainkban, hivatalokban és gyárakban, és ne csak csodáljuk őket.

Négy kézzel pörget, haladó játékosként csocsózik

KiRo teljesen autonóm, asztali focit játszó robot. Az elnevezés a német Kicker-Roboter ("asztali focit játszó robot") első szótagjainak összevonása. A pályát kamera segítségével látja, a karokat az aktuális helyzetnek megfelelően mozgatja. Még nem nyerne csocsó-világbajnokságot, ám a kezdők sem verik meg.

A freiburgi Albert-Ludwigs Egyetem Számítástudományi Intézetében, Thilo Weigel és Bernhard Nebel által fejlesztett KiRót már sokszor tesztelték emberekkel szemben. Száztizenkét meccsből hetvenhatot nyert meg. Eddigi ellenfeleit négy kategóriába osztják: kezdők, amatőrök, haladók, profik.

A lejátszott mérkőzések és győzelmeik kategóriánkénti eloszlása: 17-0, 56-11, 3-11, 0-4. Mindez azt jelenti, hogy az amatőröknél jobb, a haladóknál viszont gyengébb, kezdőknek pedig ugyanúgy nincs esélyük ellene, mint ahogy neki sincs a profikkal szemben. Elmondható azonban, hogy valamennyi játékos jól érezte magát KiRo társaságában (9. ábra).

KiRo a RoboCup torna körül kialakult fejlesztői közösségek egyik legmerészebb - ma még álmodozásnak tűnő - elképzeléséhez, a 2050-es futball-világbajnok robotcsapat általi legyőzéséhez kapcsolódik. 2050 Ronaldóit, Zidane-jait valószínűleg még nem verik meg a gépek, az akkori asztalifoci-bajnokokat azonban legyőzheti KiRo kései utódja.

Tervezésekor a természetes környezeten csak annyit változtattak, amennyi nélkülözhetetlennek tűnt. Vásároltak egy közönséges csocsót, aminek a karjait ellenőrző/működtető egységekkel kötötték össze. Egy kamera figyeli a pályát. Ehhez és a kontrollegységekhez közönséges, a mérkőzés alatti információfeldolgozásért felelős számítógép kapcsolódik. A kontroll-szoftver a kamera adatai alapján becsüli fel a sárga labda és a játékosok helyzetét. Ha egy focista a labda elérhető közelségében található, akkor ő birtokolja azt. A becslések "világmodellbe" integrálódnak. A birtoklójára vonatkozó adatok,

mozgás-irányainak, illetve sebességének a kiszámítása mellett, a világmodell olyan információkat szintén generál, melyek akkor válnak rendkívül hasznossá, amikor nem látható a labda. Ezekben az esetekben csak így lokalizálható a pozíciója. A kódolók feladata, hogy az egy-egy játékos és a talaj között megakadt "pettyest" felderítsék (10. ábra).

Mivel a csocsó felettébb gyors játék, a tervezők a cselekvés-kiválasztás és a látás folyamatának szinkronizálásával igyekeztek a környezetbeli változások és az ezekre történő reakciók közötti késést minimalizálni. Mihelyt hozzáférhető egy új kép, a gép agya kiválasztja és végrehajtja a kellő lépést (11. és 12. ábra).

Rubikot rakó robot

A robot a tizenéveseknek szánt Lego MindStorms übertechnikás alkatrészeiből áll: pirinyó motorokból, mikroszámítógépekből, egy kamerából és természetesen hagyományos műanyag építőelemekből. Összekevert kockát nyomunk a robot kezeibe. Az megforgatja a kockát a kamera előtt - amelynek képe USB-kábelen keresztül egy PC-be táplálódik. A PC-n futó szoftver először is felismeri a színeket, feltérképezi a kocka felületén uralkodó állapotokat. A számítógép ezután megoldja a rejtvényt, és utasítja a mikroszámítógépeket, amelyek robot három karját irányítják. A kocka színei átlagosan húsz tekerésből, negyedóra alatt helyükre kerülnek.

A szakemberek számára a kockát mozgó robotkarok összeállítása okozta a legnagyobb problémákat. A szerkezetnek pontosan és megfelelő erővel kell forgatnia a kockát, anélkül hogy a gyengécske kötések szétugranának vagy az egész felépítmény eldeformálna (13. és 14. ábra).

A Rubik-kocka azonban túl merevnek bizonyult - a szakemberek ezért először ráfújtak szilikonos zsánérdezodorról. Az eredmény nem volt kielégítő, ezért műanyag késeket toltak a kockák közé, és egy estére állni hagyták a tárgyat. Másnap reggelre a kocka laza volt.

A család új kedvence lehet (kutya, amit nem kell etetni)

Aibo egy robot. Egyszerű, úgy néz ki mint egy kutya (vagy legalábbis valami afféle), úgy is viselkedik, mint egy kutya. Valójában számítógép, ami egy sor beprogramozott cselekvést hajt végre. Ha a gyártó cég most azonnal abba hagyja a fejlesztést, az első kölyök, Aibo akkor is nagyszerű játék maradna. De azt hiszem ez a kis tökmag csak a kezdet (15. és 16. ábra).

Először egy kis magyarázat a kutyusról, Aiboról: Ő egy önálló robot, nemcsak arra képes, hogy külső ingerekre válaszolva vagy saját belátása szerint cselekedjen, hanem különféle érzelmeket is ki tud fejezni, és növekedni is tud a tanulás és az emberekkel való kommunikáció által, amivel a szórakozás teljesen új formáját nyújtja. Aibo feje és lábai 3 szabadságfokkal rendelkeznek (ez azt jelenti, hogy fel-le, előre-hátra és jobbra-balra tudja mozgatni), farkát fel-le és oldalra csóválja, szájával pedig tud harapni, és képes négy lábon közlekedni. Beépített szenzorai és önálló programjai lehetővé teszik, hogy úgy viselkedjen, mint egy igazi élőlény: reagáljon a külső hatásokra, és cselekedjen saját belátása szerint. A robot 27,5 x 26,6 x 15,5 centiméteres. Egy TV kamera van az orrában, sztereo mikrofonok a füleiben, és egy kis hangszóró a szájában. Az agya valójában egy processzor. Aibonak érzéskészlete van a feje búbján, szemei változtatják a színüket, és különböző sebességgel tudnak villogni, és percenként 6 métert tud megtenni. Vannak dőlésérzékelői, giroszkópjai, és gyorsulásmérők is segítenek neki, hogy tehesse a dolgát.

A fejlesztés jelenlegi fázisában, amikor Aibo elkezd lemerülni lefekszik pihenni. Szerencsére a csomagjában van egy remek kis újratöltő egység is: Aibót csak rá kell rakni a töltőre, és a

hasán lévő kapcsolók azonnal rácsatlakoznak. Négy órás töltéssel 90 percre kapunk egy kutyát. A második elem ezalatt egy külön foglalatban tölthető. A fejlesztők szerint Aibo későbbi verziói már maguktól mennek majd a töltőhöz, ha az elemük elkezd lemerülni.

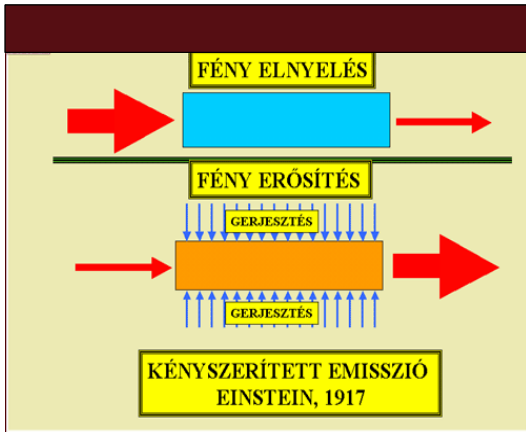
Aibo egy külön memóriakártyáról futtatott egy programot, amivel elképesztő trükkökre képes. Először is arra programozták be, hogy felismerjen és kövessen egy bizonyos színt. Aibo fel tud ülni, megtapsolja magát, hátsó lábával megvakarja a fülét, és még hellót is tud inteni. Ha oldalára van fektetve az sem gond, négy lábra bír állni. Ha megveregeted a fejét, akkor vagy leül, vagy feláll, felemeli a hátsó lábát, majd az ideillő csobogás hangját hallatja. Gondolom érthető, miről van szó. A beépített programok mellett Aibohoz jár egy távirányító is, amivel lehet irányítani, hogy hova menjen, és mit csináljon.

De igazából az életszerű apróságok teszik Aibót különlegessé. A fejbólintása, ahogy néha ásít egyet, ahogyan hasra rogyik, ha elfárad, és a farkcsóválása, mind-mind belopják magukat a szívbe, és az elmébe is. Aibo az első példánya a jövő szórakoztatórobotjainak. Maga akár telefon is lehet. Belebeszélsz a fülébe, és a hangszórójában hallhatod a hívót. Vagy mit szólnál ahhoz, ha Aibo megkeresné az otthon felejtett dolgaidat a házban. Vagy vigyázna a gyerekoszobában. Vagy behozná a papucsodat. És ez még csak a kezdet, a lehetőségek szinte végtelenek. Végezetül a legjobb dolog Aibóban, hogy sosem kell kivinni sétálni esőben vagy hóban, vagy ha túl hideg vagy meleg van.

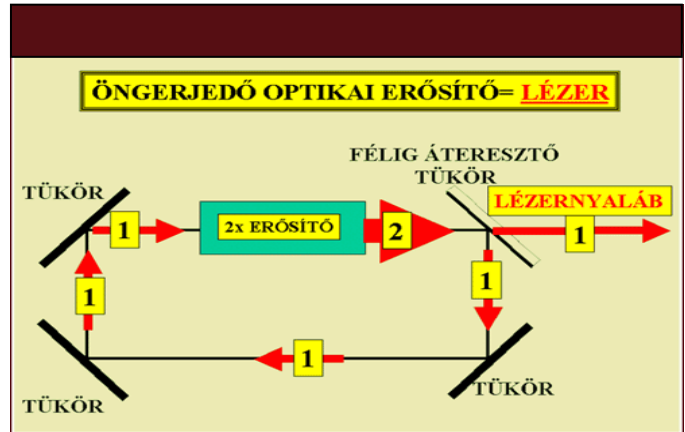
Ha a tudomány ilyen nagyléptékekkel fejlődik, elképzelhető, hogy nem fogjuk tudni, hogy az utcán a szomszédunknak köszönünk-e, vagy egy őt helyettesítő robotnak. Elismerve a robottechnika szükségességét és hasznosságát az előbbi csapdába azonban nem szabad beleesnünk.

Irodalom:

- Simonyi K.: A fizika kultúrtörténete, Akadémiai Kiadó, 1998./4. átdolg.kiad./, Budapest.
- Holics L.: Fizika I-II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- Bor Zsolt: A mindentudó fénysugár: a lézer.
<http://www.mindentudas.hu/bor/20030210borzsolt52.html> (2005. 09. 20.)
- A robotkutya internetes forrása:
- <http://index.hu/tech/hardver/aibo/> (2005. 09. 21.)
- A csocsózó robot internetes forrása:
- <http://index.hu/tech/mp3/kiro/> (2005. 09. 21.)
- A rubik kockát rakó robot internetes forrása:
- <http://index.hu/tech/hardver/rubiklego/> (20105. 09. 21.)
- Az emberszabású robotok internetes forrása:
- <http://www.agent.ai/main.php?folderID=169&articleID=1370&ctag=&iid=> (2005. 09.22.)



1. ábra



2. ábra



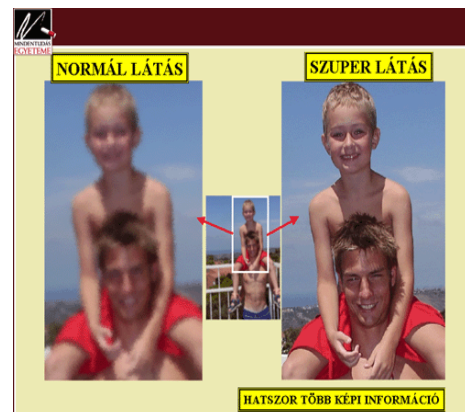
3. ábra



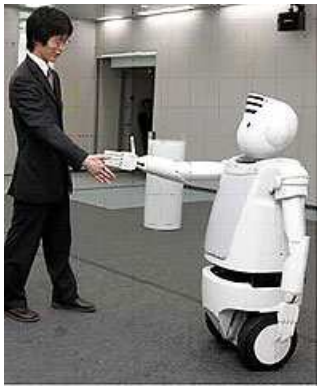
4. ábra



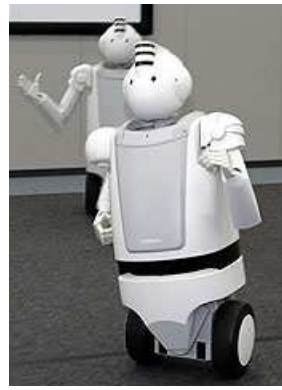
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra



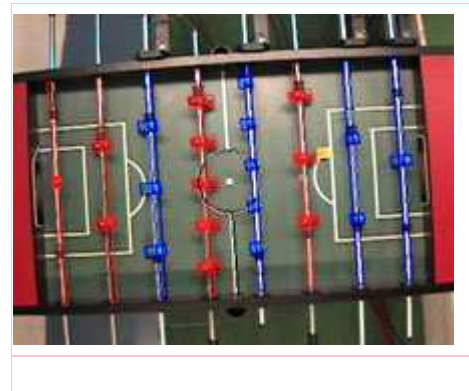
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra



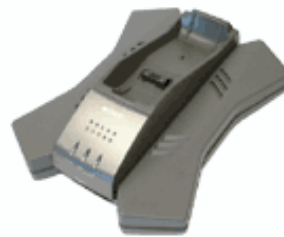
13. ábra



14. ábra



15. ábra



16. ábra