

Műszaki kihívások a tárgyak optikai azonosításában

DR. LADÁNYI GÁBOR okl. bányagépészmérnök Miskolci Egyetem



A cikk az optikai úton történő tárgyfelismerés és tárgytulajdonságok meghatározása során jelentkező feladatokat veszi számba. Rávilágít az optikai úton történő tárgyfelismerés alkalmazása során megoldandó problémákra. Különös tekintettel az egy-egy tárgytípus felismerésénél jelentkező azonosítási kérdésekre, amelyek jellemzőek az elektronikus hulladékok feldolgozása során előforduló elemek válogatásánál előálló feladatokra.

A számítástechnika nyújtotta számítási kapacitás és sebesség mára már elérte azt a szintet, amely lehetővé teszi elektronikusan rögzített képek információ-tartalmának rövid időn belüli kinyerését. A rövid idő ebben az esetben azt jelenti, hogy a kép rögzítéséhez, tárolásához és a szükséges információ kinyeréséhez szükséges együttes idő megengedi, hogy a megszerzett információ alapján beavatkozzunk egy folyamatosan zajló ipari termelési folyamatba. Mindez ma már természetesen olyan áron érhető el, amely kevesebb, mint az alkalmazástól elvárható nyereségtöbblet. Milyen feladatok megoldásánál gondolhatjuk, hogy egy optikai megfigyelő rendszer alkalmazása segíti munkánkat? Nézzük a leggyakrabban előforduló igényeket:

- jelenlét/hiány ellenőrzése,
- pozíció ellenőrzése,
- méretek ellenőrzése,
- jelölések ellenőrzése,
- kódolvasás,
- szín ellenőrzése.

A kérdéskör és annak megoldása manapság felértékelődik, az élömunka kiváltása ugyanis egyre inkább szorongató kényszer, és ez alól nem kivétel a hulladékokat feldolgozó iparág sem. Épp az optikai eszközök nyújtotta felismerési képesség lehet az az irány, amely sikerekkel kecsegtet ezen a téren.

A képfeldolgozási folyamat során tipikus a következő lépések alkalmazása:

- a kép elkészítése,
- a képadatok beolvasása,
- a kép tulajdonságainak javítása a kinyerni kívánt

információkhoz illeszkedő módon,

- mérések elvégzése, alakzatok keresése a képen,
- döntések meghozatala.

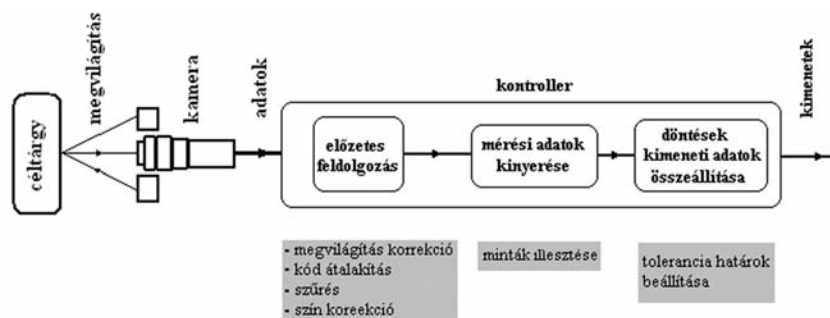
Fentiek elvégzésére alkalmas egyféle rendszer blokkvázlatát látjuk az 1. ábrán.

A különféle gyártó által megvalósított rendszernél gyakran találkozunk azzal a fogással, hogy a rendszer erősségeként a controller jelentős számítási kapacitását jelölik meg. Ez a tényező természetesen nem elhanyagolható. De nem szabad megfeledkezni a helyesen kivitelezett, megfelelő információ-tartalommal rendelkező kép elkészítésének fontosságáról! Hiszen egy erős és gyors controller sem képes kinyerni a keresett információt egy képről, ha az nem található meg a képen, mert azt pl. rossz beállítások mellett készítették.

Egy optikai leképző rendszer legfontosabb tulajdonsága a felbontás. Ezt alapvetően meghatározza a beépített CCD eszköz (Charge Coupled Device) pixel-száma és az optika látómezőjének mérete. Minél kisebb a látómező (tehát minél nagyobb a céltárgy a képen), annál pontosabb méréseket tudunk elvégezni a rögzített képen. Itt érdemes megjegyezni, ha az ellenőrzött folyamat során a keresett objektum helye változhat, akkor a fentebb megfogalmazott előny eléréséhez sem célszerű az objektum méretét nagyobbra választani, mint a képméret 2/3-a.

A CCD által biztosított felbontás eléréséhez a lencserendszer felépítése és anyaga is fontos. Ugyanakkor előbbi paraméterek a kontrasztviszonyokra is döntő hatással vannak. A kép kiértékelését egyértelműen támogatja, ha sikerül éles kontrasztokkal rendelkező képet készíteni. Elégtelen felbontás mellett a

nagyított kép már nem biztosít a kiértékeléshez elegendő kontrasztot. Ennek optimális megválasztásához mindenképpen konzultálni kell a rendszer gyártójával. (Nem a legdrágább, de az elvárásokat teljesíteni képes lencserendszer alkalmazása.)



1. ábra: Képfeldolgozási blokkvázlat

Gyakorlati szempontok

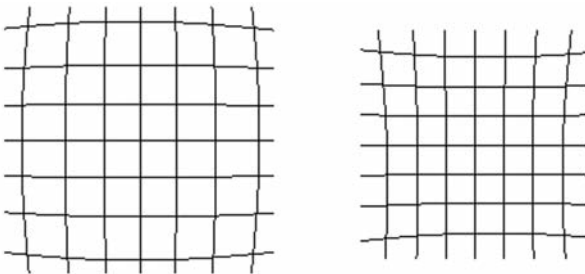
Pozíció ellenőrzés

A képfeldolgozó rendszerek

egyre gyakrabban egy komplex rendszer bemeneti egységét képviselik. Ilyen komplex rendszerekben a végrehajtó egység általában valamilyen robot. A teljes rendszer sikeres működéséhez fontos a képfeldolgozó és a beavatkozó részegység pontos összehangolása (kalibrálás). A kalibrálás a képfeldolgozó rendszer és a robot összehangolásának legkényesebb pontja. Ehhez nagyon ajánlott olyan elemekből építkezni, amelyek „felismerik” egymást. Ilyen összeállítás esetén a kalibrálás (a koordináta-rendszerek összehangolása) automatikusan elvégezhető, elkerülve ezáltal a telepítések különbözősége miatt fellépő fáradságos manuális munkát.

A lencserendszer torzítása

Berendezéseinkben az optikai leképzést végző lencsék ún. szférikus lencsék. Noha ez a geometria nem felel meg tökéletesen a Snellius-Descartes féle törési törvénynek, amely egy negyedrendű felületet határoz meg, a gömbi felület ennek jó közelítését adja, és az előállításának költsége még elfogadható. Tehát ilyen lencse alkalmazásakor tudomásul kell vennünk a kép kismértékű torzulását, idegen szóval aberrációját. Az optika tudománya többféle aberrációt különböztet meg a lencsével vagy tükörrel végzett képalkotásban. A most tárgyalt ún. szférikus aberráció jellegzetessége, hogy az optikai tengelytől (a kép centrumától) távolodva a kép széle felé a torzítás növekszik. Két megjelenési formával találkozhatunk, ezek: a hordótorzítás és a párnatorzítás. Ezek jellegzetes képét mutatja a 2. ábra.



2. ábra: Hordótorzítás és párnatorzítás

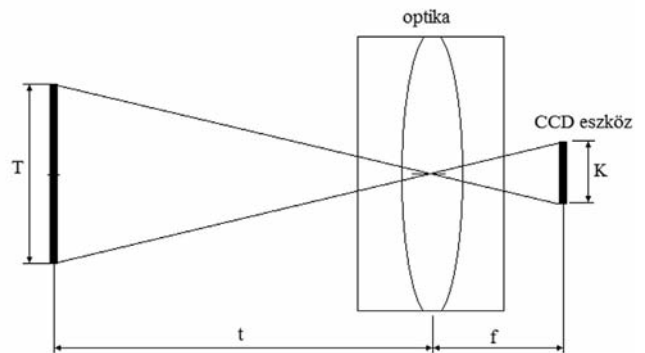
A torzítás mértéke olyan, ami alakzatok felismerésénél általában kevésbé zavaró. De egy torzításos képen, melyet mérésekhez kívánunk használni, csak mérsékelt pontosságú mérést tudunk végrehajtani! Ezért általános szabály, hogy nagy pontosságú mérést csak igen kicsi torzítást biztosító lencsével készített képen tudunk végezni. Két azonos anyagú lencsét összehasonlítva, általában a nagyobb fókusz távolságú lencse szférikus torzítása kisebb.

A fókusz távolság megválasztása

A fókusz távolság a képalkotó egységet felépítő, többnyire több lencséből álló rendszer alapvető tulajdonsága. Az ipari automatizálásban használt rendszerek tipikus fókusz távolsága 8/16 mm, illetve 25/50 mm. Ismerve a látómező nagyságát és a CCD eszköz

méretét, valamint a fókusz távolságot, az éles képhez tartozó tárgy távolság kiszámolható. Ebben segít a 3. ábra, az ott alkalmazott jelölésekkel érvényes a következő összefüggés:

$$\frac{T}{t} = \frac{K}{f}$$



3. ábra: A tárgy távolság meghatározása

Mélységélesség

Gyakran találkozunk olyan feladattal, amikor a tárgy mélységi mérete összemérhető a tárgy távolsággal. Ha ehhez még az is társul, hogy a detektálni kívánt képrész végig terjed a tárgy mélységén, (pl. egy repedés vagy egy felirat) akkor biztosan meg kell oldjuk a következő feladatot: a kiértékeléshez megfelelő élességgel kell rendelkezzen a képen a tárgy optikához közelebbi és attól távolabbi része egyaránt. Ez az ún. mélységélesség kérdésköre. A következőkben megfogalmazott néhány alapszabály segít a feladatnak leginkább megfelelő mélységélesség beállításában:

- A lencse fókusz távolságának csökkenésével növekszik a mélységélesség.
- Minél kisebb a fényrekesz mérete, annál nagyobb a mélységélesség.
- Ha nő a tárgy távolság, növekszik a mélységélesség is.

Ökölszabály, hogy a kisméretű rekesz és az erős megvilágítás egyszerűsíti a fókuszálást.

Ha a rendszer által biztosított mélységélesség nem teszi lehetővé az igényelt mérések elvégzését a képen, akkor elkerülhetetlen, hogy a tárgyról több irányból is készítsünk felvételeket.

Méret ellenőrzése

Ha az ellenőrzött munkadarabról készült képről (képekről) a darab egy-egy fontos méretét is meg kívánjuk határozni, akkor e tekintetben döntő fontosságú az elektronikus leképzést elvégző CCD eszköz felbontása. Ha ugyanis egyik kiterjedésében egy $T=100$ mm magasságú tárgyat képezünk le egy olyan kép felbontó eszközre (CCD), amelyen a kérdéses méretirányban pl. ezer pixel van, akkor a képen az érintett dimenzióban a 0,1 mm-nél kisebb részleteket nem tudjuk megkülönböztetni, mert ezek a részletek mind ugyanarra a pixelre esnek. Tehát ilyen esetben

bármennyire is pontos az optika, 0,1 mm-nél kisebb méreteltérést megadni a képről végzett méréshez illuzórikus.

A tárgyon fellelhető jelölések ellenőrzése

A fenti feladat végrehajtásakor gondosan kell megválasztani a megvilágítás módját. E tekintetben döntő a tárgy anyagának fénytani viselkedése és a karaktereket hordozó felület alakja. Az első esetben alapvető döntés, hogy a képet áteső vagy visszavert fény alkalmazása mellett célszerű-e elkészíteni. Átlátszatlan anyagból készült tárgy esetében természetesen csak a visszavert fény érzékelése jöhet szóba. A felület alakja által támasztott követelményeket gyakran az optimális típusú fényforrás alkalmazásával tudjuk kielégíteni. Erre olyan források állnak rendelkezésre, amelyek az elemi forrásokat (LED) gyűrű vagy rúd alakban rendezve tartalmazzák. De gyakran előnyös, ha az elemi források nem 2D-s, hanem 3D-s felületen – pl. forgási paraboloid – helyezkednek el.

Korrekt színellenőrzés

A céltárgyról pontos, jól használható – a célnak leginkább megfelelő – kép rögzítéséhez elengedhetetlen a megvilágítás módjának és eszközének optimális megválasztása. Különösen fontos ez színes képek készítésekor.

A tapasztalatok szerint a pontos színfelismeréshez és összehasonlításhoz gyakran nem elegendő a szokásos fehér fényvel történő megvilágítás mellett az RGB komponensekre bontás. (RGB: vörös-zöld-kék színekből bármely szín kikeverhető.) Ennél a módszernél a három összetevő színjelét úgy kapjuk, hogy a visszavert fényt a három színszűrőn átengedve külön-külön előállítjuk az egyes komponensek intenzitására jellemző villamos jelet. Érzékenyebb, pontosabb szín-megkülönböztetést biztosít, ha a háromnál több – ese-

tenként nyolc –, a fehér fénytől sokkal keskenyebb spektrumú fényvel világítjuk meg a céltárgyat, és a megvilágítási forrás váltásával szinkronban készítjük el a felvételeket. Igényes gyártók készülékei a látható fény tartományán túli résztartományokban is képesek megvilágító elektromágneses hullám kibocsátására. Vagyis ezek lehetővé teszik az ultraibolya és az infravörös tartományban működő megvilágító forrás alkalmazását is.

Kódolvasás

Ha visszatekintünk az optikai olvasó eszközök ipari alkalmazására, akkor megállapíthatjuk, hogy a legkorábbi alkalmazási terület az 1D-s/2D-s kódolvasás volt. Ez a képesség nagyon hasznos, mert biztonságos és gyors tárgyzonosítást tesz lehetővé. A fejlődés napjainkra odáig jutott, hogy a képfeldolgozó rendszerek egyben kódolvasásra is képesek. Ez korábban nem volt így, annak ellenére, hogy külső szemlélőként természetesnek tűnik a kétfajta optikai funkció egyazon hardveren való megvalósítása. Korábban a két cél eléréséhez két különböző hardver telepítésére volt szükség! Egy manapság ajánlható, korszerű rendszertől az előbbi funkción túlmenően elvárhatjuk az optikai karakterfelismerési (OCR) képességet is.

A tanulmány/kutatómunka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

www.keyence.com, www.omron.eu

Francis T. S. Yu, Suganda, Jutamulia: Optical Pattern Recognition, Cambridge University Press

DR. LADÁNYI GÁBOR 1978-ban szerzett bányagépész- és bányavillamosági mérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1978-85-ig ösztöndíjas gyakornok az Ásványelőkészítési Tanszéken. 1985-től a Bányagéptani Tanszéken tanársegéd, adjunktus, majd docens. 1987-ben gépészeti elektronikai szakmérnöki diplomát szerzett a BME-n, majd 1988-ban egyetemi doktori, 1997-ben pedig PhD fokozatot. 2012-ben elvégezte a MIT (Massachusetts Inst. of Technology) egyik elektronikai kurzusát. Kutatómunkájában többek között hidraulikus szállítás, közetek jövesztésével, bányagépek mérésével, vizsgálatával foglalkozott. Magyar és idegen nyelvű publikációinak száma meghaladja a százat. 1-1 szabadalom és know-how tulajdonosa, két egyetemi tankönyv szerzője. 2020 márciusában vonult nyugdíjba, addig intézeti tanszékvezető volt a Bányászati és Geotechnikai Intézetben.

Kitüntettek a Műszaki Földtudományi Karon

Dr. Áder János, Magyarország Köztársasági Elnöke március 15-e alkalmából a MAGYAR ARANY ÉRDEMKERESZT polgári tagozata kitüntetésben részesítette a környezetvédelem területén folytatott alkalmazott kutatási tevékenysége elismeréseként *dr. Nagy Sándor* egyetemi docenst, a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet vezetőjét.

Prof. dr. Palkovics László miniszter március 15-e alkalmából *dr. Molnár József* egyetemi docenst, a Bányászati és Geotechnikai Intézet igazgatóját MINISZTERI ELISMERŐ OKLEVÉLBEN részesítette.

A város napja alkalmával 2020. május 11-én *dr. Hevesi Attila*, a Földrajz Geoinformatikai Intézet emeritus professzora – korábban a Földes Ferenc Gimnázium tanára – MISKOLC DÍSZPOLGÁRA kitüntetést kapta.

A kitüntetteknek tisztelettel gratulálunk, további sikereket kívánunk!

Szerkesztőség