

# Single view metrology

Juhász Réka, Papp László, Pintér Csaba, Soponyai György

2005. november 1.

## Kivonat

Ezen íromány az SZTE TTK-n meghirdetett Számítógépes Látás Gyakorlat kurzus 4-es számú beadandó programjának, a (*single view metrology*) megvalósításának tervét tartalmazza.

## A projekt tagjai

név	évfolyam	email cím
Juhász Réka	PTM V.	Juhasz.Reka.3@stud.u-szeged.hu
Papp László	PTM V.	Papp.Laszlo.4@stud.u-szeged.hu
Pintér Csaba	PTM V.	Pinter.Csaba.3@stud.u-szeged.hu
Soponyai György	PTM V.	Soponyai.Gyorgy@stud.u-szeged.hu

## A megoldandó probléma

A *single view metrology* a számítógépes látás és képfeldolgozás egyik problémája, ahol egy perspektivikus fotó által ábrázolt jelenet térbeli mértékeit szeretnénk meghatározni. Ehhez szükséges megadni a kép egy referenciaobjektumának pontos méretét (pl. egy oszlop magasságát) és ezen ismert adat — vagy több adatok — birtokában meghatározható a kép más objektumainak mérete.

A téma az Oxfordi Egyetemen dolgozó Antonio Criminisi fő kutatási területe. [3] egy kiváló összefoglalás a problémáról és megvalósításának algoritmikus koncepcióiról. A probléma legáltalánosabb megfogalmazása a következő:

*Ha az oszlop (mint referencia objektum) magassága  $x$ , akkor milyen magas az ember?*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Jelen esetben tegyük fel, hogy az oszlop és az ember is a földön áll!

A párhuzamos egyenesek a végtelen síkban metszik egymást. A képi perspektíva miatt a kamera vetítési síkjával nem párhuzamos, de egymással párhuzamos egyenesek összetartanak, így meghosszabbításuk egy közös pontban metszi egymást. Ezek a pontok a *Vanishing point*-ok, melyek a fent leírt végtelen síkok irányait jelölik ki.

A vízszintes vanishing point-okat összeköthetjük egy egyenessel. Ez az egyenes a *vanishing line*<sup>2</sup>, ami tulajdonképpen a horizont vonalát is meghatározza. Feltehetjük, hogy a képen található „vonalak”, például épületsarkok, járdaszegélyek, csempék, stb. Mivel ezek az objektumok perspektivikusan torzulnak, vizsgálatukkal meghatározhatók a kép vanishing point-jai és vanishing line-ja. Ha ismerjük ezeket a képi paramétereket, akkor már elvégezhető a kívánt mérések:

Ha a referenciaobjektum tető-, és talppontját összekötjük a vanishing line egy pontjával, akkor meghatározunk egy síkot. Ezen paraméter ismeretében meghatározható, hogy „abban az irányban, olyan messze” mekkorának látszana az objektumunk.

Ha a referenciaobjektum és a mérendő objektum talppontját kötjük össze, akkor az így kapott szakaszra illeszkedő egyenes egy speciális esetet leszámítva metszi a vanishing line-t. Ha ebből a metszéspontból húzunk a referenciaobjektum tetőpontjához egy szakaszt, akkor megtudhatjuk azt, hogy a vizsgálandó objektum távolságában a referenciaobjektum mekkorának látszana. A függőleges irányú vanishing point — amely a „felfelé”-irányt határozza meg — ismeretében meghatározható a mérendő objektum magassága!

A fentebb vázolt speciális esetben, ha a két talppontot összekötő egyenes nem metszi a vanishing line-t, akkor a két objektum a kamera vetítési síkjával párhuzamosan helyezkedik el. Ekkor nincs perspektivikus torzítás, egyszerű arányszámítással meghatározhatók a kívánt mértékek.

---

<sup>2</sup>a „vanishing point” és a „vanishing line” fogalmaknak nincs ismert magyar megfelelője

Az alap-algoritmus tehát a következő:

- 1: Adjuk meg a két objektum talp-, és tetőpontját  $(R_{talp}, R_{teto}, V_{talp}, V_{teto})$ <sup>3</sup>, valamint a ref. obj. magasságának függőleges vetületét:  $d_R = d(R_{talp}, R_{teto})$
- 2: Határozzuk meg a kép vanishing point-jait, majd ezek alapján a vanishing line-t
- 3: Húzzunk  $e_{talp}$  egyenest, amely átmegy  $R_{talp}$  és  $V_{talp}$  pontokon
- 4: **if**  $e_{talp}$  egyenes metszi egy  $P_{vl}$ <sup>4</sup> pontban a vanishing line-t **then**
- 5:   Húzzunk  $e_{teto}$  egyenest, amely átmegy  $R_{teto}$  és  $P_{vl}$  pontokon
- 6:   Húzzunk  $f$  egyenest, amely átmegy  $V_{talp}$  ponton és a függőleges vanishing point-on
- 7:   Legyen  $e_{teto}$  és  $f$  egyenesek metszéspontja  $V_\alpha$
- 8:    $d_V = \frac{|V_{talp} - V_{teto}|}{|V_{talp} - V_\alpha|} d_R$
- 9: **else if**  $e_{talp}$  egyenes párhuzamos a vanishing line-al **then**
- 10:    $d_V = \frac{|V_{talp} - V_{teto}|}{|R_{talp} - R_{teto}|} d_R$
- 11: **end if**
- 12: **return**  $d_V$

## Vanishing point/line meghatározása

Az első megoldandó részfeladat a vanishing point-ok meghatározása. Egy jó megközelítést kínál a probléma megoldására [5].

Ha a képet megsűrjük egy *Canny-éldetektorral*, akkor megfelelő paraméterek választása esetén egy „vonalas” outputot kapunk, ahol a vonalak a képen felismert éleket jelölik. Az éldetektor algoritmus a következő [6]:

- 1: Gauss-simítással az input kép skála-tér képének előállítás
- 2: A második derivált nulla-átmeneteinek keresése a legnagyobb első derivált iránya szerint
- 3: A nem-maximális élpontok elnyomása
- 4: Hiszterézis-küszöbölés
- 5: Jellemző-szintézis

Az „éldetektált” képre végre kell hajtani egy Hough-transzformációt. Egyenes detektálása Hough-transzformációval a következőképp végezhető el:

A kép egy  $(x_i, y_i)$  pontjának a Hough-térben  $y_i = ax_i + b$  egyenes felel meg. Az egy egyenesbe eső pontokhoz tartozó egyenesek a Hough-tér felett egy pontban metszik egymást. Függőleges egyeneseknél  $y = ax + b$  a végtelenbe fut, ezért korlátos függvényt, egy

$$r = x_i \sin \varphi + y_i \cos \varphi$$

alakú szinuszoidgörbét szoktak helyette használni, mivel az egy egyenesbe eső pontokhoz tartozó szinuszoidgörbék szintén egy pontban metszik egymást. [4]

Az élekhez tartozó egyenesek egy átlagos perspektivikus képen általában nem egy pontban metszik egymást a raszteres ábrázolásból eredő pontatlanság miatt. Ezért az „egy pontban metszés” fogalmat úgy kell módosítanunk jelen esetben, hogy „egy adott sugarú körben metszés”. E kör sugara annál nagyobb, minél távolabb esik a középpontja a kép középpontjától (mert annál nagyobb a pontatlanság). A módszer alkalmazásának hatására a vanishing point-ok azon körök középpontjai lesznek, melyek „*nagyon sok*” egyenes metszéspontjaiként állnak elő.

## A méretek meghatározása

A fentebb leírt single view metrology-algoritmus MatLab-ban viszonylag könnyen implementálható, viszont egy kicsit problémás a paraméterbeolvasó GUI-k elkészítése ebben a nyelvben. Így terveink szerint egy különálló kis interaktív program használatával adhatja meg a felhasználó a  $R_{talp}, R_{teto}, V_{talp}, V_{teto}$  objektumpontok pixeles koordinátáit, valamint a referenciaobjektum magasságát tetszőleges mértékegységben. A modul JAVA Swing/2D vagy Visual C++ programozási nyelven készülne, outputja egy – a MatLab rendszer által paraméterként beolvasandó adatfájl lenne.

<sup>3</sup> $R \leftarrow$  Referencia,  $V \leftarrow$  Vizsgálandó

<sup>4</sup> $vl \leftarrow$  Vanishing Line

A MatLab-scriptünkben felhasználnánk internetes forrásokban fellelhető Canny-éldetektort és Hough-transzformátort <sup>5</sup>.

## Hivatkozások

- [1] A. Zisserman Antonio Criminisi, I. Reid. *Single view metrology*.  
<http://www.cs.cmu.edu/~ph/869/papers/Criminisi99.pdf>.
- [2] A. Zisserman Antonio Criminisi, I. Reid. *Single view metrology*. ../Criminisi\_ ijcv2001.pdf.
- [3] Antonio Criminisi. *Single view metrology: Algorithms and applications*. ../Criminisi\_ dagm2002.pdf.
- [4] Soponyai György. *Képfeldolgozás egypercesek*. <http://www.stud.u-szeged.hu/Soponyai.Gyorgy/egypercesek.ps>.
- [5] Jan Hoefl. *A new approach for vanishing point detection in architectural environments*. ../tesina IA2JJanHoefl.pdf.
- [6] Palágyi Kálmán. *Képfeldolgozás II. előadásjegyzet*.
- [7] Mubarak Shah. *Fundamentals of computer vision*. ../3D-vision-book.pdf.

---

<sup>5</sup>[www.azolasz.cucc.webcime.it](http://www.azolasz.cucc.webcime.it)