

MINTAKÉRDÉSEK 2017/18-ból

A mintakérdések használatához:

1. Az **ellenőrzőkérdések** (minden leadott anyagrészt elején megtalálhatók) nemcsak az anyag tartalomjegyzékét jelentették. Sokkal inkább az adott témakör **„kulcspontjait”** próbálták előre kiemelni, mert a **„jól feltett kérdés már fél siker”**
2. Az alábbi **mintakérdések** pedig ezeket a kiemelten tárgyalt kulcspontokat próbálják alkalmazni egy-egy **gyakorlatorientált** probléma megoldásához. Lévén végtelen sok a megoldandó probléma, a feltehető kérdések száma is **közelít a végtelenhez...** csak mintákról lehet szó. Semmi garancia, hogy a kérdéseket változatlan formában valaha is újra felteszem!
3. Ezért – legalábbis szerintem - nem túl hatékony módszer az előre kidolgozott válaszokat memorizálni. Javasolt felkészülési stratégia: **„Inkább megérteni, mint megtanulni!”**
4. Legjobb az lenne, ha az egyes anyagrészek áttekintése után **mindenki feltenné magának a saját kérdéseit** is. Szívesen veszem, ha azokat elküldi nekem is. Esetleg meg is beszélhetjük a felmerülő alternatív megoldásokat: mert a **„benchmarking”** a kevés számú előadásom egyik kiemelt kulcspontja akart lenni. Vigasztaló analógia: a SIFT-ről is azt állítja az irodalom, hogy mindössze 3 megragadott (de releváns!) kulcspont segítségével is jól követhetjük / szegmentálhatjuk a későbbiekben az egész jelenséget...

MORFOLÓGIA - TOPOLOGIA

MORFOLÓGIAI ERÓZIÓ és DILATÁCIÓ (4p): Kép és Strukturáló Elem (SE)

„kölcsonhatása” (ábrák, szöveg).

Dilatáció:

- A „hit” algoritmus alapján működik
- Az objektumokat nagyítja
- Objektumokban a lyukakat eltünteti

Erózió:

- A „fit” algoritmus alapján működik
- Az objektumokat kicsinyíti
- A zajszerű objektumokat eltünteti

- Dilatáció (Hit művelet)

§ az objektum nagyobb lesz, a lyukak betömődnek

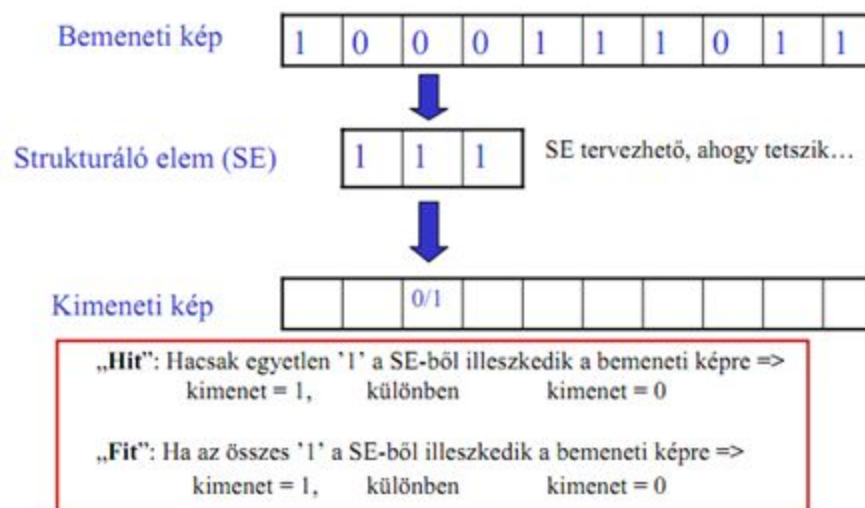
- Erózió (Fit művelet)

§ Az objektum kisebb lesz

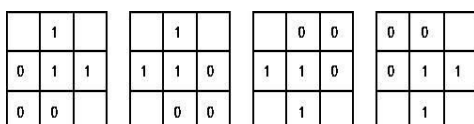
- Dilatáció vs Erózió

§ SE lehet ugyanaz

negált képen dilatáció = erózió



A Hit and Miss algoritmus. Mi emelhető ki a négy strukturáló elem párossal – egyenként, balról-jobbra számbavéve őket?



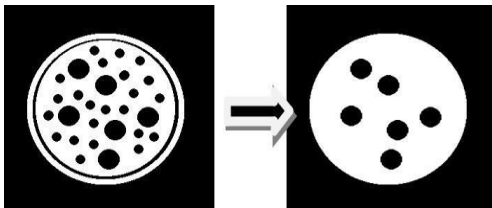
Kiemelhetők az egyes sarkok. (Például eredeti kép kivonása a SE megszürt képből)

Sorrendben: Bal alsó, jobb alsó, jobb felső, bal felső (?) **Ide talán az is hogy a külső sarkok pl téglalap alakú lyukra nem jó ahhoz negáltja kell**

Vagyis nemcsak az objektum hanem a háttér pontjaira is keresünk egyezést:

Ott 1 a kimenet, ahol az objektum SE(1) és a háttér SE(0) is tökéletesen illeszkedik a képre

Idempotens műveletek. Nyitás és zárás. Mi „történik” a baloldali képpel?



Zárás:

Motiváció: betömni a lyukakat DE megtartani az eredeti méretet és formát

- Dilatáció + Erozió = Zárás
- Használjuk ugyanazt a Strukturáló Elemet!
- Hasonló a dilatációhoz, de kevésbé rombol

Nyitás:

Motiváció: A kis (zaj) objektumok kiszedése DE a megőrzendő objektum mérete és formája változatlan maradjon!

- Erozió + Dilatáció = Nyitás
- Használjuk ugyanazt a Strukturáló Elemet!
- Hasonló az erózióhoz, de kevésbé rombol

Fenti kép példa zárásra.

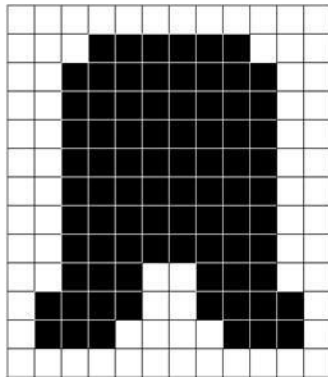
Idempotens: Az adott művelet néhányszori megismétlése után a műveletnek nincs hatása.

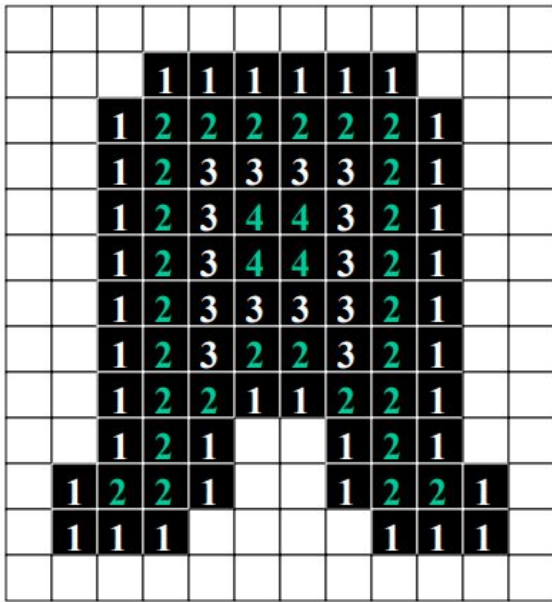
Egyszerű pont definíciója.

p egyszerű pont (X halmazra nézvést), ha hozzáadása vagy elvétele X-hez nem változtatja X és /X összefüggő komponenseinek számát.

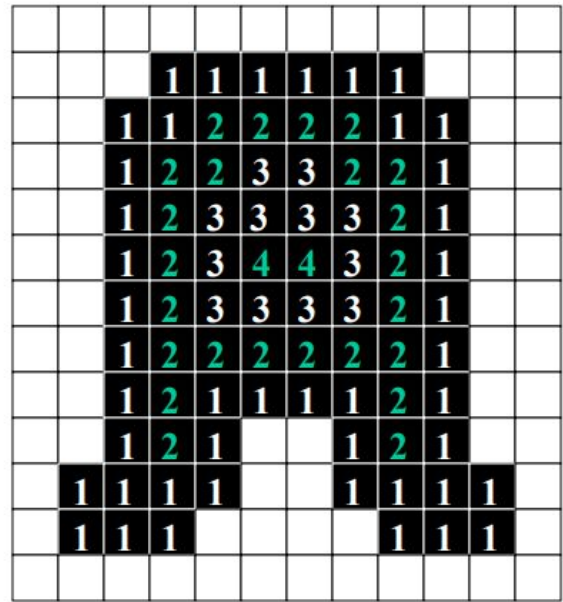
„Görbe csontváz” algoritmus (egyszerű pontok elvétele) párhuzamosítása távolság-alapú címkézéssel.

Töltse ki a kezdeti objektumot d-4 (4-szomszédú) távolságokkal (leginkább színes radírozható ceruzával kezdjen neki, kívülről-befelé...)





d_4



d_8

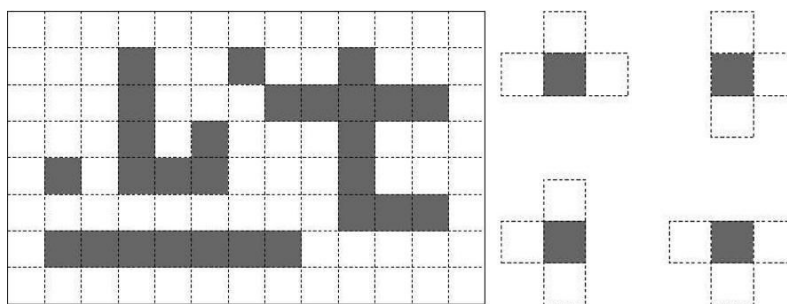
Hit and Miss. Bináris morfológiai-topológiai algoritmusok (12 pont)

Adja meg tömören a H&M művelet egzakt definícióját! (2 pont)

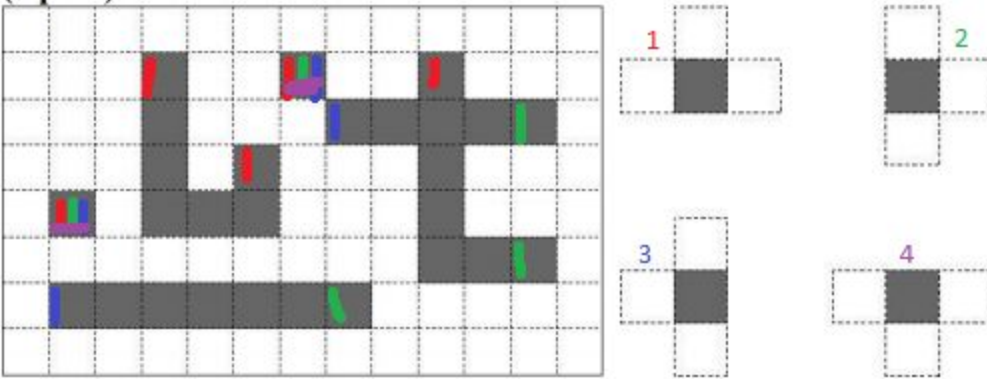
- Az eljárás alkalmas arra, hogy bizonyos tulajdonsággal rendelkező pontokat kiválasszon a képből: például sarokpontokat, kontúrponokat,... Az objektum- és háttérpontok struktúráló elemmel megadott mintázatát (pattern) keresi:
- Mindig két struktúráló elem kell, amelyeknek metszete üres halmaz
- Egyik struktúráló elemmel eróziót hajtunk végre az eredeti képen, a másikkal szintén eróziót, de az eredeti kép negáltján
- Végül a két eredményképnek meghatározzuk a metszetét: ha mindkét részeredmény 1 volt az adott pontra (vizsgált objektum és háttér minta illeszkedett) – a végeredmény is 1 lesz az adott pontra.

Milyen műveletet valósít meg a baloldali képen alkalmazott 4 H&M SE pár eredményének uniója? (SE origók triviálisan adódnak.) Jelölje be (színes filccel, jól láthatóan) az összes eredménypontot.

(2 pont)



Megoldás:

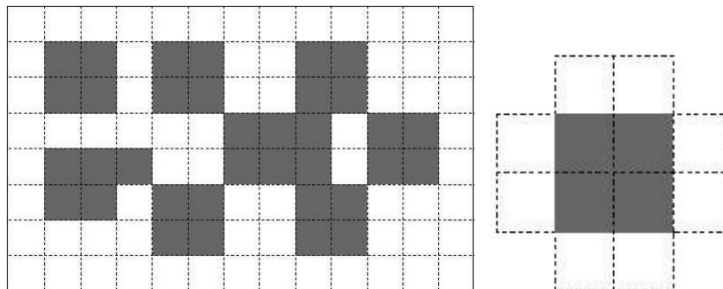


Végpont keresés

- a) Milyen műveletet valósít meg a baloldali képen alkalmazott H&M SE pár? Válassza ki az SE pár egy lehetséges origóját, majd jelölje be (színes filccel, jól láthatóan) az összes eredménypontot. **(2 pont)**
- b) Milyen módosított műveletet valósít meg a baloldali képen alkalmazott H&M SE pár, ha egymás utáni négy menetben a szürke pozíciók mindegyikét választjuk origónak, majd a négy H&M menet eredményének unióját képezzük? Jelölje be az összes eredménypontot. **(2 pont)**

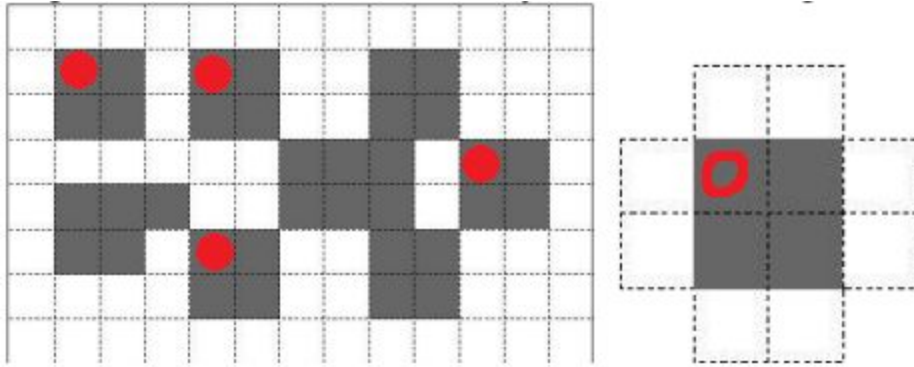
(2 pont)

- c) Fenti a/b megközelítések közül melyik alkalmasabb a leválogatott objektumok leszámlálására? Miért? Egészítse ki a H&M morfológiai algoritmust a darabszám meghatározáshoz. Akkor mire inkább jó a másik H&M megközelítés? **(2 pont)**



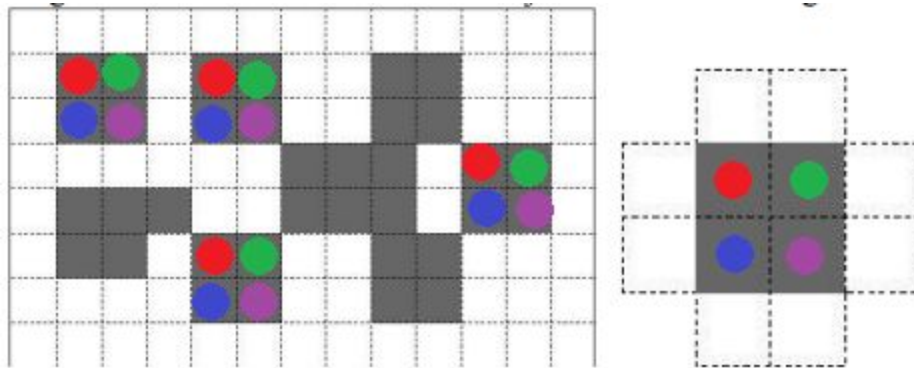
Megoldás:

a)



2x2-es különálló négyzet objektumok kicsinyítése 1 pixelesre.

b)



2x2-es különálló négyzet objektumok meghagyása

c)

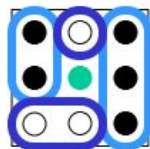
Az a) megoldás alkalmasabb számolásra, mert csak a sötét pixeleket kell megszámolni az eredményképen. Nem értem mivel kéne kiegészíteni.

A b) megoldás arra jó, hogyha a négyzetekkel további feldolgozást végzünk vagy csak szeretnénk megjeleníteni.

Hogyan detektálható az un. egyszerű pont (mi az?) lokális jellemzéssel (3x3 ablak)? **(2 pont)**

Megnézzük, hogy elvételekor az adott alakzat 2 részre bomlik-e. Majd ugyanezt negáltjára is. A mindkét esetben szétesik akkor valószínűleg nem egyszerű.

- $T(p)$ =összefüggő objektum komponensek száma
- $\overline{T}(p)$ =összefüggő komponensek száma a háttérben



$T=2, \overline{T}=2$



$T=1, \overline{T}=1$



$T=1, \overline{T}=0$
Belső pont



$T=0, \overline{T}=1$
Izolált pont

p egyszerű pont, ha $T(p) = 1$ és $\overline{T}(p) = 1$

Bónuszkérdés (ha nincs meg a 12pont) Mit talál meg X objektumon a pseudo-kód? (2 pont)

Ismétlés stabilitásig:

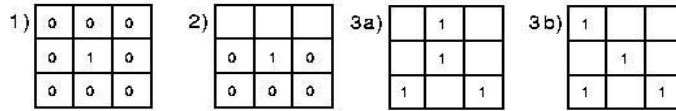
p egyszerű nem végpont keresése
 X -ben p törlése X -ből

Csontváz

Ez a görbe vékonyítás algoritmus, eredménye a görbe csontváz.

Hit and Miss morfológiai algoritmus (12 pont)

Mi a H&M SE párok hatása 1/ és 2/ esetben? (2 pont)



Izolált pont, végpont/ csücsök

Mit jelent az „1”, „0”, „kitöltetlen” jelölés? (2 pont)

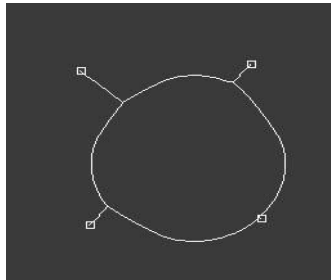
1-objektum

0-háttér

Kitöltetlen- don't care

Melyik SE párral lehet a bejelölt **végpontokat** kiemelni? Adja meg azt az implementációs kiegészítő „trükköt”, ami azért kell, de nem látszik az SE ábráján!

(2 pont)



2-es, mert az egy végpont def kb.

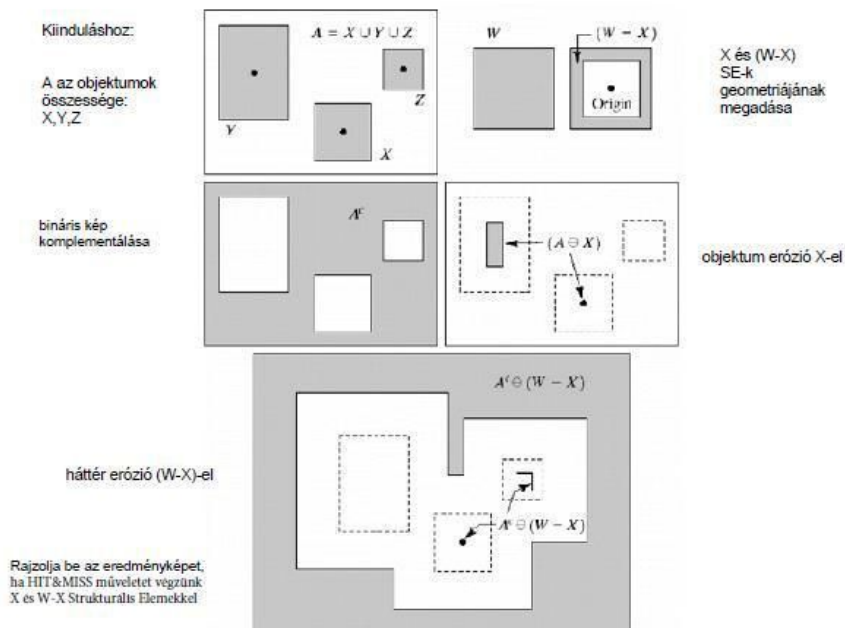
trükk??invertálás???

Bónuszkérdés (ha nincs meg a 12 pont): **Mit/hogyan emelne ki az ábrán a 3a, és 3b? (2 pont)**

A kis keresztveződéseket

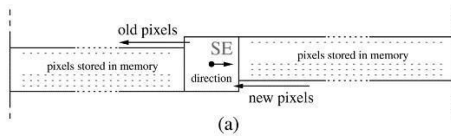
Adott a konkrét H&M SE pár a középpont jelölésével – **MI LESZ A H&M**

MŰVELET HATÁSA? RAJZOLJA IS BE AZ „EREDMÉNYT” AZ UTOLSÓ ÁBRÁBA, JOBBOLDALI INDOKLÁSSAL (6 pont)



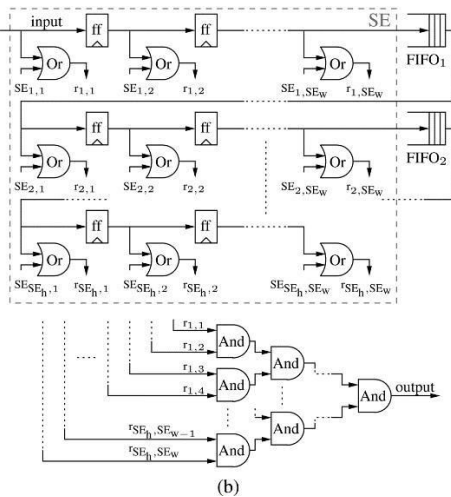
ERÓZIÓ CÉLHARDVERREL (6p): Az ábrán egy „delayed line” eróziós morfológiai célhardver funkcionális alapegysége látható. **V768xH1024 pixeles** képen, **3x7-es fekvő SE** (sorirányban nagyobb a dimenzió) esetén:

a.



Mekkora a FIFO-k mérete? **7bit**, a vízszintes része a SE-nek **NEM ez a sor mérettel** egyezik meg **1024 vagy 1024-7**

b. név/szerep



Hány FIFO kell? Delayed Line magyarázata? ahány sor esetleg -1, várunk, hogy egy sor beérkezzen majd lépünk, így egy sor lemaradásba leszünk, magyarázza kb a felső ábra

c. Hány flip-flop (ff) kell soronként, mi a szerepük? **7**, szép lassan vízintesen eszi a biteket és adja tovább ahogy halad az ablak

d.

Mi az OR kapuk szerepe? Az SE-ben aktiválhatjuk az adott biteket, ha 1 akkor dont care

e.

Mi az AND kapuk szerepe? Maga a hitmiss műveletet végzi

f. Hogyan lehet Eróziós egységgel dilataálni is?
Invertált képen a műveletek megfordulnak

Egy alkalmazásban a baloldali képből kapjuk a jobboldalit. Tömören, de konkrétan javasoljon morfológiai algoritmikus megoldást! Indokolja is meg a választást!

Diszk alakú SE, a körökhöz ami akkora mint egy kör, ekkor csak körök maradnak, fit művelet elvégzése (erózió), ezzel letörlöm a pácákat (nyitás)



Morfológiai-topológiai alpműveletek (6x2=12 pont)

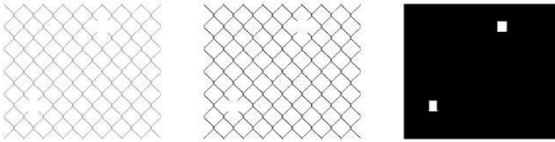
1. Jelölje meg azt az egyetlen állítást, amelyik **NEM** igaz. A **dilatáció**:

- növeli a (0 pixelértékekkel reprezentált) háttér méretét OX
- növeli a (1 pixelértékekkel reprezentált) objektumok méretét O
- simítja az objektum határokat O
- eltünteti a kis lyukakat / réseket O

2. Jelölje meg azt az egyetlen állítást, amelyik **NEM** igaz. Az **erózió**:

- csökkenti az (1 pixelértékekkel reprezentált) objektumok méretét O
- idempotens művelet OX
- simítja az objektum határokat O
- eltünteti a kis objektumokat / összenövéseket O

3. Balról-jobbra látható a gradált /binarizált / a kerítés drótfonat lyukait kiemelő bináris eredménykép (ahol az objektumpont legyen fehér=1, a háttérpont fekete=0)



1024x1024 gradált 1024x1024 binarizált

150x150 méretű 1 pixel vonalvastagságú keresztalakú (+) SE-vel feldolgozott kép

Az eredménykép láttán a végrehajtott morfológiai művelet Ön szerint:

- invertált kép csontváza O
- dilatáció O
- erózió OX
- zárás O

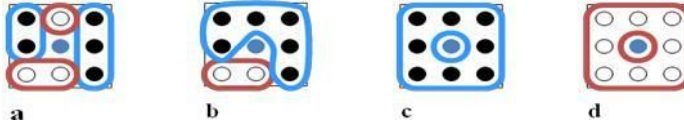
4. Egy implementációs ötlet, melyet órán említettem: nagyobb (globálisabb hatású) eróziós SE egyszerűbben implementálható kisméretű SE operátorok kaszkádosításával is. Jelölje meg azt az egyetlen állítást, amelyik **NEM** igaz

$$\text{dilate}[\text{dilate}(f, w_1), w_2] = \text{dilate}(f, w)$$

where $w = \text{dilate}(w_1, w_2)$

- két dilatációs SE (w_1, w_2) sorozatára igaz, hogy az eredő w SE: O
- A fenti w_1, w_2 dilatációs SE sorozat végrehajtásakor a sorrend tetszőleges O
- Nagyobb SE kisebb SE-k sorozatára bontható, de a megnövekedett SE szám növeli az elvégzendő műveletek számát X
- Egy **11x11** méretű SE erózió helyettesíthető **5** darab **1x3** majd **5** darab **3x1** méretű eróziós SE kaszkád végrehajtásával O

5. Topológiai értelemben „egyszerű pont” megtalálható egy 3x3-as lokális ablakművelettel is:



- Egyszerű pont a. topológia O
- Egyszerű pont b. topológia OX
- Egyszerű pont c. topológia O
- Egyszerű pont d. topológia O

6. A jobboldali kép a baloldali képből az alábbi lokális ablakművelettel származtatott:

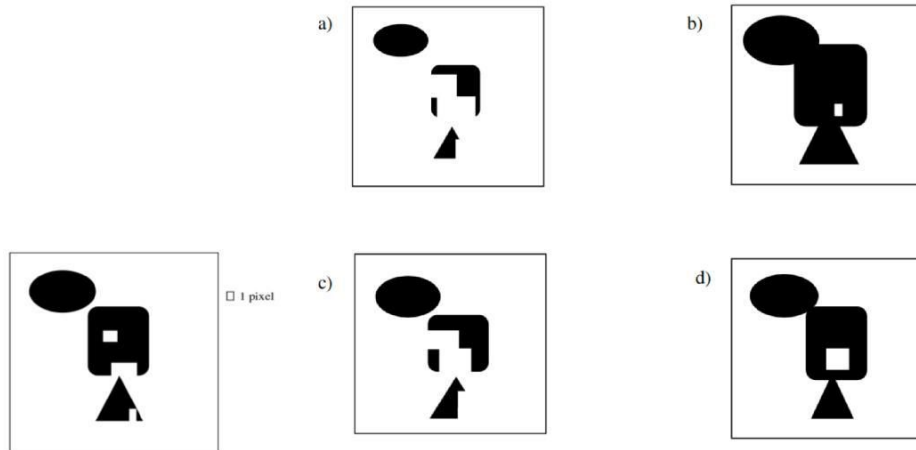
- egy 3x3-as négyzetes SE-vel végrehajtott Dilatáció eredménye O
- egy 3x3-as négyzetes SE-vel végrehajtott Erózió eredménye O
- az eredeti képből származtatott un. Csontvázat látjuk OX
- Konvolúciós Éldetektálás sorozat eredménye (leállási kritérium: a kép eltűnése előtt) O



„Reverse Engineering” morfológiai alpműveletek alkalmazásához (12 pont)

Egy tervezett alkalmazáshoz kiválasztott specifikus morfológiai művelettől nagyban függ a feldolgozás eredménye - azonos SE méret/alak alkalmazása esetén is, noha e paraméterek további variálása illetve az implementált alapSE-k kaszkádosítása további tervezési szabadságot biztosíthat! Példánkban négyszer ugyanazt a **3x3 méretű négyzetes SE-t** alkalmaztuk (viszonyításként ld. az 1x1 pixel méretét) – az alábbi alpműveleteket rendre kipróbálva: **erozió, zárás, dilatáció, nyitás**. Az egyszerűség kedvéért a ZH-n még én adom meg **a/b/c/d eredményképeket**, melyek az alább kért kvalitatív kiértékeléshez elegendően meghatározottak és méretpontosak (objektum: fekete/1).

a. Írja be a négy eredményképhez (a./b./c./d.) - a 4 hozzárendelhető alpműveletről - a megfelelő nevét (4 pont)



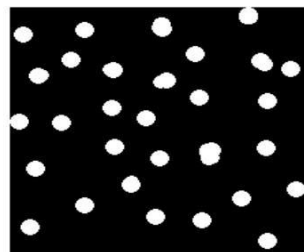
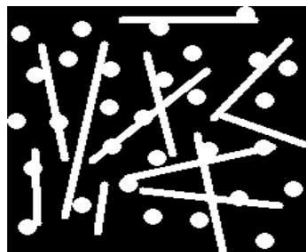
A-erózió, b-dilatáció, c-nyitás, d-zárás

b. Tömören és szabatosan alább definiálja a felsorolt 4 alpműveletet. Adja meg alkalmazhatóságuk előnyeit, korlátait is. (4x2=8 pont): *(Fentebb más sokszor)*

IDE:

A jobboldali kép a baloldali képből az alábbi lokális ablakművelettel származtatott

- Dilatáció eredménye
- Erózió eredménye
- az eredeti képből az un. Csontvázakat szedtük ki
- Nyitás eredménye

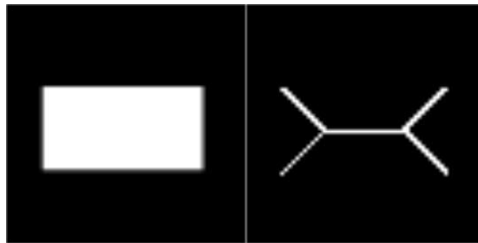


Egy bináris kép 3,7,9,15,17 pixel átmérőjű kör alakú objektumokat tartalmaz. Ki akarjuk szűrni egy lépésben a 13 pixelnél kisebb átmérőjűeket. Melyik morfológiai művelet alkalmas erre?

- Erózió 15 pixel átmérőjű kör alakú Struktúráló Elemmel
- Erózió 13 pixel átmérőjű kör alakú Struktúráló Elemmel
- Dilatáció 15 pixel átmérőjű kör alakú Struktúráló Elemmel
- Dilatáció 13 pixel átmérőjű kör alakú Struktúráló Elemmel

A jobboldali kép a baloldali képből az alábbi lokális ablakművelettel származtatott

- egy 3x3-as négyzetes SE-vel végrehajtott Dilatáció eredménye
- egy 3x3-as négyzetes SE-vel végrehajtott Erózió eredménye
- az eredeti képből származtatott un. Csontvázat látjuk
- Konvolúciós Éldetektálás sorozat eredménye (leállási kritérium: a kép eltűnése előtt)



A morfológiai „nyitás” művelete az alábbi jelenti:

- Kontraszt-növelés vagyis hatásában kivilágosítás (angolul Opening/Brightening)
- Erózió majd Dilatáció
- Dilatáció majd Erózió
- Erózió után egy Medián szűrés (utóbbi a zajokat hivatott végérvényesen kiszedni)

Optikai áramlás intenzitás-áramlás alapegyenlete

Azt fejezi ki, hogy a pixelek intenzitása egyik pozícióban sem változhat meg képkockáról-képkockára	IGAZ_HAMIS
Azt fejezi ki, hogy a képkockáról-képkockára elmozgó pixelek intenzitása nem változik	IGAZ_HAMIS
A megoldás a Taylor sor elsőrendű közelítésével <u>él</u> , feltételezve, hogy "nagyok" a detektált elmozgások	IGAZ_HAMIS
A megoldás a Taylor sor elsőrendű közelítésével <u>él</u> , feltételezve, hogy csak "kis" elmozgások vannak	IGAZ_HAMIS
A <u>Lucas-Kanade</u> megoldás feltételezi, hogy a vizsgált kis ablakon belüli pixelek azonos sebességgel mozognak	IGAZ_HAMIS
A <u>Lucas-Kanade</u> megoldás feltételezi, hogy a vizsgált kis ablakon belüli pixelek már nem mozognak	IGAZ_HAMIS
A <u>Lucas-Kanade</u> megoldás a vizsgált kis ablakon belüli hibák négyzetének összegét minimalizálja	IGAZ_HAMIS
Az optikai áramlás csak a mozgó objektumok mozgását írja le, azok 3D alakjára nem következtethetünk belőle	IGAZ_HAMIS

1. kérdés:

- a. Csontváz többfajta definíciójának rövid szöveges szemléltetése a baloldali ábrán.

Definíció 1: a maximális méretű még az objektumba foglalható diszkek súlypontjával jellemezve

Definíció 2: azok a pontok, melyek az objektum határvonalain fekvő 2 ponttól azonos minimális távolságra fekszenek

- b. Egyszerű pont fogalma. (fent)
c. Hogyan lehetne algoritmizálni a csontváz meghatározást?

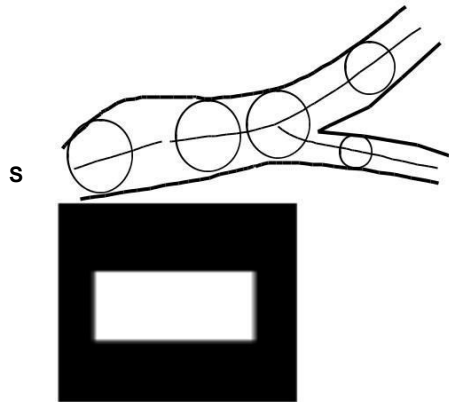
Meghatározás 1: erózió és dilatáció műveletekkel

Meghatározás 2: erózió sorozatával. Leállási kritérium – amikor az erózió mindkét oldalról azonos pillanatban ér el egy pontot („prerítűz” algoritmus)

- d. Hogyan lehetne párhuzamosítani az algoritmust (probléma-alapelv rövid szöveggel)?

Távolság alapú címkézéssel

- e. Rajzolja be a téglatest objektum csontvázát!(fent)

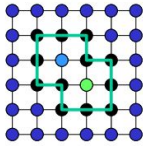
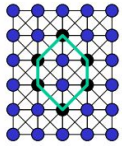


2. kérdés:

- a. Jordan tulajdonság. Milyen szomszédosság viszonyok mellett állhat fenn? Szemléltesse valamelyik ábrán az állítása igazságát!

Bármely zárt görbe a síkot két összefüggő halmazra osztja

- A Jordan tulajdonság nem állhat fenn, ha X és komplemente azonos szomszédosságú

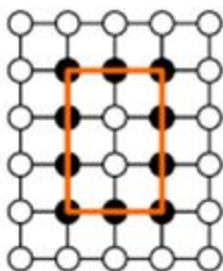
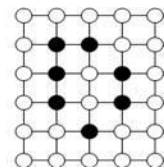
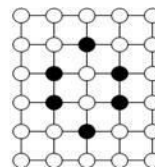
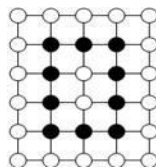


8-szomszédosság 4-szomszédosság

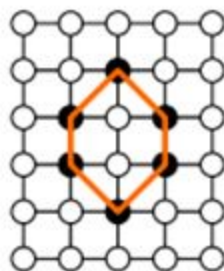
- b. Egyszerű zárt görbe. Rajzolja be az összes egyszerű zárt görbét, egyenként a típus szerint jellemezve azokat!

Z2

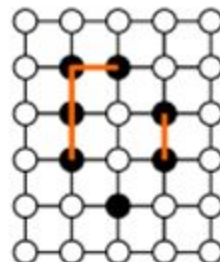
részhalmaza X egy egyszerű zárt görbe, ha minden x pontjának pontosan két szomszédja van X -ben



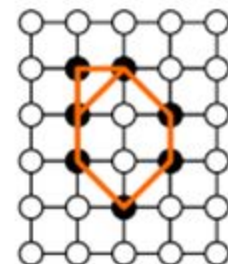
4-görbe



8-görbe



Nem 4-görbe



Nem 8-görbe

3. kérdés:

- a. Először a vízszintes SE1-el majd a függőleges SE2-vel végzünk morfológiai műveletet az ábra szerinti eredménnyel. Milyen tulajdonságú műveletekről van szó (megnevezés, rövid jellemzés)?

erózió

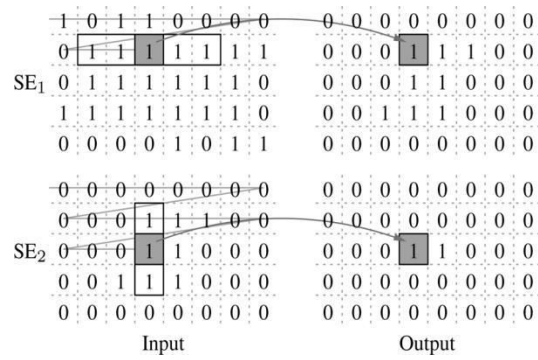
- b. Egy lépésben megcélözva ugyanezt a hatást - milyen méretű és tulajdonságú SE-vel lenne helyettesíthető az SE1, SE2 kétlépéses szekvencia? (SE strukturáló elemnek "dekompozíciója" SE1,

SE2 vel) 3x5

- c. A pixelműveletek számát tekintve melyik megoldás az előnyösebb (számszerű indoklás az ábra szerint)?

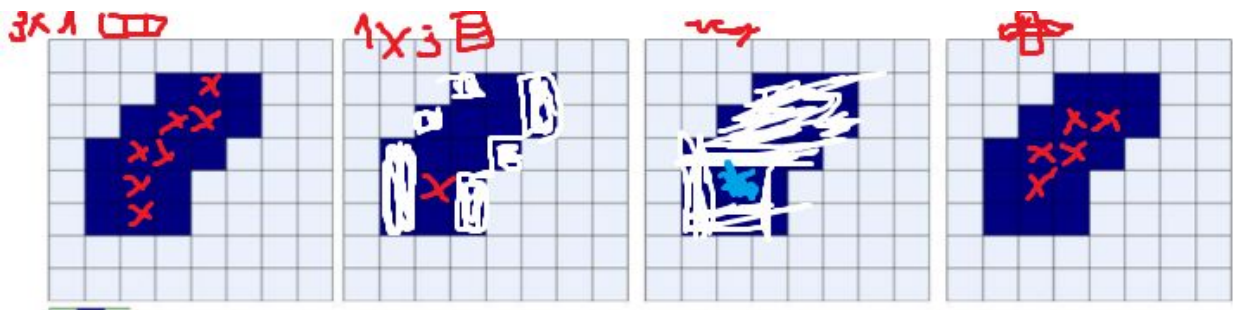
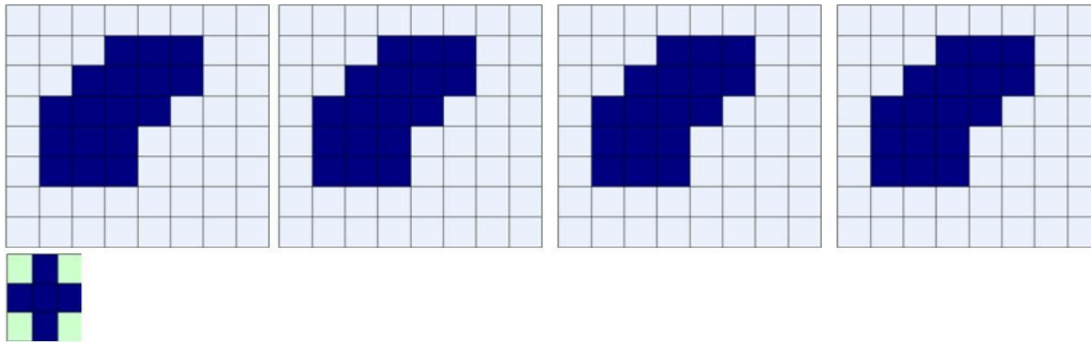
Először egy 1x5 majd egy 3x1 méretű SE-vel végezzük el egymás után az előzőekben levezetett műveleteket

Pixel műveletek száma 15-ről 5+3 ra csökken egy pozícióban



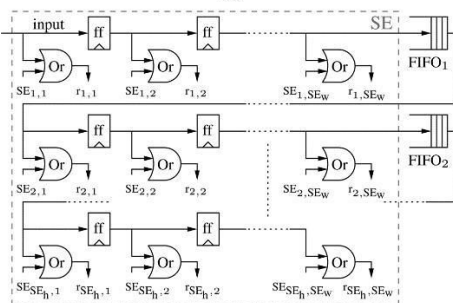
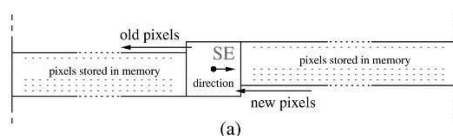
Mi marad az objektumból, ha ráengedünk egy 3x3-es eróziót? Hogyan lehetne dekomponálni a 3x3-es eróziós SE-t? Mutassa be a két megoldás ekvivalenciáját! Miért jó ötlet a dekompozíció? **3x3 marad, 3x1 és 1x3, 3+3= 6 vs 3*3=9, dekompozíció jó mert kevesebb művelet**

Mit eredményezne a kereszt alakú 3x3 eróziós SE (csak 5 aktív pozícióval)?



1. kérdés Morfológia elvi alapok+implementációs kérdések (Összesen 12 pont)

Az ábrán egy „delayed line” eróziós morfológiai célhardver funkcionális alapegysége látható. V768xH1024 pixeles képen, 3x7-es fekvő SE (sorirányban nagyobb a dimenzió) esetén:



f. Mekkora a FIFO-k mérete? Mi a szerepük? (2 pont) **volt**

g. Hány flip-flop (ff) kell soronként? Mi a szerepük? (2 pont) **volt**

- h. Mi az OR kapuk szerepe? Mi az AND kapuk szerepe? **(2 pont) volt**

Máskor – a technológiai korlátok miatt - csak 3x3-as méretű, bináris képen működő eróziós SE alapegységeket tudunk implementálni, igaz nagy számban – pl. az ún. “look-up tábla” módszerrel

0	1	0
1	1	1
0	1	0

(i)

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(ii)

- d. Mekkora méretű eredő eróziós SE-t realizálunk, ha 3 db 8-szomszédú (ii) alapegységet (origo a centrumban) egymás után kötve, azokon “pipeline” módon átvezetjük a képet (Input kép-SE1-SE2-SE3 =Output kép). **(2 pont)**

- e. Eróziós $SE=SE1+SE2+SE3$ dekompozícióhoz melyik (itt + jelű) morf. művelet kell? (2 pont)

dilatáció

- f. Milyen (SE méret/jelleg) köztes feldolgozási eredmény jelenik meg SE1 illetve SE2 kimenetén? (2 pont)

Morfológiai “vigaság”: **ha nem ért el legalább 6 pontot** az implementációs válaszokkal, összesített pontszámát feljavíthatja - **max. 6 pontig** - az alábbi morfológiai alapkérdésekre kapható bónusz pontokkal:

- g. Morfológiai Zárás művelet - tömör definíció. Egy adekvát alkalmazás megnevezés (2 pont)
- h. Morfológiai Hit&Miss művelet -tömör definíció. Egy adekvát alkalmazás megnevezés (2 pont)

1. kérdés: Bináris morfológia (12 pont)

Morfológiai beugr(at)ó kérdések igen/nem válaszok (ha az összes válasz jó: **3 pont**, ha csak a többség:

1pont)

Dilatáció kommutatív művelet **IGEN-NEM**

Erózió kommutatív művelet **IGEN-NEM**

Dilatáció és Erózió duális műveletek **IGEN-NEM**

Dilatáció asszociatív művelet **IGEN-NEM**

Erózió asszociatív művelet **IGEN-NEM**

Bónuszkérdés – ha nincs meg a 12p (ha az összes kiegészített reláció igaz: **2 pont**, ha csak a többség:

1pont)

Dilatáció kommutatív művelet $f \oplus SE = SE \oplus f$

Erózió kommutatív művelet $f \ominus SE = SE \ominus f$

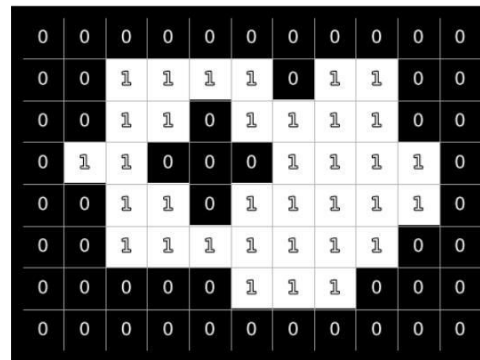
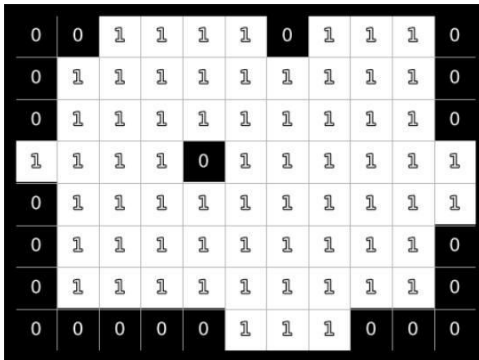
Dilatáció és Erózió duális műveletek $f \oplus SE = (f' \ominus SE)'$ $f \ominus SE = (f' \oplus SE)'$

Dilatáció asszociatív művelet $(f \oplus SE1) \oplus SE2 = f \oplus (SE1 \oplus SE2)$

Erózió asszociatív művelet $(f \ominus SE1) \ominus SE2 = f \ominus (SE1 \ominus SE2)$

(Ahol csak „értelmes” – az egyenlőség relációt használja!)

Morfológia művelet visszafejtése (5 pont)



A baloldali bináris képből – egy morfológiai művelet hatására – a jobboldali lett.

Nevezze meg a műveletet (**1 pont**) **erózió**

Adja meg a konkrét strukturáló elemet az origó bejelölésével (**2 pont**) **3x3 kereszt, origó közepén**

Definiálja a visszafejtett műveletet algoritmizálható precizitással (**2 pont**)

A visszafejtett morfológiai művelet iterációja (4 pont)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rajzolja be a végeredményt (láthatóan) a köztes eredménybe, ha a műveletet még egyszer végrehajtottuk (2 pont)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

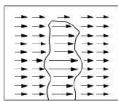
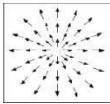
Módosítsa a visszafejtett SE-t úgy, hogy az egy lépésben is „hozza” az előbbi (2x) iteráció eredményét (2 pont)

$$SE_{új} = SE \oplus SE$$

		1		
	1	1	1	
1	1	1	1	1
	1	1	1	
		1		

OPTIKAI ÁRAMLÁS

Értelmezze az alábbi optikai áramlási képeket! Kamerás ADAS (Advanced Driver Assistant System) rendszerekben milyen sofőrt támogató feladatok alapja lehet ilyen optikai áramlás algoritmus?



Ütközés előrejelző, vészfék,

Transzlációs mozgás a kamera síkjára merőleges irányban.

Transzlációs mozgás előtérben egy objektummal, ami közelebb van és gyorsabban mozog.

Egy $I(x,y,t)$ képszekvencián mozgást követnénk **optikai áramlással**. Vezesse le az **intenzitás-áramlás** alapegyenletet. A tesztvideo egyetlen képkockáján jelölje be a módszer **alkalmazhatósága** szerint (**nem/korlátosan/jól**) elkülöníthető régiókat – rövid indoklással!



Nem fog működni homogén intenzitású képrészek

- Egyetlen él mentén csak az ún. „normál” áramlás határozható meg
- Sarkoknál, texturált részekben,... viszont jól működhet (utóbbi esetben éppen a jellemző-követési stratégia mondhat csődöt)

OPTIKAI ÁRAMLÁS (5p): Intenzitás-Áramlás alapegyenlet – a jelölések magyarázatával. Ábrázolás az u-v síkon. Apertúra probléma lényege, szemléltetése az u-v síkon. A merőleges sebesség-komponens meghatározása.

$I(x,y,t)$ képszekvencia esetén

Legegyszerűbb feltételezés (állandó fényességi korlát):

$$I(x,y,t) = I(x + dx, y + dy, t + dt)$$

(x,y,t)

99	90	90	70	40
95	90	70	40	40
90	90	70	40	40
90	90	70	40	40
90	70	50	40	30

emlékeztető: $f(x + dx) = f(x) + f'(x) dx + f''(x) dx^2 / 2 + \dots$

$$I(x,y,t) = I(x,y,t) + I_x dx + I_y dy + I_t dt + \underbrace{2. \text{ derivált} + \text{magasabbrendű}}_{\text{elhanyagolható}}$$

$$0 = I_x dx + I_y dy + I_t dt$$

$$-I_t = I_x \frac{dx}{dt} + I_y \frac{dy}{dt}$$

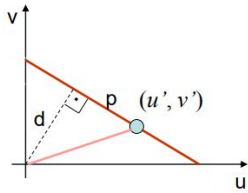
Intenzitás-áramlás egyenlet

$$I_x = \frac{dl}{dx}$$

$$I_y = \frac{dl}{dy}$$

$$I_t = \frac{dl}{dt}$$

U-V sík és a merőleges komponens meghatározása(d):
 Intenzitás- áramlás egyenlet EGY képpontban

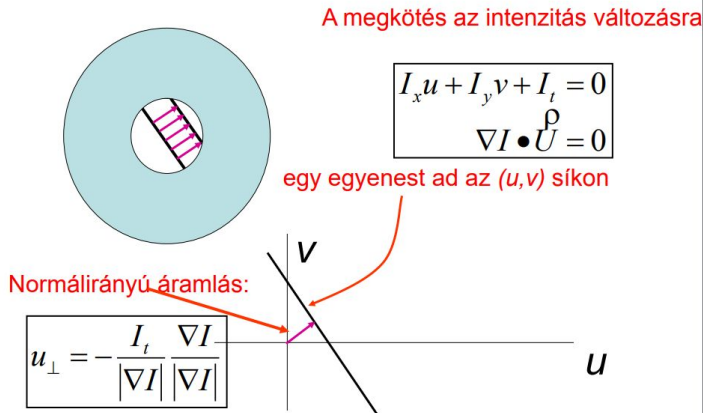


$$v = -u \frac{I_x}{I_y} - \frac{I_t}{I_y}$$

$$d = \frac{I_t}{\sqrt{I_x^2 + I_y^2}}$$

- (u', v') a folyam valódi sebessége
- A valódi optikai folyamnak két komponense van:
 - Normál irányban: d
 - Párhuzamos irányban: p
- A normál folyam meghatározható (gradiens irányú komponens)
- A párhuzamos (p) nem

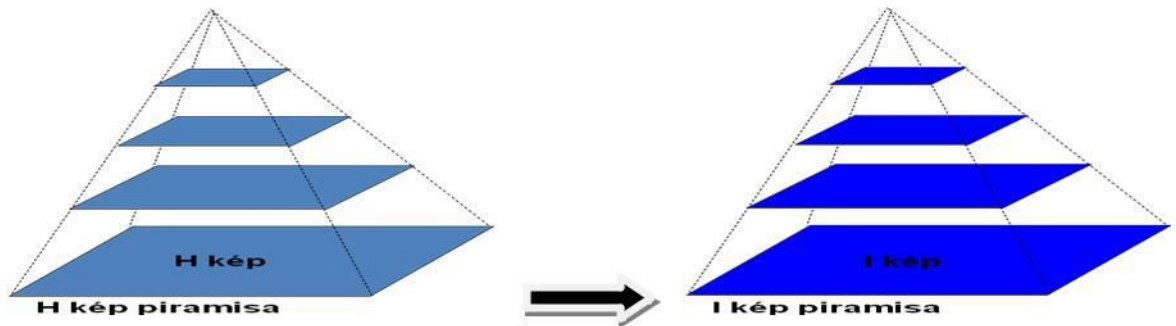
Apertúra probléma és a normál irányú megoldás



A piramis elvű optikai áramlásbecslést mikor érdemes használni? A H képből I kép

meghatározás lépéseinek tömör bemutatása az ábrán az és

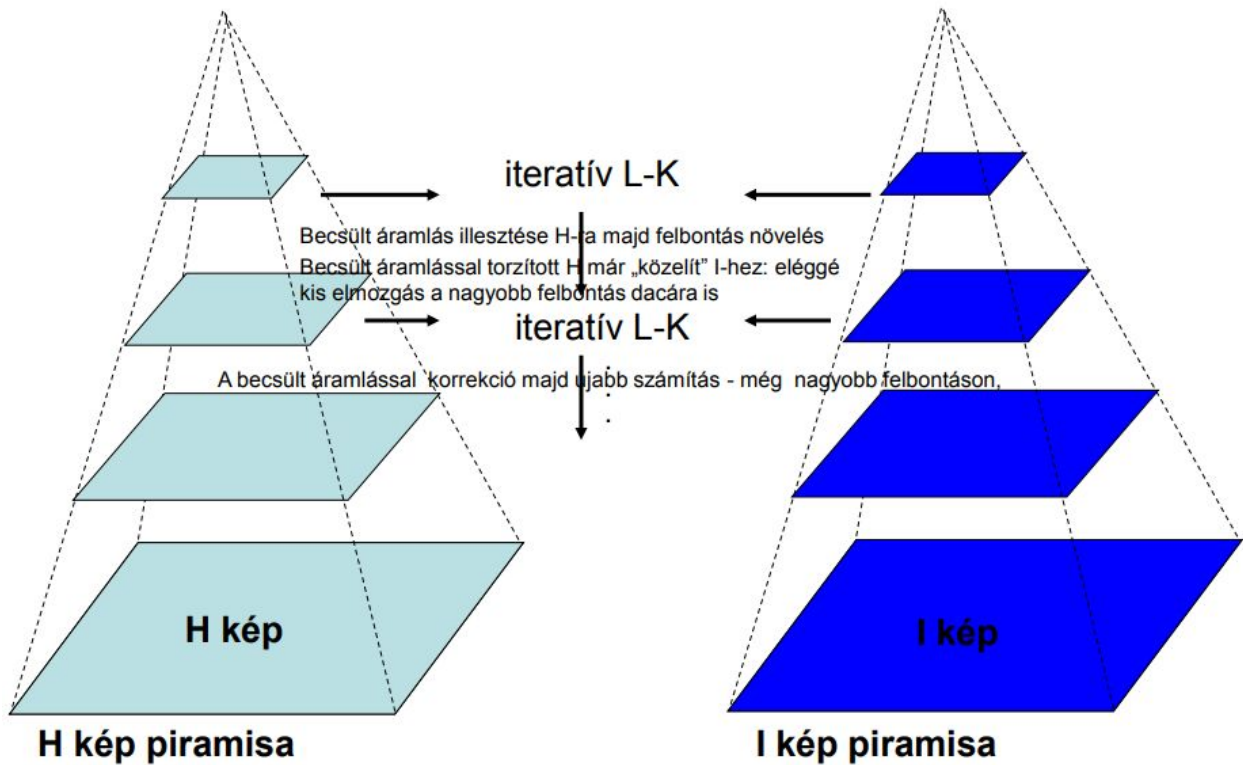
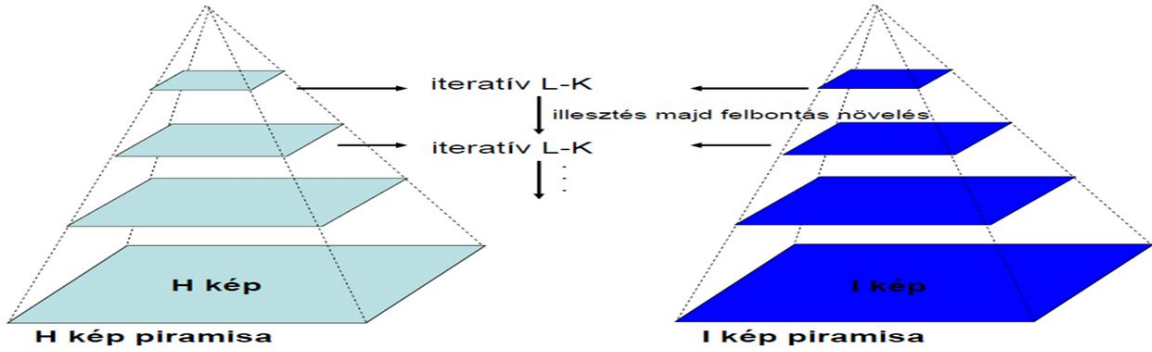
szimbólumok megfelelő felhasználásával + magyarázó szöveggel. Az iteratív Lucas-Kanade áramlásbecslő algoritmus részletezése most nem kell, **csak a piramis felépítés lépéseinek bemutatására koncentráljon!**

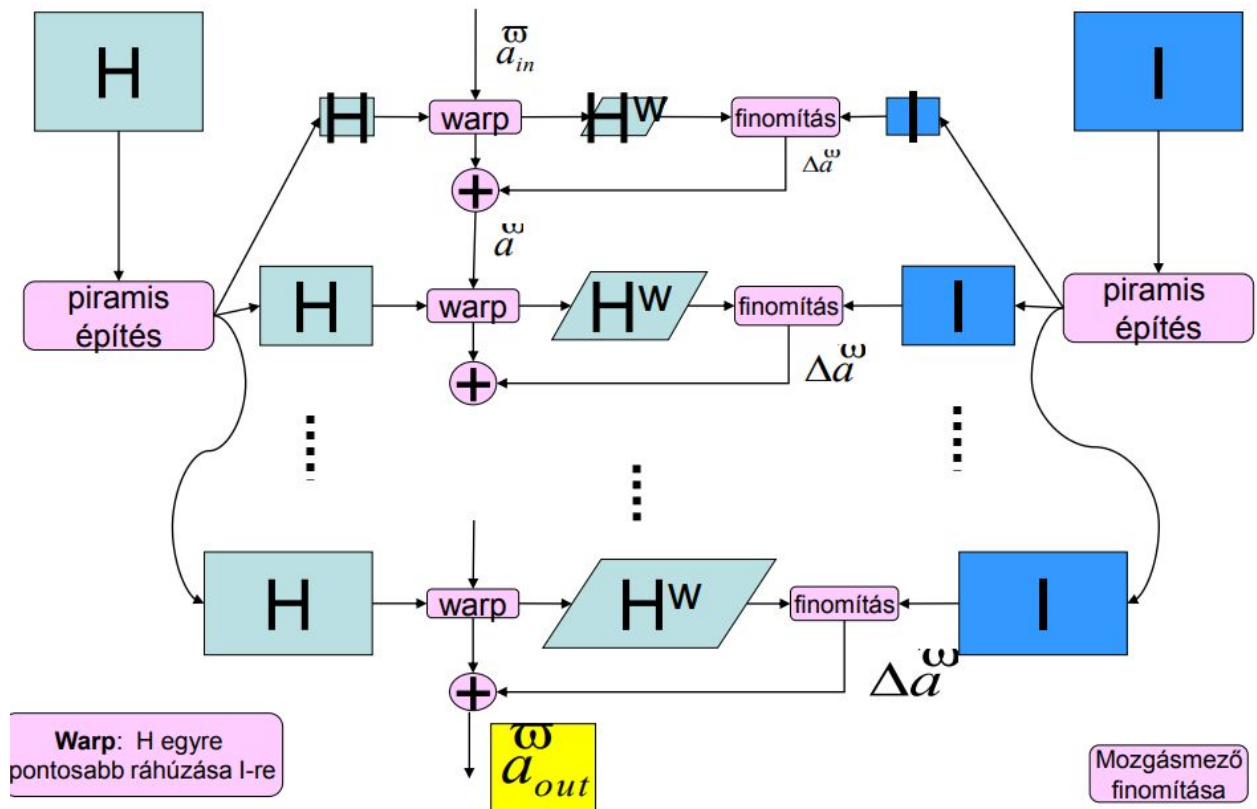


Ha túl nagy az elmozdulás, lerontjuk a felbontást majd visszaépítjük

- piramis építés pl. konvolúcióval
- 1D maszk vízszintes és 1D maszk függőleges irányban az előző pont eredményképén

Értelme, hogy túl nagy elmozdulások esetén is hatékonyan becsülhető az optikai áramlás.

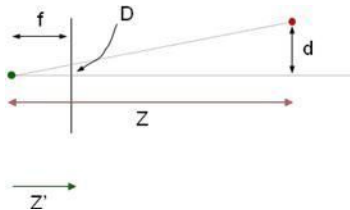




4. kérdés:

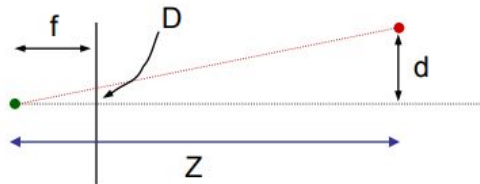
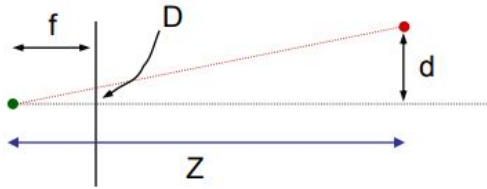
Autónk kamerás rendszere igyekszik megelőzni a ráfutásos baleseteket (is) – optikai áramlás elven. Az ábra jelölésrendszerét használva,

- Vezesse le a TTC (Time-To-Collision) becsült ráfutási időt, megadva a paraméterek jelentését is.
- Szükséges kamera kalibráció? Az ábra szerinti kameramodellhez mely ábrán jelölt belső paraméter tartozik? Kell mérnünk külön szenzorral a Z' autó sebességet? Válaszait indokolja



is meg röviden!

Alkalmazás: “TTC” (Time To Collision)



D = képpont távolsága az optikai tengelytől

D' = képpont sebessége a képen

Z = aktuális távolság

Z' = Z távolság változási sebessége

f = kamera fókusztávolság

d = mozgó pont távolsága optikai tengelytől

Dr. Loványi István Képfeldolgozás 2019

$$1) D / f = d / Z$$

$$2) D = df / Z$$

$$3) D' = -df Z' / Z^2$$

$$4) D' = -D Z' / Z$$

$$5) Z / Z' = -D / D'$$

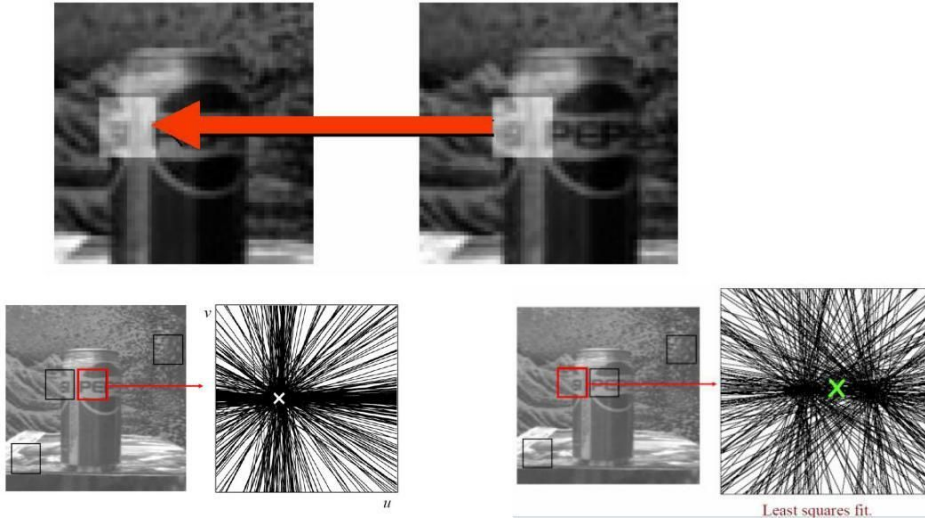
← TTC

Nagyon leegyszerűsödik a válasz:

Akkor is megadható, ha az aktuális sebességet nem is tudom és a kamera sem kalibrált!

Az alábbi ábrákon mozdulatlan tárgyak előtt translációs mozgást végző kamera által felvett képsorozat két egymásutáni kockája, alattuk pedig a nyilakkal megjelölt két képrészlethez tartozó optikai áramlással történt, U-V síkon felvett kiértékelés látható.

Jelölje meg a helyes állítást vagy állításokat (több ilyen is lehet az alábbi állítások között):



1. Kérdéscsoport: Intenzitás-áramlás egyenlet ábrázolása U-V síkon

Az U-V síkon látható egyenesek az egyes pontokra számított lehetséges U-V sebességkomponenseket adják [IGAZ_HAMIS](#)

Az U-V paraméterek az ablakban vizsgált képpontok X-Y irányú keresett sebességkomponensei [IGAZ_HAMIS](#)

Az U-V síkon látható egyenesek az egyes pontokban mért maximális gradiens irányát jelölik ki [IGAZ_HAMIS](#)

Az U-V síkon látható egyenesek a pontok egyenesvonalú (transzlációs) mozgásának fő irányát adják [IGAZ_HAMIS](#)

2. Kérdéscsoport: az U-V síkon ábrázolás értelmezése egy alkalmazásban

A "két-csomósodású" kiértékelés "duplázását" a fémdoboz becsillogás okozza Előzetes Laplace szűrés javasolt IGAZ_HAMIS

Az "egy-csomósodású" kiértékelés szerint a vizsgált képpontok nagyjából azonos relatív sebességgel mozognak IGAZ_HAMIS

A "két-csomósodású" kiértékelés szerint csak két vizsgált élpontra adott az optical flow megoldást (apertura hiba) IGAZ_HAMIS

A "két-csomósodású" kiértékelés szerint az ablakon belüli mélységugrás okozza az U-V síkon a duplázást IGAZ_HAMIS

Ezekben nem vagyok biztos de a két csomósodás jelenti hogy az ablakban több objektum is mozog. Ez így van!

Optikai áramlás alkalmazhatósági korlátai

Az alábbi ábrákon egy **ÉLT TARTALMAZÓ** illetve egy **HOMOGEN** képrészlet **OPTICAL FLOW** vizsgálatát illusztráljuk. A képpont mozgásvektorának nagyságát és irányát próbáljuk megbecsülni egy kör alakú kis nyíláson (apertúrán) belül vizsgálva az egymás utáni képkockák kijelölt kis részletének intenzitás-értékeit.

Jelölje meg a helyes állítást vagy állításokat (több ilyen is lehet az alábbi állítások között):



Az él csak a 3 nyíl által megjelölt irány-tartományban mozoghat, egyébként a másik él belezavar a vizsgálatba

IGAZ_HAMIS

A képek közötti él elmozdulás megjelölt irányai egyaránt lehetnek az intenzitás-áramlás egyenlet megoldásai

IGAZ_HAMIS

Ha legalább két él (csúcspont) követhetnénk az apertúrán belül – egyértelművé tehetnénk a mozgásirányt

IGAZ_HAMIS

A homogén tartományban az optical flow sokkal hatékonyabban (sokkal több mozgásirányban is) használható

IGAZ_HAMIS

Optikai áramlás - Mozgásvektor képek interpretálása

Jelölje meg a helyes állítást vagy állításokat (több ilyen is lehet az alábbi állítások között):

baloldali MV-kép lehetséges jelentése: Transzlációs mozgás a kamera síkjára merőleges irányban

IGAZ_HAMIS

középső MV-kép: Rotációs mozgás a képsíkra merőleges tengely körül

IGAZ_HAMIS

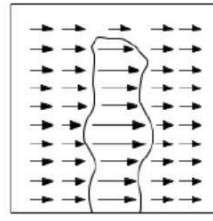
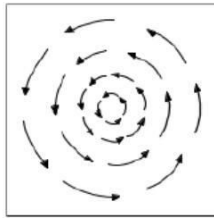
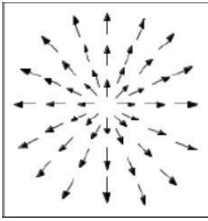
baloldali kép: Transzlációs mozgás a képsíkkal párhuzamosan csak az irány nem egyértelmű (apertúra hiba miatt)

IGAZ_HAMIS

jobboldali MV - kép transzlációs mozgásra utal, ráadásul a tárgy 3D domborulata is szegmentálható

IGAZ_HAMIS

Utolsó szerintem hamis... Ott az a lényeg hogy egy objektum közelebb van, de mondjuk ebből akár alakjára is lehet következtetni...



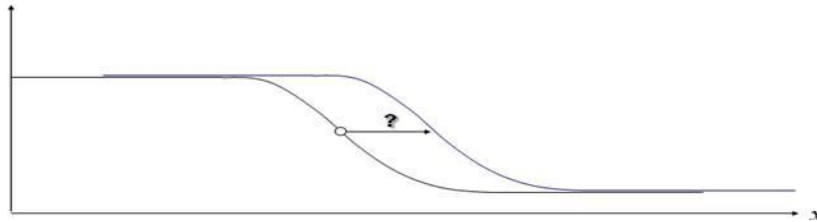
Optikai áramlás intenzitás-áramlás alapegyenlete

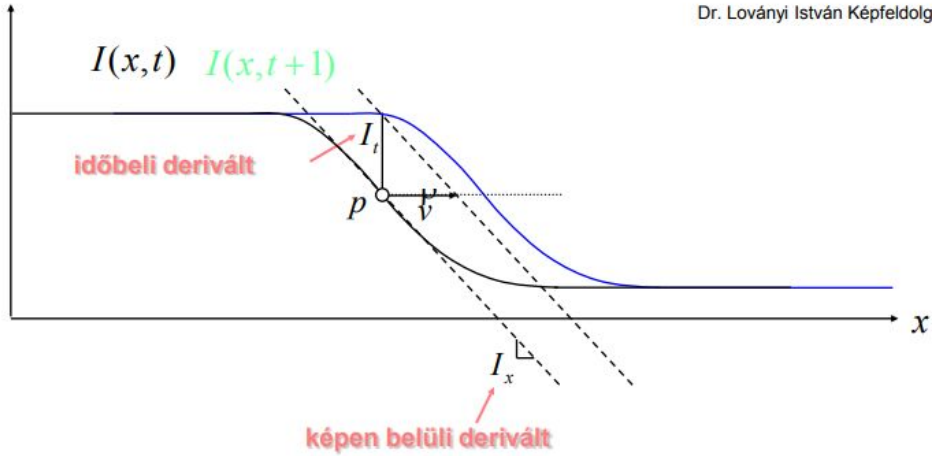
Azt fejezi ki, hogy a pixelek intenzitása egyik pozícióban sem változhat meg képkockáról-képkockára	IGAZ_HAMIS
Azt fejezi ki, hogy a képkockáról-képkockára elmozgó pixelek intenzitása nem változik	IGAZ_HAMIS
A megoldás a Taylor sor elsőrendű közelítésével él, feltételezve, hogy "nagyok" a detektált elmozgások	IGAZ_HAMIS
A megoldás a Taylor sor elsőrendű közelítésével él, feltételezve, hogy csak "kis" elmozgások vannak	IGAZ_HAMIS
A Lucas-Kanade megoldás feltételezi, hogy a vizsgált kis ablakon belüli pixelek azonos sebességgel mozognak	IGAZ_HAMIS
A Lucas-Kanade megoldás feltételezi, hogy a vizsgált kis ablakon belüli pixelek már nem mozognak	IGAZ_HAMIS
A Lucas-Kanade megoldás a vizsgált kis ablakon belüli hibák négyzetének összegét minimalizálja	IGAZ_HAMIS
Az optikai áramlás csak a mozgó objektumok mozgását írja le, azok 3D alakjára nem következtethetünk belőle	IGAZ_HAMIS

Optikai áramlás (12 pont)

Iteratív Lucas-Kanade algoritmus szemléltetése 1D esetre (berajzolás+magyarázat) (6 pont)

$I(x, t)$





$$I_x = \frac{\partial I}{\partial x} \Big|_t$$

$$I_t = \frac{\partial I}{\partial t} \Big|_{x=p}$$

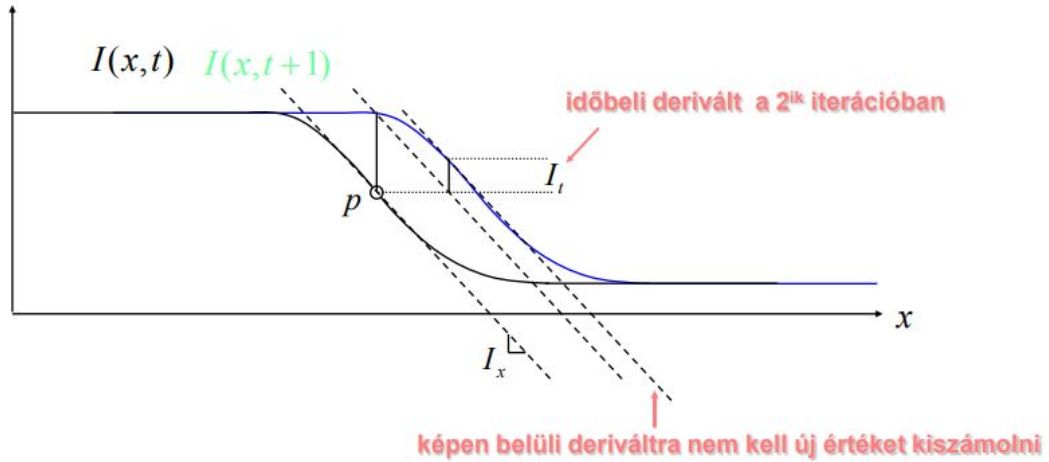


$$v \approx -\frac{I_t}{I_x}$$

korlátozó feltevések:

- Intenzitás állandóság
- kis elmozdulás

Iterációval lehet a sebesség vektort pontosítani:



$$v \leftarrow v_{previous} - \frac{I_t}{I_x}$$

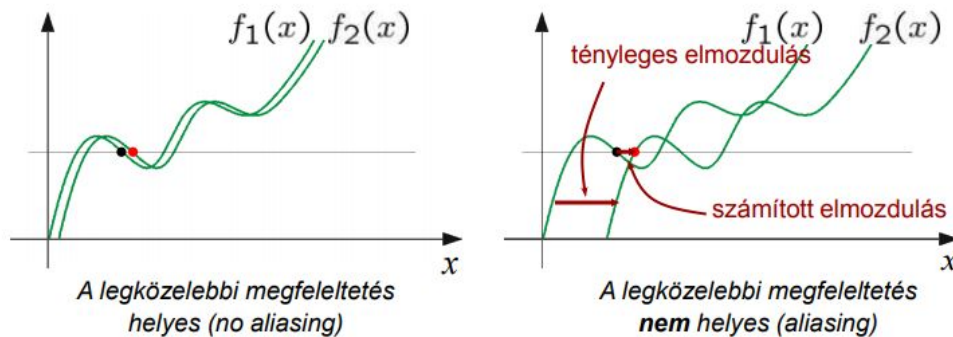
PI. konvergálás egy megadott hibahatáron belül: 5 iteráció kell

Minden p -re:

- Kiszámolni minden p -re a képen belüli deriváltat: I_x
- Sebességvektor inicializálása: $\vec{v} \leftarrow 0$
- Konvergenciáig ismételni:
 - Kompenzáció az aktuális sebességvektorral: $I'(x, t+1) = I(x + \vec{v}, t+1)$
 - Időbeli derivált újraszámolása $I_t = I'(p, t+1) - I(p, t)$
 - Sebességvektor újraértékelése: $\vec{v} \leftarrow \vec{v} - \frac{I_t}{I_x}$

Mit tegyünk, ha „túl nagy” (mit jelent?) az elmozdulás képről-képre? (ábra+szöveg) (6 pont)

Az intenzitás értékek időbeli/térbeli ismétlődése okozhatja a lokális ablakon belül nem egyértelműsíthető választ az alábbi kérdésre: A lokális ablakon belüli elmozgó pont megfeleltetés helyes?



Jobboldalt az adott képhez túl nagy volt az elmozdulás

A piramis elvű (durva-finom) iteráció megoldás lesz erre a problémára:

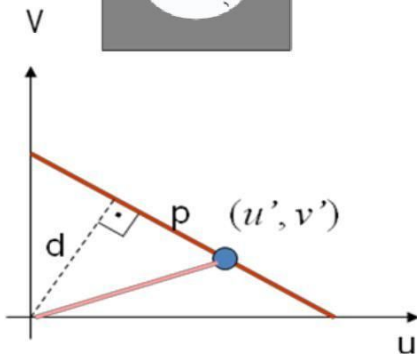
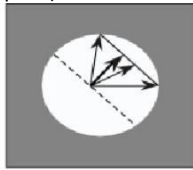
2. kérdés Mozgásanalízis – Optikai áramlás (12 pont)

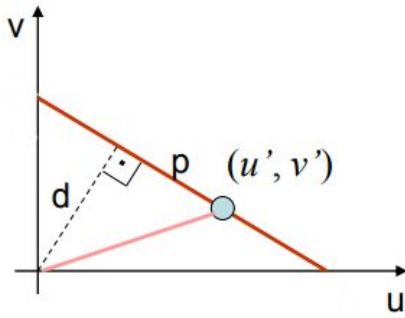
- a) Írja fel az intenzitás-áramlás alapegyenletet (u,v) sebességkomponensekre, értelmezze a paramétereket (3 pont)

($0 = I_x dx + I_y dy + I_t dt$) - ből

$$v = -u \frac{I_x}{I_y} - \frac{I_t}{I_y}$$

- b) A normál irányú d áramlási komponens levezetése (hasonló háromszögek!!!) és értelmezése az u - v síkon. (3 pont)





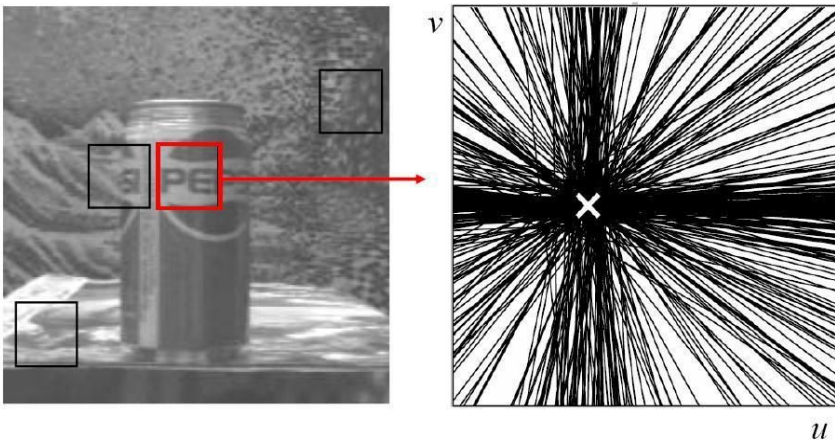
$$v = -u \frac{I_x}{I_y} - \frac{I_t}{I_y}$$

$$d = \frac{I_t}{\sqrt{I_x^2 + I_y^2}}$$

- (u', v') a folyam valódi sebessége
- A valódi optikai folyamnak két komponense van:
 - Normál irányban: d
 - Párhuzamos irányban: p
- A normál folyam meghatározható (gradiens irányú komponens)
- A párhuzamos (p) nem

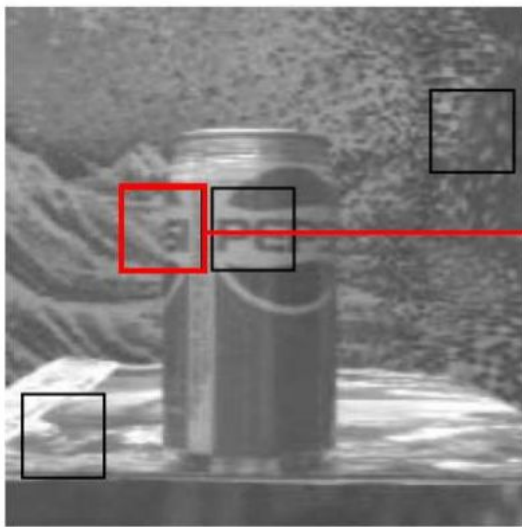
c) valós sebességet hogyan határozhatjuk meg? (2 pont)

d) Hogyan határozhatjuk meg több mozgó objektum valós sebességét az u-v síkon? Módosítsa a jobboldali ábrát arra az esetre, amikor a most kijelölt régiótól közvetlen balra lévő vizsgálgjuk. (2 pont)

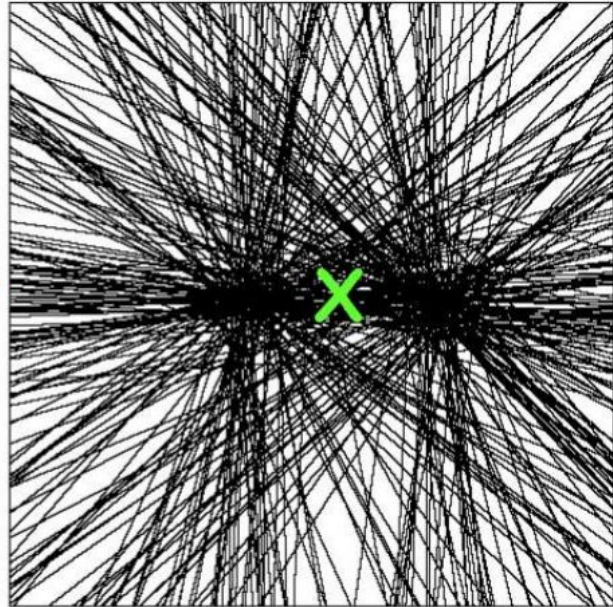


Megoldás:

Probléma: a vizsgált régióban egyszerre több objektum is mozog



V



Legkisebb négyzetes közelítés

U

- e) Azonosítsa be a két „mozgó” objektumot! Mi mozog valójában a módosított u-v sík értelmezése szerint? (2 pont)

“Mozog” a háttér és a BEPIS-es döbböz, (igazából a kamera)

Régió-alapú mozgásköv. videokompressziós alk. Tervezési metrika. (12 pont)

Definiálja a régió-alapú mozgáskövetést, egyben „állítsa szembe” a pixel-alapú optical flow módszerrel (előnyök/hátrányok, mikor melyik megközelítést alkalmazzuk, miért) (3 pont)

• Régió-alapú mozgásrepresentáció

- Először szegmentálni kell(ene) a különböző mozgású régiókat (objektumokat a képen
- Kezdetben nem tudjuk biztosan eldönteni, hogy a képen mely pixel-csoportok mozognak azonosan: iteratív szegmentáló és mozgásbecslő algoritmusok kellene!

1. Blokkos – Kép felosztása fix blokkokra, mindegyik blokkot egységesen egyszerű mozgásmoddal jellemezve (pl. translációs mozgással)

[+] Jó kompromisszum lehet a pontosság és az implementációs komplexitás között (ld. megint: tervezési metrika fontossága...) Pl. egyes video kódolási szabványokban

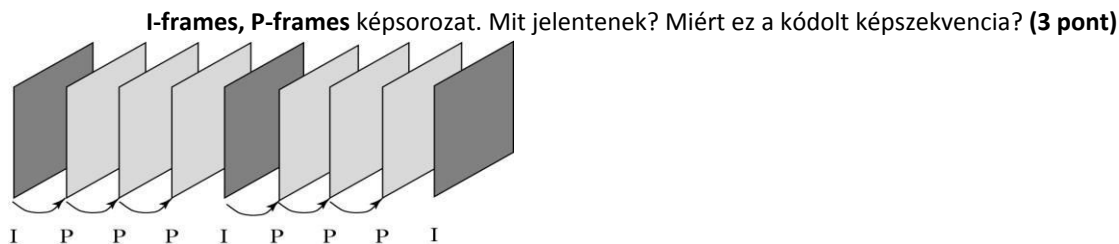
[-] Téves diszkontinuitások szomszédos blokkok határain

2. Mesh- alapú – A képet poligonokra felosztjuk. Mindegyik csomóponthoz MV-t számítunk – Belső pontok MV-jét a csomóponti MV-kből interpoláljuk

[+] Folytonos mozgásreprezentáció. Pl. arcmozgások és más nem-merev testek mozgásának leírására alkalmas

[-] Éppen ellenkezőleg: valós diszkontinuitások elkenése pl. objektum/háttér határokon

Mozgáskövetés szerepe a H.261 video kompressziós szabványban. A tömör/ lényegre törő magyarázathoz az összes releváns ábrát én megadom! Pontozás „hozzáadott érték” alapján!



Ez asszem az amikor csak a változást kódoljuk a Pn az I hez képest vagy hát ez előzőhöz képest

H.261 képsorozat keletkeztetése – kicsit részletesebben

Korai digitális videó kompressziós szabvány

A **Mozgáskompensációs elv** a későbbi szabványokban is hasonló marad

(MPEG1, MPEG2, MPEG4, MPEG7, MPEG21, stb. ismertetése – idő hiányában - itt kimarad)

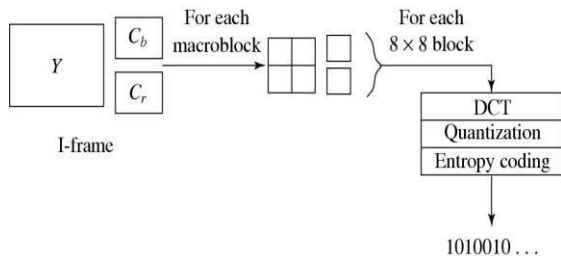
2 képkocka típus szerepel a következő ábrán:

Intra-frames (**I-frames**) Inter-frames (**P-frames**):

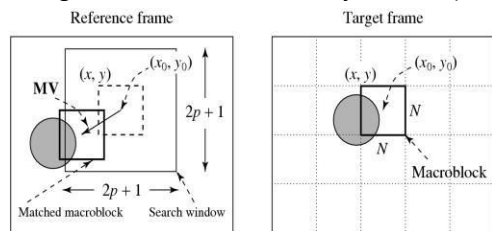
I-frames: független képként külön kódoljuk (JPEG) innét az “Intra”. A képen belüli térbeli redundanciát csökkentjük így.

P-frames: nem függetlenek, előző p-frame-ből keletkeztetve **Prediktív** kódolással. Innét a „P-frame”. Csak a predikciós hibát visszük át (Ha jó a predikció nagy a kompresszió). A képek közötti időbeli (temporal) redundanciát csökkentjük így.

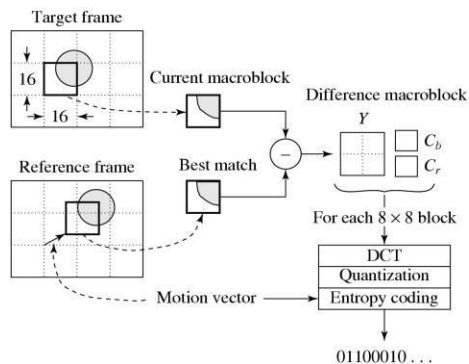
Intra (I-frame) kódolás. Jellemezze az algoritmuslanc lépéseit! Miért így/ezekkel ? (3 pont)



Mozgásvektor keresése. Rövid jellemzés (részletekbe nem mentünk az órán se!) (3 pont)



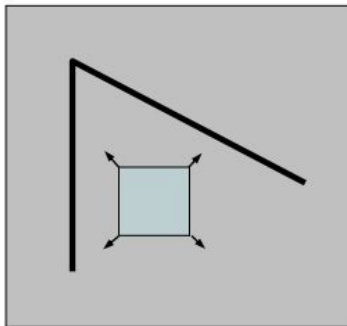
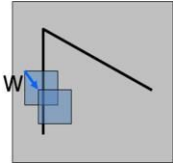
Bónuszkérdés (ha a 12 pont nincs meg). Alább a H.261 „összerakva” a fentiekből. Miért javul a kompressziós ráta, ha a mozgásbecslés pontosságát javítjuk? Miért nem feltétlenül érdemes a becslő algoritmus pontosságát vég nélkül javítani? (3 pont)



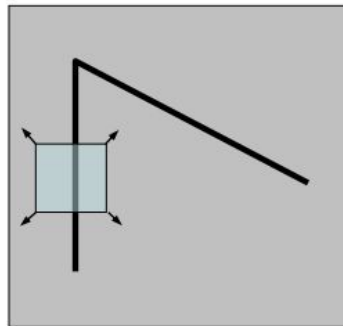
ÉL-, SAROK-, SIFT- JELLEMZŐPONTOK

2. kérdés Harris sarokpont detektor (Összesen 12 pont)

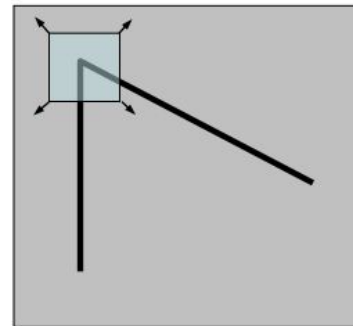
- a. Mit tapasztalunk esetenként, ha egy kis ablakot homogén képrész felett, él mentén, sarokpont környezetében mozgatunk különböző irányokban? (3 pont)



“homogén” régió
Bármely irányban:
Semmi változás!



“él”:
Az él mentén nincs
változás



“sarok”:
minden irányban
jelentős a változás

- b. Adott a kiinduló $E(u,v)$ négyzetes „hiba”függvény kis (u,v) ablak elmozgásokra. Adja meg tömören E , I , x , y , W paraméterek képi értelmezését. (3 pont)

$$E(u, v) = \sum_{(x,y) \in W} [I(x + u, y + v) - I(x, y)]^2$$

W-ablak (pl Gauss)
I-intenzitás kép
E-hiba
Xy- x y tengely(?)

- c. A fentiek alapján (de a levezetést mellőzve) mi a Harris „sarokság” kritériuma a \mathbf{H} mátrixból számítható λ_{\pm} paraméterek kiértékelése alapján? Miért? (3 pont)

H sajátértékei szerint vizsgálva:

- \mathbf{x}_+ = **legnagyobb** E növekményt okozó mozgásirány
- λ_+ = a növekmény \mathbf{x}_+ irányban
- \mathbf{x}_- = **legkisebb** E növekményt okozó mozgásirány
- λ_- = a növekmény \mathbf{x}_- irányban

λ_+ , \mathbf{x}_+ , λ_- , \mathbf{x}_- alapján mi legyen a kritérium?

$E(u, v)$ legyen nagy kis elmozdulásokra, minden irányban

- A minimum értéket \mathbf{H} **kisebbik** (λ_-) sajátértéke határozza meg

Algoritmus összegzése:

- Minden pontban kiszámoljuk a gradienseket
- A gradiens értékekből számoljuk \mathbf{H} mátrixokat (a pont körüli ablakban)
- Kiszámoljuk a sajátértékeket
- Megkeressük a ($\lambda_- >$ küszöb) válaszú képpontokat
- Sarokpontnak választjuk a helyi maximum λ_- értéket produkáló pontokat

- d. Fentiek alapján megadom a Harris sarokpont keresés egy „pseudo-kódját”. Csak az **5.** és **6.** lépésben írtakat értelmezze és indokolja tömören: R számítás előnyei / hátrányai, R küszöbözés módja/célja, lokális maximum keresés célja. (3 pont)

R hasonló összefüggést keres a sajátértékek alapján mint a Harris alapelv, csak:

- 1. Sokkal könnyebb implementálni, mert nem kell a sajátértékeket kiszámolni**
- 2. Ráadásul könnyebb a számított R alapján dönteni a „sarokságról” is**

R > 10000 esetén sarokpont

Sarokpontok megadása

1. Compute x and y derivatives of image

$$I_x = G_\sigma^x * I \quad I_y = G_\sigma^y * I$$

2. Compute products of derivatives at every pixel

$$I_{x2} = I_x \cdot I_x \quad I_{y2} = I_y \cdot I_y \quad I_{xy} = I_x \cdot I_y$$

3. Compute the sums of the products of derivatives at each pixel

$$S_{x2} = G_{\sigma'} * I_{x2} \quad S_{y2} = G_{\sigma'} * I_{y2} \quad S_{xy} = G_{\sigma'} * I_{xy}$$

4. Define at each pixel (x, y) the matrix

$$H(x, y) = \begin{bmatrix} S_{x2}(x, y) & S_{xy}(x, y) \\ S_{xy}(x, y) & S_{y2}(x, y) \end{bmatrix}$$

5. Compute the response of the detector at each pixel

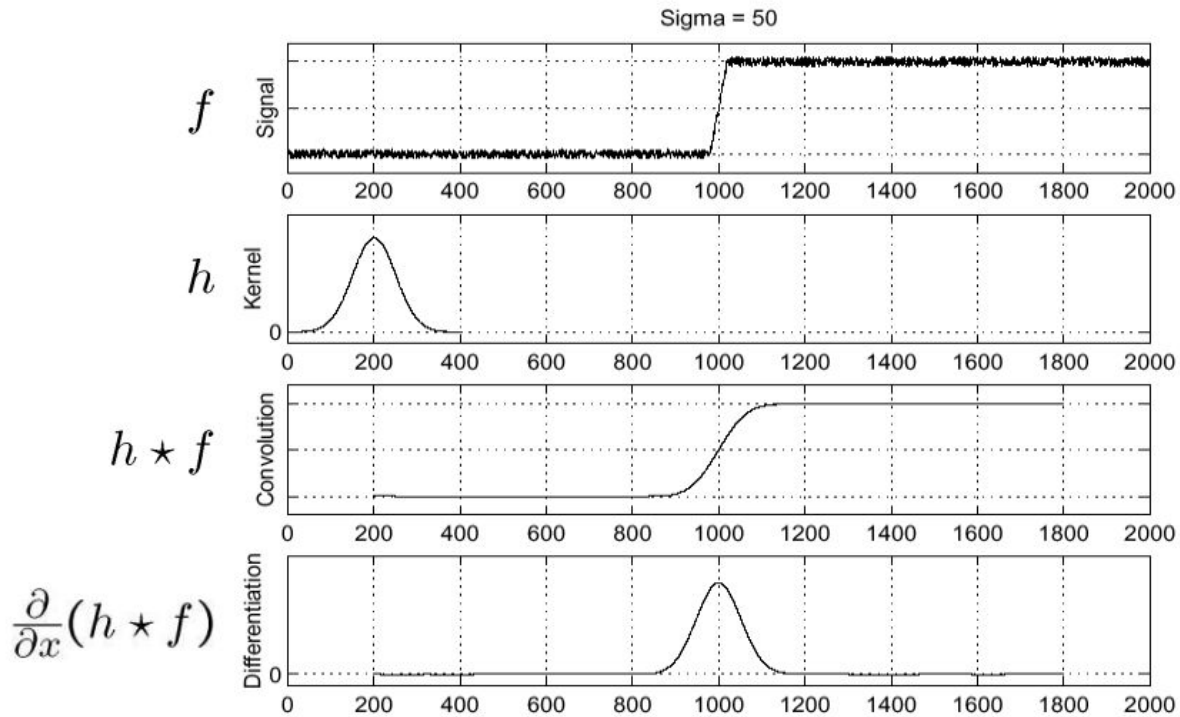
$$R = \text{Det}(H) - k(\text{Trace}(H))^2$$

6. Threshold on value of R . Compute nonmax suppression.

Képjellemzők detektálása és követése (12 pont)

A felső sorban látható 1-D „zajos” képen élpontokat keresünk a további sorok szerint.

- a. Röviden jellemezze az ábrán látható lépéseket (képlet, funkció, elvégzés indokltsága) (4 pont) **jel, szűrő, szűrt jel, él helye**

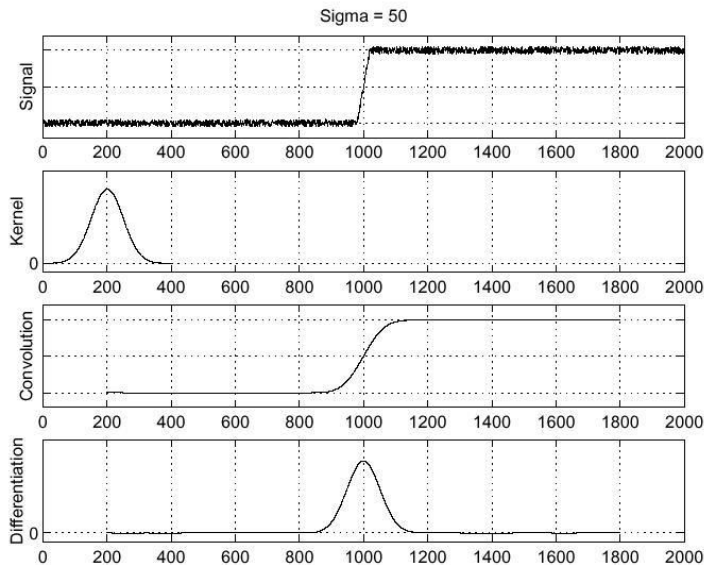


Hol az él? a maximumát keressük: $\frac{\partial}{\partial x}(h \star f)$

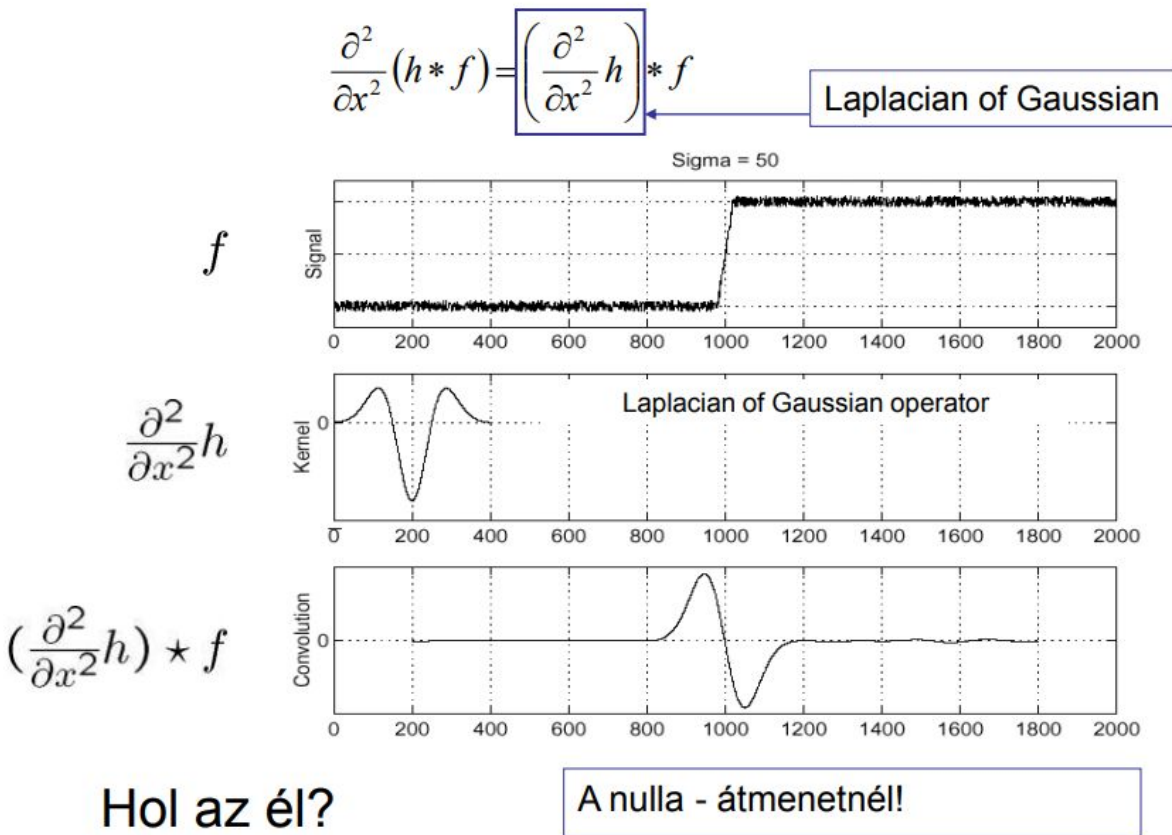
- b. Milyen kritérium szerint kereshető meg az él? (1 pont)

Derivált maximumhelye

- c. Hogyan lehetne felgyorsítani a műveletet? (1 pont) **Ha magát a szűrőt deriválnánk, akkor elég lenne 1 deriválás meg 1 szűrés**



Hogyan módosulna a fenti illusztráció (rajzolja be!), és az Ön 3válasza Laplace éldetektor esetében? (3 pont)



Adja meg a diszkrét (IMMÁR 2 DIMENZIÓS!) Laplace operátor konvolúciós súlyait, 4/8 szomszédos objektumrepresentáció esetére egyaránt (2 pont)

Konvolúciós maszkkal (súlyok) megadva:

$$\nabla^2 I \approx \frac{1}{\varepsilon^2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{6\varepsilon^2} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 4 & -20 & 4 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Az ún. Mexican hat /Sombrero kernel milyen műveletsort reprezentál? (1pont)



Laplace of Gaussian:

∇^2 a Laplace operátor jele:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

HARRIS (5p): Írja fel az $E(u,v)$ négyzetes „hiba”- függvényt kis (u,v) elmozgásokra. Mi a „sarokság” kritériuma?

Harris sarokpont kereső algoritmikus összegzése 5 lépésben. Mit számolunk ki (minden pont

környezetében) a Harris kiinduló képlettel? A lépések rövid, de értelmezhető szöveges jellemzése is elégséges! A „H” mátrix és a sajátértékek konkrét kiszámítása most nem kell!

Emlékeztetőül adott a kiinduló képlet, de a paraméterek értelmezése már legyen az Ön dolga:

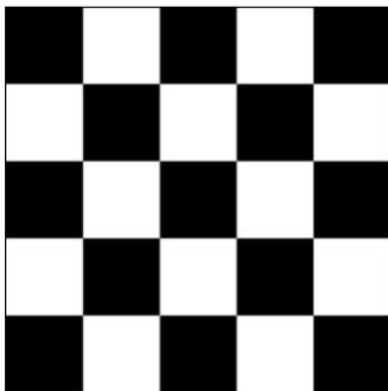
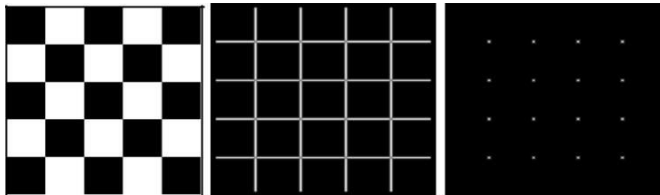
$$E(u, v) = \sum_{(x,y) \in W} [I(x + u, y + v) - I(x, y)]^2$$

fent

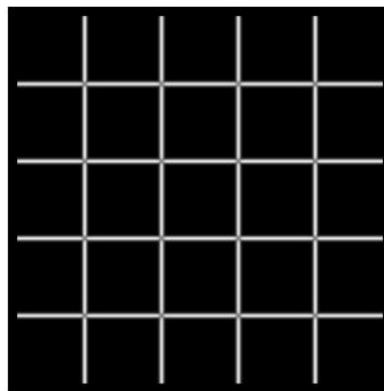
8-szomszédú lánckód implementáció 3x3 ablakművelettel. Szöveges értelmezés + ábra:

7	6	5	<u>ALGORITMUS:</u> i=0 WHILE (R _i ≠0) { i++ } MOVE P to R _i SET i=0 JUMP to next search
	0	4	
	1	23	

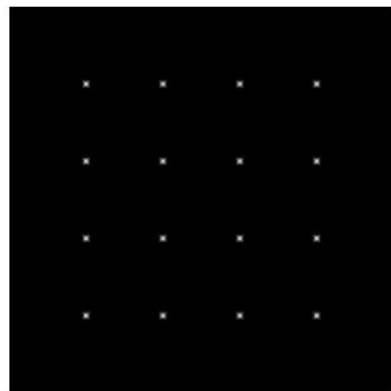
Harris: írja fel a kiinduló E(u,v) négyzetes „hibafüggvényt” kis (u,v) elmozgásokra. A sakktabla mely származtatott értékei láthatók a további két képen? Mi a „sarokság” kritériuma?



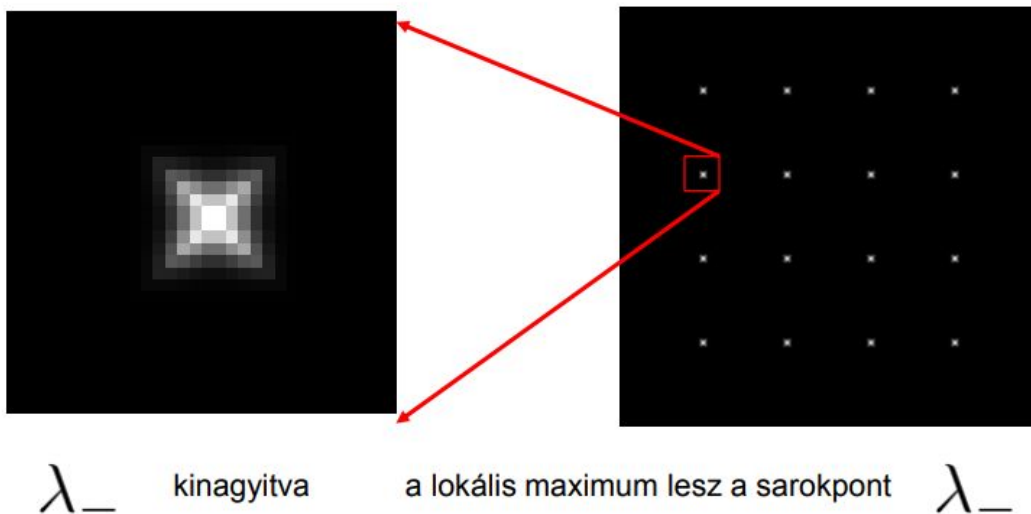
I



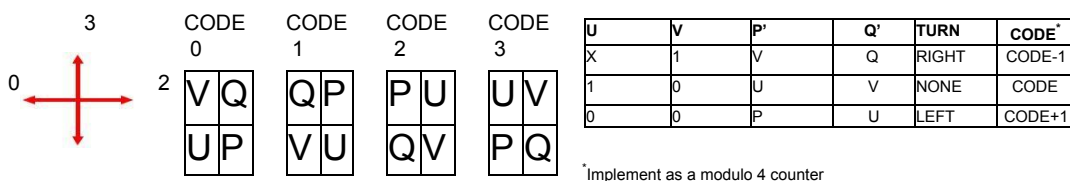
λ_+



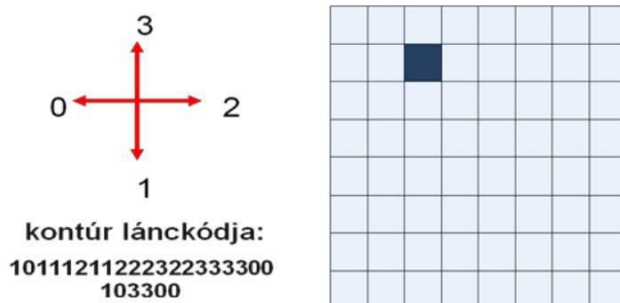
λ_-

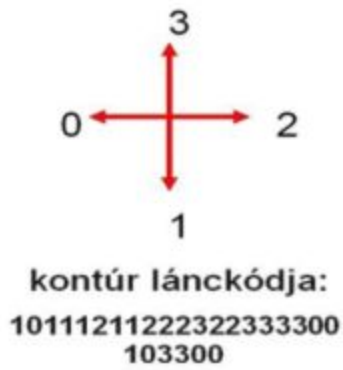


4-szomszédú lánckód implementáció 2x2 ablakművelettel. Mindent megadtam, „csak” értelmezni kell a paramétereket és az algoritmust!



A lánckód alapján rekonstruálja az objektumot (bejárás óramutató járásával ellentétes irányban, az elsőként letapogatott jelölt kezdőpontból). Hogyan lehet elforgatás-invariánsá tenni a lánckódot? Írja fel az új kódot!





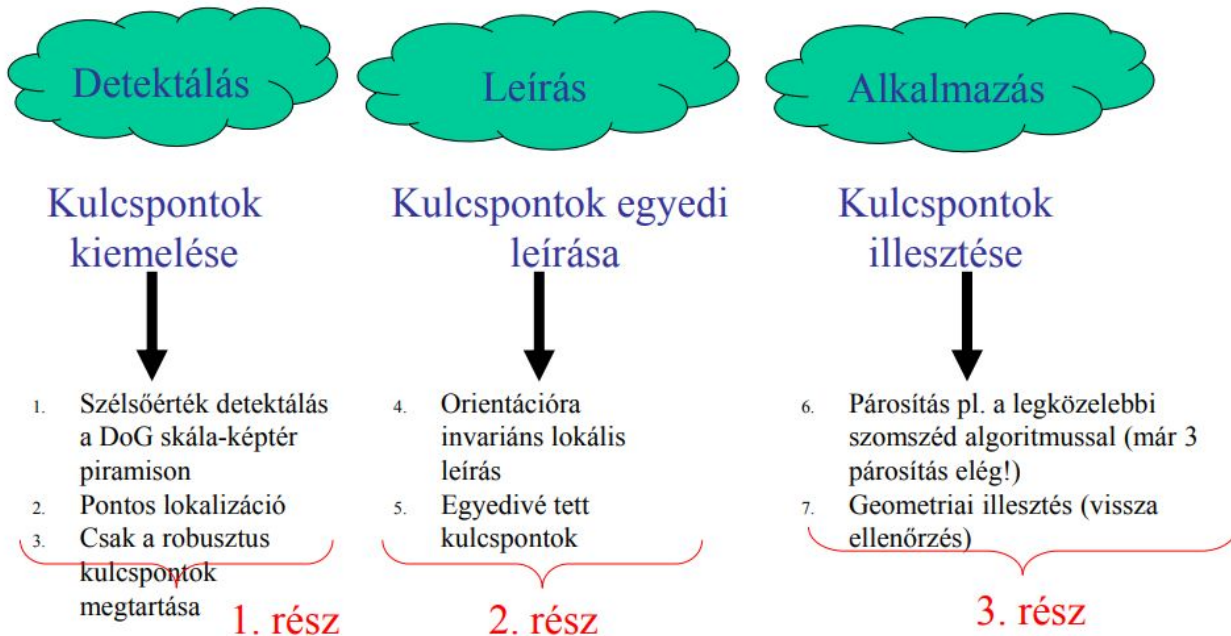
Rotáció invariancia: differencia képzés

2018.05.15. SIFT E FÉLÉVBEN NEM FÉRT BELE AZ IDŐBE. NÉHÁNY KÉRDÉS CSAK A KÖNYVEBB EGYÉNI FELDOLGOZHATÓSÁG MIATT BEMUTATVA:

Itt csak nevezze meg, a túloldalon pedig egyenként „értelmezze” a SIFT workflow 3 fázisának 7 lépését!



Megoldás:



Egészítse ki a SIFT workflow hiányos ábráját az 1. és 3. fázis lépéseinek megnevezésével! A **túloldalon** konkrétumokkal fejtsse ki a 2. fázis (orientáció invariancia + egyedi leírás) algoritmikus lényegét!



Ugyanaz mint fent + (csak 4 meg 5 a kérdés de leírom mindet, diákon elég rák a sorrend):

1 szélsőérték detektálás, szomszédokhoz viszonyítva, extrémumot keres

2 subpixel pontosítása parabola illesztéssel

3 az élszerű, kontrasztszegény pontok elhagyása, sarokszerűek megtartása

4-5 vesszük a pontok gradiens nagyságát és irányát, egy 128 elemű leíró vektort készítünk, gradiens hisztogramot veszünk megadja a főirányt, ablakot "ráfördítjük" (gradiens hisztogramm maximum irányába újramintavételezzük a transzformált képrészletet)

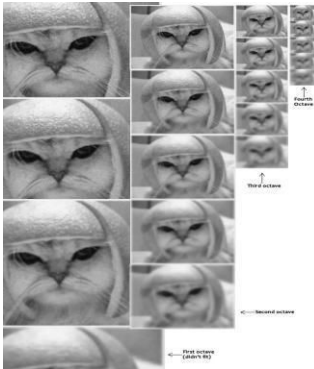
6 a legközelebbi és második legközelebbi kulcspontokhoz hasonlítunk, SSD- távolság aránnyal, 0,8 alatt már szinte tuti jó illesztés

7 Hugh transzformáció, affin transzformáció

Az ábrán 4 oktáv egyenként 5 db Gauss szűrt képe látható. Ebből kiindulva egy skála-képtér piramisépítés majd lokális extrémum keresés után jelöljük ki a SIFT kulcspont jelölteket (1. kérdés első fázisának első lépése).

Feladatok: Adja meg az algoritmikus részleteket. Röviden indokolja is meg a

megoldás választásokat (DoG vs. Laplace) Milyen értelemben „jobb” a SIFT kulcspont –jelölt a Harris sarokpontnál?

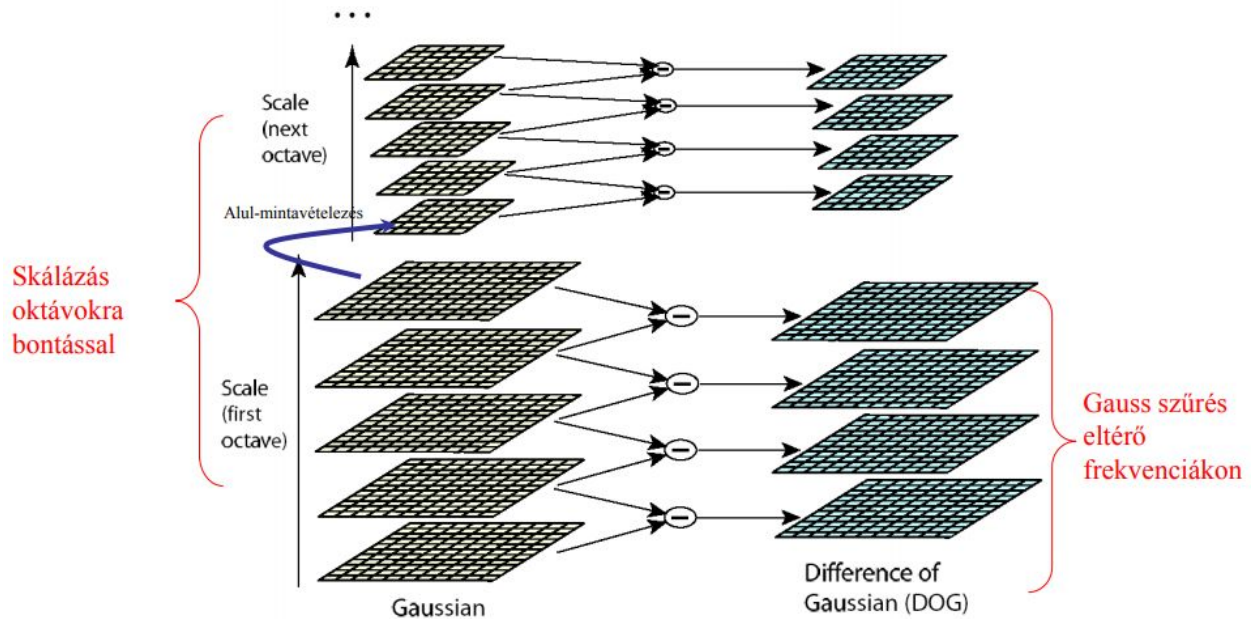


Algoritmus fent

Építésre: SIFT: DoG operátor az xy képen és újaskálázási faktor mentén

DoG skála-képsík piramis építés

- jobbra amit a különbségképzés után kapunk:



gauss-> gauss szűrő+alulmintavételezés, lebontáskor expand+interpoláció

Nemtom ez-e a kérdés...???

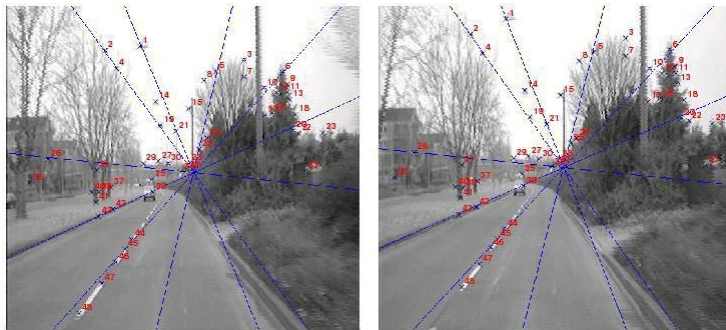
DoG jó közelítést ad a Laplace-ra illetve gyorsabb számítást is eredményez, Laplace zajérzékenyebb.

Invariáns a skálázásra? Túl trívnek hangzik ez a megoldás...

Példa SIFT tesztkérdésekre

SIFT két fő lépése a kulcspont lokalizálás (i) és leírás (ii)	IGAZ_HAMIS
SIFT kulcspontok skálázásra invariánsak de elforgatásra nem	IGAZ_HAMIS
Az alternatív korreláció viszont az elforgatásra invariáns de skálázásra nem	IGAZ_HAMIS
Epipoláris geometriánál nem fontos az egyedi kulcspontok párosíthatósága, mert 2 külön kamera van	IGAZ_HAMIS
Skála-invariáns detektáláshoz a GAUSS szűrés nem jó, mert nem ad maximumot	IGAZ_HAMIS
Skála-invariáns detektáláshoz a Laplace szűrés jó, de viszonylag bonyolult számolni	IGAZ_HAMIS
Skála-invariáns detektáláshoz a Derivative of Gauss szűrés jó	IGAZ_HAMIS
Skála-invariáns detektáláshoz a a Difference of Gaussian még jobb, mert könnyebb számolni	IGAZ_HAMIS
Harris-Laplace: a Harris a képen míg a Laplace a skála mentén keres lokális extrémumot	IGAZ_HAMIS
SIFT: a Difference of Gaussian keres lokális extrémumot - a képen és a skála mentén egyaránt	IGAZ_HAMIS
A DoG (itt: Difference of Gaussian) jó közelítése a LOG (Laplace of Gaussian) szűrőnek	IGAZ_HAMIS
....	

Harris sarokpontoknak (a SIFT kulcspontokkal ellentétben) nincs egyedi leírása. Hogyan feleltethetjük meg mégis egymásnak a képről-képre ismételten megtalált sarokpontokat? (ötletadás: késsel a motion-stereo alkalmazás epipoláris egyenesi látszanak a mozgó kamera két egymás utáni felvételén)



Epipoláris geometria miatt tudjuk hogy mely egyenesen kell a következő képen a sarokpontnak elhelyezkednie így a hozzárendelés egyszerűbb.

3. kérdés BLOB jellemzők (12 pont)

a) Mi is az a BLOB (Binary Large Object)? Definíció – akár saját szavakkal is! (1 pont)

Egy képen egy összekapcsolt alak (?)

(Anything that has got an area in the image in a blob,

BLOB stand for Binary Large Objects. Well it is used to represent a group of pixels having similar values for intensity but different from the ones surrounding it.

BLOB in an can be detected with the help of techniques like DoG, LoG and Determinant of Hessian.

)

b) Régió-határ mérték: „lánckód”. Rotáció /kezdőpont/ méret invariancia. (ábra- szöveg elég most) (3 pont)

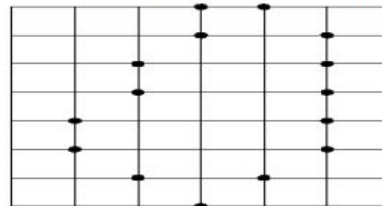
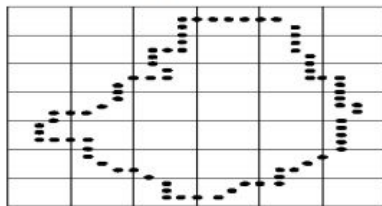
- Külső reprezentáció – a régió határokat írja le
- Közelítés egyenes szegmensekkel
- 4 vagy 8 szomszédos képmodell

Általában

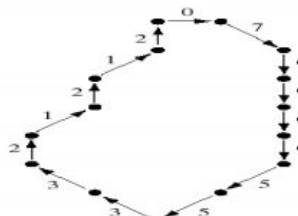
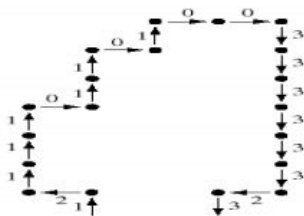
- Kezdőpont megkeresése
- Óramutató járásával egyező vagy ellentétes irányban elfordulva a következő szomszédos pont megkeresése és összekötésük
 - Túl hosszú a lánckód
 - Már az élek kis változása (zaj!) eltérő lánckódhoz vezet

Gyorsabb implementáció

- Éldetektált kép durvább raszterű újra-mintavételezése
- Amelyik rasztert érinti az eredeti régió határ – megjelölve, összekötés



a b
c d
FIGURE 11.2
(a) Digital boundary with resampling grid superimposed. (b) Result of resampling. (c) 4-directional chain code. (d) 8-directional chain code.



Rotáció invariancia: differencia képzés

Méret invariancia: az újramintavételezés felbontását változtatjuk valamilyen normáló kritérium szerint

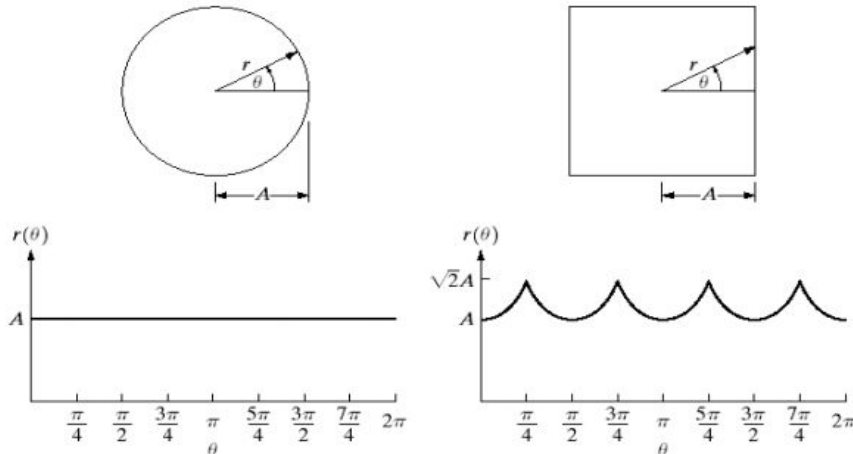
c) Régió-határ mérték: „lenyomat”, Rotáció /kezdőpont/ méret invariancia. (ábra- szöveg elég most) (3 pont)

Lenyomat (angolul: signature)

- 1-dimenziós régió-határ mérték (sokfajta algoritmus létezik)
- Egy egyszerű implementáció: súlyponttól való távolság a szög függvényében:

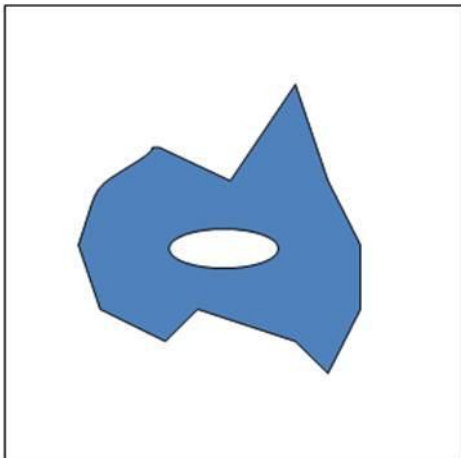
a b

FIGURE 11.5
Distance-versus-angle signatures.
In (a) $r(\theta)$ is constant. In (b), the signature consists of repetitions of the pattern
 $r(\theta) = A \sec \theta$ for $0 \leq \theta \leq \pi/4$ and
 $r(\theta) = A \csc \theta$ for $\pi/4 < \theta \leq \pi/2$.

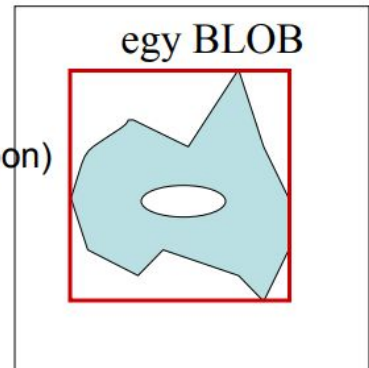


- Transzláció invariancia: alaphelyzetben is OK
- Rotáció invariancia: pl. legyen a súlyponttól legtávolabbi pont a kezdőpont
- Skálázás invariancia: pl. távolság normálás - a legnagyobb távolsággal osztva

d) Soroljon fel (és egy BLOB ábráján jelölje is be) legalább 10 gyakran használatos BLOB alapjellemzőt (3 pont)



- terület (pixelek száma)
 - Zajt el kell távolítani(pl. kicsi/nagy objektum alapon)
- Lyukak száma
- Objektum területe
- Lyukak területe
- Teljes terület (lyuk + objektum)
- Kerület = **kontúr** hossza
- Befoglaló keret
 - Bal felső sarok pozíciója
 - Befoglaló keret szélessége / magassága



Érdekes lehet visszatekinteni a 2. morfológiai célhardver már 1981-ben video-rate sebességgel implementálható hasonló funkcióira!

-súlypont, kompaktság, körkörösség...

- e) Adjon alkalmazási példát arra, hogy ezekből az alapjellemzőkből hogyan építhető fel összetett jellemző (2 pont)

Konzi kérdések:

-A lánckódnál ,hogyműködik a normalizálás és a differenciálás? PQUV kódot hogyan kell?

Diff a forgás amit boti mondott hogy utána forognak az irányok

Normázás a minimum szám ha egybeírjuk, kezdőpont invarianciára

-VAJTA Hisztogramnál mi a küszöbözés?(Ez diában van, vagyis van két hisztogram és beírja hogy hol a küszöb, erre van-e algoritmus? Vagy csak ahogy érezzük? Mert a diás feladatban egy ovodás is megmondja a küszöböt...)

Erre volt normális eloszlásos matekozás kézzel írva az akkor big rip

-Most akkor mi a Harris sarok kritériuma?

Vajta: Kell e a fény mértékegységek? Kell

Optimális küszöbözés? Kell számolni

azaz két lehetséges megoldás van. Ha $G_1 = G_2$,

$$T = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} + \frac{G^2}{\mu_1 - \mu_2} \ln \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)$$

Ez az optimális küszöb számolása!!! ha jól értem most

Kelle a transzformációs mátrixokat fejből tudni vagy a pinhole kamera képletét?!!!Vagy csak mi a fasz a pinhole kamera? Azt mondjuk én tudom Én is de normálisan elmondani/levezetni nem, ezek elvileg nem kellene csak a mátrixok részben

Vajta

Szűrő karakterisztikák se kb nevek se csak hogy mit csinál az alul felül, áteresztő
 Epipoláris kellhet
 Mátrix szorzás nem kommutatív homogén transzformációk kellene összetett transzformációk,
 canny,
 lambert visszaverődés felület derivált,
 highboost szűrő,
 vetületek súlypont orientációt számolni nem kell csak egyértelműsége <--egyértelműsége?
 itt pl az hogy egy körnek nem egyértelmű az orientációja

Loványi

Kép Piramisok is gausig, laplace piramis nem, <-- a kiadott anyag? igen a piramisos plusz anyag azt mondta ha tudja akkor abból akar belerakni
 szűrők nem kellene fejből a mátrixok,
 morfológia, optimal flow, éldetektálás, ezeket akarja három kérdésnek kb
 piramis alkalmazások, piramis vs fourier vs képtér mikor mi, <-- mi ez a Vs-es dolog ezeket nem vágom versus ;) az összehasonlítás hogy mikor mit éri meg használni elvileg ez is benne van valahol a diában
 fifo méret az a sor méret minus SE méret de a sorméret is jó mert az már csak megvalósítás kérdése,

Fourier transzformáció lesz-e? Vagy kell e fourier sorfejtés? Számolni nem kell
 Kép furier transzformációját vagy spektrum ábráját nem kell lerajzolni ugye? Ha igen mi a trüKK? Nop

2. Hogy lehet a címkézéssel párhuzamosítani a csontvázkereső algoritmust? A külső pontokat 1 lépésben el lehet távolítani?

Tömörítési algoritmusok!!! H261 I, P frame stb

2. Delayed line-nál a fíók mérete? Akkor már normális def delayed line-ra vagy jó ha elmakogom?

1. Optikai mértékegységek, alkalmazás példa, CCD, PSD
2. Fourier transzformált meghatározása egy kép 2 sorának (itt volt az a képe egy körrel a közepén)
3. D/A konverter matematikai modell, válaszfüggvény kinézete, sávszélessége
4. epipoláris síkok, epipólusok fogalma (+ábra)
5. két módusú hisztogram esetén hogyan határozná meg az optimális vágási küszöböt normális eloszlás, apriori valószínűségekkel/ ha nem apriori val.
6. képmátrix-transzformációs mátrix megadva (Sobel Gy) részletes magyarázat mit csinál hogyan miért



Sok sikert!

Ez a plusz anyag:

Kis ZH-k:

Gépi Látás VIIIIM021 / Képfeldolgozás VIIIAD00 / Ipari Képfeldolgozás és Megjelenítés VIIIAC04

Gépi látás

1

4. Teszt

Név:.....

2019. április 15.

Neptun:.....

1. Morfológia. Hit-and-Miss művelet

Erózió alpműveletén alapuló összetett művelet

Ox

Segítségével az erózió művelete valósítható meg

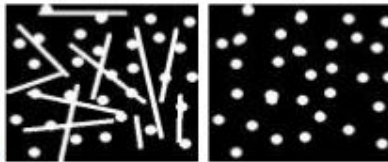
O

Egyetlen strukturáló elemmel megadható, mellyel először dilatációt majd eróziót végzünk

O

Két összetartozó strukturáló elemmel adható meg: közös pontjuk (metszékük) az SE origója

O



2. Morfológia. Alkatrészek leválogatása

Baloldali képen megfelelő alakú és méretű SE-vel eróziót végezve kapjuk a jobboldalit

O

Baloldali képen megfelelő alakú és méretű SE-vel zárást végezve kapjuk a jobboldalit

O

A duális nyitást végezve ugyanazon SE-vel a jobboldali képen - visszaáll a baloldali kiinduló kép

O

Baloldali képen megfelelő alakú és méretű SE-vel nyitást végezve kapjuk a jobboldalit

Ox

3. Topológia. Jordán tulajdonság

Egyszerű pontnak maximum két szomszédos pontja lehet, és nem lehet végpont sem

O

Egy topológia-megőrző transzformáció után az un. Jordán görbe alakja nem változik

O

Bármely egyszerű zárt görbe a síkot két összefüggő halmazra osztja

Ox

Az egyszerű pont lokális ablakkal nem detektálható, mert elvétele/hozzáadása globális hatású

O

4. Morfológia-topológia. Idempotens műveletek



Idempotens műveletek fokozatosan eltüntetik a végpontokat, ezután nincs több változás

O

X objektum nem változik tovább egy un. idempotens $Y(X)$ művelet ismételt $Y(Y(X))$ elvégzésére

Ox

erózió idempotens művelet

O

zárási idempotens művelet

Ox

Gépi látás/IKM
2019. április 29.

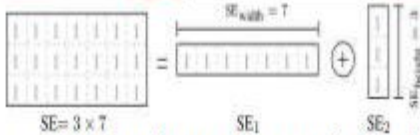
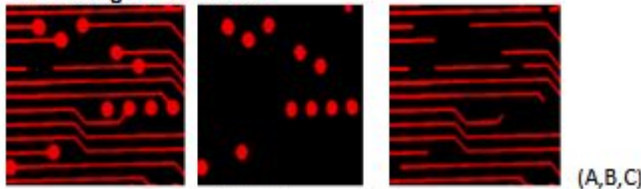
2

5. Teszt

Név:.....

Neptun:.....

1. Morfológia – célhardver

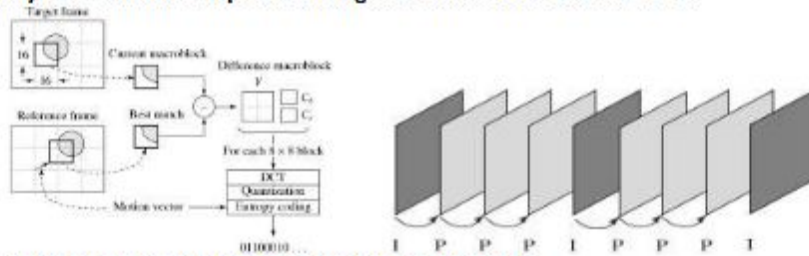


- „C” eredménykép „A” kép csontváza , a végpontok (forr.fülek) megőrzése nélküli algoritlussal 0
- Eróziós célhardverrel nem lehet nyitást megvalósítani, mert ahhoz dilataálni is kellene tudni 0
- A 3x7 SE helyettesíthető egymás utáni 1x7 és 3x1 SE-k sorozatával (képen a + eróziót jelent) 0
- Eróziós célhardverben is alkalmazható ez a SE dekompozíció (most a képen a + dilataciót jelent!) 0x

2. Mozgásbecslés: Miért Optical Flow? VAGY Miért Jellemző Követés?

- Az OF jó lehet, ha az egyes pixelek interpretálása nehéz és/vagy az alkalmazásban érdektelen 0x
- A JK jó lehet, ha az egymás utáni képeken nagyon sok élpontot tudnánk detektálni 0
- A JK jó lehet, ha a képeken véges számú egyedi (egymástól „eltérő”) jellemzőpont detektálható 0x
- Az OF jó lehet azokon a képrészekben, ahol az intenzitás-gradiens kicsi vagy legalább egyirányú 0

3. A H.261 szabvány szerinti video-kompresszió mozgásbecslésére vonatkozó állítások



- A baloldali ábrán az (I) Intraframe / képen-belüli kódolás sémáját látjuk 0
- P frame az előző frame-hez képest csak az elmozgásokat (intenzitás-változásokat) viszi át 0
- Roszsabb mozgásbecslő algoritmus a kompressziós ráta csökkenését eredményezi 0x
- Roszsabb mozgásbecslő algoritmus az átvitt képsorozat rosszabb minőségét eredményezi 0

4. Iteratív Lucas-Kanade optical flow - egyszerűsített (1-D képen való) szemléltetéssel



- Minden p -re
- > Kiszámolni minden p -re a képen belüli deriváltat:
 - > Sebességvektor inicializálása:
 - > Konvergenciaig ismételni:
 - > Kompenzáció az aktuális sebességvektorral:
 - > Időbeli derivált újraszámolása:
 - > Sebességvektor újraértékelése:

- Képen belüli derivált (intenzitás-gradiens) érték minden iterációs lépésben egyre kisebbet változik 0
- A képek közötti derivált (sebességvektor) érték minden iterációs lépésben egyre nő 0
- A képek közötti „túl nagy” sebességvektor problematikára jó (mert kisebb lépésekre bontva iterál) 0
- Az intenzitás-áramlás egyenlet közelítő feltételezéseinek hibáit enyhítve javít a mozgásbecslésen 0x

Gépi látás/IKM
2019. május 6.

3

6. Teszt

Név:.....

Neptun:.....

1. Éldetektálás

Zajos képen stabilabb (csak valódi, képről-képre jól követhető) élpontokat kapunk, ha a Laplace éldetektálás után elvégzünk egy Gauss szűrést is. Megnevezés: LoG vagy „Mexican hat” szűrés. 0

PREWITT:
$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ A 2D szűrők szeparálhatók, például: } \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

„A Prewitt szűrőpár 3 sort/oszlopot átlagol az élkimelés előtt/után” - mert a 2D szűrők alkalmazási sorrendje illetve az 1D szűrőkre bontás utáni konvolúciós sorrendje is felcserélhető 0x

„A Prewitt szűrőpár 2 sort/oszlopot átlagol az élkimelés előtt/után” - mert a 2D szűrők alkalmazási sorrendje illetve az 1D szűrőkre bontás utáni konvolúciós sorrendje is felcserélhető 0

Az élpont a kép fontos leíró eszköze, mert könnyen egyedivé (megkülönböztethetővé) tehető: pl. reprezentálhat felületi mintát(i), felületi normálist(ii), mélységértéket(iii), megvilágítási hibát(iiii) 0

2. Konvolúció gyorsítása

Szeparálható (1D vetületeivel is jól reprezentálható) 2D képeken a konvolúció gyorsítható 0

2D Gauss szűrő körszimmetrikus (vizsgált képrészlet elforgatására invariáns) így nem szeparálható 0

Szeparálható (1D megfelelőivel is jól reprezentálható) 2D szűrők esetében a számítás gyorsítható 0x

Homogén (NEM éldús, NEM texturált) 2D képrészek felett a 2D konvolúció számítás gyorsítható 0

3. Harris sarokpont detektálás I képen számított H sajátértékei (λ_+ és λ_-) alapján. Mi a kritérium?

$$H = \sum_{(x,y) \in W} \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

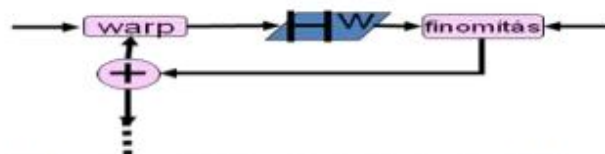
Ahol a vizsgált pont körüli W ablakra számolt H λ_+ és λ_- sajátértékei kb. megegyeznek 0

Ahol a vizsgált pont körüli W ablakra számolt H λ_+ maximális sajátértéke egy küszöbnél nagyobb 0

Ahol a vizsgált pont körüli W ablakra számolt H λ_- minimális sajátértéke egy küszöbnél nagyobb 0x

Ahol a fentebb definiált H sajátvektorai metszik egymást (λ_+ hor. és vert. komponense összegződik) 0

4. Piramis elvű (durva-finom) iteratív L-K



Először a legnagyobb felbontású piramis szinten becsüljük az optical flow-t egy L-K iterációval 0

Először a legkisebb felbontású piramis szinten becsüljük az optical flow-t egy L-K iterációval 0x

Fenti séma szerint építjük fel H és I képpiramisokat (itt ábra kiegészítés/magyarázat nem kell) 0

Fenti séma szerint becsüljük az optical flow-t minden képpiramis szinten (itt magyarázat nem kell) 0x

Gépi látás/IKM
2019. május 12.

4

7. Teszt

Név:.....

Neptun:.....

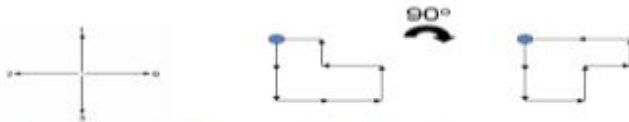
1. Konvolúciós szűrő implementálása

Baloldali 2D szűrővel konvolváljuk a jobboldali képrészletet (a vizsgált pont új értéke 65)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 3 \\ \hline 3 & 5 & 5 \\ \hline 4 & 4 & 6 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} = 2 + 6 + 3 = 11 \\ = 6 + 20 + 10 = 36 \\ = 4 + 8 + 6 = 18 \\ \hline 65 \end{array}$$

- A 2D szűrő szeparálható három 1D sor-szűrőre: (1 2 1) (2 4 2) (1 2 1) 0
- A 2D szűrő nem szeparálható 1D szűrőkre, de körkörös (az eredmény elforgatásra invariáns) 0
- A 2D szűrő hasonlóképpen szeparálható három 1D oszlop-szűrőre is 0
- A 2D szűrő szeparálható két 1D szűrőre 0x

2. Invariáns láncódolás



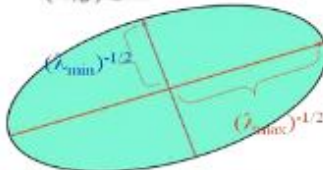
- Lánckód „normalizálás” (sorba rendezés) a kezdőpont választás invarianciáját biztosítja 0x
- Lánckód „normalizálás” (sorba rendezés) az elforgatás invarianciát biztosítja 0
- Lánckód „normalizálás” a skálázás invarianciát biztosítja 0
- $d_k = c_k - c_{k-1}$ differenciális kóddal (modulo 4/8 4/8-szomszédú lánckód esetén) „normálunk” 0

3. Harris sarokpont detektálás. Mi „sarokság” kritériuma?



$$E(u, v) = \sum_{(x,y) \in W} [I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2$$

$$H = \sum_{(x,y) \in W} \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$



- Ha a vizsgált pont körüli W ablakra számolt H λ_{max} és λ_{min} sajátértékei kb. megegyeznek 0
- λ_{max} és λ_{min} sajátértékek által meghatározott ellipszis jellemző a „sarokság” mértékére 0x
- A nagyobb sajátértékhez tartozó sajátvektor irányában lesz maximális az intenzitásváltozás 0x
- λ_{max} és λ_{min} által meghatározott ellipszis „csúcsosodása” ($\lambda_{max} \gg \lambda_{min}$) sarkot jelez 0

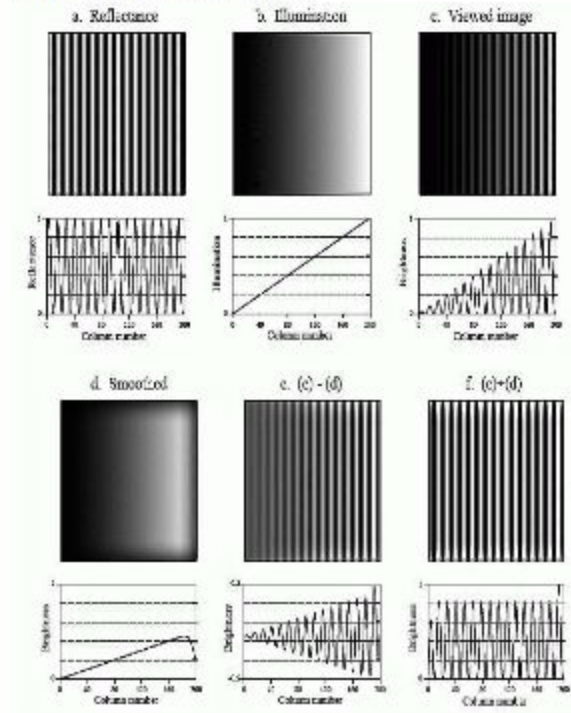
4. Optikai áramlás. Mit tehetünk, ha „túl nagy” az elmozdulás?

- A 2. (és magasabb) rendű tagokat elhanyagoljuk az intenzitás-áramlás egyenlet megoldásában 0
- Először csökkentett felbontású képeken számoljuk ki az áramlási mezőt 0x
- Iteratív Lucas-Kanade módszerrel számoljuk ki az áramlási mezőt 0
- Nagy lesz az apertúra hiba, ezért a normálirányú (legkisebb) sebességkomponenst számoljuk 0

Nagy ZH:

1. Gauss szűrő implementálása és alkalmazása (10 pont)

Feladat: shading korrekció (megvilágítás/érzékelő inhomogenitás hatásának gyors kiegyenlítése) nagyméretű Gauss szűrővel.



- a. Eredeti minta, amit szeretnénk „viszontlátni” a képernyőn.
- b. De a megvilágítás/érzékelés eredő érzékenysége inhomogén (itt a mintázathoz képest „lassú” változással, vízszintes irányban)
- c. Shading korrekció nélkül ezt látnánk. MIÉRT? Rövid magyarázat (1 pont):

A közelítő shading korrekció lépései:

- d. Hogyan válasszuk meg 2D-Gauss szűrő méreteit, hogy az NxN-es nagyméretű képen a látható eredményt kapjuk? Rövid kvalitatív válasz (1 pont):
- e. A c-d különbség egyszerűen képezhető. Szemmel láthatóan hasznos lépés. Mit sikerült vele kiszűrni és még mit nem? (1 pont):
- f. Utolsó lépésben elvégzett művelet: c/d osztás minden pozícióban. Közelítőleg visszakaptuk az ideális mintát. Indoklás (1 pont):

$$h_{\sigma}(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{u^2+v^2}{2\sigma^2}}$$

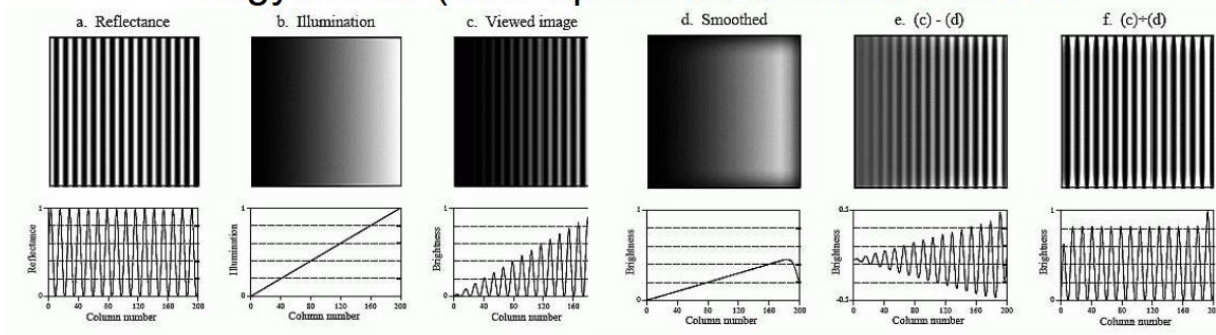
Mutassa be, hogy a

2D Gauss szűrőre, hogy az szeparálható (1 pont):

- C: Hiszen a két látott kép összeszorozódik úgy hogy ahol kisebb a megvilágítás ott sötétebb lesz azaz fekete ahol jobb a megvilágítás ott világosabb így az eredeti kép látszik .
- D: Nem tom jóval kisebbre mint a kép?
- E: Itt szerintem az egyen szintet sikerült kiszűrni és az alacsony frekvenciások maradtak még
- F: itt mi a kérdés? de talán hogy viszont a kép széleinél látható torzulást tapasztalunk az eredeti képhez képest szerintem itt ezt akarta volna:

Alkalmazási példa: „Shading korrekció”

A megvilágítás inhomogenitás hatásának gyors kiegyenlítése nagyméretű (de szeparálható!) Gauss szűrővel



Shading korrekció: szabad szemmel is szeretnénk jól látni a képernyőn az objektum eredeti reflektanciáját (mintázatát).

A korrekció elve általános 2D mintázaton is működik (bemutatható), csak akkor nehezebben követhetnénk az egyes lépések hatását az illusztrációkon

- Eredeti reflektancia (mintázat) ismeretlen modellje – Ezt szeretnénk könnyen felismerni (visszalátni) a képernyőn. De:
- Megvilágítás ismeretlen modellje (a gyakorlatban lassú változással inhomogén a kép – több tipikus torzítási okból: megvilágítás, érzékelő, objektív,...)
- Amit látnánk korrekció nélkül is: **a és b szorzata** . Az alacsony kontrasztú részek mintázatát nehezen különböztetnénk meg). **Megoldás:**
- Végezzünk el egy olyan **2D-Gauss** átlagolást c. képen, mely jóval nagyobb dimenziójú mint a mintázat legnagyobb mérete, de azért legyen minél kisebb az $N \times N$ képnél (a példában **$0,2N \times 0,2N$** a szűrő mérete – a **szeparálhatóság** miatt azért elég gyorsan végrehajtható a globális 2D szűrés)
- A különbség **c-d** egyszerűen képezhető. Már láttuk, hogy ez hatásában élkemelés. **Eredeti (delta) kép – gauss szűrt kép = élkép**. A mintázat átlaga (**additív torzítás**) már helyreállt minden pozícióban, de a shading okozta **multiplikatív torzítás**, a kontrasztkülönbség azért megmaradt.
- Az ok: a látvány modellje szerint a tárgy **reflektanciájának** és a beeső **megvilágításnak** a **szorzata** az adott pontban: normálni kell minden pozícióban a d. lépésben **közéltőleg feltérképezett** megvilágítással . Elvégzendő művelet: **c/d**

Az utolsó lépés (osztás) művelet implementálását is lehet gyorsítani, de ez inkább DSP probléma (nem képfeldolgozás Gauss-szűrővel) – itt megállunk...

Gauss szeparálhatósága:

2D Gauss szűrő szeparálható

$$\begin{aligned}G_{\sigma}(x, y) &= \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \\ &= \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)\right) \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma^2}\right)\right)\end{aligned}$$

A képlet szorzatra felbontása alapján nyilvánvaló:
A 2D Gauss szűrő 1D komponensei is Gauss eloszlást követnek – ugyanazon σ szerinti normál eloszlással

Miért különösen fontos ez a tulajdonság a bemutatott shading korrekció esetében? **(1 pont):**

Diszkrét Gauss szűrőt önmagával konvolválva Gauss szűrőt kapunk. Milyen implementációs előnyökkel jár ez a tulajdonság? **(2 pont)**

A diszkrét Gauss szűrő „körkörös”. Ez mit jelent? Milyen alkalmazási előnyökkel jár a tulajdonság? **(2pont)**

1.: Gondolom azért mert gyorsan elvégezhető a dián is csak annyi volt

További gyorsítási lehetőségek

A 2D Gauss szűrő eredetileg N^2M^2 vel arányos műveletszámát - a **szeparálhatóságot** kihasználva - $2N^2M$ vel tettük arányossá. Nagy szűrők esetén (MxM legyen pl. 100x100 pixel nagyságrendjében) ez a trükk önmagában 100x nagyságrendű gyorsítást eredményez

Bizonyítható: ha egy adott alkalmazásban mégsem kell ragaszkodnunk a szűrő körkörösségéhez (pl. nem kell elforgatás invarianciát biztosítani) használható – többek között - a korábban bemutatott négyzetes szűrő is, mely szeparálható de nem körkörös.

Ez esetben a **rekurzióval** radikálisan tovább gyorsíthatunk (mozgó átlagolás).

Csak utalok a rekurziós lehetőségre, mert ez is már inkább DSP problematika mint KÉPFELDOLGOZÁS.

- 2: vagy ide kellene hogy gyorsan működik? az előző helyett?
- 3: Azt jelenti hogy körszimmetrikus és az azért jó nekünk mert akkor invariáns az elforgatásra

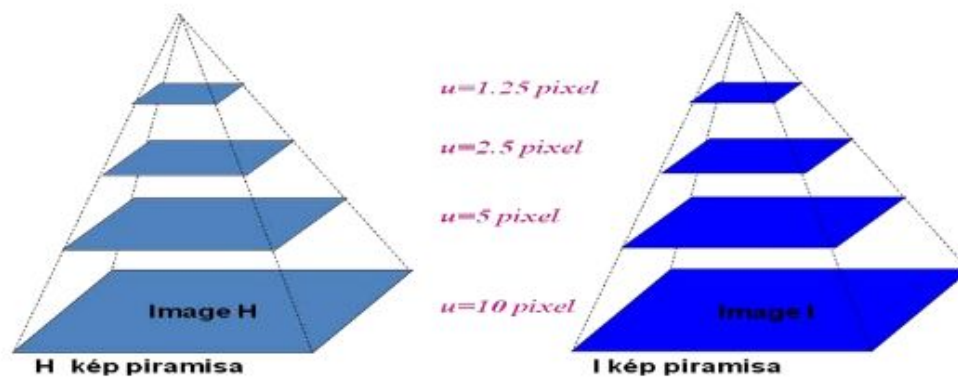
2. Piramiselvű iteratív Lucas-Kanade optikai áramlás (10 pont)

Áramlási mező **iteratív L-K** becslése mit takar? (rövid szöveg elég lehet) Milyen problémák kiküszöbölésére alkalmas az iteráció? (3 pont)

- L-K közelítés lényege:
- az iteráció menete:
- az iteráció miért kellhet:

Áramlási mező **piramiselvű** (durva-finom) iteratív L-K becslését mikor érdemes alkalmazni? (2 pont)

Egészítse ki az alábbi sémát, majd röviden magyarázza el azon a piramiselvű durva-finom iteratív L-K becslés menetét (3 pont)



Indokolja meg, majd ismertesse röviden azt a két műveletet, amivel generáljuk az eredeti H és I képek „feletti” piramis szinteket. (2 pont)

lényege:

Optikai áramlás iteratív becslése

Iteratív Lucas-Kanade algoritmus:

1. optikai áramlás kiszámítása minden pixelre a L-K egyenletet megoldva
2. H képből a következő I kép kiszámítása a becsült optikai áramlási mezővel
3. ismétlés a konvergenciáig

menete:

1D iteratív L-K algoritmizálása

Minden p -re:

- Kiszámolni minden p -re a képen belüli deriváltat: I_x
- Sebességvektor inicializálása: $\vec{v} \leftarrow 0$
- Konvergenciáig ismételni:
 - Kompenzáció az aktuális sebességvektorral: $I'(x, t+1) = I(x + \vec{v}, t+1)$
 - Időbeli derivált újraszámolása: $I_t = I'(p, t+1) - I(p, t)$
 - Sebességvektor újraértékelése: $\vec{p} \leftarrow \vec{p} - \frac{I_t}{I_x}$

ez talán

iteráció miért kellhet:

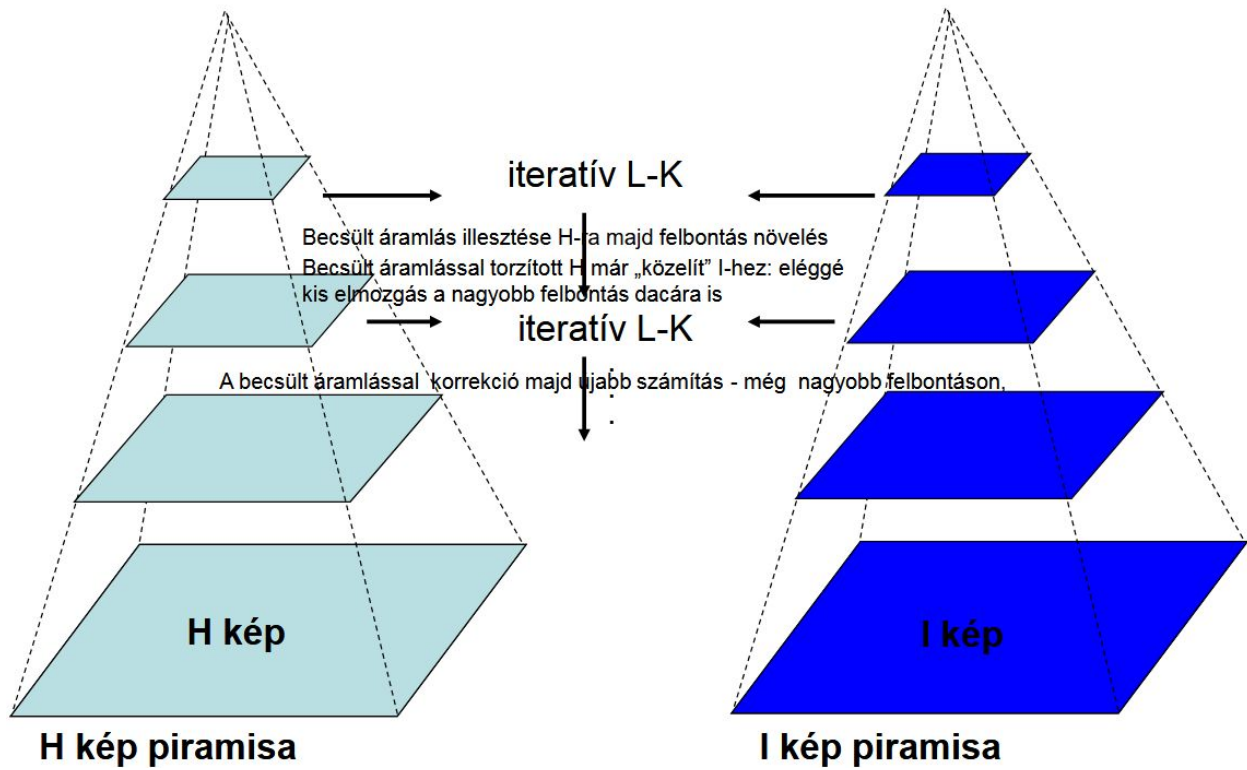
a pontos megoldás minél jobban való megközelítése gondolom

Piramis elvű

nagy elmozdulás esetén a sima iteratív már nem jó nekünk ha az elmozdulás nagyobb mint az ablakméret akkor jön a piramis

Egészítse ki az ábrát:

Durva-finom iteratív L-K becslés



gondolom ez kell

Szintek létrehozása:

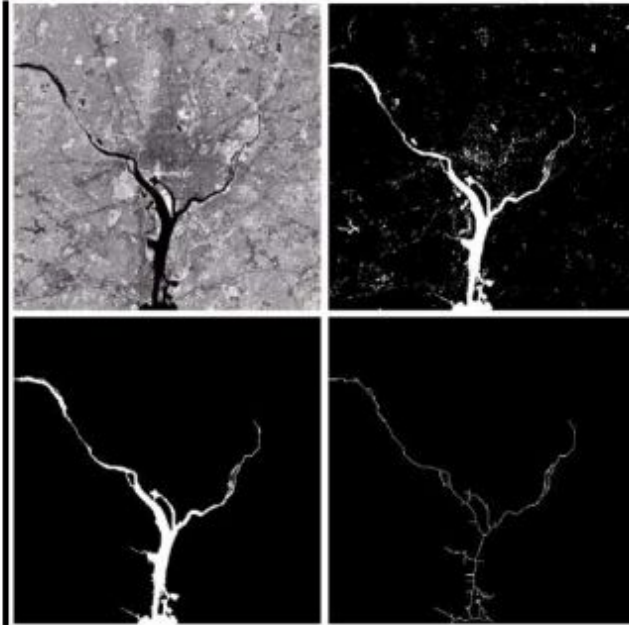
gauss piramissal asszem

3. Alkalmazások morfológiai lépéseinek megfejtése majd egyenként rövid ismertetésük jobboldalt (10pont)

Feladat1: Potomac folyó szegmentálása 3 lépésben. Forrás: a Gonzales könyv

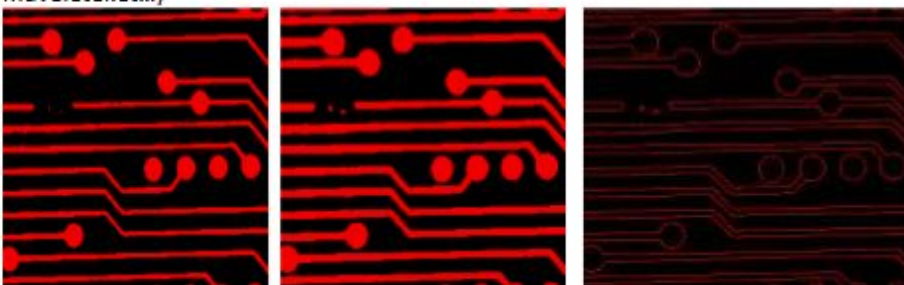
Balról-jobbra, felülről-lefele a képek: gradált feldolgozandó kép, binarizálás után, **morf1** után, **morf2** után (eredménykép)

- Morf1 és Morf2 műveletek (általánosan elfogadott) megnevezése angolul vagy magyarul (2 pont)
- Morf1 művelet rövid szöveges „algoritmizálása” (2 pont)
- Morf2 művelet rövid szöveges „algoritmizálása” (2 pont)



Feladat2: Nyák forrűlekek és vezetékek kontűrjának kiemelése, forrűlekek és vezetékek leválogatása

Balról-jobbra: Feldolgozandó bináris kép, Dilatáció után, Különbségképzés után (most én neveztem meg a műveleteket...)



- Dilatáció morfológiai művelet rövid szöveges „algoritmizálása” (2 pont)
- Milyen morf. művelettel (megnevezés + „algoritmizálás”) tudná leválogatni a forrűleket és vezetékeket? (2 pont)

Feladat1:

Morf1: nyitás

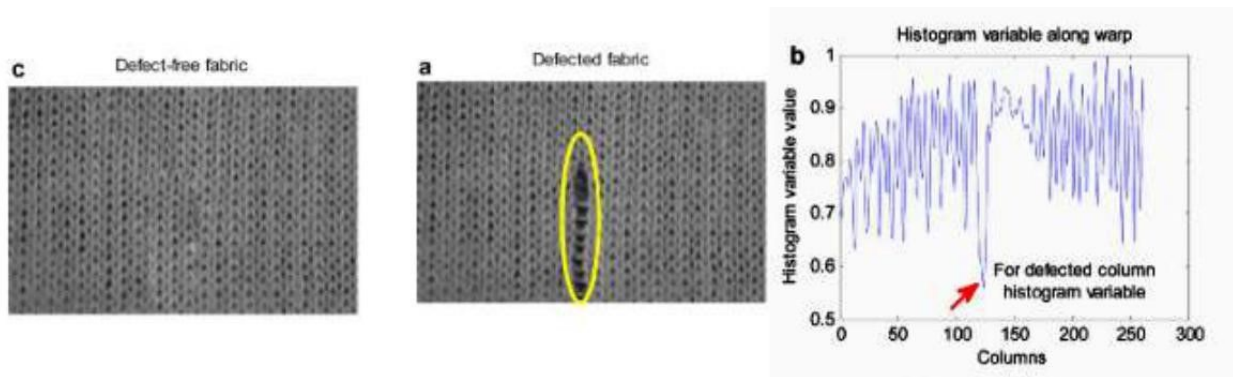
Morf2 erózió vagy csontváz keresés
algoritmus 1: erózió majd dilatació i guess
algoritmus 2: erózió nem tom mit akar tudni

feladat2:

algoritmus: hát dilatálom
nyitás majd megint különbségképzés + algoritmus

1. Textilipari minőségellenőrzés (10 pont)

Balról jobbra egy hibátlan szövetrész és egy hibatípus képe látható. Megadtuk a hibaképen mérhető „átlagos oszlop-intenzitás” láncfonal irányú (vízszintes) eloszlását – a hibás részhez tartozó értékeket nyíllal megjelölve.



Tömören írja le a fentiek alapján értelmezhető eredeti megoldás visszafejtett algoritmikus lépéseit

(2 pont)

Felvesszük az anyag hisztogram képét, ahol kb a hisztogram hiányos/lyukas/nagy ugrás van ott feltehetőleg szakadás van az anyagban???

Nem valami olyasmi hogy veszi oszloponként a hisztogram értéket és mivel a szakadásnál sokkal sötétebb és azt érzékeljük valahogy

A fenti hibadetektálás ugyan egyszerű lesz, de a szövet mintázatánál nagyobb méretű, a fenti teljes kép kiértékelésén alapuló. Alternatív megoldás a **nyitás-zárás**: egyszerre csak SE-méretű képrészleteket értékelve.

Adja meg a nyitás és zárás algoritmusokat **általában** – a három hangolható paraméter kiemelésével (4 pont)

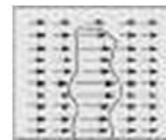
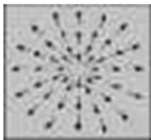
Def már volt,
3paraméter:
-méret
-alak
-???műveletek száma???

Hibadetektálás fenti morfológiai alapokon, 3 paraméter **alkalmazás-specifikus** beállítási stratégiájával (4 pont)

Mi a kérdés?

2. Optikai áramlás (10 pont)

Értelmezze a valós mozgásokat az alábbi optikai áramlási képek alapján! (2 pont)



volt

Kamerás ADAS (Advanced Driver Assistant System) rendszerekben milyen sofőrt támogató releváns feladatok alapja lehet az ilyen optikai áramlási képek értelmezése? Gondoljon pl. a Mercedes 6D vision

diára! (2 pont)

volt

Szokásos (de ön által azért itt értelmezendő) jelölésekkel adja meg az intenzitás-áramlás alapegyenletet. (3 pont)

volt

Egy $I(x,y,t)$ képszekvencián mozgást követnénk optikai áramlással. A tesztvideo egyetlen képkockáján jelöljön be a módszer alkalmazhatósága szerint (nem/korlátosan/jól) elkülöníthető régiókat - rövid indoklással (3 pont)



volt

3. Harris sarokpont detektálás (10 pont)

Órán/diákon részleteztem az algoritmus lépéseit. Az egyszerűsített pszeudokódra támaszkodva könnyebben megválaszolható kérdések:

Mely kritérium (ábra, szöveg/ induló képlet) szerint minősítünk egy pontot Harris sarokpontnak? (4 pont)

Harris fent már volt

Az előző válasza is építve indokolja meg lényegretörően a pszeudokód 6 lépésének relevanciáját. (4 pont)

1 gradiens alapján számolunk

2 gradiens előállítás a pontokra

3 megnézzük melyik hasznos gradiens számunkra (valós él)

- 4 H mátrixból fogunk sarokpontot becsülni
- 5 H-R segítségével könnyebb mint a sajátértékes cucc asszem
- 6 maga a döntés

Az „él” / „sarok” / „sík” minősítésekhez az elvart „R relációkat” írja be a hiányos ábrába (2 pont)

Egyszerűsített pszeudokód:

1. I_x és I_y gradiensek kiszámítása minden képpontra
2. szorzatok kiszámítása minden képpontra
3. szorzatok összegzése minden képpont körüli W vizsgált ablakra
4. H mátrix kiszámítása minden képpont körüli W vizsgált ablakra
5. R kiszámítása minden képpont körüli W vizsgált ablakra
6. R megadott küszöb alatti értékeinek törlése

det

$M =$

$I_1 I_2$

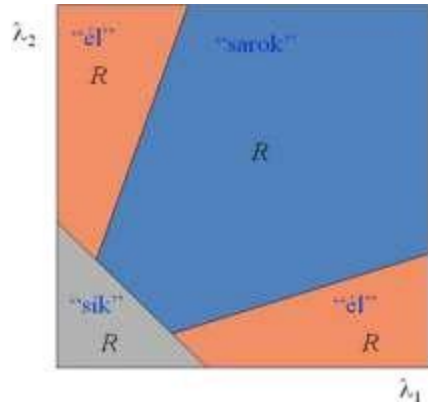
$$R = \det M - k (\text{trace } M)^2$$

trace

$M =$

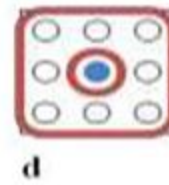
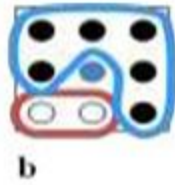
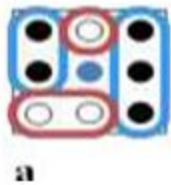
$I_1 +$

I_2



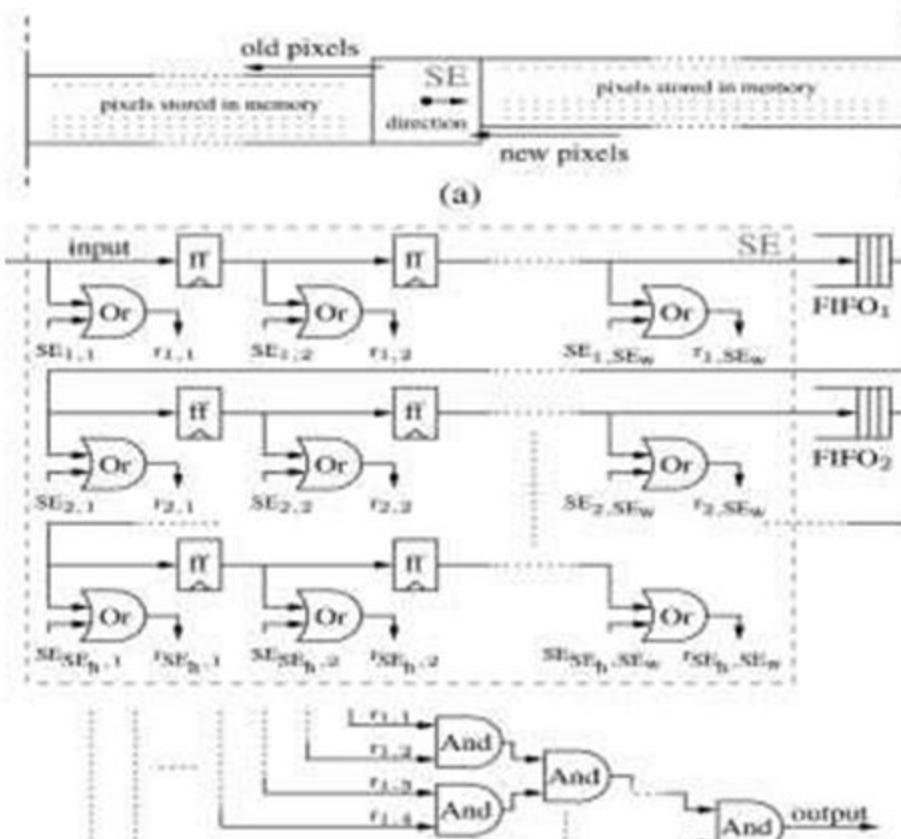
1. Topológia (3p): "Egyszerű pont" szöveges (de pontos/lényegretörő!) definíciója (1p)

Az „egyszerű pont” megtalálható 3x3-as lokális ablakművelettel is. Értelmezze az alábbi ábrásort (középső, üres, fekete pontok jelentése/értékkészlete, a topológiák közül melyik ír le egyszerű pontot): (2p)



volt

2. Eróziós célhardver (8p): Az ábrán egy „delayed line” eróziós morfológiai célhardver funkcionális (nem tényleges áramköri) alapegysége látható. **V480xH640** pixeles képen, **5x7-es fekvő SE** (sorirányban nagyobb a dimenzió) esetén: volt

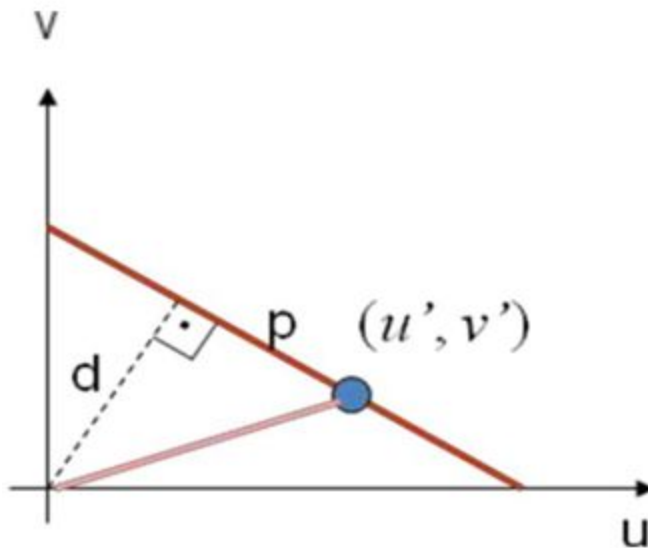


- i. Mekkora a FIFO-k mérete?
Hány FIFO kell? Mi a szerepük? (2p)
- j. Hány flip-flop (ff) kell soronként, mi a szerepük? (2p)
- k. Mi az OR kapuk funkcionális szerepe? (2p)
- l. Mi az AND kapuk funkcionális szerepe? (2p)

Voltak

3. Mozgásanalízis – Optikai áramlás (4 p)

- f) Írja fel az intenzitás-áramlás alapegyenletet (u,v) sebességkomponensekre, értelmezze a paramétereket (1p)
- volt
- g) Normál irányú d áramlási komponens levezetése (hasonló háromszögek!) és értelmezése az ábrán.(2p)
- volt
- h) valós sebességet hogyan határozhatjuk meg? Egészítse ki az ábrát is. (1p)

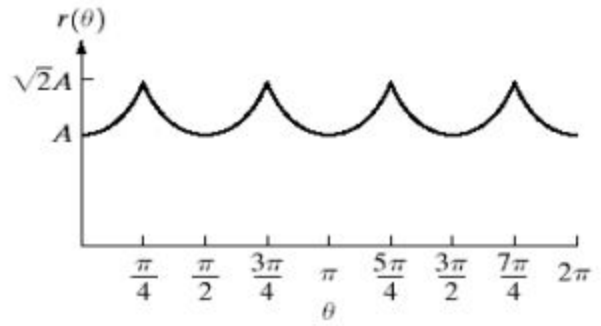
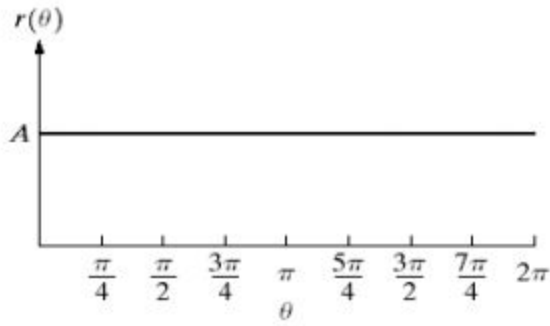


volt

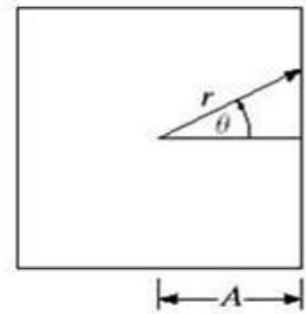
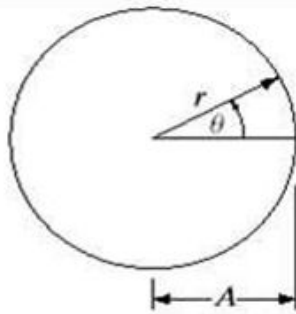
4. Bináris objektumok különböző leképezései (13 p)

Rajzolja az egyes objektumok alá azok "lenyomatát" (signature) – paraméterek megadásával (2 p)

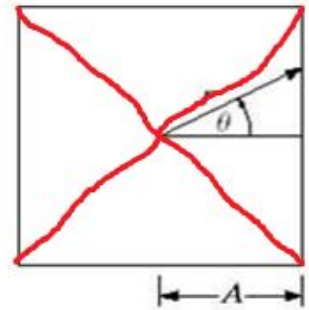
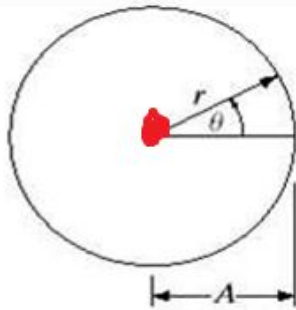
Megoldás: súlyponttól való távolság



Rajolja az egyes objektumokba (kör, négyzet) azok morfológiai „csontvázát” (2 pont)



A „kompaktság” $\frac{Perimeter^2}{Area}$ jellemzés hogyan különböztetheti meg a két fenti objektumot? (2 p)



a) Mi a „Feret átmérő”? Hogyan különböztetheti meg a két fenti objektumot? (2 p)

- a legtávolabbi kontúrponatok távolsága adott irányban

b) Mi az „Euler szám”? Hogyan különböztetheti meg a két fenti objektumot? (2 p)

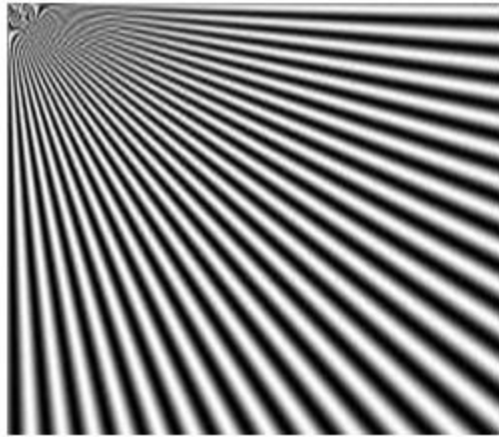
- Egybefüggő régiók száma mínusz a lyukak száma, ez a fenti kör és négyzetet nem különbözteti meg

c) Számolja ki az „Euler számot” és írja az alábbi hat bináris objektum mellé (leírások: régió 2 lyukkal, nagyobb régió 2 lyukkal, régió 3 összefüggő komponenssel, A, B, ellipszis) (3 p)



-1,-1,2,0,-1,1

5. Mintavételezés (2p) Mi okozhat a kép bal felső sarkában un. "aliasing" hibát?
Hogyan lehet kiküszöbölni?



A kép alul lett mintavételezve, avagy minden pl. 2. Pixeljét elhagyták.
Kiküszöbölhető a méretcsökkentés/alulmintavételezés előtti Gauss szűréssel.

Vajta zh rész:

1 szűrők:

High boost, homomorf, salt'n'pepper zajokat mivel szűrjük?

High boost, kiemeli a nagy frekvenciás komponenseket, élesedik a kép, kicsit bántja a kis frekvenciát is asszem

Homomorf, emberi látást próbálja köppintani, logaritmusos lépték, ellenfény kompenzáció

Medián szűrő salt'n'pepper zajokat szűr, ablak méretével változtatjuk a "kenés" mértékét

2. Küszöbözés, globális lokális? Optimális küszöb számítása. lol

3. Hugh transzformáció, hugh transformációnál keretméret mit változtat, egyenlet mi alapján, miért? paraméterek mik **itt amúgy mit akart mert nem igazán értettem a kérdést?**

Itt arra gondolt hogy nem $y=mx+b$ alakban vannak az egyenesek hanem $x\cos\phi + y\sin\phi$, mert függőleges egyenes esetén m végtelen, a paraméterek meg ϕ a vízszintessel bezárt szög, x vagy r vagy ahogy jelölöd meg az origótól való távolság, keretméret meg az hogy a kis hough csomópontoknál mekkora csomópontra mondjuk hogy megtalálta az egyenest, ha túl nagy akkor pontatlanul viszont sokat illeszt, túl kicsi esetben csak a nagyon éleket(kevés) illeszti pontosan

4. Régió növesztés, régió szeletelés?

Ezt most nem írom ide diában jól benne van, ki is található kb

5. Epipoláris egyenesek, pontok def je.