



Mesterséges látás



Miről lesz szó?

- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár



Bevezetés

- **Bevezető**

- **Képfeldolgozás**

- Képkorrekció

- **Szegmentálás**

- Sajátvektorok
- Élkeresés

- **Osztályozás**

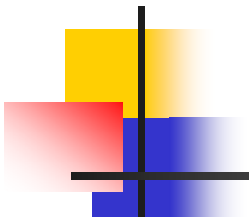
- **Képfelismerés**

- Térbeli objektumok
- Modellbázisú felismerés
- Arcfelismerés
- Eigenface

- **Térbeli rekonstrukció**

- Sztereó képpár

- A mesterséges látás jelenlegi, technikai eszközökön alapuló világunkban gyakorlatilag azonos a számítógépes képfeldolgozással.
- Számítógépes képfeldolgozás alatt ma még többnyire a kétdimenziós (síkbeli), statikus (időben változatlan) képek feldolgozását értjük.



- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekción
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Roska Tamás, magyar kutató, társfeltalálója a "CNN bionikus szem"-nek.
- CNN (Cellular Neural Network) chip akár egy mesterséges szem központja is lehet a továbbiakban.



- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- A CNN úgy dolgozik, mint az egész agyunk, természetesen elemi szinten.
 - A CNN egymással összekötött elemekből alakítja ki azt a rendszert, amely sok mindenben hasonlít például a látórendszerhez.
 - A CNN-nek fontos szerepe van az arc felismerésben



A képfeldolgozás

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- **Fizikai szint:** képkorrekciók
- **Elemzési szint:** képosztályozás, szegmentálás
- **Képfelismerés:** kapcsolatot teremt az elemzett kép és az ismeretbázis, illetve a modell-bázis között



Képkorrekción

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - **Képkorrekción**
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukción**
 - Sztereó képpár
- **Képhelyreállítás:** a zavaró, torzító hatásoktól való megszabadulás
- **Képminőség javítás:** világosságkód- transzformációk (a kontraszt növelésére használ)



Szegmentálás

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrektció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- **Célja:** a képmegértés érdekében a kép önálló jelentésű részekre bontása. E részek a képpontoknál "magasabb szintű" alkotórészként viselkednek, összetettebb tulajdonságaik vannak, és így alkalmasabbak a kép szerkezetének leírására.



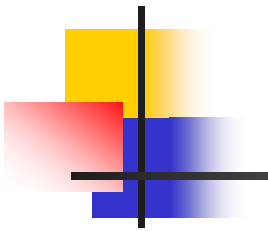
Szegmentálás lépései

- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Első lépésben az összes olyan paramétert meg kell határozni, amelyek a szegmentálás sajáttságkinyerési – döntési tevékenységénél szerepet játsznak
 - Egy ilyen paraméter például a sajátvektor



- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- Második lépéshez tartozik az osztályozás:
 - kiszámítjuk a képrészekhez tartozó sajátvektorokat
 - az egymáshoz hasonló, a képen közvetlen szomszédságban levő képrészeket ugyanahhoz az objektumhoz soroljuk

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- A harmadik lépés az összefűzés:
megkeressük az egyes osztályokba sorolt képrészek összefüggő halmazait, azaz az objektumokat alkotó tartományokat.

A szegmentálással foltokhoz, illetve élek- hez jutunk

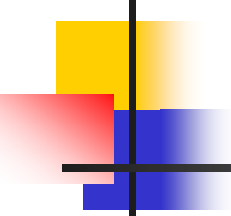


Sajátvektorok

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

Rendszerint egy-két sajáttság használatával definiáljuk azt a vektort, amely csak a szegmentálási feladat szempontjából lényeges tulajdonságokat tartalmaz.

A legáltalánosabban használt sajáttság a világosság-, illetve színkód.

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- A sajátvektor egy nem null vektor, melynek az iránya változatlan marad az átalakítás során



Élkeresés

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - **Élkeresés**
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Ha a szegmentálás a különbségi jellemzők alapján történik, élkeresésről beszélünk.
- Az éleket olyan szomszédos pontok sorozata alkotja, melyek a képen valamilyen sajátság-ugrás határán helyezkednek el.



Osztályozás


- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képpontkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- **Célja:** képpontok, illetve összetartozó képpontokból álló (pl. szegmentált) alakzatok tulajdonságainak elemzése, s így azok felismerése



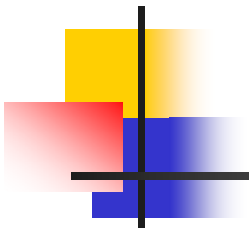
Képfelismerés

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- **Célja:** a 3D képtér adott időpontbeli teljes leírását akarja meghatározni

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- a látórendszernek minél pontosabb lényegi információt kell szolgáltatni a képtérről
- a látórendszernek azonosítania kell a képtér objektumait, s olyan leírást kell szolgáltatnia, mely a látványt összekapcsolja a felismert objektumok ismeretbázisban szereplő tulajdonságaival

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- térbeli objektumokat kell azonosítani felületük részletei alapján, függetlenül a helyzetüktől, méretüktől, sőt takartságuktól, valamint a megvilágítási körülményektől



Térbeli objektumok leírása

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - **Térbeli objektumok**
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- A térbeli objektumokat felületük határolja, látásunkkal e felületről visszavert fénysugarakat érzékeljük
- Az objektumleírással szemben az elsődleges elvárás, hogy adja meg az objektum összes felületi pontját

Térbeli objektumok felismerése

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - **Térbeli objektumok**
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
 - a keresett objektumot felismertük, ha létezik olyan geometriai transzformáció, mely után annak élképe szerkezetileg megfelel a képről nyert élképnek

Modellbázisú képfelismerés

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - **Modellbázisú felismerés**
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- a képtér objektumait előre "feltöltött" modellkönyvtárak felhasználásával próbálja azonosítani
- a modellbázisú képfelismerés igen gyakran több – egyazon jelenetről különböző nézetből készített – kép együttes feldolgozását teszi szükségessé

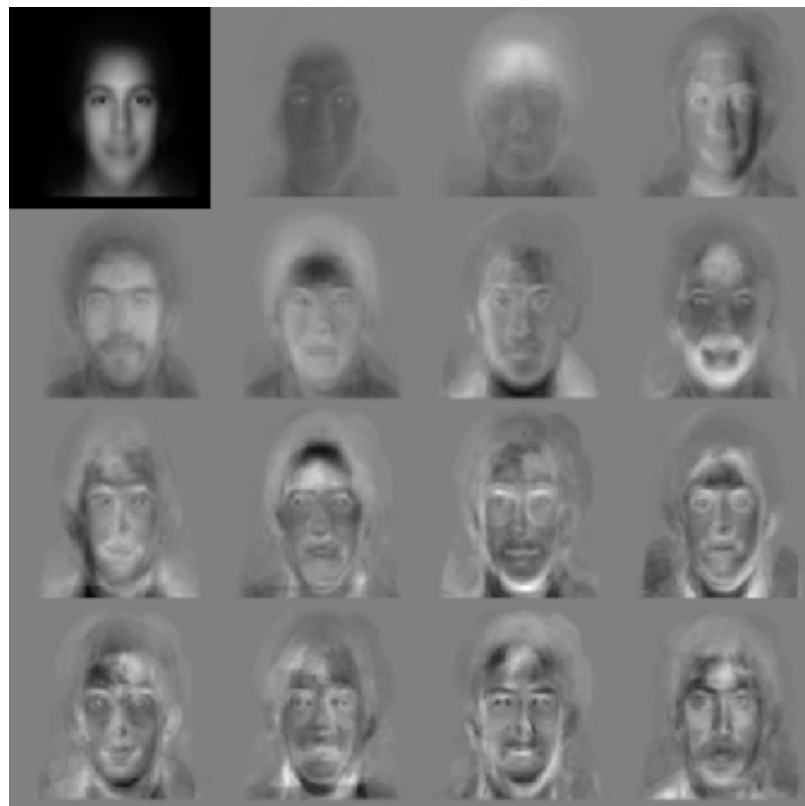
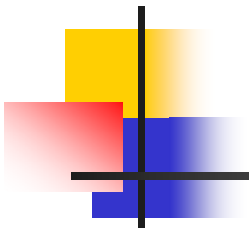


Arcfelismerés

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - **Arcfelismerés**
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Az arcfelismeréshez az ún. Eigenface-eket használják
- Az eigenface egy „standardizált arc hozzávalók” halmaza, mely több arcképből végzett statisztikai analízis eredménye
- Bármely emberi arc lehet ezeknek az arcoknak a kombinálása

Eigenface halmazának generálása

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
- **Eigenface**
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Egy digitalizált képhalmazt hozunk létre emberi arcokból, amelyek ugyanolyan körülmények között készültek
- Mindegyik kép ugyanolyan rezolúcióra lesz beállítva, mely egy $m \times n$ -es vektorként lesz tekintve, a vektor elemei a pixelek értékei lesznek
- Kivonjuk a statisztikai eloszlás kovariánsmátrixának a sajátvektorait





Eigenface arcfelismerés

- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Két szakaszból áll:
 1. Előkészítés
 2. Felismerés

Arctér

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
- **Eigenface**
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- Feltételezzük, hogy egy arckép N pixelt tartalmaz – ennek megfeleltethetünk egy N dimenziós vektort

- Legyen $\{\Gamma_i | i = 1, \dots, M\}$ az előkészítű arcképek halmaza

- Az átlagarcot az M képből a köv. képlet adja:

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i. \quad (1)$$




Előkészítés

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Minden egyed arcát leképezzük az arctérbe, így egy M' dimenziós vektor, jön létre

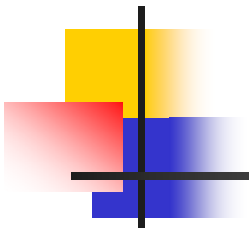


Felismerés

- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Egy új képet vetítünk az arctérbe, és egy M dimenziós vektor keletkezik

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- A két kapott vektort összehasonlítjuk, kiszámolunk egy távolságot, d_1
- Ugyanakkor kiszámolunk még egy távolságot, d_2 , ami a két kép között jön létre


- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- A d_1 és d_2 összehasonlítjuk egy küszöbbszámmal, c :
Ha $d_1 > c$, akkor nem arckép
ha $d_1 < c$ és $d_2 > c$ akkor a kép tartalmaz egy ismeretlen arcképet
ha $d_1, d_2 < c$ akkor a kép tartalmaz egy arcképet

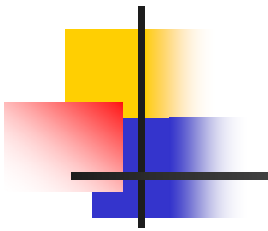


CNN alapú detektálás

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- A CNN alapú detektálási eljárás kiindulópontja a fej megtalálása egy színes képen az emberi arc és a háttér közötti különbségek kihasználásával.

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- Az arc normalizálásához szükség van referenciapontokra, melyek közül legmegbízhatóbban a szemek határozhatóak meg.
- A pontok távolságát és helyzetét normálni tudjuk, így minden arc azonos méretűvé és pozíciójává tehető.

- 
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - **Eigenface**
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár

- A kidolgozott CNN algoritmus tetszőleges fekete-fehér (greyscale) képen megtalálja a szemek lehetséges helyét.
- A képen néhány, a szemre illetve szemüregre jellemző területet keres.



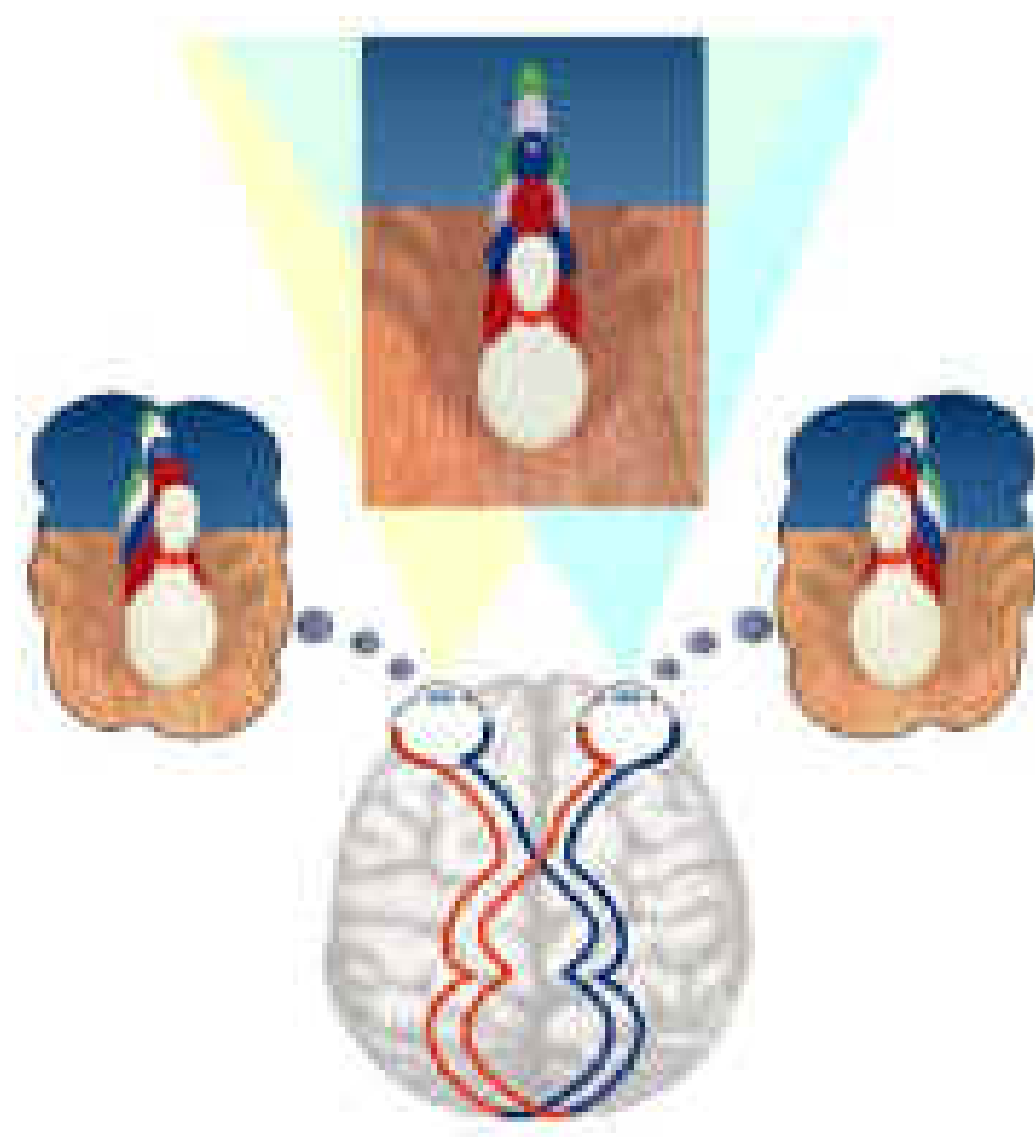
Térbeli rekonstrukció

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- A számítógépes feldolgozás nem korlátozódik a síkbeli problémákra – de ehhez több kép felhasználására van szükség.



Sztereoó képpár

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekción
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukción**
 - Sztereoó képpár
 - két szemünkkel kissé eltérő képet érzékelünk
 - Az agyunk felismeri a két kép közötti különbségeket, ezzel megteremti a tér érzetét: távolság & térfogat



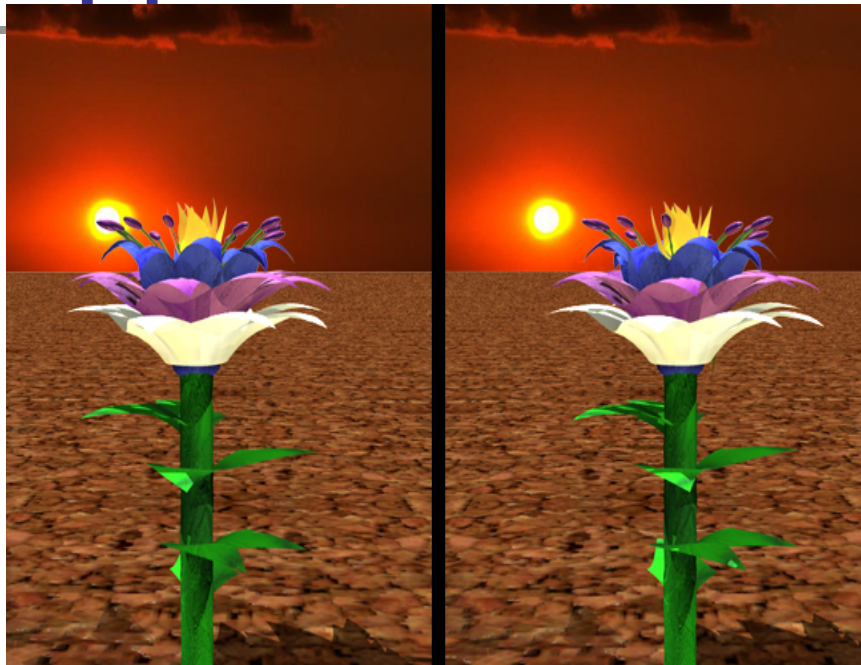


Sztereó képpár felhasználása

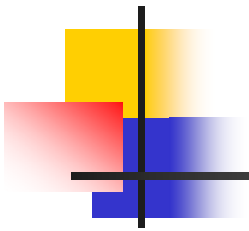
- **Bevezető**
 - **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
 - **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
 - **Osztályozás**
 - **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
 - **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Ahhoz, hogy 3D képet tudjunk előállítani, szükségünk van a sztereó képpárra

Sztereoó képpár létrehozása

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereoó képpár



- Két, különböző szögből, képet készítünk ugyanarról az objektumról

- 
- A kép letrehozása ugyanakkor megvalósítható egy speciális kamerával, amely egyből elkészíti a sztereó képpárt



A két, 2D kép, összetevéséből létrejön egy 3D kép

Photo # NH 100348-A USS K-8 and other submarines at San Diego. Stereo Pair

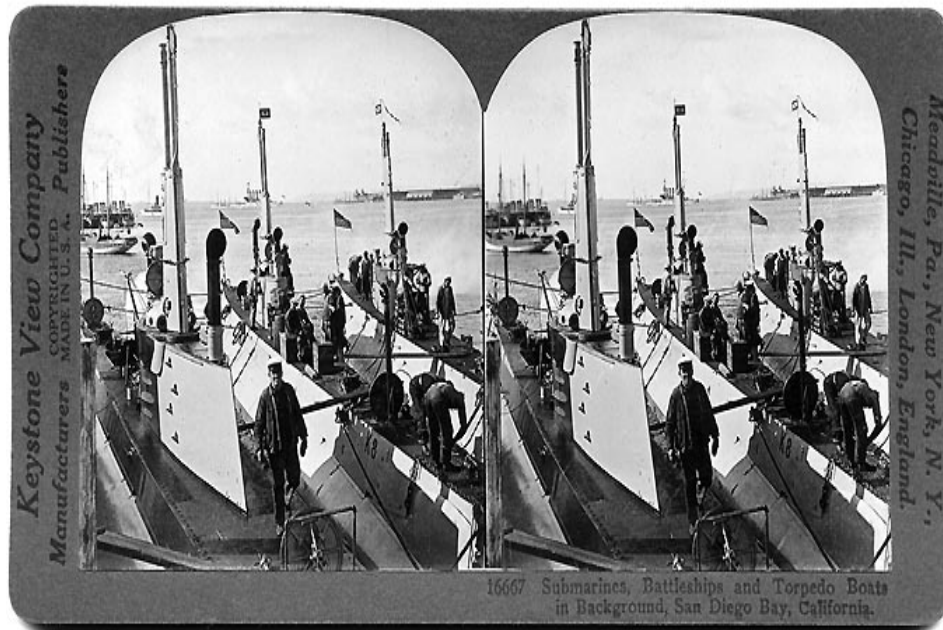
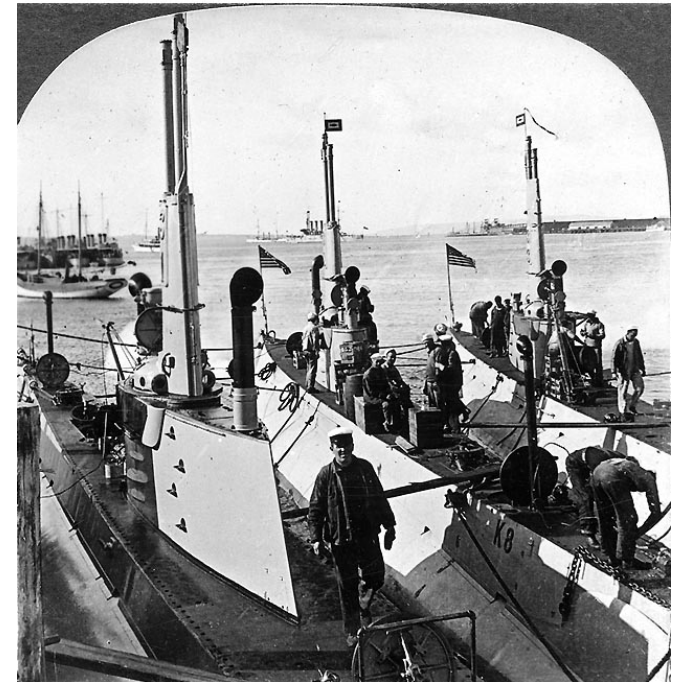


Photo # NH 100348 USS K-8 and other submarines at San Diego



Mozgóképek

A sztereó képpárból mozgóképet is előállíthatunk







Sztereó képpár feldolgozása

- **Bevezető**
- **Képfeldolgozás**
 - Képkorrekció
- **Szegmentálás**
 - Sajátvektorok
 - Élkeresés
- **Osztályozás**
- **Képfelismerés**
 - Térbeli objektumok
 - Modellbázisú felismerés
 - Arcfelismerés
 - Eigenface
- **Térbeli rekonstrukció**
 - Sztereó képpár
- Ha egyazon objektum több felvételen is szerepel, egyszerű trigonometriai számításokkal megkaphatjuk térbeli elhelyezkedését.
- A két képen megkeressük az azonos pixeleket és így ki tudjuk számítani a kép eredeti helyét a térben.

Felmerülő problémák

- Mi történik akkor, ha a kép ismétlődő elemeket tartalmaz?
- A pixelek megfeleltetése nem lesz egyértelmű, így a sztereó megfeleltetés nem alkalmazható

