

Információ megjelenítés Érzékelés

Dr. Iványi Péter

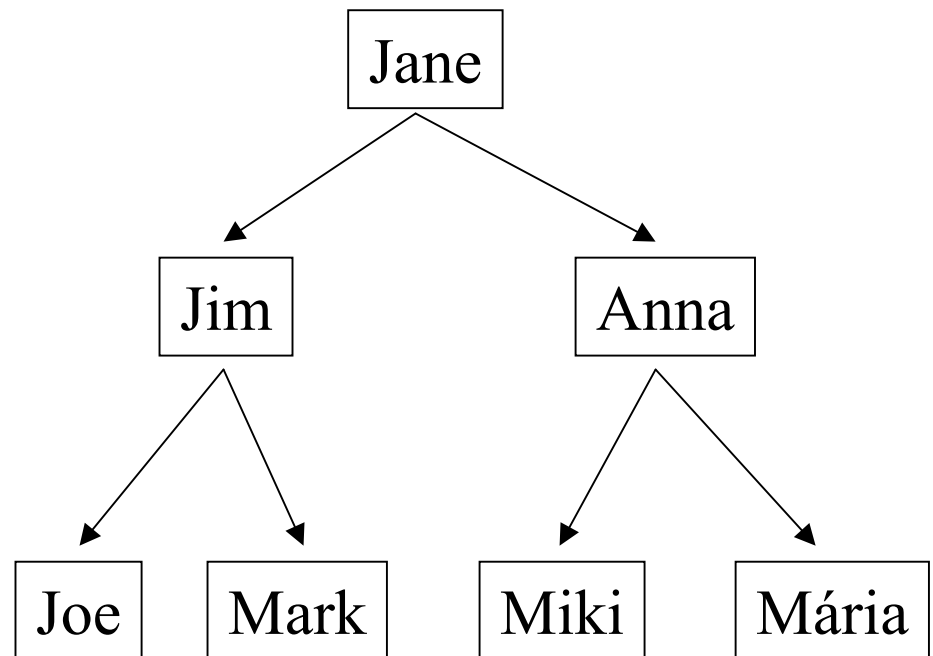
Szavak és képek

- Képek, grafika: struktúrák, minták
- Szavak: procedurális logika, absztrakt fogalmak
 - Ha ez igaz akkor csináld azt különben amazt

Absztrakció

- Jane Jim főnöke
- Jim Joe főnöke
- Anna Jane-nek dolgozik
- Mark Jim-nek dolgozik
- Anna Mária főnöke
- Anna Miki főnöke

Minta, struktúra

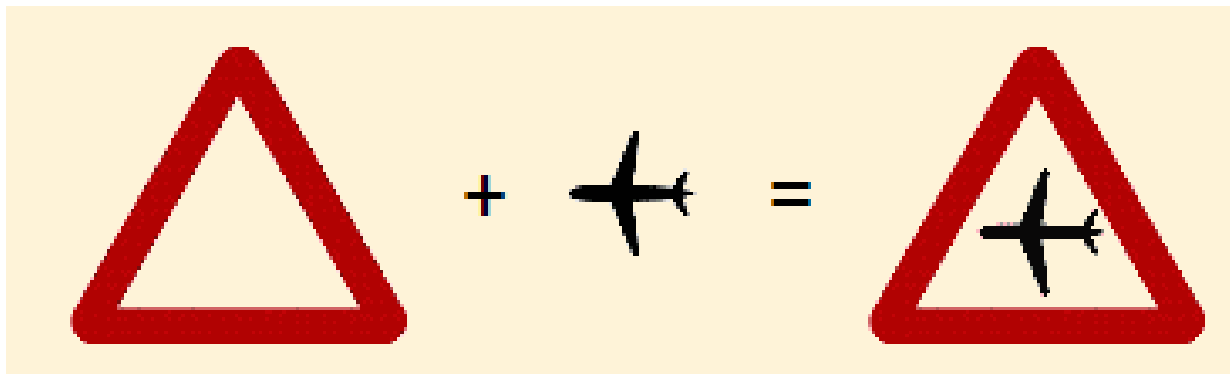


Nyelvek

- Szavak → Nyelvek
- Nyelv
 - Leírásra
 - Szándék kommunikálására (kinyilvánítására)
- Vizuális nyelvek (nem kellene mindig szavak)

Vizuális nyelvek

- Minden nyelv vizuális nyelv!
 - Az írott szöveg csak egy speciális eset
- Egyik nyelv sem „önmagyarázó”
 - Vagy tanuljuk
 - Vagy korábbi ismeretet használunk fel
- Kultúrális hatás nagyon fontos



Vizuális programozás

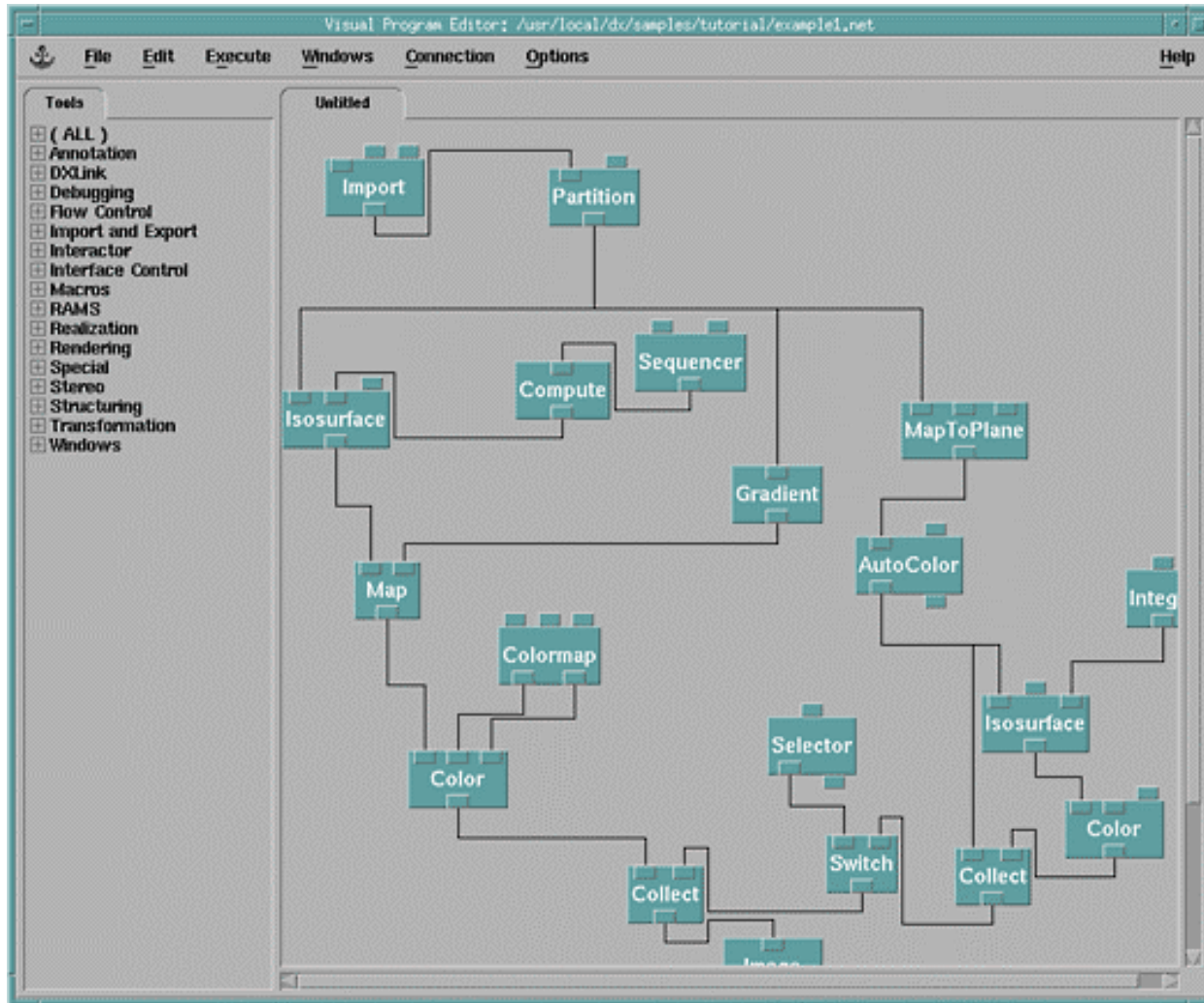
ruhaválasztás

be: t (hőmérséklet)

be: t (hőmérséklet)					
$t \leq -2$	$-2 < t \leq 5$	$5 < t < 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 30$	$30 < t$
ki: bunda	ki: pulcs és dzseki	ki: dzseki	ki: pulcsi	ki: nyári ruha	ki: fürdőruha

- többszöri kudarc
- de pont a vizualizációnál, mint látni fogjuk jól bevált

Vizuális programozás



www.opendx.org

Képek és szavak összekapcsolása (Megjegyzések)

- Például
 - Egy pillantás
 - Egy bólintás
- A verbális kommunikációt teszi egyértelműbbé
- Mutatás
 - Tedd azt (mutatás) oda (mutatás)
- Billentyűzet + egér (hatékony eszköz)

Információ megjelenítés

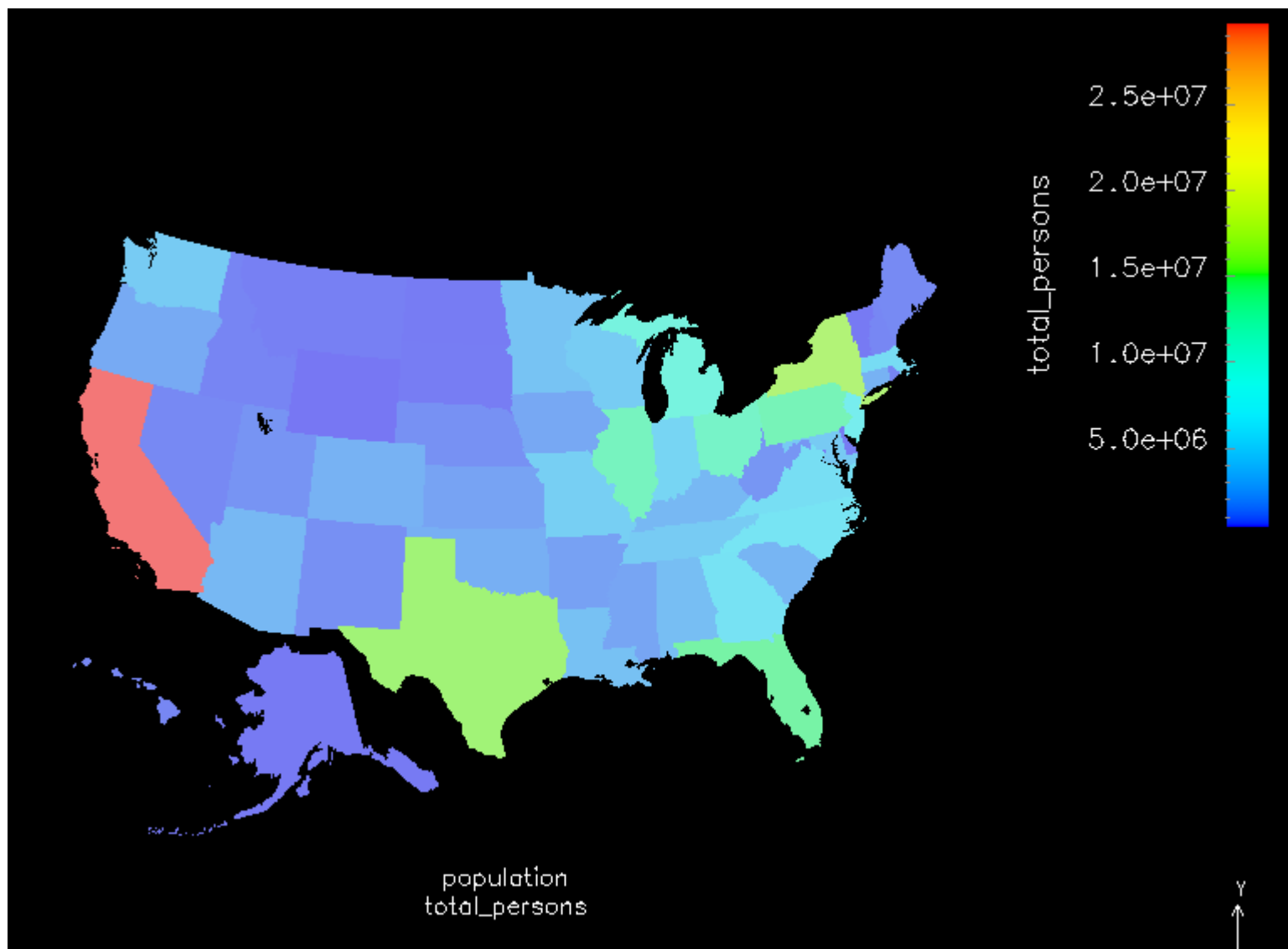
- Adatok megjelenítése (tudományos, köznapi, stb.)
- Vizualizálás (Visualization)
- Minta bemutatása, felismerése
- Példák:
 - Minta amely egy csoportot mutat
 - Minta amely egy struktúrát mutat
 - Milyen minták hasonlóak
- Hogyan rendezzük el az információt (a képernyőn)?

Adatok

- 1990 USA Népszámlálási adatok

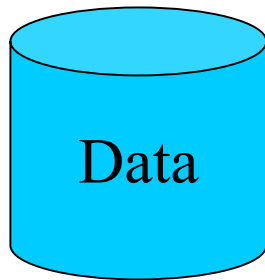
1	state	total_persons	total_families	total_households	inside_urban_area	outside_urban_area	rural_farm	rural_nonfarm	males	females
2	Alabama	4040587	1111139	1506009	1839901	597814	59349	1543523	1935936	2104651
3	Alaska	550043	134806	189700	221745	149118	1160	178020	289875	260168
4	Arizona	3665228	949418	1371885	2656388	550687	6967	451186	1807996	1857232
5	Arkansas	2350725	656465	891665	591609	666589	63589	1028938	1132228	1218497
6	California	29760021	7218877	10399700	25465911	2105967	150535	2037608	14881551	14878470
7	Colorado	3294394	861828	1285119	2377886	337863	45118	533527	1630346	1664048
8	Connecticut	3287116	872211	1230243	2455622	145912	5250	680332	1591863	1695253
9	Delaware	666168	176925	247163	459494	27844	6486	172344	323041	343127
10	District of Columbia	606900	123580	249034	606900	0	0	0	282754	324146
11	Florida	12937926	3541308	5138360	10181184	789261	47436	1920045	6255078	6682848
12	Georgia	6478216	1726248	2366575	3259598	836480	80083	2302055	3141761	3336455
13	Hawaii	1108229	266439	356748	747028	238791	6277	116133	564338	543891
14	Idaho	1006749	265597	361432	278439	299937	44869	383504	501548	505201
15	Illinois	11430602	2944521	4197720	8479409	1189667	207016	1554510	5547079	5883523
16	Indiana	5544159	1490130	2064246	2690908	905109	188133	1760009	2687959	2856200
17	Iowa	2776755	746331	1065243	942394	740466	256562	837333	1344570	1432185
18	Kansas	2477574	664668	946253	1018608	693963	108083	656920	1214860	1262714
19	Kentucky	3685296	1021747	1379610	1276809	633219	174204	1601064	1785068	1900228
20	Louisiana	4219973	1098374	1498371	2228058	643980	40103	1307832	2029659	2190314
21	Maine	1227928	330831	465729	266606	281605	11008	668709	597852	630076
22	Maryland	4781468	1256327	1749342	3581336	306645	32596	860891	2317778	2463690
23	Massachusetts	6016425	1525198	2244406	4729715	339146	9342	938222	2886477	3129948
24	Michigan	9295297	2458481	3424122	5811662	743184	120496	2619955	4511601	4783696
25	Minnesota	4375099	1138581	1648825	2370403	685325	207956	1111415	2144693	2230406
26	Mississippi	2573216	679191	910574	617704	593567	56225	1305720	1229659	1343557
27	Missouri	5117073	1378020	1961364	2782750	733132	180097	1421094	2464563	2652510
28	Montana	799065	213625	306919	208743	211246	45718	333358	395791	403274
29	Nebraska	1578385	418471	602858	687898	356110	117658	416719	769420	808965
30	Nevada	1201833	311407	467513	910913	150399	4831	135690	611524	590309
31	New Hampshire	1109252	294538	411387	339739	225940	5576	537997	543512	565740
32	New Jersey	7730188	2037787	2794316	6630217	280424	17283	802264	3735644	3994544
33	New Mexico	1515069	394958	543825	649391	455364	15090	395224	745976	769093
34	New York	17990455	4528888	6634434	14116527	1047718	82256	2743954	8615178	9375277
35	North Carolina	6628637	1824465	2517098	2510999	824571	116801	3176266	3211425	3417212

Egy kép ezer szóval is felér

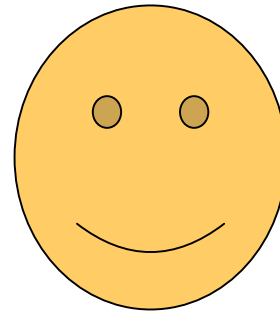


A probléma

Web, tudományos adat,
System log, stb



Adat átadás



Hogyan?

Látás (fény sebesség: $3e8$ m/s)

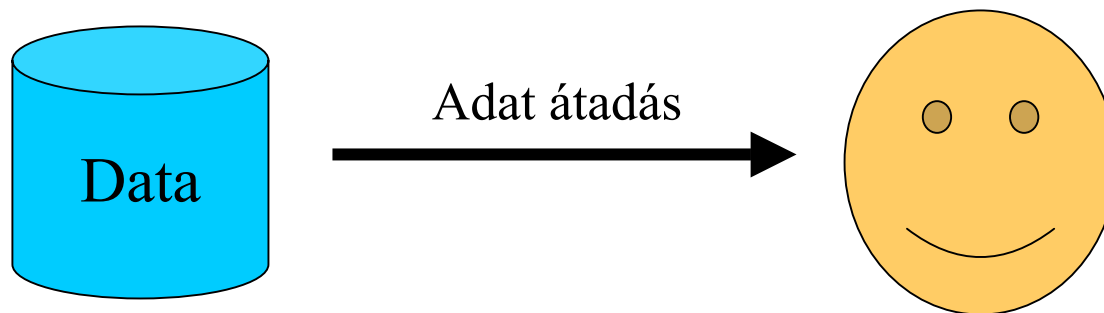
Hallás

Szaglás

Tapintás

Ízlelés

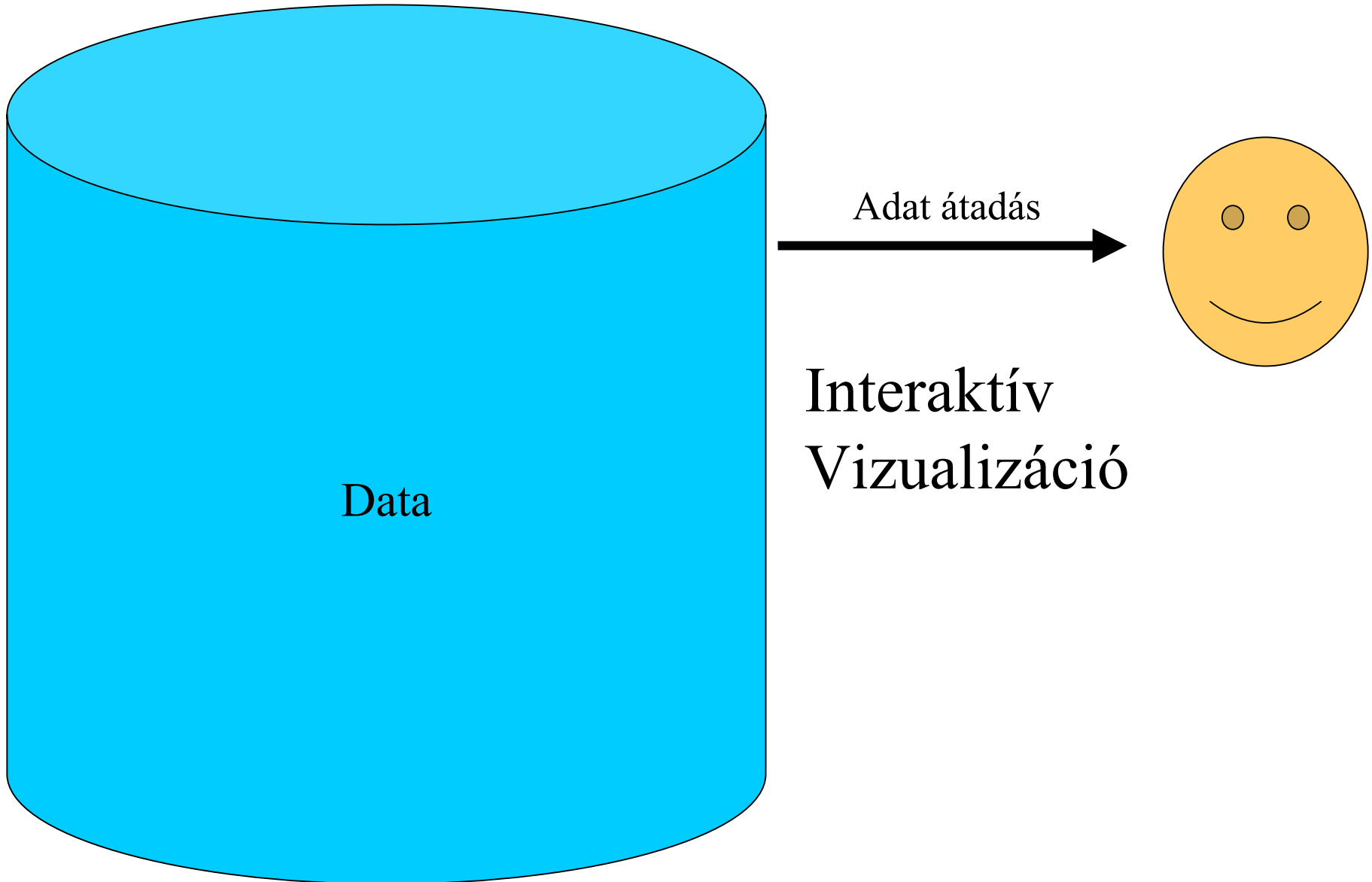
A probléma



Vizualizáció

- Nagy átviteli sebesség
- Párhuzamos feldolgozás
- Minta felismerés (a szem ezt jól tudja)
- A grafikus elemek segítik az összehasonlítást

A nagyobb probléma



Miben segít a vizualizáció?

- Analízis
- Magyarázat
- Döntés
- Felfedezés
- Kommunikáció
- Gondolkodás valamilyen információról

A vizualizáció mire alkalmas?

- Egy komplex jelenségben az „egyszerűség” megtalálása
- Egy komplex absztrakció szelektív reprezentálása
- A komplexitás nem csak az információban rejlik, hanem a kontextusban (környezetben amiben értelmezzük)

Vizualizáció célja 1.

- Nagy mennyiségű adat megjelenítése (radiológia, meteorológia, stb.)
 - Homogén adat
 - Az adatot képként jelenítjük meg, melyet érzékelünk és az érzékelés különböző mechanizmusait használjuk ki (előugrás, kiemelés, szegmentálás ...)
- Perspektíva megváltoztatása
 - Pl. helikopter a leszálló hely fölött kívülről, vezető szemszögéből
- Különböző részletességű megjelenítés

Vizualizáció célja 2.

- Támogassa a vizuális összehasonlítást
- „Mondjon el egy történetet az adatról”

Számítógép szerepe a vizualizációban

- A számítógép lehetővé teszi:
 - Nagy mennyiségű adat kezelését
 - Interakciót
 - Animációt
 - Különböző méretű megjelenítést
 - A pontosságot
 - Az ismétlődő munka elkerülését
 - Új megjelenítési módokat

Axióma 1.

- Információ megtalálása és használata könnyebb amikor a keresett információ „kognitíven” (érzékelésben, felfogásban) illeszkedik a prezentált információhoz
 - Vessey (1990) megmutatta, hogy amikor a probléma és a probléma megoldására használt módszer ábrázolása között eltérés van akkor mentálisan transzformálnunk kell a két ábrázolás között

Axióma 2.

- Ha a prezentációval egyféle információt kiemelünk így valami más információt eltakarunk

Mit tudunk az érzékelésről?

- Ki lehet jelenteni, hogy könnyebb információt nyerni bizonyos ábrákból mint másokból
- Neuropszichológiai kutatás (Gordon 1989)
- Vizuális érzékelés elmélete (Marr 1982)
 - Érzékelési, kognitív függvények lényegében „szűrők” melyek a szembe érkező nyers adatokat dolgozzák fel

Dimenziók

- Mi a különbség szöveges adat és a képi ábrázolás között? (például program kód és struktogram)
 - Az információ tartalma
- A szöveg lineáris, egy dimenzionális
- A kép két dimenziós
- Animáció az időt is hozzáadja (3D)
- Virtuális valóság (3Ds térben mozgás)

Dimenziók

- Komputer tudósók feltételezték, hogy az információ tartalom exponenciálisan növekszik a dimenzió növekedéssel.
- Szöveg valójában nem lineáris
 - Az olvasó, felhasználó valójában a „másodlagos” jelzéseket is figyelembe veszi, például
 - Indentáció, behúzások
 - Vízszintes és függőleges „minták”

Példa

```
#include <stdio.h> int main() { double  
m[3][3] = { {0, 1, 2}, {3, 4, 5}, {6,  
7, 8} }; int i, j; for(i = 0; i < 3;  
i++) { for(j = 0; j < 3 ; j++) {  
printf("%f ", m[i][j]); } } return 0; }
```

```
#include <stdio.h>  
int main()  
{  
    double m[3][3] = { {0, 1, 2},  
                        {3, 4, 5},  
                        {6, 7, 8} };  
  
    int i, j;  
    for(i = 0; i < 3; i++)  
    {  
        for(j = 0; j < 3 ; j++)  
        {  
            printf("%f ", m[i][j]);  
        }  
    }  
    return 0;  
}
```


Mennyiségi adatok megjelenítése

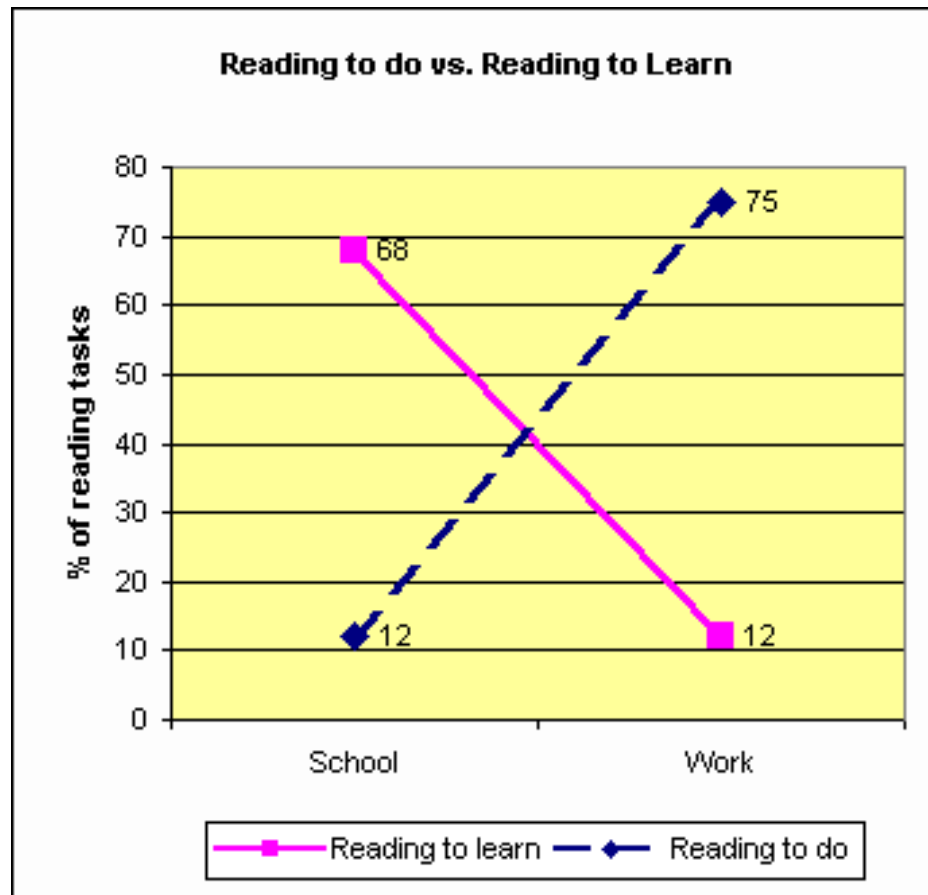
- Edward Tufte (Professor, Yale)
 - **Mondat:** 2, 3 adat összehasonlítására alkalmas
 - **Táblázat:**
 - sorokba, oszlopokba rendezett adat
 - pontos számok közlése
 - 3 és 20 közötti szám esetén (de több is lehet)
 - **Grafika:**
 - nagy mennyiségű adat esetén
 - lapos felületen jelenik meg (Virtuális valóság ???)

Példa 1.

- Mondatokat érdemes használni ha kettő vagy három adat közötti kapcsolatot akarunk leírni. Táblázatok használata három és 20 adat esetén javasolt. Több adatot grafikusán tanácsos megjeleníteni.

Olvasás

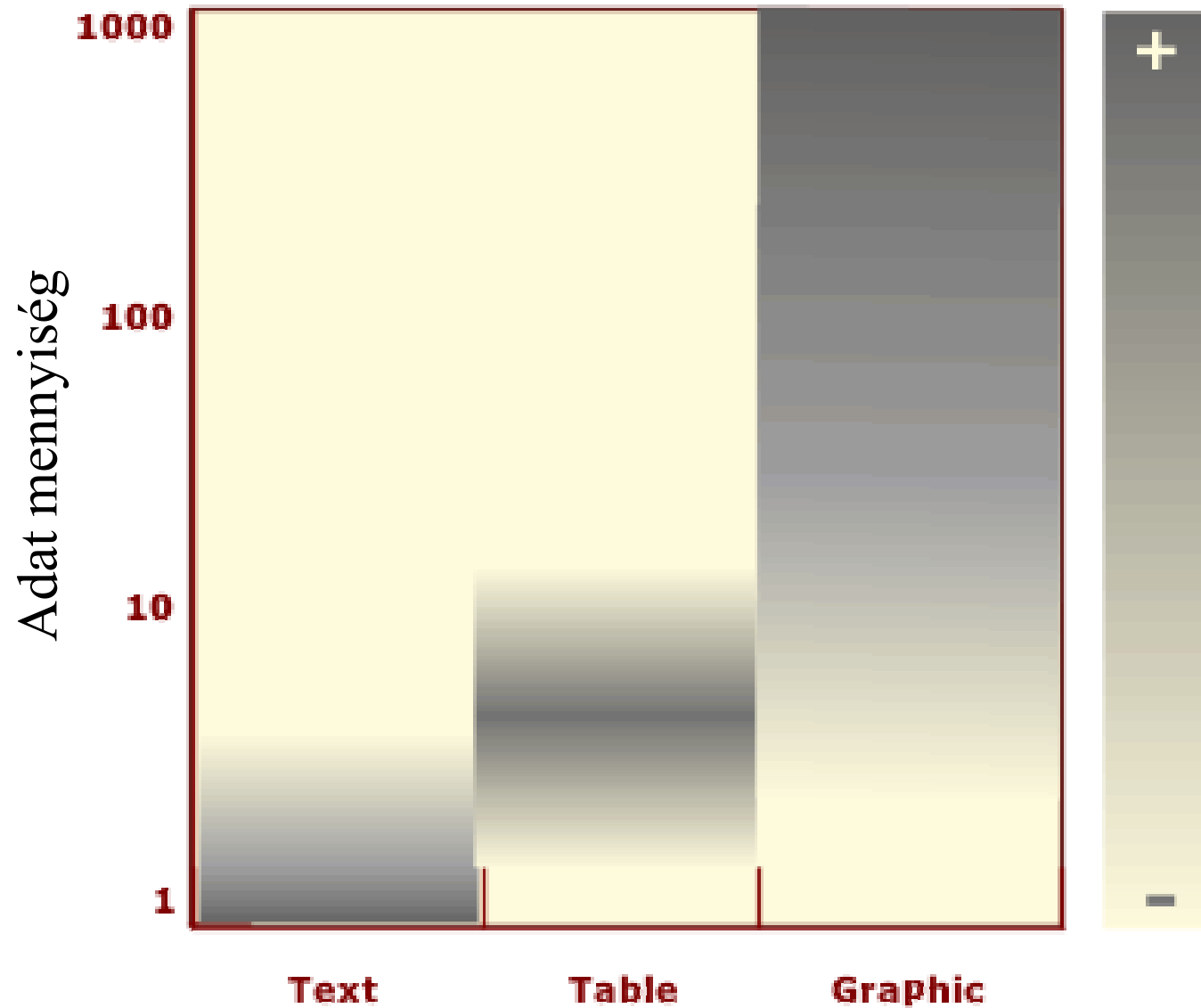
- Például Web oldalak olvasása
 - A felhasználók 15% olvassa végig, 81% csak átfut rajta



Példa 2.

	Adatok mennyisége
Mondat	2 és 3
Táblázat	3 és 20
Grafika	2-nél több adat esetén

Példa 3.



Bertin

- Az információ megjelenítésben az a művészet, hogy hogyan rendeljük a dimenziókat a megjelenítendő információhoz
- Bertin 8 „dimenziót” azonosít melyet használni lehet
 - X és Y irány (a sík)
 - Tinta sűrűsége és a jelek nagysága
 - A jel textúrája, színe, irányultsága és alakja

Cleveland és McGill

- Másik elmélet: a néző elemi „érzékelési feladatokat” hajt végre
- Összehasonlítja:
 - Pozíciót
 - Hosszakat
 - Irányt
 - Szöget
 - Területet
 - Térfogatot
 - Görbületet
 - Árnyékolást
 - Színt

Cleveland és McGill

- Sorrendiség, melyiket ismerjük fel a legpontosabban, illetve kevésbé pontosan:
 - Pozíció
 - Hossz, irány, szög
 - Terület
 - Térfogat, görbület
 - Árnyékolás, szín

Értelmezés

- Amit látunk fel kell fognunk és értelmeznünk kell
- Az értelmezés nagyban függ a tanult információtól
 - Felhasználó képessége
 - Grafikus „kultúra”
 - Prezentáló képessége
 - Érzékelési stílus
 - Egyéni jellemzők, minthogy mindenki különbözik

Felhasználó képessége

- Az értelmezés tanulható (Petre 1995, Petre és Green 1993)
- Kezdőknek nehezebb
 - Nincs elég kereső és vizsgáló stratégiájuk
 - Sok minden eltéríti a figyelmet

Grafikus kultúra

- Különböző kultúrák, szubkultúrák
 - Aki nem ismeri, bizonyos dolgokat nem vehet észre (graffiti)
 - Nincsenek szabványok

Prezentáló képessége

- Szakértelem a prezentálásban kompenzálhatja a felhasználó (olvasó) tapasztalatlanságát
- Explicit szabványokkal és eszközökkel javítható

A látás

- Az érzékelés, látás megértése sokat segíthet a jó vizualizáció létrehozásában
- A teljes vizuális mezőt egyszerre „dolgozzuk” fel
- Milyen információt lehet jól, könnyen elkülöníteni?
- Az emberi agy bizonyos automatikus „felismerést”, feldolgozást végez anélkül hogy tudatosan rákoncentrálnánk a képre (pre-attentive)
 - Előugró (pop-out), figyelemfelkeltő effektus
 - Szegmentálás (a vizuális mező felosztása)

A látás

Párhuzamos

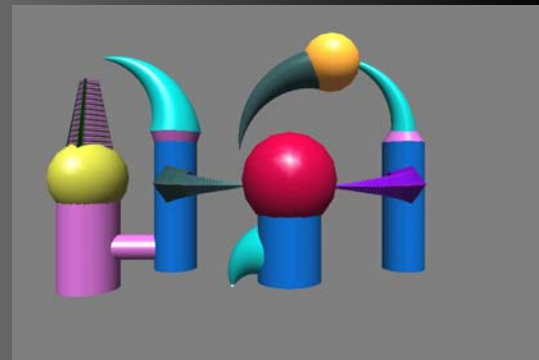
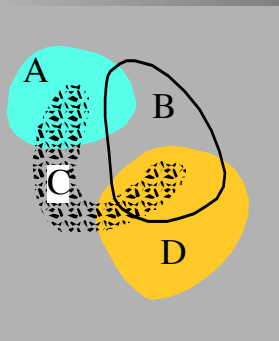
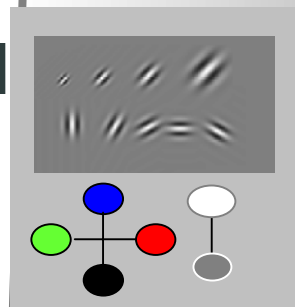
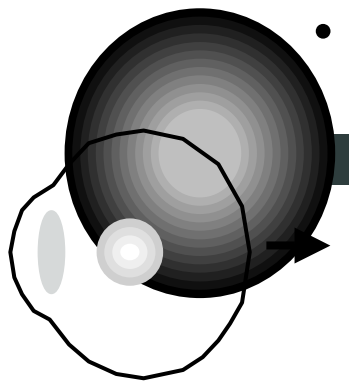
- Orientáció
- Textúra
- Szín
- Mozgás

Érzékelés

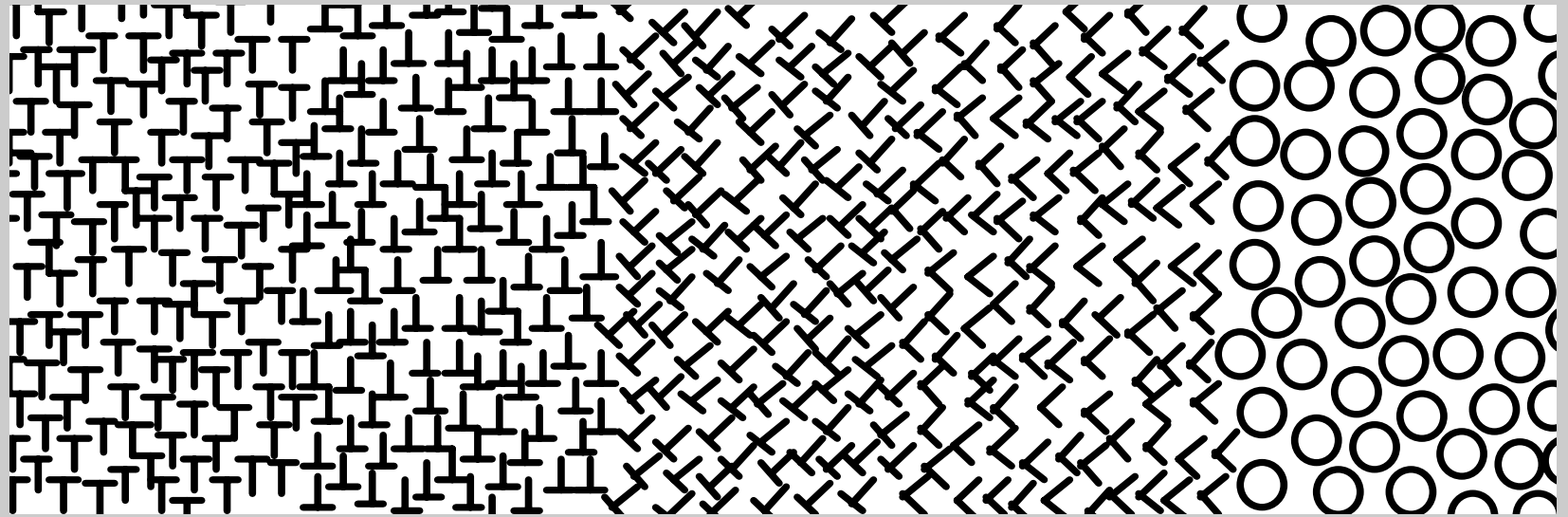
- Élek
- Zónák
- 2D minták

Szekvenciális

- Objektum azonosítás
 - Rövid távú memória
- $5 \pm 2 = 3 \text{ to } 7$ Objektum



Szegmentálás vizuális primitívekkel



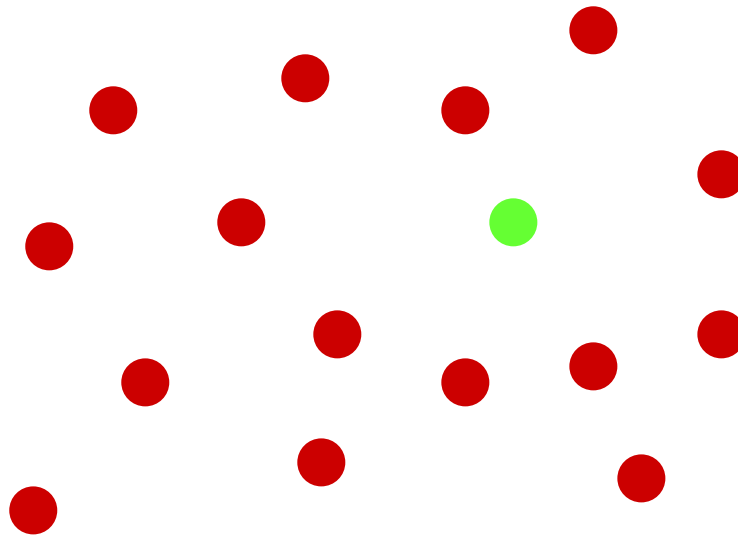
Pop-out, figyelemfelkeltő effektus

- Bizonyos jelenségek érzékelése 200, 250 milliszekundum alatt
- Még akkor is ha több objektum között van elrejtve
- A többi zavaró objektum száma nem fontos, a felismerés mindig konstans ideig tart!
- Legegyszerűbb példa a szöveg kiemelés

Kategorizálás

- Szín
- Forma
- Mozgás
- Térbeli helyzet

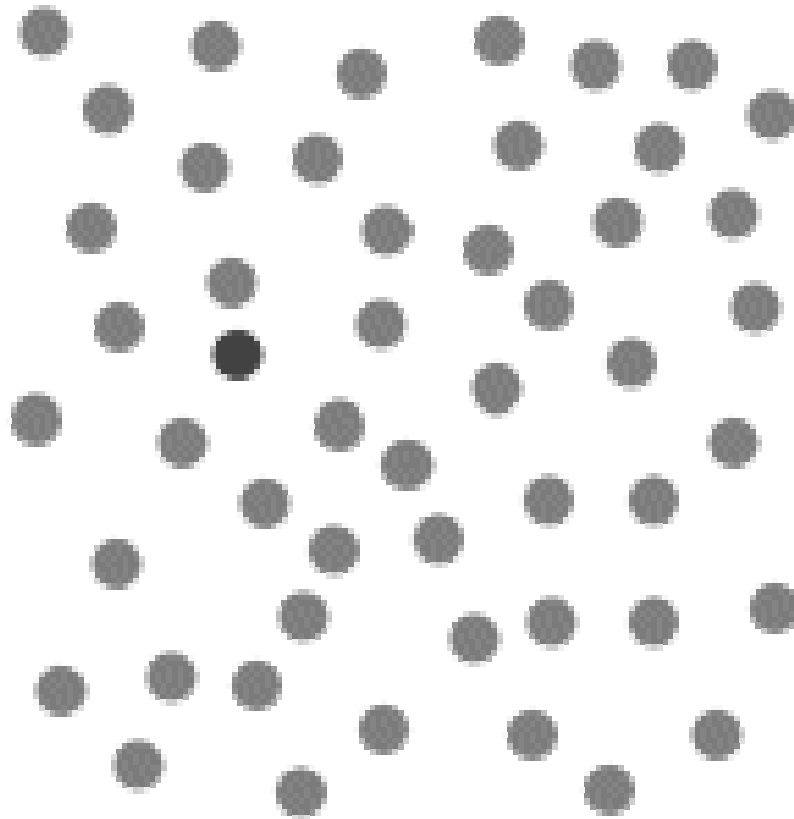
Szín, komponens



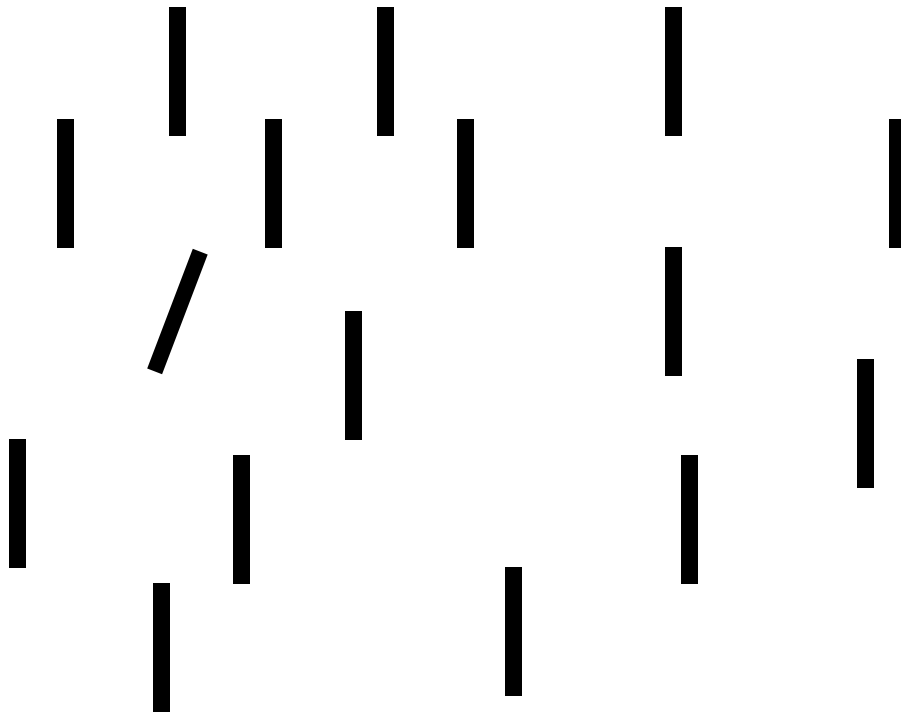
Szín, komponens

897**3**90570927940579629765098294
080280850808**3**0802809850- 802808
567847298872t y4582020947577200
2178984**3**890r 455790456099272188
89759479790285589259457**3**979209

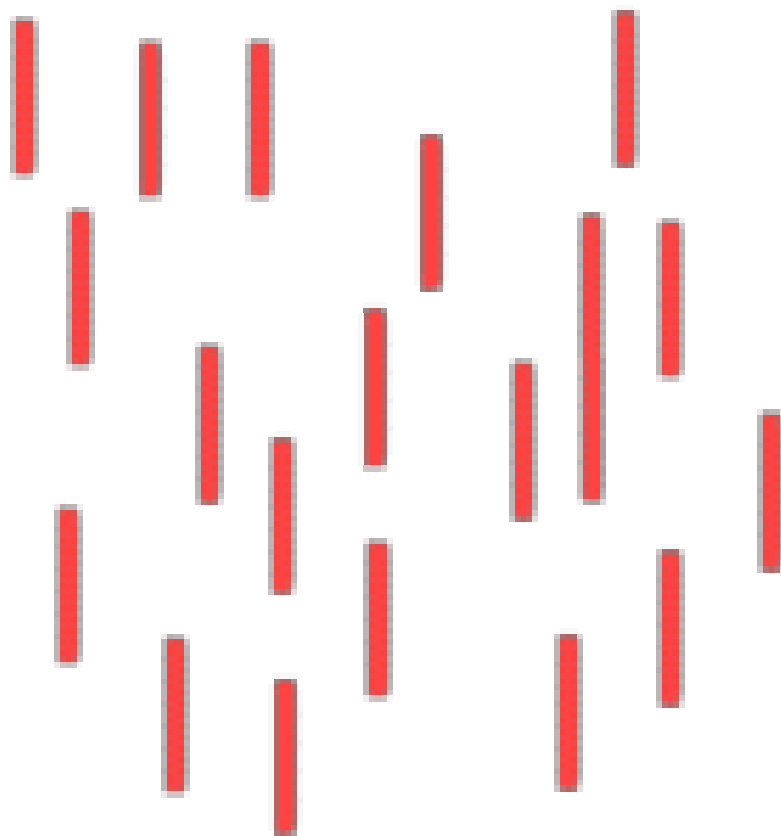
Szín, intenzitás



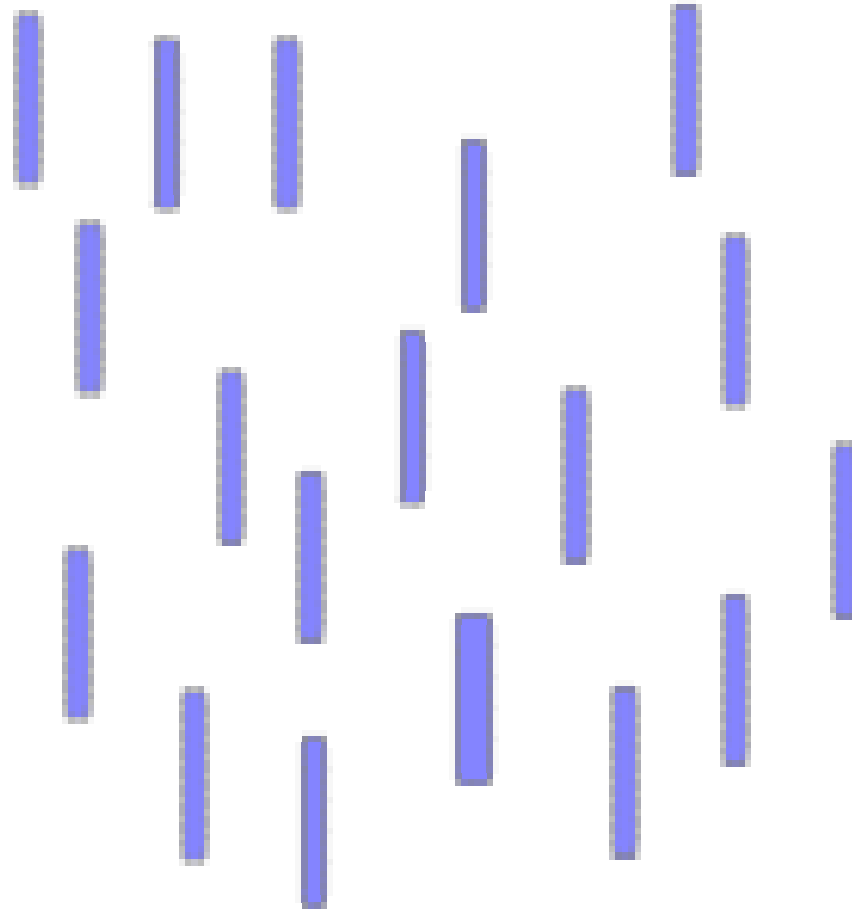
Forma, irányultság



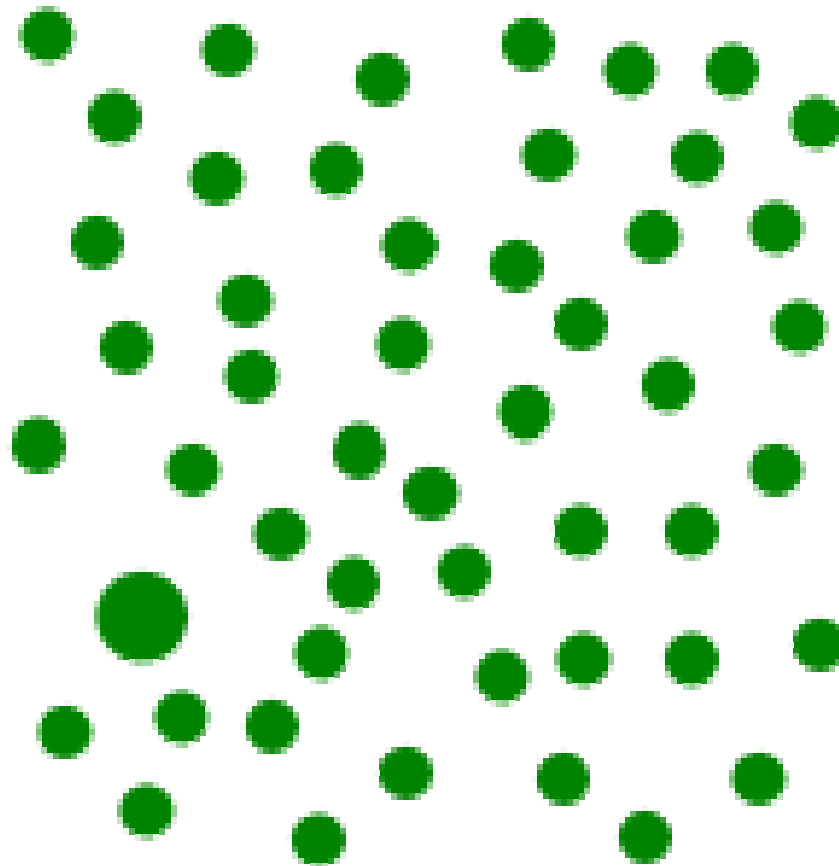
Forma, hossz



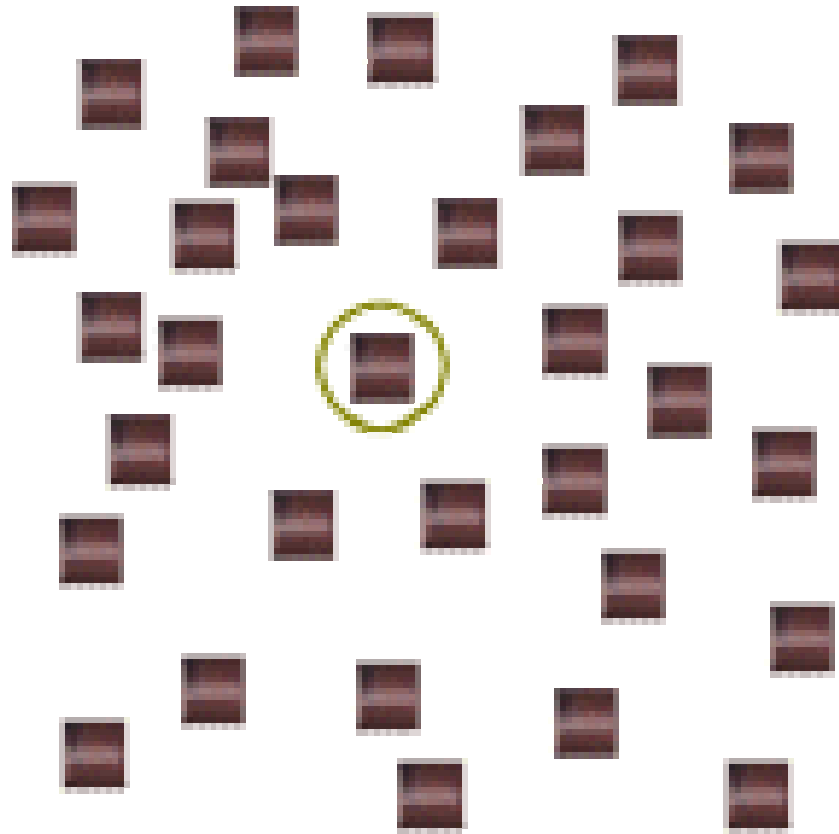
Forma, vastagság



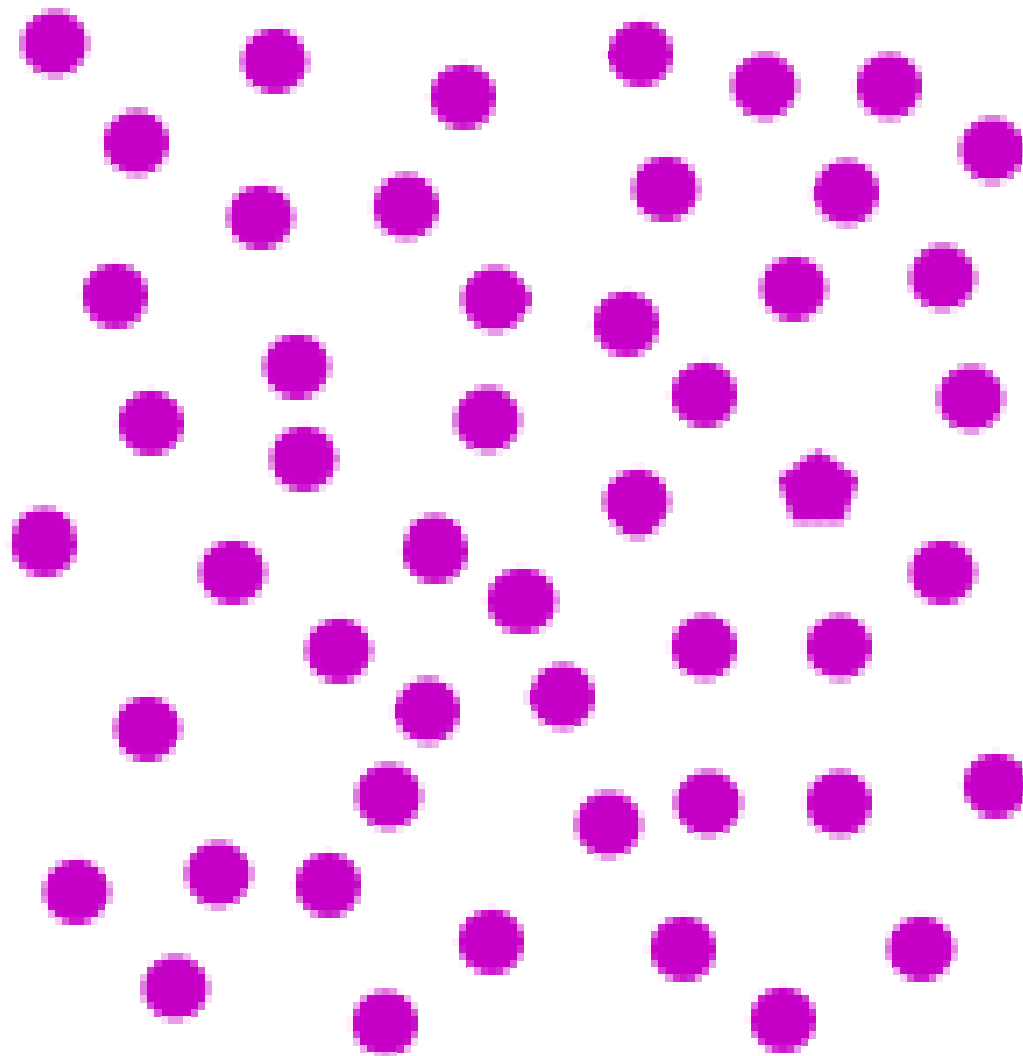
Forma, méret



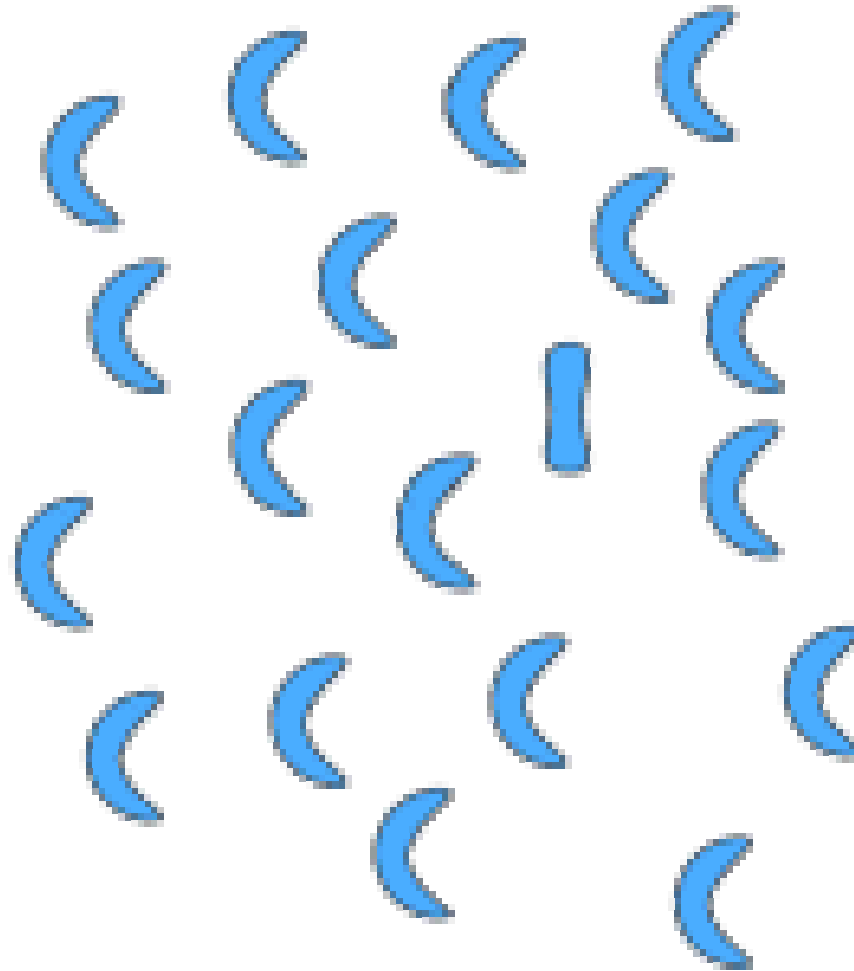
Forma, hozzáadott jel



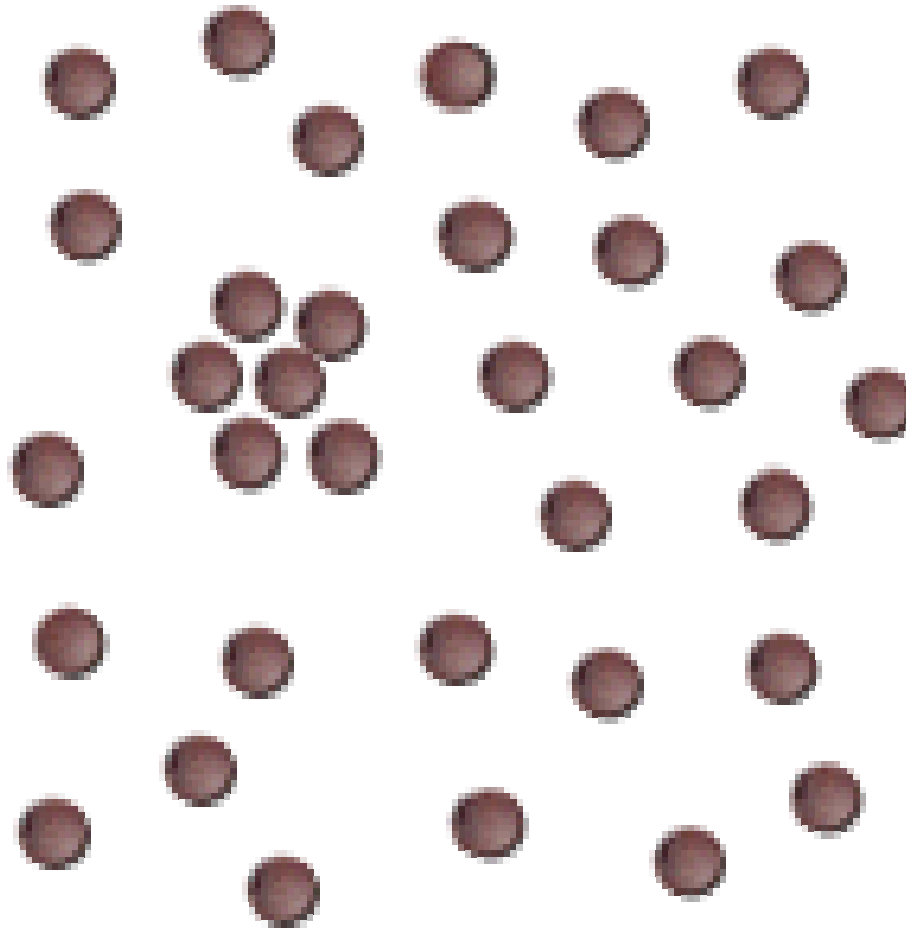
Forma, alak



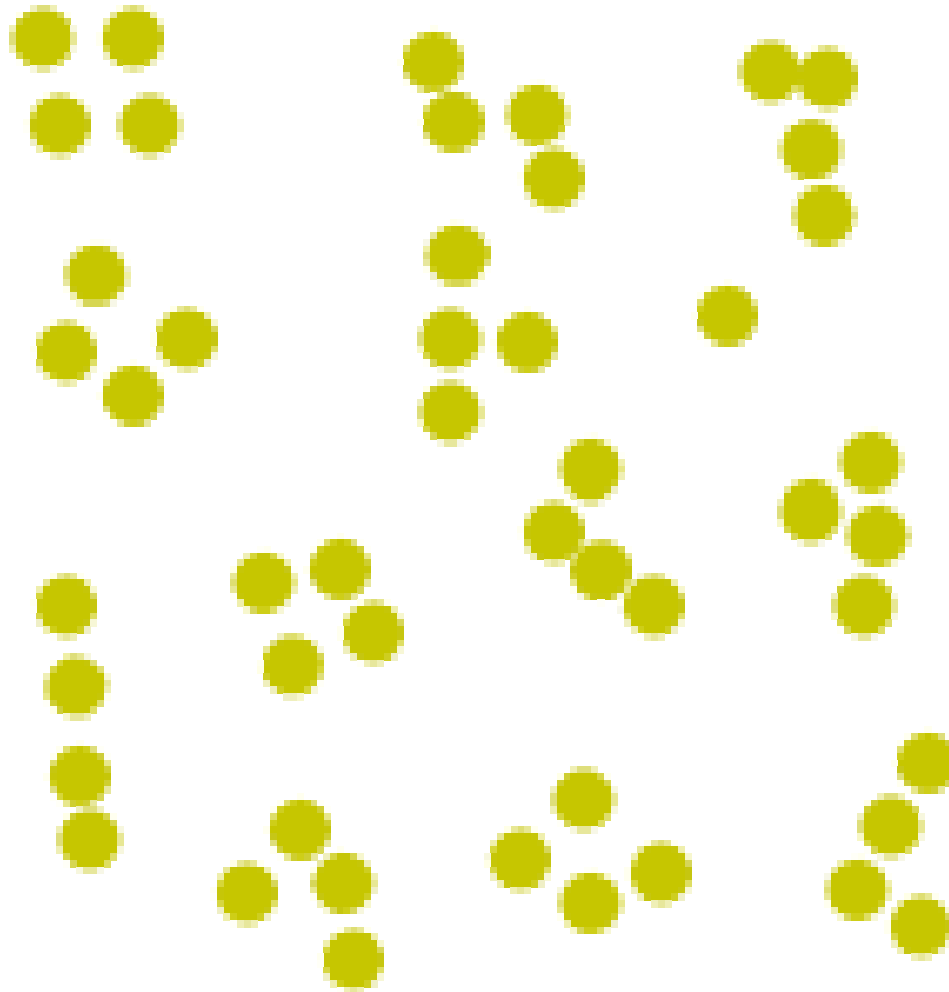
Forma, görbület



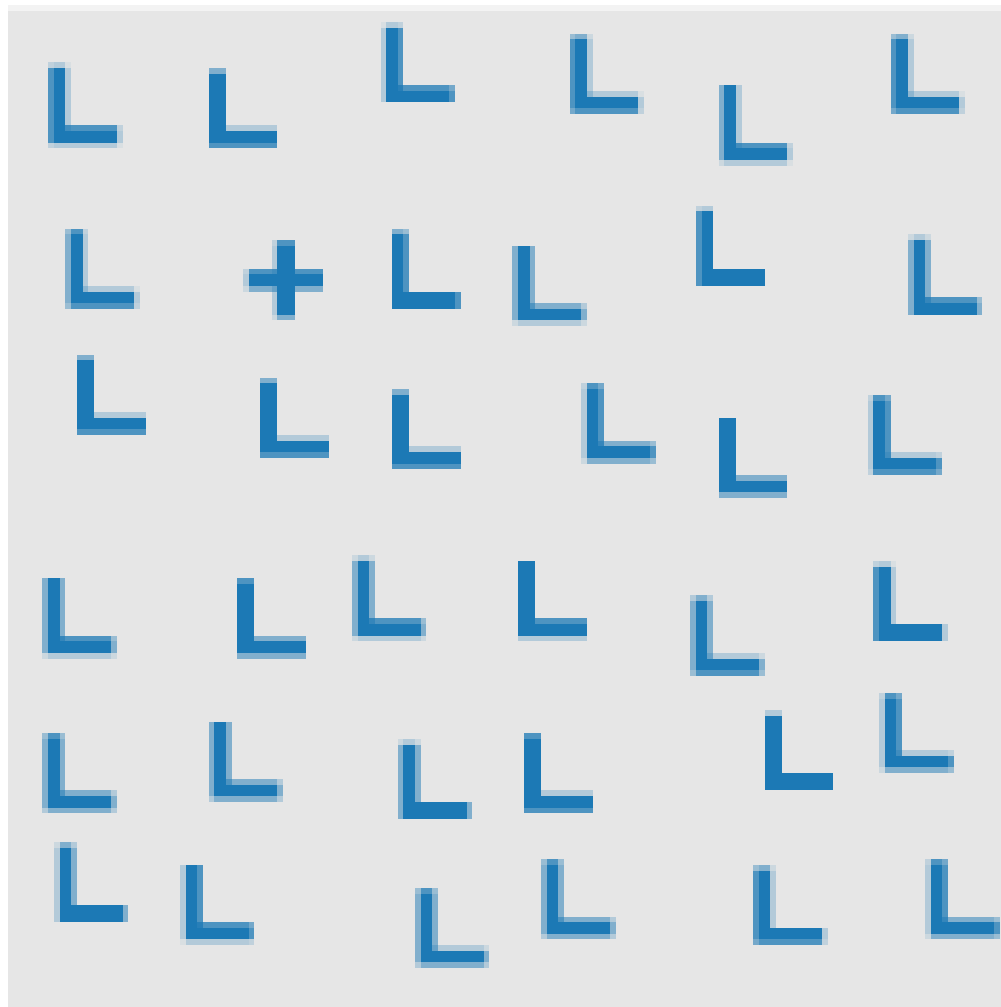
Forma, csoportosulás, sűrűség



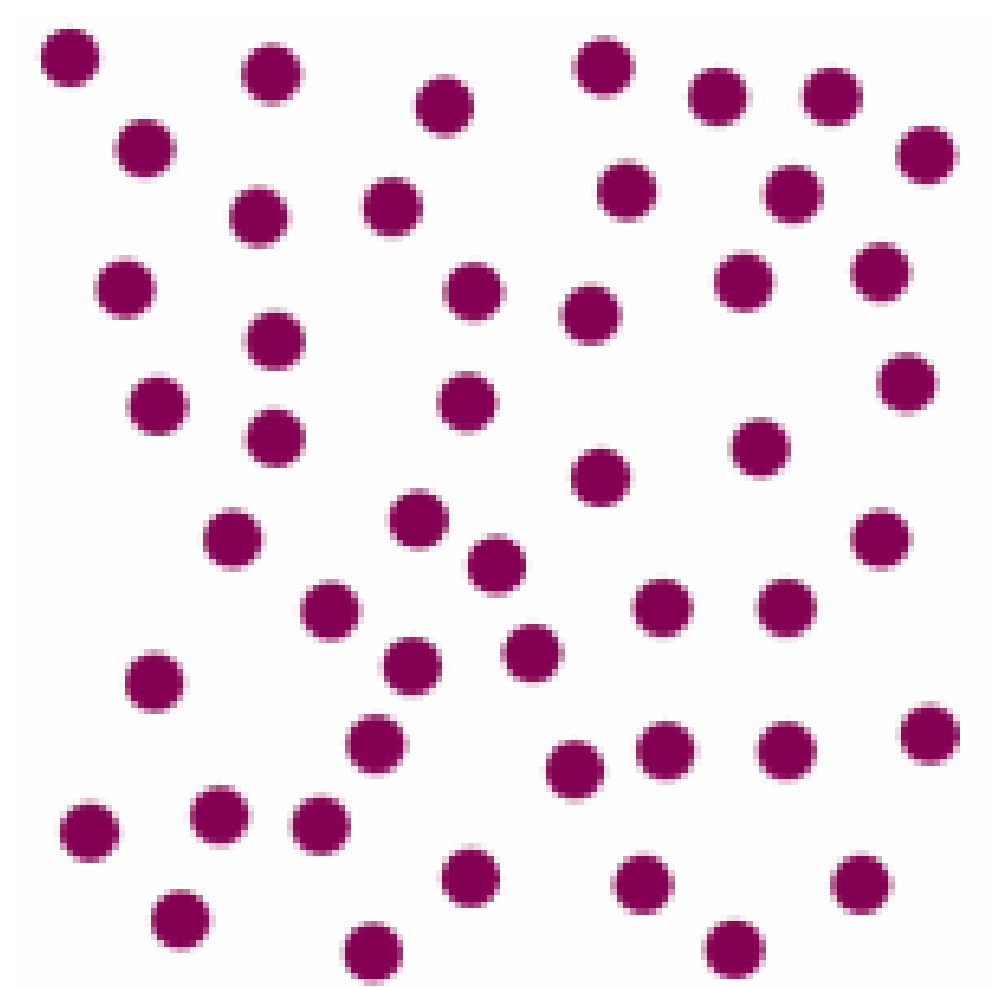
Forma, számosság



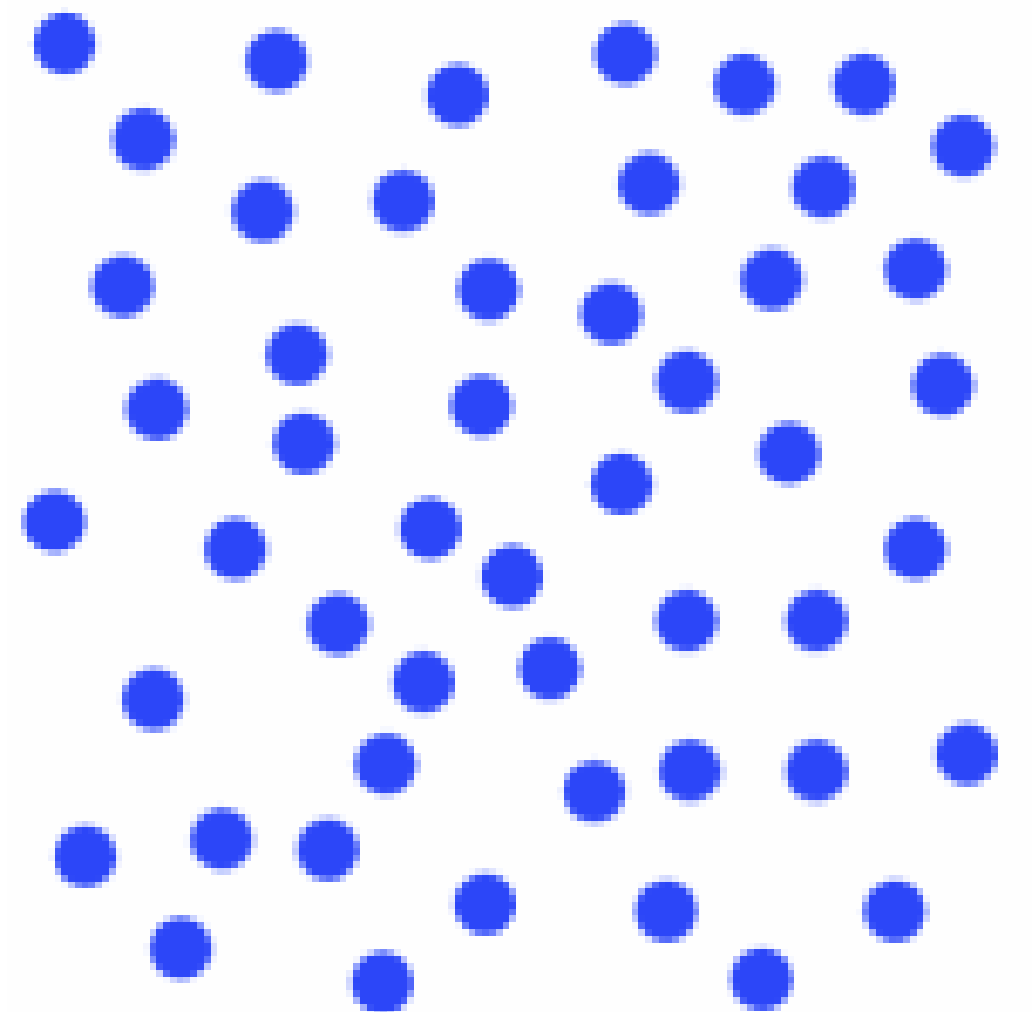
Forma, metsződés



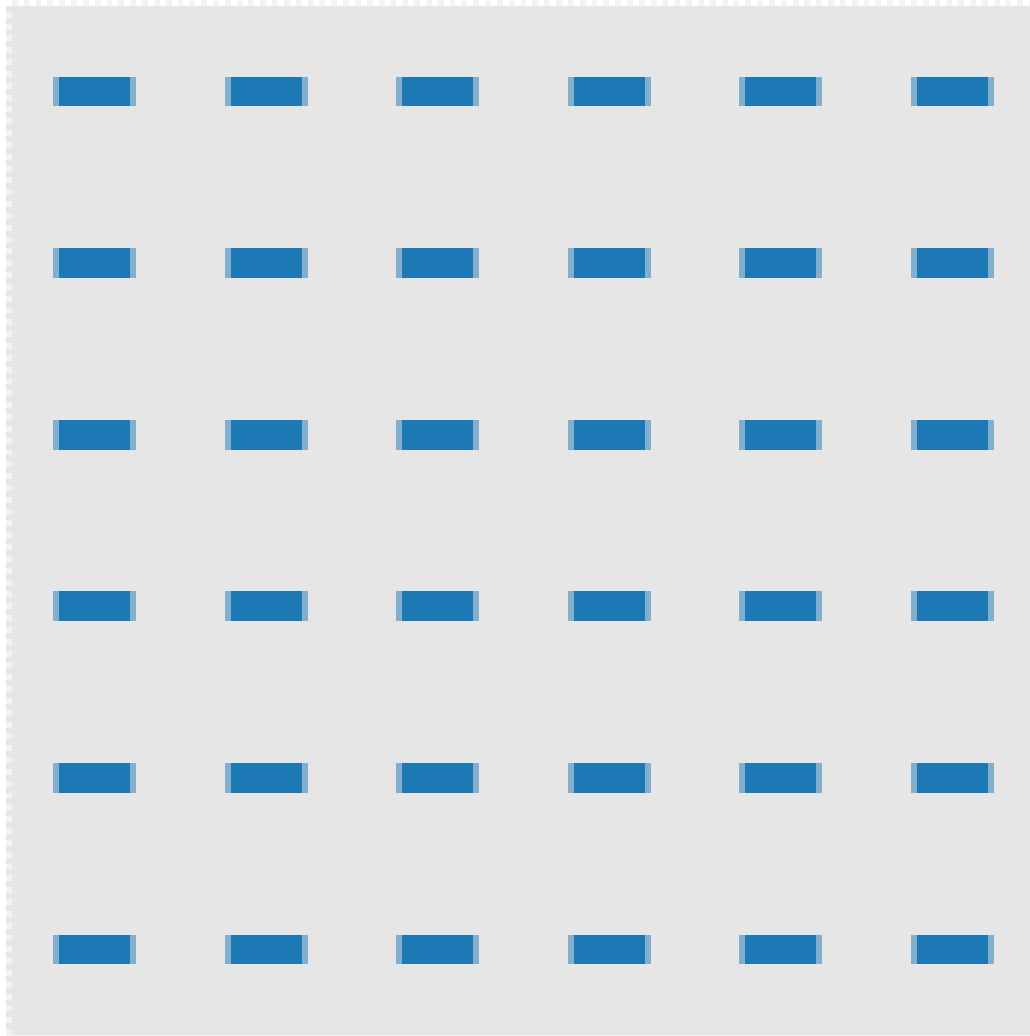
Mozgás, irány



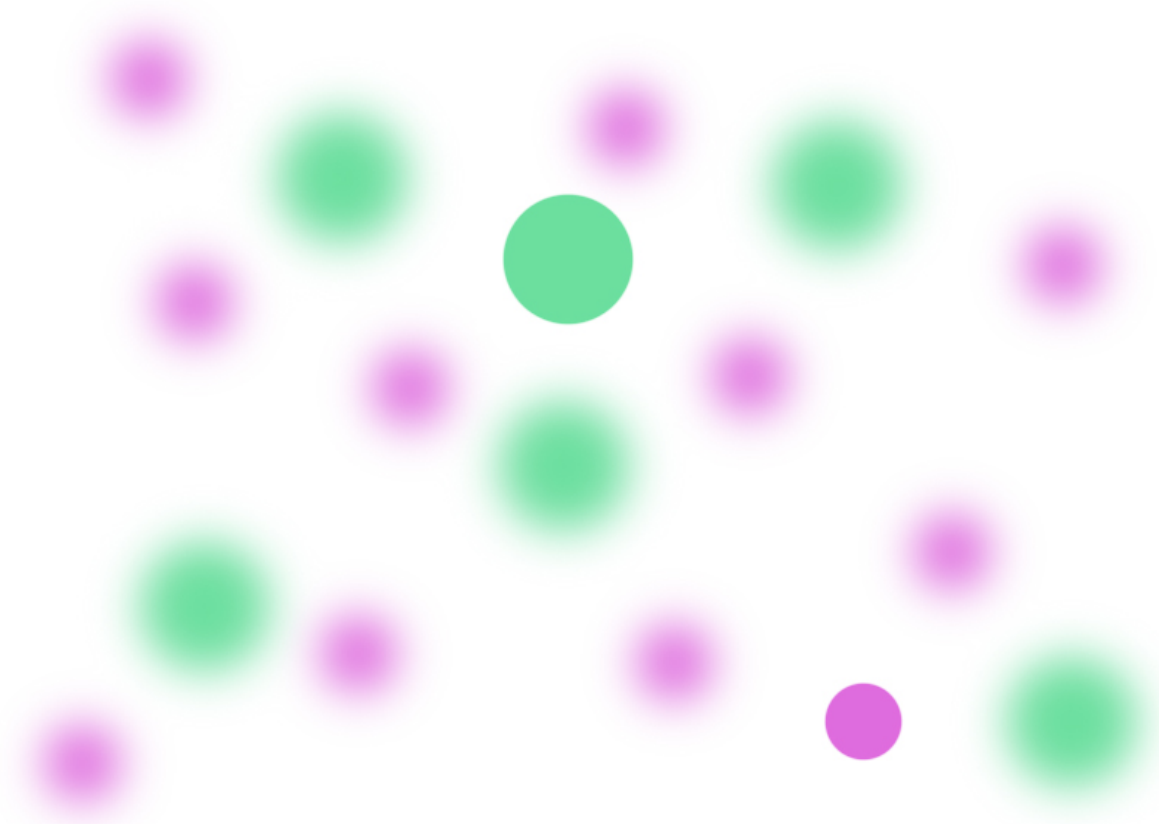
Mozgás, villogás



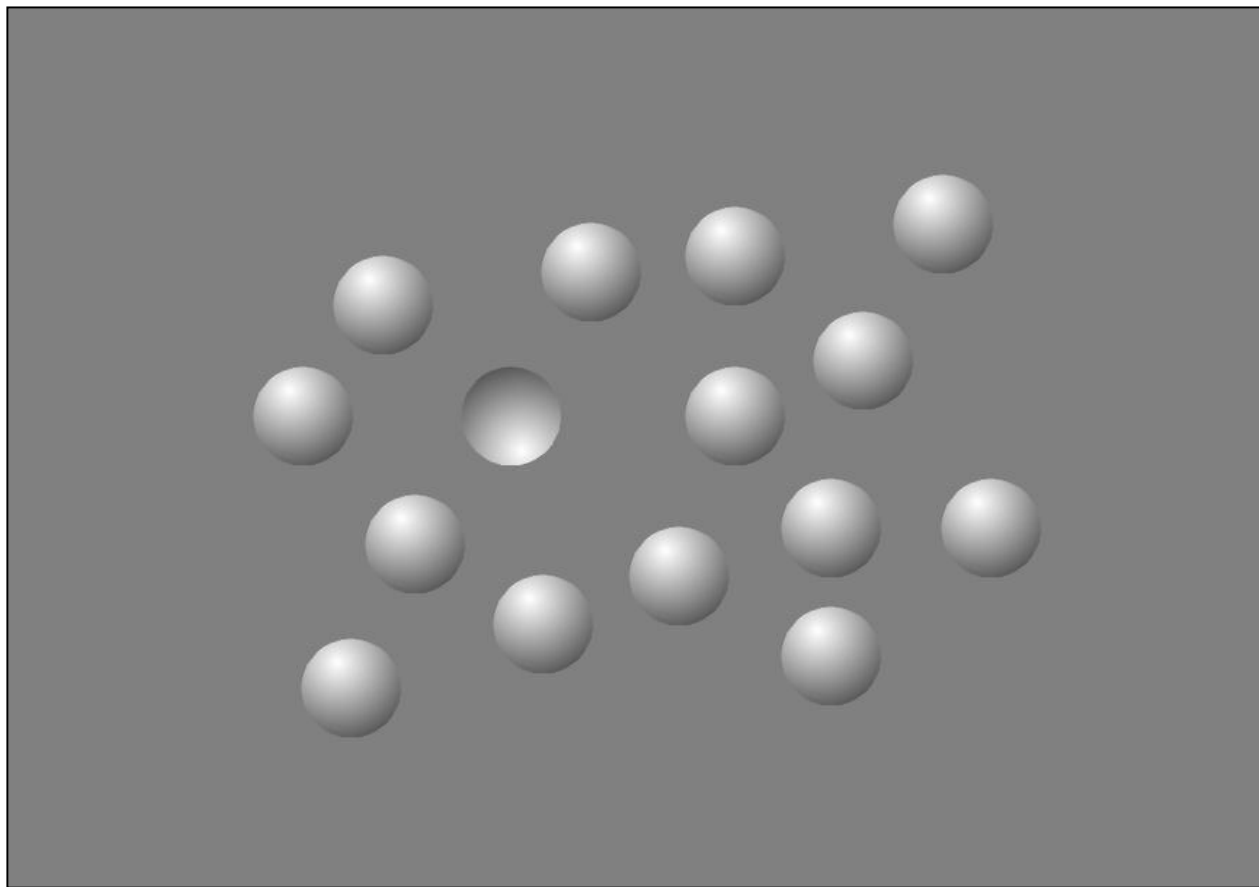
Mozgás, sebesség



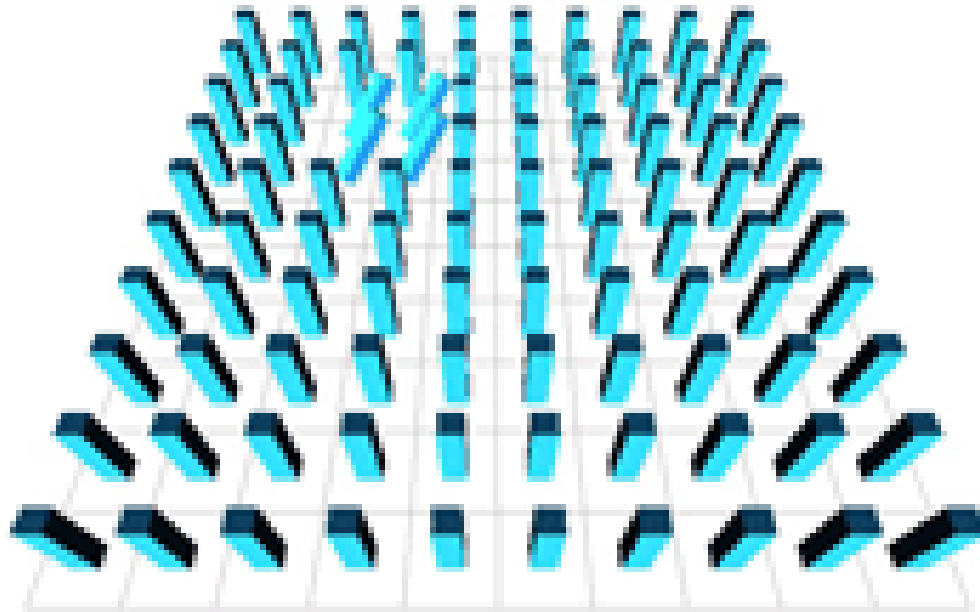
Térbeli helyzet, mélység



Térbeli helyzet, konkáv-konvex

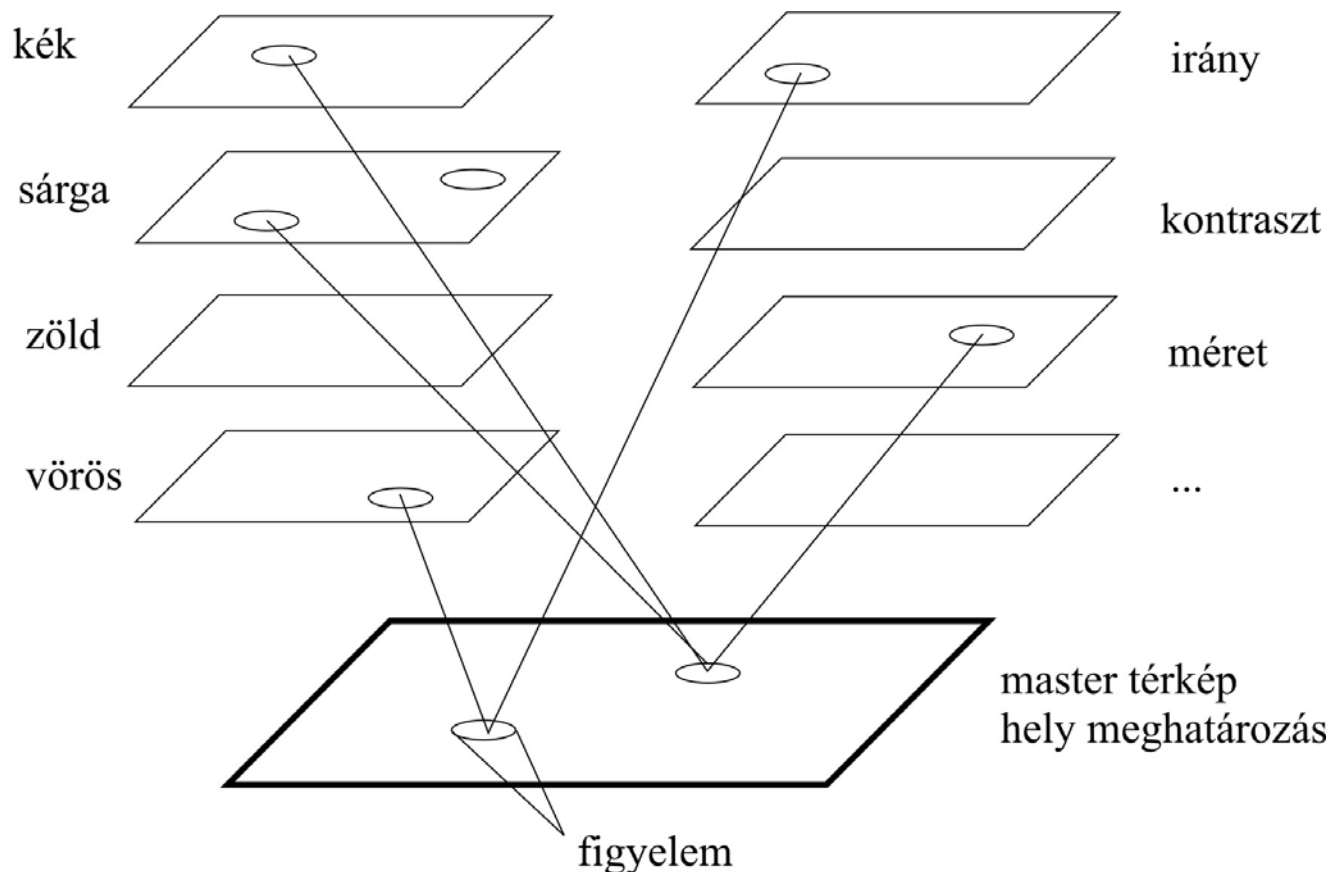


Térbeli helyzet, 3D irányultság



Modellek

- Pre-attentive elméletek és modellek
- Anne Treisman: Feature Integration Theory [2]



1. modell

- Amikor látunk egy ábrát párhuzamosan minden jelenség térkép egyféle jelenséget regisztrál (helytől függetlenül)
- A néző elér egy térképet és megnézheti hogy van-e rajta valami (van-e jelenség)
- Egy térkép nem mond semmit más jelenségről, vagy pozícióról, stb...
- Ha csak egy jelenség van, akkor csak egy térképen kell ellenőrizni (érzékelés azonnali)
- Kombinált jelenség esetén a térképeket végig kell nézni és meg kell keresni hogy van-e illeszkedés
- Érzékelés párhuzamos vagy szekvenciális módon történik

Texton elmélet

- Korai vizuális észlelés **texton**-okat fog fel
- 3 kategória
 - Elnyújtott „pacák” (pl. vonalak, téglalapok, ellipszisek) melyeknek irányultsága, vastagsága, stb van
 - Terminátor (vonal szegmensek vége)
 - Vonalak metszete
- A korai észlelés során a textonok különbségét vagy sűrűségbeli különbségét észleljük
- Pozicionális információ csak fókuszálással nyerhető

Példa

a)

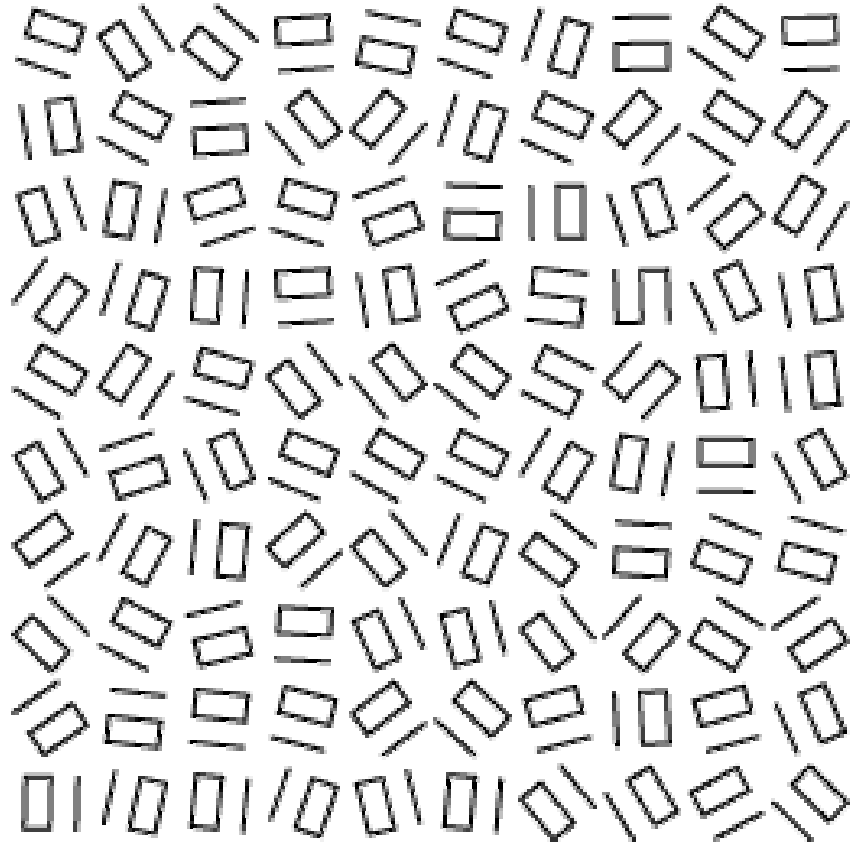


b)



Különböző forma
(objekrum), de
azonos számú pont,
terminátor, egyenes,
azonos texton

A b) típusú textonok
csoportját nehéz felfedezni.



Azonosság elmélet

- Kutatók nem fogadták el a párhuzamos, szekvenciális keresés lényegét
- Két dologra fókuszáltak
- A keresési idő függhet attól hogy
 - hány információ darabot kell azonosítani
 - mennyire könnyű megkülönböztetni a cél tárgyat a „zavaró” tárgytól
- Treisman modellje nem tud néhány kísérletet megmagyarázni

Azonosság elmélet

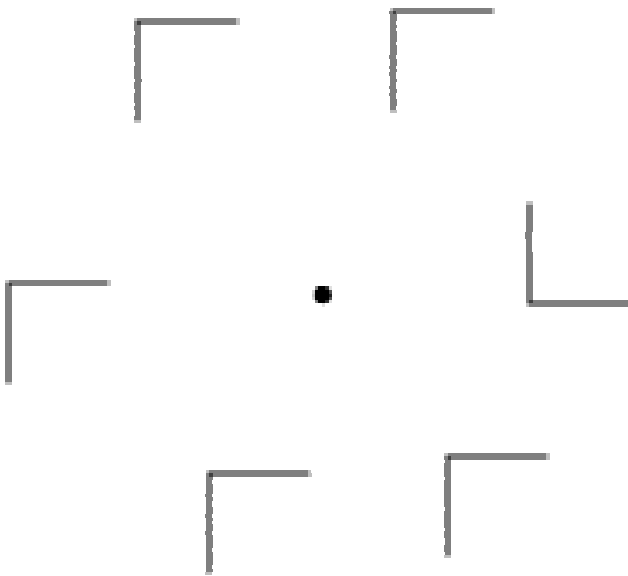
- A keresési idő két tényezőtől függ:
 - T-N azonosság
 - A cél (**T**arget) és nem cél (**N**on-target) tárgyak közötti azonosság mértéke
 - N-N azonosság
 - A nem cél tárgyak egymás között azonossága

Összefüggések

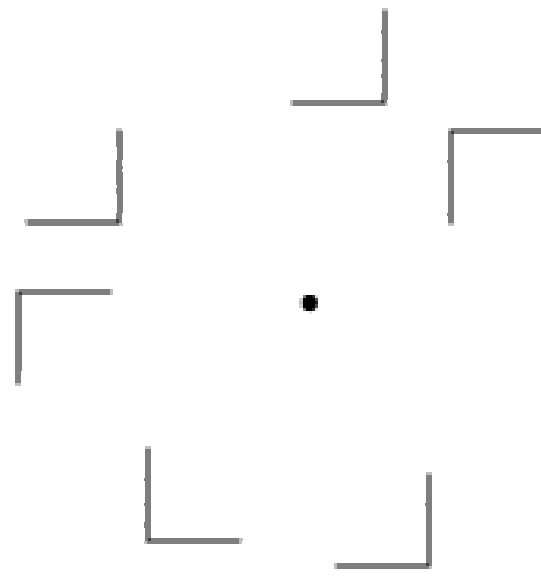
- A keresési hatékonyság csökken és a keresési idő nő ha:
 - a T-N azonosság növekszik,
 - a N-N azonosság csökken.
- T-N és N-N összefügg:
 - N-N azonosság csökkenése nincs hatással a keresésre ha T-N azonosság alacsony
 - T-N azonosság növelése nem igazán befolyásolja a keresést ha N-N azonosság nagy

Példa

N-N azonosság hatása az L alak keresésében

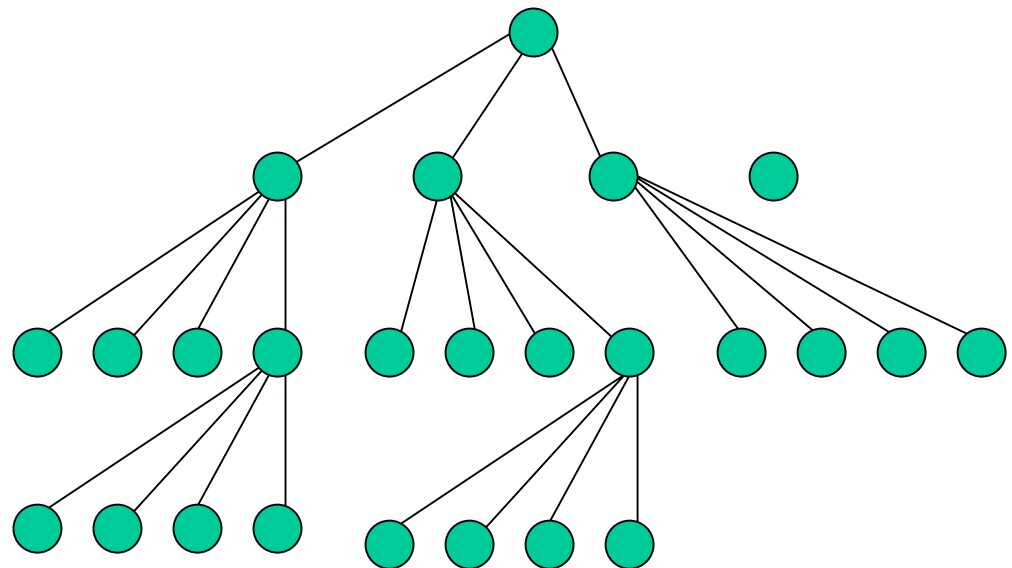
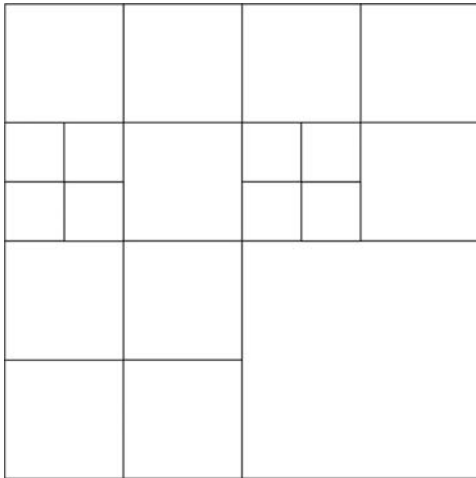


Magas N-N azonosság,
könnyű azonosítás



Alacsony N-N azonosság,
nehéz azonosítás

- Duncan és Humphreys [3] három lépést állapított meg:
 1. A látómezőt struktúrális egységekre osztjuk. Az egységeket lehet további részekre osztani. Ez a látómező egy hierarchiáját hozza létre. Minden egyes egységet egy tulajdonsággal lehet leírni. (Ez a szegmentálás párhuzamos módon jön létre.)



1. A rövid távú vizuális memória „erőforrásai” illetve a hozzáférés is korlátozott. Ugyanakkor egy minta (template) is rendelkezésre áll a keresett információról. Így több erőforrás rendelődik azokhoz az egységekhez melyeknél a minta jól illeszkedik
2. Mivel a struktúrális egységek csoportokat alkotnak, így ha egy egységre nincs illeszkedés akkor hatékonyan az egész csoportot el lehet dobni

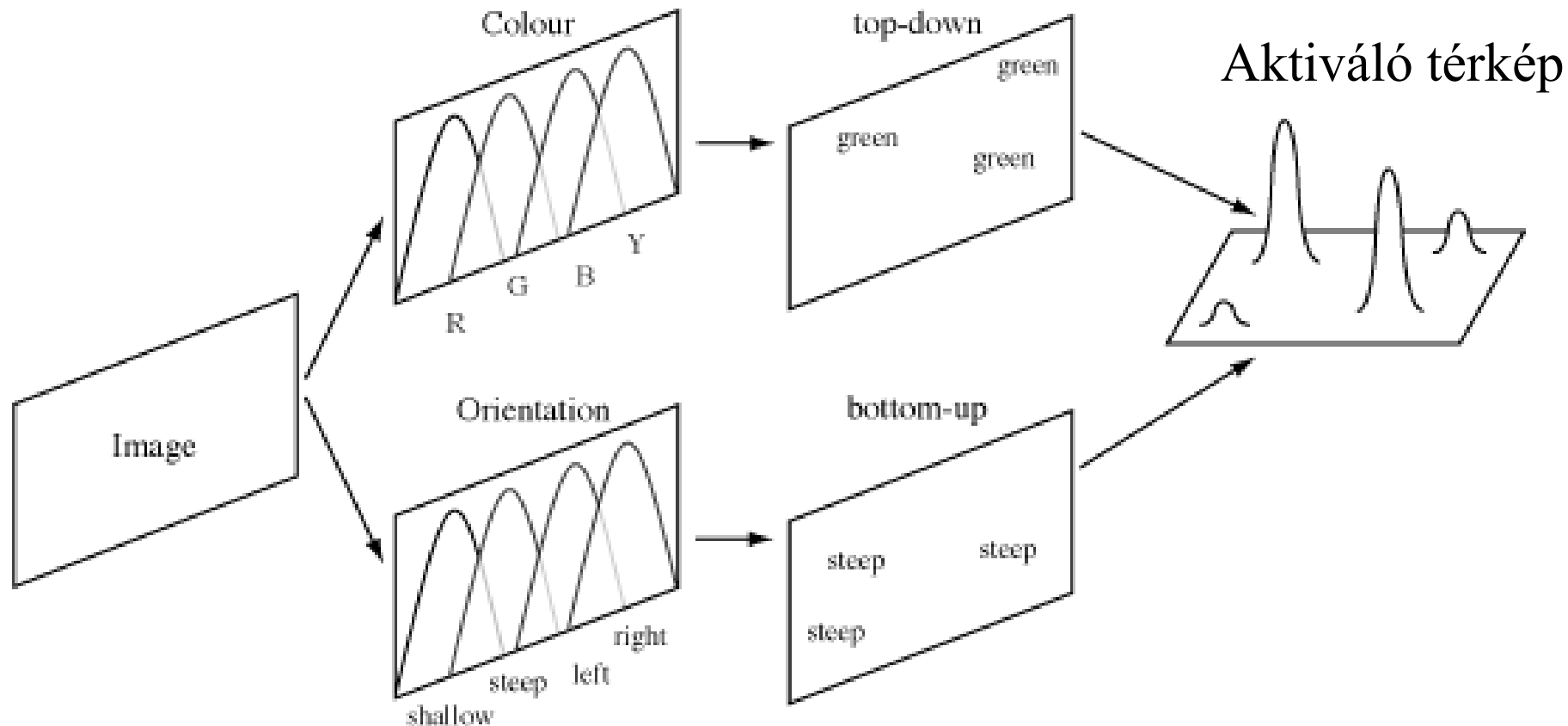
- Az a struktúrális egység melynek a legtöbb az erőforrása, annak van a legnagyobb valószínűsége hogy a rövid távú vizuális memóriát használja
- Magyarázat:
 - Ha a T-N azonosság nő, akkor több struktúrális egység illeszkedik a mintára és nagyobb a versengés a rövid távú vizuális memóriáért
 - Növekvő N-N azonosság hatására nem lehet egységek csoportjait eldobni

Irányított keresés elmélete

- Jeremy Wolfe [4] elmélete Treisman-éhoz hasonló
- Minden „térképen” belül a jelenségek több kategóriába osztódnak
 - Színnél: vörös, kék, zöld, sárga
- Lentről-felfelé kategorizálás
 - A jelenségek egymáshoz képest mennyire hasonlóak
- Fentről-lefelé kategorizálás
 - Az ember irányítja, a megadott tulajdonság szűrése

Írányított keresés elmélete, szűrők

Zöld, meredek objektumokat keresünk...



Példa

- Irányultság osztályai:
 - Meredek, lapos, balra, jobbra
- De arra nem lehet keresni, hogy valamilyen szögű elemet keresünk
- Így az nagyon fontos, hogy olyan kategóriát válasszunk amely a legjobb kategorizálást teszi lehetővé
- Ez gyakran nem egyszerű
 - De tanulással fejleszthető (magyarázat másik jelenségre)

Magyarázat 1.

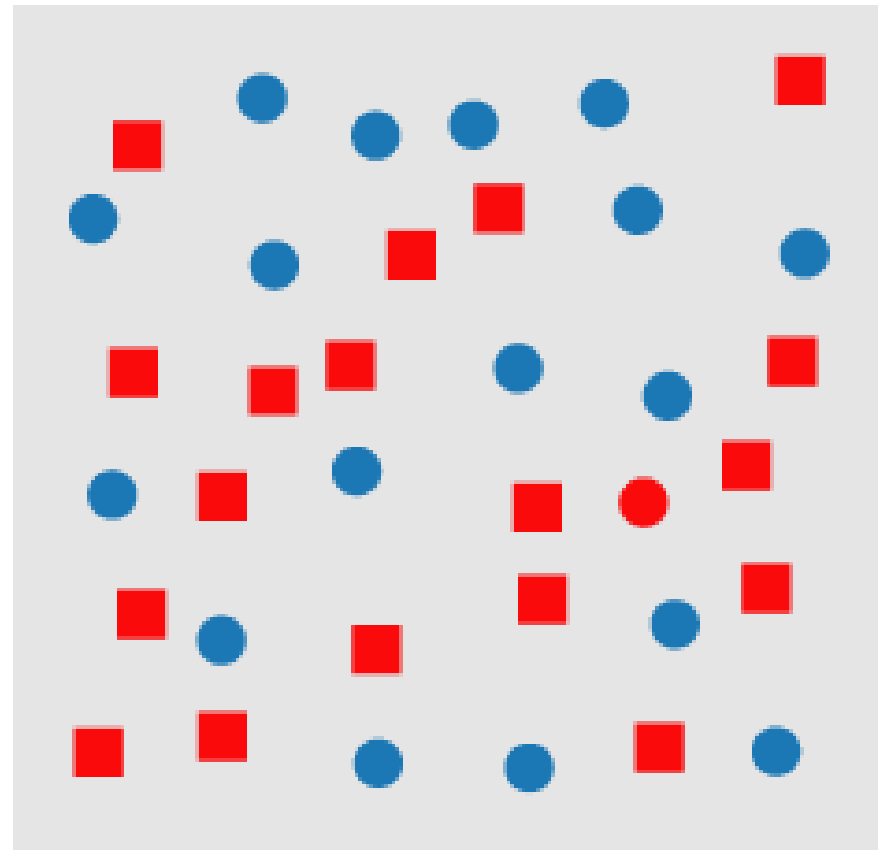
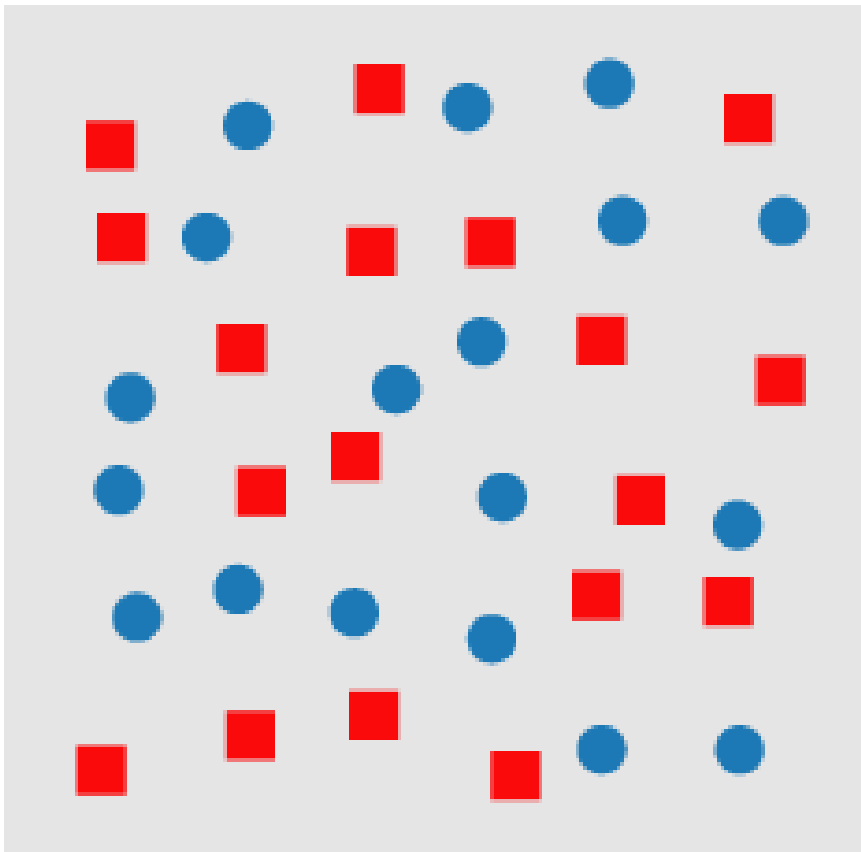
- Az aktiváló térképen nincs információ, hogy mely kategóriákból jött létre
- Aktiváló térkép színekből, ugyanúgy néz ki mint egy irányokból létrehozott
- A megfigyelő figyelme a legmagasabb ponttól, az egyre kisebb „dombok” felé irányul

Magyarázat 2.

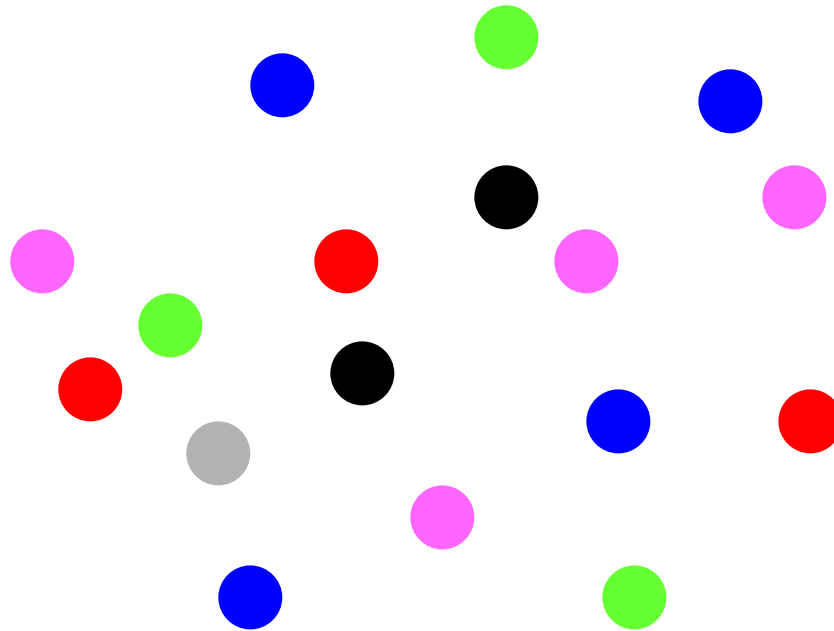
- A cél tárgyak adják a legnagyobb dombokat az aktiváló térképen, függetlenül a zavaró objektumok számától (Ez a „előugró” (pop-out) hatás)
- Az azonosság elméletet is megmagyarázza, pl.
 - Alacsony N-N azonosság esetén a zavaró objektumok magasabb értékeket adnak az alulról-felfelé kategorizálás során

Nem ugrik elő, kombináció miatt

Melyik ábrán van piros kör ?



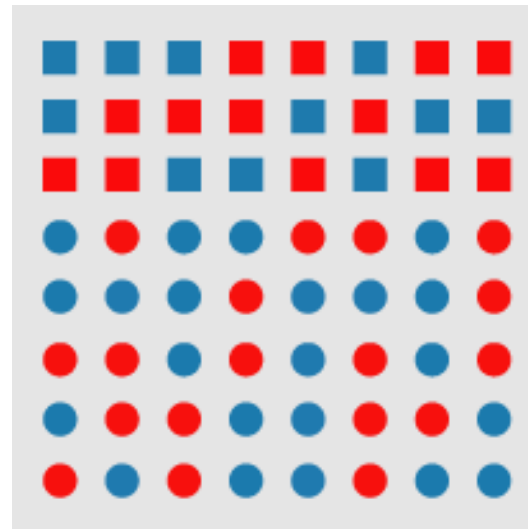
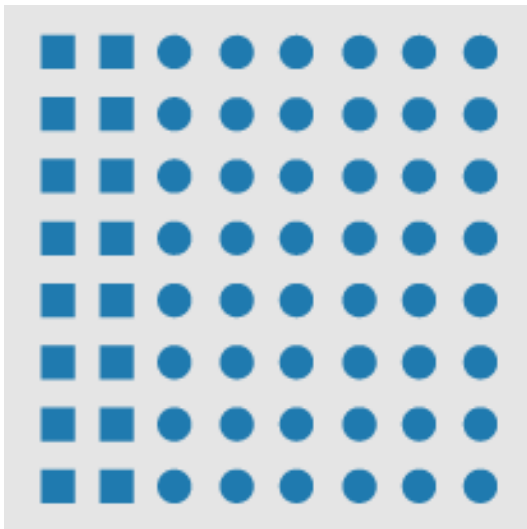
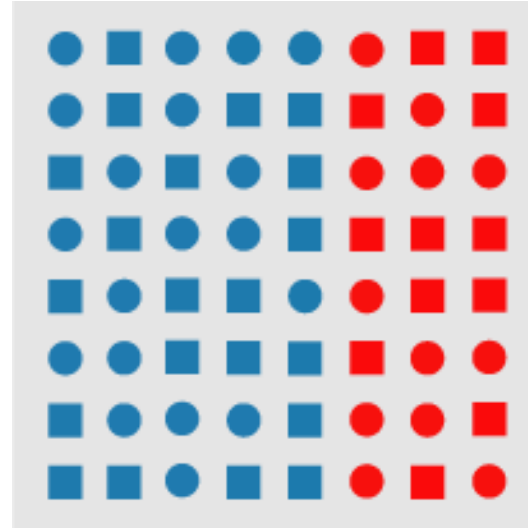
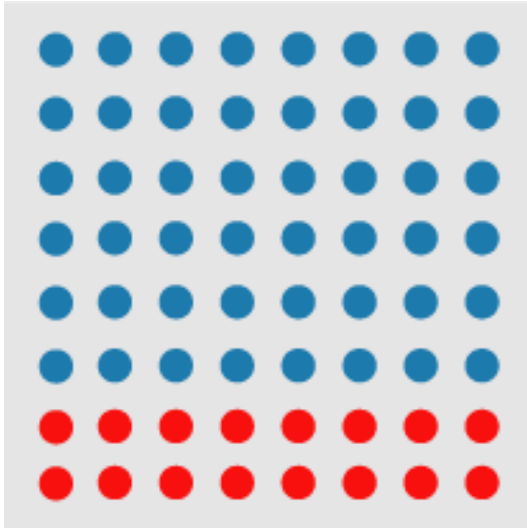
Nem ugrik elő (túl sok szín)



Jelenségek hierarchiája

- Bizonyos felismerési folyamatoknál bizonyos jelenségek között hierarchia van
- Például:
 - Határ érzékelés esetén a háttér szín meggátolhatja a határ felismerését még ha a forma különböző is (A szín elsődleges)
 - A jelenség aszimmetrikus, mert a minta véletlenszerűsége nem gátolja meg a határ felismerését ha a szín konstans.

Példa



Vizuális csapdák

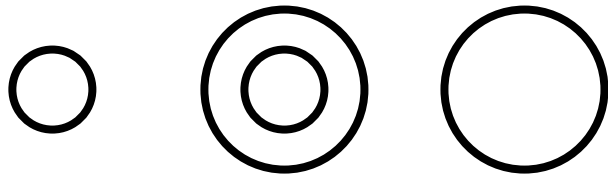
- Az emberek nem úgy érzékelik a hosszt, területet, szöget, fényességet ahogyan kellene
- Például:
 - Szürke négyzet fehér háttéren
 - Szürke négyzet fekete háttéren
- Van amiben mindig tévedünk!

Vizuális csapdák

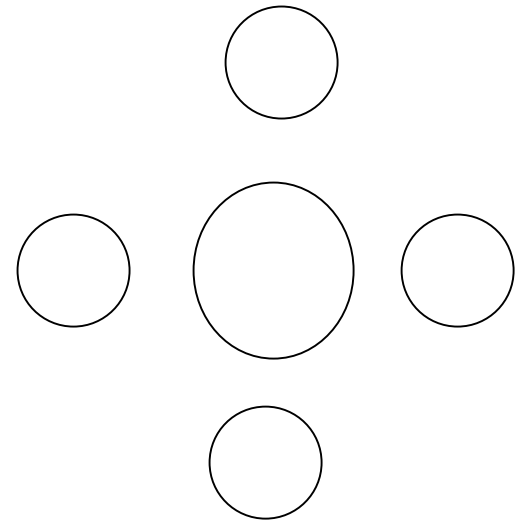
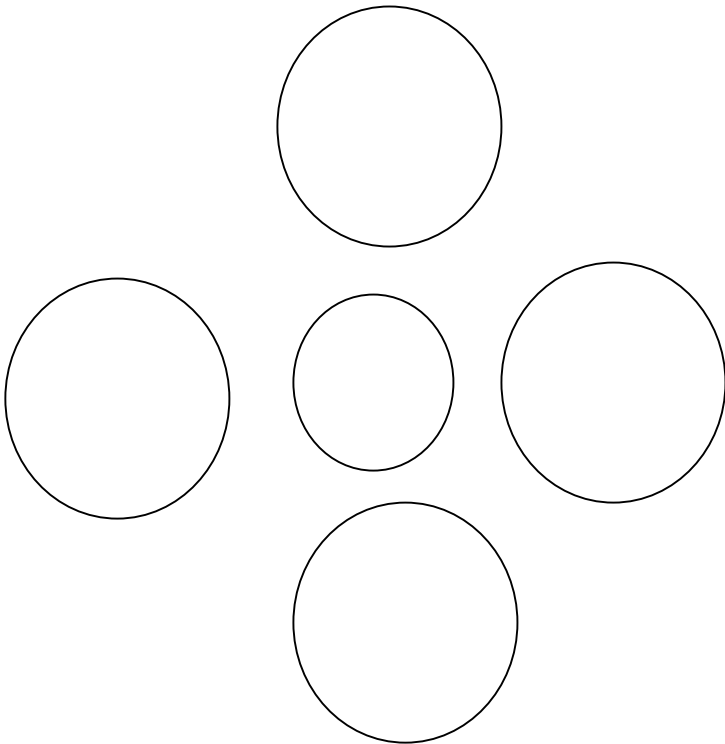
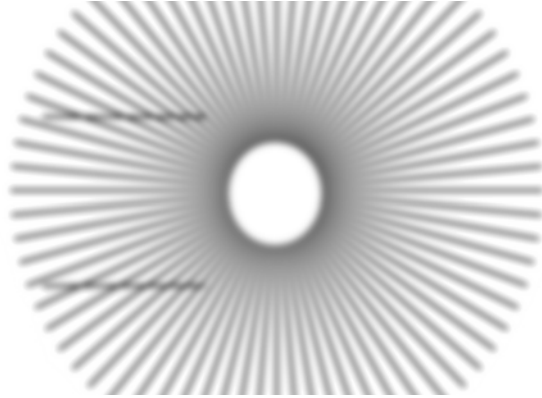
- Lineáris kiterjedés
 - Mueller-Lyon (25-30%-os tévedés)



- Terület illúziója



Vizuális csapdák



Tanulságok

- Tervezzük meg a szimbólumokat
 - Egyszerű vizuális tulajdonságokat használjunk
 - Támogassuk a gyors keresést
 - Különböző csatornákat használjunk különböző információ megjelenítésre
 - Ne használjunk nagy területű erős színeket
 - Arcok és egyéb összetett alakzatok nem „pre-attentive”

Minták, Gestalt

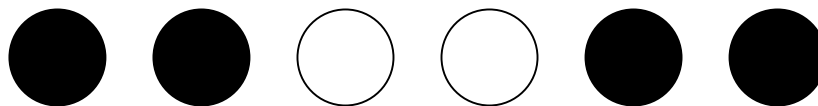
- Max Westheimer, Kurt Koffka and Wolfgang Kohler (1912)
- Gestalt: németül: minta, forma, konfiguráció
- A szemünk az érzékelés során formákat, mintákat „hoz létre”
- Néhány ok amiért objektum csoportokat látunk

Közelség



Miért párokat érzékelünk tripletok helyett?

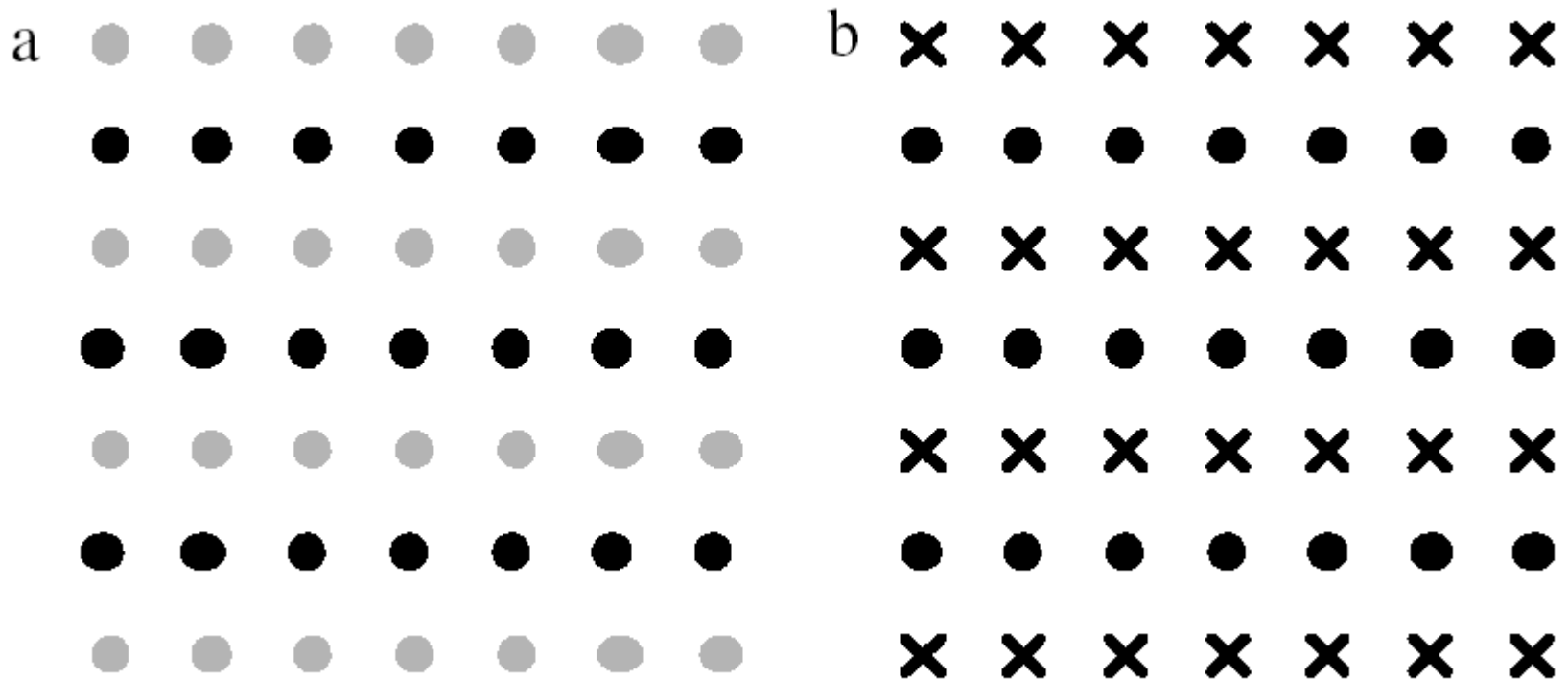
Azonosság



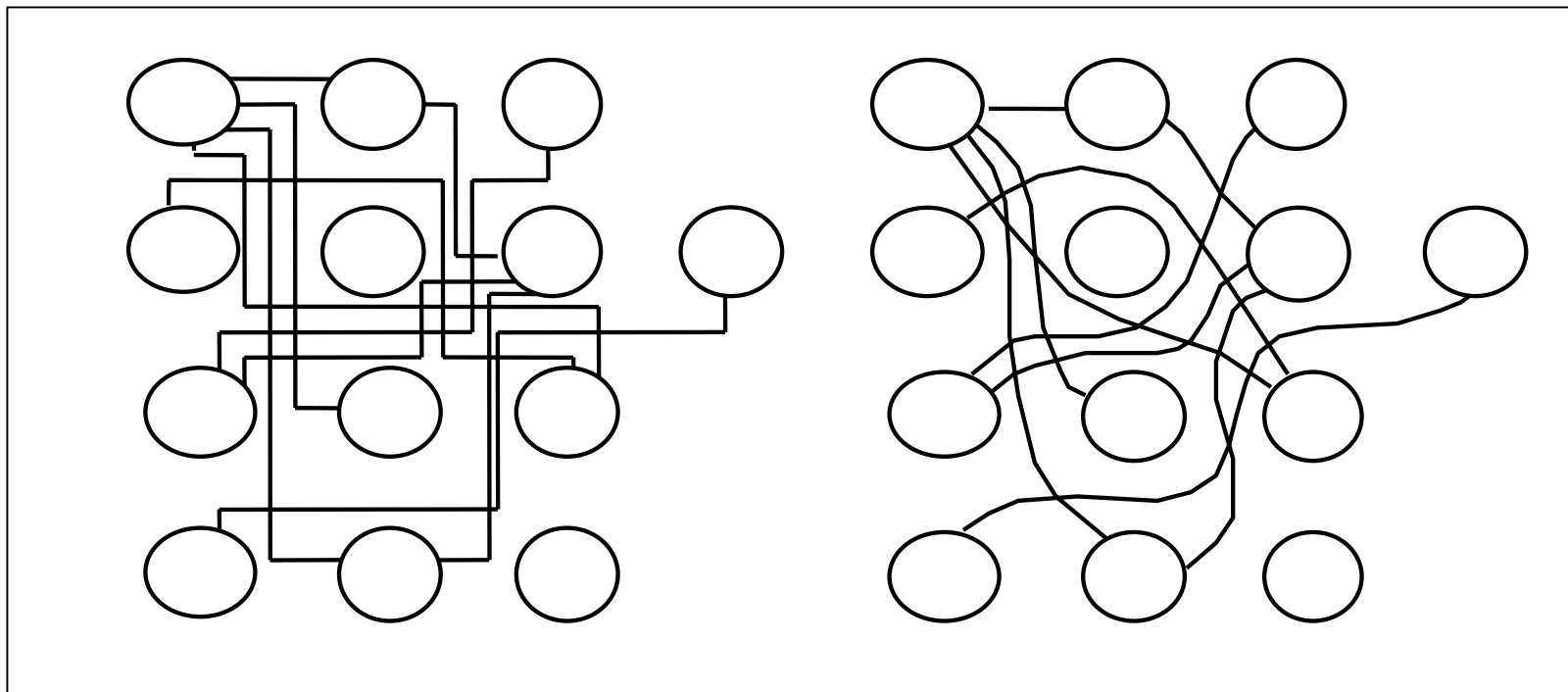
Mit látunk?

- 6 kört vagy
- 3 csoportban két kört

Azonosság

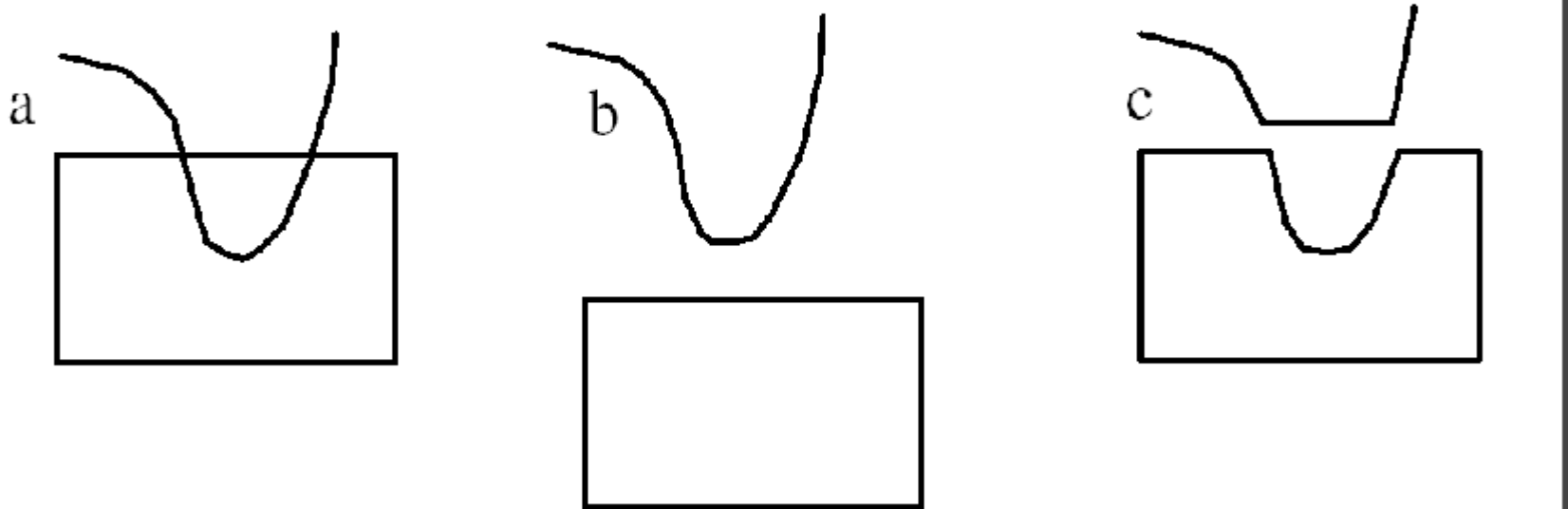


Folytonosság

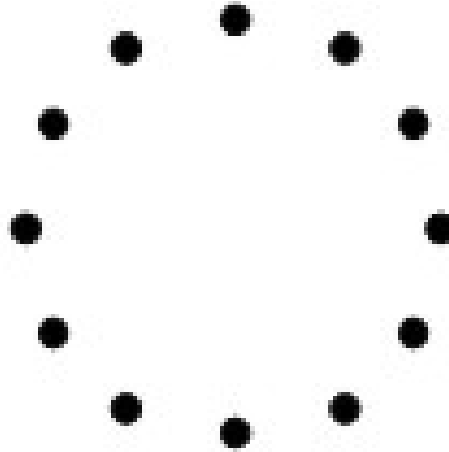


Folytonosság

Síma nem hirtelen változás felülírja a közelséget



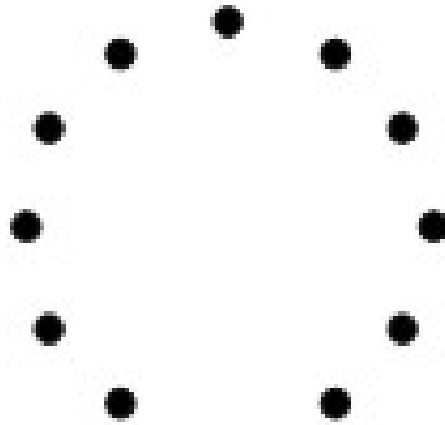
Zártság



Mit látunk?

- 12 pontot vagy
- Egy kört

Zártság

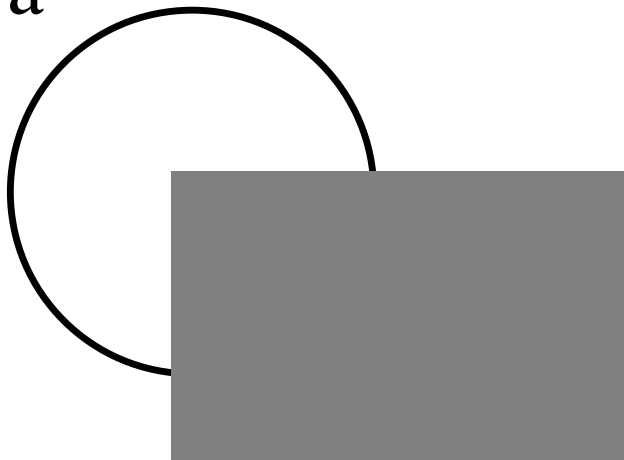


Mit látunk?

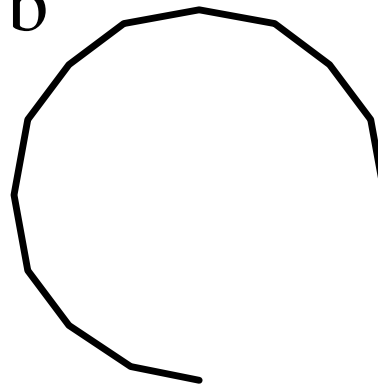
- 11 pontot vagy
- Egy kört

Zártság

a

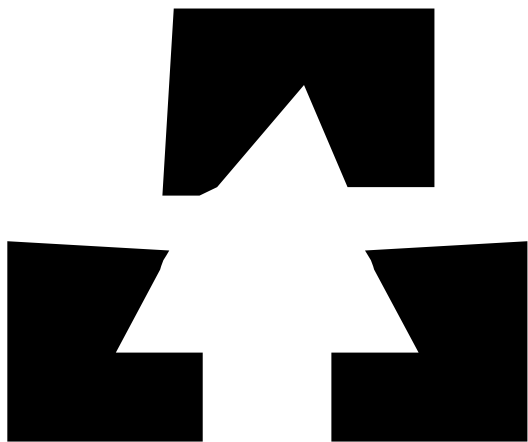


b

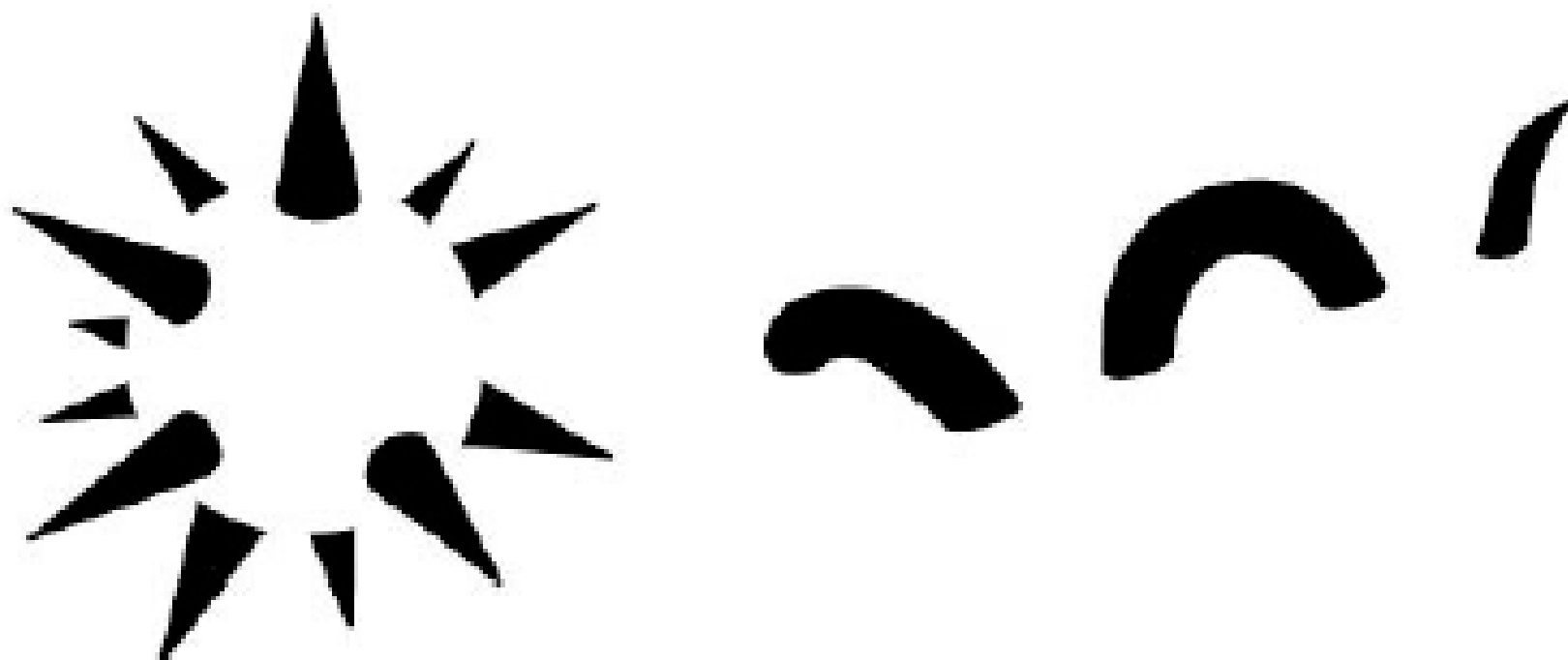


Kontúr

- Escher illusztrációk
 - Váza/emberek

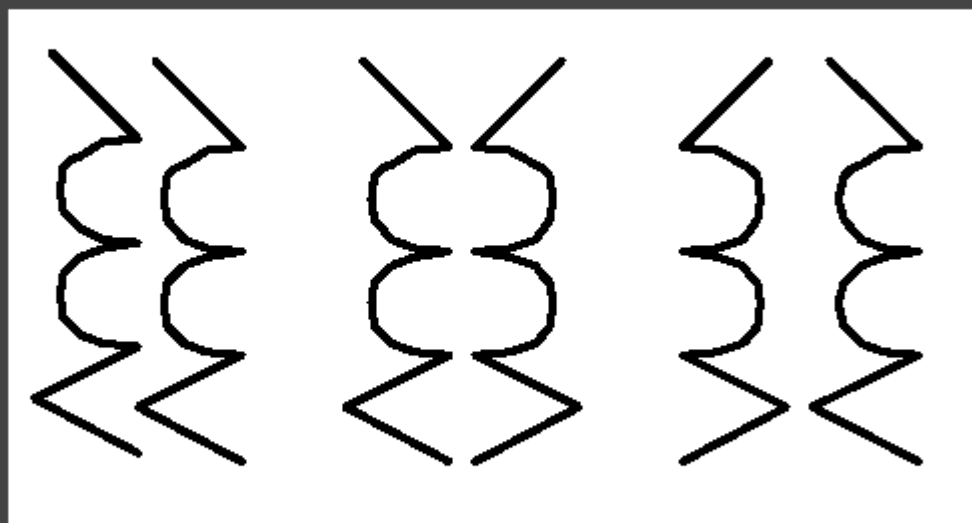


Kontúr



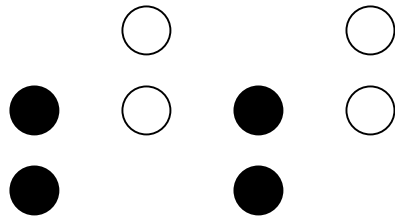
Szimmetria

Szimmetria kihangsúlyozza a kapcsolatot



Mintákat kombinálni is lehet

- Közelség és azonosság $\rightarrow$ csoport



- Közelség és zártság $\rightarrow$ csoport

[] []

- Közelség a zártság ellen dolgozik

] [] []



Irodalom

1. Colin Ware: Information Visualization: Perception for Design
2. Treisman, A. Preattentive processing in vision. *Computer Vision, Graphics and Image Processing* 31 (1985), 156-177
3. Duncan, J. and Humphreys, G. W. Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review* 96, 3 (1989), 433-458.
4. Wolfe, J. M. Guided Search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review* 1, 2 (1994), 202-238.