

Statisztikai adatelemzés és kiértékelés az M3W rendszerben

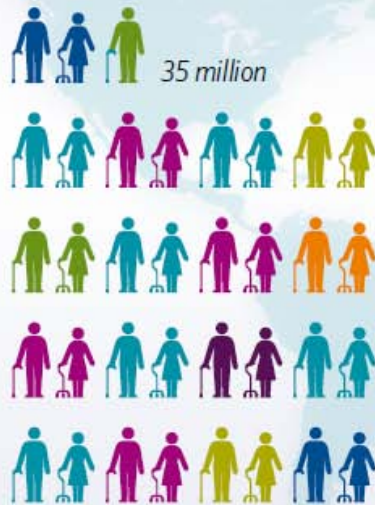
játék-diagnosztika és terápia

<https://m3w-project.eu/hu>

Ketskemény László, BME, SZIT
Pataki Béla, BME, MIT
Engedy István, BME, MIT



Number of dementia patients worldwide



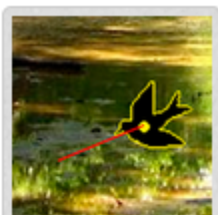
2011



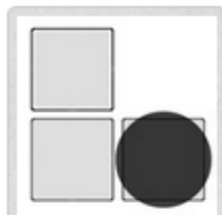
2050

Today and predicted for 2050

Sources: Allianz / UN Population Division, Alzheimer's Disease International



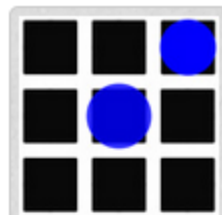
Madarak



Dobozok



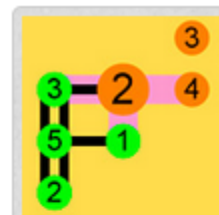
Összekötős



Soroló



FreeCell



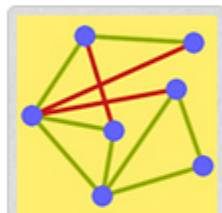
Hídépítő



Betűvető



Memóriajáték



Hálójáték



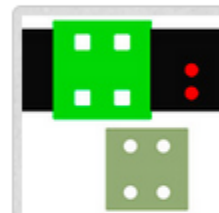
Forgató



Szúdoku



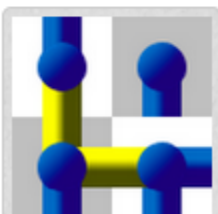
Vaktérkép



Szabálykereső



Kirakós



Csövek



Szókitaláló



Szókereső



Különbségek



Tömbök



Vaktérkép

A különféle kártya- és táblás játékok, keresztrejtvények és egyéb szellemi játékok köztudottan jó segítséget nyújtanak az agy frissen tartásához. A hagyományos játékokon kívül napjainkban már a számítógépek és az internetes weboldalak is számtalan új játéklehetőséget kínálnak



Felmerülő kérdések...

Hogyan lehetséges a játék-teljesítmény alapján kimutatni a szellemi leépülés megkezdődését?

Mely játékok a legalkalmasabbak ennek eldöntésében?

Egy alkalmas játék esetén milyen teljesítményadatok alapján érdemes vizsgálni?

Milyen statisztikai módszerrel lehet detektálni a teljesítmény-leromlást?

Egy alkalmas teljesítmény-adatsorból mennyi adatra van szükség a megbízható döntéshez?

Hogyan lehet felismerni, leválasztani a játék betanulási szakaszát?

Hogyan kell kezelni a hosszabb megszakításos idősorokat?

A matematikai modell

Jelölje a játékos teljesítmény-adatsorát: e_1, e_2, \dots, e_n .

(Tegyük fel, hogy az adatsor olyan jellegű, hogy a leromlást az adatok értékeinek jelentős csökkenése jelzi.)

Első lépésben eldöntjük, hogy mutat-e változást az adatsor! Ha az adatsor egy konstans várható értékű, kis szórású változó független megfigyeléseihez tartozik, akkor nincs változás, tehát nincs se leromlás, se javulás!

- váltakozáselemzés
- csúcsmódszer
- előjel módszer

Váltakozás-elemzés

A szomszédos elemek különbségének előjelén alapuló módszer.
Az $e_t, t = 1, 2, \dots, N$ idősor szomszédos elemeinek $N-1$ különbsége alapján definiáljuk a $\delta_t, t = 1, 2, \dots, N-1$ „nulla-egy” sorozatot:

$$\delta_t = \begin{cases} 1, & \text{ha } e_{t+1} > e_t \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases} .$$

Ekkor az $e_t, t = 1, 2, \dots, N$ idősor növekedési pontjainak száma:

$$u_N = \sum_{t=1}^{N-1} \delta_t .$$

Váltakozás-elemzés

Megmutatható, hogy ha a vizsgált

$$e_t, t = 1, 2, \dots, N$$

idősor elemei azonos folytonos eloszlásúak és teljesen függetlenek, akkor

$$\mathbf{E}(u_N) = \frac{1}{2}(N-1) \text{ és } \sigma^2(u_N) = \frac{1}{12}(N+1),$$

valamint, ha $N \rightarrow \infty$, az u_N valószínűségi változók standardizáltjainak eloszlása elég gyorsan tart a standard normálishoz.

Váltakozás-elemzés

Ezek alapján a

$$\sigma_0 = \sigma^2(u_N) = \frac{1}{12}(N+1)$$

választással egyszerű kétoldali u -próbával dönthetünk a

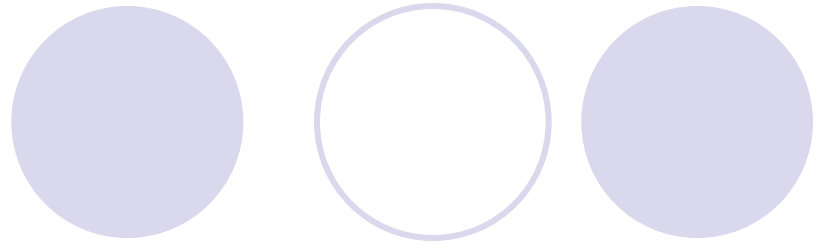
$$H_0 : u_N = \mathbf{E}(u_N) = \frac{1}{2}(N-1)$$

nullhipotézisről, aminek elfogadása esetén az

$$e_t, t = 1, 2, \dots, N$$

idősor nem változónak tekinthetjük, azaz semmilyen trendet nem érdemes benne keresni.

A második lépés...



Abban az esetben, ha az adatsorra a „nem-változás” nem igazolható, egy másik próbát alkalmazunk a változás jellegének eldöntéséhez.

Homogenitás vizsgálatnak vetjük alá az adatsor elejét a végével:

„felezés”



„harmadolás”



„negyedelés”



„tizedelés”



Mann-Whitney U-próba

Az X minta adatait két részre osztjuk az elejét-végét kijelölő Y csoport-képző változó segítségével. Megvizsgáljuk, hogy a két minta azonos eloszlásfüggvényhez tartozik-e.



Pl. A játék-teljesítmény első fele megegyezik a második felével?

Mann-Whitney U-próba

Tekintsük az $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ (eleje) és $\{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ (vége) mintákat!

Legyen $N = n + m$.

A két minta "összefésüléséből" képezzük a

$$z_1^* \leq z_2^* \leq \dots \leq z_N^*$$

rendezett mintát!

$$R_x = \sum_{i=1}^n r_i, \quad R_y = \sum_{i=n+1}^N r_i$$

a két mintához tartozó rangszám-összegek

Mann-Whitney U-próba

Abban az esetben, ha n , m elég nagy, az R_X eloszlása aszimptotikusan normális lesz

$$\mu_X = \frac{n(N+1)}{2} \quad \text{és} \quad \sigma_X = \sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}}$$

paraméterekkel, így $\frac{R_X - \mu_X}{\sigma_X}$ standard normális eloszlású!

Kis minták esetén a Mann-Whitney táblázatot használjuk.

Mann-Whitney U-próba

Amennyiben a null-hipotézist elvetjük, azaz az „eleje” más eloszlást követ a „végénél”, valamint az „elejének” a rangszám-összege a nagyobb, leromlást tapasztaltunk.

Ilyenkor célszerű „riasztani”, azaz a játékost szakemberhez irányítani, aki alapos kivizsgálással pontosíthatja a diagnózist.

Időben „elkapva” a leromlást, a súlyos esetek megelőzhetőek illetve a leromlási folyamat lassítható!



A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál



Memóriajáték

00:12

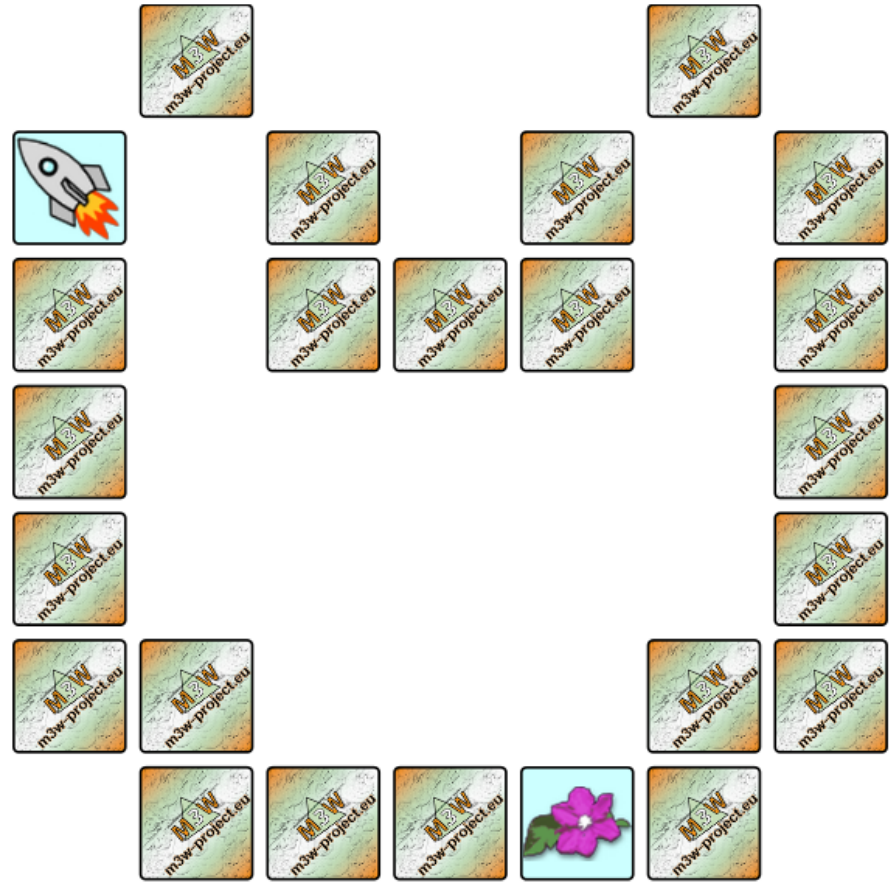
Új játék

Szünet

Beállítások

Súgó

Játéklista



A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál

nap

- a napok száma az első játéktól

kártya

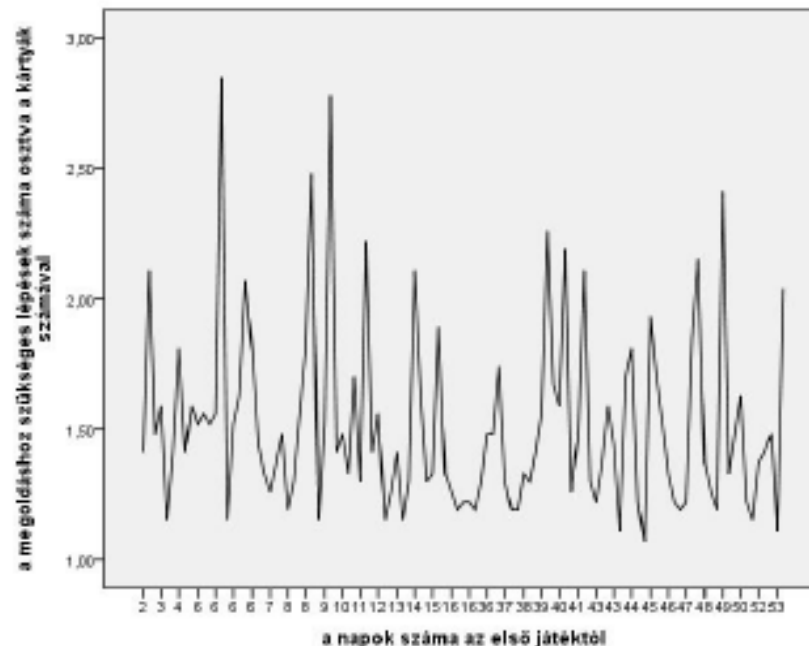
- a memory kártyák száma

tipus

- 1, ha tripla játék (3 azonos kártya van mindegyik ábrából, 214 ilyen van),
0, ha dupla (hagyományos: 2 azonos kártyát kell keresni, 175 ilyen van)

lépés

- a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával



A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál

A felezős, harmadolós, negyedelős és tizedelős technikával az adatsorok első és hátulsó szeleteit hasonlítottuk össze Mann-Whitney és Kolmogorov-Szmirnov próbákkal.

Ranks

	felezős	N	Mean Rank	Sum of Ranks
a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával	1	53	56,90	3015,50
	2	53	50,10	2655,50
	Total	106		

Test Statistics^a

	a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Mann-Whitney U	1224,500
Wilcoxon W	2655,500
Z	-1,139
Asymp. Sig. (2-tailed)	,255

a. Grouping Variable: felezős

Test Statistics^a

		a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Most Extreme Differences	Absolute	,151
	Positive	,019
	Negative	-,151
Kolmogorov-Smirnov Z		,777
Asymp. Sig. (2-tailed)		,582

a. Grouping Variable: felezős

A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál

Ranks

	harmadolós	N	Mean Rank	Sum of Ranks
a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával	1	35	39,94	1398,00
	3	36	32,17	1158,00
	Total	71		

Test Statistics^a

	a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Mann-Whitney U	492,000
Wilcoxon W	1158,000
Z	-1,589
Asymp. Sig. (2-tailed)	,112

a. Grouping Variable:
harmadolós

Test Statistics^a

		a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Most Extreme Differences	Absolute	,271
	Positive	,271
	Negative	-,024
Kolmogorov-Smirnov Z		1,140
Asymp. Sig. (2-tailed)		,149

a. Grouping Variable: harmadolós

A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál

Ranks

	tizedelős	N	Mean Rank	Sum of Ranks
a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával	1	10	12,30	123,00
	10	10	8,70	87,00
	Total	20		

Test Statistics^a

	a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Mann-Whitney U	32,000
Wilcoxon W	87,000
Z	-1,369
Asymp. Sig. (2-tailed)	,171
Exact Sig. [Z*(1-tailed Sig.)]	,190 ^b

a. Grouping Variable: tizedelős

b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

		a megoldáshoz szükséges lépések száma osztva a kártyák számával
Most Extreme Differences	Absolute	,400
	Positive	,000
	Negative	-,400
Kolmogorov-Smirnov Z		,894
Asymp. Sig. (2-tailed)		,400

a. Grouping Variable: tizedelős



A memória-játék elemzése a 76-os kódú játékosnál

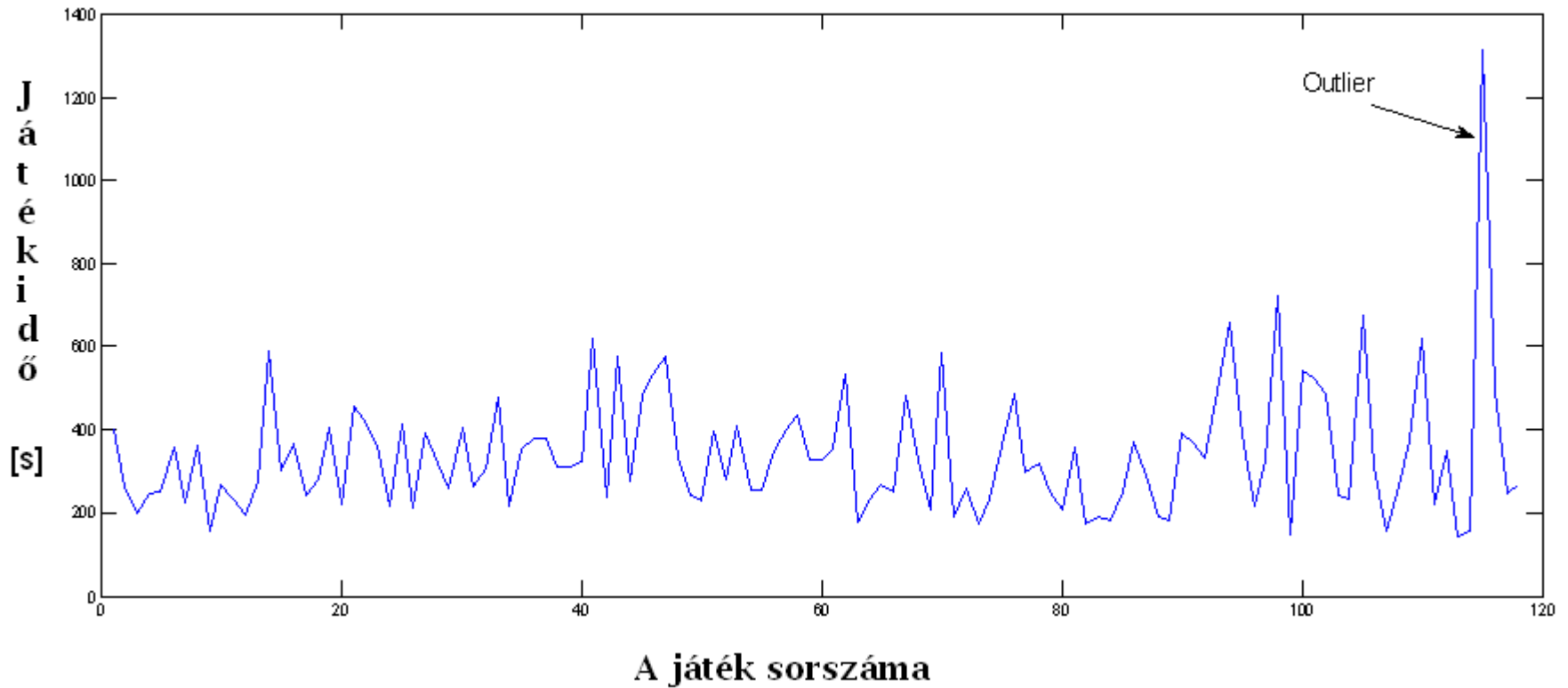
Összegezve: mindegyik próba esetén szignifikáns a nullhipotézisre vonatkozó feltevés: az idősor eleje és vége azonos eloszlású, azaz nem változott a teljesítmény. A Mann-Whitney próbáknál a rangszám-átlagok összehasonlításánál látjuk, hogy a végéhez tartozó rangszám-átlagok mindenesetben kisebbek a kezdeti szakasz rangszám-átlagához képest, azaz némi javulás tapasztalható, bár statisztikailag nem kimutatható mértékben!

Outlierek detektálása

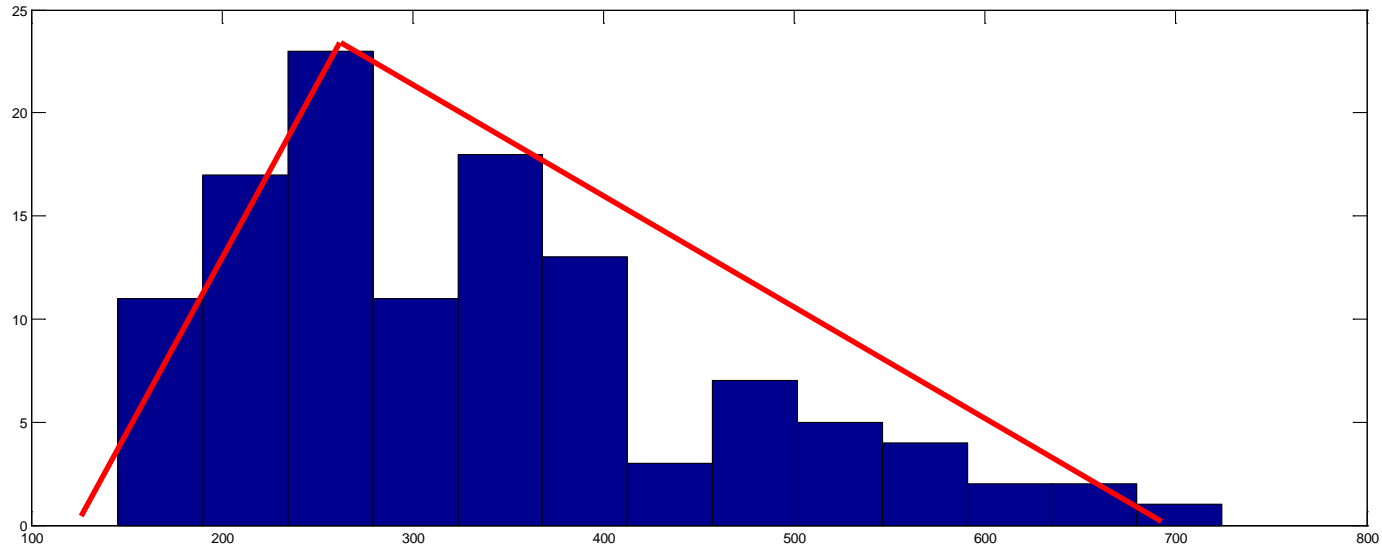


- Az adatsorból kiszűrjük az outliereket. Lehetnek olyan esetek, amikor a játékost megzavarták (pl. telefonhívás) vagy más játszott helyette stb.
- Az alsó és felső kvartilisek segítségével korlátok állíthatók fel, amellyel a „normális” és a „szélsőségesen rossz” azaz outlier játékok beazonosíthatóak.
- Vizsgálható az outlier játékok 0-1 sorozatának eloszlása is. Az outlier játékok „besűrűsödése” utalhat mentális leromlásra is.

Outlierek detektálása



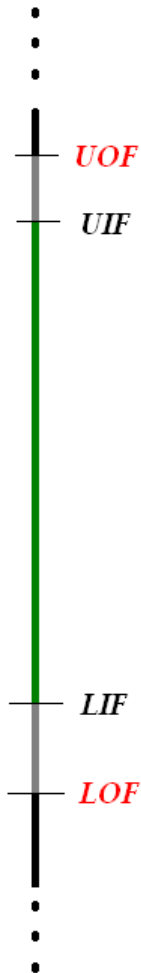
Outlierek detektálása



A játékidő hisztogramja balra ferdül.




Hogyan lehet szétválasztani a lassú végrehajtási időt az irreálistól?

Outlierek detektálása



$LIF = Q1 - 1,5 * IQ$ *belső alsó korlát (lower inner fence):*
 $UIF = Q3 + 1,5 * IQ$ *belső felső korlát (upper inner fence):*
 $LOF = Q1 - 3 * IQ$ *külső alsó korlát (lower outer fence):*
 $UOF = Q3 + 3 * IQ$ *külső felső korlát (upper outer fence):*

Q1 alsó kvartilis
Q3 felső kvartilis
 $IQ = Q3 - Q1$ interkvartilis terjedelem

-  normáltartomány
-  mild outlier
-  extreme outlier

A játékok homogénizálása

M3W
MAINTAINING AND MEASURING MENTAL WELLNESS

UK FR DE GR HU

Játéklista

24 tétel

Eredményeim

Útmutatók

Figyelem

Tervezés

Kognitív teszt

Nyelvi készség

Emlékezet

Végrehajtás

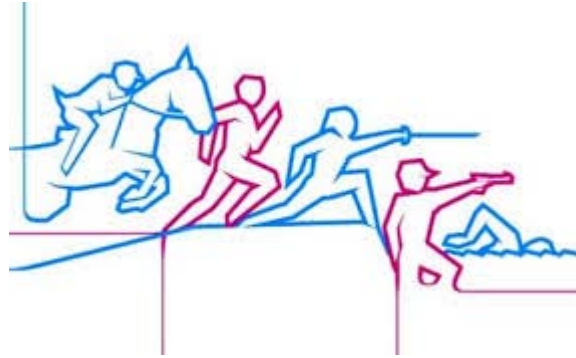
Kísérleti játék

Összes játék

Madarak, Dobozok, Labirintus, Összekötős, FreeCell, Hidépitő, Betűvető, Betűvető-2, Memóriajáték, Hálójáték, Pocok, Forgató, Szúdoku, Vaktérkép, Kirakós, Csövek, Szókitaláló, Szókereső, Különbségek, Tömbök, Képcserélős, Elveszett Lego, Butik, puzzle2

- Egy játékos 24 játék közül választhat, mindegyik játékban több beállítás lehetséges.
- A játékteljesítményt minden játékban más-más adatokkal (változókkal) mérik.
- Még a változók száma is más lehet.

A játékok homogenizálása



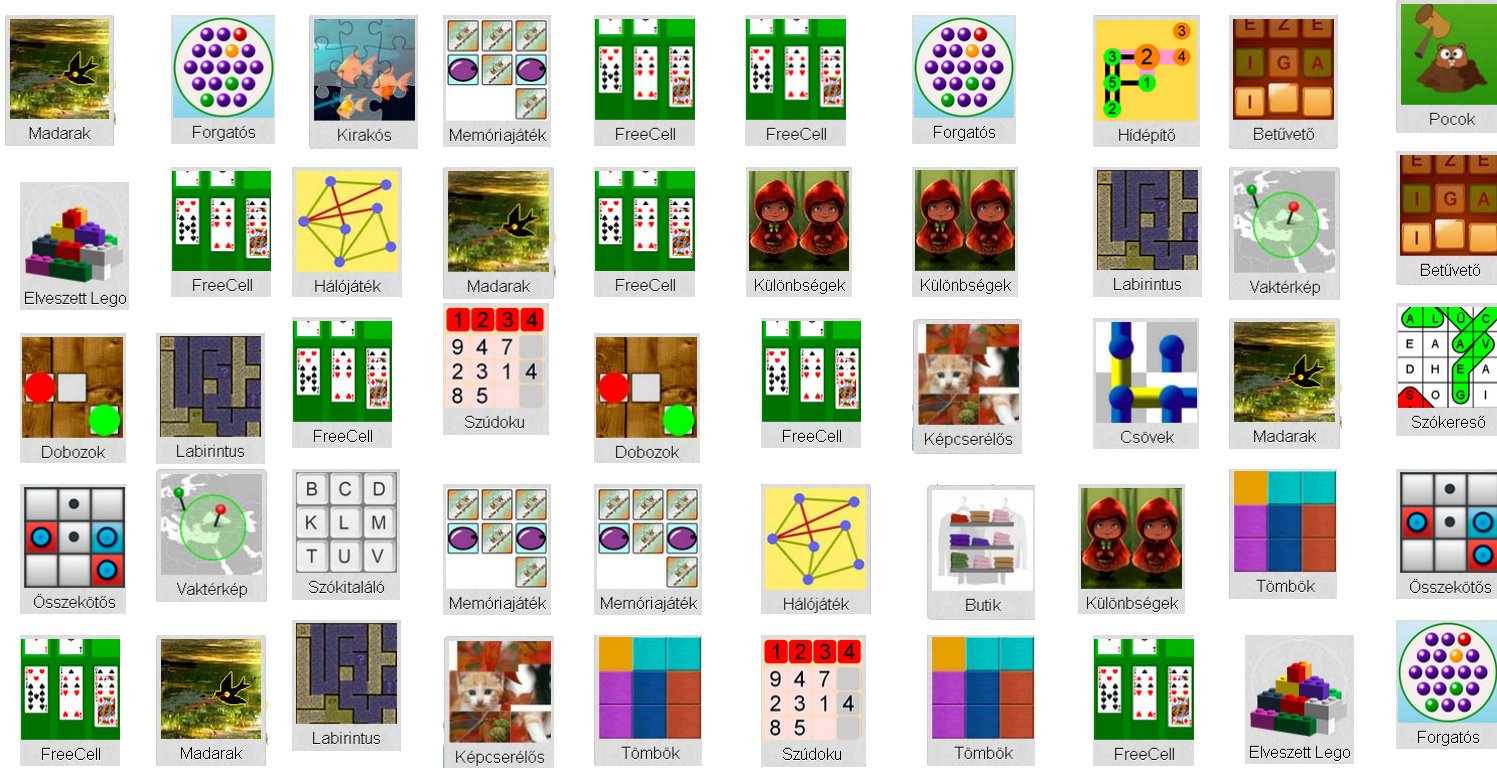
A probléma hasonlatos az öttusa értékeléshez.

Öt különböző versenyszám pontszámai alapján kell a versenyző teljesítményét rangsorolni.

Most persze sokkal több „versenyszám” van, amelyek véletlenszerűen változhatnak...

A játékok homogenizálása

Tegyük fel, hogy egy játékos az utolsó 50 érvényes játéka a következő:



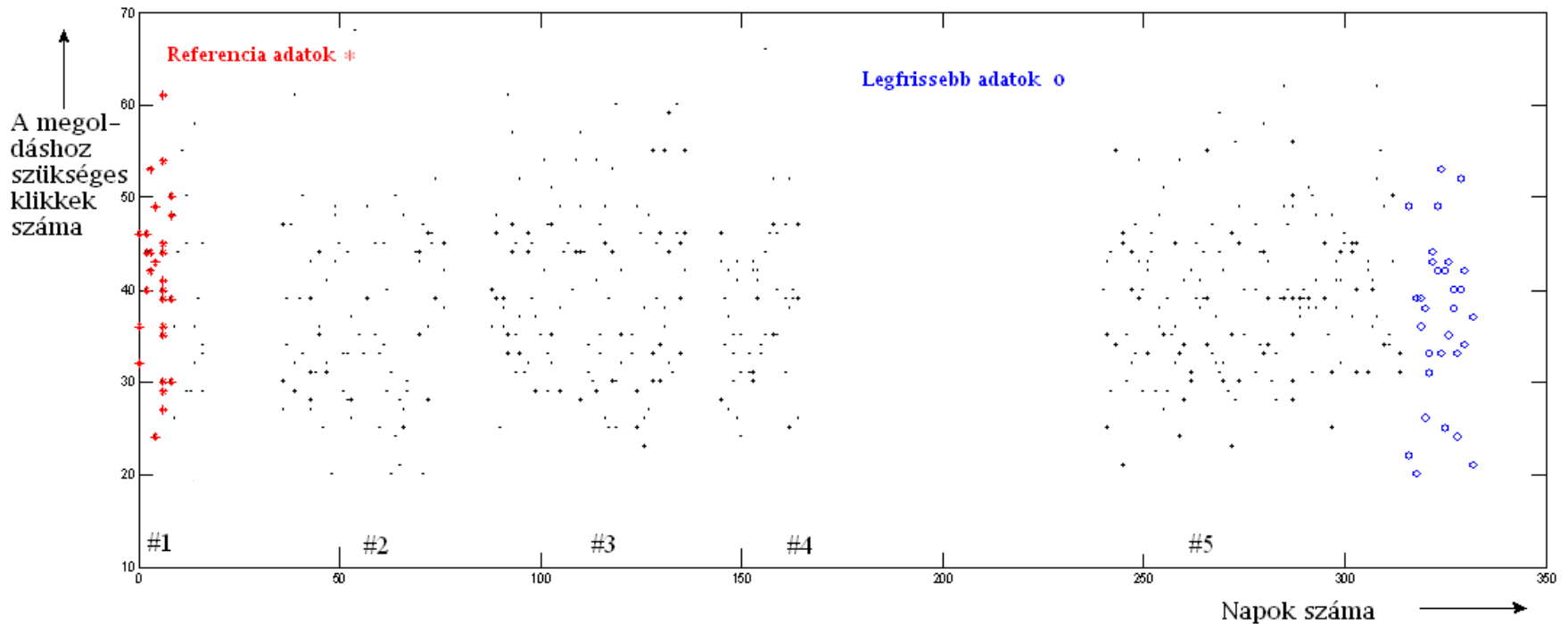
- Egy-egy játék kevésszer szerepel a sorozatban
- Azonos játékok között túl sok idő is eltelhet

Kiértékelés osztályzatokkal



- Nehézséget okoz okoz, hogy a játékosok változtatják a játékokat, játék beállításokat. Így az idősorban a legkülönbélebb adatok állnak.
- Ezért minden játékot a saját korábbi teljesítményéhez viszonyítva osztályozunk le egy ötfokozatú skálán, és az osztályzatok idősorát dolgozzuk fel.
- Az osztályzat idősor elejének és végének azonos eloszlására vonatkozó nullhipotézist ellenőrizzük chi-négyzet-próbával.

Kiértékelés osztályzatokkal



Egy játékos legfrissebb játék-teljesítményét saját korábbi periódusban nyújtott játék-teljesítményével hasonlítjuk össze.

A játékok homogenizálása

Mindegyik játékhoz egy osztályzatot rendelünk 1 és 5 között.

Így 50 érvényes játékhoz 50 adatunk lesz a játékos értékeléshez:

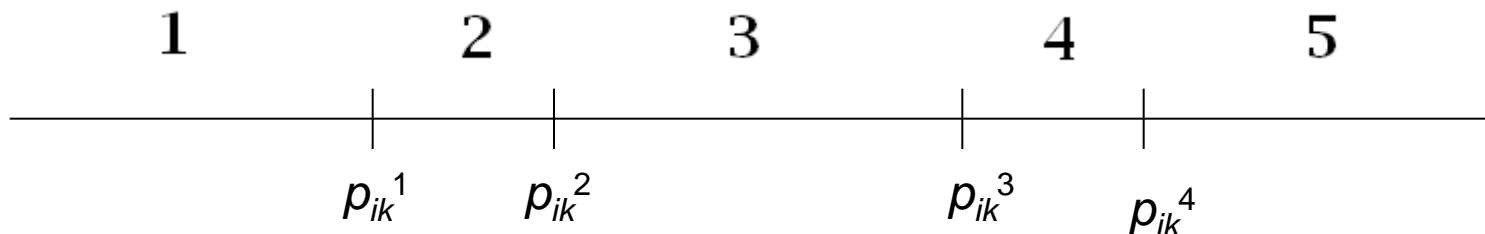
1	3	5	3	1	4	2	2	3	5
2	4	1	5	1	2	2	4	2	3
3	4	1	2	2	4	2	1	5	4
1	5	1	3	4	3	3	3	4	5
4	4	3	1	2	3	5	2	2	3

Az osztályzatok sorozata már összehasonlítható a megelőző osztályzat-sorozatokkal! Így megítélhető lesz, hogy a játékteljesítmény változott-e!

Osztályzatok hozzárendelése

Minden egyes játék esetén rögzítjük a **pentiliseket** minden változóra.
A pentiliseket a referencia játéksorozatok alapján határozzuk meg.
Jelölje $p_{ik}^1, p_{ik}^2, p_{ik}^3, p_{ik}^4$ az i -edik játék k -adik változójának pentiliseit:

p_{ik}^1 -nál csak a legrosszabb 20% játéknál van kisebb (nagyobb) érték
 p_{ik}^2 -nél csak a legrosszabb 40% játéknál van kisebb (nagyobb) érték
 p_{ik}^3 -nál csak a legrosszabb 60% játéknál van kisebb (nagyobb) érték
 p_{ik}^4 -nél csak a legrosszabb 80% játéknál van kisebb (nagyobb) érték
 p_{ik}^4 -nél csak a legjobb 20% játéknál van nagyobb (kisebb) érték



A legutolsó 50 játék sorozatában az i játék mind a k változója szerint elkészítjük az osztályzatot, és a végső osztályzat a változónként kiosztott osztályzatok átlaga lesz!

Változás detektálás a játékteljesítményben

Chi-négyzet próbával ellenőrizzük azt a nullhipotézist, hogy az osztályzatok sorozata illeszkedik-e az egyenletes eloszláshoz.

- Ha igen, akkor a játékos teljesítménye nem változott
- Ha nem illeszkedik, a játékos teljesítménye megváltozott a referenciához képest
 - Ha az átlag jobb 3-nál, akkor javult
 - Ha kisebb 3-nál, akkor romlott

Romlás esetén össze lehet hasonlítani a legutóbbi 50 osztályzat és az előző 50 osztályzat eloszlásait chi-négyzet próbával.

Köszönöm a figyelmet!

